



Renforcement du système d'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou à partir du barrage de Ziga

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE **MASTER**
SPECIALITE GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDRO-
AGRICOLES (GEAAH)

Présenté et soutenu publiquement le 23 Juillet 2024 par

Banazaro Rachid-Kévin ZOURI (20180095)

Directeur de mémoire : Dr Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Maitre de Conférences (CAMES),
Enseignant-Chercheur en Eau et Assainissement Urbain/Chef du département GEAAH

Encadrant 2iE : Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, Enseignant/Chercheur en Hydraulique et
Hydrologie Appliquée à 2iE

Encadrant externe : M Ousmane BONKOUNGOU, Ingénieur en Génie Civil et Hydraulique à
l'ONEA

Structure d'accueil : Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr Amadou KEITA**

Membres et correcteurs :

M. Albert HODONOU

M. Souleymane OUEDRAOGO

Promotion [2023-2024]

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à ma famille qui a toujours été là tout au long de mes études.

Remerciements

Mes remerciements vont à l'endroit de tous ceux/celles qui ont œuvré à travers un accompagnement quelconque pour la réalisation de ce travail de fin de cycle. Particulièrement, j'adresse mes remerciements à :

- L'Institut 2iE pour les compétences et la formation reçues tout au long de mon parcours ;
- L'ONEA pour l'acceptation de me recevoir pour le stage ;
- Dr Harinaivo Anderson ANDRIANISA, chef de département GEAAH pour son accompagnement et suivi ;
- Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, mon Directeur de Mémoire, Ingénieur du Génie Rural et Docteur en Hydraulique et Hydrologie Appliquée ;
- Monsieur Ousmane BONKOUNGOU, Ingénieur en Génie Civil et Hydraulique à l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) précisément au Département projet Eau Potable Ouaga (DEPO) pour son encadrement, sa disponibilité, ses divers accompagnements dans les études et dans la vie courante ;
- Mr D Francis KERE, Chef du Département projet Eau Potable Ouagadougou pour ses conseils ;
- Le Directeur de la Maîtrise d'Ouvrage ainsi que l'ensemble de ses collaborateurs,
- Monsieur Moussa SEMDE, Directeur Régional de Ouagadougou de l'ONEA pour ses conseils ;
- L'ensemble du personnel de l'ONEA, pour leur accompagnement durant mon séjour dans la structure ;
- Mes camarades promotionnaires pour la collaboration.

Résumé

Ce mémoire est consacré au renforcement du système d'approvisionnement en eau potable pour la ville de Ouagadougou en utilisant les ressources du barrage de Ziga au Burkina Faso. L'objectif est de contribuer à l'amélioration de la desserte en eau de la ville de Ouagadougou et ses environs par l'augmentation de la capacité de production d'eau potable de 5000 m³/h supplémentaire d'ici 2030, tout en respectant les normes de qualité de l'eau et en réduisant les impacts environnementaux. Pour répondre à la demande croissante, l'ONEA s'appuie sur l'aide de l'État et de ses partenaires techniques et financiers pour soutenir le Projet Ziga 3. La mobilisation de la ressource va consister à rehausser le déversoir du barrage de 50 cm, ce qui permettra de capter 60 millions de m³ d'eau supplémentaires. Il s'agira pour nous de concevoir et de dimensionner une station de traitement et des infrastructures annexes qui traiteront cette eau avant de la distribuer via le réseau existant de Ouagadougou.

Il sera mis en place une prise d'eau brute de type hydro mobile flottante et une station de traitement comportant cinq unités de traitement. Chaque unité sera équipée d'un décanteur à lit de boues pulsées et d'un bassin de filtration. La station comprendra également des réservoirs pour le lavage des filtres et la désinfection, une salle de préparation des réactifs, et une salle de pompage. Cette salle de pompage acheminera l'eau traitée vers le réservoir de Boudtenga, d'où elle sera distribuée par gravité jusqu'au point de raccordement à Ouagadougou. Au total, 48,31 km de conduites en fonte ductile DN1200 avec une pression de PN16 seront installées pour ce projet. Le coût total estimé de réalisation est de **18 898 065 801 FCFA**.

Mots-clés :

- 1. Direction Régionale de Ouagadougou**
- 2. Projet Ziga 3**
- 3. Conception hydraulique d'ouvrages**
- 4. Station de traitement d'eau potable**
- 5. Alimentation en eau de la ville de Ouagadougou**

Abstract

This dissertation focuses on strengthening the drinking water supply system for the city of Ouagadougou using the resources of the Ziga dam in Burkina Faso. The objective is to contribute to improving water supply to the city of Ouagadougou and its surroundings by increasing the drinking water production capacity of 5,000 m³/h by 2030, while respecting the water quality standards and reducing environmental impacts. To meet growing demand, ONEA is relying on aid from the State and its technical and financial partners to support the Ziga 3 Project. The mobilization of the resource will consist of raising the dike of the dam by 50 cm, which will capture an additional 60 million m³ of water. For us, it will be a question of designing and sizing a treatment station and ancillary infrastructure which will treat this water before distributing it via the existing Ouagadougou network.

We will set up a floating hydro-mobile raw water intake and a treatment station comprising five treatment units. Each unit will be equipped with a pulsed sludge bed decanter and a filtration basin. The station will also include tanks for filter washing and disinfection, a reagent preparation room, and a pumping room. This pumping room will transport the treated water to the Boudtenga reservoir, from where it will be distributed by gravity to the connection point in Ouagadougou. A total of 48.31 km of DN1200 ductile iron pipes with a pressure of PN16 will be installed for this project. The estimated total cost of implementation is **18,898,065,801CFA**.

Keywords:

-
- 1. Ouagadougou Regional Directorate;**
 - 2. Ziga 3 Project;**
 - 3. Hydraulic design of structures;**
 - 4. Drinking water treatment plant;**
 - 5. Water supply to the city of Ouagadougou.**

Liste des abréviations

2iE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

AEP : Alimentation en Eau Potable

DEPO : Département projet Eau Potable de Ouagadougou

DMO : Direction de la Maitrise d'Ouvrage

DN : Diamètre Nominal

EIES : Etude d'Impact Environnemental et Social

Hg : Hauteur géométrique

HMT : Hauteur Manométrique Totale

MEEVCC : Ministère de l'Environnement, de l'Économie Verte et du Changement Climatique

MES : Matières En Suspension

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement

PBE : Plus Basses Eaux

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PHE : Plus Hautes Eaux

PN : Pression Nominale

Pdc : Pertes de charges

SONABEL : Société National d'Electricité du Burkina

TN : Terrain Naturel

PMA : Pression Maximale Admissible

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Résumé	iii
Abstract	iv
Liste des abréviations	v
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	xi
Introduction	1
1. Présentation du projet.....	2
1.1. Contexte et justification du projet.....	2
1.2. Objectifs de l'étude.....	3
2. Présentation de la structure d'accueil.....	3
2.1. Objectif global de l'ONEA	4
2.2. Organigramme de l'ONEA	5
3. Présentation de la zone d'étude	5
3.1. Situation géographique	5
3.2. Description du barrage de Ziga.....	6
II. METHODOLOGIE DE CONCEPTION	9
1. Approche méthodologique.....	9
1.1. Une revue documentaire :	10
1.2. Visite de terrain avec l'ONEA	10
2. Etudes techniques de base	10
2.1. Topographie du milieu	10
2.2. Disponibilité de la ressource en eau.....	10
2.3. Emplacement nouvelle station de traitement	10
3. Etudes techniques de conception et de dimensionnement du projet Ziga 3.....	11
3.1. Conception de la filière de traitement.....	12
3.2. Dimensionnement des ouvrages de traitement	14
3.3. Dimensionnement du réservoir de stockage à Boudtenga	31
4. Alimentation électrique des pompes	32
III. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE.....	34
1. Ouvrages de la station de captage	34
1.1. La prise d'eau brute.....	34
1.2. Dimensionnement de la conduite de refoulement des eaux brutes de la prise à la station de traitement	36
2. Dimensionnement des ouvrages de la station de traitement	38
2.1. Résultats de dimensionnement du bassin coagulation pré-oxydation.....	38
2.2. Résultat de dimensionnement du bassin de floculation	39
2.3. Résultat de dimensionnement du décanteur.....	40

i. Décanteur statique à flux horizontal	40
2.4. Caractéristiques du bassin de filtration	43
2.5. Dimensionnement des bâches	45
2.6. Equipements de la salle de réactifs et pompes doseuses.....	47
3. Le réservoir au sol de stockage de l'eau à Boudtenga	51
3.1. Nature et dimensionnement du réservoir	51
3.2. Dimensionnement des conduites pour l'adduction gravitaire.....	53
3.3. Dimensionnement des ouvrages de protection des pompes et conduites	54
4. Caractérisation des pompes du système	55
4.1. Caractéristiques des pompes pour le refoulement de la section 1.....	55
4.2. Caractéristiques des pompes pour le refoulement des eaux traitées vers le réservoir	56
5. Source d'énergie.....	57
IV. EVALUATION DES COUTS DU PROJET	58
V. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL.....	60
1. Description de l'environnement actuel	60
1.1. Milieu physique	60
1.2. Milieu biologique.....	60
1.3. Milieu socio-économique.....	60
2. Identification et évaluation des impacts environnementaux et sociaux	61
2.1. Impacts positifs	61
2.2. Impacts négatifs	61
3. Mesures d'atténuation	61
3.1. Pendant la Construction	61
3.2. Pendant l'Exploitation	61
4. Plan de suivi et de surveillance	62
4.1. Indicateurs de Performance Environnementale et Sociale.....	62
4.2. Fréquence des Contrôles	62
4.3. Responsables du Suivi	62
5. Consultation et participation du public	62
5.1. Processus de Consultation.....	62
5.2. Résultats de la Consultation.....	62
Conclusion.....	63
Annexe 1 : Schéma d'usine de traitement d'eau de surface (source, ONEA).....	64
Annexe 2 : Emplacement spatiale des différentes zones du projet	66
Annexe 4 : Différences entre le décanteur statique à flux horizontal et le décanteur à lit de boues pulsées.	68
Annexe 5 : Caractéristiques pompes section 1	70
Annexe 6 : Coupe transversale d'un décanteur lamellaire	71
Annexe 7 : Performance de la pompe de refoulement Station-Bâche.....	72

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU
BARRAGE DE ZIGA

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques techniques du barrage de Ziga	7
Tableau 2 : Récapitulatif des formules de dimensionnement de conduite	15
Tableau 3: Données calcul du bassin de coagulation	17
Tableau 4: Données de calcul du bassin de floculation.....	18
Tableau 5: Formules de calcul des caractéristiques du bassin de floculation	18
Tableau 6: Données de calcul du décanteur statique	19
Tableau 7: Formule de calcul des caractéristiques du décanteur statique	20
Tableau 8: Données de calcul de la cloche.....	21
Tableau 9: Formules de calcul des caractéristiques de la cloche	22
Tableau 10: Données de calcul du décantation à lit de boues pulsées	22
Tableau 11: Données de calcul des filtres	25
Tableau 12: Formules de calcul des caractéristiques d'un filtre	25
Tableau 13: Données de calcul du saturateur	28
Tableau 14 : Longueur des conduites par section.....	29
Tableau 15: Caractéristiques technique de la conduite eaux brutes vers la station.....	36
Tableau 16: Caractéristiques hydrauliques du réseau Section 1.....	37
Tableau 17: Caractéristiques techniques du bassin de coagulation	39
Tableau 18: Caractéristiques techniques du bassin de floculation	39
Tableau 19: Caractéristiques techniques du décanteur statique	40
Tableau 20: Caractéristiques techniques de la cloche (Décanteur à lit de boues pulsées)	41
Tableau 21: Caractéristiques techniques de la zone de décantation (Décanteur à lit de boues pulsées).....	41
Tableau 22: Caractéristiques techniques des filtres.....	43
Tableau 23: Données de calcul des pompes de lavage des filtres et surpresseurs.....	44
Tableau 24: Formule de calcul des pompes de lavage des filtres et surpresseurs	44
Tableau 25: Caractéristiques des pompes de lavage des filtres et surpresseurs	44
Tableau 26: Données de calcul de la bêche rétro-lavage.....	45
Tableau 27: Caractéristiques techniques de la bêche de retro lavage des filtres.....	45
Tableau 28: Données de calcul de la bêche de stockage et de reprise eau traitée	46
Tableau 29: Formule de calcul de la bêche de stockage et de reprise eau traitée	46
Tableau 30: Caractéristiques techniques de la bêche de stockage et de reprise eau traitée	47
Tableau 31: Caractéristiques techniques des bacs de stockage des réactifs	47
Tableau 32: Caractéristiques techniques du saturateur.....	49
Tableau 33: Caractéristiques de la conduite Section 2	50

Tableau 34: Caractéristiques des pompes refoulement eaux brutes	55
Tableau 35: Caractéristiques des pompes de refoulement pour l'alimentation du Réservoir...	56
Tableau 36: Evaluation quantitatif des coûts du projet	58

Liste des figures

Figure 1: Historique du projet Ziga.....	3
Figure 2: Répartition des Direction Régionales de l'ONEA (Source, ONEA).....	4
Figure 3: Schéma de l'organigramme ONEA (source, ONEA)	5
Figure 4: Carte de localisation du département de Ziga (Source, Wikipédia)	6
Figure 5: Carte présentant le bassin versant du barrage de Ziga (Source, La Gire 2022).....	8
Figure 6: Présentation de la nouvelle station de traitement (Vue spatiale-Google Earth)	11
Figure 7: Schéma synoptique des différentes phases du projet.....	12
Figure 8: Schéma synoptique du processus de traitement de la nouvelle station (Wondershare EdrawMax).....	14
Figure 9: Exemple d'une filière composée des bassins de coagulation et de floculation	17
Figure 10 : Schéma du mode de fonctionnement du décanteur à lits de boues pulsées (Source, DEGREMONT)	21
Figure 11: Schéma de coupe transversale d'une surface lamellaire.....	24
Figure 12: Schéma descriptif du mode de fonctionnement d'un filtre Aquazur V	24
Figure 13: Carte de présentation de l'emplacement du Réservoir à Boudtenga (Google Earth)	32
Figure 14: Schéma de prise d'un système hydro-mobil flottant	35
Figure 15: Schéma du mode de fonctionnement du saturateur	50
Figure 16: Schéma du mode de fonctionnement d'une bache semi-enterrée.....	52

Introduction

L'eau potable est la ressource naturelle la plus précieuse et la plus demandée dans les pays sahéliens, notamment au Burkina Faso, situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest. Avec la croissance démographique de la ville de Ouagadougou, cette ressource essentielle devient de plus en plus rare. Cette augmentation de la population est due non seulement aux naissances, mais surtout à la migration des populations rurales vers le « Grand Ouaga » en quête de meilleures conditions de vie. Cette migration incontrôlée entraîne la création de nouveaux quartiers autour de la ville, nécessitant ainsi des projets de développement et d'aménagement pour garantir un cadre de vie adéquat aux habitants. Parmi ces projets figure l'extension de l'accès à l'eau potable.

Le gouvernement burkinabè, à travers l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA), s'efforce de fournir de l'eau potable à faible coût à la population tout en faisant face aux défis liés à la sécurité de l'approvisionnement en eau. Les principaux objectifs de l'ONEA incluent la création d'un cadre de vie idéal grâce à un approvisionnement fiable en eau potable. C'est dans cette optique que le projet Ziga a été lancé dans les années 2000. Ce projet, qui a pour but de desservir la ville de Ouagadougou en eau potable, a été développé en plusieurs phases.

Une des composantes majeures de ce projet est d'augmenter la capacité de production d'eau potable d'ici 2030 grâce à la phase Ziga 3. Cette phase vise à renforcer le système d'approvisionnement en eau potable de Ouagadougou en construisant une nouvelle station de traitement d'eau d'une capacité de 5000 m³/h à partir des ressources du barrage de Ziga.

I. PRESENTATIONS DU PROJET ET DE LA ZONE D'ETUDE

1. Présentation du projet

1.1. Contexte et justification du projet

L'idée du projet d'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou à partir du barrage de Ziga (projet Ziga) est née dans les années 80 pour résoudre les problèmes d'AEP que connaissait la capitale du Burkina Faso.

C'est à cet effet que le Ministère en charge de l'eau à travers l'ONEA a élaboré un schéma directeur d'AEP de la ville de Ouaga avec plusieurs phases de réalisation couvrant principalement, la construction d'un barrage sur le fleuve Nakambé, la construction d'une usine de traitement d'eau ainsi que le système de transfert, de stockage et de distribution de l'eau aux ménages de la ville de Ouagadougou.

C'est en 1997 que les travaux du projet Ziga ont été lancés avec la construction du barrage de 200 Millions de m³. Le barrage a été mis en eau en 2000 et par la même occasion démarraient les travaux de l'usine de production ainsi que des conduites de transfert d'eau potable jusqu'à Ouaga. Les premières gouttes d'eau potable produites à Ziga sont arrivées dans la ville de Ouaga en 2004. La mise en service de l'AEP de Ziga a permis de résoudre les problèmes d'eau que connaissait Ouaga (plus d'1 semaine sans eau au robinet).

Les travaux de la première phase du projet Ziga (projet Ziga 1) se sont achevés en 2007. La même année, le schéma directeur a été actualisé et une phase intermédiaire dénommée (projet Ziga 1 bis) s'est avérée nécessaire. En 2013, une seconde actualisation de schéma directeur a conduit à la planification de la 2^{ème} phase du projet Ziga (projet Ziga II) qui a été conçue pour être exécutée en 4 tranches selon la figure ci-dessous :

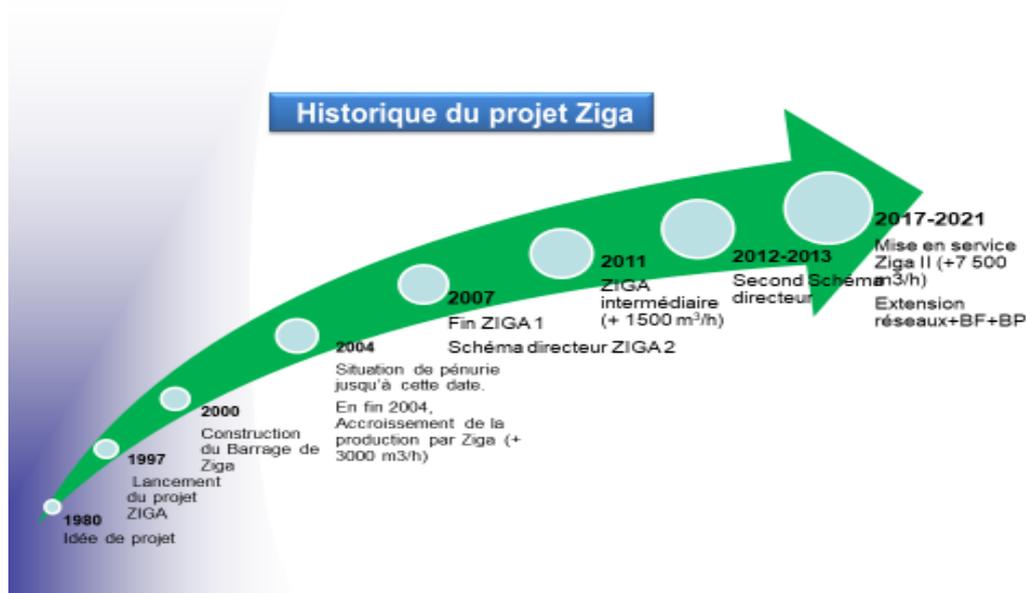


Figure 1: Historique du projet Ziga

1.2. Objectifs de l'étude

i. Objectif global

L'objectif global du projet est d'améliorer le niveau de desserte en eau potable de la Direction Régionale de Ouagadougou par une capacité de production supplémentaire de 5000 m³/h.

ii. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques se résument entre autres à :

- Concevoir un système d'adduction, de traitement et de transfert d'eau potable depuis le barrage de Ziga jusqu'à Ouagadougou ;
- Dimensionner tous les ouvrages hydrauliques ;
- Evaluer le cout du projet

2. Présentation de la structure d'accueil

L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) a été créé par décret n°85/387/CNR/PRES/EAU du 28 juillet 1985 sous la forme d'un Etablissement public de l'Etat à caractère industriel et commercial (EPIC). Il a été transformé en société d'Etat le 2 novembre 1994 (décret N°94-391/PRES/MICM/EAU). Il est chargé de l'Approvisionnement en eau potable et de l'Assainissement des eaux usées et excréta en milieu urbain au Burkina Faso. De

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA

ce fait l'ONEA s'occupe de la création, la gestion et la protection des installations de production et de distribution d'eau potable d'une part et d'autre part des installations d'assainissement collectif et autonome pour l'évacuation des excréta.

Son siège est à Ouagadougou, au secteur 17 (Pissy). L'ONEA compte au total 58 centres répartis à travers 4 grandes Directions Régionales : la Direction Régionale de Ouagadougou (DRO), la Direction Régionale de Bobo-Dioulasso (DRB), la Direction Régionale du Nord/Ouest (DRNO), la Direction Régionale du Nord/Est (DRNE).

La figure suivante présente les grandes Directions Régionales de l'ONEA.

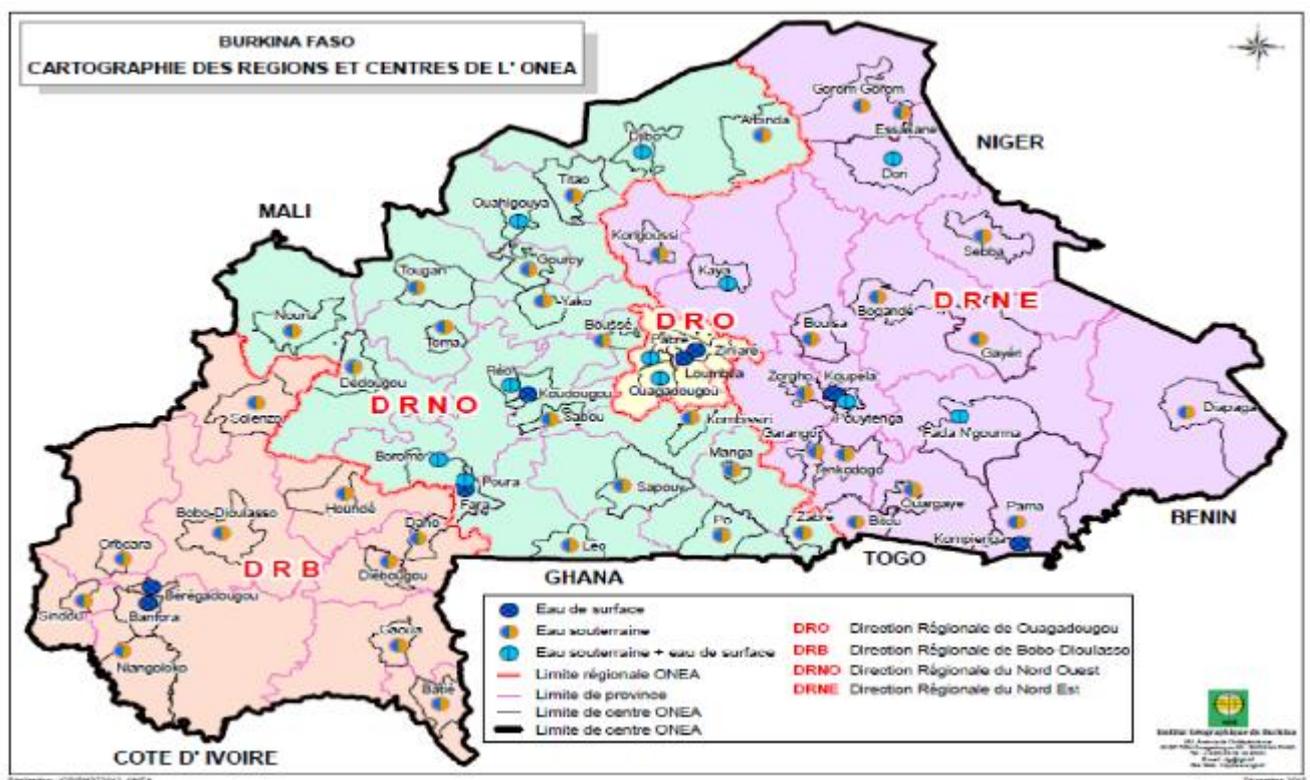


Figure 2: Répartition des Direction Régionales de l'ONEA (Source, ONEA)

Notre stage s'est déroulé au **Département projet Eau Potable de Ouagadougou (DEPO)**, qui fait parti de la **Direction de la Maitrise d'Ouvrage (DMO)** au siège annexe de l'ONEA.

2.1. Objectif global de l'ONEA

Dans le cadre du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA) pour l'atteinte de l'objectif six (06) de l'ODD, l'ONEA a pour objectif, la production et la distribution d'eau potable, l'atteinte d'un taux d'accès de 100% à

l'eau potable d'ici 2030 dans le cadre de la PN-AEP, la réduction des disparités régionales du taux d'accès à l'eau potables, la desserte de toutes les communes urbaines du Burkina Faso.

2.2. Organigramme de l'ONEA

Suite à la délibération du conseil d'administration de l'ONEA en date du 14 octobre 2010 : l'ONEA est administré par une Direction générale installée à Ouagadougou, siège social de l'Office qui regroupe les Directions centrales suivant l'organigramme à la figure suivante :

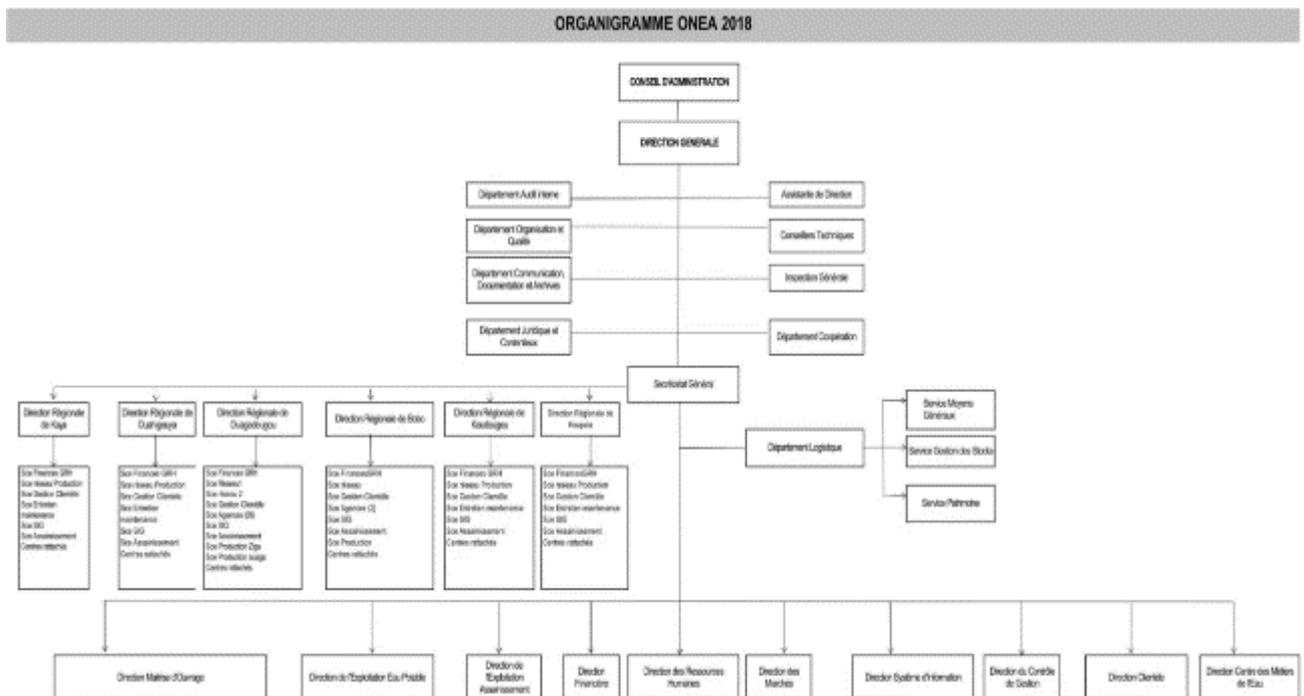


Figure 3: Schéma de l'organigramme ONEA (source, ONEA)

3. Présentation de la zone d'étude

3.1. Situation géographique

Le barrage de Ziga est situé sur le fleuve Nakambé, dans la région du plateau central du Burkina Faso. Les coordonnées de la position du barrage sont 12° 29' 29.86" nord et 1° 4' 55" ouest à une altitude de 260 m. Plus précisément, il se trouve à environ 45 kilomètres au nord-est de la capitale, Ouagadougou.

La figure suivante présente la localisation du barrage de Ziga.



Figure 4: Carte de localisation du barrage de Ziga

3.2. Description du barrage de Ziga

▪ Contexte

Le barrage de Ziga a été construit dans le cadre du développement des ressources en eau du Burkina Faso pour répondre aux besoins croissants en eau potable, en irrigation agricole et en production d'électricité dans la région.

▪ Caractéristiques techniques

- Type : Le barrage de Ziga est un barrage en remblai de terre.

- Hauteur : la hauteur de la digue est d'environ 18,8 mètres.

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA

- Capacité de retenue : Le barrage a une capacité d'environ deux cent millions de m³, pouvant assurer l'irrigation, l'alimentation en eau potable et la production d'électricité.

- Superficie de la retenue : La superficie de la retenue peut varier en fonction du niveau d'eau et des saisons, mais elle couvre généralement plusieurs kilomètres carrés, soit 84 Km².

Le tableau suivant présente les caractéristiques techniques du barrage de Ziga.

Tableau 1 : Caractéristiques techniques du barrage de Ziga (Source, ONEA)

Qualification	Valeurs
Retenue du barrage	+200 millions de m ³
Hauteur de la digue	18,8 m
Superficie de la retenue	84 Km ²
Longueur du déversoir	120 m
Longueur de la digue	3 154 m
Superficie du bassin versant	20 800 Km ²

▪ Fonctions

- Alimentation en eau potable : Le barrage de Ziga fournit de l'eau potable à la région de Ouagadougou et à d'autres localités environnantes grâce à une station de traitement d'eau située à proximité.

- Irrigation agricole : L'eau retenue par le barrage est utilisée pour l'irrigation des terres agricoles dans les environs, contribuant ainsi au développement de l'agriculture dans la région.

▪ Impact environnemental et social

- Le barrage de Ziga a un impact significatif sur l'environnement et les communautés locales, notamment en ce qui concerne la gestion des ressources en eau, la biodiversité, la pêche et les déplacements de population.

- Des mesures d'atténuation sont mises en place pour minimiser les effets néfastes du barrage sur l'environnement et les populations riveraines.

La figure suivante présente le bassin versant du barrage.

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA

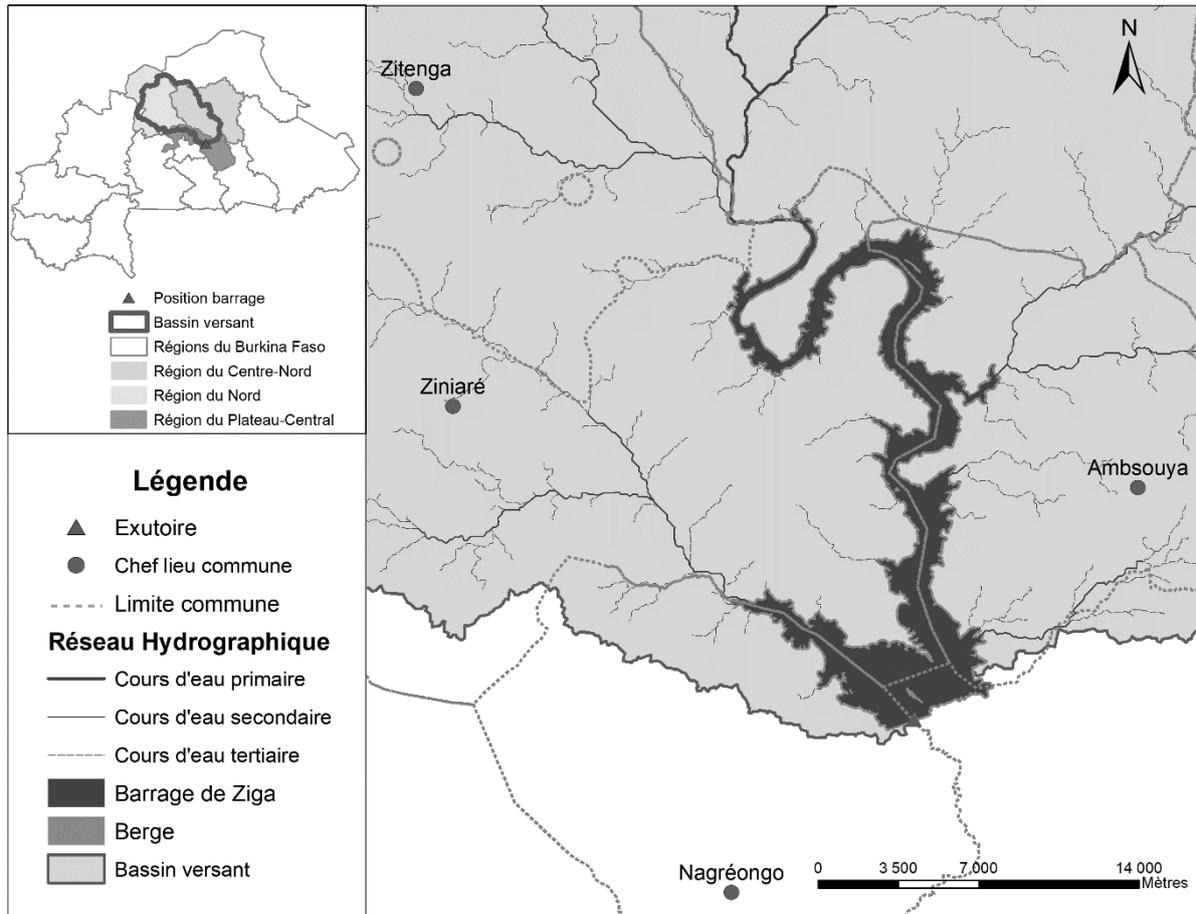


Figure 5: Carte présentant le bassin versant du barrage de Ziga (Source, La Gire 2022)

Le milieu biophysique de Ziga

i. Le climat

Ziga se trouve dans la région du plateau central du Burkina Faso, caractérisée par un climat tropical de type sahélien. Les températures peuvent être élevées, avec des variations saisonnières marquées entre les saisons sèches et humides. Les précipitations annuelles peuvent être relativement faibles, et la saison des pluies peut concentrer une grande partie des précipitations annuelles.

ii. Végétation et biodiversité

La végétation environnante autour du barrage de Ziga peut être composée de zones arides avec une végétation adaptée au climat sahélien. Cela peut inclure des arbustes, des herbes et des plantes résistantes à la sécheresse. La végétation riveraine le long du cours d'eau peut être plus diversifiée et soutenir une plus grande variété de flore et de faune.

La région autour du barrage de Ziga peut abriter une biodiversité variée, y compris des espèces de plantes et d'animaux adaptées aux conditions semi-arides du climat sahélien. Il est essentiel de préserver cette biodiversité tout en exploitant les ressources naturelles de manière durable.

iii. L'hydrogéologie de la zone

Le barrage de Ziga est construit sur le fleuve Nakambé, et son environnement est donc fortement influencé par l'hydrologie du fleuve. Les débits d'eau peuvent varier considérablement selon les saisons, avec des périodes de crue pendant la saison des pluies et des périodes d'étiage pendant la saison sèche.

La géologie de la région peut influencer la stabilité du barrage ainsi que la qualité de l'eau de la retenue. Il est important de prendre en compte les caractéristiques géologiques locales lors de la conception, de la construction et de la gestion du barrage.

iv. Impact environnemental du barrage

Les conditions environnementales autour du barrage de Ziga au Burkina Faso peuvent avoir un impact significatif sur la gestion et l'exploitation du site. Les activités humaines telles que l'agriculture, l'élevage et l'urbanisation peuvent avoir un impact sur l'environnement autour du barrage de Ziga. Il est important de prendre en compte les besoins et les préoccupations des communautés locales dans la gestion du site.

En résumé, les conditions environnementales autour du barrage de Ziga comprennent un climat sahélien, une végétation adaptée à la sécheresse, une hydrologie variable, une géologie locale et une biodiversité variée. La gestion durable du barrage nécessite une compréhension approfondie de ces conditions et une approche intégrée pour minimiser les impacts environnementaux tout en répondant aux besoins socio-économiques des populations locales.

II. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

1. Approche méthodologique

La mise en œuvre du projet de construction de la station de production d'eau potable de 5000 m³/h à Ziga nécessite une méthodologie de conception détaillée, fondée sur des techniques de dimensionnement hydraulique rigoureuses. Pour atteindre les objectifs fixés, une démarche logique et structurée a été adoptée. Celle-ci comprend une revue documentaire approfondie, la collecte et l'analyse des données pertinentes, ainsi que le traitement de ces données.

1.1. Une revue documentaire :

La revue documentaire est une étape cruciale qui consiste à rassembler des informations sur les technologies et les systèmes de traitement de l'eau potable, tout en se référant aux systèmes et techniques déjà en place. Pour ce faire, nous avons consulté divers documents traitant de la conception des stations de traitement d'eau, y compris des cours de formation en traitement de l'eau potable, des mémoires de fin de cycle, les archives de l'ONEA, ainsi que des ressources disponibles sur Internet.

1.2. Visite de terrain avec l'ONEA

Nous avons eu à effectuer une visite de site sur Ziga pour élaborer une composante similaire aux ouvrages déjà existants.

2. Etudes techniques de base

2.1. Topographie du milieu

Les données importantes de topographies ont été fournies par le Département projet Eau Potable Ouagadougou de l'ONEA. Aussi, la topographie de l'ensemble du site prévu pour accueillir la nouvelle station a été déterminée à l'aide de Google Earth, vu que nous sommes à une phase préliminaire d'une APS.

2.2. Disponibilité de la ressource en eau

Le barrage de Ziga, d'un volume de retenue de 200 millions m³ alimente la ville de Ouagadougou depuis sa mise en service au début des années 2000.

Pour renforcer la production d'eau potable pour les populations de Ouagadougou, un rehaussement du niveau du déversoir du barrage de 50 cm a été envisagé. Ceci permettra de mobiliser environ 60 millions de m³ supplémentaire au volume actuel du barrage. Ainsi, prenant en compte les pertes liées à l'évaporation et à l'infiltration estimées à 20% du volume supplémentaire, on retient 48 millions de m³ restant. Ce qui suffit pour l'établissement du Projet avec la construction d'une station de traitement d'eau potable de 5000 m³/h.

2.3. Emplacement nouvelle station de traitement

La nouvelle station se situera près de l'ancienne station de Ziga toujours en fonction. Actuellement, le site choisi est occupé par une végétation arbustive, au bord d'une voirie.

La figure suivante présente une vue spatiale de l'emplacement de la nouvelle station.



Figure 6: Présentation de la nouvelle station de traitement (Vue spatiale-Google Earth)

3. Etudes techniques de conception et de dimensionnement du projet Ziga 3

Cette partie concerne l'ensemble du projet, c'est-à-dire de la prise d'eau brute dans le barrage jusqu'au point de raccordement à Ouagadougou.

La figure suivante présente les zones concernées par le projet.

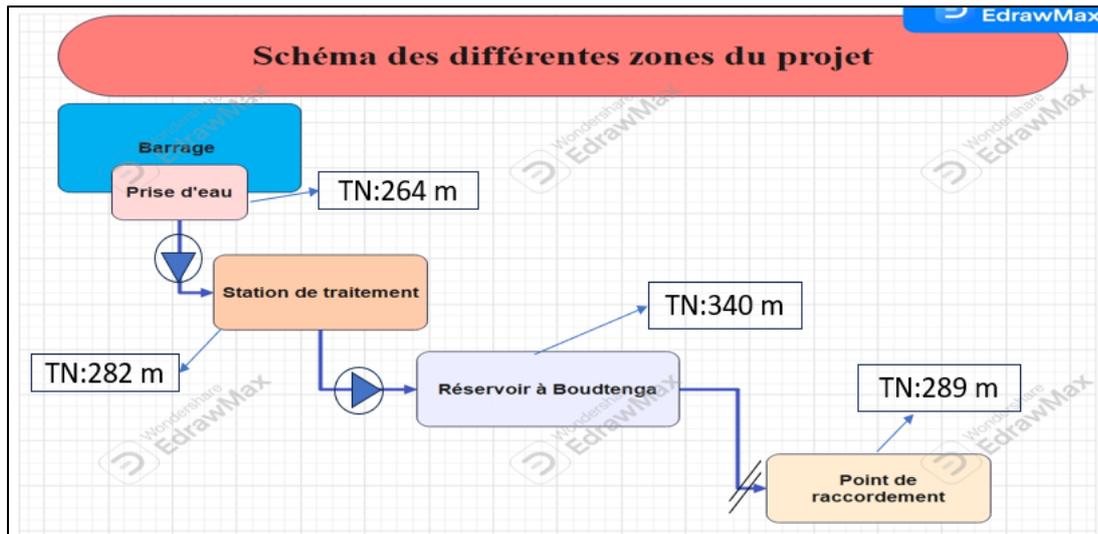


Figure 7: Schéma synoptique des différentes phases du projet

3.1. Conception de la filière de traitement

i. Choix de la filière

Suivant le schéma directeur, le choix de la filière était déjà prévu dès la construction du barrage. Ainsi, la nouvelle station de 5000 m³/h aura pour principale fonction de réduire significativement la turbidité, qui est particulièrement élevée en période de fluctuations, et d'éliminer les germes. Pour ce faire, nous proposerons une filière de traitement classique. Cette filière comprendra trois phases :

- La phase de prétraitement ;
- La phase de clarification ;
- La phase de désinfection.

Le prétraitement est essentiel car il protège les ouvrages situés en aval du barrage. Généralement associé à la prise d'exhaure, le prétraitement permet d'éliminer les grosses particules de l'eau qui pourraient entraver les traitements ultérieurs. Il est crucial de protéger les systèmes de relèvement des eaux brutes, les conduites contre les obstructions, et les autres équipements de traitement contre l'abrasion. Composé de dégrilleurs grossiers et fins, notre système de prétraitement sera associé à une prise d'exhaure de type hydro-mobile.

La clarification est une méthode visant à éliminer toutes les particules qui empêchent l'eau d'atteindre une turbidité et une couleur inacceptables. Ces particules incluent les matières en suspension, les matières colloïdales et les macromolécules. Après cette étape, l'eau clarifiée est dirigée vers un réservoir de stockage et de désinfection avant d'être consommée. Les deux méthodes de dimensionnement des ouvrages de clarification que nous proposons sont : la méthode classique, qui utilise des décanteurs statiques à flux horizontal, et la méthode Pulsatube, qui utilise des décanteurs lamellaires à lit de boues pulsées.

La phase de désinfection est la dernière étape du processus de potabilisation de l'eau avant sa consommation. C'est une étape cruciale car elle permet d'éliminer les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau.

ii. Les traitements au laboratoire

Grace au laboratoire de l'ancienne station de traitement de Ziga, nous avons eu les résultats d'analyse de l'eau brute du barrage. Ces informations nous permettent de faire le choix sur les réactifs à utiliser pour la future station de traitement. Le jar-test va permettre d'évaluer les concentrations de réactifs à chaque étape du traitement pendant les périodes de crue et de décrue.

iii. Choix fait sur les ouvrages de traitement

Ces ouvrages ont été choisis pour leur efficacité et leur durabilité. Nous avons opté pour des constructions compactes en béton armé avec des équipements garantissant un rendement optimal après traitement. Les principales installations se présentent comme suit :

- **Bassin de coagulation-préoxydation et bassin de floculation** : La coagulation vise à éliminer une grande partie de la matière organique dissoute. Après le prétraitement, l'eau entre dans le bassin de coagulation où un coagulant est ajouté, provoquant la déstabilisation des particules colloïdales et favorisant leur agglomération et sédimentation rapide. La floculation, quant à elle, facilite l'agrégation des petites particules en floes plus gros à l'aide de flocculants spécialisés. Ce processus peut être réalisé en ligne ou dans un bassin, ce dernier étant choisi pour maximiser le temps de mélange des réactifs et assurer la formation de floes de haute qualité.

- **Décanteurs** : Après la coagulation/floculation, les décanteurs clarifient l'eau en séparant les substances en suspension. Différents types de décanteurs peuvent être utilisés pour cette étape, selon la méthode classique ou la méthode Pulsatube.
- **Bassins de filtration** : Les filtres ouverts, comme les filtres Aquazur V, sont privilégiés pour leur capacité à filtrer jusqu'à 20 m/h. Cette technologie est adaptée aux grandes stations de traitement à débit élevé.
- **Bâche de désinfection** : L'eau filtrée est dirigée vers la bâche de désinfection où elle est stockée pour permettre l'élimination des pathogènes invisibles à l'œil. Cette bâche est équipée de pompes doseuses de réactifs pour assurer une désinfection efficace.
- **Réservoir de stockage à Boudtenga** : Après la désinfection, l'eau est refoulée vers le réservoir de stockage à Boudtenga, d'où elle continue son cheminement gravitaire vers le point de raccordement à Ouagadougou.

3.2. Dimensionnement des ouvrages de traitement

Nous présenterons d'abord les ouvrages de traitement de la nouvelle station.

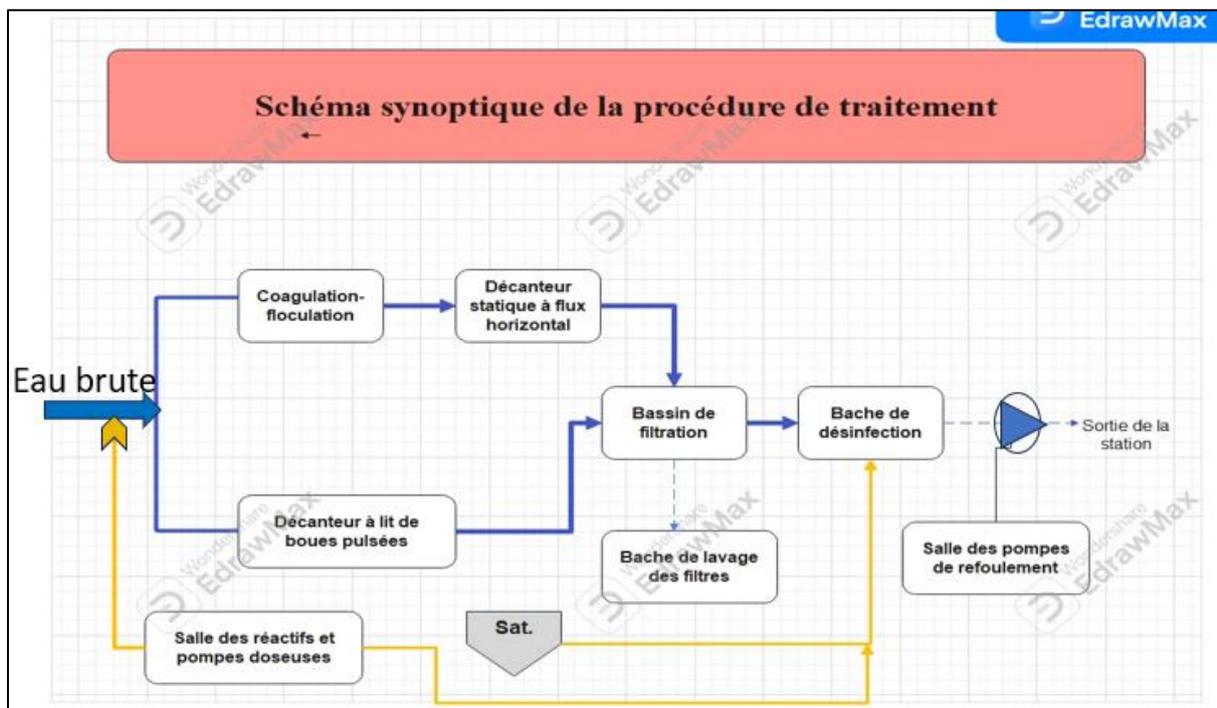


Figure 8: Schéma synoptique du processus de traitement de la nouvelle station (Wondershare EdrawMax)

Les ouvrages de traitement seront dimensionnés de sorte à potabiliser un débit de 5250 m³/h à Ziga. Pour se faire, de nombreux ouvrages entrent en jeu :

- Les conduites de refoulement et les conduites de transferts d'une zone à une autre dans la station de traitement ;
- Un coagulateur-floculateur pour l'élimination de MES et particules colloïdales ;
- Des décanteurs pour permettre la rétention des boues ;
- Des bassins de filtration type Aquazur ;
- Une bêche de désinfection des eaux traitées ;
- Une salle de préparation des réactifs et de pompes doseuses ;
- Une salle de pompage de refoulement des eaux traitées vers le réservoir de stockage à Boudtenga ;
- Des ouvrages de protection des conduites.

Ce débit étant important, nous avons décidé de diviser la filière en 5 lignes de traitement dans le but d'optimiser le traitement. Chaque ligne proposée aura à son entrée, un débit égal à 1050 m³/h.

i. Dimensionnement des conduites de refoulement et d'adduction gravitaire

Sont concernées les conduites de refoulement de la prise à la station de traitement, les conduites de refoulement de la station vers la bêche à Boudtenga ainsi que les conduites d'adduction gravitaire de la bêche vers le point de raccordement.

Les formules empiriques qui serviront au dimensionnement des conduites sont présentées dans le tableau qui suit.

Tableau 2 : Récapitulatif des formules de dimensionnement de conduite

Nature de la formule	Formule
Bresse	$D_{th}(m) = 1.5 * \sqrt{Q(m^3/s)}$
Bresse Modifiée	$D_{th}(mm) = 0.8 * \sqrt[3]{Q(m^3/s)}$
Munier	$D_{th}(m) = (1 + 0.02n) * \sqrt{Q(m^3/s)}$ n = nombre d'heures de pompage par jour
Bonin	$D_{th}(m) = \sqrt{Q(m^3/s)}$
Bedjaoui	$D_{th}(m) = 1.27 * \sqrt{Q(m^3/s)}$

Avec :

- Dth représente le diamètre théorique
- Q est le débit de pompage

Pour des diamètres de conduites économiques, nous devons respecter les mesures suivantes :

La vitesse induite par le diamètre de la conduite : $0,5 \text{ m/s} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$

Vérification de la condition de Flamant : $V(\text{m/s}) \leq 0,6 + D_{int} (\text{m})$

Calcul des pertes de charges

Lors de son passage à travers une conduite, l'eau perd de l'énergie. Cette perte est due aux frottements entre l'eau et la paroi de la conduite, ainsi qu'à la longueur du conduit. Les pertes d'énergie sur un tronçon linéaire sont appelées pertes de charge linéaire. En revanche, les pertes d'énergie sur un tronçon rétréci, élargi ou comportant des coudes sont désignées comme pertes de charge singulières.

- Les pertes de charges linéaires engendrées par les conduites seront exprimées par la formule de Manning Strickler :

$$\Delta H_{lin} = \frac{10,294 * Q^2 * L}{Ks^2 * D^{\frac{16}{3}}}$$

Avec :

Q le débit en m³/s

L la longueur de la conduite en m

D le diamètre de la conduite en m

Ks coefficient de Strickler

- Les pertes de charges singulières seront de 10% des pertes de charges linéaires.

$$\Delta H_s = 10\% * \Delta H_{lin}$$

- La perte de charge totale engendrée par la conduite sera :

$$\Delta H = \Delta H_{lin} + \Delta H_s$$

$$\Delta H = 1,1 * \frac{10,294 * Q^2 * L}{Ks^2 * D^{\frac{16}{3}}}$$

ii. Dimensionnement du bassin de coagulation-floculation/répartiteur

Le schéma qui suit présente une filière composée de mélange rapide ou coagulation et la floculation.

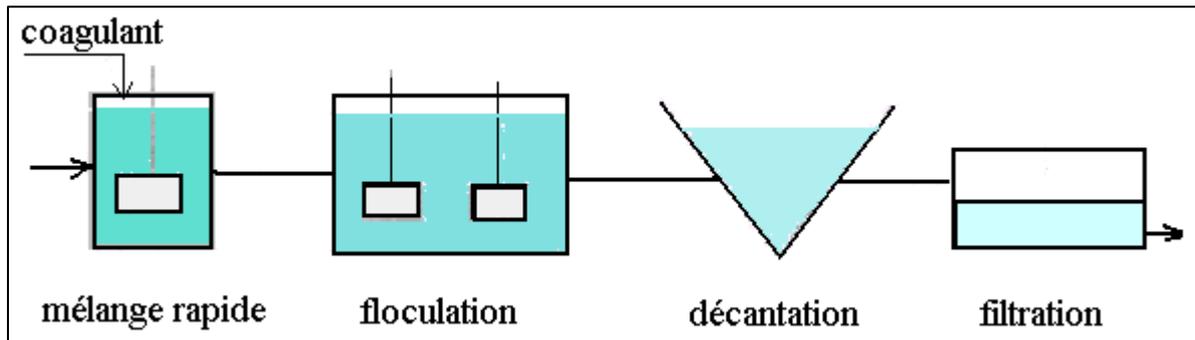


Figure 9: Exemple d'une filière composée des bassins de coagulation et de floculation

Principe de coagulation-floculation

La coagulation-floculation élimine les MES et colloïdes présents dans l'eau(1). Le principe consiste à rassembler ces particules sous forme de floccs, qui seront séparés de l'eau sous l'effet de la pesanteur par décantation, flottation ou filtration. Certains floccs, au lieu de se déposer sous l'effet de la pesanteur, flottent à la surface de l'eau. Ces derniers seront éliminés manuellement à l'aide de tamis fins.

– **Zone de coagulation**

La zone de coagulation aura un temps de séjour de 3 minutes soit 0,05 heures. A partir de la, nous pouvons déterminer le volume du bassin) travers les hypothèses suivantes :

Tableau 3: Données calcul du bassin de coagulation

Paramètres	Unités	Valeurs Usuelles	Données
Débit d'eau brute Q	m ³ /h	-	1050
Vitesse de coagulation Vc	m/s	≥ 1	1

Temps de séjour ts	h	-	0,05
---------------------------	---	---	------

Le volume utile du bassin de coagulation sera déterminé par la formule suivante.

$V_c = Q * T_s$

– **Zone de floculation**

Le temps de séjours dans la zone de floculation sera de 15 minutes.

Les tableaux suivants présentent les hypothèses et les formules de dimensionnement du bassin de floculation

Tableau 4: Données de calcul du bassin de floculation

Paramètres	Valeurs usuelles	Données
Q (m³/h)	-	1050
H (m)	-	4
Vitesse floculation Vf (m/s)		0,3
Temps de floculation tf (min)	Entre 15 et 60	15
Rapport L/l	-	2
Coef. Arbitraire pour les flocculateurs à agitation mécanique β	Entre 1 et 1,5	1,5

Tableau 5: Formules de calcul des caractéristiques du bassin de floculation

Paramètres	Unité	Formule
Volume du bassin V	m ³	$V = Q * t_f$
Profondeur du bac H	m	Fixé ; H = 4 m
Surface	m ²	$S = \frac{V}{H}$
Largeur	m	$l = \sqrt{\frac{S}{2}}$
Longueur	m	$L = \frac{S}{l}$

Nombre d'agitateurs X	-	$X = \frac{L}{\beta * H}$
------------------------------	---	---------------------------

iii. Dimensionnement des conduites de transfert du débit

Ce sont les conduites qui serviront de transit entre un bassin et un autre dans la station de traitement. La formule de continuité permet de calculer les diamètres théoriques des conduites circulaires, qui servent de transit dans les différentes zones.

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Avec :

Dth est le diamètre théorique

Q en m³/h le débit de l'eau brute

V en m/s la vitesse moyenne dans la conduite d'aspiration, on prendra V = 1 m/s

iv. Dimensionnement des décanteurs

a. Décanteur statique

Principe du décanteur statique : L'eau pompée de la station d'exhaure arrive directement dans le bassin de coagulation-floculation pour éliminer les particules et les matières en suspension (MES) ainsi que pour former des floes. Ensuite, l'eau est conduite vers le décanteur, où elle séjourne pendant un maximum de 4 heures. Cela permet la séparation solide-liquide par gravité, les particules se déposant au fond du réservoir sous l'effet de leur poids. Le liquide décanté continue son parcours en suivant un flux horizontal vers la sortie du décanteur. Les avantages et inconvénients de ce processus sont décrits en annexe 4.

Le décanteur statique à flux horizontal est un décanteur qui n'est ni à recirculation de boues, ni à lit de boues(2). Le processus de décantation est continu.

Les tableaux suivants présentent les paramètres et formules de calcul du décanteur statiques à flux horizontal.

Tableau 6: Données de calcul du décanteur statique

Paramètres	Valeurs usuelles	Données
------------	------------------	---------

Q (m³/h)	-	1050
H utile (m)	Entre 2 et 4	4
Vitesse décantation V (m/h)	Entre 0,5 et 1	1
Rapport L/l	-	2
Revanche (m)	-	0,25
Nombre de filière Nf	-	5

Tableau 7: Formule de calcul des caractéristiques du décanteur statique

Paramètres	Unité	Formule
La surface	m ²	$S = Q/V$
Le volume utile	m ³	$V_u = S * H_u$
Vérification temps de séjour compris entre 2 et 4h	h	$T_s = \frac{V_u}{Q}$
Largeur	m	$l = \sqrt{\frac{S}{2}}$
Longueur	m	$L = l * 2$
Profondeur totale	m	$H = H_u + Revanche$

b. Décanteur Pulsatube

Principe du Pulsatube : L'eau brute pompée de la station d'exhaure arrive directement dans le décanteur par un canal d'arrivée d'eaux brutes (1). Ce canal est équipé d'une conduite d'introduction des réactifs (11) permettant leur mélange avec l'eau brute dans la cloche à vide (6), où se déroulent la coagulation et la floculation. À partir de là, l'eau passe par des tuyaux perforés de répartition d'eau brute (9) pour entrer dans la zone de décantation, où les boues formées se déposent sous l'effet de la gravité sur le lit de boues (5). Le tranquillisateur (4) permet la séparation de l'eau et des floes. Les boues sont extraites (3) par des concentrateurs de boues (10). L'eau décantée (2) est ensuite dirigée vers le bassin de filtration.

La figure ci-dessous présente l'ensemble du processus.

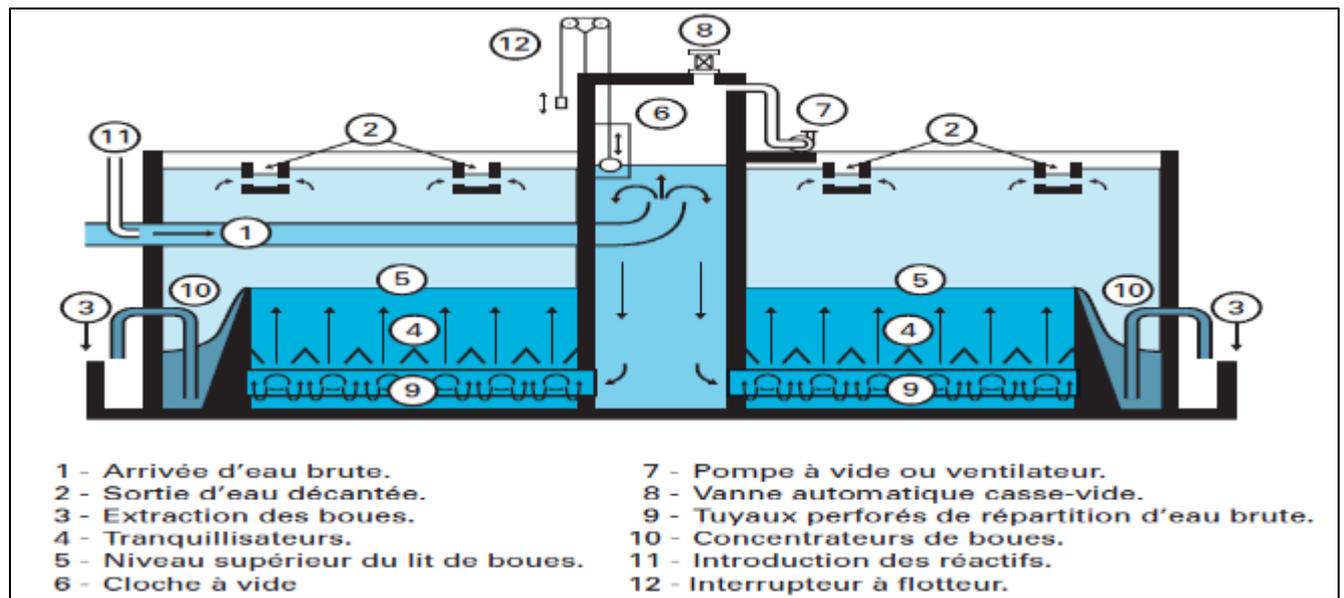


Figure 10 : Schéma du mode de fonctionnement du décanteur à lits de boues pulsées (Source, DEGREMONT)

Il sera constitué d'un répartiteur de débit, d'une cloche et du décanteur lamellaire

– **Dimensionnement de la cloche**

Pour le décanteur lamellaire à lit de boues pulsées, la phase de coagulation-floculation se déroule dans le même ouvrage que celui de la décantation. Dans cette méthode Pulsatube, l'eau arrivée à la station de traitement est répartie uniformément, à débit égal, dans les 5 décanteurs. L'eau brute prétraitée arrive à la cloche où se déroulent la coagulation et la floculation, selon le principe décrit plus haut.

La cloche du Pulsatube, de forme carrée, est dimensionnée pour un temps de séjour de 20 secondes, correspondant au temps de remplissage de la cloche. Sa hauteur est fixée à 1 mètre.

Les tableaux suivants présentent les paramètres et formules de dimensionnement de la cloche.

Tableau 8: Données de calcul de la cloche

Paramètres	Unités	Valeurs
Qc débit d'arrivé cloche	m ³ /h	1050
Tv temps de vidange	s	10
Tr temps de remplissage	s	20
Hc hauteur cloche	m	1

Tableau 9: Formules de calcul des caractéristiques de la cloche

Paramètres	Unités	Formules
Volume zone cloche V_c	m^3	$V_c = Q_c * Tr$
Surface zone cloche Sc	m^2	$Sc = V_c / H_c$
Débit pompe à vide Q_p	m^3/h	$Q_p = V_c / Tr$
Longueur cloche L_c	m	$L_c = Sc^{(1/2)}$
Largeur l_c	m	$l_c = L_c$

– Dimensionnement de la zone de décantation

La zone de décantation est constituée de lamelles. Ces lamelles, combinées au lit de boues pulsées, élimineront une grande partie des matières en suspension (MES). Le tableau suivant présente les paramètres de dimensionnement de la zone de décantation.

Le tableau qui suit présente les données de dimensionnement des lamelles.

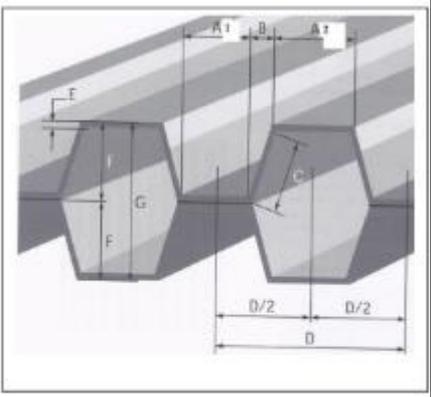
Tableau 10: Données de calcul de la décantation à lit de boues pulsées

Paramètres	Unités	Valeurs usuelles	Valeurs
Q	m^3/h	-	1050
Vlam vitesse ascen. dans les lamelles	m/h	4 à 8	6
Vmir vitesse ascen. au miroir	m/h	7 à 12	8
Vlit vitesse ascen. dans le lit de boues	$m^3/h.m^2$	2 à 4	4
Angle d'inclinaison des modules \emptyset	Radian	60°	1,0472
Hu hauteur utile	m	-	4
Su surface unitaire de projetée	m^2/m^2	-	8
L1 longueur d'un tube	mm	-	1000
l1 largeur d'un tube	Mm	-	980
L/l	-	1 à 3	1,5

- Surface de décantation $Slam = \frac{Q_{prod}}{V_{lam}}$
- Largeur des lamelles décanteur $llam = \sqrt{\frac{Slam}{1,5}}$
- Longueur lamelles décanteur $Llam = llam * 1,5$
- Pourcentage actif, $R = \frac{2B+moy(A1;A2)}{2B+A1+A2}$

Le calcul du pourcentage actif nécessite les caractéristiques des tubes dans la zone de décantation. Le schéma suivant indique les valeurs des coefficients A1, A2 et B en millimètre (mm).

Les caractéristiques du tube ayant servi au dimensionnement		
Paramètres	Valeurs	Unités
A1	30	mm
A2	30	mm
B	15	mm
C		mm
D	90	mm
E		mm
F	40	mm
G	80	mm



- Surface d'un lit de boue (S horizontale) $Slit = \frac{Q_{prod}}{V_{lit}}$
- Surface miroir $Smir = \frac{Q_{prod}}{V_{mir}}$
- Surface projetée = Surface de décantation $Sp = Slam * Su$
- Nombre total tubes ondulés $Nond = \frac{Sp}{R*L1*l1*cos\theta}$;
- Nombre tubes ondulés/m² $N = \frac{Nond}{Slam}$
- Temps de séjours $Ts = \frac{Llam*llam*Hu}{Q_{prod}}$
- Vitesse Hazen réelle, $V = \frac{Q_{prod}}{Sp}$

Remarque :

- La surface projetée est la projection au sol de la surface de décantation
- Une plaque lamellaire est constituée de lamelles qui sont agrafées ou accrochées entre elles. De forme semi-hexagonale ou trapézoïdale alternée, la fixation de deux plaques lamellaires successives génère des décanteurs élémentaires de section hexagonale

La figure suivante présente une illustration de surface lamellaire.

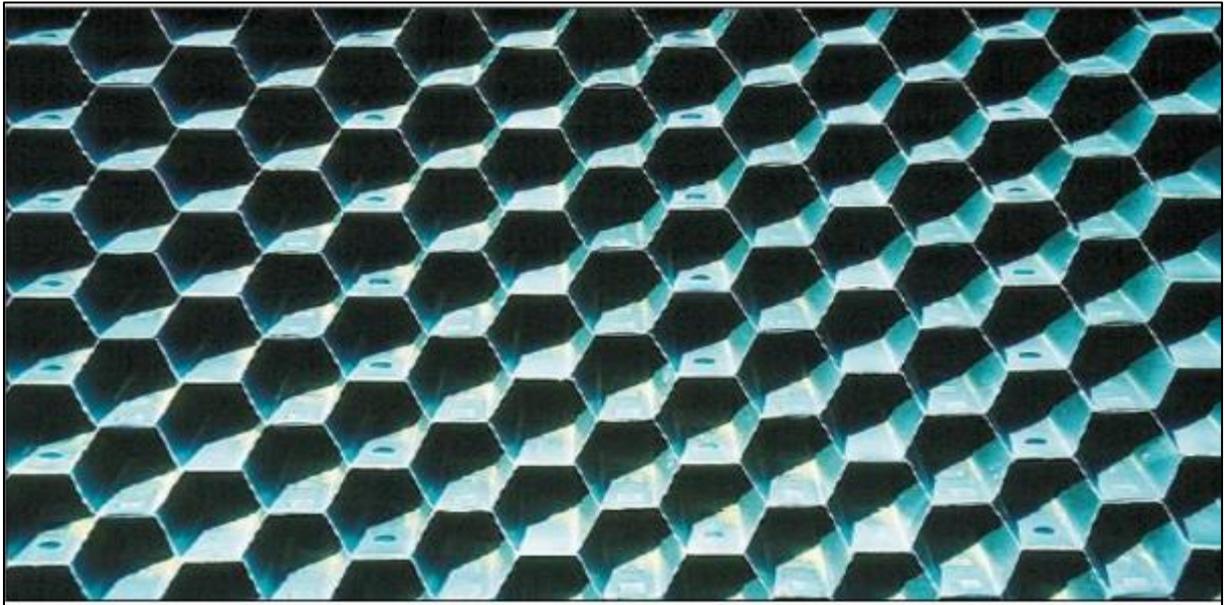


Figure 11: Schéma de coupe transversale d'une surface lamellaire

v. Dimensionnement des filtres Aquazur V

Pour mieux expliquer les filtres aquazur V, le schéma suivant est présenté :

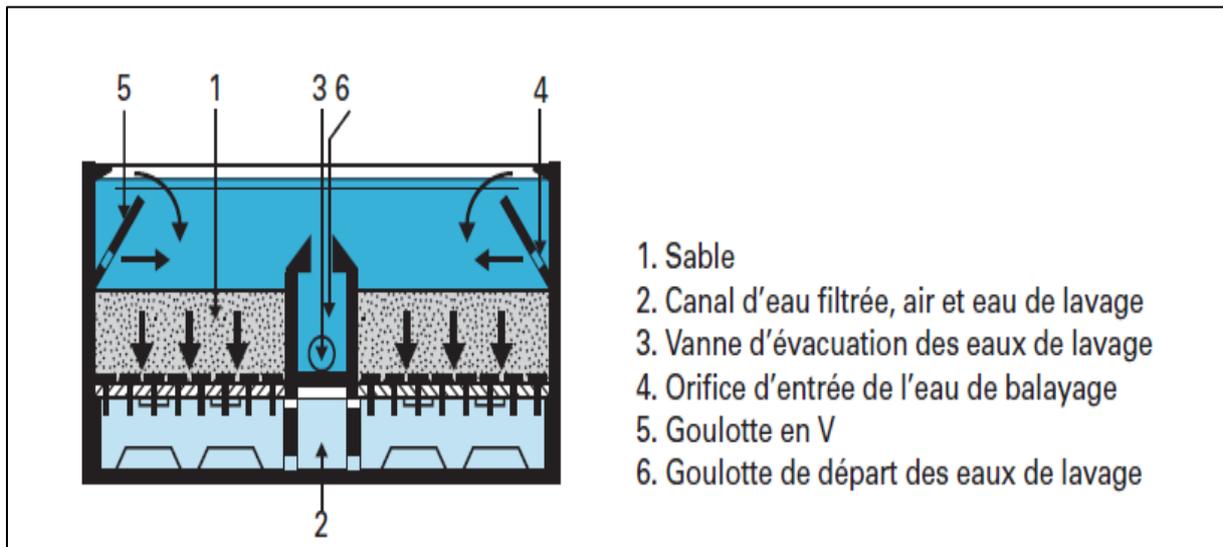


Figure 12: Schéma descriptif du mode de fonctionnement d'un filtre Aquazur V

Les filtres Aquazur V permettent d'évacuer plus rapidement les impuretés. Ce sont des filtres ouverts à sable à courant descendant, fonctionnant comme des séparateurs solide-liquide. Ils offrent une filtration rapide sur sable et sont particulièrement adaptés aux gros débits. Leur alimentation sera à débit constant.

Les tableaux suivants présentent les paramètres et formules de dimensionnement des filtres.

Tableau 11: Données de calcul des filtres

Paramètres	Valeur Usuelle	Unité	Données
Q	-	m ³ /h	5250
Vf de filtration	10 à 12	m/h	10
Hm massif filtrant	0,8 à 1,5	m	1
He eau sur massif	1 à 1,2	m	1,2
Hs plancher de béton	-	m	0,35
N de filtres	-	u	5
L/l	-	-	2
Densité de buselures	-	u/m ²	50
Revanche	-	m	0,25
Facteur de filtration k	-	-	0,75

La détermination des caractéristiques des filtres sera faite sur la base des calculs suivants.

Tableau 12: Formules de calcul des caractéristiques d'un filtre

Paramètres	Unité	Formule
La surface des filtres	m ²	$S' = Q/Vf$
Surface d'un filtre	m ²	$S = \frac{S'}{nf}$
H des filtres	m	$H = Hm + He + Hs + r$
Volume total des filtres	m ³	$V' = S' * H$
Volume d'un filtre	m ³	$V = \frac{V'}{nf}$

Largeur d'un filtre	m	$l = \sqrt{\frac{S}{2}}$
Longueur d'un filtre	m	$L = l * 2$
Débit par filtre	m ³ /h	$\frac{Q}{nf}$

vi. Les composants de la salle de préparation de réactif

La salle de préparation des réactifs est dédiée au dosage des différents produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau. Elle est équipée de bacs de mélange de réactifs et de pompes doseuses.

Dosage du coagulant-floculant

Il est procédé à la coagulation par injection en ligne du **sulfate d'alumine** dans la conduite d'eau brute. Le taux de traitement maximal pour une concentration de 100 g/l est de 25 g/m³ en fonction de la qualité de l'eau brute, et il est adapté en fonction du débit et des caractéristiques de l'eau (résultat du JAR-TEST). De plus, on réalise une injection **d'hypochlorite de calcium** à une concentration de 8 g/m³ (préchloration) en début de traitement afin de favoriser le processus de coagulation-floculation(3). Grâce à cette opération, la pellicule organique qui entoure certaines particules colloïdales est détruite, ce qui entrave la fixation des cations indispensables à une coagulation efficace.

Dosage du désinfectant

L'objectif de cette opération est de faire disparaître le risque de présence de certains micro-organismes dans l'eau. Il s'agit de diminuer le nombre de micro-organismes à un point où le risque de transmission d'une infection peut être écarté. Elle est garantie par l'ajout d'un désinfectant dans l'eau à traiter (hypochlorite de calcium, hypochlorite de sodium...). Les installations de la station de traitement seront aménagées de manière à ce que ces deux réactifs puissent être utilisés pour la préchloration et la désinfection. Le rôle des deux réactifs est identique dans le processus de traitement. Toutefois, cette option permet, en cas d'indisponibilité de l'un de ces réactifs sur le marché, d'utiliser l'autre de manière alternative. En outre, chaque réactif comporte ses bénéfices et ses désavantages.

Il sera injecté à des taux respectifs de 8 g/m³ en préchloration et de 5 g/m³ en désinfection d'hypochlorite de calcium.

Dosage de la chaux

La distribution de l'eau doit être effectuée avant que le pH de l'eau ne dépasse 6,5 à 8,5(4) (Normes OMS). En cas d'eau acide, le pH de l'eau est régulé en injectant de la chaux en aval de la bêche de désinfection. On fabrique l'eau de chaux dans un saturateur à partir de lait de chaux produit localement. Une fois que les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés après la désinfection, la dose à injecter sera déterminée : le pH de l'eau, sa température, sa dureté calcique et son titre alcalimétrique complet (TAC). La quantité de chaux utilisée sera d'environ 50 mg/l.

vii. Dimensionnement du volume des réactifs

Les bacs de préparation des réactifs sont dimensionnés par la formule :

$$V = \frac{Q * \tau}{C} * T$$

Avec :

- V représente le volume du bac en litre
- Q le débit d'eau brute
- C la concentration du réactif en g/l
- τ le taux de traitement en g/m³
- T le temps de fonctionnement qui est de 22h

Le débit Q_{pd} des pompes doseuses s'obtient par l'expression :

$$Q_{pd} = \frac{Q * \tau}{C}$$

Nous aurons donc 2 pompes doseuses par bac de préparation et une pression de 7 bars pour les pompes doseuses.

Tenant compte du volume du bac et de la nature du mélange, les agitateurs sont déterminés sur les catalogues des fournisseurs.

Les dimensions des bacs (cuves) de préparation et les caractéristiques des pompes doseuses sont présentés dans le tableau suivant :

$$Q_j = Q_{\text{prod}} * T_f$$

$$\text{Quantité journalière} = \frac{Q_{\text{prod}} * T_f * \tau}{1000}$$

$$\text{Quantité trimestrielle} = \text{quantité journalière} * 90$$

$$\text{Surface de stockage} = \frac{\text{Quantité trimestrielle}}{\text{charge}}$$

viii. Dimensionnement du saturateur

Le saturateur est un appareil qui permet de préparer l'eau de chaux à partir de lait de chaux. En rappel, la chaux permet d'adoucir l'eau, de la purifier, d'éliminer sa turbidité, de neutraliser son acidité, d'éliminer les impuretés, etc. De ce fait, la plus grande part de la chaux produite est destinée à améliorer la qualité de l'eau que nous consommons et de celle qu'utilise notre station.

Le tableau suivant présente les paramètres de dimensionnement du saturateur.

Tableau 13: Données de calcul du saturateur

Paramètres	Unités	Données
Q	m ³ /h	5250
Taux traitement de la chaux C1	g/m ³	10
Concentration lait de chaux C2	g/l	50
Taux de chaux saturé C3	g/l	1,2
Temps de contact Tc	h	1,5
Vitesse ascensionnelle dans saturateur Vasc	m/h	1
Diamètre D	m	3
Hauteur droite hd	m	4
Hauteur conique hc	m	3

Bilan de débit du Saturateur :

$$(1) \text{ Bilan volumique : } Q_1 + Q_2 - Q_3 = 0$$

(2) Bilan matière sur la chaux du saturateur : $C1Q1 + C2Q2 + C3Q3 = 0$

(3) Bilan matière sur la chaux de l'eau traitée : $Q3 = \frac{Q \cdot C1}{C3}$

De (1), (2) et (3) on obtient le système suivant :
$$\begin{cases} Q1 + Q2 - Q3 = 0 \\ C1Q1 + C2Q2 + C3Q3 = 0 \\ Q3 = \frac{Q \cdot C1}{C3} \end{cases}$$

Q1 est le débit d'eau de giclage : $Q1 = \frac{(C3-C2) \cdot Q3}{C1-C2}$

Q2 débit d'eau de chaux : $Q2 = Q3 - Q1$

Vs volume du saturateur : $Vs = Q3 \cdot Tc$

Volume zone conique : $Vc = hc \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2$

Volume zone droite : $Vd = hd \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2$

Volume total saturateur : $V = Vd + Vc$

Volume eau de chaux pour traitement horaire : $Vch = \frac{Q \cdot C1}{C3}$

Surface de saturation : $S = \frac{Q}{Vasc}$

ix. Protection des pompes et conduites

Toute ligne de conduite de transfert d'eau doit bénéficier d'ouvrages de protection des conduites.

L'ensemble du système sera divisé en 3 sections :

- Section 1 : de la prise d'eau brute à la station
- Section 2 : de la station au réservoir à Boudtenga
- Section 3 : du réservoir au point de raccordement

Le tableau suivant présente la longueur des conduites par section :

Tableau 14 : Longueur des conduites par section

Section	Longueur
---------	----------

Section 1	1580 m
Section 2	18220 m
Section 3	28510 m

Vérification du coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène de surpression qui apparait au moment de la variation brusque de la vitesse d'un liquide, par suite d'une fermeture et/ou ouverture d'une vanne, d'un robinet ou du démarrage et/ou arrêt d'une pompe. Cette surpression peut être importante et se traduit souvent par un bruit caractéristique, et peut entraîner une rupture de la conduite dans les grosses installations du fait de la quantité de fluide en mouvement(5). Ce problème peut être résolu avec la mise en place d'un antibélier.

En effet, en utilisant le phénomène du coup de bélier, il est possible de concevoir un dispositif permettant de pomper un fluide à une certaine hauteur sans autre énergie que la force du fluide : on parle de bélier hydraulique.

Les paramètres essentiels destinés à vérifier le coup de bélier sont :

- **La célérité de l'onde**

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

Avec :

C la célérité de l'onde en m/s ;

ρ la masse volumique de l'eau en kg/m³ ;

ε le module d'élasticité de l'eau ;

e l'épaisseur de la conduite en m ;

D le diamètre intérieur de la conduite en m.

- **La HMT**
- **La variation instantanée de pression abrégée ΔP**

$$\Delta P = \frac{c * V_0}{g}$$

Avec :

C étant la célérité de l'onde

V_0 la vitesse moyenne en régime uniforme

$$V_0 = \frac{4 * Q}{\pi * D_{int}^2}$$

g la pesanteur prise à 9,81 m²/s

– **Vérification de la surpression**

La condition de vérification de résistance au phénomène de surpression est la suivante :

$$\frac{P_{max}}{PN} < 1,2$$

– **Vérification de la dépression**

La conduite résistera à la dépression si et seulement si **$P_{min} > P_{atm}$**

Avec $P_{atm} = 10,33$ mCE

3.3. Dimensionnement du réservoir de stockage à Boudtenga

Choix de l'emplacement du réservoir

Afin d'assurer une adduction gravitaire avec une bonne vitesse (1m/s) vers le point de raccordement à Ouagadougou, nous allons refouler l'eau sur un point à haute altitude. Sur le tronçon, le département de Boudtenga dispose d'une colline à TN stable (autour de 340 m), ce qui permet d'apprécier la construction d'un réservoir en ce point. Ce réservoir sera situé à environ 18,22 km de la station de traitement, entre Ziga et la ville de Ouagadougou. Le point de raccordement qui sera présenté en annexe.

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA

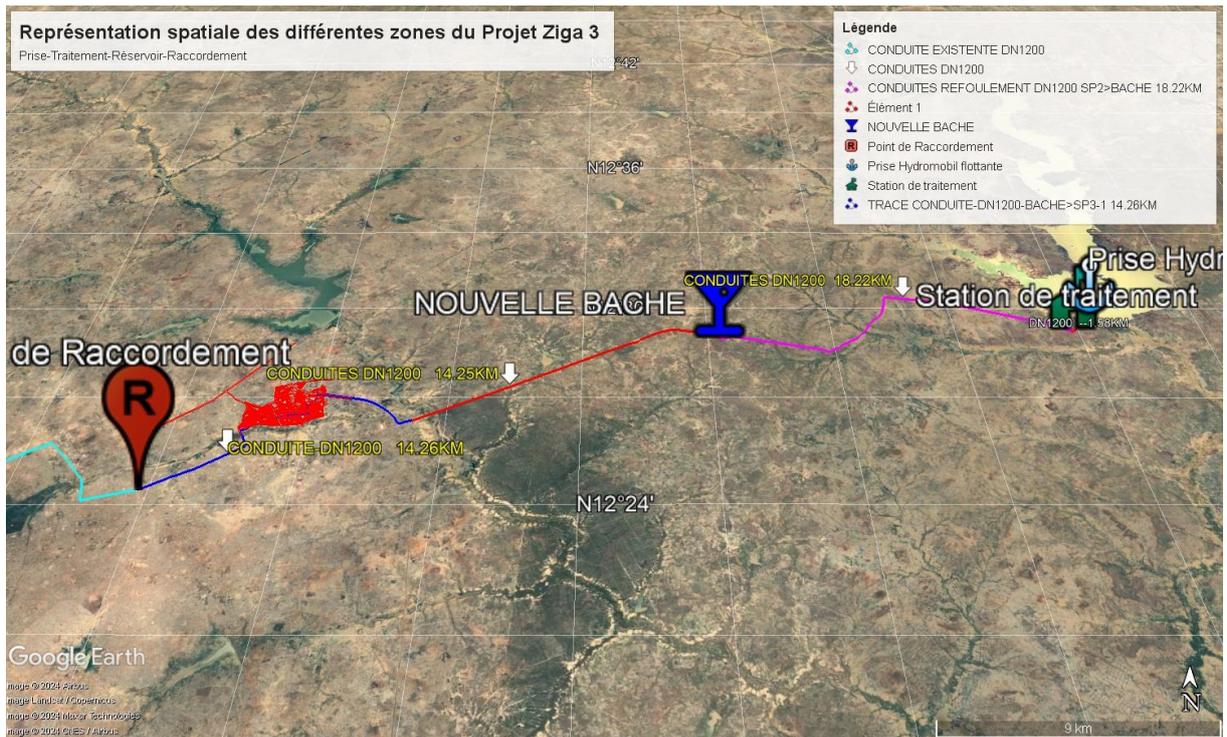


Figure 13: Carte de présentation de l'emplacement du Réservoir à Boudtenga (Google Earth)

4. Alimentation électrique des pompes

L'alimentation électrique des pompes de refoulement concerne les zones suivantes :

- La station de captage des eaux brutes ;
- La station de traitement.

Au niveau de la station de captage, l'alimentation électrique concerne les 6 pompes dont 5 fonctionnent simultanément et une pompe sert de pompe secours.

Au niveau de la station de traitement, on aura les pompes doseuses, les pompes de reprise des eaux vers la bache à Boudtenga.

L'équation suivante présente le bilan des puissances actives et apparentes du système hydraulique :

$$P_{app} = P_c * \cos(\phi)$$

$$P_t = P_{app} * k_e$$

Avec :

P_{ap} = puissance apparente en KVA ;

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU
BARRAGE DE ZIGA

$\cos(\phi)$ sera pris à 0,8 car les pompes ne fonctionnent pas à pleine puissance ;

P_c = puissance consommée en Kw ;

P_t = puissance du transformateur en KVA ;

k_e le coefficient d'extension (en absence d'information, k_e compris entre 1 et 1,2 ; ici $k_e=1,2$).

III. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

1. Ouvrages de la station de captage

Suivant le schéma directeur du Programme d'Alimentation en Eau Potable de la ville de Ouagadougou de la Direction Régionale de Ouagadougou, la nouvelle station de traitement de Ziga (Ziga III) devra produire 5000 m³/h en un temps de fonctionnement de 22h par jour. Le débit journalier de l'eau produite par la station serait de 110000 m³/jr. Prenant en compte un rendement de traitement avoisinant les 95%, l'eau brute prélevée sur le barrage sera de 115500 m³/jr.

Les ouvrages issus de la station de captage sont une tour de prise d'eau qui sera mobile et une salle de dosage de chlore ou salle de chloration des eaux brutes dirigées vers la station de traitement.

1.1. La prise d'eau brute

Comme nous l'avons précisé au-dessus, la prise d'eau brute sera mobile car elle est pleine d'atouts et sera favorable à notre installation. Elle permet :

- Recueillir l'eau brute à une hauteur constante de la surface donc une eau moins chargée et donc plus facile à traiter ;
- Les travaux de génie civil non-nécessaire sur les berges : cela permet de conserver le profil des berges et de la section courante du cours d'eau ;
- Une exploitation hors de l'eau : intervenir sur les groupes électropompes sans grande difficulté depuis la berge et sans intervenir dans l'eau ;
- Assurer une bonne flottaison et capter les eaux faiblement chargées proches de la surface ;
- Réduire substantiellement les problèmes de colmatage couramment rencontrés dans les systèmes de prise statiques ;

Pour prélever l'eau brute du barrage, **la station d'exhaure sera de type Hydro-mobil flottante** associé à un mat de transfert fixe et un mat oscillant.

La figure qui suit illustre une prise flottante hydro-mobile.

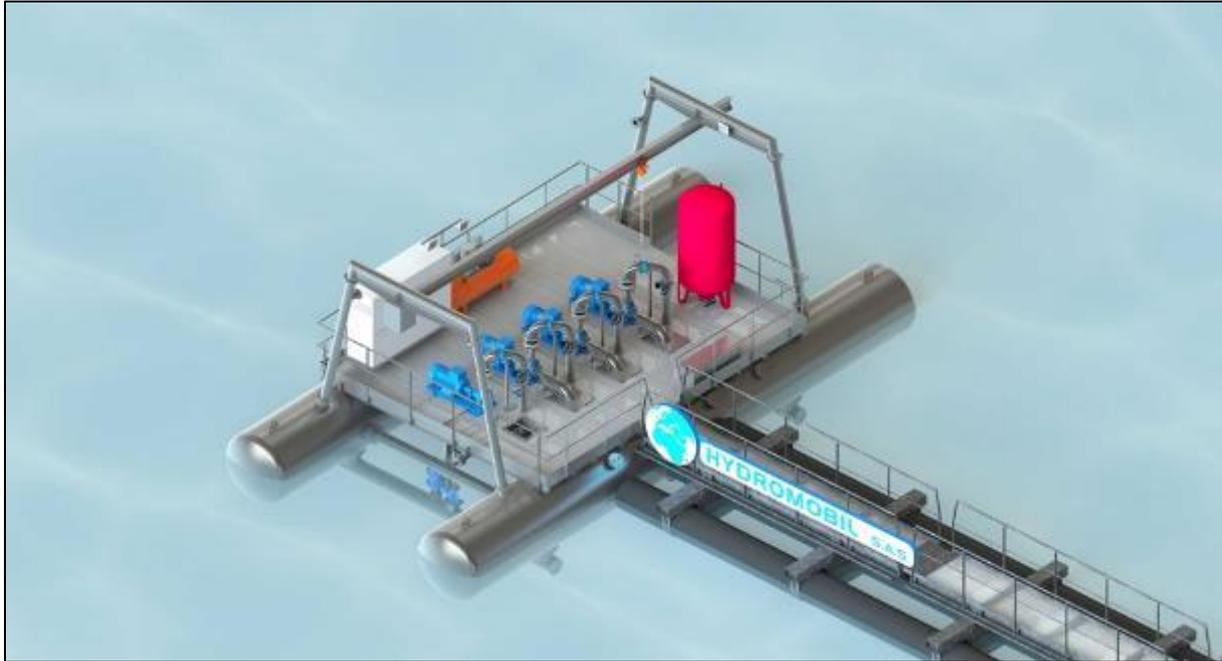


Figure 14: Schéma de prise d'un système hydro-mobil flottant

Le système Hydro-mobil sera constitué de :

- Dégrilleur grossier à l'aspiration dont l'objectif est d'éliminer les grosses particules dans l'eau avant d'arriver à la station de traitement
- De pompes de refoulement des eaux brutes vers le traitement

Cette technologie permet une adaptation aux fluctuations du niveau des eaux pour capter la tranche d'eau optimale, en surface, à une immersion spécifique, ou en profondeur, dans tous types de plans d'eau. Elle est dimensionnée en fonction des données issues du pompage ; ce sont :

- Qualité de l'eau : Eau trouble de mauvaise qualité
- PHE : 287,5 m
- PBE : 264 m
- Débit total produit par la station de prise flottante : 5250 m³/h
- HMT : 27 m
- Nombre de pompes : 6 dont 1 de secours

Caractéristiques de la prise d'eau hydro-mobile flottante :

- **6 pompes (dont 1 de secours) de surface de débit unitaire 1050 m³/h ;**
- **Côte de prise en période de crue : 286,5m ;**
- **Côte de prise en période des PBE : 264 m ;**
- **Dotée d'un dégrilleur à l'aspiration de particule grossier et fines ;**
- **Les tuyaux de 50 cm de longueur raccordés à la pompe qui seront en contact avec l'eau.**

1.2. Dimensionnement de la conduite de refoulement des eaux brutes de la prise à la station de traitement

D'une longueur de 1580 m, les conduites d'adduction des eaux brutes à la station de traitement seront en fonte ductile de diamètre **DN 1200**. Pour un temps d'ouverture de la vanne de **22 heures** le débit étant de l'ordre de **5250 m³/h**.

Pour déterminer le diamètre de la conduite d'amenée des eaux brutes, les paramètres ont été vérifiés dans le tableau ci-dessous :

Le tableau suivant présente les calculs ayant abouti au choix du DN de la conduite section 1.

Tableau 15: Caractéristiques technique de la conduite eaux brutes vers la station

Paramètres	Formules		
	Bresse	Bonin	Achour
Débit de prélèvement Q (m ³ /s)	1,46	1,46	1,46
Diamètre théorique Dth(m)	1,81	1,2	1,53
Diamètre nominal DN (m)	2000	1200	1600
Diamètre intérieur (m)	2	1,2	1,6
Vitesse V(m/s)	0,5	1,2	0,7
0,6+Dintérieur (m)	2,6	1,8	2,2
V(m/s) < 0,6+Dint. (m)	Oui	Oui	Oui
Choix final	Non	Oui	Non

Détermination des pertes de charge et de la Hauteur Manométrique Totale de la conduite des eaux brutes

Le diamètre de la conduite étant déterminé, il faut penser maintenant aux pertes de charge liées au trajet de l'eau brute.

La formule de détermination de la perte de charge est celle de Manning Strickler et prend en compte la longueur des conduites.

$$\Delta H_{lin} = \frac{10,294 * Q^2 * L}{Ks^2 * D^{\frac{16}{3}}}$$

Le niveau de l'eau du barrage de Ziga présente les différentes cotes suivantes :

- Niveau eau minimal du lac Ziga : 262 m
- Niveau eau moyenne du lac Ziga : 264 m
- Niveau eau maximale du lac Ziga : 265 m
- Niveau eau cascade Ziga : 286,5 m
- Niveau eau maximale de cascade Ziga : 287,5 m

Pour plus de précautions, la conduite de refoulement prendra l'eau à la côte eau moyenne du lac Ziga (264m), ce qui permettra d'avoir de l'eau réduite en charge.

Le tableau suivant montre la condition de vitesse dans la conduite section 1.

Tableau 16: Caractéristiques hydrauliques du réseau Section 1

Paramètres	Valeurs
Longueur conduites	1580 m
Débit Q	1,46 m ³ /s
D (m)	1,2 m
K _s	80
ΔH _{lin}	2,04 m
ΔH _{sin}	0,20 m
ΔH	2,25 m

Ham	264 m
Hav	286 m
Hg	22 m
HMT	24,25 m
V	1,2 m/s
Conditions	$0,5 < V(m/s) < 1,5$
Vérification	Vitesse respectée

Conclusion partielle de la conduite de refoulement des eaux brutes

Ce qui laisse donc un choix d'une conduite en fonte ductile de 1200 mm avec une vitesse d'auto curage de la conduite de 1,2 m/s sur un tronçon de 1580 m et une HMT égale à 27 m.

Le poste de chloration

Le poste de chloration, par pompes doseuses permet une injection en continu dans les eaux brutes émise par le captage, pour faciliter la bonne coagulation avec l'hypochlorite de calcium avant traitement. Pour un bon fonctionnement, le poste de chloration doit être surveillé régulièrement et réapprovisionné en chlore tout aussi régulièrement(6).

Le poste de chloration sera composé de :

- Bac de chloration ;
- Pompes doseuses ;
- Un réservoir anti-bélier pour protéger les pompes et les conduites de variations de pression.

Les réactifs seront injectés dans les conduites à l'entrée de la station par ces mêmes pompes doseuses qui sont dimensionnées dans la suite.

2. Dimensionnement des ouvrages de la station de traitement

Réparties en **5 files** d'un débit unitaire de **1050 m³/h**, les ouvrages de la station présentent les caractéristiques suivantes.

2.1. Résultats de dimensionnement du bassin coagulation pré-oxydation

Les caractéristiques du bassin de coagulation présentées dans le tableau suivant :

Tableau 17: Caractéristiques techniques du bassin de coagulation

Paramètres	Valeur théorique	Choix final
Volume du bassin V	52,5 m ³	56 m ³
Hauteur du bac	2 m	2 m
Surface	26,25 m ²	28 m ²
Largeur	3,62 m	4 m
Longueur	7,24 m	7 m

Les caractéristiques du bassin de coagulation :

- **Longueur 7 m**
- **Largeur 4 m**
- **Hauteur 2 m**

2.2. Résultat de dimensionnement du bassin de floculation

Les caractéristiques du bassin de floculation présentées dans le tableau suivant :

Tableau 18: Caractéristiques techniques du bassin de floculation

Paramètres	Valeur théorique	Choix final
Volume du bassin V	700 m ³	684 m ³
Profondeur du bac H	4 m	4 m
Surface	175 m ²	171 m ²
Largeur	9,35 m	9 m
Longueur	18,70 m	19 m
Nombre d'agitateurs X	3,40	3

Caractéristiques du bassin de floculation :

- **Longueur 19 m**
- **Largeur 9 m**
- **Hauteur 4 m**
- **Avec 3 agitateurs**

2.3. Résultat de dimensionnement du décanteur

Nous aurons 5 décanteurs dont les caractéristiques de chacun des décanteurs se présentent :

i. Décanteur statique à flux horizontal

Les caractéristiques du décanteur statique présentées dans le tableau suivant :

Tableau 19: Caractéristiques techniques du décanteur statique

Paramètres	Valeur théorique	Choix
La surface S	1050 m ²	210 m ²
Le volume utile Vu	840 m ³	840 m ³
Vérification temps de séjour compris entre 2 et 4h	4 h	4 h
Largeur	10,25 m	10,25 m
Longueur	20,49 m	20,5 m
Profondeur totale	4,25 m	4,25 m

Les caractéristiques du décanteur statique à flux horizontal :

- Longueur 20,5 m
- Largeur 10,25 m
- Profondeur totale 4,25 m

ii. Décanteur lamellaire à lit de boues pulsées

La méthode Pulsatube se diffère de la méthode classique par les ouvrages suivant :

- Une cloche ;

- Un décanteur lamellaire : c'est un décanteur particulier à lit de boue pulsé qui permet de réaliser les opérations de coagulation, floculation et décantation dans le même ouvrage.

Résultats de dimensionnement de la cloche

Les caractéristiques de la cloche présentées dans le tableau suivant :

Tableau 20: Caractéristiques techniques de la cloche (Décanteur à lit de boues pulsées)

Paramètres	Unités	Valeurs théoriques	Valeurs retenues
Volume zone cloche (Vc)	m ³	5,83	5,83
Surface zone cloche (Sc)	m ²	5,83	5,83
Débit pompe à vide (Qp)	m ³ /h	1050	1050
Longueur cloche (Lc)	m	2,42	2,5
Largeur l(c)	m	2,42	2,5

Les caractéristiques de la cloche :

- **De forme carrée avec côté de la cloche pris à 2,5 m**

Résultats de la zone de décantation

Les caractéristiques des lamelles présentées dans le tableau suivant :

Tableau 21: Caractéristiques techniques de la zone de décantation (Décanteur à lit de boues pulsées)

Paramètres	Valeurs théoriques	Valeurs retenues
Surface lamellaire (Slam)	175	176 m ²
Largeur des lamelles (llam)	10,08	11 m
Longueur des lamelles (Llam)	16,20	16 m
Pourcentage actif (R)	66,67%	67 %

Surface de lit de boue (Slit)	262,5	262,5 m ²
Surface du miroir (Smir)	131,25	131,25 m ²
Surface projetée (Sp)	1400	1400 m ²
Nombre de tubes ondulés (Nond)	2046,28	2047
Nombre tubes ondulés /m2 (N)	11,69	12/m²
Temps de séjour (Ts)	0,67	0,67 h soit 40 s
Vitesse de Hazen (V)	0,75	0,75 m/h

Les caractéristiques de la zone de décantation :

- **Hauteur utile du décanteur 4 m revanche 0,25 m**
- **Longueur des lamelles 16 m**
- **Largeur des lamelles 11 m**
- **Nombres de tubes ondulés 2047 tubes dont 12/m²**

Conclusion partielle du dimensionnement des décanteurs

Pour l'option décanteur statique à flux horizontal, nous auront des ouvrages en amont (coagulateur et flocculateur) qui occupent déjà de l'espace, en plus du décanteur statique. Aussi, cela nécessitera des coûts d'entretien élevés.

Pour l'option décanteur à lit de boues pulsées, les ouvrages de coagulation et de floculation se trouve dans une zone appelée cloche qui lui-même se trouve dans le décanteur. Cela réduit **considérablement l'espace occupé, en réduisant donc les effets sur l'environnement.**

En raison de l'économie de l'espace que nous préconisons, nous avons opté pour les décanteurs lamellaires Pulsatube car ils offrent un rendement plus élevé (la turbidité de l'eau à la sortie du Pulsatube varie de 0 à 5 NTU). En outre, les décanteurs lamellaires présentent l'avantage d'occuper moins d'espace grâce aux lamelles qu'ils possèdent(7). La présence de ces lamelles augmente la surface de décantation, ce qui diminue l'impact sur le sol de l'ouvrage.

Nous présenterons en annexe 6 une coupe transversale d'un décanteur lamellaire pour mieux comprendre son fonctionnement.

2.4. Caractéristiques du bassin de filtration

Il s'agira ici de déterminer les dimensions des filtres et de faire un choix des pompes de lavage des filtres et surpresseurs.

i. Les filtres

Les caractéristiques des filtres sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 22: Caractéristiques techniques des filtres

Paramètres	Valeurs théoriques	Choix final
La surface des filtres	477,27 m ²	480 m²
H Du bassin de filtration	2,80 m	2,80 m
Volume total des filtres	1336,66 m ³	1337 m³
Volume d'un filtre	276,27 m ³	267 m³
Surface d'un filtre	95,45 m ²	96 m²
Largeur d'un filtre	6,91 m	7 m
Longueur d'un filtre	13,82 m	14 m
Débit par filtre	1050 m ³ /h	1050 m³/h

Les caractéristiques du bassin de filtration par file :

- **Débit par bassin 1050 m³/h**
- **Longueur du bassin 14 m**
- **Largeur du bassin 7 m**
- **Hauteur du massif filtrant 1 m**

ii. Les pompes de lavage des filtres et surpresseurs

Au cours de l'utilisation des filtres, les particules qui se déposent sur le massif filtrant doivent être retirées pour permettre aux filtres de toujours bien fonctionner. Ce dysfonctionnement est appelé colmatage des filtres. Pour éviter le colmatage des filtres, nous avons prévu de disposer de pompes de lavage des filtres. Pour dimensionner les pompes de lavage des filtres et surpresseurs, certains critères doivent être respectés qui se présentent dans le tableau suivant :

Tableau 23: Données de calcul des pompes de lavage des filtres et surpresseurs

Paramètres	Valeur Usuelle	Unité	Choix
Débit spécifique de pompe de lavage (Qlav)	7 à 15	m ³ /h/m ²	7
Débit spécifique de surpresseur (Qsurp)	50 à 60	m ³ /h/m ²	50
Débit spécifique de rinçage (Qrin)	15	m ³ /h/m ²	15
Temps de lavage eau+air (Tlav)	10 à 12	min	10
Temps de rinçage (Trin)	5 à 10	min	5
Surface d'un filtre (Sf)	-	m ²	96

Tableau 24: Formule de calcul des pompes de lavage des filtres et surpresseurs

Paramètres	Formule
Débit pompe lavage (Qp eau)	$Qp \text{ eau} = Sf * Qlav$
Débit pompe rinçage (Qp rin)	$Qp \text{ rin} = Sf * Qrin$
Débit surpresseur (Qsur)	$Qsur = Sf * Qssur$
Volume nécessaire pour lavage (Veau)	$Veau = Qp \text{ eau} * Tlav$
Volume nécessaire pour rinçage (Vrin)	$Vrin = Qp \text{ rin} * Trin$
Volume total pour laver un filtre (Vt)	$Vt = Veau + Vrin$

Le tableau de résultats qui suit présente les caractéristiques des pompes de lavage de filtres et surpresseurs.

Tableau 25: Caractéristiques des pompes de lavage des filtres et surpresseurs

Paramètres	Unités	Valeurs retenues
Débit pompe lavage (Qp eau)	m ³ /h	672
Débit pompe rinçage (Qp rin)	m ³ /h	1440
Débit surpresseur (Qsur)	m ³ /h	4800
Volume nécessaire pour lavage (Veau)	m ³	112
Volume nécessaire pour rinçage (Vrin)	m ³	120
Volume total pour laver un filtre (Vt)	m ³	232

Caractéristiques des pompes de lavage des filtres et surpresseurs :

- Débit pompe de lavage 672 m³/h
- Débit pompe de rinçage 1440 m³/h
- Débit pompe surpresseur 4800 m³/h

2.5. Dimensionnement des bâches

i. Dimensionnement de la bâche de rétro-lavage

La bâche de rétro-lavage sera placée entre la filtration et la désinfection. Elle contiendra une réserve d'eau filtré en cas de lavage des filtres colmatés ; elle est dimensionnée pour un lavage de 2 filtres.

Le tableau qui suit présente les paramètres de dimensionnement bâche rétro-lavage

Tableau 26: Données de calcul de la bâche rétro-lavage

Paramètres	Unités	Valeurs
Nf nombre de filtres à laver	-	2
Vf pour le lavage d'un filtre	m ³	245,3
Hu hauteur utile de la bâche	m	3,5
Revanche r	m	0,25

Ci-dessous se trouvent les formules de dimensionnement de la bâche rétro-lavage

- **Vtlav** pour volume total de lavage $V_{t\text{lav}} = V_f * n_f$
- **Sb** pour surface de bâche de rétro-lavage $S_b = V_{t\text{lav}}/H$
- **Rayon** bâche $R_b = \sqrt{\frac{S_b}{\pi}}$
- **Vb** pour volume bâche rétro-lavage $V_b = \pi * R_b^2 * H$ avec $H=H_u+r$

Les résultats se présentent dans le tableau suivant :

Tableau 27: Caractéristiques techniques de la bâche de retro lavage des filtres

Paramètres	Valeurs théoriques	Valeurs retenues
Volume total de lavage	464 m ³	464 m ³

Surface de bache de rétro-lavage	132,57 m ²	181 m ²
Rayon de la bache	6,49 m	6,50 m
Volume de la bache	497 m ³	500 m ³

Caractéristiques de la bache de retro-lavage des filtres :

- Bache de forme cylindrique de volume 500 m³
- Rayon de la bache : 6,50 m et une Hauteur de 3,50 m

ii. Dimensionnement de la bache de stockage d'eau traitée

L'eau issue de la filtration sera stockée dans une bache à eau. Généralement, l'eau de la bache y est retenue 30min, pour assurer une désinfection. Afin d'assurer un temps raisonnable de désinfection, la bache sera dimensionnée de sorte à avoir une autonomie 45 min.

Nous allons opter pour une bache de forme circulaire semi-enterré de hauteur 10 m.

Les tableaux suivants présentent successivement les paramètres, les formules de dimensionnement ainsi que les caractéristiques de la bache de stockage et de reprise des eaux traitées.

Tableau 28: Données de calcul de la bache de stockage et de reprise eau traitée

Paramètres	Unités	Valeurs
Q	m ³ /h	5000
Ta temps autonomie	h	3/4
Tc temps de contact désinfection	min	30
Hauteur de bache	m	10
Revanche	m	0,25
Vtlav	m ³	552

Tableau 29: Formule de calcul de la bache de stockage et de reprise eau traitée

Paramètres	Unités	Formules
Ve volume eau de la bache	m ³	$Ve = (Q * Ta) - Vtlav$

Surface Sb de bête	m ²	$S_b = V_e/H$
Rayon de bête	m	$r = \sqrt{\frac{S_b}{\pi}}$
Diamètre bête	m	$D = 2 * r$
Volume total de la bête	m ³	$V_b = \pi * r_b^2 * H$

Tableau 30: Caractéristiques techniques de la bête de stockage et de reprise eau traitée

Paramètres	Valeurs théoriques	Valeurs retenues
Volume eau de la bête Ve	3260 m ³	-
Surface de bête Sb	326 m ²	-
Rayon de bête r	10,18 m	10,5 m
Diamètre bête D	20,37 m	21 m
Volume total de la bête Vb	3341,5 m ³	3500 m ³

Caractéristiques de la bête de stockage et de reprise des eaux :

De forme cylindrique, la bête aura un volume de 3500 m³ et un diamètre D=21 m.

2.6. Equipements de la salle de réactifs et pompes doseuses

i. Salle des réactifs

Les caractéristiques des bacs de la salle des réactifs sont données dans le tableau qui suit.

Tableau 31: Caractéristiques techniques des bacs de stockage des réactifs

Paramètres	Unités	Sulfate Alumine	Hypochlorite de calcium (pour la pré oxydation et la désinfection)	Lait de chaux	Eau de chaux saturée
Débit eau brute Q	m ³ /h	5250	5250	5250	5250
Tf temps de fonction.	h/j	22	22	22	22
Qj journalier	m ³ /j	115500	115500	115500	115500

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA

τ	g/m ³	25	8	10	10
Concentration C du réactif	g/l	100	10	50	1,2
Qpd	l/h	1312,5	4200	1050	43750
Qpd retenu	l/h	1312,5	4200	1050	43750
Vbac	l	28875	92400	23100	-
Vbac retenu	l	15000	15000	15000	-
Nbac	-	1,92	6,16	1,54	-
Nbac retenu	-	2	7	2	-
V total des bac	l	30000	105000	30000	-
Charge	Kg/m ²	1000	1000	1000	-
Quantité journalière	Kg/j	2887,5	924	1155	-
Quantité trimestrielle	Kg/trimestre	259875	83160	103950	-
Surface de stockage S	m²	259,88	83,16	103,95	-

Nous considérons une forme cylindrique pour les bacs, supposons une hauteur utile de 2 m et une revanche de 0,2 m pour chaque bac.

$$V=15 \text{ m}^3 ; \quad h=2,2 \text{ m}$$

Calculons de diamètre de chaque bac :

$$D = \left(\left(\frac{4V}{\pi h} \right)^{0,5} \right)$$

$$\text{AN : } D = \left(\frac{4 \cdot 15}{\pi \cdot 2,2} \right)^{0,5}$$

$$D= 2,94 \text{ m} \approx 3 \text{ m}$$

Conclusion partielle de la salle des réactifs

Nous aurons au total :

- Chaque bac a les caractéristiques : D=3 m et h= 2,2 m
- 2 bacs de 15 m³ chacun pour le dosage du sulfate d'alumine
- 7 bacs de 15 m³ chacun pour le dosage de l'hypochlorite de calcium

➤ **2 bacs de 15 m³ chacun pour le dosage de lait de chaux**

ii. Débit et nombre de pompes doseuses

Les pompes doseuses serviront à injecter de façon précise et répétables des quantités de réactifs soit dans les conduites ou dans la bache de désinfection.

$$\text{Débit de la pompe doseuse : } Q_p = \frac{V}{T_p}$$

- Volume du bac $V = 15\,000\text{ l}$
- Temps de pompage $T_p = 22\text{ h}$

$$\underline{\text{AN}} : Q_p = \frac{15000}{22} = 681,82\text{ l/h}$$

Conclusion partielle des caractéristiques des pompes doseuses de réactifs

Nous aurons au total 22 pompes doseuses de débit 700 l/h de réactifs (2 pompes par bac) dont :

- **4 pompes doseuses pour les 2 bacs de dosage de sulfate d'alumine ;**
- **14 pompes doseuses pour les 7 bacs de dosage de l'hypochlorite de calcium ;**
- **4 pompes doseuses pour les 2 bacs de dosage de lait de chaux.**

iii. Résultat de dimensionnement du saturateur à chaux

Les caractéristiques du saturateur à chaux présentées dans le tableau suivant.

Tableau 32: Caractéristiques techniques du saturateur

Paramètres	Valeurs
Débit d'eau de giclage/ eau d'entrée(Q1)	50,83 m ³ /h
Débit de lait de chaux/entrée (Q2)	9,16 m ³ /h
Débit d'eau de chaux sortant du saturateur (Q3)	41,66 m ³ /h
Volume du saturateur à chaux (Vs)	62,5 m ³
Volume de la partie conique (Vc)	12,35 m ³
Volume de la partie droite (Vd)	28,27 m ³

Volume total du saturateur V	40,62 m³
V _{ch}	43,75 m ³
Surface du saturateur (S)	5250 m ²

La figure qui suit permet de mieux répartir les différentes caractéristiques techniques du saturateur, aussi de mieux comprendre son mode de fonctionnement.

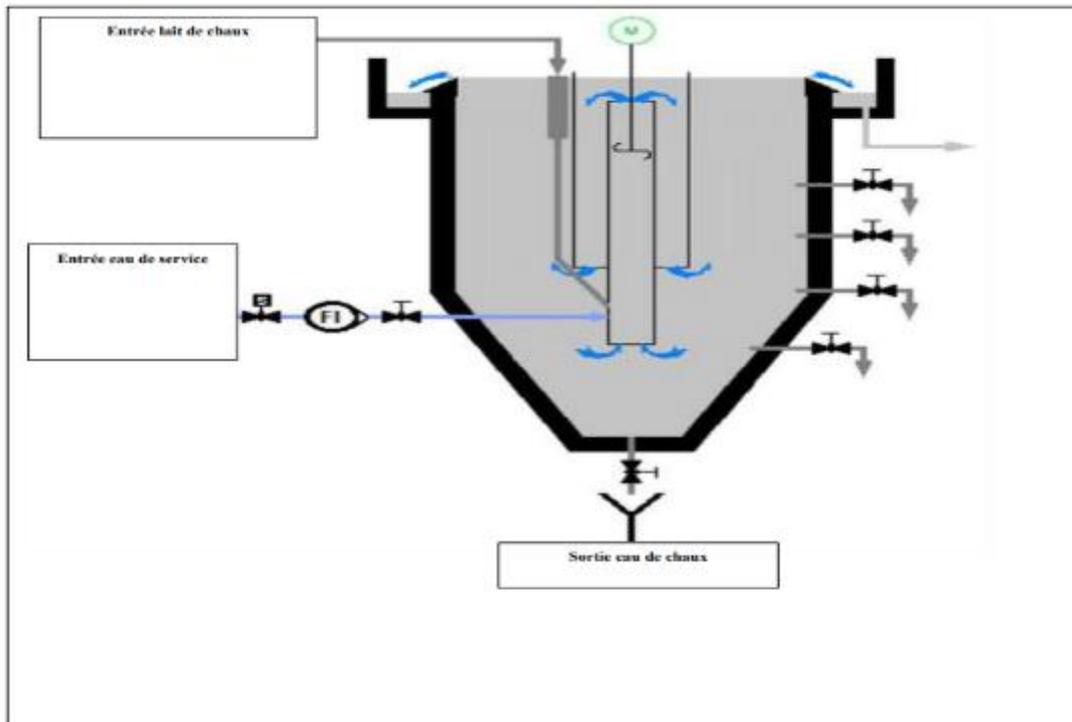


Figure 15: Schéma du mode de fonctionnement du saturateur

2.7. Dimensionnement de la conduite de la bache vers le réservoir à Boudtenga

Cette conduite d'adduction prend origine de la bache des eaux traitées vers le réservoir situé à Boudtenga. Prenant en compte le volume du réservoir équivalant aux **25%** de la production journalière, nous partirons pour un réservoir de **27500 m³**.

- Le débit d'adduction sera de 5000 m³/h ;
- Les conduites, en fonte ductile de DN 1200 de classe C25 à emboîtement STANDARD ;

Le tableau qui suit présente les méthodes de calculs de la conduite.

Tableau 33: Caractéristiques de la conduite Section 2

Conduite Bache-Réservoir

Formule	Débit (m ³ /s)	Diamètre (m)	DN (mm)	Di (m)	Vitesse (m/s)	Flamant
Bresse	1,39	1,77	1800	1,80	0,5	Vérifiée
Bresse Modifié	1,39	0,89	1000	1,00	1,8	Pas vérifiée
Munier	1,39	1,70	1800	1,80	0,5	Vérifiée
Bonnin	1,39	1,18	1200	1,2	1,2	Vérifiée
Achour	1,39	1,50	1500	1,5	0,8	Vérifiée

Conclusion partielle

Parmi les formules empiriques étudiées, celle de Bonin assure une bonne vitesse d'écoulement et un diamètre nominal de la conduite plus économique.

3. Le réservoir au sol de stockage de l'eau à Boudtenga

3.1.Nature et dimensionnement du réservoir

Nous avons choisi de préférence un réservoir au sol semi-enterrée en béton armé. Le réservoir doit satisfaire les exigences techniques suivantes :

- Une bonne résistance pour équilibrer les efforts auxquels il est soumis en toutes ces parties ;
- Assurer une bonne étanchéité des parois pour éviter les fuites d'eau ;
- Le réservoir doit être doté d'une durabilité dans le temps, le génie civil doit donc prendre toutes les dispositions pour assurer ces exigences.

Concernant la forme, nous avons choisi la forme cylindrique couverte illustrée par le figure qui suit.

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA

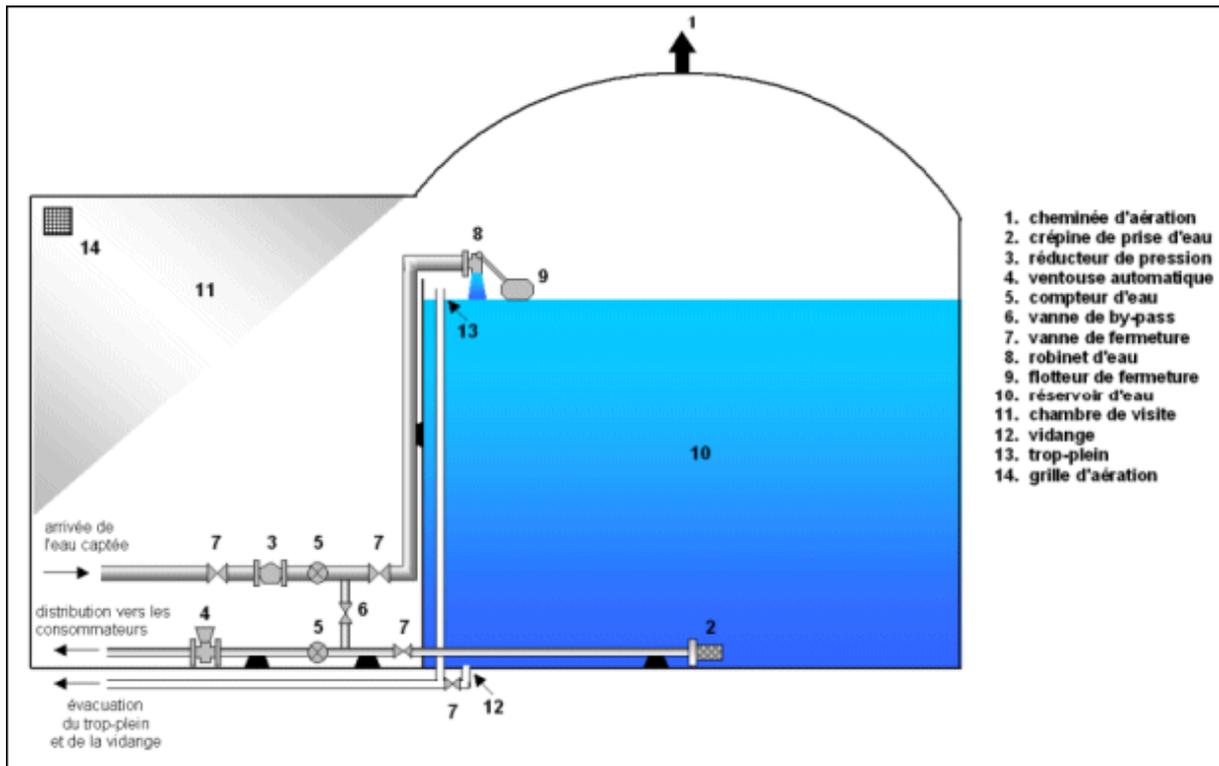


Figure 16: Schéma du mode de fonctionnement d'une bache semi-enterrée

Les ouvrages annexes du réservoir sont les suivants :

- Une échelle d'accès métallique ;
- Une conduite d'aération qui sera située sur le toit du réservoir ;
- Un accès au réservoir ;
- Un robinet flotteur pour l'alimentation automatique du réservoir ;
- Une vidange et trop plein
- Ainsi que les conduites d'arrivée et de départ de l'eau.

Le réservoir au sol sera dimensionné en fonction de la distribution journalière de pointe de la station. La station doit satisfaire un débit horaire de 5000 m³/h sur un temps de pompage de 22h. Le débit journalier maximal de la station Q_{max} serait alors :

$$Q_{max} = Q * T_p$$

Avec :

Q le débit de la station : 5000 m³/h

T_p le temps de pompage journalier : 22 h de pompage par jour

Ayant obtenu cette équation, elle nous permet de trouver le volume utile du réservoir au sol semi-enterré par l'équation suivante :

$$V_u = Q_{\max} * 25\%$$

En effet, le volume utile du réservoir est pris entre 25 et 30 % de la consommation maximale journalière. S'agissant d'un schéma directeur, cette consommation maximale est remplacée par la production maximale journalière de la station de traitement.

Hypothèse de dimensionnement de la bête :

- **Bête de forme cylindrique**
- **Hauteur utile de la bête H=15 m**
- **Diamètre de la bête : $D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}}$**

Le débit journalier maximal est :

$$Q_{\max} = 110\,000 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le volume utile du réservoir sera :

$$V_u = 27500 \text{ m}^3$$

En application, avec une hauteur H=15 m on a un diamètre théorique :

$$D=48,31 \text{ m.}$$

3.2. Dimensionnement des conduites pour l'adduction gravitaire

- Le débit est de 5000 m³/h.
- Le tronçon a une longueur de 28,51 km.
- Les conduites sont en fonte ductile de diamètre nominal DN1200 et de pression PN16 de classe C25 à emboîtement standard.
- La vitesse admise est de 1,2 m/s pour assurer un bon écoulement.

3.3. Dimensionnement des ouvrages de protection des pompes et conduites

Le tableau suivant présente les résultats de calculs du phénomène du coup de bélier.

Coup de bélier			
Paramètre	Section 1	Section 2	Section 3
Débit(m ³ /h)	5250	5000	5000
Débit(m ³ /s)	1,4583	1,3889	1,3889
Diamètre int(m)	1,2	1,2	1,2
Epaisseur(mm)	0,0136	0,0136	0,0136
Longueur(m)	1540	18220	28510
Module d'élasticité du matériau E(Pa)	1,08E+11	1,08E+11	1,08E+11
Module d'élasticité d'eau(Pa)	2,00E+09	2,00E+09	2,00E+09
Célérité(m/s)	871,38	871,38	871,38
Vitesse d'écoulement	1,29	1,23	1,23
ΔP (m)	114,54	109,08	109,08
HMT(m)	26,00	94,00	80,39
$H_{max}=\Delta P(m)+P_0(m)$	140,54	203,08	189,47
PN	163,04		
PMA(m)	195,648		
Hmin	-88,54	-15,08	-28,69
Hmax/PN	0,86	1,25	1,16

Conclusion partielle

$H_{min} < P_{atm}$. Nous sommes en dépression déjà. Inutile de vérifier le reste des calculs pour savoir si le dispositif d'anti-bélier est nécessaire. Pour les 3 sections, des réservoir anti-bélier seront installés.

4. Caractérisation des pompes du système

Les pompes destinées au refoulement des eaux seront dimensionnées à partir de la HMT et du débit(8). Le choix de chaque pompe de marque GRUNDFOS sera effectuer sur le site internet www.grundfos.com où les caractéristiques sont fournies par le constructeur (dimensions, courbes caractéristiques). Les fiches techniques des différentes pompes seront présentées en annexe.

4.1. Caractéristiques des pompes pour le refoulement de la section 1

La pompe de refoulement de l'eau brute de la prise jusqu'à la station sera une pompe de surface. En effet, la prise étant Hydro-mobile flottante, les pompes seront disposées sur au dessus de la zone flottante, hors de l'eau. De ce fait, elles n'auront aucun un contact avec la surface de l'eau brute.

Caractéristiques pour le choix de la pompe (voir annexe 5):

- Nombre de pompes : 6 dont 1 de secours
- Débit théorique : 1050 m³/h
- HMT : 27 m

Le tableau qui suit présente les caractéristiques des pompes de refoulement des eaux brutes.

Tableau 34: Caractéristiques des pompes refoulement eaux brutes

Paramètres	Valeurs
Marque de pompe	LS 350-250-498B ,1F2BABBVP2 90,0/6
Nombre de pompe	6 dont 1 secours
Débit de la pompe en m ³ /h	1050
HMT théorique pompe (m)	27
HMT max (m)	36,47 m
Diamètre réelle de la roue (mm)	467,2
NPSH (m)	2,96
Rendement de la pompe (%)	88,6
η moteur de la pompe (%)	95,6
Puissance (kW)	90
F (Hz)	50

N(tr/mn)	992
----------	-----

4.2. Caractéristiques des pompes pour le refoulement des eaux traitées vers le réservoir

La pompe de refoulement des eaux traitées vers le réservoir sera

Caractéristiques pour le choix de la pompe :

- Nombre de pompes : 6 dont 1 de secours
- Débit théorique : 1000 m³/h
- HMT : 93 m
 - Cote Aspiration : 281 m
 - Cote TN de refoulement : 340 m
 - Hauteur Réservoir : 10 m
 - Pdc : 25,52 m

Le tableau qui suit présente les caractéristiques des pompes de refoulement des eaux traitées.

Tableau 35: Caractéristiques des pompes de refoulement pour l'alimentation du Réservoir

Paramètres	Valeurs
Marque de pompe	NK 100-315/284 AA1F2AESBQQE2W1
Nombre de pompe	6 dont 1 secours
Débit de la pompe en m ³ /h	1000
HMT théorique (m)	110
HMT de la pompe (m)	113
NPSH (m)	34
η de la pompe (%)	84
Puissance (kW)	132
F (Hz)	50
N(tr/mn)	2988

5. Source d'énergie

La source d'énergie est celle de la SONABEL. Cette société assure la déserte en électricité à l'ONEA pour permettre la distribution de l'eau aux populations. La puissance du transformateur pour les pompes que doit prévoir cette société électrique pour l'étude est consignée dans le tableau suivant :

Zones	Pc (kw)	Papp (KVA)	Pt (KVA)	P commerciale (KVA)
Station de captage	450	360	432	450
Station de traitement	660	528	633	650

Précaution : En plus du réseau de la SONABEL, nous allons disposer de deux groupes électrogènes de Puissance 450 et 650 KVA dans les deux sites pour l'alimentation électrique des pompes.

IV. EVALUATION DES COUTS DU PROJET

Le cout estimatif global des équipements et ouvrages hydrauliques s'élève à **18 898 065 801 FCFA**. Les détails sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 36: Evaluation quantitatif des coûts du projet

Désignation		Section 1	Section 2	Section 3
Conduites PN16	Longueur	1580	18220	28510
	Longueur utile/conduite	5,5	5,5	5,5
	Nombre conduite	287,27	3312,72	5183,63
	Nombre conduite arrondi	288	3313	5184
	Prix unitaire FCFA	1020000	1020000	1020000
	Prix total FCFA	293018182	3378981818	5287309091
	Prix des conduites du système	8 959 309 091		
Pompes de refoulement	Prix unitaire	55312785	58950000	0
	Nombre de pompes	6	6	0
	Prix total	331876710	353700000	0
	Prix général des pompes	685 576 710		
	Désignation	Nombre	Prix unitaire	Prix total
Ouvrages de la station de traitement	Equipement Répartiteur	1	225 000 000	225000000
	Décanteurs à lit de boues pulsé	1	700 000 000	700000000
	Equipement Aquazur V	1	680 000 000	680000000
	Salle préparation de réactifs	1	10 100 000	10100000
	Total de d'une ligne	1 615 100 000		

RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU
BARRAGE DE ZIGA

	Total des 5 lignes	8 075 500 000		
Bâche 27500 m3		677 680 000		
Laboratoire et équipements		500 000 000		
TOTAL GENERAL		18 898 065 801		

V. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

La mise en place d'une nouvelle station de traitement d'eau potable implique des travaux qui peuvent avoir des conséquences directes et indirectes à la fois sur l'environnement et sur le plan social. L'étude d'impact environnemental et social (EIES) est nécessaire pour identifier, évaluer et atténuer les impacts potentiels du projet sur l'environnement et les communautés locales, conformément aux lois et réglementations en vigueur(9).

Le projet respectera les lois environnementales du Burkina Faso, y compris la loi n°006-2013/AN portant Code de l'environnement. Ce code de l'environnement vise à protéger les êtres vivants contre les atteintes nuisibles ou incommodes et les risques qui gênent ou qui mettent en péril leur existence du fait de la dégradation de leur environnement et à améliorer leurs conditions de vie et affirme que la promotion d'un environnement sain est d'intérêt général et une obligation pour toutes les personnes physiques et morales.

Le ministère de l'Environnement, de l'Économie Verte et du Changement Climatique (MEEVCC) et l'ONEA seront les principaux organismes de contrôle.(10)

1. Description de l'environnement actuel

1.1. Milieu physique

- Climat : Climat tropical avec une saison des pluies de juin à septembre ;
- Géologie et Sols : Sols latéritiques prédominants avec une géologie granitique ;
- Hydrologie : Le barrage de Ziga est une source majeure d'eau pour la région.

1.2. Milieu biologique

- Flore et Faune : Présence de savanes arborées et de zones humides abritant diverses espèces animales et végétales ;
- Écosystèmes : Écosystèmes riverains sensibles aux perturbations.

1.3. Milieu socio-économique

- Population : Communautés locales principalement agricoles ;
- Infrastructures et Services : Routes, écoles, centres de santé à proximité.

2. Identification et évaluation des impacts environnementaux et sociaux

2.1. Impacts positifs

- Amélioration de la qualité de l'eau : réduction des maladies hydriques ;
- Développement économique : création d'emplois et stimulation de l'économie locale ;
- Renforcement des infrastructures : amélioration des infrastructures locales.

2.2. Impacts négatifs

i. Phase de Construction :

- Dégradation des sols et perte de végétation ;
- Nuisances sonores et émissions de poussières ;
- Déchets de construction.

ii. Phase d'Exploitation :

- Consommation d'énergie ;
- Gestion des boues et des résidus de traitement ;
- Risques de pollution chimique.

3. Mesures d'atténuation

3.1. Pendant la Construction

- Gestion des Déchets : Mise en place de plans de gestion des déchets.
- Contrôle des Poussières et du Bruit : Arrosage des pistes et limitation des heures de travail bruyantes.
- Réhabilitation des Sites Perturbés : Reboisement et restauration des zones affectées.

3.2. Pendant l'Exploitation

- Technologies Propres : Utilisation de procédés de traitement efficaces et moins polluants.
- Gestion des Résidus : Systèmes de traitement des boues et des déchets chimiques.
- Surveillance de la Qualité de l'Eau : Programmes réguliers de surveillance de l'eau traitée et des rejets.

4. Plan de suivi et de surveillance

4.1. Indicateurs de Performance Environnementale et Sociale

- Qualité de l'eau traitée.
- Émissions de bruit et de poussières.
- Gestion des déchets et des boues.

4.2. Fréquence des Contrôles

- Mensuelle pour la qualité de l'eau ;
- Trimestrielle pour les émissions et la gestion des déchets.

4.3. Responsables du Suivi

ONEA et MEEVCC : Surveillance continue et audits périodiques.

5. Consultation et participation du public

5.1. Processus de Consultation

- Réunions Publiques : Organisation de réunions avec les communautés locales ;
- Enquêtes et Interviews : Collecte des avis des parties prenantes.

5.2. Résultats de la Consultation

- Préoccupations Identifiées : Inquiétudes concernant la qualité de l'eau et les impacts sur les terres agricoles ;
- Réponses Apportées : Intégration des mesures d'atténuation et adaptation du projet aux besoins locaux.

Conclusion

En somme, le renforcement du système d'alimentation en eau potable de la ville de Ouagadougou à partir du barrage de Ziga est essentiel pour les besoins en eau actuelle de la ville. La conception et le dimensionnement de la station de traitement d'eau potable de 5 000 m³/h à Ziga doivent donc être basés sur plusieurs aspects essentiels. Tout d'abord, des études techniques de base ont été réalisées pour déterminer les caractéristiques du site d'implantation de la station. Pour rendre cette eau potable, il est indispensable de procéder à un traitement complet, depuis la prise d'eau brute jusqu'à la sortie de la station de traitement, en passant par le prétraitement et la désinfection.

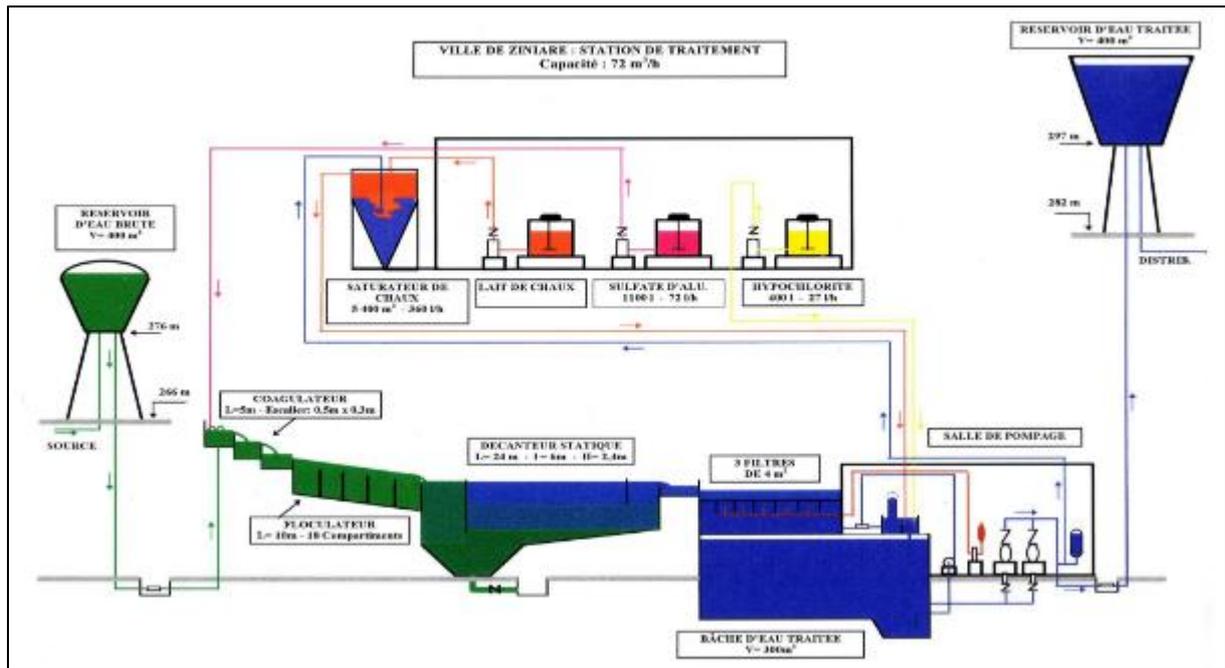
Ainsi, pour la filière de traitement spécifiée, un ensemble d'ouvrages de traitement a été sélectionné. Étant donné l'importance du volume d'eau brute à traiter, le processus sera divisé en cinq lignes pour garantir un traitement fiable avec des décanteurs à lit de boues pulsées. Chaque ligne, avec un débit d'eau brute de 1050 m³/h, sera équipée de cinq décanteurs Pulsatube, de quatre batteries de filtres à sable Aquazur V, et d'un réservoir d'eau d'une capacité de 27500 m³ pour recueillir l'eau traitée provenant de la filière industrielle.

Bibliographie

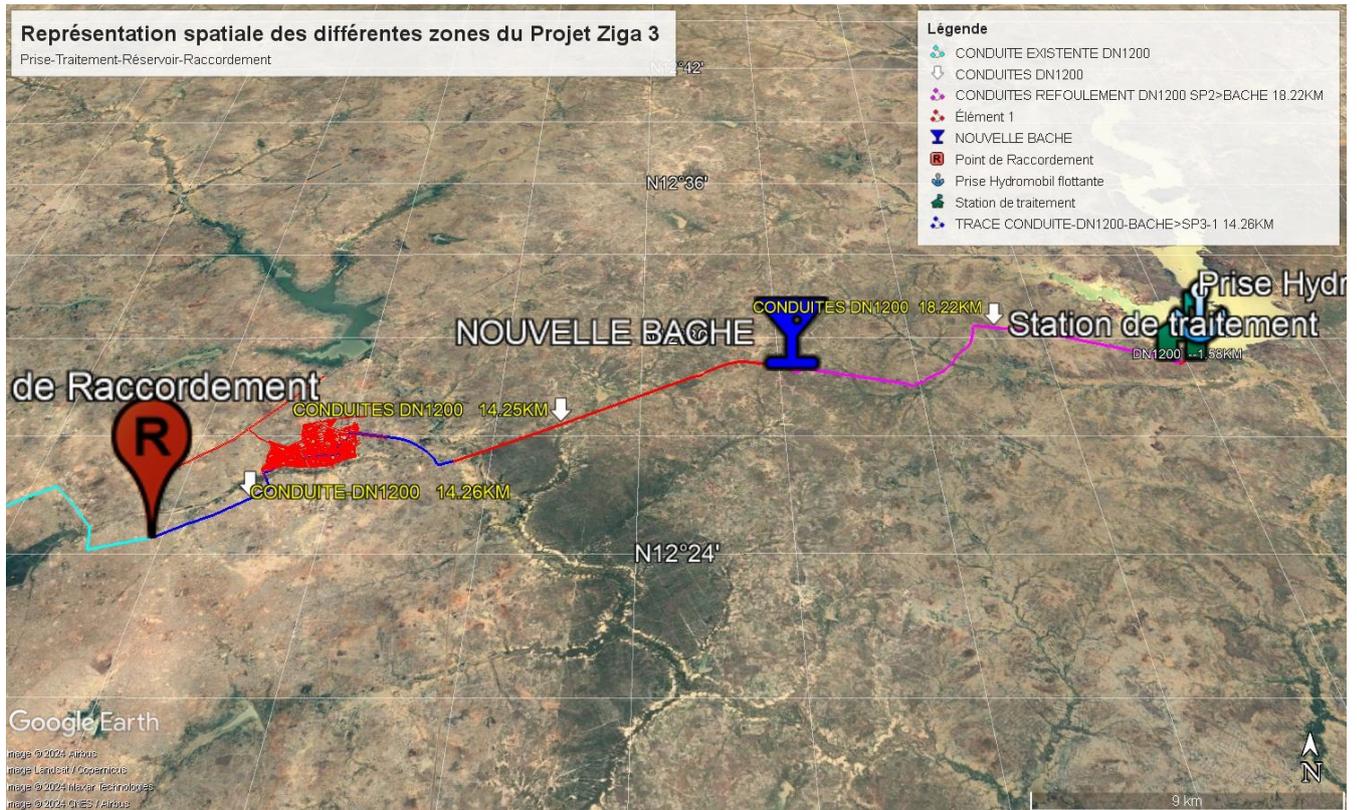
1. JMDesign. Sigmadaf. 2024 [cité 02 février 2024]. Coagulation et floculation dans le traitement des eaux usées. Disponible sur: <https://sigmadafclarifiers.com/fr/la-coagulation-y-la-floculation-en-el-tratamiento-de-separacion-de-materia-coloidal-en-los-vertidos/>
2. BeCloud.com. Les décanteurs statiques [Internet]. [cité 24 juin 2024]. Disponible sur: <https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/floculateurs-decanteurs-flottateurs/les-decanteurs/les-decanteurs-statiques>
3. Id H. Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable.
4. Organisation mondiale de la Santé. Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4e éd. intégrant le premier additif [Internet]. 4e éd + 1er additif. Genève: Organisation mondiale de la Santé; 2017 [cité 25 juin 2024]. Disponible sur: <https://iris.who.int/handle/10665/258887>
5. Coup de bélier. In: Wikipédia [Internet]. 2023 [cité 4 mai 2024]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Coup_de_b%C3%A9lier&oldid=206664605
6. 1.2.2 FIT1 Postes de chloration Chloration par pompe doseuse.pdf [Internet]. [cité 25 juin 2024]. Disponible sur: <https://dinepa.gouv.ht/referentieltechnique/doc/1-aep/1.2.2%20FIT1%20Postes%20de%20chloration%20Chloration%20par%20pompe%20doseuse.pdf>
7. Bonvoisin A. Revue EIN. 2019 [cité 25 juin 2024]. Décantation lamellaire : accroître le rendement de la décantation. Disponible sur: <https://www.revue-ein.com/article/choisir-un-decanteur-lamellaire>
8. Calculer la Hauteur Manométrique Totale de sa pompe à eau [Internet]. [cité 25 juin 2024]. Disponible sur: <https://www.labonnepompe.com/fr/blog/calculer-la-hauteur-manometrique-totale-de-sa-pompe-a-eau-n26>
9. esia_summary_tekeze_humera_fr.pdf [Internet]. [cité 25 juin 2024]. Disponible sur: https://www.afdb.org/sites/default/files/documents/environmental-and-social-assessments/esia_summary_tekeze_humera_fr.pdf
10. Boughanim D, Tazart C. Etablie conformément à l'article 6 de la loi n°12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement promulguée par le Dahir n° 1-03-60 du 10 rabii I 1424 (12 mai 2003) (Bulletin Officiel n°5118 du jeudi 19 juin 2003). 2021;

Annexe 1 : Schéma d'usine de traitement d'eau de surface (source, ONEA)

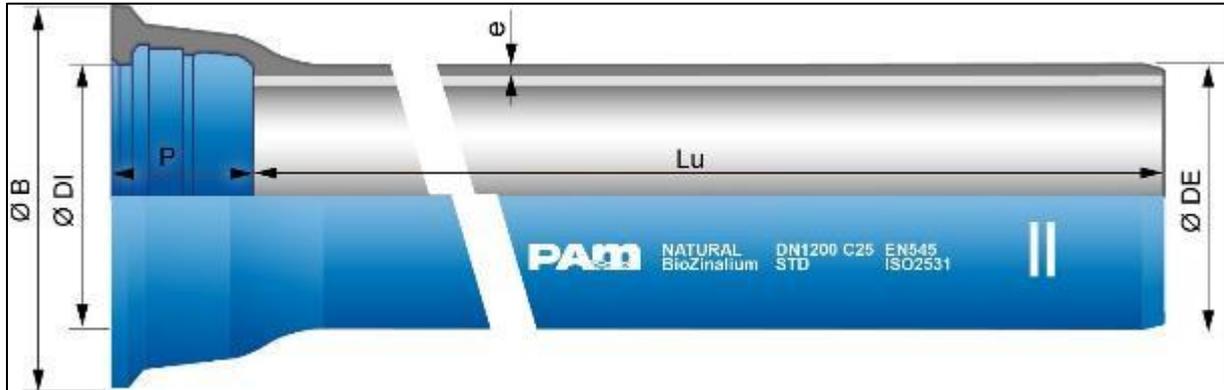
RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA



Annexe 2 : Emplacement spatiale des différentes zones du projet



Annexe 3 : Présentation d'une conduite en fonte ductile de DN 1200 de classe C25 à emboîtement STANDARD.



Légende :

- DN : Diamètre nominal
- Lu : Longueur utile, en m
- Classe : Classe de pression selon EN 545 et ISO 2531
- e : épaisseur nominale selon ISO 2531, en mm
- $\varnothing DE$: diamètre extérieur nominal du fût selon EN 545 et ISO 2531, en mm
- $\varnothing DI$: diamètre intérieur nominal de l'entrée de l'emboîture, en mm
- P : profondeur nominale de l'emboîture, en mm
- $\varnothing B$: diamètre extérieur nominal de l'emboîture, en mm
- Référence : Référence commerciale Saint-Gobain PAM

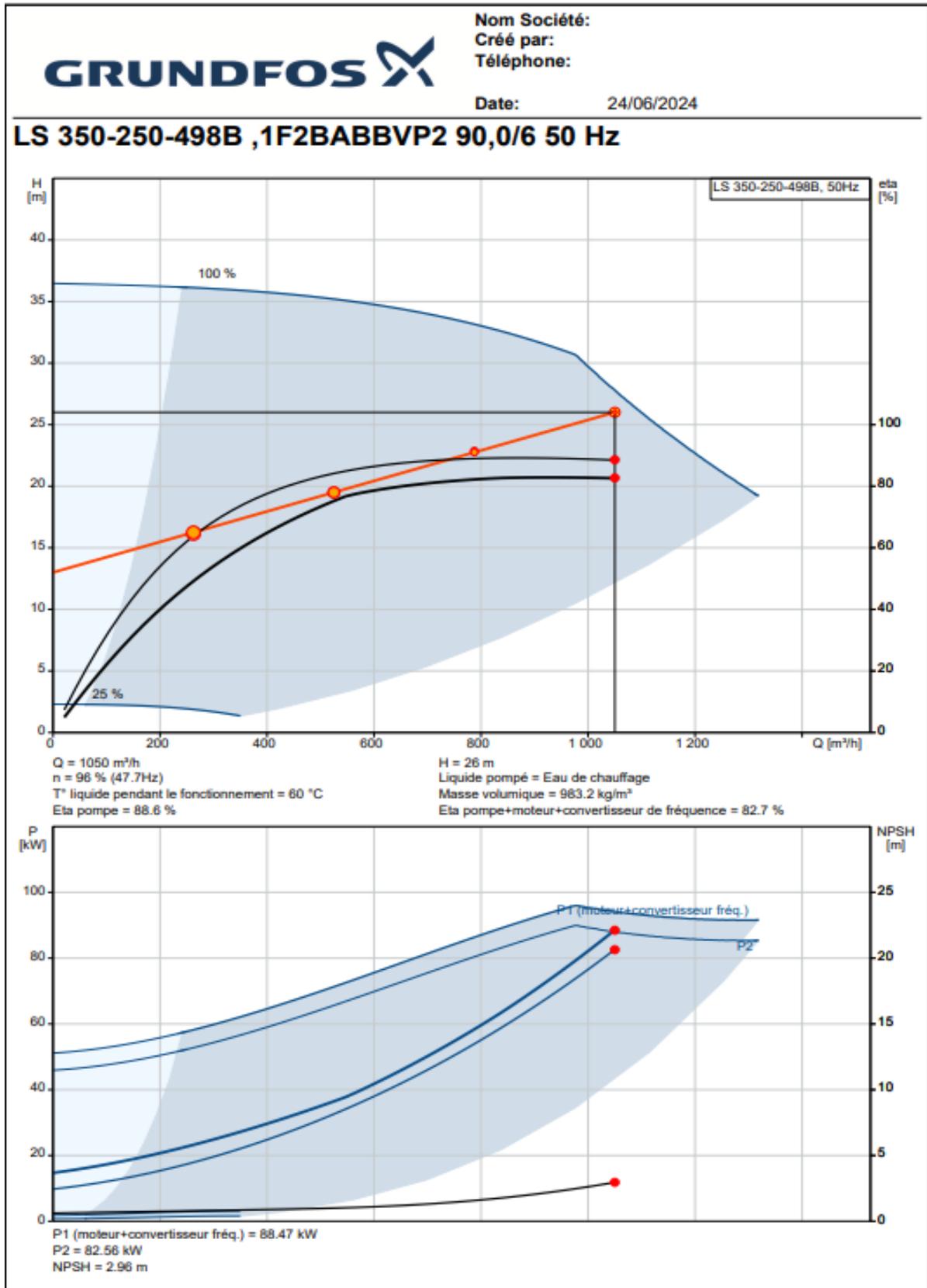
Annexe 4 : Différences entre le décanteur statique à flux horizontal et le décanteur à lit de boues pulsées.

DECANTEUR STATIQUE			
AVANTAGES		INCONVENIENTS	
Matrices impactées	Effets	Matrices impactées	Effets
Simplicité de conception et d'opération.	N'ayant pas de pièces mobiles, les risques de pannes mécaniques sont réduits ce qui simplifie l'opération et la maintenance.	Sensibilité aux variations de débit	Les variations de débit peuvent affecter la performance de décantation, car les conditions optimales sont généralement établies pour un débit constant.
Faible consommation d'énergie	Vu qu'il n'y a pas de pièces mobiles, alors, pas de besoin d'énergie pour la séparation, ce qui rend le processus économe en énergie	Moins efficace pour les particules fines	Les décanteurs statiques sont moins efficaces pour séparer les particules fines ou de faible densité, qui peuvent rester en suspension et nécessiter un traitement supplémentaire
Les coûts d'exploitation sont réduits	La simplicité opérationnelle et la faible consommation d'énergie se traduisent par des coûts d'exploitation réduits.	Surface au sol importante	Pour une séparation efficace, les décanteurs statiques nécessitent une grande surface au sol pour permettre une décantation adéquate, ce qui peut être un problème lorsque l'espace est limité
Construction robuste et de longue durée	Ils sont construits en matériau résistant à la corrosion ce qui leur confère une longue durée	Sensibilité au colmatage	Les décanteurs statiques peuvent être sujets au colmatage, surtout si les particules sont petites et collantes. Cela nécessite un entretien régulier pour nettoyer les dépôts accumulés

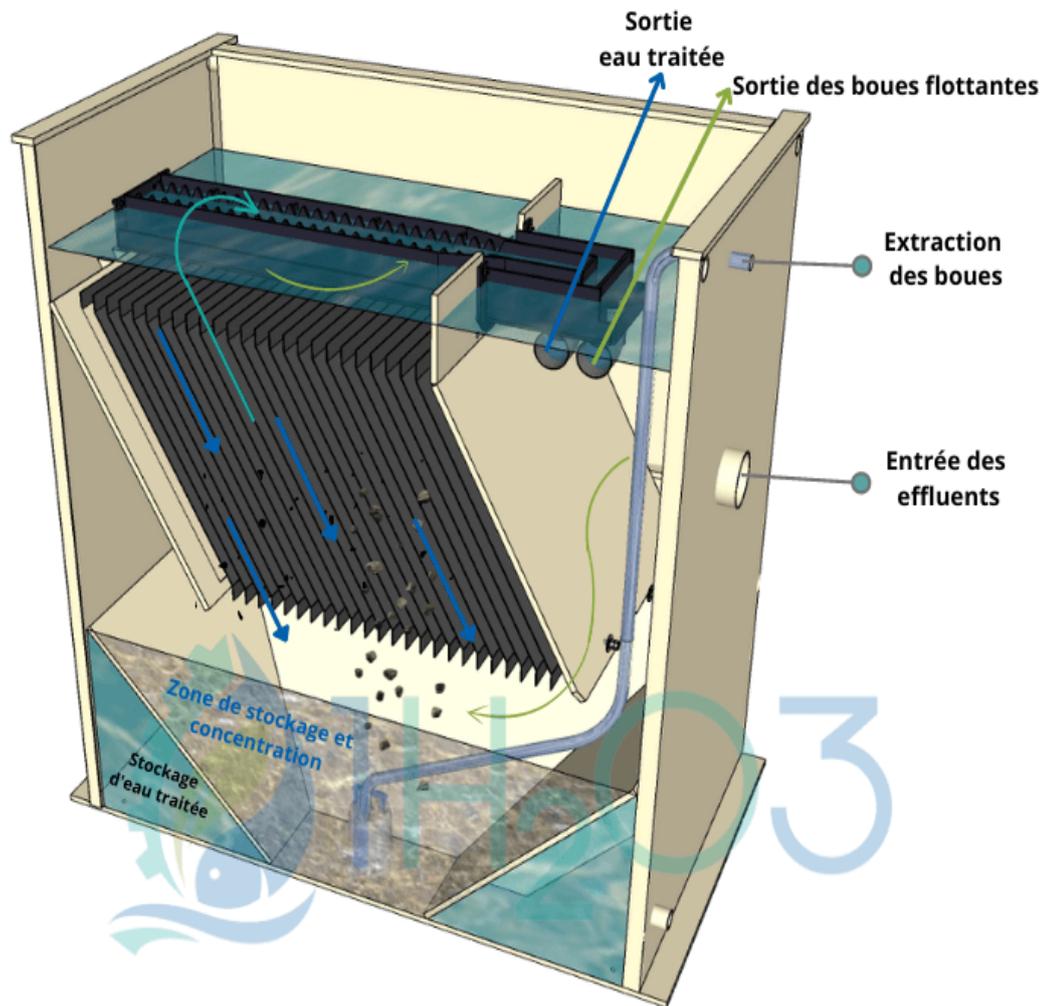
RENFORCEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE OUAGADOUGOU A PARTIR DU BARRAGE DE ZIGA

Convient pour les petits débits	Les rendant idéals pour applications spécifiques	Temps de rétention élevé	La décantation est un processus lent et le temps de séjour des eaux dans le décanteur peut être élevé, ce qui réduit la capacité de traitement en cas de forts débits entrants
---------------------------------	--	--------------------------	--

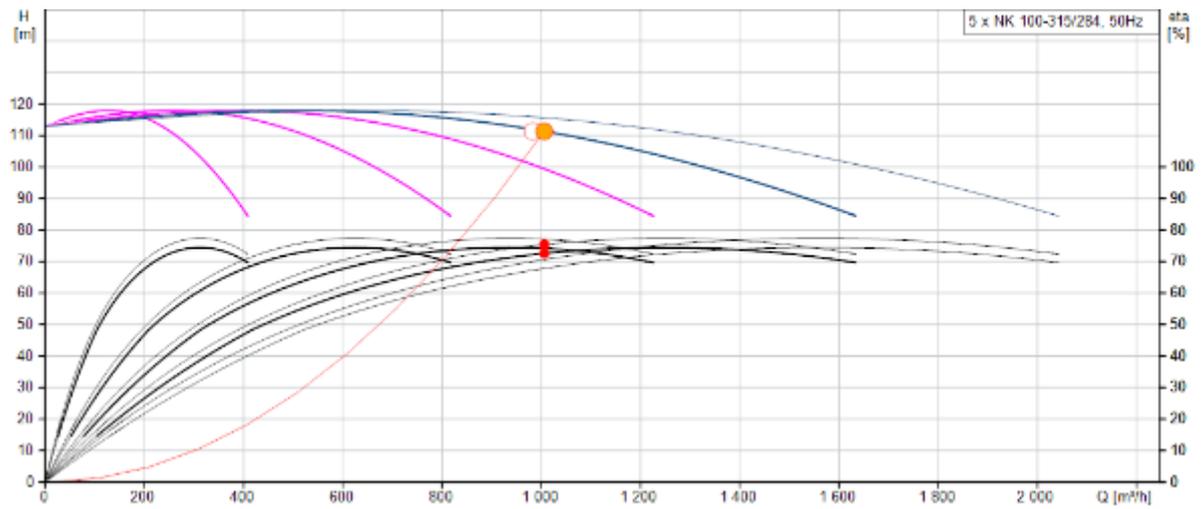
Annexe 5 : Caractéristiques pompes section 1



Annexe 6 : Coupe transversale d'un décanteur lamellaire

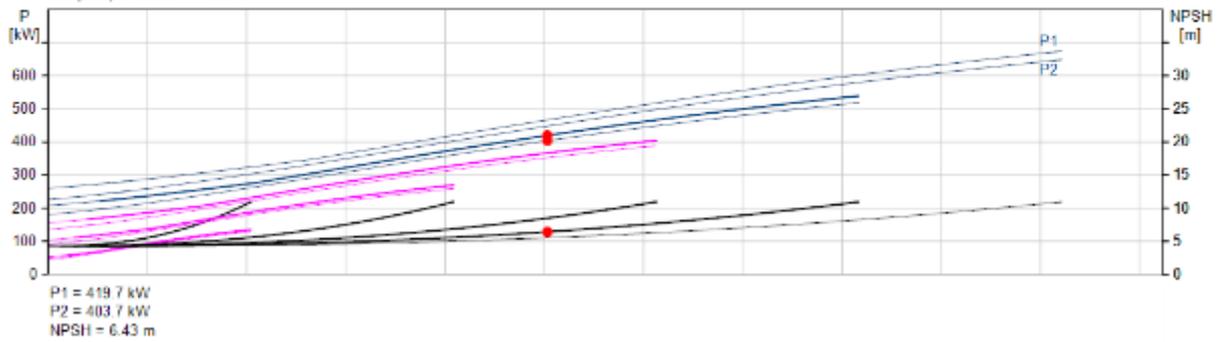


Annexe 7 : Performance de la pompe de refoulement Station-Bâche



Les pertes dans accessoires et vannes non incluses
 H = 111.3 m
 Liquide pompé = Eau
 Masse volumique = 998.2 kg/m³
 Eta pompe+moteur = 72.6 %

Q = 1006 m³/h
 n = 4 x 100 %
 T° liquide pendant le fonctionnement = 20 °C
 Eta pompe = 75.4 %



P1 = 419.7 kW
 P2 = 403.7 kW
 NPSH = 6.43 m