ETUDE DE RENFORCEMENT ET DE REHABILITATION DE LA NOUVELLE STATION DE TRAITEMENT DE GOUDEL 4 (Niamey, Niger)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE MASTER EN GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE

OPTION : Infrastructures et Réseaux Hydrauliques (IRH)

Présenté et soutenu publiquement le 21 Juillet 2021 par :

DAOUDA TONDI Abdoul Wahab (2013 0611)

Sous l'encadrement de :

Dr Roland O. YONABA, Enseignant-chercheur,

Département Génie de l'Eau, de l'Assainissement et des Aménagements Hydro-Agricoles (GEAAH), 2iE

M. MAHAMANE TINAO Abdoul Kader, Ingénieur du génie civil

Chef de la Mission de Contrôle, SGI

Jury d'évaluation du stage :

Pr Y. Konaté (Président)

Dr B. Sawadogo (Examinateur)

Dr Roland O.YONABA (Examinateur)

Promotion [2020/2021]

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à ma famille et à tous ceux qui m'ont toujours soutenu. Veuillez recevoir ma profonde gratitude et que Dieu vous bénisse.

Remerciements

J'adresse mes sincères remerciements à :

- L'ensemble du corps professoral et administratif de l'institut 2iE, surtout ceux qui m'ont enseignée ;
- Mon directeur de mémoire Dr Roland YONABA pour son encadrement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de la rédaction de ce mémoire ;
- La Société de Patrimoine des Eaux du Niger (SPEN) pour m'avoir accordé le stage de fin d'étude au sein de leur structure.
- Monsieur MARCEL Benade, Chef du groupement SGI / CEH-SIDI / EDE, assurant la mission de contrôle pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser mon stage au sein de sa structure ;
- Mon maître de stage Monsieur MAHAMANE TINAO Abdoul Kader, Ingénieur en Génie civil pour son encadrement et le suivi tout au long de mon stage ;

Résumé

La ville de Niamey, située dans la région du Sahel au Niger connaît un déficit dans sa production en eau potable, en raison de sa forte croissance démographique. Aujourd'hui, la capacité nominale de production des infrastructures hydrauliques existantes est répartie entre l'usine de Yantala avec une capacité de production de **30 000 m^3/jr** et l'usine de Goudel (1, 2, 3) avec une capacité nominale de production de **85 000 m^3/jr**. La Société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN) confirme le taux d'accès à l'eau potable d'environ **80%** ; ce taux n'est pas satisfaisant et est loin de garantir les besoins de la ville de Niamey. L'évaluation des besoins en eau à l'horizon **2033** a permis de déterminer un besoin de **153 903 m^3/jr** pour une population **de 2 352 146 habitants**. Pour pallier aux défaillances relevées, la construction d'une nouvelle station de traitement plus performante a été préconisée. L'étude technique du projet a permis de déterminer une nouvelle capacité de production de **40 000 m^3/j** et une technologie de traitement plus performante. Ainsi une nouvelle station de traitement d'eau traitée sera construite tout en conservant celles qui existent déjà. Cette nouvelle conception est également assortie d'un plan de gestion des boues et eaux de traitement qui permettra de préserver l'environnement. Mon apport dans ce projet sera de faire une évaluation des besoins en eau de la population à l'horizon du projet afin de pouvoir justifier les **40 000 m^3/j** de production de la nouvelle station de traitement de Goudel 4.

Mots Clés :

1 – Infrastructures hydrauliques

2 - Diagnostic

3 – Station de traitement

4 – Goudel

5 – Niamey

Abstract

The city of Niamey, located in the Sahel region in Niger, is experiencing a deficit in its drinking water production, due to its strong demographic growth. Today the nominal production capacity of the existing hydraulic infrastructures is distributed between the Yantala treatment plant with a capacity of **30 000** m3/h and the Goudel treatment plant (1, 2, 3) with a capacity of **85 000 m^3/day**. The Niger water company confirms the access rate to drinking water of about 80%, this rate is not satisfactory and is far from guaranteeing the needs of the city of Niamey. The evaluation of water needs by 2033 made it possible to determine a need of **153 903 m^3/day** for a population of **2 352 146 hbts**. To overcome the failure noted, the construction of a new treatment station was recommended. The technical study of the project made it possible to determine a new production capacity of **40 000** m^3/day and more efficient treatment technology. This new design is also accompanied by a sludge and treatment water management plan which will help to preserve the environment. My contribution in this project will be to make an assessment of the water needs of the population at the project horizon in order to be able to justify the 40 000 m^3/day of production of the new treatment station of Goudel 4.

Key words:

1 – Demographic growth

2 – Hydraulic infrastructures

3 – New production capacity

4 – Goudel

5 –Niamey

Liste des abréviations

SPEN:	Société de Patrimoine des Eaux du Niger
SEEN :	Société d'Exploitation des Eaux du Niger
SPG:	Station de Pompage de Goudel
SPY:	Station de Pompage de Yantala
HQSE:	Politique Hygiène, Qualité, Sécurité et Environnement
SAS:	Société à action simplifiée
BTP :	Bâtiments et Travaux Publics
PSB :	Batiment de pré-Décantation
MW :	Agitateur
FC/CL :	Floculation / Coagulation
CB :	Batiment Chimique
RGF :	Filtre
DCC :	Chambre de Désinfection
CWR :	Réservoir d'Eau Propre
SDB :	Lit de Séchage de Boue
WWP :	Lit de Séchage d'eau de lavage
Nigelec :	Société Nigérienne d'électricité

Sommaire

Dédicaces i

Remerciements ii

Résumé iii

Abstract iv

Liste des abréviations v

Liste des tables viii

Liste des figures ix

Fiche technique du projet x

Introduction 1

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUIEL 3

I.1. Présentation de la structure d'accueil 3

I.2. Présentation de la zone d'étude 5

II. PRESENTATION DU PROJET 8

II.1. Objectifs de l'étude 8

II.2. Résultats attendus 9

II.3. Données de base 10

III. METHODOLOGIE DE L'ETUDE 10

III.1. Matériel 10

III.2. La recherche documentaire 11

IV. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE 11

IV.1. Le diagnostic des usines de traitement et de production d'eau potable 11

IV.2. Evaluation des besoins en eau de la population 16

IV.3. Description de la nouvelle station de traitement de Goudel 4 20

IV.4. Analyse physico-chimique de la station de traitement de Goudel 4 36

V. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL 43

V.1 Objectif d'étude d'impact environnemental et social (EIES) 43

V.2 Identification des impacts et risques environnementaux et sociaux 44

et leur mesure d'atténuation 44

VI. DEVIS ESTIMATIFS 63

Conclusion 64

Annexes 1 : Images de la station de traitement de Goudel (1, 2, 3) i

Annexe 2 : Fonctionnement de la station de traitement de Goudel (1, 2 et 3) iii

Annexe3 : Conception et dimensionnent de la pompe de refoulement de Goudel 4 v

Liste des tables

Table 1:Evolution de la population 8
Table 2: Diagnostics et proposition de solution 12
Table 3: Evolution de la population de Niamey 16
Table 4:Population à l'horizon du projet 17
Table 5: Valeur des coefficients de pointe selon la taille de la localité. 18
Table 6: Calcul de besoins en eau 19
Table 7: Capacité des usines de traitement de Niamey 19
Tableau 8: Conclusion de l'évaluation des besoins en eau 19
Table 9: Choix de conduite 23
Table 10: Caractéristique conduite de refoulement 24
Table 11: Dimensionnement du PSB 30
Table 12: Caractéristique du PSB 30
Table 13: Condition de Fonctionnement 30
Table 14: Conception du décanteur 32
Table 15: Conception du filtre à sable 33
Table 16: Analyse physico chimique 36
Table 17:Les composantes environnementales et sociales 46
Table 18: Matrice des impacts 48
Table 19:Matrice des bilans des impacts positifs et négatifs 55
Table 20: Mesure d'atténuation 58
Table 21: Devis estimatif du Projet 63

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de la SPEN *4*
Figure 2: Localisation de la zone d'étude *5*
Figure 3: Emplacement du chantier *20*
Figure 4: Schéma de nouvelle station de traitement de Goudel 4 ..... *21*
Figure 5: Conduite de refoulement *22*
Figure 6: Type de pompe *26*
Figure 7: Intérieur bassin de pré-décantation *29*
Figure 8: Phase de décapage des lits de boue *35*
Figure 9 : Evolution de la Turbidité et MES *38*
Figure 10: Evolution de la Matière Organique en 2018 ..... *39*
Figure 11: Evolution de la couleur mg/l Pt *40*
Figure 12: Evolution du pH *40*
Figure 13: Evolution du TAC *41*

Fiche technique du projet

I : Localisation et Cout		
Région	Niamey	
Population	2 352 146 habitants	
Horizon	2033	
Cout du projet	17 083 710 000 Franc CFA	
II : Composante du projet		
Station de traitement		
Caractéristiques	Ouvrage	Taille
	Pré-décanteur	10 000 m^3
	Agitateur	15 m^3
	Filtre	263 m^3
	Décanteur	256.9 m^2
	Réservoir eau Traité	6000 m^3
	Lits de séchage de boue	2000 m^3
	Lits de séchage d'eau de lavage	2100 m^3

Introduction

L'alimentation en eau potable en milieu urbain et rural est une préoccupation majeure des pays en développement. Les capacités actuelles de production et de distribution d'eau potable sont insuffisantes pour faire face à la demande actuelle car la population des villes africaines connait une forte croissance démographique. Pour pallier à ce problème d'eau potable, la plupart des Etats africains ont initié des programmes d'investissements prioritaires pour l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable et à l'assainissement. C'est le cas du gouvernement Nigérien qui a initié dans la ville de Niamey un projet de renforcement des installations actuelles de production et de distribution d'eau potable afin d'améliorer le service et d'accroître le taux de dessert.

En effet, la ville de Niamey, Capitale de la république du Niger, connait cette situation de déficit en raison de sa forte croissance démographique. Malgré l'extension et le renforcement des infrastructures de production, de distribution et de stockage dans les années 2000, la demande en eau potable reste très forte et l'approvisionnement en eau potable des quartiers périphériques de Niamey est très limité (**service limité à 4 à 6 heures/jour avec de faibles pressions**). La Société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN) confirme le taux d'accès à l'eau potable d'environ **80% (voir rapport technique de contrat de performance de la SEEN)** ; ce taux n'est pas satisfaisant et est loin de garantir les besoins de la ville de Niamey. Pour améliorer cette situation, les systèmes de production, de stockage et de distribution d'eau potable doivent impérativement être renforcés et étendus afin de répondre à la demande en eau potable de la capitale. C'est dans ce cadre que le gouvernement nigérien a sollicité et obtenu des financements auprès de l'Agence Française de Développement (AFD), de la Banque Européenne d'Investissement (BEI), de l'Agence Néerlandaise pour l'Entreprise (ANE), et du Fonds Belge d'Investissement (FINEXPO) pour la réalisation d'infrastructures hydrauliques pour le renforcement du système d'alimentation en eau potable de la ville de Niamey en vue de l'augmentation de la production par la construction d'une nouvelle filière de traitement d'eau d'une capacité de **40 000 (m3/jr).**

C'est l'objet de notre présente étude intitulée « **Projet de renforcement et de réhabilitation de la nouvelle station de traitement de Goudel 4** ».

Nous présentons dans ce document la synthèse de la méthodologie adoptée et des résultats de cette étude.

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUIEL

I.1. Présentation de la structure d'accueil

Depuis 2001, le sous-secteur hydraulique urbaine au Niger évolue dans un nouveau cadre institutionnelle comprenant notamment la société d'exploitation des eaux du Niger de droit privé SEEN, et la société de patrimoine des eaux du Niger la SPEN. Cette dernière s'occupe de la réalisation des infrastructures de l'hydraulique urbaine et semi-urbaine au Niger.

❖ Le Fonctionnement

La société du patrimoine des eaux du Niger a été créée par la loi n°2OOO-12 du 14 aout 2000 sous forme de société d'Etat avec autonomie de gestion financière, exerçant ses activités suivant un contrat de concession signé avec l'Etat sous la tutelle du ministère en charge de l'hydraulique. Le périmètre de concession de la SPEN est composé de 54 centres. Il est organisé en exploitation, secteurs, centres secondaires et tertiaires. Il comprend :

- 8 Exploitations ;
- 8 Secteurs ;
- 19 Centres secondaires ;
- 19 Centres tertiaires.

L'objectif principal de la SPEN à travers la réforme du sous-secteur de l'hydraulique urbaine est de créer un cadre de gestion autonome, financièrement viable, capable d'assurer à moindre cout l'alimentation en eau potable d'un plus grand nombre de population Nigériennes, en particulier les plus démunies.

❖ Les missions de la SPEN

Les missions sont les suivantes :

- La gestion du patrimoine et sa mise en valeur ;
- L'établissement du plan directeur de l'hydraulique urbaine ;
- L'élaboration et le suivi du programme d'investissements des travaux de réhabilitation et d'extension de l'infrastructure ;
- La gestion des immobilisations ;
- La recherche et la levée des fonds ;

- La maitrise d'ouvrage et la maitrise d'œuvre des travaux de réhabilitation et de renouvellement de l'infrastructure ;
- La maitrise d'ouvrage et la maitrise d'œuvre des travaux de neufs et d'extension de l'infrastructure ;
- Et la sensibilisation du public.

❖ **Organisation de la SPEN**

La société du patrimoine des eaux du Niger SPEEN comprend la Direction Générale et quatre directions opérationnelles.

- La direction Générale est responsable devant le conseil d'administration, à qui elle rend compte de la mise en œuvre de la politique sectorielle de l'hydraulique urbaine dans le cadre du contrat de concession liant la SPEN à l'Etat, la SPEN à la SEEN ;

Les directions opérationnelles sont:

- La Direction Administrative et des moyens Généraux **(DAMG**) remplit les taches générales d'appui administratif et en moyens aux autres directions ;
- La Direction Comptable et Financière **(DCF)** est responsable de la bonne gestion financière et assure principalement l'autonomie financière du secteur ;
- La Direction de la Planification et des Investissements **(DPI)** s'occupe du développement du secteur et des investissements nécessaires ;
- La Direction du Contrôle et de l'Exploitation **(DCE)** assure le suivi des contrats et la surveillance des activités de la société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN).

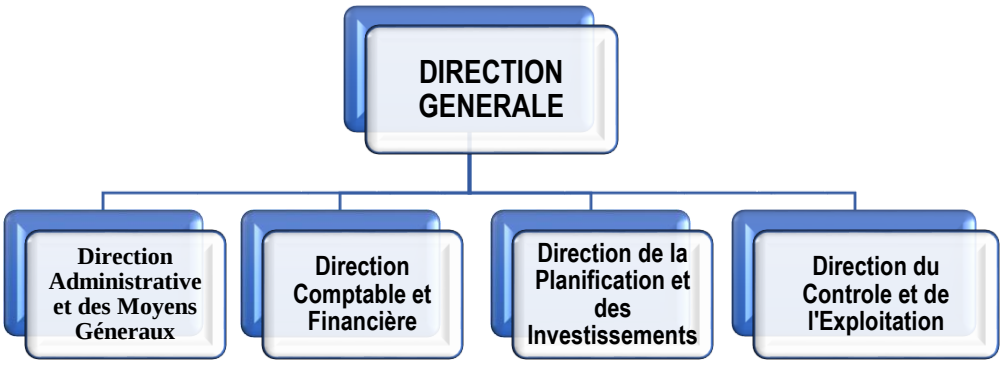


Figure 1: Organigramme de la SPEN

I.2. Présentation de la zone d'étude

- **Localisation** de la zone d'étude

La ville de Niamey est située au bord du fleuve Niger dans la partie Sud-Ouest du Niger. Elle est à une altitude de 160 à 250 m au-dessus du niveau de la mer et couvre une superficie de 297,46 [km^2] pour une population estimée à 1 388 682 habitants selon la projection de l'institut Nationale de la statistique (INS). La ville de Niamey qui est la capitale du Niger forme une enclave dans le département de Kollo. Elle est limitée au Nord – Est par la commune rurale de Hamdallaye, à l'Est par la commune rurale de Liboré, au Sud par la commune rurale de Bitinkodji et à l'Ouest par la commune rurale de Karma.

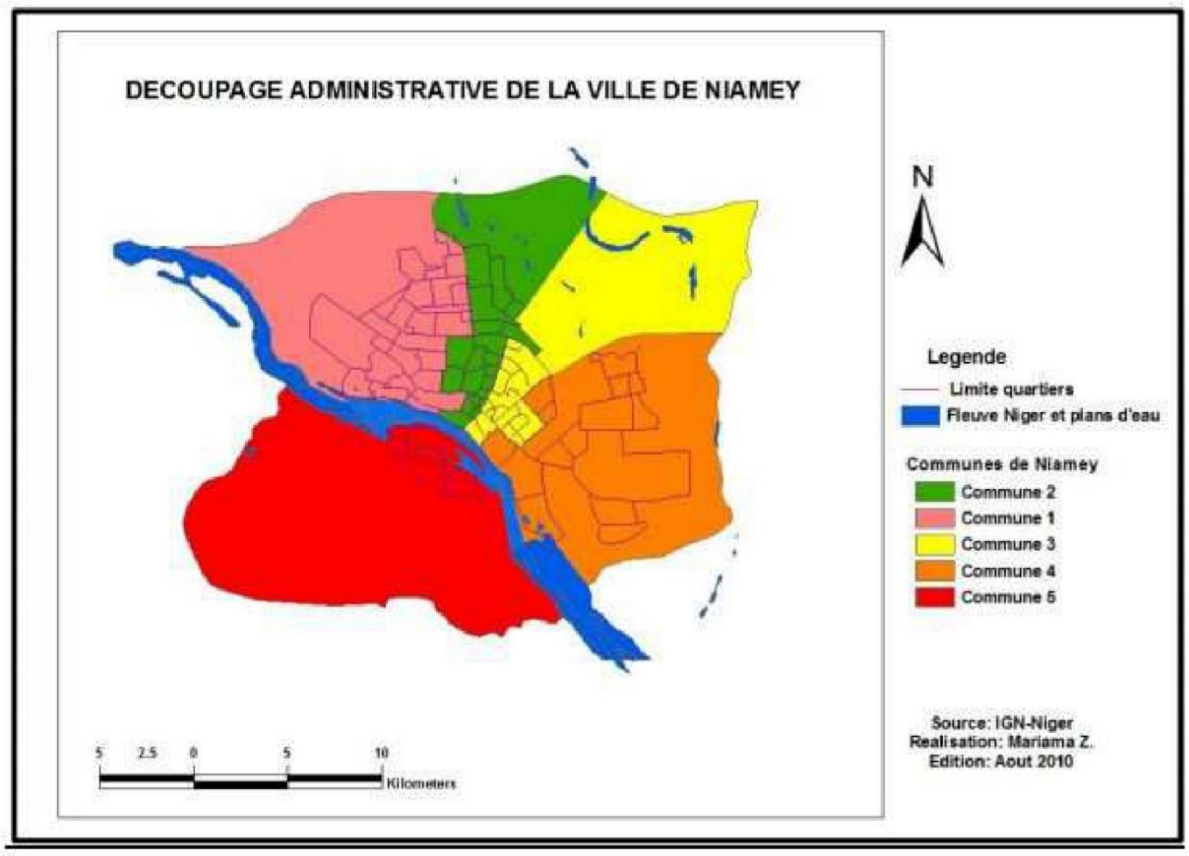


Figure 2: Localisation de la zone d'étude

- **Données climatiques**

Le climat qui est de type sahélo-soudanien, est caractérisé par deux saisons principales:

La saison sèche d'Octobre à Mai durant laquelle souffle l'harmattan, vent chaud et sec de secteur Nord-Est à Est : De novembre à février, le climat est relativement sec et froid, les températures moyennes n'excédant pas 20°C. Au cours de cette période, l'harmattan souffle du Nord-Est au Sud-Ouest et provoque la mise en suspension des particules de poussière. Les plus fortes températures sont enregistrées pendant les mois de mars-avril et mai, les températures maximales moyennes sont de l'ordre de 45°C. (Direction de la Météorologie Nationale, 2013)

La saison des pluies dépend du régime de mousson qui s'approche par le Sud-Ouest, elle commence en fin Mai et continue jusqu'en fin Septembre, mais les pluies sont plus abondantes entre Juillet et Août. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées dans la ville de Niamey, varient entre 200 mm et 650 mm (DMN, 2013).

- **Division Administrative**

La ville de Niamey est subdivisée en cinq (05) communes : les communes I, II, III, et IV se trouvent toutes sur la rive gauche du fleuve et la commune V se trouve sur la rive droite. La partie la plus importante de la ville est située sur la rive gauche. Il ressort de cette présentation de la zone d'étude la conclusion suivante :

La zone d'étude est caractérisée sur le plan des ressources en eau par une insuffisance des eaux souterraines compte tenu du contexte géologique présentant le socle dans une partie de la ville. Par contre, la zone a un bon potentiel en eau de surface par la présence du fleuve. Sur le plan socio-économique, la ville de Niamey est marquée par une forte croissance démographique et d'énormes activités économiques.

- **Relief et Géomorphologie**

La région de Niamey présente un ensemble de reliefs simples. Cet ensemble est essentiellement constitué de plateaux structuraux, des plaines alluviales et des vallées fluviales dont la vallée du fleuve qui divise la région en deux rives : droite et gauche. La rive gauche est le domaine des plateaux et de la terrasse ferrugineuse T1 sur laquelle est établie la ville alors que sur la rive droite, les plaines constituent l'essentiel des formes du relief bien qu'il subsiste quelques buttes et plateaux, la ville étant développée sur la moyenne terrasse.

- **Précipitations**

Au Niger, la saison des pluies ne dure que 3 à 4 mois (juin, juillet, aout, septembre), le reste de l'année étant caractérisé par une longue saison sèche. Les pluies proviennent de deux systèmes convectifs : les lignes de grains avec une fréquence plus ou moins régulière et les convections locales. Dans la région de Niamey, le cumul pluviométrique annuel est compris entre 500 et 600mm enregistré en 37 jours en moyenne (source base de données de l'ICRISAT 2000) cité par Mamadou (2005). Ces précipitations de par leurs caractères torrentiels, sont généralement moins profitables aux plantes puisqu'elles ruissellent rapidement provoquant ainsi la dégradation des terres. Par ailleurs elles se caractérisent par leur irrégularité et leur variation dans le temps et dans l'espace très marquée. Mais les hauteurs maximales ont été toujours enregistrées en juillet et en aout.

Pour la station pluviométrique de Niamey, sur 30 ans d'observation (1979 à 2008) les données pluviométriques montrent que les premières pluies tombent en avril ou en mai. La moyenne interannuelle sur cette période est de 511.5mm par an. Cette dernière cache des disparités. La variation intra-annuelle de ces précipitations est également bien marquée. En effet, 50 à 80% des précipitations sont enregistrées sur les seuls mois de juillet et aout.

- **Hydrologie**

Le fleuve Niger et ses affluents constituent l'essentiel du réseau hydrographique dans la région de Niamey. Il constitue pour cette région un atout naturel remarquable et draine une superficie de 700 000 km^2 en amont de Niamey. Avec un débit maximum journalier d'environ 2340 m^3/s, et une moyenne de 1026 m^3/s. Le maximum mensuel n'atteint pas les 800 m^3/s. La période des hautes eaux correspond aux mois de décembre-janvier, celle des basses eaux aux mois de mai-juin. Les abords du fleuve sont le domaine de la riziculture et de cultures de contre-saison (jardinage).

Des chapelets de mares qui pour l'essentiel semi permanentes sont présents dans la région. Les deux principaux koris de la ville sont : celui de Gounti Yéna qui divise le site de la ville sur la rive gauche en deux et le koris d'Ouallam qui est sur sa périphérie est.

❖ **Aspects Sociaux et Démographiques**

La population de la ville de Niamey a connu une forte Croissance à partir des années 1980. Elle compte 391 876 habitants en 1988 ; elle est estimée à 707 951 personnes en 2001. La population de la ville de Niamey est estimée à environ 1.011.577 habitants d'après le quatrième recensement général de la population et de l'habitat de 2012 (INS 2012). La population de Niamey est composée de toutes les ethnies du Niger, et d'autres communautés étrangères, notamment les pays limitrophes. Le tableau ci-dessous résume l'évolution de la population de Niamey de l'année 1901 à 2012.

Table 1:Evolution de la population

Evolution de la population de Niamey							
Année	1901	1930	1960	1980	1988	2001	2012
Population	600	3000	30 000	250 000	391 876	707 951	1 001 577

Source INS 2012

II. PRESENTATION DU PROJET

II.1. Objectifs de l'étude

La ville de Niamey, Capitale de la république du Niger, connait cette situation de déficit en raison de sa forte croissance démographique. Malgré l'extension et le renforcement des infrastructures de production, de distribution et de stockage dans les années 2000, la demande en eau potable reste très forte et l'approvisionnement en eau potable des quartiers périphériques de Niamey est très limité (**service limité à 4 à 6 heures/jour avec de faibles pressions**). La Société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN) confirme le taux d'accès à l'eau potable d'environ **80%** ; ce taux n'est pas satisfaisant et est loin de garantir les besoins de la ville de Niamey. Pour améliorer cette situation, les systèmes de production, de stockage et de distribution d'eau potable doivent impérativement être renforcés et étendus afin de répondre à la demande en eau potable de la capitale. C'est dans ce cadre que le gouvernement nigérien a sollicité et obtenu des financements auprès de l'Agence Française de Développement (AFD), de la Banque Européenne d'Investissement (BEI), de l'Agence Néerlandaise pour l'Entreprise (ANE), et du Fonds Belge d'Investissement (FINEXPO) pour la réalisation d'infrastructures

hydrauliques pour le renforcement du système d'alimentation en eau potable de la ville de Niamey en vue de l'augmentation de la production par la construction d'une nouvelle filière de traitement d'eau d'une capacité de **40 000 (m3/jr).**

C'est l'objet de notre présente étude intitulée « **Projet de renforcement et de réhabilitation de la nouvelle station de traitement de Goudel 4** ».

- **Objectif général**

L'objectif global de ce projet est l'amélioration de la desserte en eau potable des populations des quartiers périphériques de la ville de Niamey par la réhabilitation de la station de traitement de Goudel 4.

- **Objectifs spécifiques**

Les objectifs spécifiques (OS) assignés à cette étude sont entre autres :

- OS1. Faire un diagnostique de la partie adduction du système AEP de la ville de Niamey en se focalisant sur les aspects de traitement ;
- OS2. Proposer des solutions techniques aux problèmes identifiés avec une évaluation des coûts de réhabilitation associés ;
- OS3. Evaluer l'impact social, économique et environnemental du projet sur les Populations et leur cadre de vie à travers l'élaboration d'une notice d'impact environnemental;

II.2. Résultats attendus

Au terme de cette étude, il est attendu :

- Une évaluation des besoins en eau de la consommation de la ville de Niamey ;
- Un système de gestion est retenu pour assurer la pérennité des équipements ;
- Les impacts environnementaux et socio-économiques du projet sont identifiés ;
- Une estimation du coût du projet est réalisée.

II.3. Données de base

Les données de base pour l'étude ont été obtenues de différentes manières : auprès du bureau d'étude, Ce sont :

- **Le DAO (Dossier d'Appel d'Offre)**
  Nous l'avons obtenu dans le cadre du stage auprès du bureau d'étude. Dans ce document, nous avons une description de la démarche adoptée pour la conception.
- **Les semis de points obtenus des levés topographiques**

Ils ont été collectés auprès du bureau d'étude qui avait effectué des levés des sites dans le cadre de l'étude.

- **Le nombre de ménages concernés et les caractéristiques de la zone d'étude**

Ces données ont été obtenues au cours de nos recherches dans le rapport du dossier d'appel d'offres (DAO)

III. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Dans cette partie, nous présentons le matériel utilisé, les étapes de l'étude ainsi que les méthodes de calcul utilisées. Afin de mener à bien notre étude, nous avons procédé par un certain nombre d'étapes avant même de commencer la conception proprement dite. Ce sont notamment la recherche documentaire, la collecte des données, et la proposition de solutions qui par la suite font l'objet même de l'étude.

III.1. Matériel

Ce sont essentiellement des logiciels SIG, de traitement de texte, de calcul et du matériel de localisation, de mesure et de prise de vues.

Ainsi, nous avons utilisé :

- Un appareil photo pour la prise des images lors du diagnostic,
- Les logiciels SIG Google Earth, ArcGIS, Global Mapper, respectivement pour la localisation,
- Le logiciel de dessin Covadis pour Autocad pour la réalisation des plans et l'extraction des dimensions du réseau.
- Le logiciel Word du Pack Office 2013 pour la rédaction du présent document
- Le logiciel Excel du Pack office 2013 pour l'automatisation des calculs.

III.2. La recherche documentaire

Dans cette première étape, il s'agit tout d'abord de faire ressortir la problématique autour du thème de l'étude. Ensuite, vient la recherche des documents relatifs à des travaux similaires déjà effectués dans la zone, des documents traitant du même sujet, ainsi que des cours et autres documents de référence sur le dimensionnement des stations de traitement. Ces documents ont essentiellement été collectés auprès de la bibliothèque numérique de 2iE ainsi que sur internet et aussi parmi ceux mis à notre disposition par le bureau d'étude.

IV. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

IV.1. Le diagnostic des usines de traitement et de production d'eau potable

Toutes les deux usines se situent le long du fleuve Niger et sont exploitées par la SEEN. Au moment actuel, la demande d'eau potable dans ville de Niamey est couverte par des infrastructures de production, et de traitement qui suivent :

• Usine de traitement et de production de Yantala

• Usine de traitement et de production de Goudel

❖ **Usine de traitement et de production de Yantala**

Elle comporte **3 filières en fonctionnement 24 h /24 et 1 en construction** :

✓ Yantala 1 : construite en 1952 par Degrémont 5.000 m3/j. (66 ans)

✓ Yantala 2 : construite en 1963 par Degrémont 15.000 m3/j. (55 ans)

✓ Yantala 3 : construite en 1994 par un groupe japonais 10.000 m3/j. (24 ans)

La capacité totale de Yantala est de **30 000 m3/j**.

❖ **Usine de traitement et de production de Goudel**

Elle comporte **3 filières en fonctionnement 24 h/24** :

✓ Goudel 1 : construite en 1978 par Degrémont 25 000 m3/j. (40 ans)

✓ Goudel 2 : construite en 1994 par OTV 30 000 m3/j. (24 ans)

✓ Goudel 3 : construite en 2007 par un groupe chinois 30 000 m3/j. (11 ans)

La capacité totale de Goudel est de **85.000 m3/j**.

Goudel compte aussi une **retenue d'eau** afin de pérenniser le service, qui a été réalisé en 1989 par la coopération internationale économique et technique du Jilin de Chine. Le volume total a été réduite naturellement à cause de la sédimentation (de 3 000 000 m3 à **720 000 m3**) et maintenant la quantité est assez faible (représente un peu moins de 7 jours de production d'eau potable à Niamey).

Elle assure en continue l'alimentation en eau de la grande partie de la ville de Niamey. Elle se compose de :

- D'un mélangeur où se passe l'agitation rapide du mélange eau-coagulant,
- D'un décanteur à lit de boue où le floculant est injecté pour accentuer le processus de formation des flocs en vue de leur précipitation au fond du décanteur,
- De filtres à sable,
- D'une bâche de désinfection au chlore,
- Une chambre refoulement.

Voir Annexe 1 et 2 pour respectivement les images et le fonctionnement de la station.

❖ Synthèse du diagnostic et proposition de solution

À la suite du diagnostic il ressort principalement que la technologie de traitement utilisée ainsi que l'emplacement de la station ne permettent pas d'augmenter la capacité de production de façon significative en faisant des améliorations. L'objectif étant d'augmenter la production, il est donc impératif de faire **construire une nouvelle station**. Les stations de traitement actuelles étant vieillissantes et de faible capacité, la nouvelle station de traitement de Goudel 4 aura pour but de couvrir les besoins présents et futures de la ville de Niamey à l'horizon 2033. La synthèse du diagnostic ainsi que les solutions proposées sont présentées dans le tableau suivant:

Table 2: Diagnostics et proposition de solution

Composante d'adduction	Elément constitutif	Observations	Proposition de solutions
Ressource en eau	Fleuve Niger	• Ensablement; • Pollution 2	• Désensablement; • Lutte contre la jacinthe et la laitue d'eau

		• Dégradation totale des berges.	• Sensibilisation de la population.
	Prise	• En bon état	• La prise sera maintenue pour le renforcement
Station de pompage d'eau brute (SP1)	Pompes	• Capacité limitée	• Changer les pompes en fonction des besoins en eau futurs ; • Poser une nouvelle conduite de refoulement vers la nouvelle station de traitement.
	Bâche	• En bon état	• La bâche sera maintenue pour le renforcement
	Conduites	• Les conduites d'aspiration sont en bon état ; • La conduite de refoulement est de faible diamètre et est exploité en surpression.	• Les conduites d'aspirations seront maintenues pour le renforcement ; • Poser une nouvelle conduite de refoulement vers la nouvelle station de traitement.

Traitement	Bassin de coagulation-floculation	• Capacité limitée ; • Légèrement encrassé.	• Nouvelle technologie de conception
	Décanteur statique	• Capacité limitée ; • Technologie vieillissante ; • Excès de boues rejetés dans la marre	• Nouvelle technologie de conception
	Filtres à sable	• En bon état ; • Eaux de lavage rejeté dans le fleuve	• Des nouveaux filtres à sable seront conçues ; • Les eaux de lavage seront recyclées en les recirculant dans le circuit de traitement.
	Dosage des réactifs	• Perte de produits lors du chargement ; • Un seul bac de chargement pour le polymère et le lait de chaux ; • Le pompage des produits reste soumis aux coupures d'électricité fréquentes.	• Des bacs plus volumineux seront utilisés
Station de pompage d'eau traité	Pompes	• Télégestion en panne ; • Démarrage manuel des pompes ;	• Construction d'une nouvelle station de pompage d'eau traité sur le

		• Coupures d'électricité fréquente	même site que la station de traitement • Réparation de la télégestion • Automatiser le démarrage du groupe électrogène
	Conduites	• Les conduites d'aspiration et de refoulement sont en mauvais état	• Les conduites seront réhabilitées
Réservoir de stockage		• Capacité insuffisante	• Un nouveau réservoir de stockage sera construit pour la nouvelle station

IV.2. Evaluation des besoins en eau de la population

❖ Taux d'accroissement de la population

Le taux d'accroissement moyen annuel de la population au Niger est estimé à 3,9 % d'après le quatrième recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) en 2012. Cependant, ce recensement a estimé un taux de **4,1 %** pour la population de la ville de Niamey. Nous retiendrons la valeur **4,1 %** dans la suite de calculs pour l'évaluation de la population des quartiers périphériques de la ville de Niamey.

❖ Echéance du projet d'extension

L'horizon du projet d'extension en eau de la ville de Niamey est fixé à **15 ans** qui correspond à l'année **2033** avec l'année 2018 comme origine du projet.

❖ Estimation de la population à l'horizon du projet

La population à l'année considérée Pn (échéance du projet) est déterminée en fonction de la population d'une année de référence P0, pour laquelle la population est connue et du taux d'accroissement de la population. Le nombre d'habitants à l'horizon du projet est déterminé par l'Equation 1. Le tableau 4 résume les résultats de l'application numérique.

$$P_n = P_{n_0}(1 + a)^{n-n0}$$

Le tableau 3 représente la répartition de la population de Niamey par commune (RGPH/2012)

Table 3: Evolution de la population de Niamey

Commune	Population (2012)
Niamey Arrondissement 1	210 020
Niamey Arrondissement 2	246 898
Niamey Arrondissement 3	163 175
Niamey Arrondissement 4	274 484
Niamey Arrondissement 5	117 000
TOTAL	**1 011 577**

Source : INS, 2012

Table 4:Population à l'horizon du projet

Effectif de la population à l'horizon du projet			
Population 2012	Population 2021	Population 2027	Population 2033
1 001 277	1452297	1848246	2352146

❖ **La consommation spécifique (Cs)**

La consommation spécifique correspond à la quantité d'eau exprimée en litre nécessaire à la satisfaction des besoins journaliers en eau d'un usager. La consommation spécifique en eau, dépend de plusieurs facteurs dont :

- Les conditions socio-économiques des usagers
- La source d'approvisionnement

Ainsi la consommation spécifique est constituée de :

➢ La demande domestique:

La norme OMS en matière de consommation spécifique est de 50l/jr/habitants au niveau des branchements privés, mais au Niger et plus précisément à Niamey la SPEN adopte une consommation de 45l/jr/hbts (voir dossier d'appel d'offres).

➢ Besoins annexes : Évalués à 10% de la consommation domestique y compris la demande sociale et celle des activités économiques. (voir DAO)

❖ **Coefficient de pointe journalier (Cpj)**

Il permet de déterminer la consommation maximale journalière à prendre en compte pour le dimensionnement des équipements et ouvrages du projet. Il exprime la variation des besoins au cours de la semaine et traduit les écarts de consommation entre les jours de l'année. Le coefficient de pointe journalière (Cpj) est généralement compris entre 1,05 et 1,15. Nous retiendrons une valeur moyenne **Cpj = 1,15**

- **Coefficient de pointe horaire**

Le coefficient de pointe horaire rend compte de la pointe de la consommation au cours de la journée. Il est indépendant de la saison et n'a aucune influence sur les quantités d'eau à mobiliser. De plus, il est d'autant plus atténué que la ville à des activités diversifiées et une population élevée. Ce coefficient est choisi selon le tableau suivant :

Valeur du coefficient de pointe horaire selon la

Table 5: Valeur des coefficients de pointe selon la taille de la localité.

Habitant de la localité	< 10 000	10 000 – 50 000	50 000 – 200 000	> 200 000
Cph	2.5 - 3	2 – 2.5	1.5 – 2	1.5

Ainsi dans notre cas, avec une population estimée **2 352 146** hbts à l'horizon du projet nous travaillerons avec un coefficient de **1,5.**

- **Pourcentages de pertes totales**

Les rendements des réseaux des centres exploités par la SEEN sont généralement très élevés de l'ordre de **95%** (Rapport technique de contrat de performance de la (SEEN). Mais pour ce qui est des grandes villes comme Niamey compte tenu de la densité de la population, la demande en eau, et de la complexité des réseaux de distribution les pertes sont un peu plus élevées. Dans cette étude le pourcentage de pertes totales sera pris égal à **11%**). Ainsi le tableau résume l'application numérique du calcul des besoins en eau.

Table 6: Calcul de besoins en eau

Effectif de la population à l'horizon du projet							
Année		2018	2021	2024	2027	2030	2033
Population	hbts	1287370	1452297	1638354	1848246	2085029	2352146
Conso Spécifique Cs	m^3/jr/hbts	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Besoin moyen journalier	m^3/jr	57932	65353	73726	83171	93826	105847
Besoin annexes	m^3/jr	5793	6535	7373	8317	9383	10585
Besoin moyen journalier total	m^3/jr	63725	71889	81099	91488	103209	116431
Rendement réseau	%	87	87	87	87	87	87
Besoin moyen de production	m^3/jr	73247	82631	93217	105159	118631	133829
Coefficient de pointe journalier		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Besoin du jour de pointe	m^3/jr	84234	95025	107199	120933	136426	153903
Débit moyen horaire de production	m^3/h	3510	3959	4467	5039	5684	6413
coefficient de pointe horaire		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Débit de pointe horaire	m^3/h	5265	5939	6700	7558	8527	9619
	l/s	1462	1650	1861	2100	2368	2672

Table 7: Capacité des usines de traitement de Niamey

Usine de production	**Volume moyen mis en distribution (m^3) (Djmp)**	**Volume mis en distribution le jour de pointe (m^3)**	**Capacité nominale de production (m^3/jr)**
Yantala	26 184	31 944	30 000
Goudel (1, 2, 3)	99 737	108 635	85 000
Volume d'eau total (m3)	**125 921**	**140 579**	**115 000**

Source: SPEN 2016

Avec la réalisation de Goudel 4 d'une production de **40 000 m^3/jr**, la capacité nominale de production des usines de production de Niamey passera à **155 000 m^3/jr**. Voir le tableau 8 pour la conclusion

Tableau 8: Conclusion de l'évaluation des besoins en eau

Récapitulatif	
Besoins de la population à l'horizon du projet (Jour de pointe)	153 903 m^3/jr
Capacité nominale des usines de production	155 000 m^3/jr
Conclusion: La réalisation de Goudel 4 permettra de couvrir les besoins en eau de la ville de Niamey à l'horizon 2033	

IV.3. Description de la nouvelle station de traitement de Goudel 4

Située au Nord-Ouest de Niamey (capitale du Niger) dans la commune I sur la berge du fleuve, la station de pompage et de traitement d'eau potable de Goudel (nom du quartier dans lequel elle se trouve).

Le fleuve Niger constitue la principale source d'eau potable de la ville bien que sa constante dégradation, provoquée par la pollution de ses rives, pose de nombreux problèmes d'assainissement. La production en eau potable est assurée par la station de Goudel fournissant **72%** de la production totale en eau potable et celle de Yantala qui fournit **28%**. Le fonctionnement de ces deux unités est assuré par la société d'exploitation des eaux du Niger (SEEN).

La quatrième (4^{e}) filière de traitement d'eau potable (faisant l'objet de notre stage) se situe dans l'usine de traitement de Goudel. (voir figure 3)

Figure 3: Emplacement du chantier

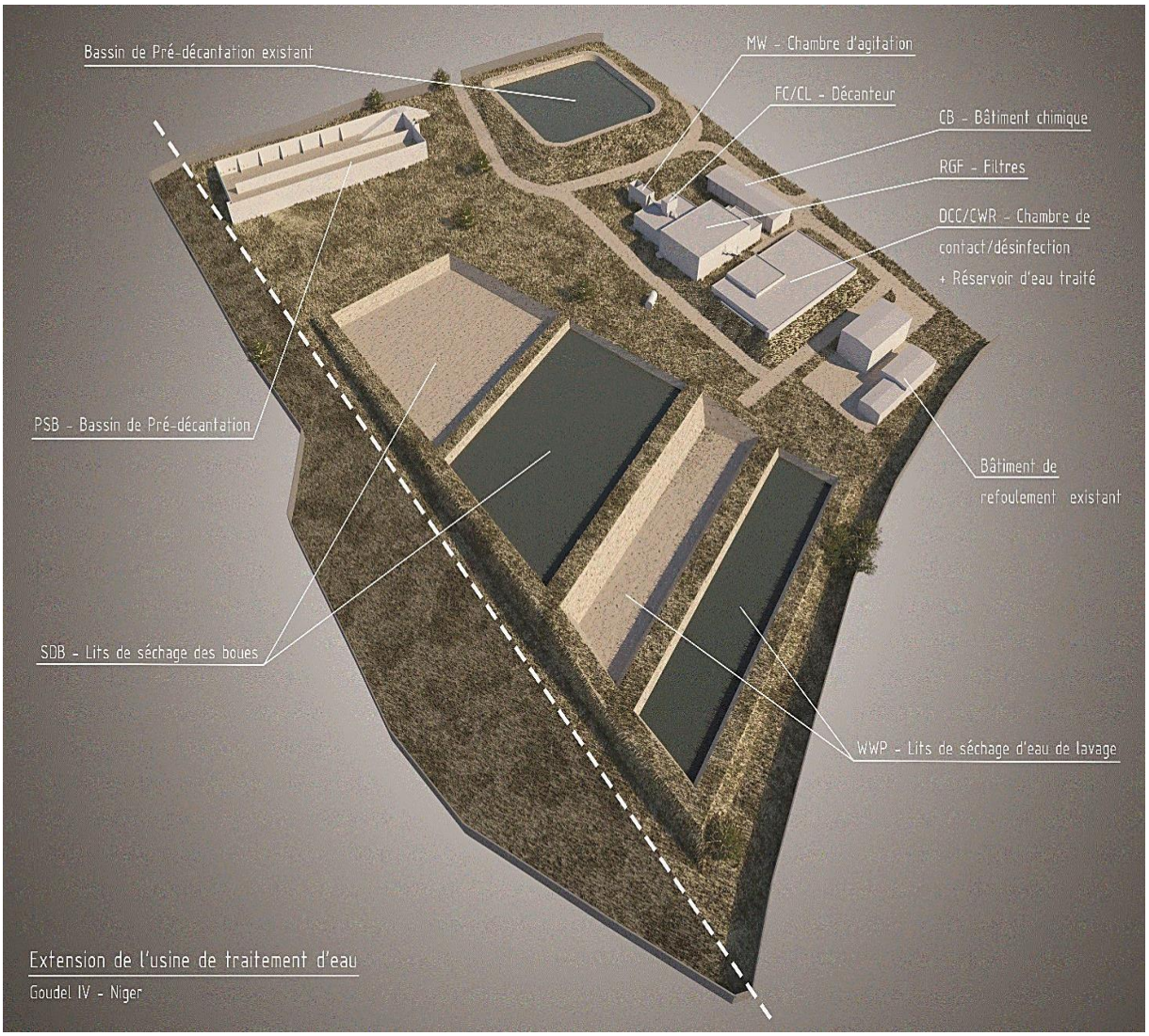


Figure 4: Schéma de nouvelle station de traitement de Goudel 4

La conception technologique se fonde sur le fleuve Niger comme source d'eau brute. Lancés depuis le sept (07) février 2018, les travaux de construction de la quatrième (4^{e}) filière de traitement d'eau potable de Goudel (Goudel IV) dureront 30 mois. La nouvelle unité de traitement aura une capacité de production de **40 000 m^3**/jour avec un système de traitement conventionnel (la coagulation- floculation, la sédimentation, la filtration rapide ouverte et la désinfection) conformément aux systèmes de traitement préexistants (Goudel I, II et III d'une capacité de 85 000 **m^3**/jour). Ainsi, la nouvelle filière comporte les bâtiments suivants : (voir figure 4)

❖ L'exhaure (Prise d'eau)

Le réseau de refoulement est une installation équipée d'un dispositif de pompage permettant de relever le fil d'eau d'un réseau gravitaire profond et de l'envoyer via une conduite en charge d'une longueur non négligeable vers un exutoire. Ici dans notre cas il s'agira de prélever l'eau à l'exhaure (prise) et de l'acheminer vers la station de traitement de Goudel 4 au niveau du pré-décanteur sur une distance de **1,5 Km**. (Voir schémas ci-dessous avec en bleu la conduite de refoulement)

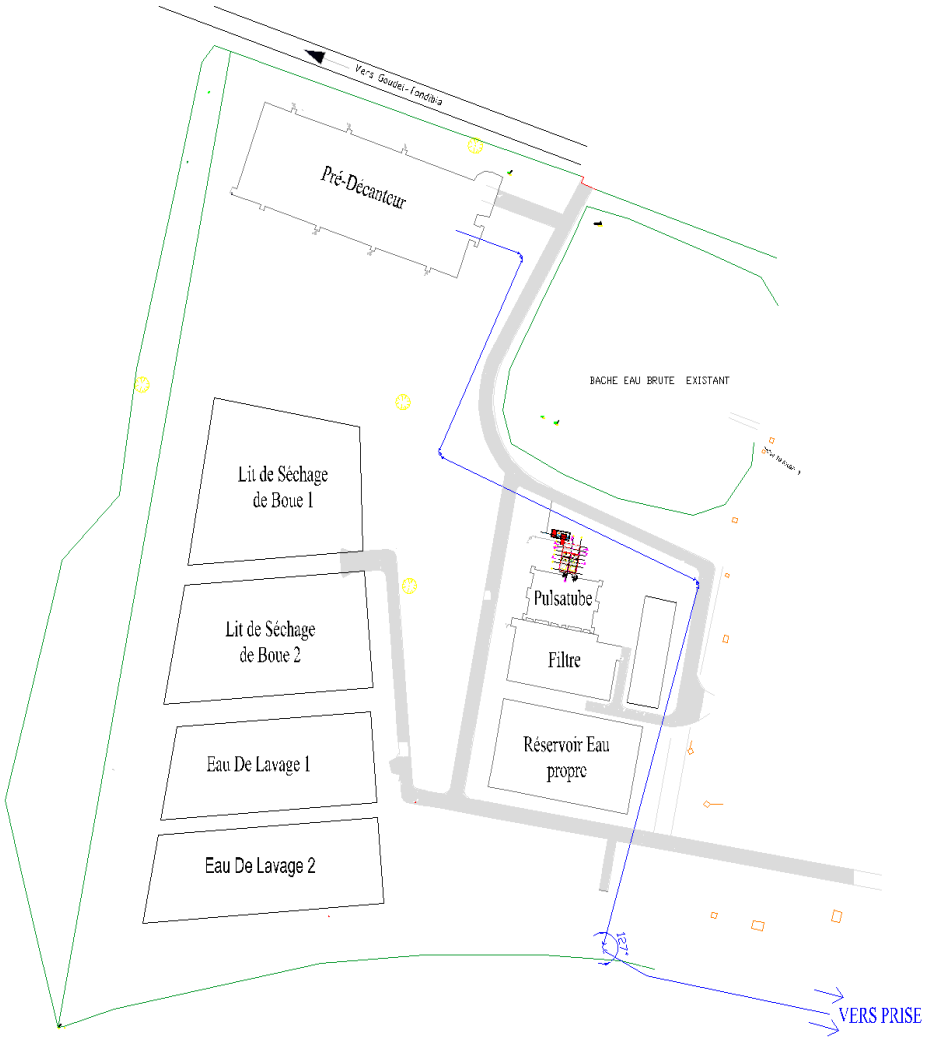


Figure 5: Conduite de refoulement

La conduite de refoulement d'eau brute

- Le débit

La conduite de refoulement est dimensionnée en fonction du débit du pré décanteur

Q_{exp}= 1493 m^3/h

- Le diamètre

Les levés topographiques du terrain aident à déterminer les longueurs optimales des conduites. La conduite sera spécialement en **fonte**. Le diamètre intérieur théorique de la conduite de refoulement peut être déterminé à l'aide des formules suivantes :

Formule de Bresse

$$\boldsymbol{Dth} = \mathbf{1,5} \times \sqrt{\text{Qprod } (\mathbf{m3/s})}$$

Formule de Bresse modifiée

$$\mathbf{Dth} = \mathbf{0,8} * \boldsymbol{Q1}/\ \mathbf{(m3/s)}$$

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

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

Condition de Flamant : V (m/s) ≤ 0.6 + D(m)

Des ajustements seront faits pour choisir le diamètre commercial le plus approprié tout en respectant les conditions de vitesse et de pression.

Table 9: Choix de conduite

Formule	Débit (m^3/s)	Dth	Matériaux	DN	Vitesse (m/s)	0,5 m/s ≤ v ≤ 2m/s	Choix Final
Bresse	0.41459	965.8	Fonte	1000	0.528	Ok	NON
Bresse mod	0.41459	596.5	Fonte	600	1.466	Ok	OUI
Meunier	0.41459	730.2	Fonte	800	0.825	OK	NON

Nous nous assurerons de faire circuler l'eau à des vitesses (*v*) convenables, afin d'éviter toute formation de dépôts. Ainsi, notre choix c'est porté sur un diamètre **DN 600** pour la conduite de refoulement de la prise au bassin de pré-décantation. Après vérification des vitesses il s'avère qu'avec les 3 formules utilisées (Bresse, Bresse modifié, et Meunier), tous vérifient la condition de vitesse. Mais etant donné que plus on a grand diamètre, plus l'investissement sera importante, le choix de notre diamètre sera porté sur une **DN 600 en Fonte**. (voir table 10)

Table 10: Caractéristique conduite de refoulement

Conduite de refoulement	
Débit (m3/h)	1493
Diamètre DN	600
Vitesse (m/s)	1.466
Longueur (m)	1500

La station de pompage

Le choix de la pompe permettant de tirer l'eau de la prise vers le pré décanteur nécessite la connaissance de deux facteurs à savoir : le débit et la Hauteur Manométrique Totale (HMT).

- **Le débit**

Il s'agit de la quantité d'eau nécessaire au bon fonctionnement de l'installation. Dans notre cas il s'agit du débit du pré décanteur. Q= 1493 m^3/h.

- **La HMT**

Il s'agit de l'énergie qui va permettre le transport de l'eau de la prise (fleuve Niger) jusqu'au point le plus élevé de l'installation (Pré décanteur).

$$\boldsymbol{HMT = Hgéo + Jt}$$

$\boldsymbol{Hg\acute{e}o}$ La hauteur géométrique de refoulement en m

$\boldsymbol{Ht}$ Les pertes de charge totale en m

- Calcul de $\boldsymbol{Hg\acute{e}o}$

$$\boldsymbol{Hg\acute{e}o = (Cr - ND)}$$

Le tableau suivant donne une meilleure connaissance des termes précédemment définis :

Cr	Niveau du déversoir d'entrée au bassin de pré décantation	195,55
ND	Niveau d'eau minimum du fleuve à la prise de Yantala (m)	175

$$\boldsymbol{Hg\acute{e}o = 20,55\ m}$$

- Calcul de $\boldsymbol{Jt}$

Les pertes de charge totale **Jt** sont calculées avec la formule de **Manning Strickler** :

$$\boldsymbol{Jt = L * 1,05 * \frac{10,29 * Q^2}{K_s{}^2 * D^{16/3}}}$$

Jt : pertes de charge totales (m).

L : longueur du tronçon (m).

1,05 : coefficient de pertes de charge singulière.

Q : débit transporté par le tronçon (m^3/s).

Ks : coefficient de rugosité de la fonte selon Manning Strickler = 67.

D : diamètre intérieur de la conduite (m).

$$\boldsymbol{Jt = 9,45\ m}$$

Ainsi on se retrouve avec une HMT (Hauteur Manométrique Total) de **30,01 m**.

Choix des pompes de refoulement

L'objectif est de sélectionner des pompes suffisamment puissantes pour refouler l'eau de la prise au Pré-décanteur. Ainsi le choix s'est porté sur des pompes submersibles. Ce sont des groupes monoblocs où le moteur travaille submergé mais sans eau à l'intérieur contrairement aux pompes immergées. Elles sont souvent utilisées pour le relevage des eaux chargées et constitué de 3 parties distinctes :

- La partie motrice qui fournit la puissance nécessaire au pompage.
- L'accouplement qui transmet cette puissance a la partie hydraulique.
- La partie hydraulique qui transmet cette puissance à l'eau pour la déplacer.

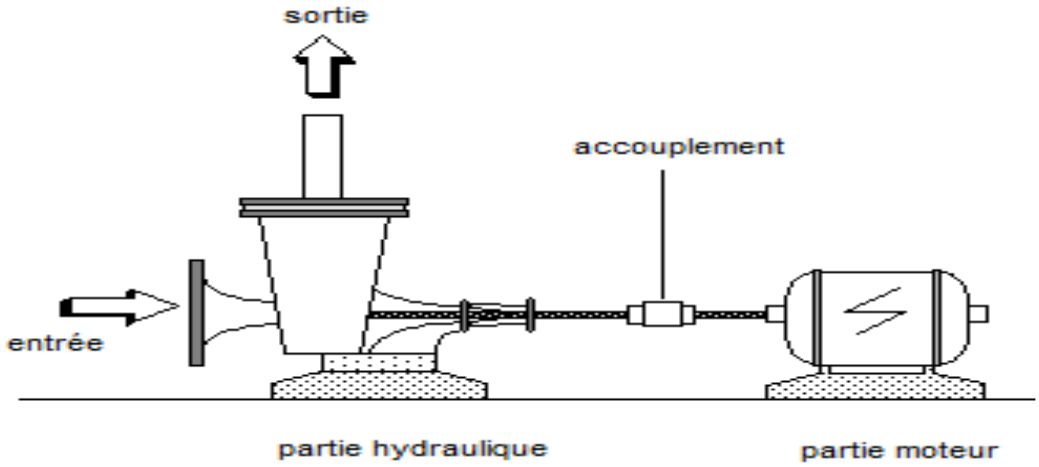


Figure 6: Type de pompe

- **La puissance hydraulique de la pompe**

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

Avec :

Ph : puissance hydraulique de la pompe en W

ρ: masse volumique de l'eau = 1000 kg/m3

g : accélération de la pesanteur = 9,81 m/s²

Q : débit en m3/s

HMT : Hauteur Manométrique Totale en m

- **Choix de la pompe**

Compte tenu de notre débit et de la HMT, nous nous somme intéressé à la pompe de type Grundfox. Ainsi notre choix s'est porté sur le type **LS 350-300-508C.** Il s'agira d'installé **3 pompe dont 2 en série et 1 en secours** prêt à prendre la relève en cas de panne. Ce sont des pompe centrifuge non auto-amorçant à un étage, avec aspiration radiale et orifice de refoulement radial. Pompe pour le pompage de liquides clairs, propres ou légèrement contaminés, non agressifs, sans matières solides abrasives ou fibres longues. La pompe à un arbre de pompe horizontal et le carter peut être démonté dans le plan horizontal le long de l'arbre d'entraînement. La pompe et le moteur sont montés en unités séparées sur un châssis commun et sont reliés par un accouplement flexible. La roue est équilibrée hydrauliquement et dynamiquement. L'unité complète se compose de la pompe, du châssis, de la protection de l'accouplement et du moteur électrique. (Voir Annexe 3 pour le dimensionnement)

Voici les caractéristiques de notre pompe

Technique:

Débit calculé réel: 1493 m^3/h

HMT: 30 m

Roue mobile nominal: 508 mm

Garniture mécanique primaire: BBQE

Certifications: CE, EAC

Tolérance de courbe: ISO9906:2012 2B

Direction rotation: Sens antihoraire

Matériaux:

Corps de pompe: FONTE DUCTILE

EN 1563 EN-GJS-500-7

Bague d'usure: Bronze

Roue mobile: Acier inoxydable

Roue: EN 1.4301

Roue mobile: ASTM AISI 304

Arbre: Stainless steel

Installation:

Plage température ambiante: -20 à 55 °C

Pression maximale de service: 16 bars

Bride standard: DIN

Asp. pompe: DN 350

Refoulement pompe: DN 300

Pression nominale pour le raccordement: PN 16

Type d'accouplement: Accouplement avec goupille et douille

Donnée électrique:

Type moteur: SIEMENS

Classe de rendement IE: IE3

Puissance nominale - P2: 160 kW

Fréquence d'alimentation: 50 Hz

Tension nominale: 3 x 380-420D/660-725Y V

Courant nominal: 300-290/174-168 A

Intensité démarrage: 770-770 %

Cos phi - facteur de puissance: 0.83

Vitesse nominale: 990 mn-1

Rendement: IE3 95,6%

Rendement moteur à pleine charge: 95.6-95.6 %

Rendement moteur à 3/4 charge: 95.8-95.8 %

Rendement moteur à 1/2 charge: 95.4-95.4 %

Nombre de pôles: 6

Indice de protection (IEC 34-5): IP55

- **Le pré-décanteur**

Le bassin de pré-décantation reçoit l'eau brute venant de l'exhaure pour un premier traitement (ou prétraitement). Ce prétraitement est conçu pour traiter l'eau brute pendant la saison des pluies, ou l'eau vient plus chargée. Pendant la saison sèche on pourrait faire un by-pass et ne faire que le traitement principal. . C'est une partie d'un seul compartiment d'une surface de **2579,2 m²** avec un volume de stockage de **10 000 m³**.

Le prétraitement est composé d'un bassin de pré-sédimentation avec un dosage préalable de lait de chaux pour corriger le Ph, le sulfate d'alumine pour coaguler les matières en suspension et polymère pour améliorer la floculation. L'operateur aura également la possibilité de réaliser une pré-oxydation avec l'hypochlorite de calcium.

Figure 7: Intérieur bassin de pré-décantation

Table 11: Dimensionnement du PSB

Dimensionnement PSB		
Désignations	Unités	
Débit de dimensionnement	m^3/h	1493
Volume requis	m^3	9940
Volume choisi	m^3	10 000
Surface requise	m^2	2500
Hauteur choisie	m	4

Table 12: Caractéristique du PSB

Caractéristique PSB		
Désignation	Unités	
Débit par décantation	m^3/h	1493
Volume par décantation	m^3	10 000
Surface de décantation	m^3	2500
Longueur de pré décantation	m^2	82
Largeur de Pré décantation	m	30.5

Table 13: Condition de Fonctionnement

Caractéristique par cellule et Condition de fonctionnement		
Nombre de cellule		2
Volume par cellule	m^3	5000
Surface par cellule	m^2	1250
Longueur cellule	m	82
largeur cellule	m	15.1
Vitesse de décantation	m/h	0.55
Vitesse horizontale	m/h	11.36

- **Bâtiment chimique (CB)**

Le bâtiment chimique est un bâtiment où on l'on prépare des réactifs chimiques utilisés pour le dosage de l'eau à traiter dans la filière. Ce bâtiment sert de magasin de stockage des réactifs et comprend aussi des pompes doseuses de réactifs. A travers ce bâtiment on mélange les réactifs destinés pour le fonctionnement certains ouvrages tels que le filtre, le bassin pré-décantation, le décanteur …

- **Agitateur (MW)**

Situé à l'entrée du décanteur, l'agitateur permet de mélanger (par agitation) l'eau brute venant du bassin de pré décantation avec certains réactifs (sulfate d'alumine et du polymère) avant qu'il atteigne le décanteur (ou pulsatube).

Agitateur (Chambre de mélange rapide)		
Désignation	Unités	
Temps de contact	s	30
Débit total	m3/s	1798
Volume total	m3	15
Nombre de ligne		2
Nombre de bassin		1

- **Décanteur / Pulsatube (FC/CL)**

Le pulsatube (ou décanteur lamellaire à lit de boue pulsé) reçoit le mélange (eau + réactifs) venant de l'agitateur. Il se subdivise en deux (2) parties identiques (deux sous-décanteurs) ayant le même rôle à savoir la décantation de l'eau dans un bloc de deux compartiments avec une surface de 150 m^2 et un volume de 900 m^3 chacun. Les boues formées par la floculation constituent une masse en expansion (lit de boue). L'eau préalablement coagulée circule de bas en haut de manière régulière et uniforme au travers de ce lit de boue et ressort clarifiée a la partie supérieure du décanteur.

L'expansion homogène du lit de boue est maintenue par des cycles pulsatoires, mis en œuvres grâce a une **« cloche à vide** » : la mise sous vide de cette cloche permet d'élever le niveau de l'eau

brute en son sein (phase appelée de **« remplissage »**) et de retour brusque a la pression atmosphérique provoque l'évacuation de l'eau stockée vers le lit de boue par des ramifications intérieurs (phase appelé **« chasse »**).

Le principe consiste à mettre la cloche en dépression par aspiration de l'air qui y est contenu a travers un ventilateur. De ce fait, le niveau de l'eau monte progressivement da la cloche (remplissage). Lorsqu'il atteint une valeur au-dessus du niveau de l'eau dans le décanteur, un contact de niveau commande l'ouverture brusque d'une vanne de la mise en communication avec l'atmosphère (chasse). La pression atmosphérique s'applique donc immédiatement sur l'eau stockée dans la cloche, qui est ainsi poussé à grande vitesse vers les tuyaux de distribution.

Les boues en excès se déversent dans des trémies ou elles se concentrent avant d'être évacuées par ouverture de 2 vannes automatiques. A la surface supérieure du lit, l'eau clarifié se sépare des boues, puis est collectée a proximité de la surface du bassin par une série de goulottes de reprise.

Table 14: Conception du décanteur

Décantation		
Débit affluent pour dosage	m3/s	1798.1
Nombre de ligne		2
Surface totale nécessaire	m^2	256.9
Surface par décanteur	m^2	128.4
Longueur décanteur	m	10.8
Largeur décanteur	m	15.45
Surface totale des décanteurs "pulsatube"	m^2	166.86
Vitesse obtenue considérant toute la surface	m/h	5.6
Surface lits de boue du pulsatube	m^2	130.7
Vitesse obtenue sur le lit de boue	m/h	6.88

❖ **Filtres (RGF)**

L'effluent du pulsatube passe à travers un lit de sable (d'environ un mètre d'épaisseur) qui sert de filtres. Le mécanisme de la filtration se base sur le phénomène de la pesanteur. Ainsi, l'eau s'écoule à travers le sable (filtre) et ce dernier retient physiquement les particules présentes dans l'eau par simple blocage dimensionnel de l'espèce entre les différents grains de sable.

C'est au niveau des filtres qu'on injecte l'eau de chaux (ou chaux équilibrante). La chaux équilibrante est une solution saturée d'hydroxyde de calcium (OH) 2 utilisée comme réactif de neutralisation afin d'équilibrer le pH de l'eau traitée à la sortie des filtres.

Table 15: Conception du filtre à sable

Filtre à sable		
Débit a traité		
Débit a traité	m^3/s	1667
Perte eau en filtre (eau à rajouter)	m^3/s	47
Débit entré filtre	m^2	1714
Nombre de filtre en lavage en simultané		1
Filtration		
Nombre de filtre		6
Débit unitaire par filtre	m^3/h	285.5
Débit total de filtration	m^3/h	1713
Surface totale de filtration	m^2	292.1
Vitesse obtenue sur le lit de boue	m/h	6.88
Paramètres de filtre		
Nombre de cellule par filtre		1
Largeur de la façade	m	3.68
Longueur	m	13.23
Hauteur du milieu filtrant (sable)	m	0.9

- **Chambre de désinfection (DCC) et le réservoir d'eau traitée (CWR)**

L'effluent provenant du filtre est acheminé vers **la chambre de désinfection (DCC)** au niveau de laquelle se fait la désinfection de l'eau. Ici, on ajoute du chlore afin d'empêcher le développement des bactéries et de maintenir la qualité de l'eau tout le long de son parcours dans les canalisations grâce à son effet rémanent.

Ensuite, l'eau traitée est acheminée vers le **réservoir d'eau traitée (CWR)** qui sert de lieu stockage de l'eau potable avant son refoulement. La capacité du réservoir d'eau traité est de **6000m3**.

- **Bâtiment de refoulement des eaux potables**

Cette salle est déjà existante, elle comporte des pompes permettant le refoulement des eaux potables produites à travers un réseau de conduits souterrains vers les châteaux d'eau de la ville. Les travaux consisteront à adapter le nouveau débit de la filière numéro IV au réseau existant. La filière de Goudel IV alimentera les différents châteaux d'eau (réservoirs d'eau) R12, R16 etc. de la ville de Niamey.

- **Lits de séchage des boues (SDB) et de l'eau de lavage (WWP)**

a) Lits de séchage de boues (SDB)

Les lits de séchage de boues sont des bassins qui serviront à donner aux boues venant de la ligne de traitement un temps de séchage afin de réduire leur volume pour pouvoir en disposer correctement. Ce seront les premiers lits de séchage de boues de la station de la SEEN. Cela permettra de ne pas déverser les eaux chargées de boues directement dans le fleuve, comme c'est le cas en ce moment. De plus, dans le cas de l'Usine de Traitement de Goudel, l'utilisation des lits de séchage des boues diminuera considérablement l'utilisation des réactifs intervenant dans le traitement des eaux brutes, ce qui fera que le traitement des eaux sera moins couteux et plus facile.

Pour la SPG, on prévoit **deux (2) lits** de séchage de boues : le SDB1 et SDB2 qui devront avoir en total une aire effective de **2000m²** avec une hauteur de **1m**. Ils se composent de bas en haut : des tuyaux perforés entourés par une couche de sable filtrant.

Les boues issues du système épuratoire sont directement extraites du pulsatube et filtres et transférées après floculation sur les lits.

La floculation permet de mieux séparer les boues de l'eau interstitielle. L'eau recueillie est reconduite vers le fleuve à travers des conduites DN 500. Ensuite, les boues égouttées sèchent en fonction des conditions climatiques (zone assez ensoleillée).

Figure 8: Phase de décapage des lits de boue

b) Lits de séchage de l'eau de lavage (WWP)

Les lits de séchage de l'eau de lavage sont des ouvrages constitués de bacs en béton dont le plancher est rendu étanche par un radier en béton. Ils sont au nombre deux (2), le WWP1 et WWP2 qui devront avoir en total une aire effective de **1400m²** avec une hauteur de **1,5m.**

A ce niveau, les eaux sales de tous les ouvrages de la ligne de traitement, mais surtout les eaux de lavage des filtres (RGF) provenant de l'activité de la station sont acheminées vers ces bassins. Puis l'eau filtrée au travers du lit de sable sera versée vers le fleuve.

IV.4. Analyse physico-chimique de la station de traitement de Goudel 4

❖ Qualité de l'eau brute

Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques au cours du mois d'août. Courant le mois d'août 2018 deux échantillons d'eau brute en surface et en profondeur de 4 m ont été analysés et les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Table 16: Analyse physico chimique

Désignation	Unité	Surface	Profondeur (-4 m)	Valeur moyenne	OMS
Paramètres physico-chimiques					
Température	°C	34,7	29,4		
pH		6,5	6,5	6,5	8
Conductivité	µS/Cm			700	1000
Turbidité	NTU	**813**	**1287**	**2**	**5**
Calcium (Ca)	mg/l	8	9	125	200
Sodium (Na)	mg/l	5	5	156	200
Chlorure (Cl)	mg/l	2	4	135	250
Sulfate (SO_4)	mg/l	2	1	116	300
Nitrate (NO_3)	mg/l	0,2	1	36	50
Nitrite (NO_2)	mg/l	0,02	0,01	0.5	3
Fer (Fe)	µg/l	**1100**	**800**	**200**	**300**
Manganèse (Mn)	µg/l	**<100**	**<100**	50	100
Ammonium (NH4)	mg/l	**2,1**	**2,8**	**0,5**	**1,5**
Fluorures	mg/l	0,1	0,1	1,5	1,5
Chrome total	mg/l	0,03	0,01	0,05	0,05
Cuivre	mg/l	<0,01	<0,01	1.1	2

Désignation	Unité	Surface	Profondeur (-4 m)	Valeur moyenne	OMS
Plomb	mg/l	0,001	0,002	0,003	0,01
Baryum	mg/l	0,03	0,07	0.1	0,3
Azote Total	mg/l	5,5	7,3	32	50
Cyanures	mg/l	0,001	0,001	0,05	0,07
Paramètres bactériologiques					
Flore aérobie mésophile	Totale/ml	$1{,}22.\ 10^5$	$5\ 10^2$	-	--
Escherichia coli (E. coli) l	/100 ml	Absence	Absence	Absence	Absence
Coliformes totaux	/100 ml	Absence	Absence	Absence	Absence
Salmonelles /5l	/5l	Absence	Absence	Absence	Absence
Streptocoque fécal / 100 ml	/100 ml	$9\ 10^2$	Absence	-	-
Anaérobies sulfato-réducteurs	/100 ml	Absence	Absence	Absence	Absence

Au plan bactériologique, l'eau brute du fleuve Niger contient des germes naturellement présents qu'il faut éliminer.

Pour mieux caractériser la qualité d'eau brute à Niamey située à l'amont de Niamey, les données de la qualité d'eau brute du fleuve Niger à Niamey pour l'année 2018 seront dépouillées, et ceci en absence d'un historique des analyses des eaux brutes à la station de traitement de Niamey. En effet, on est sûr que nous sommes dans le cas le plus défavorable puisque les résultats obtenus sont sur des échantillons en aval de la prise actuelle de la station de traitement de Niamey.

- **Turbidité et MES**

Les moyennes mensuelles de la turbidité et de la MES sont consignées dans le graphique ci-dessous et montrent que durant la période estivale (mai- Aout) la qualité de l'eau brute se détériore et se charge en MES. Les valeurs maximales pour la turbidité et la MES, enregistrées le 15 Juin 2018, sont respectivement de 6421 NTU et 3750 mg/l.

Ces deux valeurs nous guident à proposer une filière de traitement avec une étape de pré-décantation.

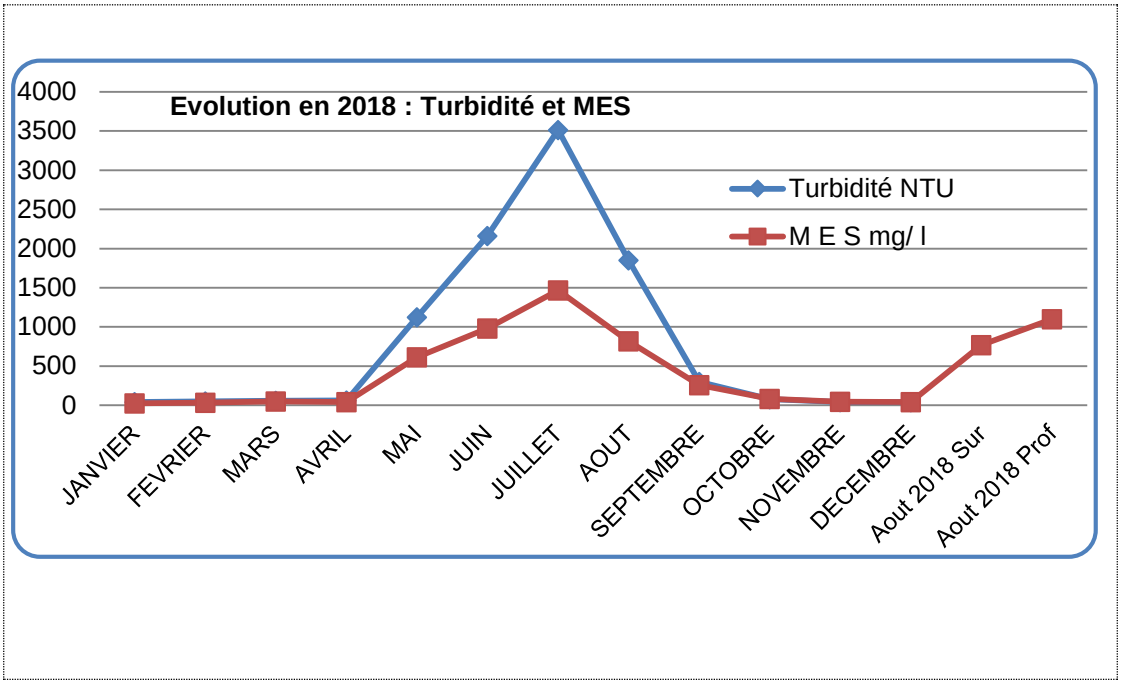


Figure 9 : Evolution de la Turbidité et MES

- **Matière organique**

Les moyennes mensuelles de la MO présentent dans l'eau brute, sont consignées dans le graphique ci-dessous et montrent que durant la période estivale (mai- Aout), la concentration dépasse 6 mg/l. La valeur maximale pour la MO, enregistrée le 15 Juin 2018, est de 14,7 mg/l, dépassant la valeur limite de 10 mg/l pour l'eau brute. La caractéristique de l'eau brute en termes de MO nous guide à proposer une filière de traitement avec une étape de pré-chloration pour l'oxydation de la matière organique ainsi qu'une étape d'aération pour oxygénation et oxydation de la MO présente dans l'eau brute.

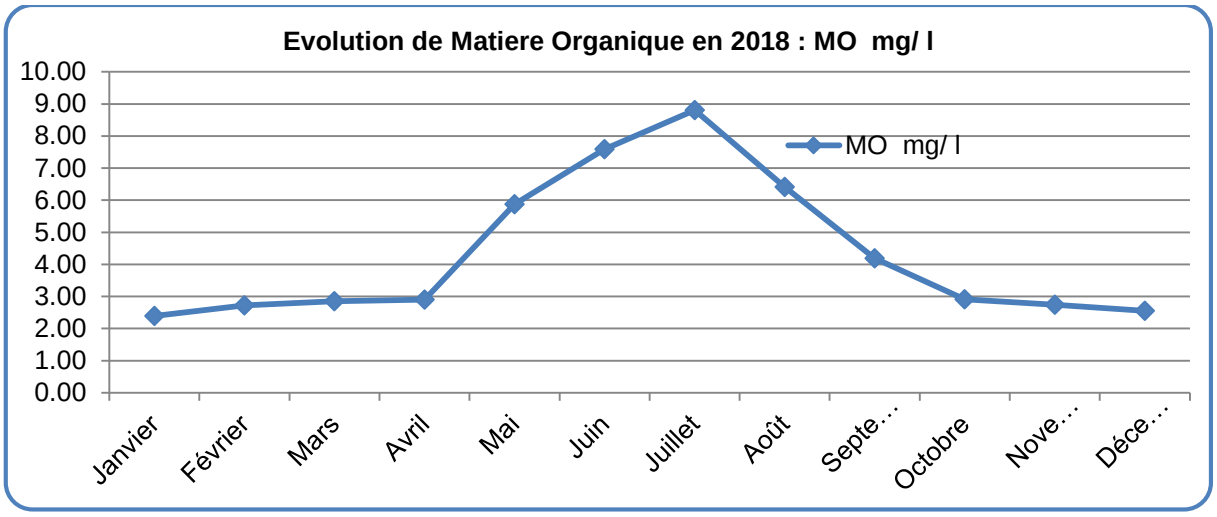


Figure 10: Evolution de la Matière Organique en 2018

Les valeurs de la DCO et la DBO5 mesurées au mois d'aout, montrent que l'eau brute est chargée par la matière organique, et que l'estimation par la relation MO= (2x DBO5+DCO)/3 donne une valeur de MO de 64 mg/l.

- **Couleur**

Les moyennes mensuelles de la valeur de la couleur de l'eau brute sont consignées dans le graphique ci-dessous et montrent que durant la période estivale, la valeur dépasse 550 mg/le Pt et que durant toute l'année la valeur dépasse 200 mg/l Pt, valeur limite pour l'eau brute.

Généralement, la couleur naturelle de l'eau brute de surface est principalement due aux substances humiques classées comme acides humiques et fulviques.

Ils sont des composés polymères colloïdaux, hydrophiles et anioniques qui sont réfringents (non biodégradables). Les deux peuvent être éliminés par coagulation qui sera améliorée par un pH optimal situé entre **6,5 et 7,2**. Évolution de la couleur de l'eau brute à Niamey en 2018. D'autre part et tant que l'origine de la couleur est organique, elle sera oxydée par la pré-chloration.

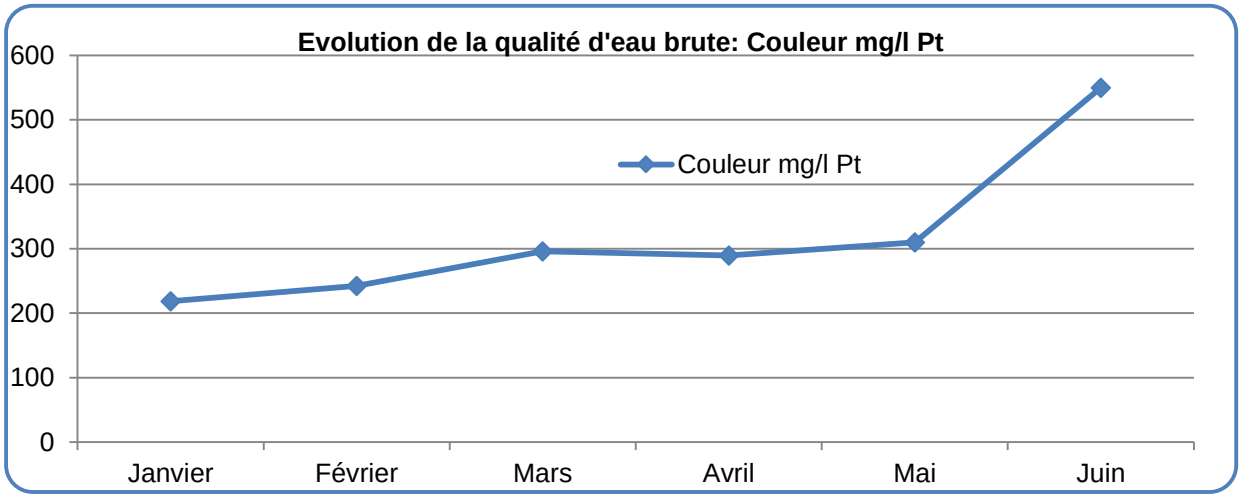


Figure 11: Evolution de la couleur mg/l Pt

❖ **Le pH**

Les moyennes mensuelles de la valeur du pH de l'eau brute sont consignées dans le graphique ci-dessous et montrent une valeur maximale de 7,55 qui est limite pour une coagulation optimale.

En effet, l'AWWA, défini une coagulation optimale avec du sulfate d'alumine pour des valeurs de pH comprise entre 5,5 et 7,5 et préconise une valeur typique de 7.

Les valeurs des analyses du mois août 2018 sont de 6,5 en surface et en profondeur.

Evolution du pH de l'eau brute à Niamey en 2018 et à la station de traitement de Tillabéri en aout 2018.

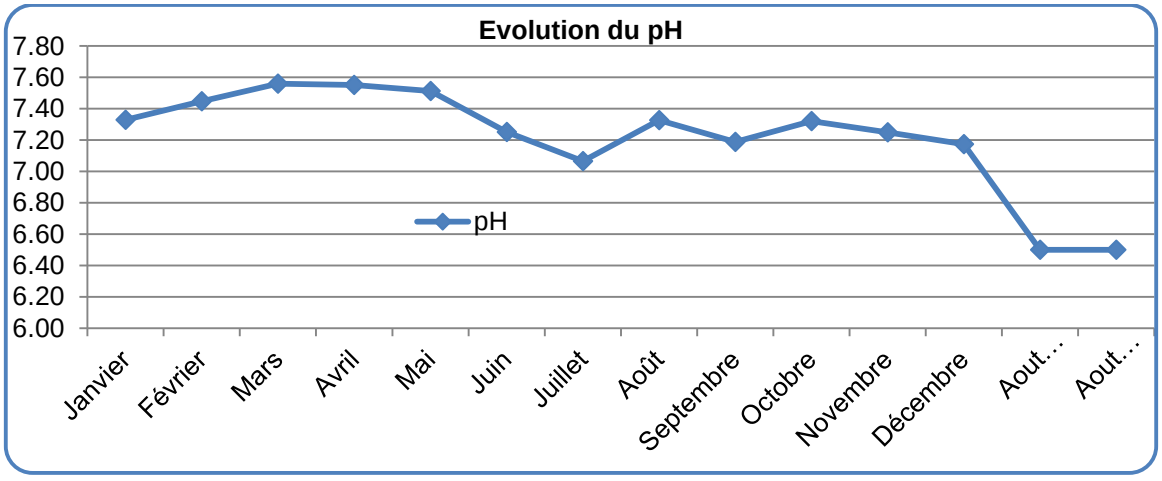


Figure 12: Evolution du pH

❖ Le TAC

Les moyennes mensuelles de la valeur du Titre alcalimétrique complet de l'eau brute sont consignées dans le graphique ci-dessous et montrent des valeurs faibles, ceci implique que l'eau brute est faiblement minéralisée, soit une eau douce.

L'augmentation de la minéralisation de l'eau traitée devra être prise en compte par l'ajout de chaux pour distribuer une eau équilibrée et légèrement incrustante, soit un indice de Langelier de l'ordre de 0,2. Évolution du TAC de l'eau brute à Niamey en 2018.

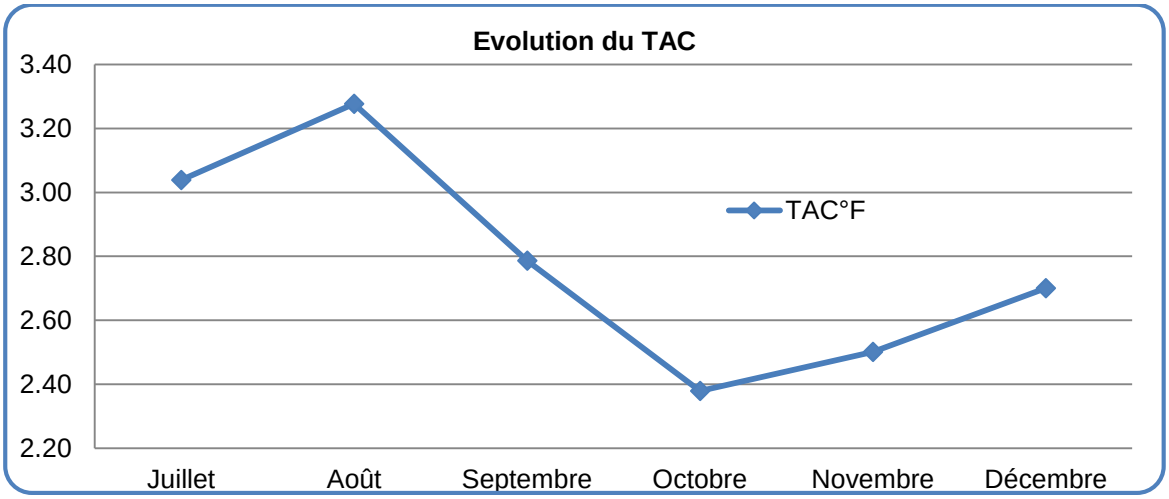


Figure 13: Evolution du TAC

❖ Fer

Les analyses du mois août 2018 ont données des valeurs de 1,1 mg/l en surface et de 0,8 mg/l, dépassant les limites de 0,2 et 0,3 indiquées par les directives de la CE et l'OMS. La pré-chloration et l'aération sont capables de rabattre les teneurs en Fer enregistrées sur l'eau brute.

❖ Ammonium

Les analyses du mois août 2018 ont données des valeurs de 2,1 mg/l en surface et de 2,8 mg/l, dépassant les limites de 0,5 et 1,5 indiquées par les directives de la CE et l'OMS.

Les procédés unitaires utilisés pour l'élimination de l'ammonium sont l'oxydation par le chlore (une concentration au-delà du point critique 'break-point' afin qu'il ait réagi avec tous les composés azotés présents dans l'eau), l'aération, l'échange ionique et la filtration biologique. (Béga Urbain OUEDRAOGO, n.d.)

Pour simplification du procédé de traitement, nous retenons que la pré-chloration et l'aération sont capables de rabattre les teneurs en Ammonium enregistrées sur l'eau brute.

❖ Conclusion sur la qualité d'eau

L'eau brute est caractérisée par:

- Une turbidité très variable dans le temps et peut atteindre des valeurs même supérieures à 6000 NTU. Une pré-décantation, s'impose ;
- une charge en MO élevée ainsi qu'une valeur de couleur importante, ce ci impose une pré-oxydation ;
- une minéralisation faible, l'eau traitée doit être rééquilibrée par l'ajout de chaux ;
- des taux en Fer et en Ammonium supérieurs aux normes, la préchloration et l'aération sont encore justifiées ;
- existence de Flore Aérobie Mésophile et Streptocoque fécaux.

Le caractère général de l'eau brute du fleuve Niger est donc celui d'une eau ne pouvant servir d'eau de boisson humaine sans un traitement préalable de clarification, de désinfection et de traitement de type particulier (mise à l'équilibre calcocarbonique, etc.).

La turbidité de l'eau brute en surface est de 50 % de moins par rapport à la turbidité en profondeur, une prise d'eau flottante en surface sera retenue.

V. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE

V.1 Objectif d'étude d'impact environnemental et social (EIES)

La réalisation d'étude d'impact environnemental et social (EIES) pour un projet consiste à élaborer un dossier qui met en lumière les conséquences environnementales (positives ou négatives) d'un projet pour limiter, atténuer et compenser les impacts environnementaux. L'objectif premier d'une EIES est de fournir aux décideurs, un rapport préalable présentant les implications à chaque niveau, des diverses modalités des différentes activités projetées afin de leur permettre d'en tenir compte et de procéder à une modification éventuelle de la conception finale.

Loin des objectifs que vise ce projet, qui consiste à alimenter la ville de Niamey et, ainsi qu'à l'amélioration des conditions de vie des populations. Ce projet entraine des changements du milieu biophysique susceptible d'engendrer des impacts environnementaux et sociaux sur le milieu précité. C'est dans ce cadre qu'une étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet afin d'évaluer les impacts potentiels, et par la suite proposer des mesures d'atténuation ou de bonification pour une meilleure prise en compte du milieu récepteur.

❖ Cadre politique

Le Ministère chargé de l'environnement en collaboration avec les autres ministères et Institutions concernées doivent s'assurer que les engagements internationaux souscrits par le Niger dans le domaine de l'environnement sont introduits progressivement dans la législation, la réglementation et la politique nationale. Durant la même année 1998, le programme d'action de lutte contre la Désertification et de la Gestion des Ressources naturelles (PAN/LCD-GRN) a été élaboré. Il constitue également l'un des instruments de gestion de l'environnement et de protection de la nature.

La protection de l'environnement est une priorité du gouvernement nigérien qui a tenu à l'exprimer dans plusieurs textes de lois, mais aussi à travers les politiques et programmes, indispensables pour assurer un développement harmonieux du pays. Ainsi, le Niger a fait les choix stratégiques pour concilier les impératifs de court terme consistant en la recherche de solutions aux préoccupations urgentes et la nécessité d'adopter une stratégie à long terme permettant d'optimiser les ressources

naturelles et humaines en vue de promouvoir un développement économique social durable et une croissance inclusive.

Pour assurer une bonne mise en œuvre de ces solutions stratégiques, il est primordial d'assurer une coordination efficace des différents programmes de développement et de pouvoir traduire les choix politiques des autorités nigériennes en des plans d'action prioritaires, reposant sur des orientations claires et des programmes cohérents et intégrés. Pour répondre à cela, le gouvernement a préparé deux (2) documents principaux à caractère stratégique : la « Stratégie de Développement durable et de Croissance Inclusive » (SDDCI NIGER 2035), le Plan de Développement Economique et Social (PDES 2017-2021).

❖ **Méthodologie de l'EIES**

La méthodologie adoptée est conforme à la politique de l'État et à la règlementation des respects, des dispositions de la loi-cadre n 98-56 du 29 décembre 1998, relative à la gestion de l'environnement, a son articule 33, et au décret n 2000-397/PRN/ME/LCD du 20 octobre 2000 portant sur la procédure administrative d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement, en son article 7.

V.2 Identification des impacts et risques environnementaux et sociaux et leur mesure d'atténuation

❖ **Méthode d'identification des impacts sur l'environnement**

L'identification et la détermination de la nature (négative et positive) des impacts potentiels seront réalisées à l'aide d'une matrice d'interrelation entre les composantes sensibles du milieu touché et les sources d'impacts (activités) du projet. Après cette identification, une première analyse matricielle des interactions permettra de relever des impacts plus ou moins significatifs aux fins de leur description.

❖ **Définition des activités sources d'impact**

Les effets environnementaux d'un projet sont identifiés en analysant les interactions entre chacune des infrastructures (station de traitement, réservoir d'eau, conduite d'eau) à implanter ou des activités à réaliser et les composantes environnementales du milieu.

Les infrastructures et les activités prévues sont donc considérées comme des sources pouvant engendrer des changements d'une ou de plusieurs composantes environnementales sensibles.

En phase de préparation, les sources potentielles d'impact comprennent notamment :

- Terrassement et préparation du site (Aménagement /installation chantier, base vie de l'entrepreneur ;
- circulation de véhicules et engins lourds ;
- transport du matériel (transport matériaux sur les sites) ;
- travaux d'excavation, de terrassement et rechargement (travaux de déblais, de remblais, etc. …..) ;
- travaux d'infrastructures (fondation, ouvrages, démolition ouvrages existants, construction ouvrages en béton) ;
- recrutement de la main-d'œuvre ;

❖ **Définition des composantes environnementales et sociales**

Les composantes des milieux biophysique et humain susceptibles d'être touchés par le projet correspondent aux éléments sensibles de la zone d'étude, c'est-à-dire aux éléments susceptibles d'être modifiés de façon significative par les composantes ou les activités liées au projet, présenté dans le tableau 22.

Table 17:Les composantes environnementales et sociales

Milieu biophysique
Qualité air
Ambiance sonore
Sols
Eaux de surface
Eaux souterraines
Paysage
Végétation
Faune
Milieu humain
Activités
Revenu et emploi
Bien-être et santé des populations
Bien-être et santé des travailleurs

❖ **Principaux enjeux du projet**

Les principaux enjeux du projet sont présentés dans le tableau 23.

Tableau 1:les principaux enjeux

Enjeux	Description
Environnement	▪ Pression sur les ressources naturelles ; ▪ Pollution des ressources naturelles ; ▪ Gestion de déchets ; ▪ Nuisances dues aux travaux
Social	▪ Problème de conflits fonciers ▪ Afflux non contrôlé de population ▪ Santé publique ▪ Sécurité des employés ▪ Sécurité des entreprises en charge des travaux
Culturel	▪ Préservation du patrimoine culturel et archéologique ; ▪ Modification des coutumes et des traditions et les valeurs culturelles
Économique	▪ Inflation générée par le projet ▪ Retombées économiques locales et régionales du projet ▪ Économie des ménages

❖ **Évaluation des impacts**

Table 18: Matrice des impacts

Composantes affectées	Phases du projet	Source d'impact	Description des impacts
Milieu biophysique			
Ressources en eau	Phase de construction	Fonction d'eau	Risque d'affaissement des ressources en eau souterraine.
	Phase d'exploitation	Contamination des ressources en eau souterraine et superficielle.	Déversement des diverses substances dans le fleuve (huile, graisses, hydrocarbures et métaux issus du

			chantier et pendant l'exploitation.
Qualité de l'air	Phase de construction Phase d'exploitation	Poussières Gaz CO CO2	Exposition des riverains à des fines particules par le biais de poussières ; Exposition de façon prolongée de gaz d'échappement issus de la combustion des hydrocarbures.
Végétation	Phase de construction	Déblaiement des plantes herbacées.	Coupe d'arbre et d'herbe en bordure du fleuve et des

			différents sites installations des ouvrages.
Faune	Phase de construction	Bruit Destruction des arbustes Modification du paysage.	Bruit permanent dû aux passages des camions et engins perturberont l'avifaune. Destruction des arbustes provoquera une perte d'habitat pour certains oiseaux et pour la microfaune.
Paysage	Phase de construction	Modification du paysage	Par des couvertures

			dans des zones d'emprunts et des carrières.
Milieu humain			
Impacts environnementaux	Phase de construction Phase d'exploitation	Impacts sonores	Travaux préparatoires des emprises et des travaux connexes. Bruits provenant des engins, des moteurs et de la circulation de l'air.
Santé et sécurité et bien-être des populations	Phase de construction	Travaux de construction et la présence de la main d'œuvre dans la zone	Accident de travail et naissance des nouvelles maladies cardio-

	Phase d'exploitation		vasculaires et aussi des maladies sexuellement transmissibles. Amélioration des conditions sanitaires par la facilitation d'accès aux services sociaux de base (eau potable, centre de santé…).
Activités socioéconomiques	Phase d'exploitation	Travaux de construction	Créations d'emploi direct pour les jeunes de la zone (villages riverains),

			réduction de l'exode rural. Accroissement à court terme des activités économiques dans la zone.

Bilan des impacts positifs et négatifs

Ce bilan qu'on peut aussi appeler matrice d'identification des impacts potentiels présente les impacts potentiels sur chaque composante environnementale à chacune des phases de construction des différents ouvrages du projet. L'importance de l'impact est de déterminer à partir des interactions entre l'intensité, le délai d'apparition et la durée de l'impact. Le signe (+) implique que l'impact en question est positif tandis que le signe (-) représente un impact négatif. Une même action en peut avoir un impact positif et négatif sur une composante. La parenthèse indique que la mise en place d'une mesure peut permettre de minimiser ou d'éliminer l'impact négatif .Pour une compréhension, sans ambiguïté, nous avons dressé une légende qui se présente comme suit :

Impacts positifs :	**Impact négatifs :**
(+) : Impact positif de faible intensité	(-) : Impact négatif de faible intensité
(++) : Impact positif de moyenne intensité	(- -) : Impact négatif de moyenne intensité
(+++) : Impact positif de forte intensité	(- - -) : Impact négatif de forte intensité

(0) : Pas d'impact

Table 19:Matrice des bilans des impacts positifs et négatifs

Activités sources d'impact	**Composantes environnementales**									
	Milieu biophysique						**Milieu humain**			
	Sols	Eaux	Air	Faune	Végétation	paysage	Circulation	Environne acoustique	Sante sécurité	Socioéconomique
Aménagement des installations et repli du chantier atelier.	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(0)	(-)	(-)(+ +)	(+ + +)
Préparation de milieu récepteur (déboisement débroussaillage, décapage excavation, terrassement).	(- - -)	(- - -)	(- - -)	(- -)	(-)	(- -)	(- -)	(-)	(-)	(+)
Transport et la circulation (déplacement de la main d'œuvre, de	(- -)	(-)	(- -)	(- -)	(- -)	(-)	(0)	(--)	(--)	(++)

la machinerie et des matériaux de construction										
La construction et l'aménagement des infrastructures et de tous les ouvrages (station de traitement et ouvrages annexes… etc.)	(- -)	(-)	(0)	(--)	(--)	(-)	(++)	(0)	(-)	(+ +)

❖ **Mesures d'atténuation**

Les mesures d'atténuation que nous proposons s'appliquent à l'ensemble des interventions pour la réalisation des ouvrages AEP ;l'objectif que nous nous sommes fixé étant de zéro (0) accident à travers une sécurisation des travailleurs , une réduction d'impact négatif sur le milieu humain (Population), une maximisation des interventions favorisant les impacts positifs et enfin une meilleure protection du milieu biophysique.

C'est ainsi que le tableau ci-dessous présent, selon l'étude d'impact environnemental et social (EIES), les impacts négatifs et les mesures d'atténuations que l'entreprise et ses collaborateurs doivent mettre en œuvre.

Table 20: Mesure d'atténuation

Milieux	récepteurs	Activités sources d'impacts	Impacts potentiels	Mesures d'atténuation	Responsables chargés de mise en œuvre
Milieux biophysique	**Eaux**	-Travaux de terrassement sur le site -Circulation des gros engins	-Répercussions sur la disponibilité en eau durant les travaux de chantier -Contamination des points d'eau par les dépôts des poussières -Intoxications des animaux -Pollution des eaux souterraines et de surface par les hydrocarbures	-Mise en place d'un système de traitement des eaux usées. -Effectuer les vidanges a la base – vie de l'entreprise ou dans les espaces agrées -Entreposage adéquat des produits huileux et pétrolier	-le ministère de l'Environnement -La SPEN -L'entreprise chargée de l'exécution
	Sols	-Travaux préparatoires du site	-Pollution par les hydrocarbures et autres déchets	-installer un bac métallique pour les huiles de vidanges -installer un collecteur des eaux usées provenant des garages	Le ministère de l'Environnement -La SPEN

		-Décapage des couches superficielles des sols au niveau du site	-Altération des propriétés physicochimiques des sols par le stockage des matériaux de construction -Modification de la structure et texture des sols des sites de construction et environnant	-Installer un bac à ordures dans la basse vie	-L'entreprise chargée de l'exécution -La population locale
	Air	Travaux de préparation des terrains qui vont recevoir les ouvrages hydrauliques	-Dégradation de la qualité de l'air ambiant par les émissions de poussières	-Information et sensibilisation des populations locales sur l'altération de la qualité de l'air ambiant -Port d'EIP (Équipements individuels de Protection) par le personnel -Arrosage régulier des sites et pistes	-Entreprise chargée de l'exécution -le ministère de l'Environnement -ONG
	Paysage	Préparation des différents sites	-Dénaturation des paysages concernés durant les travaux de chantier	-remise en état des lieux	Entreprise

				-Gestion appropriée des débris issus des défrichements, végétation des sites	
Milieu humain	**Santé –sécurité**	Travaux de construction de la station de traitement et les ouvrages annexes	Accidents de travail lors des travaux Dégradation de la santé des travailleurs suite aux dégagements des poussières Apparition de certaines maladies liée aux émissions de poussières Accroissement du taux IST/VIH-SIDA dans la zone du projet	-Mise en œuvre d'un plan d'urgence de sécurité et d'une équipe de sécurité -Sensibiliser les travailleurs sur le port des EIP a leur lieu de travail -Organisation des séances de sensibilisation et de formation à l'intention des travailleurs de chantier en matière de sécurité et santé au travail et IST/VIH-SIDA -Immatriculer les travailleurs à la caisse de sécurité sociale -Mise en place des installations sanitaires convenables,	Entreprise

				comprenant des douches et sanitaires dans la base-vie -Contrôle régulier des émissions des gaz	
Milieu humain	**Activités socioéconomiques**	Travaux de construction	-Création d'emplois directs et frein à l'exode rural -Développement du petit commerce	Donner un quota important aux locaux lors du recrutement de la main-d'œuvre	-Entreprise -Inspection régionale de travail

	Bruit	Travaux de préparation des différents sites.	Nuisances sonores pour les travailleurs de chantier et pour les populations locales.	-Interdire de réaliser des travaux bruyants en dehors d'heures normales de travail. -Respect des normes internationales d'émissions sonores Entretien régulier des équipements.	-Entreprise -Mission de contrôle

VI. DEVIS ESTIMATIFS

Table 21: Devis estimatif du Projet

Devis estimatifs		
Nature	**Ouvrage**	**Somme Franc CFA**
Avance	Démarrage	2 475 900 000
Mobilisation	Général	1 375 500 000
Etudes	Boue	687 750 000
Etudes	Eau Brute	687 750 000
Etudes	Eau Potable	2 751 000 000
GC et Mécaniques	Boue	2 751 000 000
GC et Mécaniques	Eau Brute	2 751 000 000
GC et Mécaniques	Eau Potable	206 325 000
Electricité	Boue	275 100 000
Electricité	Eau Brute	206 325 000
Electricité	Eau Potable	1 650 600 000
Total Devis estimatif hors taxe		15 818 250 000
Imprévus		8%
Nouveau total Hors Taxes		**17 083 710 000**

Conclusion

A Niamey, la capacité de production d'eau potable est aujourd'hui mobilisée à 95% et est en cours de saturation, d'après les prévisions de la SPEN et de la SEEN. Afin de limiter le risque de pénurie d'eau à Niamey, le projet vise à la construction d'une filière de traitement supplémentaire de 40 000 m3/j à l'usine de Goudel, dont la mise en service est prévue début 2021. Toutefois, même avec le renforcement des capacités de production d'eau potable à travers le présent projet, celles-ci seront rapidement saturées d'après les prévisions de croissance de la ville et de la demande de pointe en eau.

Aussi, afin de pouvoir répondre aux besoins futurs et planifier les investissements, la Banque européenne d'investissement (BEI) financera, en parallèle du projet, l'actualisation du schéma directeur d'eau potable de Niamey.

Sous-composante 1 *: Travaux d'urgence pour augmenter la production de l'usine de Yantala*

Les travaux d'urgence envisagés à l'usine de Yantala renforceront non seulement la production et la distribution d'eau potable avant la mise en service de la nouvelle usine à Goudel mais aussi au-delà, en améliorant la desserte dans le sud-est de la ville (la nouvelle usine de Goudel visera plus particulièrement l'alimentation des quartiers en développement dans le nord et le sud-ouest). Les travaux, qui ont déjà été lancés, comprendront la construction d'une station compacte de potabilisation d'une capacité de 15 000 m3/j, la réhabilitation d'une des stations de pompage des eaux brutes sur le fleuve et la pose d'une conduite de refoulement pour se raccorder au réseau de distribution existant.

Sous-composante 2 *: Travaux pour la réalisation d'une quatrième filière de traitement d'eau potable à l'usine de Goudel (Goudel IV)*

L'usine de Goudel comporte trois filières de production d'eau potable d'une capacité totale de 85 000 m3/j, construites entre 1978 et 2007. La nouvelle capacité de production, qui devrait être mise en service début 2021, comprend : la construction d'une nouvelle prise d'eau brute sur le fleuve, avec une conduite de refoulement jusqu'à la nouvelle filière de traitement, dans l'enceinte de l'usine de Goudel ; une nouvelle unité de traitement de 40 000 m3/j (Goudel IV). La technologie

prévue sera classique et comparable à celle utilisée dans les autres lignes de production ; une station de pompage de l'eau traitée pour son refoulement dans le réseau d'adduction.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COUSIN. B ; Cours d'ouvrages spéciaux; année académique 2014-2015. 106 pages
- OUEDRAOGO. B cours sur qualité des eaux naturelles et des eaux de consommation besoins et demande en eau tirage 2006. 96 pages
- OUEDRAOGO. B cours ouvrages constitutifs de systèmes d'AEP/ adduction réservoirs-réseaux de distribution. 109 pages
- GUERRIN A. et R.C. LAVAUR Traité de béton armé Tome 6 (1979) ; réservoirs château d'eau, piscines. 204 pages
- Rapport Technique de contrat de performance de la SEEN (2016), de la ville de Niamey. NIGER. 112 p.
- *Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau*. (n.d.).
- YONABA, O. R. (2015). Cours d'adduction en eau potable.

Annexes 1 : Images de la station de traitement de Goudel (1, 2, 3)

Bassin 1

Bassin 2

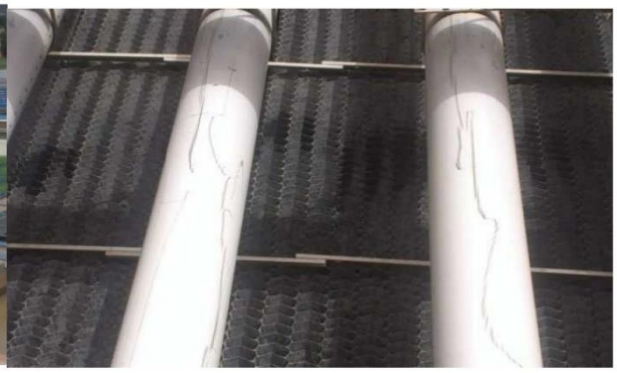
Répartiteur

salle des réactifs

Saturateur de chaux

Filière Goude I

Filière Goudel II



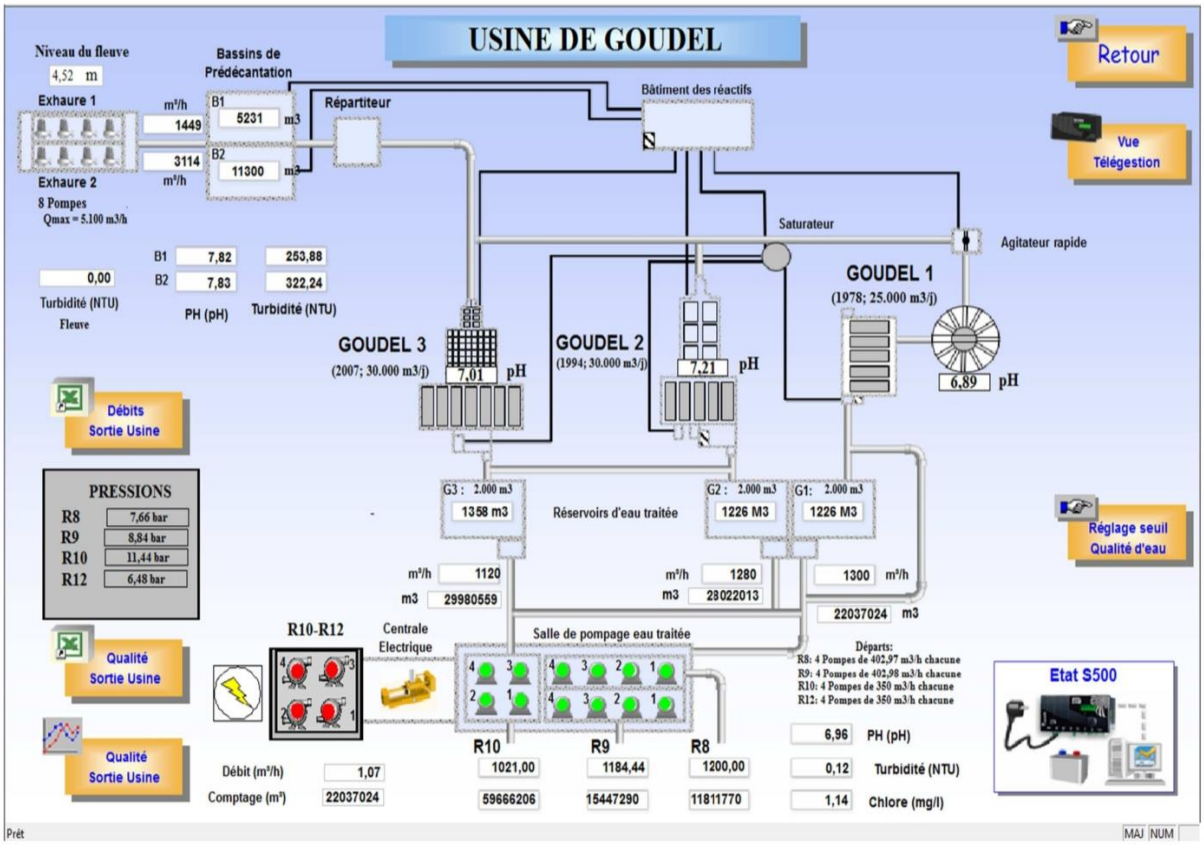
décanteur Goudel II

Filière Goudel III

décanteur Goudel III

Filtres

Annexe 2 : Fonctionnement de la station de traitement de Goudel (1, 2 et 3)

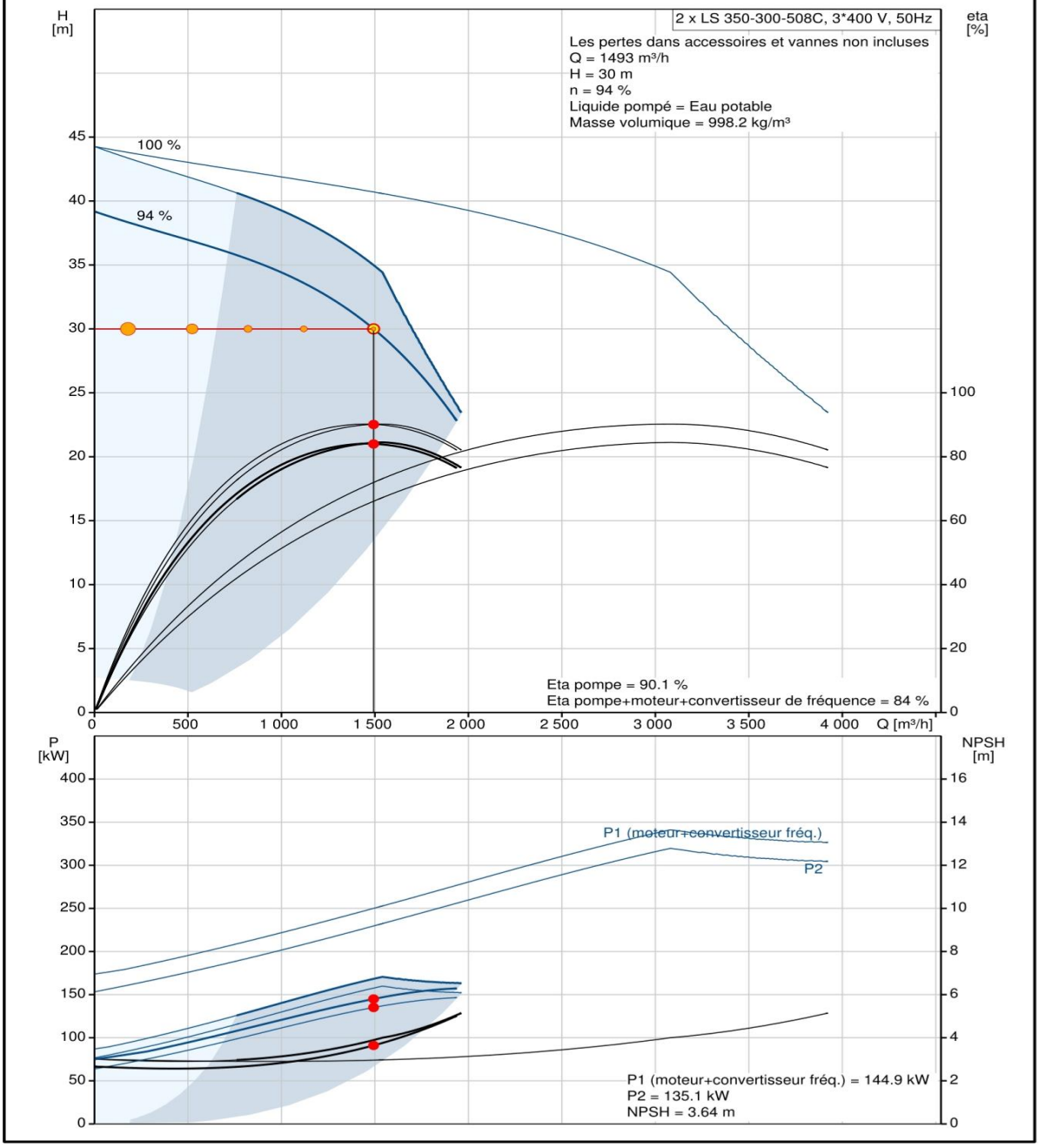


Annexe3 : Conception et dimensionnent de la pompe de refoulement de Goudel 4

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 10/01/2021

Sur demande LS 350-300-508C ,1F2DQBBQE2 160/6 50 Hz

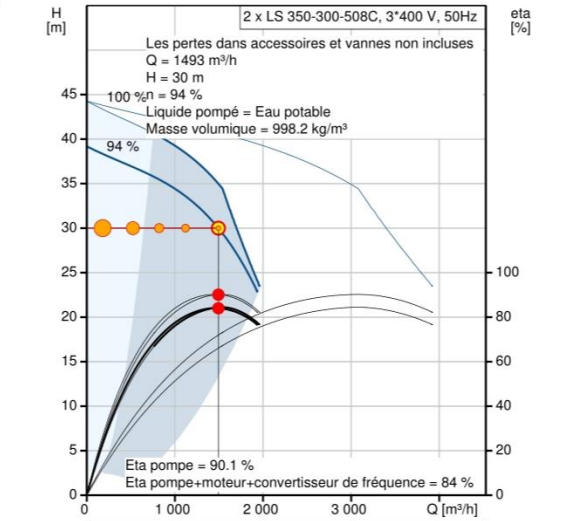


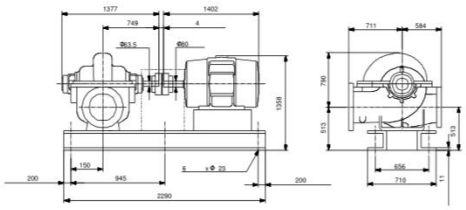
Logiciel Grundfos WinCAPS [2020.11.049] 3/16

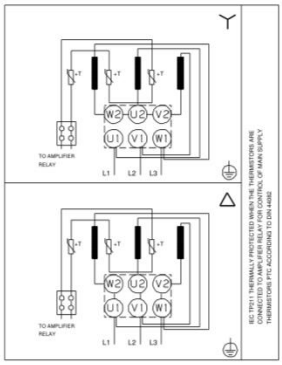
Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 10/01/2021

Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	LS 350-300-508C ,1F2DQBBQE2 160/6
Code article:	Sur demande
Numéro EAN::	Sur demande
Technique:	
Débit calculé réel:	1493 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	30 m
Roue mobile nom.:	508 mm
Garniture mécanique primaire:	BBQE
Certifications:	CE,EAC
Tolérance de courbe:	ISO9906:2012 2B
Version de pompe:	1
Refroidissement:	IC 411
Direction rotation:	Sens anti-horaire
Matériaux:	
Corps de pompe:	FONTE DUCTILE
Corps de pompe:	EN 1563 EN-GJS-500-7
Bague d'usure:	Bronze
Roue mobile:	Acier inoxydable
Roue:	EN 1.4301
Roue mobile:	ASTM AISI 304
Arbre:	Stainless steel
Code matériau:	DQ
Installation:	
Plage température ambiante:	-20 .. 55 °C
Pression maximale de service:	16 bar
Bride standard:	DIN
Asp. pompe:	DN 350
Refoulement pompe:	DN 300
Pression nominale pour le raccordement:	PN 16
Type d'accouplement:	Accouplement avec goupille et douille
Code raccordement:	F2
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau potable
Plage température liquide:	0 .. 100 °C
Densité:	998.2 kg/m³
Donnée électrique:	
Type moteur:	SIEMENS
Classe de rendement IE:	IE3
Puissance nominale - P2:	160 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 380-420D/660-725Y V
Courant nominal:	300-290/174-168 A
Intensité démarrage:	770-770 %
Cos phi - facteur de puissance:	0.83
Vitesse nominale:	990 mn-1
Rendement:	IE3 95,6%
Rendement moteur à pleine charge:	95.6-95.6 %
Rendement moteur à 3/4 charge:	95.8-95.8 %
Rendement moteur à 1/2 charge:	95.4-95.4 %
Nombre de pôles:	6
Indice de protection (IEC 34-5):	IP55
Classe d'isolement (IEC 85):	F
Protection moteur:	PTC







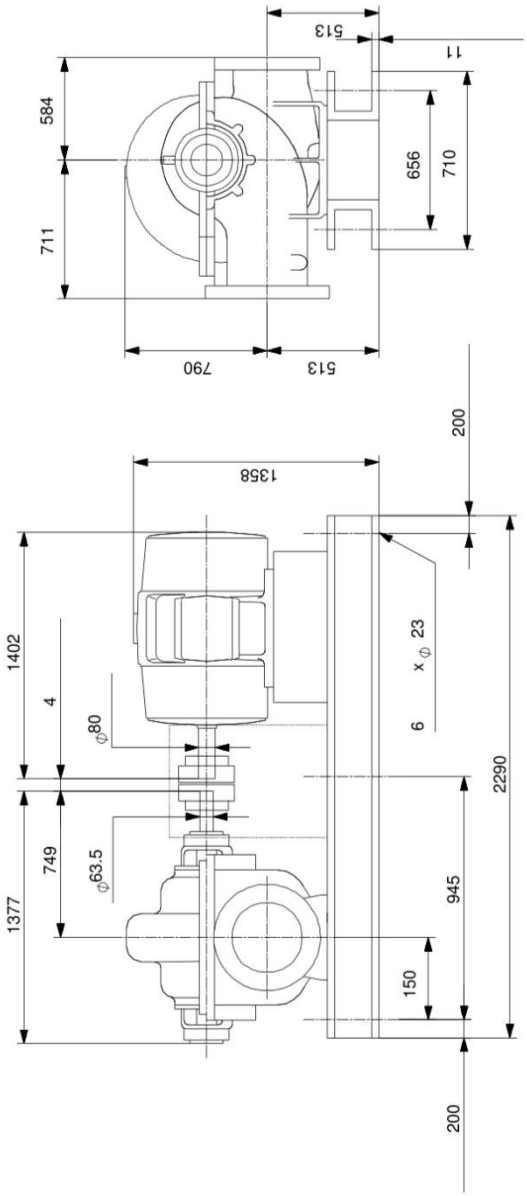
Logiciel Grundfos WinCAPS [2020.11.049] 4/16

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 10/01/2021

Sur demande LS 350-300-508C ,1F2DQBBQE2 160/6 50 Hz



Remarque:toutes les unités sont en [mm] à moins que d'autres unités soient énoncées.
Mise en garde: ce dessin d'encombrement simplifié ne montre pas tous les détails.