



**ETUDE DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LINIA DANS
LA REGION DU CHARI BAGUIRMI/ TCHAD.**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU

MASTER EN SCIENCE D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 18 Décembre 2014 par

TIDJANI IDRIS Mahamat

Travaux dirigés par : M. Béga OUEDRAOGO,

Enseignant 2iE, UTER : GVEA

ISSA MOUSTAPHA

Ingénieur Génie rural

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Angelbert BIAOU

Membres et correcteurs : M. Béga OUEDRAOGO

M. Moussa FAYE

M. Roland YONABA

Promotion [2013/2014]



DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

- Mon père feu IDRIS MAHAMAT TCHARI qui m'a toujours soutenu ;
- Ma mère HALIME BRAHIM qui a toujours cru en moi et a toujours été à mes côtés ;
- Mon grand frère Dr MOUSTAPHA IDRIS MAHAMAT ;
- Mon cousin Dr IDRIS MAHAMAT MAI pour son soutien moral et financier ;

Tous ceux qui me sont chers, sans oublier toutes les connaissances et tous les condisciples de la promotion pour l'entente cordiale et l'esprit de confraternité qui a régné durant toute la formation

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à :

- **M. ISSA Moustapha**, directeur de l'approvisionnement en eau potable et assainissement du ministère de l'élevage et de l'hydraulique, qui par ses efforts de formateur, son soutien permanent, nous a encadré tout au long de cette étude. Merci pour votre présence continue, votre encadrement et votre gentillesse appréciée par tous. Et à toute l'équipe de la direction ;
- **M. Bega OUEDRAOGO**, pour nous avoir guidé et orienté dans ce travail afin de parvenir à des résultats satisfaisants ;
- Les enseignants du 2IE pour la qualité de la formation reçue.

Tous ceux qui, de près ou de loin, ont œuvré pour l'aboutissement de ce travail et de ma formation, et dont les noms n'ont pas été mentionnés ici, qu'ils veuillent bien accepter l'expression de ma profonde gratitude.

RESUME

L'eau potable est un élément fondamental pour la vie des êtres vivants. L'accès à l'eau potable est difficile pour la plupart des régions du Tchad et celle de Linia en particulier.

La ville de Linia est alimentée par des forages équipés des pompes à motricité humaine et des puits modernes. Avec l'accroissement rapide de la population de Linia, ces ouvrages deviennent insuffisants pour leur approvisionnement.

C'est dans cette optique que le gouvernement de la république du Tchad a mis en place dans son programme d'action de 2014, l'équipement d'un système simplifié d'AEP dans la ville de Linia.

Le présent mémoire, intitulé «Etude du système d'alimentation en eau potable de Linia dans la région du CHARI BAGUIRMI/TCHAD» est consacré à une étude détaillée du système d'adduction d'eau potable dans cette ville. Pour y parvenir, nous avons respecté les démarches suivantes :

- Présentation de la ville de Linia et Etat de l'AEP de Linia ;
- Evaluation du besoin en eau de la population ;
- Dimensionnement du réseau d'AEP ;
- Proposition d'une politique efficace de gestion de l'eau ;

Cette étude nous donne 2 forages alimentant un réservoir surélevé de 150 m³. Ce réservoir alimentera une conduite de distribution de 6088.12 mètres linéaires. La demande moyenne journalière en eau pour la population de 7460 habitants serait de **313.476 m³/j** avec un débit horaire de pointe de **87.17 m³/h**.

Le coût global de cette étude toutes taxes comprises s'élève à Deux cent sept millions six cent quarante deux mille deux cents francs FCFA (207 642 200 FCFA) et le mètre cube d'eau sera vendu à quatre cent FCFA (400Fcfa).

Mots clés : eau potable, forage, dimensionnement.

ABSTRACT

Drinking water is fundamental to the life of living beings. Access to Drinking water is very difficult for most regions of Chad and the province of Linia in particular.

City Linia is fed by boreholes fitted with hand pumps and modern wells. With the rapid increase in population of Linia, these works become insufficient for their supply.

It is in this context that the Government of the Republic of Chad has implemented in its action program for 2014, the equipment of a simplified system AEP in the city of Linia.

This memory entitled "Study of a drinking water supply system in the Linia region of CHARI BAGUIRMI / CHAD" is devoted to a detailed study of the drinking water supply system in the city. To achieve this, we followed the following steps:

- Presentation of the city Linia
- Water requirements of the population Rating
- Sizing the AEP network
- Proposal for an effective policy of water management

This study has been given us two boreholes supplying an elevated tank of 150 m³. This tank will furnish water to the pipelines of 6088.12 linear meters. The average daily water demand for the population of 7460 inhabitants would be 313,476 m³ /per day, and a peak hourly flow rate of 87.17 m³ / h.

The overall cost of this study all taxes totaled: Two hundred and seven million six hundred forty two thousand two hundred CFA francs (207 642 200 FCFA) and cubic meter of water will be sold to four hundred FCFA (400Fcfa).

Keywords: drinking water, drilling, sizing.

SIGLES ET ABREVIATIONS

- 2IE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
- AEP : Alimentation en eau potable
- BF : Borne Fontaine
- BP : Branchement Privé
- CNAR : Centre National d'Appui à la Recherche
- CU : Capacité Utile
- DREM : Direction de la Ressource en Eau et de la météorologie
- ENP : Ecoulement Non Permanent
- FIT : Front Inter Tropical
- Hgéo : Hauteur Géométrique
- HMT : Hauteur Manométrique Totale
- INSEED : Institut National de Statistique des Études Économiques et Démographiques
- OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement
- OMS : Organisation Mondiale de la Sante
- RGPH : Recensement General de la Population et de l'Habitat
- SIG : Système d'Information Géographique
- STE : Société Tchadienne d'eau

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENT	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS	v
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DE FIGURE	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	x
INTRODUCTION.....	1
Contexte du projet	2
Objectif global.....	2
Objectifs spécifiques	2
Méthodologie du travail	2
I-Présentation de la ville.....	3
I-1 Situation Géographique	3
I-2 Conditions climatiques.....	4
I-3 Situation Géologique.....	4
I-4 Les ressources en eaux.....	4
I-5 La situation démographique	5
I-7 les Activités économiques.....	5
1-7-1 L'agriculture	5
1-7-2 L'élevage	5
1-7-3 Le commerce	5
Etat de l'AEP de Linia	6
Données sur la ressource en eau du projet	6
II-Évaluation de la demande/besoin en eau de la population a l'horizon 2024.....	6
II-1 Estimation de la population à l'horizon 2024	7
II-2 Estimation des Besoins en eau.....	8
II-2-1 Répartition des consommateurs par types de branchement	8
II-2-2 Les Consommations spécifiques.....	8
II-2-3 Temps de fonctionnalité de la distribution.....	8
II-3 Les variations cycliques de la demande	9
II-3-1 Le facteur saisonnier	9
II-3-2 Coefficient de pointe journalière	9
II-3-3 Coefficient de pointe horaire	9
II-4 Principe d'évaluation de la demande en eau.....	10

Thème : Etude du système d'alimentation en eau potable de Linia dans la région du
Chari Baguirmi / TCHAD.

II-4-1 Le besoin moyen journalier	10
II-4-2 Demande moyenne journalière en eau	10
II-4-3 Demande journalière de pointe	10
II-4-4 Débit moyen horaire	10
II-4-5 Débit de pointe horaire.....	11
III Dimensionnement des différents ouvrages, équipements et réseaux hydrauliques constitutifs du système	12
III-1 Conduite de distribution	12
III-1-2 Dimensionnement des bornes fontaines	12
III-1-3 Calcul du débit d'une borne fontaine.....	12
III-1-4 Dimensionnement du réseau de distribution.....	13
III-2 Dimensionnement du réservoir	19
III-2-1 Détermination du volume du réservoir	19
III-2-2 Prescription technique du réservoir	20
III-2-3 Diamètre du réservoir	21
III-2-4 Equipement du château d'eau.....	21
III-3 Dimensionnement des conduites de refoulement	22
III-3-1 Colonne montante réservoir.....	23
III-4 Choix de pompe immergée et groupe électrogène	23
III-4-1 Pompes immergées	23
III-4-2 Groupe électrogène	25
III-5 Vérification des conduites au coup de bélier.....	26
IV Etude d'impact environnemental	27
IV-1 Les impacts sur le milieu physique et biologique	27
IV-2 Les impacts sur le milieu humain.....	27
IV-3 Mesures d'atténuation	27
Sur le milieu physique et biologique.....	27
Sur le plan humain	28
V Mode de gestion du système d'AEP.....	28
V-1 But de la gestion	28
V-2 Mode de gestion.....	28
V-2-1 Gestion directe	28
V-2-2 Les marchés publics.....	29
V-3 Choix du mode de gestion des points d'eau	29
VI Etude économique.....	30
VII Cout de revient de mètre cube d'eau	34

Thème : Etude du système d'alimentation en eau potable de Linia dans la région du
Chari Baguirmi / TCHAD.

VII-1 Calcul d'amortissement des équipements	34
VII-2 Détermination de charge d'exploitation et maintenance du système.....	34
VII-3 Détermination de production d'eau à l'échéance du projet.	35
Conclusion et recommandation.....	36
Bibliographie.....	37

LISTE DE FIGURE

Figure 1: Localisation de la zone d'étude

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Caractéristiques des ouvrages.....	6
Tableau 2:Nombre des habitants pour différents horizons.....	7
Tableau 3:Récapitulatif du processus d'évaluation de la demande en eau	11
Tableau 4:comparaison des différents types de réseaux.....	13
Tableau 5:Maille2.....	17
Tableau 6:Maille1	17
Tableau 7 Réseau maillé.....	17
Tableau 8:Réseau ramifié	17
Tableau 9:répartition horaire prévisionnelle de la consommation	19
Tableau 10:Consommation horaire	20
Tableau 11 Caractéristiques des conduites d'adduction1	22
Tableau 12 Caractéristiques des conduites d'adduction 2.....	22
Tableau 13 Caractéristique colonne réservoir	23
Tableau 14 Données des forages	24
Tableau 15:Récapitulatif des points de fonctionnement des pompes par rapport à leur conduite de refoulement	24
Tableau 16:Caractéristique de groupe électrogène.....	26
Tableau 17:surpression dans les conduites de refoulement.....	27
Tableau 18 Calcul d'amortissement	34

INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie des êtres vivants, voire pour le développement de beaucoup des secteurs économiques. Elle est aussi un élément de rapport socioculturel dans la mesure où un point d'eau est souvent le lieu de rencontre d'individus susceptibles de s'échanger des valeurs.

Il existe un ensemble de procédés et méthodes appelé système d'alimentation permettant de mettre l'eau à la disposition de la population. Ce système se déroule par le captage de l'eau de sa source (eau souterraine), une adduction, un traitement, un stockage, et une distribution.

Au Tchad, et en particuliers dans la ville de Linia, les procédés et les méthodes utilisés tels que les forages et les puits modernes pour accéder à l'eau sont archaïques et insuffisants.

C'est dans l'optique de prendre des dispositions pour que la population de Linia qui vit déjà une situation comparable à la pénurie ne puisse pas connaître pire, une tentative de résolution du problème s'impose à l'Etat, d'où nous formulons notre thème d'étude intitulé «Etude du système d'alimentation d'eau potable de Linia dans la région du CHARI BAGUIRMI/TCHAD».

L'objectif spécifique du présent projet de fin d'études est de proposer un système d'alimentation en eau potable qui puisse satisfaire, en qualité et en quantité les besoins en eau des consommateurs, conformément au plan de développement national et ceci en dimensionnant tous les ouvrages nécessaires de captage jusqu'au robinet afin d'assurer un débit satisfaisant et une bonne pression pour tous les consommateurs de la ville.

Et enfin une évaluation financière du projet a été proposée.

Contexte du projet

La ville de LINIA est alimentée par des forages équipés de pompe à motricité humaine et des puits. Mais à cause de l'accroissement rapide des populations, ces ouvrages ne peuvent pas satisfaire les besoins en eau potable de la population dans cette localité. Il est alors indispensable de revoir le système d'alimentation en eau potable de la ville de Linia pour l'adapter à sa situation démographique, mais surtout pour le moderniser afin d'améliorer l'accès à l'eau potable des populations.

Objectif global

L'objectif global est de contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations de Linia par la mise en place d'un système simplifié d'approvisionnement en eau potable.

Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- ✓ Déterminer les besoins en eau de la ville de Linia ;
- ✓ Dimensionner le réseau d'approvisionnement d'eau potable ;
- ✓ Evaluer le coût de réalisation du projet ;
- ✓ Proposer une gestion durable de l'eau.

Méthodologie du travail

Pour la conduite de l'étude, quatre phases ont été identifiées:

- **Une phase de revue bibliographique et analyse documentaire**

Cette partie a pour but de bien connaître le contexte d'étude et de mieux cerner la problématique. Les informations par rapport au thème ont été collectées à:

- ✓ la bibliothèque numérique du 2ie ;
- ✓ la bibliothèque du Ministère de l'élevage et de l'hydraulique du Tchad ;
- ✓ l'internet.

L'exploitation de cette documentation nous a permis d'avoir une meilleure compréhension sur les études techniques relatives aux systèmes d'AEPS en milieu rural et semi-urbain.

Au cours de cette étude nous avons exploité les données de cours du 2ie, la base de données du Ministère.

- **Enquête de terrain et collecte des données complémentaires**

La visite sur le terrain est effectuée comme suit:

- ✓ entretien avec les personnes responsables de la direction de l'approvisionnement en eau et assainissement concernées par ce projet ;
- ✓ entretien avec les bénéficiaires c'est-à-dire la population de la ville de Linia;

- **Le Travail de bureau**

L'objet de cette phase est de mettre la lumière sur les termes de référence, l'analyse et la synthèse des informations de la recherche documentaire et le tri des informations obtenues à partir de la recherche documentaire.

- **Une phase de rédaction de rapport**

C'est la phase de rédaction finale de mémoire, il s'agit de :

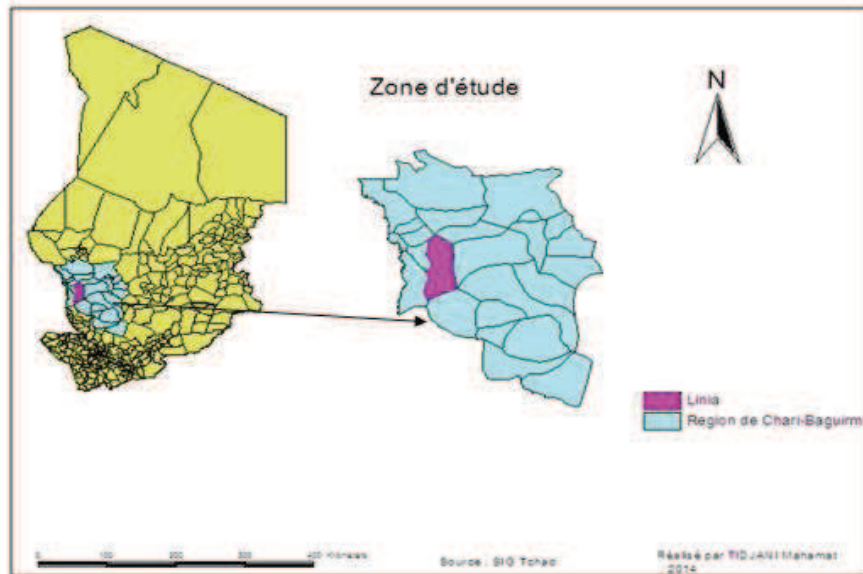
- faire l'analyse et l'interprétation des données;
- ✓ faire la synthèse des informations issues de la recherche documentaire.

Cette dernière étape nous permettra d'élaborer le mémoire après avoir récolté le maximum d'information sur le thème de notre étude avec notre Directeur de mémoire.

I-Présentation de la ville

I-1 Situation Géographique

La ville de Linia est située dans la région du Chari Baguirmi à environ 35Km à l'Est de la capitale N'djamena ; entre 15° 11' 05'' à la longitude Est et le 12° 05' 02'' à la latitude Nord. Elle est placée sous l'autorité du département du Chari.



Localisation de la zone d'étude

I-2 Conditions climatiques

Le climat de la zone de Linia est de type sahélien avec deux saisons très séparées.

Une saison humide de juin en octobre ; les pluies sont de l'ordre de 600mm par an, elles sont concentrées en juillet et août.

Une saison sèche longue et chaude avec une température moyenne annuelle voisine de 30°c elle est très élevée en avril [1].

La saison de pluie s'annonce vers Avril et prend fin vers Octobre. Les pluies moyennes mensuelles relevées entre 2009 à 2013 à la zone du projet, nous montre qu'elles sont maximales en aout et atteignent un minimum en avril et octobre [2].

I-3 Situation Géologique

Géologiquement parlant, la zone du projet fait partie du grand bassin du Chari qui correspond à une vaste plaine. La majeure partie du Chari Baguirmi est couverte des roches sédimentaires (sable, argile, alluvions, sable argileux...), ces roches peuvent dater de créacé au quaternaire (si on va de la profondeur vers la surface). Les roches cristallines sont quasi-absentes [3].

I-4 Les ressources en eaux

Le fleuve Chari se trouve à environ 25Km, constituant une source d'eau de surface. Pendant la saison des pluies il déborde jusqu'à la partie ouest de la ville de Linia. Les eaux

souterraines se trouvent dans la zone constituée de formation sédimentaire, siège d'aquifères de la continentale terminale. La nappe phréatique dans la zone de Linia est peu profonde, et la profondeur varie de 12 à 15m [4].

I-5 La situation démographique

La population de Linia est composée de plusieurs groupes ethniques, à savoir : les arabes, les peuls, les Goranes, les SaraKaba, Borno, les Bilala, les Kanembou, et les Hadjarayes. Les autochtones sont les arabes et les SaraKaba. Les religions pratiquées sont l'Islam et le Christianisme. Selon le recensement de 2009, la population de Linia est estimée à 4454 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 3,5% [5].

I-7 les Activités économiques

Les principales sources d'alimentation et activités génératrices de revenus aux habitants de Linia sont l'agriculture, l'élevage, et le commerce.

1-7-1 L'agriculture

Les principales sources d'alimentation de la ville de Linia sont : le mil, le sorgho, et la culture maraîchère. La grande partie du produit de l'agriculture est destinée à la consommation et le reste est vendu le jour du marché.

1-7-2 L'élevage

L'élevage pratiqué est de type familial traditionnel. Il concerne le bovin, le caprin, et les volailles. Tout comme l'agriculture, la grande partie de l'élevage est destinée à l'autoconsommation et le reste est mis en vente.

1-7-3 Le commerce

Le commerce est une activité qui n'occupe pas la majorité de la population de Linia. Toutefois, il est pratiqué tous les jours par quelques commerçants qui vendent des produits de premières nécessités aux villageois. Les femmes vendent de la nourriture et des produits locaux ; tels que : le sorgho, les fruits, les légumes...

Le marché hebdomadaire se tient tous les dimanches. Les commerçants viennent d'ailleurs pour vendre leurs produits et achètent à leur tour des produits locaux.

Etat de l'AEP de Linia

La ville de Linia est alimentée par sept forages et six puits modernes dont quatre opérationnels et deux abimés. Les caractéristiques de ces ouvrages sont résumées dans le tableau suivant [6]

Tableau 1 Caractéristiques des ouvrages.

Types Ouvrages	Prof Totale (m)	N statique (m)	N dynamique	Débit (m ³ /h)
Forages	40.7	13.25	15.7	9.63
Forages	47.2	15.04	22.2	10.25
Forages	27.32	12.75	24.25	5.37
Forages	28.35	13.12	27.14	5.78
Forages	31.3	12.32	29.18	7.22
Forages	29.57	13.16	28.21	4.65
Forages	22.25	12.85	20.32	5.17
Puits	16.83	14.04	16.05	4.25
Puits	15.38	14.77	15.14	4.02
Puits	16.27	14.76	15.94	4.47
Puits	17.32	14.22	18.02	5.07

Données sur la ressource en eau du projet

En ce qui concerne l'alimentation en eau potable de la ville de Linia, nous avons choisi deux forages opérationnels équipés de PMH, parmi les autres ouvrages de captage de la ville pour cette étude, pour de raison économique et technique (coûts et débits). Ces deux pompes à motricité humaine seront transformées en pompes immergées pendant la phase d'exécution du projet. Les essais de pompage pour ces deux forages ont conduit à la connaissance de leurs débits. Ils débitent respectivement 9.63m³/h et 10.25m³/h.

II-Évaluation de la demande/besoin en eau de la population a l'horizon 2024

Le besoin en eau se définit comme la quantité d'eau que l'homme consommerait en dehors de toute contrainte économique.

Par contre, la demande en eau représente la consommation qu'attend un usager lorsque celui-ci intègre la synthèse de ses contraintes économiques, son appréciation de la valeur socio-économique et sanitaire de l'eau.

Compte tenu de l'importance que prend aujourd'hui la valeur économique de l'eau en raison des coûts de mobilisation de plus en plus élevés et de sa raréfaction, les services d'eau entrent dans la logique qui veut que les installations et les quantités d'eau produites soient perpétuellement adaptées à la demande solvable. La demande solvable est donc un préalable à la définition de la dimension des systèmes d'AEP.

II-1 Estimation de la population à l'horizon 2024

Pour notre étude, nous allons évaluer la population de Linia à l'horizon 2024 puis estimer les différentes catégories de besoins afin de mieux dimensionner les ouvrages pour une bonne alimentation en eau potable de la population de la zone du projet.

Le réseau d'alimentation en eau potable est conçu en tenant compte de la croissance démographique ; c'est-à-dire de l'évolution de la population dans le temps. On devra tenir compte de futur et d'expansion prévue de la ville.

L'étude de ce projet se fera pour une durée de 9 ans à partir de 2015[7].. Le taux d'accroissement est de 3,5% et la population est de 4454 habitants d'après le recensement de 2009. Nous supposons que le taux d'accroissement est constante jusqu'à l'horizon du projet.

Nous évaluerons la population future à l'horizon 2024 par la formule suivante :

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

Avec P_n = population à l'horizon du projet ;

P_0 = Population de référence ;

α = Taux d'accroissement de la population;

n = Nombre d'années séparant l'année de référence à l'horizon choisie.

Tableau 2:Nombre des habitants pour différents horizons

Années	Evaluation de la population
2009	4454 habitants
2014	5289 habitants
2024	7460 habitants

II-2 Estimation des Besoins en eau

II-2-1 Répartition des consommateurs par types de branchement

La distribution de l'eau dans la ville se fera par deux types de branchement : les branchements par borne fontaine (BF) et les branchements privés (BP). Selon une étude réalisée par la STE sur les zones rurales du TCHAD, 30% de la population s'approvisionne en branchements privés (BP) et 70% de la population en borne fontaine (BF) [8].

La répartition de la population par type de branchement serait alors :

- **PBP : 2238 Habitants**
- **PBF : 5222 Habitants**

II-2-2 Les Consommations spécifiques

La consommation spécifique en eau d'une population dépend de plusieurs facteurs dont : le développement socio-économique des usagers, le développement urbain, les sources d'approvisionnements existants, la tarification...

Cependant, nous adopterons l'hypothèse simplificatrice des consommations spécifiques proposées par la STE:

- La demande domestique

20l/jour/ habitants au niveau des bornes fontaines

50l/jour/ habitants pour les branchements privés

- Besoins annexes : **20% de la consommation domestique ;**
- On considérera qu'une Borne Fontaine approvisionne 500 habitants, étant donné que nous sommes en milieu semi-urbain ;
- Un Branchement Privé alimente 10 habitants ;
- on estimera à **5% de la consommation domestique** les pertes de réseaux sur le système d'AEP

II-2-3 Temps de fonctionnalité de la distribution

Nous retiendrons un temps de fonctionnalité par type de branchement :

- 24h/j pour les branchements privés ;
- 8h/j pour les fontaines.

II-3 Les variations cycliques de la demande

Les consommations varient en terme quantitatif suivant les saisons, les jours de la semaine, les heures de la journée. Ces variations ont une influence directe sur les ressources en eau à mobiliser et ou les dimensions des installations.

De plus les dimensions du système de distribution sont déterminées par le comportement des usagers à qui l'on doit offrir un service continu.

Il est alors important de déterminer les coefficients de variation des besoins en eau notamment les coefficients de pointe.

II-3-1 Le facteur saisonnier

Le coefficient de pointe saisonnière est influencé par les périodes de chaleur, les flux saisonniers de personnes (tourisme par exemple), l'arrivée temporaire de consommateurs de ressources alternatives du fait de la détérioration de leur qualité et ou de leur tarissement. Il varie en situation normale entre 1,10 en zone tropicale humide où les ressources en eau sont abondantes et les températures stables, et 1,20 en zone sahélienne où le tarissement cyclique des ressources alternatives se conjugue avec les fortes chaleurs [9].

Nous retenons $C_{ps} = 1.15$

II-3-2 Coefficient de pointe journalière

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 dans le temps et traduit les écarts de consommation entre les jours de l'année. Il dépend de plusieurs paramètres à savoir :

- la présence et le niveau de pérennité de points d'eau
- l'importance des variations saisonnières

Sa valeur est généralement comprise entre 1,05 et 3 dans la zone semi rurale et rurale de pays sahéliens (cours Bega OUEDRAOGO). Nous retenons un coefficient de pointe journalière $C_{pj} = 1.5$ dans notre cas.

II-3-3 Coefficient de pointe horaire

Il est lié à l'étalement des activités sur 24 heures. Plus la zone est fortement urbanisée, plus le coefficient de pointe horaire est faible. Il est nécessaire pour l'évaluation des besoins à apporter aux usagers à l'heure de pointe.

$$C_{ph} = 1.5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}}$$

Avec C_{ph} = coefficient de pointe horaire

Q_{mh} = débit moyen horaire (m^3/h)

Notons que sa valeur est généralement comprise entre 2,5 et 3 pour les villes de moins de 10 000 habitants (Cours d'approvisionnement en eau potable-EIER Novembre 2003-D ZOUNGRANA). Nous retenons un coefficient de pointe horaire de $C_{ph} = 3$.

II-4 Principe d'évaluation de la demande en eau

II-4-1 Le besoin moyen journalier

Il représente le produit de la population n'ayant pas accès à l'eau potable à l'horizon 2024 par la consommation spécifique majorée des besoins annexes qui constitue ici 20% de la consommation domestique.

$$B_j = P_{2024} * ConsommationSpécifique * (1 + \% \text{ Besoinannexe})$$

Avec B_j : Besoins journaliers en eau (m^3/j)

P_{2024} : Population estimée à l'horizon 2024 (habitants)

II-4-2 Demande moyenne journalière en eau

La demande journalière en eau est le produit du besoin journalier par les pertes au réseau et le facteur saisonnier. Notre perte sur le réseau étant déjà estimé à 5% de la consommation domestique étant donné que le réseau est neuf.

$$D_j = B_j * C_{ps} * (1 + \% \text{ pertesurreseau})$$

II-4-3 Demande journalière de pointe

C'est le produit de la demande journalière par le coefficient de pointe journalière

$$D_{jp} = D_j * C_{pj}$$

D_{jp} : Demande journalière de pointe (m^3/j)

C_{pj} : Coefficient de pointe journalière

II-4-4 Débit moyen horaire

Il se calcule en fonction du type de branchement. C'est le rapport de la demande journalière de pointe du type de branchement par le temps de distribution.

$$Q_{mhBP} = \frac{D_{jpBP}}{24} \quad \text{Et} \quad Q_{mhBF} = \frac{D_{jpBF}}{12}$$

Q_{mhBP} : Débit moyen horaire des branchements privés (m^3/h)

Q_{mhBF} : Débit moyen horaire des bornes fontaines (m^3/h)

Le débit moyen horaire total Q_{mh} sera donné par la somme de Q_{mhBP} et Q_{mhBF}

II-4-5 Débit de pointe horaire

Le débit de pointe horaire est le produit du débit moyen horaire par le coefficient de pointe horaire.

$$Q_{ph} = Q_{mh} * C_{ph}$$

Avec Q_{ph} : débit de pointe horaire (m^3/h)

Q_{mh} : Débit moyen horaire (m^3/h)

C_{ph} : Coefficient de pointe horaire

Le tableau suivant récapitule le processus d'évaluation de la demande en eau.

Tableau 3:Récapitulatif d'évaluation de la demande en eau

Paramètres	Types de branchements	
	BF	BP
Facteur saisonnier C_{ps}	1.15	
Répartition de la population (%)	70	30
Population par type de branchement (habitants)	5222	2238
Consommations spécifiques (l/j/habitant)	20	50
Perte dans le réseau (% de la consommation spécifique)	5	
Coefficient de pointe journalière C_{pj}	1.5	
Consommation annexe (% de la consommation spécifique)	20	
Besoin journalier total B_j (m^3/j)	259.61	
Demande moyenne journalière D_j (m^3/j)	313.476	
Demande journalière de pointe D_{jP} (m^3/j)	227	243.21
Temps de distribution (h)	12	24
Débit moyen horaire Q_{mh} (m^3/h)	18.92	10.13
Débit moyen horaire total Q_{mh} (m^3/h)	29.05	
Coefficient de pointe horaire C_{ph}	3	
Débit de pointe horaire total (m^3/h)	87.15	

La demande moyenne journalière en eau pour la population à l'horizon 2024 du projet serait donc de **313.476 m³/j** avec un débit horaire de pointe de **87.17 m³/h**.

III Dimensionnement des différents ouvrages, équipements et réseaux hydrauliques constitutifs du système

III-1 Conduite de distribution

C'est l'ensemble des canalisations, robinetteries, appareils hydrauliques et ouvrages de génie civil qui participent au transport et à la livraison de l'eau de consommation. Pour cela, le réseau devra respecter les conditions de pressions minimales et de service (Ps) exigées au sol à savoir $P_s = P_N$; (P_N est la pression nominale des appareils et conduites). Le réseau de distribution devra aussi satisfaire aux vitesses d'écoulement maximales et minimales et à la condition de vitesse $0.3\text{m/s} < v < 1.5\text{m/s}$.

Le mode de distribution adopté est la distribution de type gravitaire.

III-1-2 Dimensionnement des bornes fontaines

Les Hypothèses de calcul

- Population à l'horizon 2024 pour les bornes fontaines : 5222 habitants ;
- Temps de fonctionnement : 12 heures;
- Nombre de personnes desservies par borne fontaine : 500 personnes ;
- Consommation spécifique (C_s) : 20 l/j ;
- Distance maximale à parcourir parcourue pour atteindre une borne fontaine : 300m.

III-1-3 Calcul du débit d'une borne fontaine

Il est donné par la formule ci après :

$$Q_{bf} = \frac{C_s * 500}{T_{bf} * 3600}$$

Avec Q_{bf} : Débit aux bornes fontaines (l/s)

T_{bf} : Temps de fonctionnement des bornes fontaines (h)

C_s : Consommation spécifique

$$Q_{bf} = 0,23 \text{ l/s}$$

On fixe le débit de dimensionnement des bornes fontaines à **0.5 l/s** car c'est le débit standard des robinets des points d'eau.

III-1-3-1 Nombre de bornes fontaines

Sur la base de 5222 personnes alimentées par les bornes fontaines à raison d'une charge de 500 personnes par borne fontaine, le nombre de bornes fontaines à installer se déduit :

$$N_{bf} = \frac{5222}{500} = 10.44$$

Nous retiendrons 10 Bornes Fontaines.

Le débit total des bornes fontaines sera celui débité par les 10 bornes implantées dans la ville. Ce débit équivaut à :

$$Q_{Tbf} = 10 * 0,5 = 5l/s. \quad \mathbf{Q_{Tbf} = 5l/s}$$

III-1-4 Dimensionnement du réseau de distribution

III-1-4-1 Structure du réseau

Deux types de réseaux (ramifié et maillé) peuvent être utilisés pour ce système. Les avantages et les inconvénients de ces réseaux sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau 4: comparaison des différents types de réseaux

	Ramifié	Maillé
Pertes de charge	Elevées	Faibles
Ecoulement	Défavorable, risques de zones mortes en extrémités	Satisfaisant même en Faible consommation
Réparations	La zone isolée peut être importante selon l'emplacement de l'intervention.	La zone affectée peut être réduite.
Frais de pompage	Elevés	Faibles
Frais de mise en place	Faibles	Elevés

Source : cours d'approvisionnement en eau potable-2IE Novembre 2005-Béga OUEDRAOGO.

Au vu de ces avantages et inconvénients, le réseau utilisé sera un réseau mixte, une combinaison du réseau maillé et du réseau ramifié. Cette combinaison permettra de réduire les pertes de charge dans le réseau, de faciliter les réparations et d'assurer la qualité du service tout en limitant les coûts d'investissement.

III-1-4-2 Tracé du réseau

Les principes du tracé du réseau sont les suivants :

- fonctionnement hydraulique simple et efficace ;
- continuité du service en évitant la création de points de faiblesse ou en prévoyant des alternatives en cas de rupture ;
- optimisation de la longueur du réseau par le choix des rues devant recevoir les conduites et le choix de leur emplacement dans les rues...
- équipement minimum afin de faciliter la maîtrise du réseau et son entretien : vannes, vidanges, ventouses.

III-1-4-3 Évaluation des débits de dimensionnement

Le débit linéaire

Le résultat du débit de pointe horaire auquel on soustrait le débit total des bornes fontaines rapporté à la longueur total du réseau est le débit linéaire à distribuer sur les tronçons du réseau.

$$q = \frac{Q_{ph} - \sum Q(BF)}{\sum L_i}$$

$\sum L_i$ Est la longueur totale des conduites assurant le service en route, dans notre cas ce sont les conduites tertiaires.

$$\sum L_i = 8242.16\text{m}$$

$$q = 0.00231\text{l/s/ml}$$

Le débit en route dans une conduite tertiaire de longueur L_i est : $Q_{route} = q * L_i$

Le débit sortant dans chaque conduite tertiaire est :

$$Q_{sortant} = Q_{ph}(BF) * N(BF)$$

Débit entrant dans chaque conduite tertiaire : $Q_{entrant} = Q_{route} + Q_{sortant}$

Débit de dimensionnement de chaque conduite tertiaire :

$$Q_{fictif} = (0,55 * Q_{entrant}) + 0,45 Q_{sortant}$$

Après la détermination des débits dans les tronçons, en première approche les diamètres théoriques des tronçons sont déterminés par la formule qui suit :

$$Q = v * \frac{\pi D^2}{4} \Leftrightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

En supposant une vitesse de 1m/s.

Les diamètres retenus sont les diamètres standards se rapprochant plus des diamètres théoriques déterminés et qui répondent à la condition de vitesse et de pression.

Condition de vitesse : $0,3 < V (m/s) < 1,5$

Pression Minimale requise à tous les nœuds : 10mCE

Calcul des pertes de charge

Les pertes de charge ont été calculées avec la formule de Darcy Weisbach qui prend en compte le coefficient de résistance de la conduite (λ).

$$J = \frac{8\lambda L}{\pi^2 g} * \frac{Q^2}{D^5}$$

Avec : λ : coefficient de résistance

Q : débit (m³/s)

D : diamètre (m)

L : longueur de la conduite (m)

g la pesanteur (USI)

λ est le coefficient de résistance. Il est fonction de Re nombre Reynolds qui caractérise l'écoulement, ainsi que de la nature et la rugosité des parois de la canalisation.

Il faut noter qu'il existe encore de nombreuses formules exprimant la valeur de λ . Il faut cependant retenir que dans le cas des parois lisses, le coefficient de résistance λ est indépendant de la nature de la paroi, n'est fonction que du nombre de Reynolds et décroît lorsque Re augmente.

Le coefficient de résistance est calculé avec la formule de Colebrook.

$$\lambda = \left[-2 \log \left(\frac{k}{3,71D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \right]^{-2}$$

Avec k : coefficient de rugosité, k = 0,001mm pour le PVC

Re : nombre de Reynolds $R = \frac{4Q}{\pi D v}$

v : Viscosité cinématique de l'eau à 25° v = 1.15.10⁻⁶

λ est calculé par itérations successives.

Pour le réseau de distribution à mettre en place, on considère que les pertes de charge singulières représentent 10% des pertes de charge linéaire ; on aura donc :

$$DH=1,1*J$$

Calcul des pressions sur chaque tronçon et choix des PN des conduites

En partant de l'altitude du terrain naturelle à l'emplacement choisi pour le réservoir, au niveau de chaque nœud les pressions dynamiques se calculent comme suit :

$$H_{aval} = H_{amont} - Dh$$

$$P_{dyn} = H_{aval} - H_{terrain}$$

Avec :

P_{dyn} : pression dynamique (mCE)

H_{aval} : charge au nœud aval

Dh : perte de charge sur le tronçon aval

H_{amont} : Charge au nœud amont

H_{Terrain} : Côte du nœud

Calcul des mailles

Pour le calcul de la partie maillée de notre réseau, nous avons utilisé la méthode d'égalisation des charges de Hardy Cross.

Nous avons procédé par itération. Les itérations sont arrêtées lorsque la correction de débit sur les mailles est inférieure à 1 l/s

Choix du matériau des canalisations du réseau de distribution

Le choix du matériau des conduites se fait en tenant compte de la nature du sol (agressivité) et de critères d'ordre économique (coût, disponibilité sur le marché des conduites ainsi que de leurs accessoires de réparation) qui sont liés à la performance des matériaux.

La couche superficielle de terre est constituée essentiellement des sables, et ne présente aucune agressivité pour les conduites en PVC.

Dans notre cas, on choisit le PVC rigide avec la pression nominale P_n= 10 bars.

Tableau 5:Récapitulatif de calcul du Réseau maillé

Maille1															
Tronçon	L (m)	D (m)	k (m)	nu (m2/s)	Q hyp	Re	k/D	lambda	cible	vitesse	hr	hr/Q	q̄ 1	q̄ 2	Q corr
B-M	235.67	0.160	0.000 10	1.15E-06	0.024 5	2. E+05	0.000 63	0.019 70	0.00	1.22	2.187	89.429	0.596 8		0.621 3
M-N	245.47	0.140	0.000 10	1.15E-06	0.018 3	1. E+05	0.000 71	0.020 38	0.00	1.19	2.560	140.258	0.596 8		0.615 1
N-O	423.25	0.140	0.000 10	1.15E-06	0.017 8	1. E+05	0.000 71	0.020 43	0.00	1.15	4.186	235.811	0.596 8		0.614 6
O-D	183.47	0.160	0.000 10	1.15E-06	0.017 3	1. E+05	0.000 63	0.020 41	0.00	0.86	0.878	50.892	0.596 8	0.000 0	0.614 1
D-C	135.63	0.160	0.000 10	1.15E-06	-0.017 3	1. E+05	0.000 63	0.020 40	0.00	0.86	-0.649	37.618	0.596 8		0.579 6
C-B	437.40	0.200	0.000 10	1.15E-06	-0.017 8	1. E+05	0.000 50	0.020 37	0.00	0.57	-0.725	40.844	0.596 8		0.579 1
									=		8.436	594.852			
									q̄ 1 =			-0.007 1			

Tableau 6:Récapitulatif de calcul du Réseau maillé

Maille2															
Tronçon	L (m)	D (m)	k (m)	nu (m2/s)	Q hyp	Re	k/D	lambda	cible	vitesse	hr	hr/Q	q̄ 1	q̄ 2	Q corr
E-F	197.89	0.200	0.000 10	1.15E-06	0.023 1	1. E+05	0.000 50	0.019 72	0.00	0.74	0.538	23.291	0.596 8		0.620 0
F-G	417.48	0.040	0.000 10	1.15E-06	0.000 8	2. E+04	0.002 50	0.030 48	0.00	0.60	5.775	7 699.846	0.596 8		0.597 6
G-H	429.04	0.040	0.000 10	1.15E-06	-0.000 8	2. E+04	0.002 50	0.030 48	0.00	0.60	-5.935	7 913.527	0.596 8		0.596 1
H-I	256.25	0.125	0.000 10	1.15E-06	-0.007 9	7. E+04	0.000 80	0.022 41	0.00	0.64	-0.958	122.069	0.596 8		0.589 0
I-E	393.55	0.125	0.000 10	1.15E-06	-0.011 4	1. E+05	0.000 80	0.021 46	0.00	0.93	-2.961	260.214	0.596 8		0.585 5
									=		4.336	19 244.032			
									q̄ 1 =			-0.000 1			

Tableau 7Récapitulatif de calcul du Réseau maillé

Maille 3															
Tronçon	L (m)	D (m)	k (m)	nu (m2/s)	Q hyp	Re	k/D	lambda	cible	vitesse	hr	hr/Q	q̄ 1	q̄ 2	Q corr
m-n	490,48	0,040	0,0001	1,15E-06	0,001 1	3,E+04	0,002 50	0,028 92	0,00	0,90	14,568	12 913,547	-0,000 1	0,000 0	0,001 0

n-o	215,42	0,040	0,0001	1,15E-06	0,000 5	1,E+04	0,002 50	0,032 53	0,00	0,39	1,388	2 801,504	-0,000 1		0,000 4
o-k	415,57	0,040	0,0001	1,15E-06	-0,001 0	3,E+04	0,002 50	0,029 51	0,00	0,76	-9,039	9 456,837	-0,000 1		-0,001 1
k-m	140,67	0,040	0,0001	1,15E-06	-0,000 3	9,E+03	0,002 50	0,035 23	0,00	0,26	-0,419	1 293,891	-0,000 1		-0,000 4
										=	6,498	26 465,779			
										$\bar{q} 1 =$		-0,000 1			

Tableau 8:Récapitulatif de calcul du Réseau ramifié

Réseau ramifié															
Tronçon	L(m)	D(m)	k(m)	nu (m ² /s)	Q (m ³ /s)	hr(m)	cible	Re(.)	lambda	vitesse (m/s)	Hamont	Haval	Hterrain	Pdyn	Pstat
R											303.25				
R-A	513.5	0.225	0.0001	1.2E-06	0.0427	2.47	0.00	210 115	0.01844	1.074	303.25	300.500	285.25	15.250	18
A-K	286.22	0.040	0.0001	1.2E-06	0.0005	1.88	0.00	13 840	0.03248	0.398	300.500	299.630	281.25	18.380	22
A-B	117.2	0.225	0.0001	1.2E-06	0.0422	0.55	0.00	207 655	0.01846	1.061	300.500	301.400	281.25	20.150	22
B-C	437.4	0.200	0.0001	1.2E-06	0.0178	0.73	0.00	98 261	0.02037	0.565	301.400	299.570	285.5	14.070	17.75
C-L	294.8	0.040	0.0001	1.2E-06	0.0005	1.93	0.00	13 840	0.03249	0.398	299.570	299.240	285.5	13.740	17.75
C-D	135.63	0.160	0.0001	1.2E-06	0.0173	0.65	0.00	119 366	0.02041	0.858	299.570	300.200	278.47	21.730	24.78
D-E	371.93	0.200	0.0001	1.2E-06	0.0345	2.16	0.00	190 986	0.0189	1.098	300.200	301.320	283.8	17.520	19.45
E-F	197.89	0.200	0.0001	1.2E-06	0.02312	0.54	0.00	127 988	0.01972	0.736	301.320	300.970	283.8	17.170	19.45
F-Q	240.56	0.160	0.0001	1.2E-06	0.02237	1.89	0.00	154 795	0.01987	1.113	300.970	301.100	277.13	23.970	26.12
Q-R	450.21	0.090	0.0001	1.2E-06	0.0067	6.49	0.00	82 422	0.02296	1.053	301.100	302.330	272.53	29.800	30.72
Q-S	244.52	0.160	0.0001	1.2E-06	0.01567	0.98	0.00	108 433	0.02063	0.779	301.100	301.720	280.37	21.350	22.88

III-2 Dimensionnement du réservoir

Le Réservoir de stockage dans les systèmes de distribution est l'accumulation en un point de quantité d'eau pour résoudre un problème technique et/ou un problème économique (coût de l'énergie). Les réservoirs de stockages ont pour fonction principale de résorber ou d'atténuer les phénomènes transitoires préjudiciables au fonctionnement des installations et d'écarter les phénomènes cycliques dus au comportement des usagers c'est-à-dire qu'il sert de tampon entre la somme des volumes mobilisés au cours de la journée et la distribution journalière, par l'accumulation du surplus d'eau aux heures de faible consommation et sa restitution pendant les heures de forte consommation. Ils participent à la sécurisation du système de distribution, à la continuité du service et à l'amélioration de sa qualité. C'est un élément de confort de l'utilisateur.

Choix du Site

Le choix du site d'emplacement du réservoir s'est fait en tenant compte d'un certain nombre d'éléments :

- ✓ Minimiser la longueur des conduites de refoulement pour économie sur le prix des conduites ;
- ✓ Assurer une pression raisonnable pour le point le plus contraignant du réseau.

III-2-1 Détermination du volume du réservoir

La capacité utile du réservoir a été déterminé par la méthode du tableau .Nous retenons un temps de pompage de 16h allant de 6h à 22h. Ainsi, nous déterminons le débit entrant et le débit sortant par les formules suivantes :

$$Q_{entrant} = \frac{D_{pj}}{16} \text{ et } Q_{sortant} = \frac{D_{pj}}{24}$$

$$Q_{entrant} = 29.38 \text{ m}^3/\text{h} \text{ et } Q_{sortant} = 19.59 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tableau 9:répartition horaire prévisionnelle de la consommation

période	durée	coefficient de consommation de période	consommation= Cch*QSortant
0h-6h	6h	0.1	1.959208333
6h-8h	2h	1.5	29.388125
8h-11h	3h	3	58.77625
11h-14h	3h	1.5	29.388125

Thème : Etude du système d'alimentation en eau potable de Linia dans la région du Chari Baguirmi / TCHAD.

14h-18h	4h	1.05	20.5716875
18h-20h	2h	0.5	9.796041667
20h-22h	2h	0.5	9.796041667
22h-24h	2h	0.35	6.857229167

Tableau 10: Consommation horaire

Période	0h-6h	6h-8h	8h-11h	11h-14h	14h-18h	18h-20h	20h-22h	22h-24h
Durée	6h	2h	3h	3h	4h	2h	2h	2h
Qentrant (m3/h)	0.0	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	0.0
Ventrant (m3)	0.0	58.8	88.2	88.2	117.6	58.8	58.8	0.0
Ventrant cum (m3)	0.0	58.8	146.9	235.1	352.7	411.4	470.2	470.2
Qdistribué (m3/h)	2.0	29.4	58.8	29.4	20.6	9.8	9.8	6.9
Vdistribué (m3)	11.8	58.8	176.3	88.2	82.3	19.6	19.6	13.7
Vdistribué cum (m3)	11.8	70.5	246.9	335.0	417.3	436.9	456.5	470.2
Ventrant cum-Vdistribué cum	-11.8	-11.8	-99.9	-99.9	-64.7	-25.5	13.7	0.0

CU= excédent max de (Volume cumulé entrant-Volume cumulé sortant (m3)) + Déficit max de (Volume cumulé entrant-Volume cumulé sortant (m3)).

Nous obtenons une capacité utile **CU de 113.6m³**

Pour le reste de calcul, nous ramenons cette capacité utile à **150m³**.

La désinfection de l'eau se fera par chloration avec une concentration de 0.2mg/l afin d'avoir des chances nulles d'apparition de pollution biologique.

De ce fait nous vérifions :

- ✓ Le temps minimum de séjour du chlore $CT/\max(Qd) = 2.55$ h supérieur aux 2h nécessaire à l'action du chlore ;
- ✓ Le temps maximum de séjour du chlore $CT/Djp = 0.32$ jr inférieur aux 2 jours

Pour les désinfectants comme le chlore, le temps de séjour maximum dans le réservoir est de 2jours au-delà duquel le désinfectant n'est plus actif.

III-2-2 Prescription technique du réservoir

Les réservoirs en béton armé permettent de garder l'eau à une température constante et à l'abri de la lumière pour empêcher tout développement des algues et de bactéries. Ces

réservoirs sont solides et adéquats en cas d'incendie. Ainsi notre réservoir aura une longue durée de vie.

III-2-3 Diamètre du réservoir

Pour une hauteur de la tranche d'eau dans le réservoir $h = 4\text{m}$, le volume du réservoir sera $V = S \cdot h$ avec S : surface de base du réservoir.

Notre réservoir étant de forme cylindrique, on a :

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot h}} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot 150}{\pi \cdot 4}} \Rightarrow D = 6\text{m}$$

Nous retenons en définitif, un château cylindrique d'une capacité de 150m³ avec une hauteur du réservoir de 4m, et d'un diamètre de 6,00m ; le radier sera implanté à 15m au-dessus du terrain naturel [Annexes 3].

III-2-4 Equipement du château d'eau

- ✓ Conduite d'arrivée (adduction)
- ✓ Conduite de départ (distribution) : Le départ de la conduite de distribution s'effectue de 0.15 à 0.20 m au-dessus du radier, et doit être muni d'une crépine en vue d'éviter l'introduction ; dans la distribution des boues ou des sables qui peuvent se déposer dans la cuve.
- ✓ Conduite de vidange : Elle permet de vidanger le château d'eau en vue de nettoyage ou de réparation. Cette conduite partira au point bas du château d'eau. Elle sera munie d'un robinet vanne et sera raccordée à la conduite de trop plein.
- ✓ Conduite de trop plein : Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au château d'eau, ce qui permet d'éviter que le niveau maximal soit atteint dans le château d'eau. La conduite de trop plein ne comportera pas de robinet sur son parcours ; sa section transversale sera disposée selon un plan horizontal situé à une distance h au-dessus du niveau maximal.
- ✓ Conduite by-pass : Ce tronçon de conduite relie les conduites d'alimentation (arrivée) et de distribution (départ) ; il fait circuler l'eau sans le faire passer au château d'eau ; permettant d'isoler le château d'eau en cas de besoin :
 - nettoyage de la cuve château d'eau ;
 - réparation du château d'eau.
- ✓ Une échelle en aluminium amovible pour la descente dans la cuve ;
- ✓ Une échelle en acier fixé à partir de 1,00m du sol pour accéder au réservoir ;

- ✓ L'intérieure du réservoir sera recouverte d'une peinture alimentaire de qualité admise par les normes en la matière.

III-3 Dimensionnement des conduites de refoulement

Les conduites de refoulement seront dimensionnées avec les formules de Bresse, Bresse modifié, et celle de Munier tout en respectant la condition de Flamant.

Formule de Bresse : $D(m)=1,5 \times Q^{0,5}$

Formule de Bresse modifié : $D(m)=0,8 \times Q^{1/3}$

Formule de Munier : $D(m)=(1 + 0,02n) \times Q^{0,5}$

Condition de Flamant : $v < 0.6 + D(m)$

Avec :

Q : le débit en m^3/s

n : le nombre d'heure de pompage

Les conduites de refoulement seront en PEHD PN 6

Conduite1 : Elle va du forage F1 au pied du réservoir

Conduite2 : Elle va du forage F2 au pied du réservoir

Tableau 11 Caractéristiques des conduites d'addition1

Conduite 1							
	Q (m^3/s)	D (mm)	D choisi (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Condition de Flamant	
Formule de Bresse	0,0026	77,58	90	73,6	0,42	0,69	ok
Formule de Bresse modifié	0,0026	111,05	125	102,2	0,22	0,725	ok
Formule de Munier	0,0026	64,13	75	61,4	0,61	0,675	ok

Tableau 12 Caractéristiques des conduites d'adduction 2

Conduite 4							
	Q (m^3/s)	D (mm)	D choisi (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Condition de Flamant	
Formule de Bresse	0,0028	79,37	90	73,6	0,44	0,69	ok
Formule de Bresse modifié	0,0028	112,75	125	102,2	0,23	0,725	ok
Formule de Munier	0,0028	65,61	75	61,4	0,63	0,675	ok

Les différents diamètres choisis sont :

Conduite1 : D=75mm avec une vitesse de 0.61m/s

Conduite2 : D=75mm avec une vitesse de 0.63m/s

Le choix des diamètres de refoulement relève d'un compromis entre, d'une part le souci de réaliser le moins possible d'investissement (petit diamètre) et d'autre part le souci de réduire les charges d'exploitation. Si on adopte un grand diamètre, le prix de canalisation sera élevé, par contre les pertes de charge seront réduites et la puissance du générateur d'énergie sera faible. On économisera sur le prix du générateur et sur le prix de l'énergie nécessaire au pompage.

Si au contraire on adopte un petit diamètre, le prix de la canalisation sera plus mais le prix du générateur et de l'énergie sera élevé.

Dans notre cas, les diamètres ont été choisis de sorte à respecter la vitesse d'auto curage dans les conduites et de réduire les charges d'exploitation.

III-3-1 Colonne montante réservoir

Les deux conduites seront raccordées au bas du réservoir. Ainsi on a une seule colonne montante au réservoir. La colonne montante est en polyéthylène.

Calcul du diamètre

$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$; Q (m³/s) est la somme des débits des deux forages. On a Q=19.88 m³/h et on prend

V = 1m/s.

Tableau 13Caractéristique colonne réservoir

Q (m ³ /s)	D calculé (mm)	DN (mm)	D intérieur (mm)
0.0054	83.85	90	73.6

III-4 Choix de pompe immergée et groupe électrogène

III-4-1 Pompes immergées

Dans cette partie, nous avons pris en compte les données caractéristiques de deux forages existants et choisis alimentés le château d'eau qui sera construit dans la ville de Linia, ce qui nous a permis de déterminer la hauteur géométrique ainsi que la hauteur manométrique et de faire un choix de la pompe pour le système d'alimentation en eau potable.

III-4-1-1 Calcul de la hauteur manométrique totale

HMT = H_{géo} + ΔH

HMT : hauteur manométrique totale ;

Hgéo : hauteur géométrique, différence de cote entre le niveau dynamique du forage et la cote de refoulement au niveau du réservoir ;

ΔH : perte de charge dans la conduite d'adduction (les pertes de charge linéaires sont majorées de 10% pour intégrer celles singulières) calculée à partir de la formule de Manning – Strickler.

Formule de Manning-Strickler

$$J = \frac{10.29}{K_s^2} * \frac{Q^2}{D^{16/3}} * L \text{ Avec}$$

Q : le débit ;

L : la longueur du tronçon ;

D : le diamètre intérieur de la conduite ;

$K_s = 120$ pour les conduites en PEHD

Le tableau suivant résume les résultats aboutissants à la HMT :

Tableau 14 Données des forages

Forages	Cote forage	Débit (m ³ /h)	DN (m)	Prof Total (m)	Cote réservoir(m)	Hgéo (m)	ΔH (m)	HMT (m)
F1	298.14	9.63	15.7	40.7	322.75	40.31	0.509	40.82
F2	300.25	10.25	22.2	47.2	322.75	44.7	0.624	45.32

Les pompes choisies en fonction du débit pompé et de la HMT dans le catalogue des pompes immergées pour forages GRUNDFOS : SP 17-4N et SP 8A-15N [10].

Au point de fonctionnement des caractéristiques de la pompe et de la conduite dans laquelle elle refoule, on a les prescriptions techniques dans le tableau ci-dessous:

Tableau 15:Récapitulatif des points de fonctionnement des pompes par rapport à leur conduite de refoulement

Forages	Hmt (m)	Débit (m ³ /h)	Pompe choisie	Puissance du moteur (KW)	Rendement r(%)	Cos phi
Forage 1	40.5	10.3	GRUNDFOS SP 17-4N	2.2	43	0.8
Forage 2	46.2	10.1	GRUNDFOS SP 17-4N	2.4	47	0.8

III-4-1-2 Protection de la pompe

Pour garantir bon fonctionnement de la pompe et son contrôle, les équipements ci-après doivent être installés.

A l'amont de la pompe : aspiration

Nous avons les pièces suivantes :

- Crépine de Protection de la pompe contre l'entrée de gros éléments ;
- Clapet pour la retenue de l'eau dans la conduite et pour l'amorçage de la pompe ;
- Convergent dissymétrique pour la suppression de zone morte à l'entrée de la pompe ;
- Vanne d'arrêt isolement de la pompe.

A l'aval de la pompe : Refoulement

Nous avons les pièces suivantes :

- Manomètre : mesure de la pression à la sortie de la pompe ;
- Vanne de refoulement : isolement de la pompe pour l'entretien, amorçage de la pompe ;
- Purge d'air : élimination de l'air ;
- Compteur d'évaluation des quantités d'eaux refoulées ;
- Clapet anti-retour pour la protection de la pompe.

III-4-2 Groupe électrogène

III-4-2-1 Détermination de puissance apparente de groupe électrogène

La puissance apparente du groupe électrogène est donnée par la formule suivante :

$$P_a = \frac{P_{\text{absorbée}}(kW)}{\eta_{\text{groupe électrogène}} * \cos \varphi}$$

$P_{\text{absorbée}}$: Puissance absorbée par la pompe = 2,2 KW

$\eta_{\text{groupe électrogène}}$: Rendement électrique du groupe électrogène = 80%

$\cos \varphi$: Facteur de puissance = 0.8

$$P_a = 4.6 / (0.8 * 0.8) = 7.18 \text{ Kw}$$

Dans le catalogue SDMO, nous choisissons le groupe électrogène de caractéristiques suivantes[11].

Tableau 16:Caractéristique de groupe électrogène

Gamme	Type de Groupe	Puissance apparente	Consommation	Réservoir
1500tr/mn	XP-T9KM- ALIZE	8.6Kw	2.5l/h	50litres

III-5 Vérification des conduites au coup de bélier

L'arrêt brusque de la pompe par suite de coupure d'énergie accidentelle ou d'une défaillance mécanique provoque une oscillation de la pression (surpression ou dépression) dans la conduite de refoulement. La valeur de cette oscillation de pression est donnée par la formule suivante :

Formule d'Allievi :

$$\Delta h = a * \frac{v_0}{g} \quad \text{Où}$$

Δh : est la variation de pression en m;

a : la vitesse de l'onde de pression;

v_0 : La vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement en m/s ;

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

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \times \frac{D}{e}}}$$

Avec:

$K = 83$ pour les conduites en PEHD

D : le diamètre de la conduite

e : l'épaisseur de la conduite (m)

Cours de ENP lamine Mar page 50 à 51

Pour éviter le coup de bélier, la valeur de $H + \Delta h$ doit être inférieure à la pression nominale de la conduite de refoulement.

$H = H_{\text{géo}} + P_{\text{dc}} + P_{\text{at}}$ (voir cours de ENP lamine Mar page 50 à 51) ou 64

Tableau 17:surpression dans les conduites de refoulement

	K	$g(m/s^2)$	D(mm)	E(mm)	a	$V_0(m/s)$	Δh	H	H+ Δh	PN(m)
Condte1	83	9,81	75	6,8	318.90	0,61	19.83	21.1	40.93	60
Condte2	83	9,81	75	6,8	318.90	0,63	20.47	19	39.48	60

On remarque que toutes les valeurs de H+ Δh sont inférieures à la pression nominale qui est de 60m (6bars). Une protection anti bélien n'est donc pas nécessaire.

IV Etude d'impact environnemental

IV-1 Les impacts sur le milieu physique et biologique

- Risque de pollution (air, infiltration des déchets, sonore...) pendant la phase des travaux ;
- Déboisement, défrichement

IV-2 Les impacts sur le milieu humain

- Amélioration des revenus de la population ;
- Raccourcissement de la distance parcourue d'un point d'eau pour les besoins ;
- Lutte contre la pauvreté à travers la création de l'emploi ;
- Déguerpissement des habitations pour faire passer certaines canalisations ;
- Perte des terres cultivables.

IV-3 Mesures d'atténuation

Il faudra mettre en place un programme rigoureux de gestion et d'entretien de l'ensemble des ouvrages réalisés pour pérenniser les impacts positifs du projet. L'atténuation des impacts vise la meilleure intégration possible du projet à son environnement. A cet effet, il est important de préciser les actions correctives ou les ajouts prévus pour réduire voir éliminer les impacts négatifs.

Sur le milieu physique et biologique

- Collecte et élimination des déchets solides et liquides sur les sites ;
- Prévoir des installations sanitaires pour les personnels du chantier ;
- Prendre des précautions nécessaires afin de remettre en place la terre arable décapée ;

- Planter des arbres pour compenser ceux qui seront détruits ;

Sur le plan humain

- Sensibiliser les riverains sur le risque du paludisme et les maladies hydriques ;
- Assurer le respect et le contrôle rigoureux des conditions d'hygiène sur le chantier ;
- Garantir un environnement de travail mieux sécurisé pour le personnel.

V Mode de gestion du système d'AEP

V-1 But de la gestion

La gestion d'alimentation en eau potable (ouvrage de production et de distribution) a pour objectif d'assurer :

- La pérennité des ouvrages par des options de conservation ;
- L'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance ;
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution.

V-2 Mode de gestion

La gestion est une politique permettant de gérer un bien dans un état spécifié, ou en mesure d'assurer un service déterminé. Gérer, c'est donc prendre en garde les opérations qui permettent de maintenir en bon état le potentiel du matériel, d'assurer la continuité de la production, entretenir les ouvrages et les équipements afin d'assurer un fonctionnement de cout global minimum.

V-2-1 Gestion directe

La gestion directe de l'eau peut prendre deux formes : la gestion communautaire et la gestion par les élus locaux au niveau des communes.

- **Gestion communautaire** : dans cette forme de gestion, des volontaires, généralement non rémunérés, consacrent une partie de leurs temps à la gestion du service de l'eau. Les volontaires rendent directement compte à la communauté au cours d'une assemblée générale dirigée par le bureau de l'association des usagers.
- **La régie** : on parle de régie quand la commune ou l'Etat assure lui-même l'exploitation du service d'adduction d'eau à travers son personnel propre. Elle est fonction des dimensions du système, des sommes générées et du niveau de professionnalisme exigé.

V-2-2 Les marchés publics

Ce sont des contrats de mise à disposition des moyens ou de savoir-faire dans lesquels l'opérateur prend peu de risque dans la gestion du service et est rémunéré forfaitairement par l'autorité contractante.

La délégation

Dans ce type de gestion, l'État ou la collectivité confie entièrement la fourniture du service à une personne morale qui apporte une partie des moyens et gère le système à ses risques et périls.

L'exploitant du service d'eau est habilité à percevoir directement les redevances correspondantes auprès des usagers. La collectivité conserve toutefois la responsabilité de contrôle des conditions d'exécution des contrats par le délégataire.

V-3 Choix du mode de gestion des points d'eau

Après analyse, nous retenons comme mode de gestion, la gestion communautaire. A cet effet, il sera nécessaire de mettre en place un comité de pilotage qui sera constitué de :

- Un président
- Un secrétaire
- Un trésorier
- Un responsable à l'hygiène
- Des fonteniers
- Deux gardiens.

Le Comité aura la charge de mettre en place le personnel permanent pour la distribution de l'eau et assurera sa rémunération qui est prélevée et intégrée au prix du litre. Il est responsable de la propreté, de l'hygiène et des conditions de distribution de l'eau aux points d'eau lui correspondant. Il assure aussi le suivi général des installations de contrôle et d'inspection.

Les opérations de contrôle et d'inspection des ouvrages et les actions accessoires consistent à :

- veiller au bon fonctionnement des bornes fontaines ;
- organiser des réunions et de rendre compte à la communauté ;
- fixer en collaboration avec la population le prix de l'eau ;
- gérer les fonds pour l'exploitation des points d'eau ;
- organiser des séances de travail pour assainir les bords des bornes fontaines.

Nous aurions souhaité que celui qui doit assurer la présidence soit une personnalité influente de la localité. Il serait également intéressant de motiver les membres du bureau par une petite rémunération forfaitaire, même s'il est vrai qu'ils sont volontaires.

La gestion financière sera organisée de sorte à ce que le renouvellement des installations puisse être possible à l'échéance du projet. A cet effet, une rigueur s'impose au niveau de cette gestion.

Les recettes proviennent de la vente de l'eau des bornes fontaine. Les fonteniers devraient verser leur recette journalière auprès du trésorier qui, à son tour fera le bilan hebdomadaire et produira des pièces justificatives. L'ouverture d'un compte à la banque la plus proche serait idéale. Ce compte sera un compte bloqué et servira au renouvellement de l'installation au moment opportun. Pour ce faire, il sera alimenté par des redevances prélevées sur la vente d'eau et sur chaque m³ d'eau vendu. Un autre compte sera ouvert au niveau de la caisse d'épargne et sera mouvementé pour les dépenses courantes telles que l'entretien, les carburants, le paiement du salaire des fontainiers[9].

VI Etude économique

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix Total
a	Installation RESEAU et repli de la base de l'entrepreneur	FF	1	1 000 000	1 000 000
	Sous total a				1 000 000
b	Pose de lit de sable (ép. 10cm)	m3	365.28	1 000	365 280
	Tranché pour la pose de canalisation de 1.5 de profondeur et 0.5 de largeur	m3	5479.31	3 000	16 437 930
	Sous total b				16 803 210
c	Conduite de distribution PVC 225 PN10	ml	630.7	11 500	7 253 050
	Conduite de distribution PVC 200 PN10	ml	1642.51	10750	17 656 983
	Conduite de distribution PVC 160 PN10	ml	1175.48	9250	10 873 190
	Conduite de distribution PVC 140 PN10	ml	668.72	8500	5 684 120
	Conduite de distribution PVC 90 PN10	ml	450.21	6000	2 701 260
	Conduite de distribution PVC 40 PN10	ml	846.52	1250	1 058 150
	Conduite d'adduction PEHD16 DN75	ml	178.55	4250	758 838
Sous total c				45 985 590	
d	Fourniture et pose de Vanne DN 200	U	2	17500	35 000
	Fourniture et pose de Vanne DN 160	U	1	14850	14 850
	Fourniture et pose de Vanne DN 140	U	2	11500	23 000
	Fourniture et pose de Vanne DN 75	U	1	7250	7 250
	Fourniture et pose de Vanne DN 90	U	2	9100	18 200
	Fourniture et pose de Vanne DN 40	U	1	4900	4 900
	Fourniture et pose de Té en fonte 225/40	U	1	8500	8 500
	Fourniture et pose de Té en fonte 225/160	U	1	10250	10 250
	Fourniture et pose de Té en PVC EETE 140/140	U	3	7000	21 000
	Fourniture et pose de Té en PVC EETE 200/200	U	1	10500	10 500
	Fourniture et pose de Té en PVC EETE DN 125	U	1	6700	6 700
	Fourniture et pose de Té en PVC EETE DN 160	U	1	8250	8 250
Adaptateurs à bride pour PVC 225	U	1	7500	7 500	

Thème : Etude du système d'alimentation en eau potable de Linia dans la région du Chari Baguirmi / TCHAD.

Adaptateurs à bride pour PVC 40	U	1	1750	1 750
Adaptateurs à bride pour PVC 200	U	1	6500	6 500
Cône réducteur PN10 DN 225/200	U	1	17500	17 500
Cône réducteur PN10 DN160/140	U	3	8500	25 500
Cône réducteur PN10 DN 200/160	U	2	11500	23 000
Cône réducteur PN10 DN 200/40	U	1	9250	9 250
Cône réducteur PN10 DN 200/125	U	1	11000	11 000
Cône réducteur PN10 DN 125/40	U	1	6500	6 500
Coude45° à deux emboitements DN 140	U	1	5500	5 500
Coude45° à deux emboitements DN 40	U	2	2500	5 000
Butée en Béton	U	4	120000	480 000
Manomètre DN 75	U	2	20000	40 000
Compteur DN75	U	2	100000	200 000
Clapet anti retour DN 75	U	1	17500	17 500
Te en fonte DN 75	U	1	3500	3 500
Sous total d				1 028 400
e				
Génie Civil et matériel				
Construction de bornes fontaines	U	10	850000	8 500 000
Construction de regard	U	1	225000	25 000
Etudes contrôle et suivi des travaux	ens	1	11000000	11 000 000
Fourniture et pose de groupe électrogène 8.6 KW 230/400v	U	1	6000000	6 000 000
Construction d'un local de groupe de 16m ²	U	1	4500000	4 500 000
Construction d'un château en BA de 150 m ³ et d'une hauteur sous cuve de 15 m	U	1	100000000	100 000 000
Equipement du forage	U	2	6000000	12 000 000
Fourniture des Pastilles de chlore	U	1	600000	600 000
Sous total e				142 825 000
SOUS TOTAL HORS TAXE				207 642 200

MONTANT TVA (18%)	37 375 596
TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES	245 017 796

Le coût global de cette étude toutes taxes comprises s'élève à Deux quarante cinq millions dix sept mille sept cent quatre vingt seize francs FCFA (245 017 796 FCFA) .

VII Cout de revient de mètre cube d'eau

Pour une bonne gestion des ouvrages hydrauliques, il est important que les populations bénéficiaires soient impliquées à tous les niveaux. C'est ainsi qu'ils doivent supporter les frais d'investissement et de fonctionnement en payant le mètre cube d'eau à un prix conséquent tout en restant dans l'intervalle de leurs possibilités financières [12].

Le prix de revient de mètre cube d'eau est calculé par la formule suivante :

$$P_r = \frac{A + I + C}{P}$$

Pr: Prix de revient de l'eau en m³ ;

A: Amortissement des équipements ;

P: Production d'eau à l'échéance du projet ;

I: Investissement ;

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

VII-1 Calcul d'amortissement des équipements

Tableau 18 Calcul d'amortissement

Désignation	Base d'amort. FCFA	durée de vie	Amort. annuel FCFA
groupe électrogène	6 000 000	5	1 200 000
Pompes immergées	12 000 000	5	2 400 000
Château d'eau en béton arme	100 000 000	20	5 000 000
Canalisations	45 985 590	10	4 598 559
Accessoires	1 028 400	5	205680
Bornes fontaines	8 500 000	10	850000
Total amortissements annuels			14 254 239
Total amortissements à l'horizon du projet			128 288 151

VII-2 Détermination de charge d'exploitation et maintenance du système

Les charges d'exploitation comprennent :

- salaire du personnel ;
- achat de pastilles de chlore ;
- prix du carburant et lubrifiant ;

- Frais d'entretien (groupe, château d'eau, réseau...)

Les charges d'exploitations et maintenances seront évaluées à 5% sur le cout total d'investissement jusqu'à l'horizon du projet. Ces charges sont égales à 12 250 889 FCFA.

VII-3 Détermination de production d'eau à l'échéance du projet.

La production d'eau à l'échéance du projet est donnée par la relation suivante :

$$P = 313,476 * 365 * 9 = 1144187m^3/j.$$

Ainsi,

$$P_r = (128288151 + 12250889 + 245017796)/1144187,4 = 336,97FCFA/m^3$$

En tenant compte de rentabilité, le prix de revient d'un mètre cube d'eau sera fixé à 400FCFA ; soit 10FCFA le bidon de 25 litres et 80FCFA le fût de 200 litres.

Conclusion et recommandation

Au cours de notre étude nous avons constaté que l'accès à l'eau potable dans la ville de Linia représente un problème majeur et la population semble donc sous-alimentée en cette ressource. Le manque de cette matière précieuse est lié à la disponibilité d'un plan spécifique à la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable.

Nous signalons que durant notre étude une priorité a été donnée au coté technique pour assurer une pression convenable et un débit suffisant aux consommateurs. L'analyse que nous avons faite sur le site de la région d'étude et l'évolution de la commune, la mise en service de ce projet d'alimentation en eau potable est beaucoup sollicitée par la population.

Cette étude nous a permis de mettre en pratique toutes les connaissances qui nous ont été données dans tous les domaines hydrauliques durant le cycle de notre formation, et nous espérons que ce travail contribuera à la formation des futurs ingénieurs.

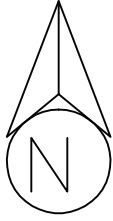
Pour cette étude, nous recommandons :

- utilisation simultanée de l'énergie solaire et thermique dans certaines localités ;
- appui à la création et la structuration des comités de gestion bien avant la réalisation proprement dite des ouvrages;
- confier la délégation du service de l'eau à un opérateur privé sélectionné sur appel d'offre concurrentiel ;
- confier la gestion lorsque les populations dépassaient 10 000 habitants à la STE.

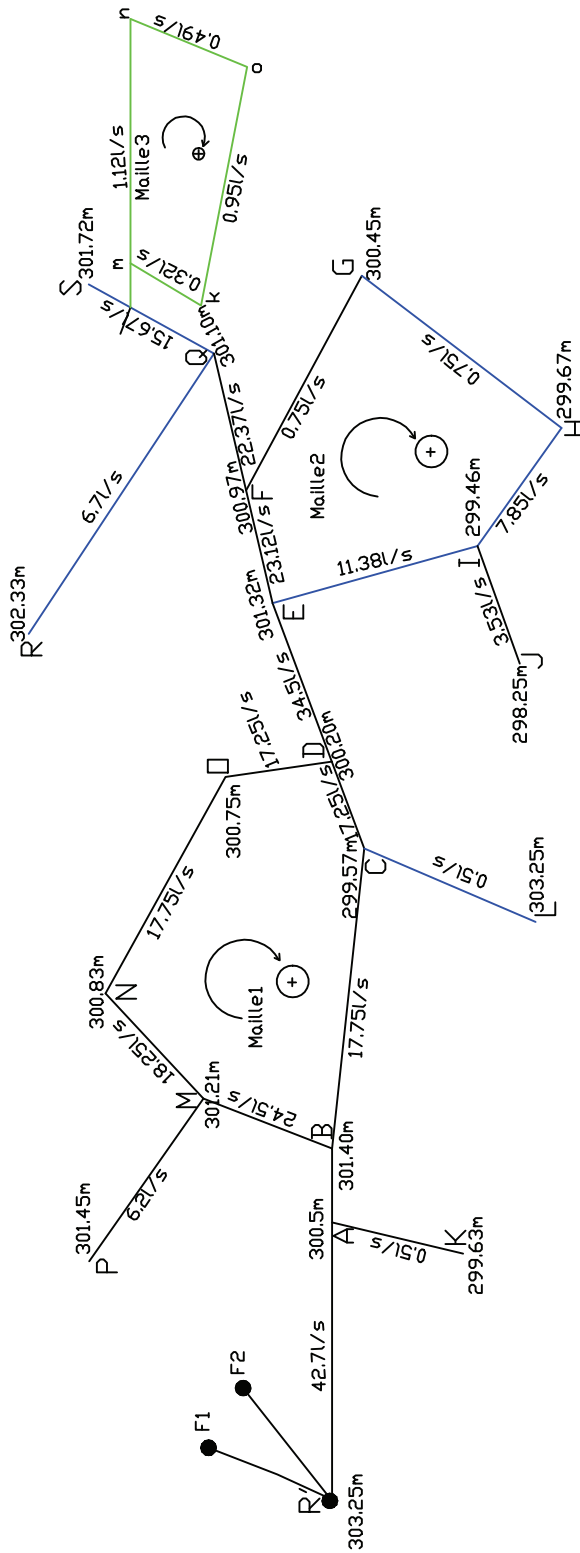
Bibliographie

- [1]- DREM. Rapport technique : données climatiques de la Zone Sud 2013 (p25).
- [2]- Rapport technique : Projet aménagement agricole du Bahr Lina, 2012 (p36).
- [3]- KUSNIR, I (1995) : Géologie, ressources minérales et ressources en eau du TCHAD- Travaux et document scientifique du TCHAD, 2^e édition, 115, CNAR, N'DJAMENA (p19).
- [4]- Abadie J. 1962 Études géologiques et hydrogéologiques du sud du Tchad (p51).
- [5]- Rapport technique : INSED (2013) (p27).
- [6]-.Rapport technique : direction des ouvrages hydrauliques (2013) (p 37).
- [7]- **Rapport technique** : Direction de l'approvisionnement en eau et assainissement du ministère de l'hydraulique rurale et urbaine (2014).
- [8]- **Rapport technique** : Société Tchadienne d'Eau (2011) (p42).
- [9]- TAHIR ALLATCHI SOKOYA. (juin2012), Adduction d'eau potable de la ville d'AMZOER, mémoire de fin d'études (2ie).
- [10]- Catalogue des pompes GRUNDFOS.
- [11]- Catalogue SDMO pour le groupe électrogène
- [12]- **CIR Centre International de l'eau et l'assainissement**, 1989, l'eau à quel prix ?, La participation communautaire et la prise en charge des coûts d'entretien par les usagers (p24).
- [13]- guide des services d'alimentation en eau potable au Niger. (Edition 2010).
- [14]- **F. Valiron**, 1991, Gestion des eaux, Coût et prix de l'alimentation en eau et de l'assainissement.

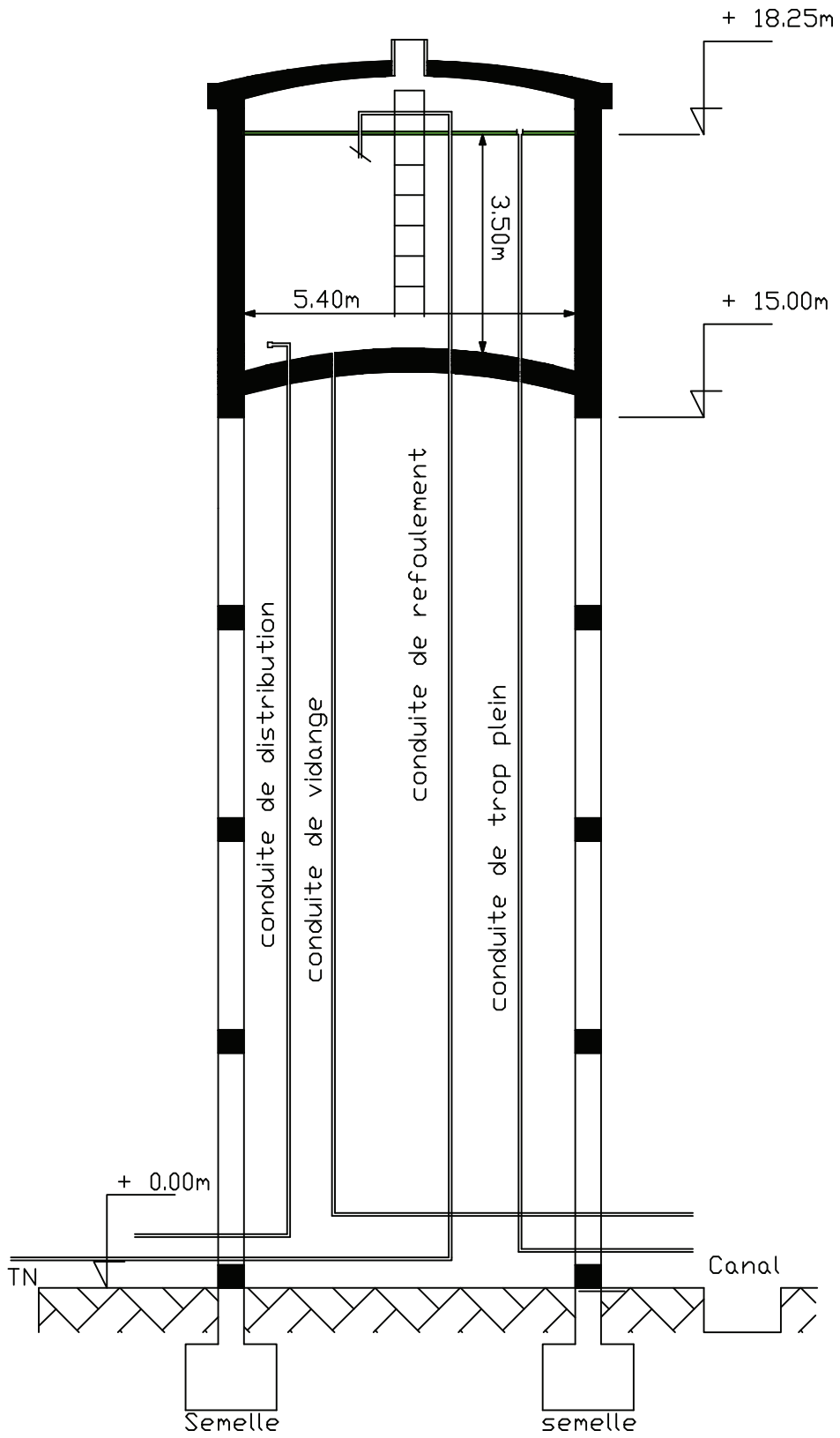
ANNEXES



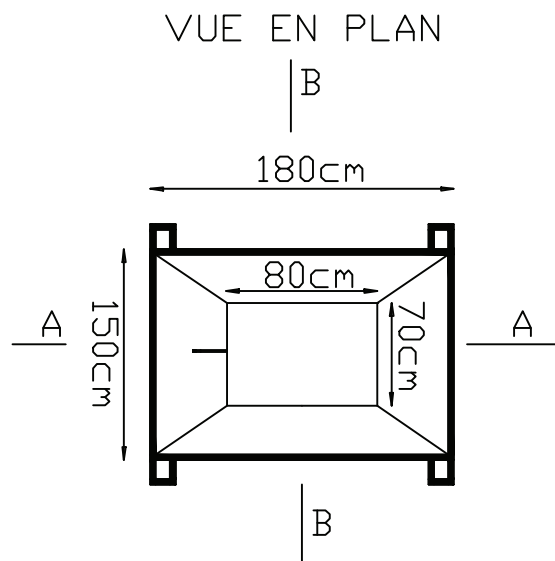
- :Conduites primaires
- :Conduites tertiaires
- :Conduites secondaires



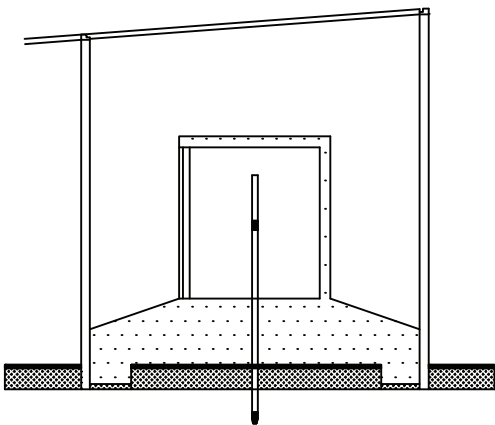
Plan du reseau d'AEP	
Echelle : 1/500	Dessin N°:2
TIDJANI IDRIS Mahamat	



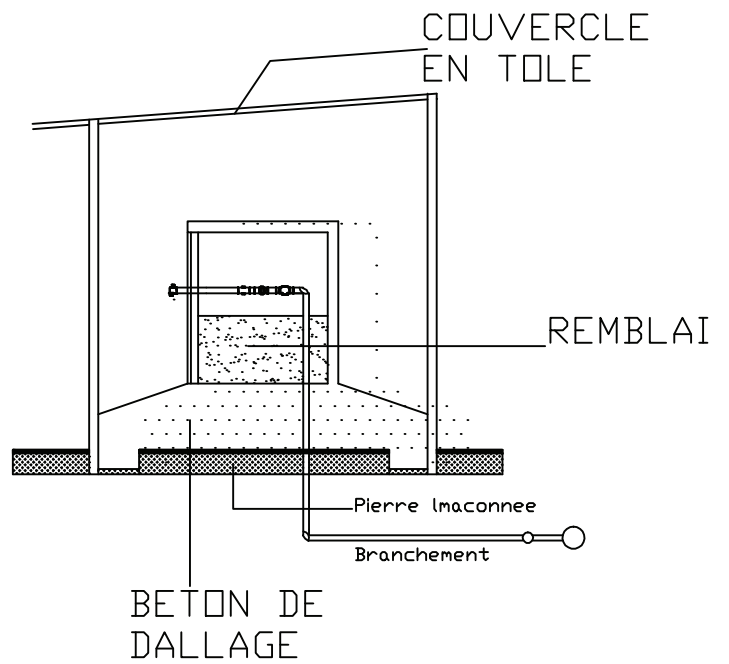
Coupe du chateau d'eau	
Echelle : 1/500	Dessin N°:3
TIDJANI IDRIS Mahamat	



COUPE B-B

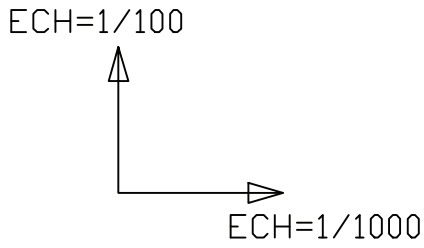


COUPE A-A



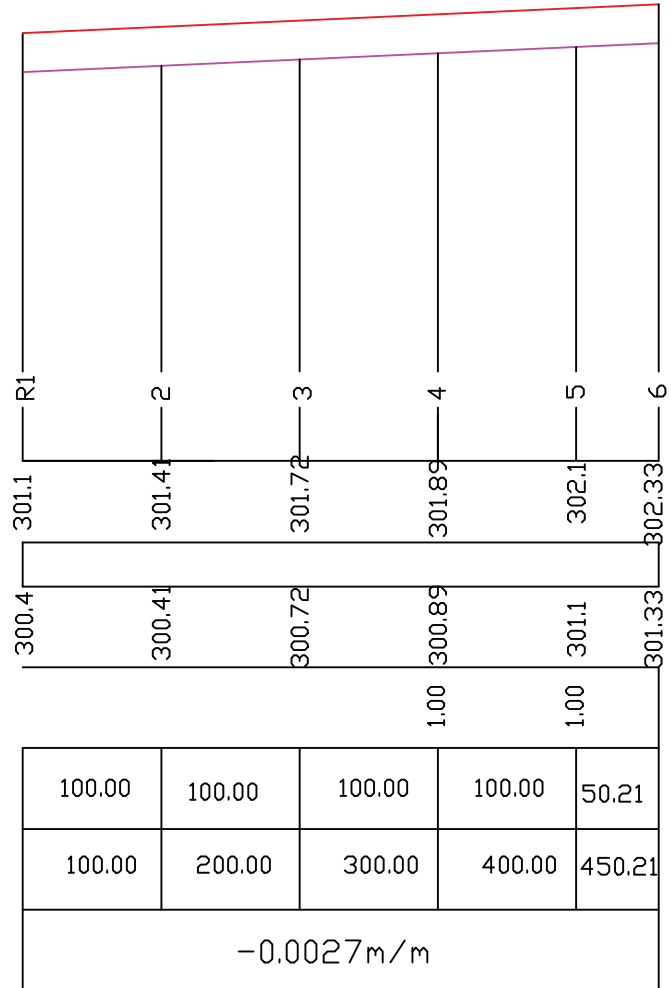
Plan d'une borne fontaine	
Echelle : 1/100	Dessin N°4
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Tronçon Q-R



Plan de Comparaison

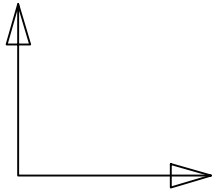
Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m



Profil en long	
Echelle : 1/100	Dessin N°5
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Tronçon D-E

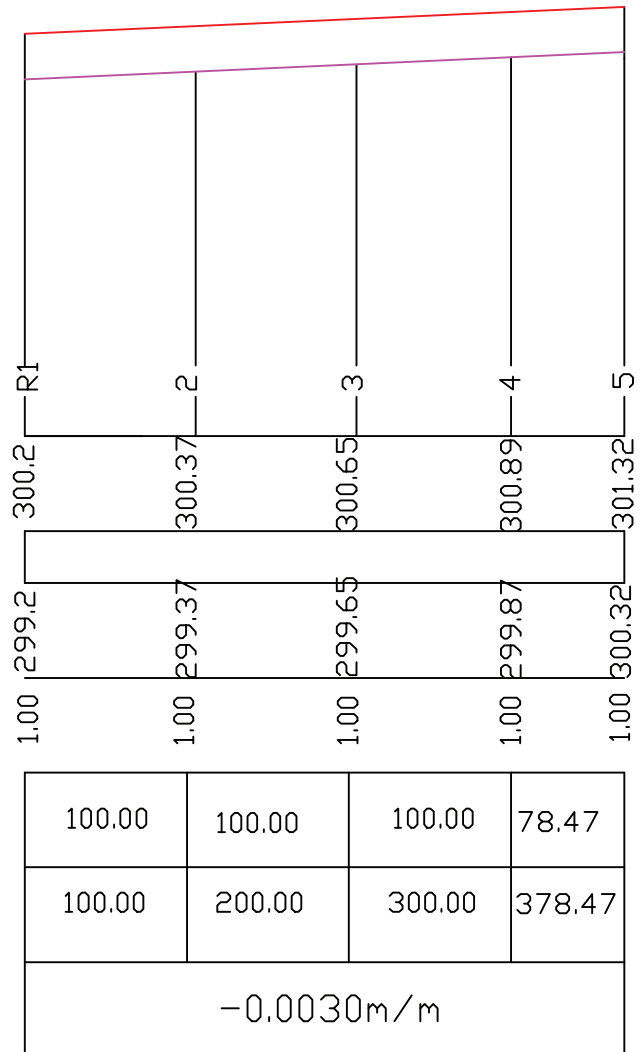
ECH=1/100



ECH=1/1000

Plan de Comparaison

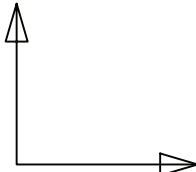
Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m



Profil en long	
Echelle : 1/100	Dessin N°6
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Tronçon B-C

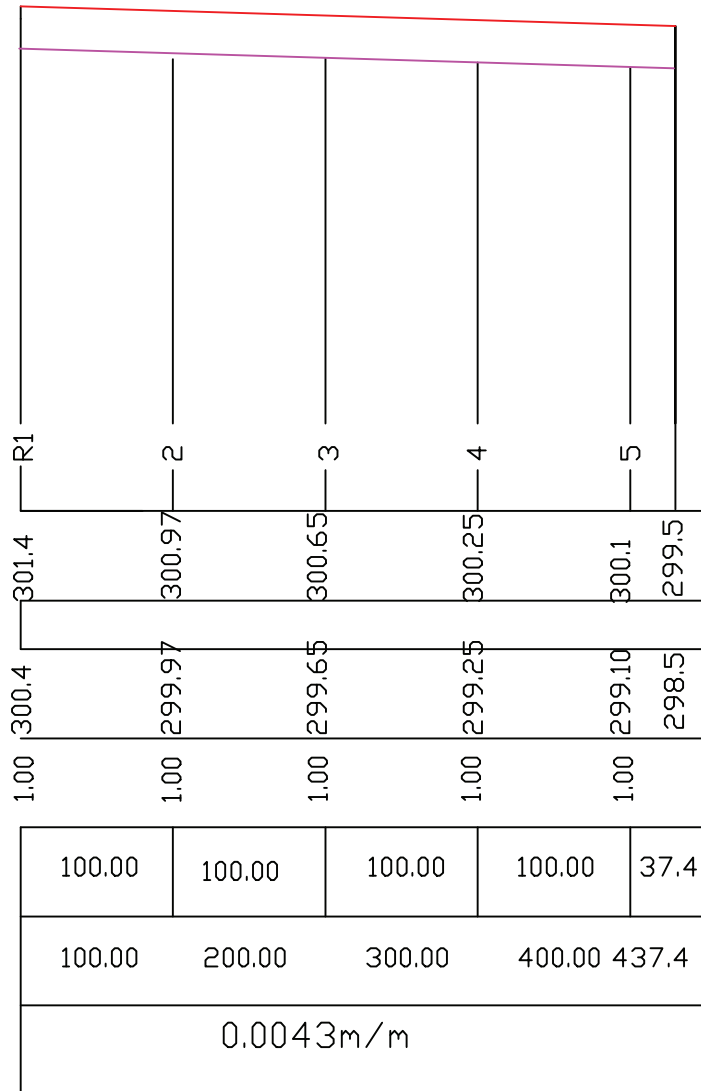
ECH=1/100



ECH=1/1000

Plan de Comparaison

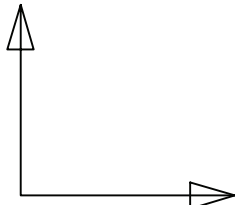
Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m



Profil en long	
Echelle : 1/100	Dessin N°7
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Tronçon C-D

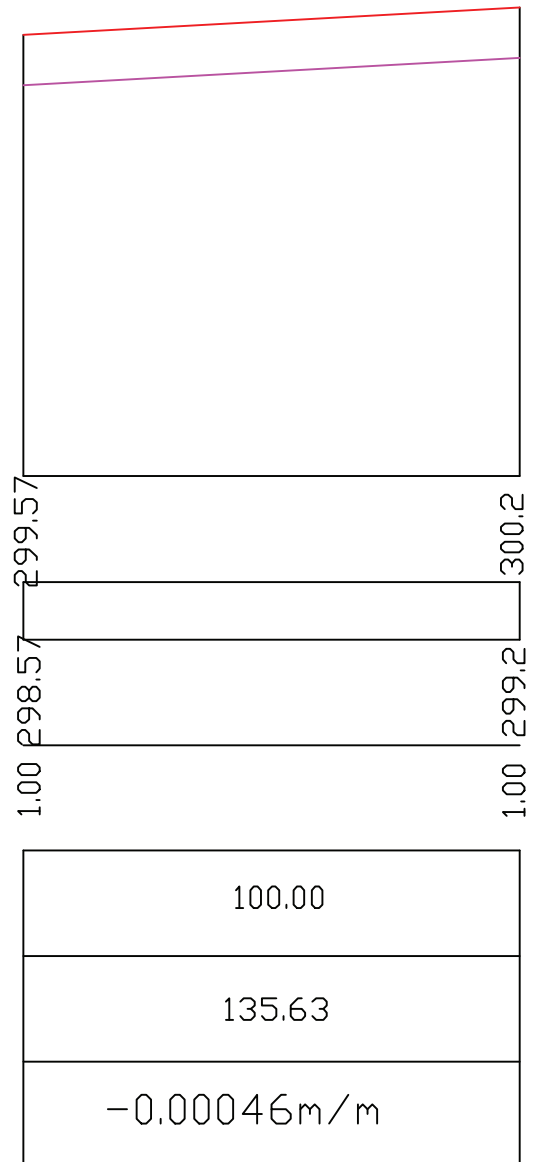
ECH=1/100



ECH=1/1000

Plan de Comparaison

Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m



Profil en long

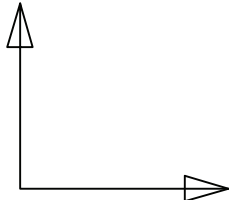
Echelle : 1/100

Dessin N°8

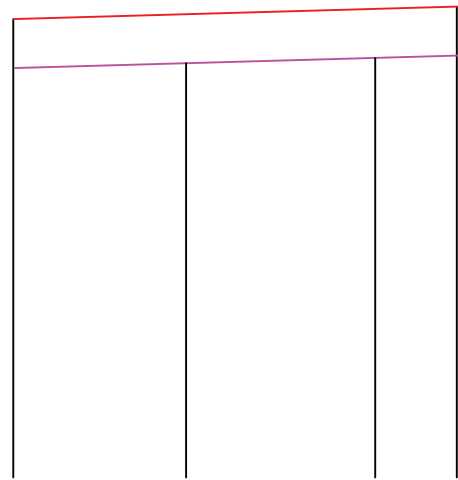
TIDJANI IDRIS Mahamat

Tronçon F-Q

ECH=1/100



ECH=1/1000



Plan de Comparaison

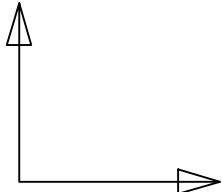
Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m

300.97	300.99	301.0	301.1
299.97	299.99	300.0	300.1
1.00	1.00	1.00	1.00
100.00	100.00	40.56	
100.00	200.00	240.56	
-0.00054m/m			

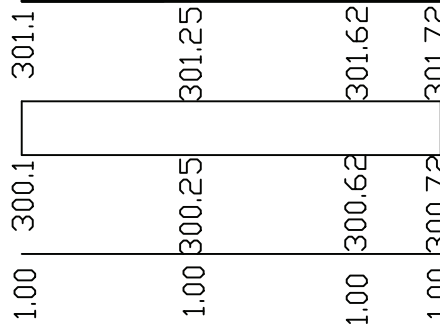
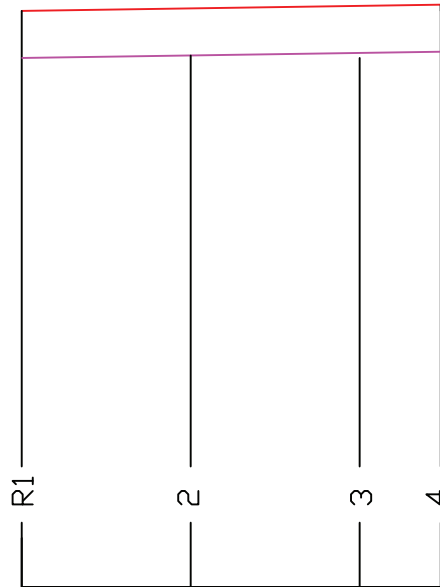
Profil en long	
Echelle : 1/100	Dessin N°9
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Tronçon Q-S

ECH=1/100



ECH=1/1000



Plan de Comparaison

Cotes Terrain naturel(m)	301.1	301.25	301.62	301.72
Numero de regard				
cotes projet	300.1	300.25	300.62	300.72
Profondeur projet	1.00	1.00	1.00	1.00
Distances partielles(m)	100.00	100.00	44.52	
Distances cumulees	100.00	200.00	244.52	
Pente m/m	-0.0025m/m			

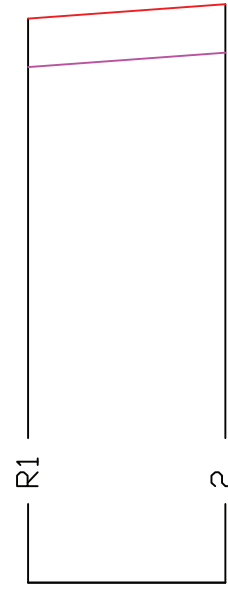
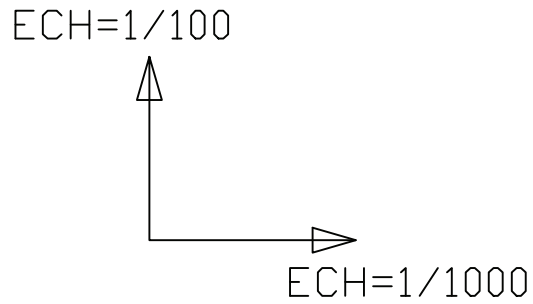
Profil en long

Echelle : 1/100

Dessin N°10

TIDJANI IDRIS Mahamat

Tronçon A-B



Plan de Comparaison

Cotes Terrain naturel(m)	300.5	301.4
Numero de regard		
cotes projet	299.5	300.4
Profondeur projet	1.00	1.00
Distances partielles(m)	100.00	
Distances cumulees	117.2	
Pente m/m	-0.0076m/m	

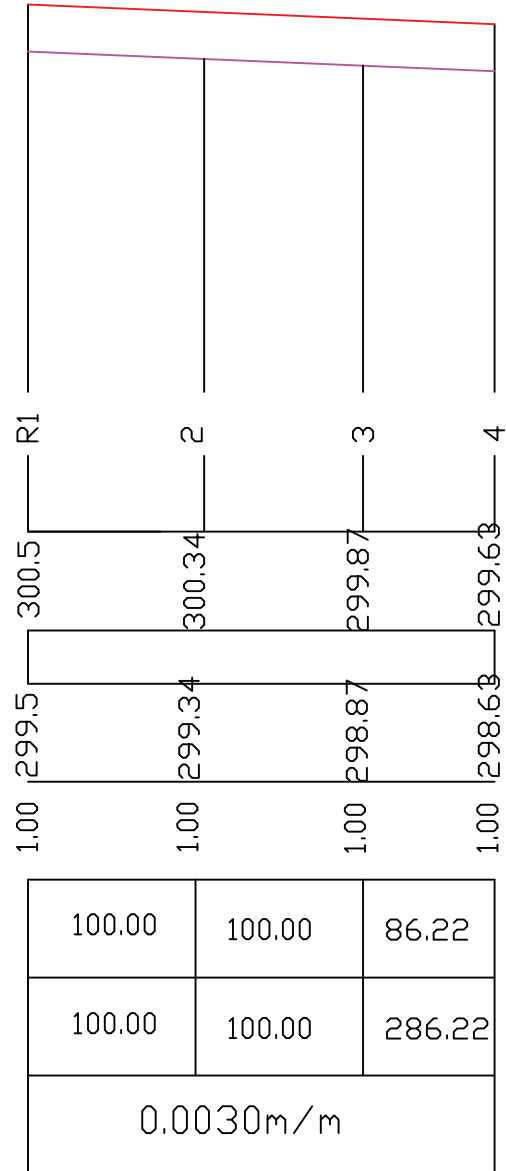
Profil en long	
Echelle : 1/100	Dessin N°11
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Tronçon A-K

ECH=1/100



ECH=1/1000



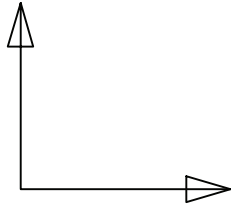
Plan de Comparaison

Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m

Profil en long	
Echelle : 1/100	Dessin N°12
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Troncon M-N

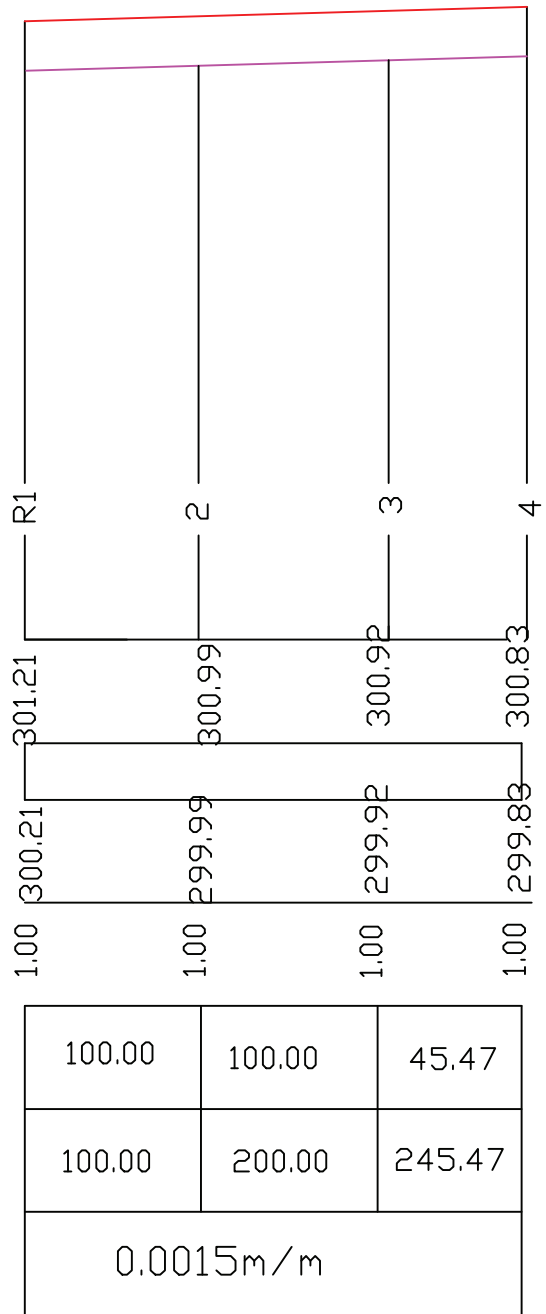
ECH=1/100



ECH=1/1000

Plan de Comparaison

Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m



Profil en long

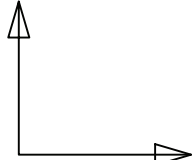
Echelle : 1/100

Dessin N°13

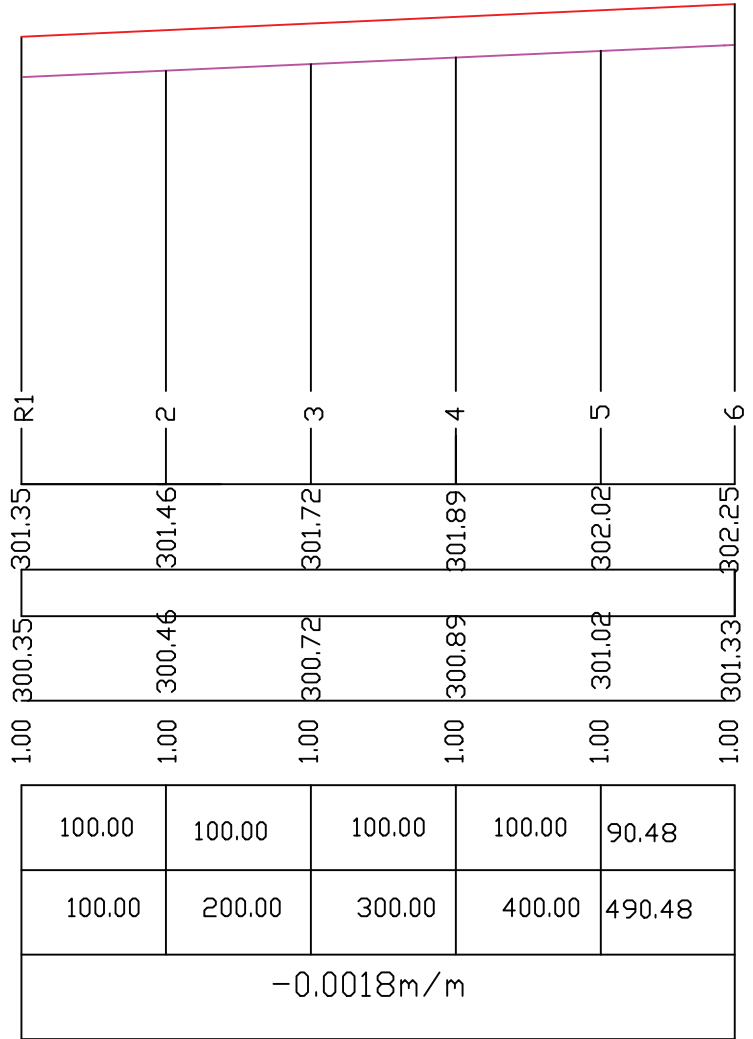
TIDJANI IDRIS Mahamat

Tronçon m-n

ECH=1/100



ECH=1/1000



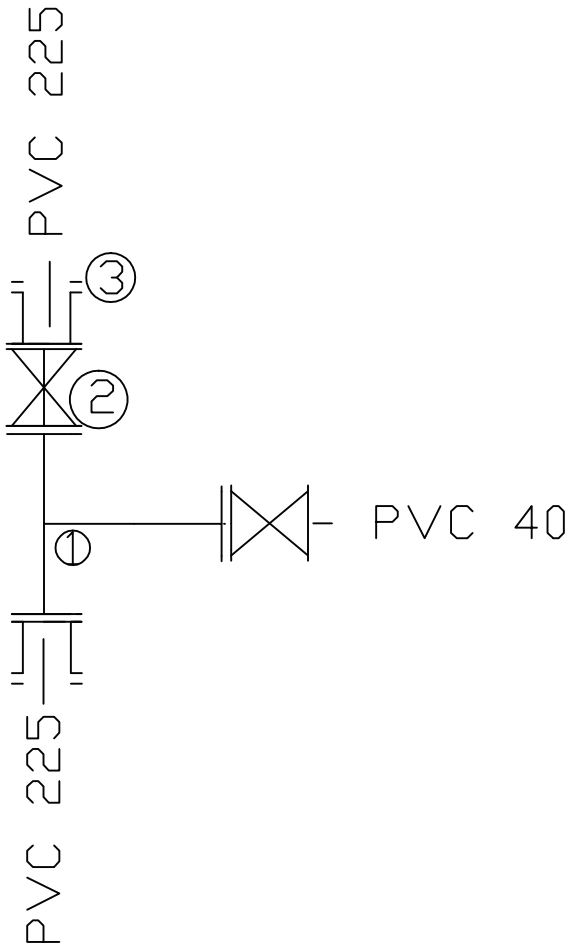
Plan de Comparaison

Cotes Terrain naturel(m)
Numero de regard
cotes projet
Profondeur projet
Distances partielles(m)
Distances cumulees
Pente m/m

Profil en long	
Echelle : 1/100	Dessin N°41
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Noeud A

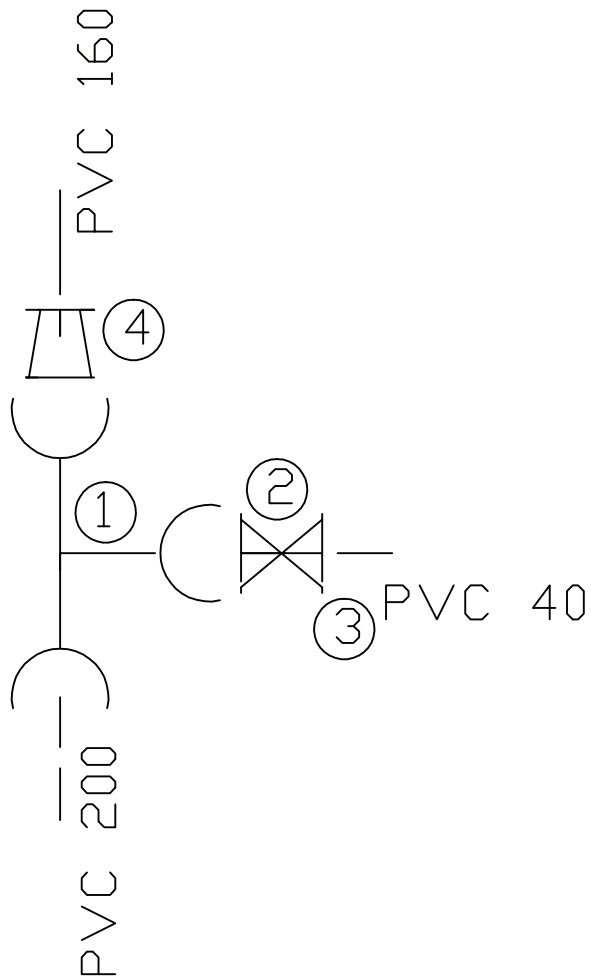
Nomenclature
des pieces



- ① Té en fonte
BBTB 225/40
- ② 2 Vannes en
fonte DN40
- ③ 2 adaptateurs à
brides pour PVC 225

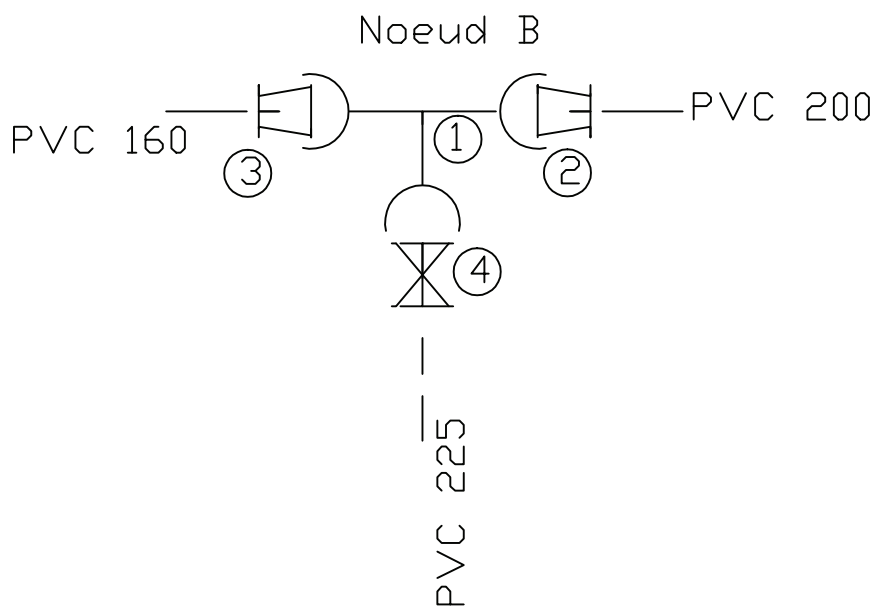
Carnet des noeuds	
Echelle : 1/500	Dessin N°:15
TIDJANI IDRIS Mahamat	

Noeud C, F



- ① 1Té en PVC EETE 200/200
- ② 1 Vanne PN10 DN40
- ③ 1 Reduction PN10DN 200/160
- ④ 1 Reduction PN10DN 200/40

Carnet des noeuds	
Echelle : 1/500	Dessin N°:16
TIDJANI IDRIS Mahamat	



Nomenclature des pieces

- ① 1Té en PVC
EETE 225/225
- ② 1 Reduction
PN10DN 225/200
- ③ 1 Reduction
PN10DN 225/160
- ④ 1 Vanne à
emboitement
PN10 DN225

Carnet des noeuds	
Echelle : 1/500	Dessin N°:17
TIDJANI IDRIS Mahamat	