

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP



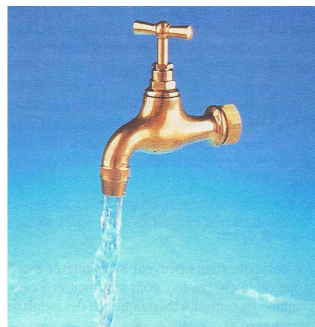
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
CENTRE DE THIES

DEPARTEMENT GENIE CIVIL

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI



Auteur : Socé DIOP DIONE
Directeurs internes : Séni TAMBA
Mamadou K. SIBY
Directeur externe : Serigne LY

Table des matières

DEDICACES	<i>vi</i>
SOMMAIRE	<i>vii</i>
REMERCIEMENTS	<i>viii</i>
INTRODUCTION :	<i>1</i>
Présentation de la Zone d'Etude	<i>4</i>
1. Présentation du projet	<i>4</i>
2. Plan de situation de la Sicap keur gorgui (voir schema)	<i>5</i>
Chapitre 1 : Conception et tracé du réseau d'approvisionnement en eau potable et réseau incendie	<i>6</i>
1 Composantes du réseau	<i>7</i>
1.1 La source d'alimentation	<i>7</i>
1.2 Le réservoir d'eau potable	<i>7</i>
1.3 Les réseaux de distribution	<i>7</i>
1.4 Les accessoires du réseau	<i>7</i>
2 Réseau ramifié ou étoilé	<i>8</i>
3 Réseaux maillés	<i>8</i>
Chapitre 2 : Estimation des besoins en eau de la cité	<i>10</i>
1. Estimation des populations	<i>11</i>
1.1. Estimation arithmétique	<i>11</i>
1.2. Estimation géométrique	<i>11</i>
1.3. Accroissement à taux décroissant	<i>12</i>
1.4. Estimation logistique	<i>12</i>
1.5. Estimation de la population pour la zone d'étude	<i>13</i>
2. Estimation des besoins en eau	<i>13</i>
2.1. Consommation des zones d'habitation ;	<i>13</i>
2.2. Consommation des infrastructures sportives :	<i>14</i>
2.3. Besoins en eau pour usages publics.	<i>14</i>
2.4. Consommation pour la protection contre les incendies	<i>15</i>
2.5. Répartition des poteaux d'incendie	<i>15</i>
2.6. Estimation des besoins dans les mailles et aux noeuds	<i>15</i>
2.6.1. Estimation des besoins dans les mailles (boucles).	<i>16</i>
2.6.2. Répartition des besoins aux noeuds	<i>18</i>

2.7.	<i>Bilan de la consommation globale</i>	19
2.8.	<i>Variation de la consommation dans la journée</i>	19
2.9.	<i>Données des consommations aux nœuds</i>	22
2.10.	<i>Données initiales sur les caractéristiques des conduites</i>	25
Chapitre 3 : Dimensionnement des ouvrages d'alimentation et simulation du réseau avec « Epanet »		28
3.	<i>Simulation du réseau avec « Epanet »</i>	29
3.1.	<i>Présentation sommaire du logiciel EPANET</i>	29
3.2.	<i>Les Étapes de l'Utilisation d'EPANET</i>	30
3.2.1.	<i>Dessin du réseau représentant le système de distribution à l'aide d'un fond d'écran</i>	30
3.2.2.	<i>Sélection des options de simulation</i>	31
3.2.3.	<i>Les Formules de Darcy -Weisbach</i>	32
3.2.4.	<i>Formules théoriques de Hazen Williams</i>	35
3.2.5.	<i>Formules de Manning Strickler</i>	37
3.3.	<i>Résultats de la simulation</i>	38
3.4.	<i>Alimentation des immeubles</i>	52
4.	<i>Infrastructures du réseau</i>	53
5.	<i>Cahier des nœuds du réseau principal voir plan «AUTOCAD»</i>	53
6.	<i>Cadre du devis quantitatif et estimatif</i>	54
7.	<i>Profils en long des conduites maîtresses voir plan «AUTOCAD»</i>	55
Conclusion et recommandations		56
BIBLIOGRAPHIE		57
Annexes		58
Annexes A : Cahier des prescriptions techniques particulières		59
3.1	ARTICLE 1.02 — OBJET DE L'ENTREPRISE.....	60
3.2	ARTICLE 1.03 – CONSISTANCE DES TRAVAUX.....	60
3.3	ARTICLE 1.04 – PIECES CONSTITUANT LE MARCHE.....	60
3.4	ARTICLE 1.05 – ALIMENTATION EN EAU.....	61
3.5	ARTICLE 3.09 – ALIMENTATION EN EAU.....	61
4	TRAVERSEES DE PAROIS	67
5	.....	67
5.1	.....	78
5.2	DN (mm).....	78
5.3	.....	79
5.4	DN (mm).....	79

5.5	<i>Vérification</i>	79
5.6	.....	82
5.7	ARTICLE 3.09 13 – Réception technique provisoire.....	82
5.8	.....	82
5.9	ARTICLE 3.09.15 – Réception définitive des ouvrages.....	82
·	Annexes B : Plan de situation de la zone d'étude	83
·	Annexes C : Plan du réseau AUTOCAD	84
·	Annexes D : Cahier des nœuds	85
·	Annexes E : Plan du réseau d'alimentation des immeubles	86
·	Annexes F : Profils en long des axes de canalisations	87
·	Annexes G : Plans des ouvrages particuliers (ventouse et décharge)	88
·	Annexes H : Photos du chantier de la cité	89

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des types de logements.....	4
Tableau 2 : Consommations selon le type d'habitation.....	14
Tableau 3 : besoins en eau dans les mailles.....	17
Tableau 4 : Tableau de la répartition de la consommation aux nœuds.....	19
Tableau 5 : Tableau de la consommation 1 de la journée.....	20
Tableau 6 : Tableau de la consommation 2 de la journée.....	21
Tableau 7 : Tableau de la consommation 3 de la journée.....	22
Tableau 8 : Tableau de données aux nœuds.....	24
Tableau 9 : Tableau de données des conduites.....	27
Tableau 10 : Valeurs du coefficient de Hazen Williams.....	36
Tableau 11 : Résultats des pressions aux nœuds du réseau principal pour le mode 1.....	40
Tableau 12 : Résultats pour les conduites du réseau principal avec le mode 1.....	42
Tableau 13 : Résultats des pressions aux nœuds du réseau principal avec le mode 2.....	44
Tableau 14 : Résultats pour les conduites du réseau principal avec le mode 2.....	47
Tableau 15 : Résultats des pressions aux nœuds du réseau principal avec le mode 3.....	49
Tableau 16 : Résultats pour les conduites du réseau principal avec le mode 3.....	52
Tableau 17 : Tableau des spécifications des surpresseurs au niveau des immeubles de grande hauteur.....	53

Liste des figures

Figure 1 : histogramme de la consommation 1 de la journée.....	20
Figure 2 : histogramme de la consommation 2 de la journée.....	21
Figure 3 : histogramme de la consommation 3 de la journée.....	22
Figure 4 : Diagramme de MOODY.....	35

DEDICACES

Je dédie ce travail :

- A mon neveu **MAMADOU LAMINE TOP** qui a quitté très tôt, que la terre lui soit légère.
- A Monsieur **Papa Mody NDIAYE**, Professeur à l'EPT ;
- A mes enfants, **Taty** , **Miss**, **Dada**, **Ibou** et **Mouha** ;
- A ma petite fille **Fafa Vivienne** ;
- A mon époux **S. DIONE**, pour sa patience et sa compréhension.

Mieux vaut tard que jamais.

SOMMAIRE

Le but de ce travail est de concevoir et de dimensionner le réseau d'alimentation en eau potable, incluant le réseau d'incendie de la cité « Keur GORGUI à Dakar.

Devant l'expansion démographique, générale et industrielle de la capitale se traduisant par un accroissement de la consommation en eau, il est indispensable de dimensionner les ouvrages pour satisfaire, pour un temps préfixé, les besoins croissants d'une population croissante.

C'est ainsi que nous avons fait la conception du réseau compte tenu de certaines normes pour garantir à chaque usager une desserte avec le minimum d'interruption et une pression suffisante.

Pour mener à bien ce projet, nous avons recueilli les données de base auprès de la SDE, et de la SICAP. Le réseau a été projeté en suivant les axes de voirie et en tenant compte des contraintes de traversées de chaussée lorsque cela s'impose.

Ensuite les différents types de consommation y compris le réseau incendie ont été identifiés.

Après cette étape, la consommation totale a été répartie à tous les nœuds. Enfin après un premier dimensionnement avec les diamètres initiaux des axes principaux, la simulation a été faite avec le logiciel « EPANET ».

Toute fois, les principaux résultats à l'issue de cette étude et la présence d'immeubles élevés, nous mènent à un schéma d'alimentation en parapluie pour chaque immeuble.

Le réseau est également muni d'appareillages tels que des ventouses, vannes de sectionnement, des vidanges aux points bas, etc..... du fait que la tenue des ouvrages peut se trouver menacée par des facteurs aussi divers que la présence d'air dans les canalisations et l'apparition d'ondes de pression ou de dépression.

REMERCIEMENTS

Après avoir rendu grâce à Allah, Seigneur des mondes, je tiens à remercier et à exprimer ma profonde reconnaissance à mes encadreurs le Docteur Séni TAMBA et Monsieur Mamadou K. SIBY, professeurs à l'EPT, pour leur disponibilité et leur assistance dans l'élaboration de ce projet de Fin d'Etudes.

Qu'il me soit permis de remercier Mr Pape Sounkalo DOUMBOUYA et Mr Bruno NDEYE tous à la SICAP S.A pour avoir mis gracieusement à ma disposition tous les documents de base et pour leurs suggestions qui m'ont été d'un grand apport.

Je remercie très vivement et respectueusement Mr Serigne LY, Directeur Général des Constructions de tous les ministères pour ses précieux conseils et son soutien moral et Mr Ousmane DIOP, Directeur des Constructions Scolaires qui ont bien voulu m'accorder une mise en position de stage à l'EPT.

Je transmets aussi mes vifs remerciements à Mr Ibrahima Khalil CISSE, Directeur de l'EPT, et à l'ensemble de son Personnel pour leur encouragement, à l'ensemble du corps professoral de l'EPT pour l'enseignement de qualité qu'il m'a dispensé durant toutes ces années d'études.

Je remercie également Mr Jean Louis GOMIS, pour son assistance multiforme et sa contribution.

Madame CISSE, pour sa collaboration et son soutien sans faille.

Mr Alioune DIOP SY, dont les conseils m'ont rendue confiante dans ma formation à l'EPT.

Mlle Penda DIALLO pour sa disponibilité.

Enfin, ma profonde gratitude s'adresse particulièrement et je décerne une mention spéciale à mon cher et adorable époux Serigne DIONE, à mes enfants, qui n'ont ménagé aucun effort pour ma réussite à l'EPT.

J'adresse à Mme Philomène ROLLAND FAYE, mes sincères remerciements pour la documentation qu'elle a mise à ma disposition ;

- Aux membres de l'administration du COUD ;
- A l'ensemble de mes camarades de promotion et à tous les étudiants de l'EPT, je dis merci.

Je n'oublierai pas tous ceux qui de près ou de loin, d'une façon ou d'une autre, ont contribué à la rédaction de ce rapport.

Que Dieu le Tout Puissant puisse vous combler de toute sa bonté et de sa gratitude.

Une pensée pieuse à la mémoire de ma mère Adja Fatou NDAO qui a beaucoup fait pour moi et qui est disparue le jour de ma première Amphi de rentrée.

INTRODUCTION :

L'eau c'est la vie. De l'eau potable qui coule du robinet, des toilettes, des égouts, un assainissement performant : ces équipements si familiers pour les habitants des pays riches font défaut au sud de la planète.

En Amérique du Sud, en Afrique, en Asie, plus d'un milliard d'humains n'ont pas encore accès à une eau saine, et 2,6 milliards à un assainissement de base, soit une personne sur deux dans le monde.

Le manque d'accès à une eau saine et à un dispositif d'assainissement adéquat est une cause majeure de pauvreté et de malnutrition.

L'eau insalubre demeure la première cause de mortalité sur la planète, devant la malnutrition.

Ce sont 8 millions de personnes qui meurent chaque année de maladies liées à la présence d'eaux stagnantes ou polluées, et la moitié sont des enfants de moins de cinq ans.

On peut donc considérer que l'accès à l'eau et l'assainissement sont des « médicaments préventifs » efficaces dont les gouvernements disposent pour faire baisser le nombre de maladies infectieuses.

Au-delà de l'aspect sanitaire, l'accès à l'eau conditionne le développement social et économique. Selon des estimations du PNUD, les maladies et les pertes de productivité liées au manque d'eau et d'assainissement dans les pays en développement représentent 2% du PIB, et même 5% en Afrique subsaharienne, soit plus que les sommes reçues par la région au titre de l'aide internationale.

L'accès à l'eau permet également le développement de nouvelles activités pour les femmes (maraîchage, artisanat...) qui peuvent accroître les revenus des ménages.

Cela conditionne aussi le niveau d'éducation des populations. La corvée d'eau dont sont chargés les femmes et les enfants nuit à la scolarisation, particulièrement celle des filles, et plus généralement à leur émancipation et à leur autonomie financière.

Quand les services publics d'eau n'existent pas, la population est amenée dans de nombreux cas à acheter l'eau potable à des intermédiaires, porteurs ou propriétaires de camions-citernes. Mais elle est alors payée au prix fort, sans aucune garantie de qualité. Les ménages les plus pauvres paient souvent leur eau jusqu'à dix fois plus cher que les ménages aisés.

Face à ce constat dramatique, les Nations Unies ont fixé huit Objectifs de Développement du Millénaire (ODD) dont la cible 10 du septième est «de réduire de moitié, d'ici à 2015, la proportion de personnes n'ayant pas durablement accès à l'eau salubre et à des installations sanitaires de base ».

En 2006, le Rapport mondial sur le développement humain du PNUD fait de l'accès à l'eau une condition sine qua non pour faire face aux enjeux mondiaux, lutter contre la pauvreté, la mortalité infantile, la maladie, la déscolarisation... Il demande que la communauté internationale s'engage à « **Garantir à chaque personne un accès à au moins 20 litres d'eau saine par jour pour satisfaire à ses besoins élémentaires** », ce qui «constitue une exigence minimale pour assurer le respect du droit à l'eau — et devrait être l'objectif minimum des gouvernements». À titre de comparaison, un Français consomme de 100 à 150 litres d'eau potable par jour.

Le défi à relever est donc gigantesque. Les pays en développement doivent réaliser, en quelques années, ce que les pays riches ont mis deux siècles à construire.

Pour exemple, la France des années 1960 n'avait l'eau au robinet que récemment dans les zones rurales et l'assainissement était de base, le traitement des eaux usées avant le rejet dans le milieu naturel se généralisant seulement à partir des années 1980.

Pour atteindre les Objectifs du millénaire, 260 000 personnes supplémentaires devraient être raccordées chaque jour au réseau d'eau potable et 370 000 à l'assainissement.

De surcroît, ces pays font face à une explosion démographique. Si un tiers de la population ciblée vit en milieu rural, les deux tiers habitent les bidonvilles de mégapoles en croissance exponentielle et totalement anarchique.

En 2030, les deux tiers de la population mondiale vivront dans des villes, dont 2 milliards de personnes dans des bidonvilles. Cette population urbaine pauvre sera la principale victime du manque d'eau.

La population mondiale a plus que triplé depuis le début du xxe siècle, et l'utilisation des ressources en eau douce a été multipliée par six. Dans les cinquante prochaines années, on estime que la population mondiale augmentera de 40 à 50%. La croissance démographique conjuguée à l'industrialisation et à l'urbanisation pèsent considérablement sur les besoins en eau et sur l'état des ressources. Il existe des risques majeurs de pénuries et de pollutions.

Dans ce contexte, nous nous proposons d'étudier le réseau d'alimentation en eau potable de la cité Keur Gorgui située le long de la VDN dans l'ancienne zone de Pyrotechnique dans la ville de Dakar.

Notre démarche portera successivement sur la présentation du projet puis sur l'évaluation des besoins en eau ensuite sur la conception et le dimensionnement du réseau incluant la simulation avec le logiciel EPANET et enfin sur l'évaluation financière du réseau et de ses équipements avant d'aboutir à une conclusion et des recommandations sur l'étude.

Présentation de la Zone d'Etude

1. Présentation du projet

Compte tenu de l'importante demande de logements enregistrée par la SICAP SA, celle-ci envisage de réaliser sur son terrain situé le long de la VDN, à hauteur de la PYROTECHNIE, un complexe immobilier. L'assiette du projet d'une superficie de 25, ha environ a déjà fait l'objet d'une affectation à la SICAP SA. Le programme projeté comporte **707 unités logements** comprenant :

- 232 villas,
- 37 commerces ou bureaux,
- 438 appartements répartis comme suit :
 - 4 immeubles R + 4 type HA,
 - 9 immeubles R + 6 type Y1,
 - 2 immeubles R + 8 type Y2,
 - 2 immeubles R+10 type Y3,
 - 2 immeubles type K1

Les types de logements, appartements commerces et bureaux prévus et leurs caractéristiques techniques sont indiqués sur le tableau 1 ci-dessous.

Désignation	Répartition	Nombre d'appartements	Nombre de Pièces
IMMEUBLE H / A	F 3	40	3
II	F 3 BIS	40	3
II	F 4	40	4
IMMEUBLE Y1	F 5	189	5
IMMEUBLE Y2	F 5	54	5
IMMEUBLE Y3	F5	66	5
2IMMEUBLE K 1	B/C 1	10	1
II	B/C 2	18	1
II	B/C 3	18	1
VILLA 500m2	F6	54	6
VILLA 200m2	F5	78	5
VILLA 350m2	F5	100	5
TOTAL	-	707	

Tableau 1 : Récapitulatif des types de logements

Cette situation est détaillée comme suit :

Répartition	Nombre d'appartements
F3	80
F4	40
F5	487
F6	54
B/C 1	10
B/C 2	18
B/C 3	18
TOTAL	707

Dont :

- Commerces ou bureaux : 37
- Villas : 232 (54 de 6 pièces et 178 de 5 pièces)

La présente étude a pour objet de faire la conception et le dimensionnement du réseau d'approvisionnement en eau potable incluant le réseau incendie de ladite cité.

2. Plan de situation de la Sicap keur gorgui (voir schema)

Le terrain de la SICAP KEUR GORGUI est situé à l'EST du quartier Sacré Cœur III.

Le cité est limitée comme suit (voir plan de situation) :

- Au Sud : La VDN (Voie de Dégagement Nord)
- A l'Ouest : l'ancienne piste
- Au Nord-Ouest : La Rue 10 prolongée
- Au Nord-est : le village SOS
- Au Sud-est : Le quartier général du Parti Démocratique Sénégalais

Plan de situation (voir Annexe B)

Chapitre 1 : Conception et tracé du réseau d'approvisionnement en eau potable et réseau incendie

1 Composantes du réseau

Le réseau d'alimentation en eau potable est composé des divers éléments suivants :

- la source d'alimentation
- le réservoir d'eau potable
- le réseau de distribution
- les accessoires du réseau.

1.1 La source d'alimentation

Notre source est la conduite d'alimentation est indiquée sur le schéma de réseau. Il s'agit d'une conduite existante de la SDE.

1.2 Le réservoir d'eau potable

Le réservoir d'eau potable joue un rôle capital dans le réseau de distribution. En effet, il permet de faire face aux variations plus ou moins importantes de la demande en eau, d'assurer le volume d'eau nécessaire pour la protection incendie et de faire face à une éventuelle défaillance de l'une des composantes du réseau se situant à l'amont du réservoir (source d'alimentation, usine de traitement, conduite d'adduction etc.).

Les réservoirs servent donc principalement à harmoniser la demande et la production. La demande constitue une donnée variable, alors que pour être économique et efficace, la production doit être constante.

1.3 Les réseaux de distribution

A partir de la source d'approvisionnement localisée sur le plan Autocad, nous avons suivi le réseau routier pour tracer le réseau de canalisation. Il importe de donner quelques indications sur les types d'ossatures de réseau de distribution d'eau.

Un réseau de distribution peut être soit ramifié ou étoile, soit maillé.

1.4 Les accessoires du réseau

Un réseau comporte plusieurs éléments auxiliaires dont on peut citer :

- pièces de sectionnement (robinet, vannes, accessoires de manœuvre,)
- pièces de montage et d'intervention (jonctions, joints...)
- pièce de protection incendie, puisage, lavage
- pièces de branchement (robinets)
- pièces de protection du réseaux (purgeur, ventouse)

Dans les plans de recollement du réseau le détail des nœuds que nous fournirons fera état de ces pièces.

2 Réseau ramifié ou étoilé

Ce réseau a une structure d'arbre. Les conduites ne sont alimentées que par une seule source située à l'amont. Le réseau est caractérisé par une alimentation à sens unique. Ainsi les conduites en antenne n'ont pas d'alimentation en retour.

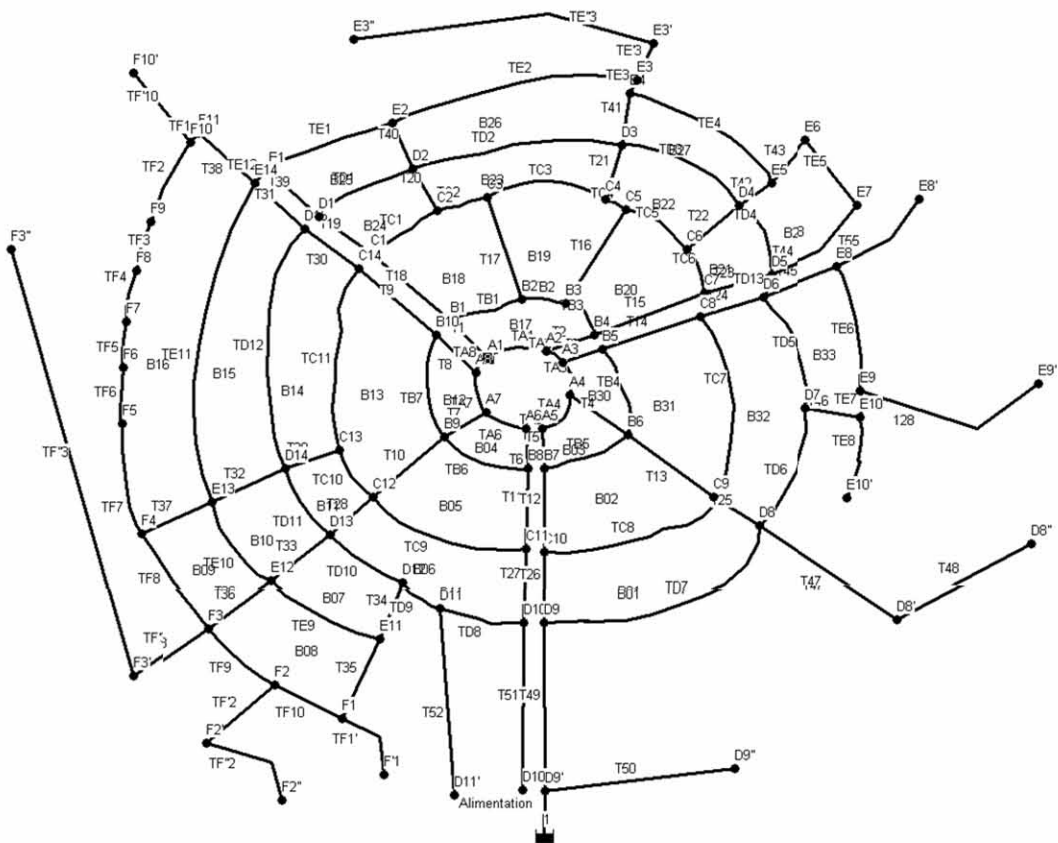
Cette disposition est très économique mais en cas de rupture d'une branche, tous les clients situés à l'aval sont privés d'eau. Ces réseaux sont fréquents dans les petites agglomérations.

3 Réseaux maillés

Les inconvénients des réseaux ramifiés sont à supprimer en assurant l'alimentation en retour de la canalisation primaire et des canalisations secondaires c'est-à-dire chaque tronçon bénéficie d'une alimentation en retour limitant ainsi le nombre de clients privés d'eau en cas d'avarie.

Cette disposition est très onéreuse mais plus sûre et plus fiable.

Ainsi, nous avons opté pour un réseau maillé et divisé en mailles et nœuds. Au total, nous avons, 124 conduites, 89 nœuds, 33 mailles (boucles) avec 5 poteaux incendie.



réseau d'approvisionnement en eau potable et réseau incendie

Chapitre 2 : Estimation des besoins en eau de la cité

1. Estimation des populations

Dans le cadre de la conception d'un réseau d'alimentation en eau potable l'estimation de la population constitue une étape importante. Plusieurs modèles mathématiques sont proposés pour ce faire :

- Estimation arithmétique
- Estimation géométrique
- Estimation pour un accroissement à taux décroissant
- Estimation logistique

1.1. Estimation arithmétique

Cette méthode convient pour les villes à caractère agricole ou pour des vieilles populations.

$$P_n = P_2 + k_a(t_n - t_2)$$

Avec

P_2 : Population au temps t_2

P_n = Population au temps t_n

K_a : Constante de croissance arithmétique

1.2. Estimation géométrique

Cette méthode convient pour les populations jeunes.

$$P_n = P_2 e^{k_g(t_n - t_2)}$$

Avec P_i : Population au temps t_i (année de référence)

P_2 : Population au temps t_2 P_n :

Population au temps t_n K_g :

Constante de croissance géométrique

Il existe également une autre formule pour cette méthode d'estimation géométrique :

$$P_n = P_0(1+r)^n$$

n = nombre d'années pendant lesquelles il y a croissance

r = taux d'accroissement

P_0 = Population au temps t_0 (année de référence)

P_n : Population au temps t_n

1.3. Accroissement à taux décroissant

C'est le taux d'accroissement proportionnel à l'écart entre la population et la population de saturation. Cette méthode s'applique principalement à des populations qui n'ont plus d'espace pour se développer. Ce taux est donné par la relation :

$$\frac{dP}{dt} = K(S - P)$$

$$\Rightarrow \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{S - P} = \int_1^2 K dt \Rightarrow K = \frac{-\ln\left(\frac{S - P_2}{S - P_1}\right)}{t_2 - t_1}$$

Ainsi, pour l'année n, la population P_n est donnée par :

$$\Rightarrow P_n = P_2 + (S - P_2) \left[1 + e^{-k(t_n - t_2)} \right]$$

Avec :

- S : population de saturation qui doit être estimée approximativement en fonction des tendances de l'évolution de la population et des disponibilités du territoire concerné.
- P₂ Population au temps t₂
- P_n : Population au temps t_n
- K : Constante de décroissance

1.4. Estimation logistique

C'est la méthode qui donne la courbe en S complète. Pour évaluer la courbe, il faut trois données de population équidistantes dans le temps, choisies de préférence dans chacune des périodes de la courbe (taux croissant, stable et décroissant). La formule s'écrit :

$$P = \frac{S}{1 + 10^{\alpha + bt}}$$

$$S = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$$

Où :

$$\alpha = \log \left(\frac{S - P_0}{P_0} \right)$$

$$b = \frac{1}{n} \left[\text{Log} \left(\frac{P_0(S - P_1)}{P_1(S - P_0)} \right) \right]$$

Avec n : L'intervalle de temps entre les populations P_0 , P_1 et P_2 ,

t : l'intervalle de temps entre t_0 , t_1 ,

1.5. Estimation de la population pour la zone d'étude

Dans cette étude, nous avons estimé une population de saturation pour chaque type de logement. Autrement dit la taille de la population (les enquêtes socio économiques) d'un ménage est fonction du niveau de standing. Cette taille va de 7 personnes pour le grand standing à 12 personnes par ménage pour le moyen standing (voir tableau 2).

2. Estimation des besoins en eau

Ici nous avons identifié différents types de consommations :

2.1. Consommation des zones d'habitation ;

Dans ces zones, nous avons adopté une consommation journalière de 110 l par jour et par personne. La population par ménage sera fixée après enquête démographique selon le type de standing.

Nous avons consigné les estimations de consommation des habitations dans le tableau 2 suivant :

IMMEUBLE OU PARCELLE	Surface (m ²)	Nbre appts	Pop/Appt	Cons L/J/pers
Y1 2Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	42	7	110
Y1 2Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	42	7	100
Y2 1Immeubles d'habitation type(R+8)	522,5	27	7	110
Y3 1Immeubles d'habitation type(R+10)	522,5	33	7	110
Y1 2Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	42	7	100
Y1 3Immeubles d'habitation	522,5	63	7	100

type(R+6)				
Parcelles de	500	2	7	110
Parcelles de	200	3	10	110
Parcelles de	200	8	10	110
Parcelles de	200	10	10	110
Parcelles de	500	4	7	110
K2 1Immeubles d'habitation type (R+8)	700	10	7	120
Parcelles de	500	14	7	110
Parcelles de	200	11	10	110
Parcelles de	500	7	7	110
Parcelles de	350	30	8	110
Parcelles de	200	36	10	110
Parcelles de	500	9	7	110
Parcelles de	500	2	7	110
Parcelles de	350	4	8	110
Parcelles de	500	3	7	110
Parcelles de	350	6	8	110
Parcelles de	500	2	7	110
Parcelles de	350	5	8	110
Parcelles de	350	11	8	110
Parcelles de	350	15	8	110
Parcelles de	200	2	10	110
Parcelles de	350	2	8	110
Parcelles de	500	3	7	110
Parcelles de	500	4	7	110
Parcelles de	350	6	8	110
Parcelles de	500	4	7	110
Parcelles de	200	8	10	110
K1 1Immeubles de bureaux type (R+8)	700	10	7	120
Y2 1Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	27	7	110
Y3 1Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	33	7	110
Ha 4Immeubles d'habitation type(R+4)	600	40	7	110
21Parcelles de	350	21	8	110

Tableau 2 : Consommations selon le type d'habitation

2.2. Consommation des infrastructures sportives :

Nous avons pris comme base, la consommation journalière de 6 l/m²

2.3. Besoins en eau pour usages publics.

Cette consommation concerne uniquement les établissements scolaires (écoles et lycées) :

Pour les écoles, nous les avons différenciées en deux types de consommations :

- Les collèges d'enseignement moyen et les écoles élémentaires, d'une capacité de 12 classes, ont une consommation de 5l par élève, avec respectivement des effectifs de 50 et 70 élèves par classe.
- Les établissements préscolaires et les cases des tout petits ont une consommation de 7l par élève avec respectivement des effectifs de 70 et 30 enfants.

2.4. Consommation pour la protection contre les incendies

Pour la lutte contre les incendies, un réseau incendie a été prévu.

Les besoins ont été établis sur la base d'un débit d'incendie de 17 l/s pour une durée de 2 heures. Ainsi, nous avons prévu un réseau incendie avec comme contraintes, des pressions résiduelles minimales de 20 m.c.e. (2.0 bars) au point de connexion d'un poteau incendie.

2.5. Répartition des poteaux d'incendie

Dans les normes, le critère est d'un (01) poteau à l'hectare : cela conduirait à 25 poteaux. Mais les contraintes économiques nous amènent à fixer forfaitairement le nombre à cinq (5) poteaux (soit 1 poteau couvrant une superficie de dix (5) ha). Ils seront de type ATLAS PONT A MOUSSON en fonte ductile, avec prises apparentes. Leur répartition sur le schéma de réseau est faite de façon judicieuse en tenant compte des risques dans les zones sensibles. Ces poteaux d'incendie sont implantés à (5) mètres du nœud le plus proche du réseau (cf. Plan du réseau).

2.6. Estimation des besoins dans les mailles et aux nœuds

Nous avons projeté le réseau en suivant les axes de voirie en tenant compte des contraintes de traversées de chaussées lorsque cela s'impose (voie de plus de 10 m).

En somme la démarche suivante a été adoptée :

- Dans chaque maille nous avons identifié les différents types de consommateurs avant d'en estimer les besoins en eau.
- Ensuite ces besoins en eau ont été équitablement répartis aux nœuds de la maille.
- Enfin pour toutes les mailles nous avons établi le bilan aux nœuds.

- A ce stade pour chaque nœud du réseau nous avons la consommation et la cote topographique du nœud, éléments essentiels pour le dimensionnement avec le logiciel EPANET.

2.6.1. Estimation des besoins dans les mailles (boucles).

Sur la base des hypothèses de consommation évoquées plus haut, et avec le réseau projeté, les besoins en eau ont été estimés par maille (ou boucles) et consignés dans le tableau 3.

BOUCLES	IMMEUBLE OU PARCELLE	Surface (m ²)	Cons (L/J)
B1	Y1 2Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	32340
B2	Y1 2Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	29400
B3	Y2 1Immeubles d'habitation type(R+8)	522,5	20790
B4	Y3 1Immeubles d'habitation type(R+10)	522,5	25410
B5	Y1 2Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	29400
B6	Y1 3Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	44100
B7	Parcelles de	500	1540
B7	Parcelles de	200	3300
B8	Parcelles de	200	8800
B9	Parcelles de	200	11000
B10	Parcelles de	500	3080
B11	Equipement Scolaire	1700	4,39815
B12	K2 1Immeubles d'habitation type (R+8)	700	8400
B13	Parcelles de	500	10780
B14	Parcelles de	200	12100
B14	Parcelles de	500	5390
B15	Parcelles de	350	26400
B16	Parcelles de	200	39600
B17	Parcelles de	500	6930
B18	Parcelles de	500	1540
B18	Parcelles de	350	3520
B19	Parcelles de	500	2310
B19	Parcelles de	350	5280
B20	Parcelles de	500	1540
B20	Parcelles de	350	4400
B21	Equipement Scolaire	2440	760
B22	Parcelles de	350	9680
B23	Parcelles de	350	13200
B24	Parcelles de	200	2200
B24	Parcelles de	350	1760
B24	Parcelles de	500	2310
B25	Parcelles de	500	3080
B25	Parcelles de	350	5280
B26	Terrain	820	150000
B27	Parcelles de	500	3080
B27	Parcelles de	200	8800
B28	Terrain	500	75000
B30	K1 1Immeubles de bureaux type (R+8)	700	8400
B31	Y2 1Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	20790
B31	Y3 1Immeubles d'habitation type(R+6)	522,5	25410
B32	Ha 4Immeubles d'habitation type(R+4)	600	30800
B33	21Parcelles de	350	18480
Incendie			17L/s

Tableau 3 : besoins en eau dans les mailles

2.6.2. Répartition des besoins aux noeuds

La consommation totale incluant celle du réseau incendie a été répartie à tous les noeuds du réseau, comme l'indique le tableau ci-dessous 4 :

Noeud	consommation L/s
A1	0,013
A2	0,013
A3	0,024
A4	3,484
A5	0,060
A6	0,074
A7	0,098
A8	0,024
B1	0,025
B2	0,043
B3	0,045
B4	0,027
B5	0,158
B6	0,303
B7	0,145
B8	0,159
B9	0,208
B10	0,049
C1	0,030
C2	0,060
C3	0,060
C4	0,071
C5	0,054
C6	0,038
C7	0,016
C8	0,205
C9	0,384
C10	0,179
C11	0,170
C12	0,196
C13	0,077
C14	0,076
D1	0,042
D2	0,420
D3	0,435
D4	0,233
D5	0,176
D6	0,114
D7	0,114
D8	0,165
D9	0,094
D10	0,085
D11	3,485
D12	0,099
D13	0,109
D14	0,137

D15	0,127
E1	3,424
E2	0,371
E3	0,347
E4	3,782
E5	0,208
E6	0,174
E7	0,174
E8	0,043
E9	3,443
E10	0,043
E11	0,034
E12	0,075
E13	0,163
E14	0,122
F1	0,020
F2	0,020
F3	0,052
F4	0,078
F5	0,046
F6	0,046
F7	0,046
F8	0,046
F9	0,046
F10	0,046
F11	0,046

Tableau 4 : Tableau de la répartition de la consommation aux nœuds

2.7. Bilan de la consommation de la consommation globale

La consommation totale incluant celle du réseau incendie a été estimée à 26 l/s.

Pour tenir compte des fluctuations journalières de la dite consommation, nous avons introduit trois modes obtenus après enquête au niveau des spécialistes de la SDE.

2.8. Variation de la consommation dans la journée

Nous avons procédé à la création de trois hydro grammes de demande journalière, représentant trois possibilités de variations de consommation pour une métropole comme Dakar. Dans chaque cas, nous avons fait varier la demande de base à chaque pas de temps, ce qui a conduit à pondérer la consommation, en tenant compte du rythme de consommation sur une base de 24 heures de la zone d'habitation. Les 3 modes de consommation sont récapitulés dans les tableaux 5 à 7 ci-dessous et illustrés par les histogrammes correspondants.

Heures de la journée	pourcentage de consommations
1	0,06
2	0,04
3	0,2
4	0,2
5	0,3
6	1,4
7	1,8
8	1,4
9	1,4
10	1,1
11	1,2
12	1,3
13	1,3
14	1,4
15	1,3
16	1,3
17	1,4
18	1,3
19	1,4
20	1,1
21	1
22	1
23	0,7
24	0,4

Tableau 5 : Tableau de la consommation 1 de la journée

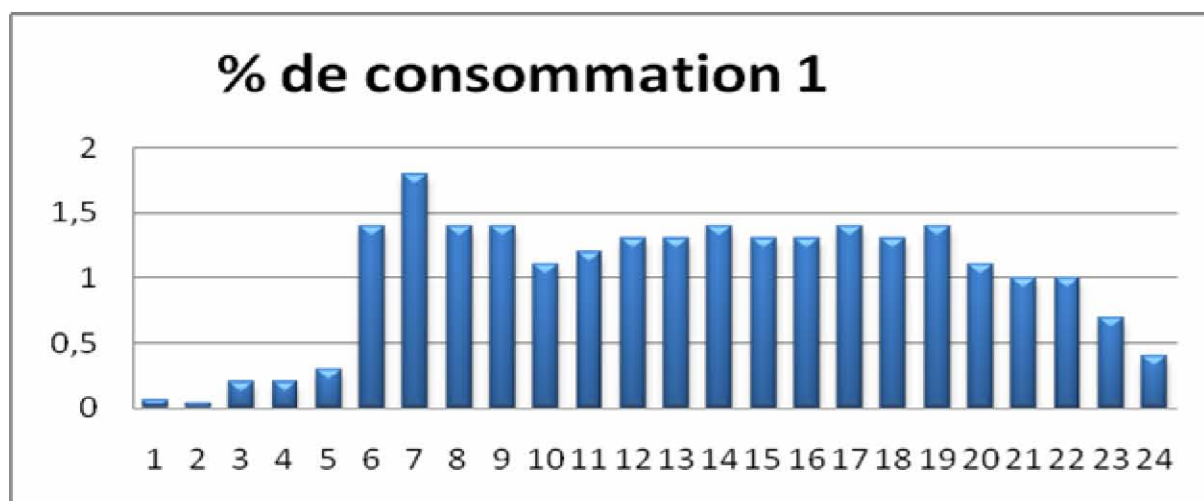
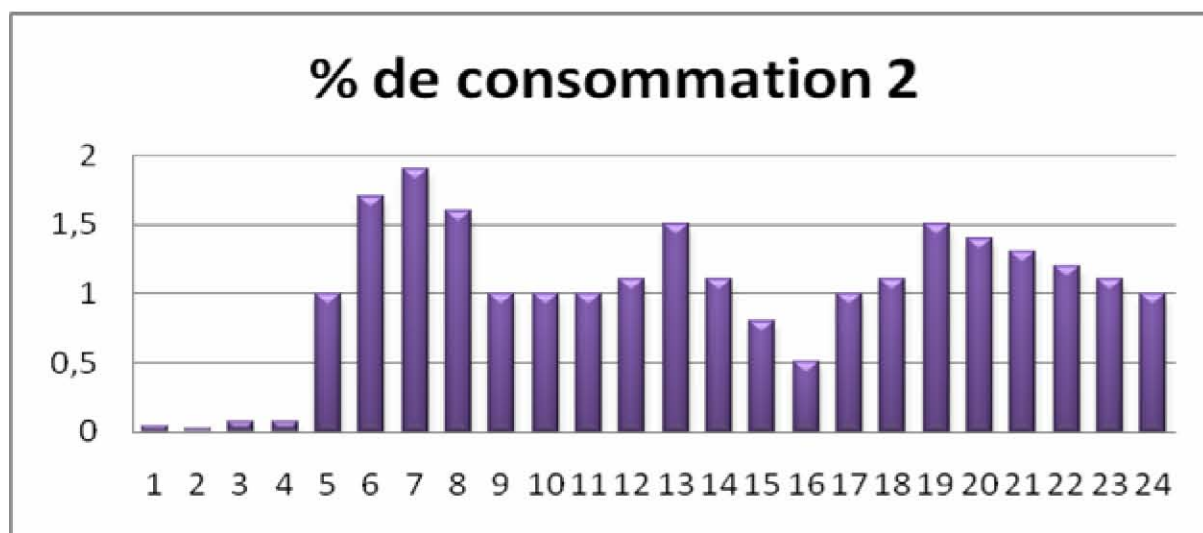


Figure 1 : histogramme de la consommation 1 de la journée

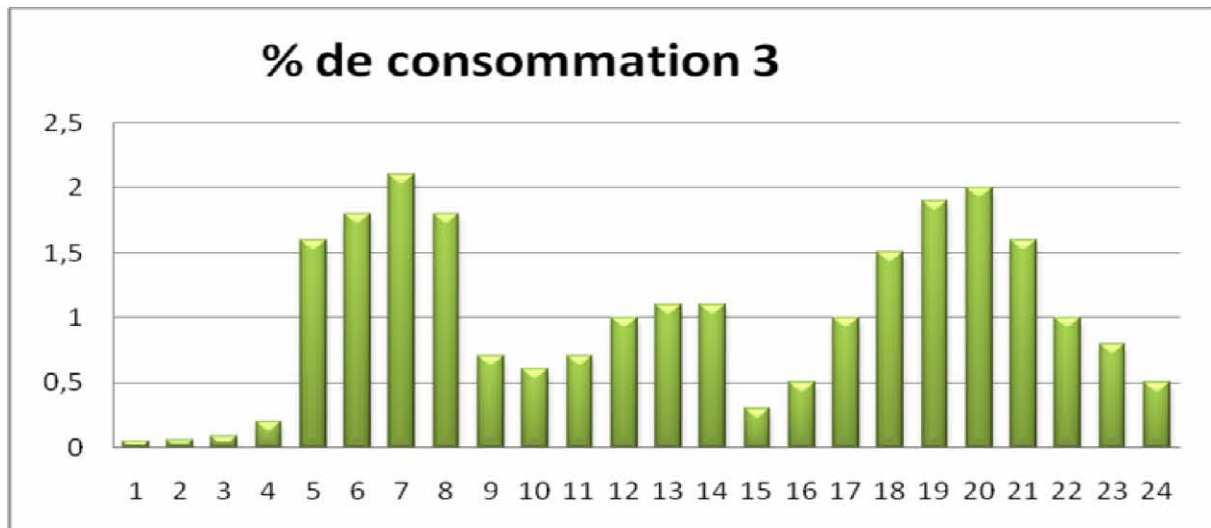
Heures de la journée	pourcentage de consommation 2
1	0,04
2	0,02
3	0,07
4	0,07
5	1
6	1,7
7	1,9
8	1,6
9	1
10	1
11	1
12	1,1
13	1,5
14	1,1
15	0,8
16	0,5
17	1
18	1,1
19	1,5
20	1,4
21	1,3
22	1,2
23	1,1
24	1

Tableau 6 : Tableau de la consommation 2 de la journée

Figure 2 : histogramme de la consommation 2 de la journée

Heures de la journée	pourcentage de consommation 3
1	0,05
2	0,06
3	0,09
4	0,2
5	1,6
6	1,8
7	2,1
8	1,8
9	0,7
10	0,6
11	0,7
12	1
13	1,1
14	1,1
15	0,3
16	0,5
17	1
18	1,5
19	1,9
20	2
21	1,6
22	1
23	0,8
24	0,5

Tableau 7 : Tableau de la consommation 3 de la journée

Figure 3 : histogramme de la consommation 3 de la journée

2.9. Données des consommations aux nœuds

Ces consommations ont été enregistrées aux nœuds (altitude et consommation au nœud) avant utilisation du logiciel « EPANET »

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

Nœuds	Cotes (m)	Demande (L/s)
A1	30,09	0,013
A2	28,88	0,013
A3	28,88	0,024
A4	28,83	3,484
A5	29,58	0,060
A6	29,8	0,074
A7	29,95	0,098
A8	30,29	0,024
B1	30,53	0,025
B2	30,27	0,043
B3	29,33	0,045
B4	28,29	0,027
B5	28,29	0,158
B6	29,17	0,303
B7	29,58	0,145
B8	29,65	0,159
B9	30,34	0,208
B10	30,64	0,049
C1	31,32	0,030
C2	31,01	0,060
C3	30,82	0,060
C4	29,02	0,071
C5	28,73	0,054
C6	28,38	0,038
C7	28,2	0,016
C8	28,15	0,205
C9	29,37	0,384
C10	29,69	0,179
C11	29,69	0,170
C12	30,23	0,196
C13	31,13	0,077
C14	31,78	0,076
D1	32,5	0,042
D2	31,5	0,420
D3	29,25	0,435
D4	28,32	0,233
D5	28,05	0,176
D6	27,9	0,114
D7	28,67	0,114
D8	29,35	0,165
D'8	30,01	0,165
D"8	29,56	0,165
D9	30,05	0,094
D'9	30,5	0,094
D"9	30,19	0,094
D10	29,56	0,085
D'10	30,77	0,085
D11	30,6	3,485
D'11	31,06	3,485
D12	30,75	0,099
D13	31	0,109

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

D14	31,69	0,137
D15	32,61	0,127
E1	33,83	3,424
E2	31,8	0,371
E3	29,5	0,347
E'3	32,2	0,347
E"3	29,9	0,347
E4	29,5	3,782
E5	28,35	0,208
E6	20,82	0,174
E7	27,3	0,174
E8	27,3	0,043
E'8	26	0,043
E9	27,5	3,443
E'9	25,33	3,443
E10	28,34	0,043
E'10	28,93	0,043
E11	31,25	0,034
E12	31,8	0,075
E13	32,58	0,163
E14	33,38	0,122
F1	31,51	0,020
F'1	31,42	0,020
F2	31,5	0,020
F'2	29,14	0,020
F"2	31,6	0,020
F3	31,77	0,052
F'3	36	0,052
F"3	32	0,052
F4	32,5	0,078
F5	32,9	0,046
F6	33,4	0,046
F7	34	0,046
F8	34,04	0,046
F9	34,5	0,046
F10	34,5	0,046
F'10	35,27	0,046
F11	34,5	0,046
Source	71,74	

Tableau 8 : Tableau de données aux nœuds

2.10. Données initiales sur les caractéristiques des conduites.

Nous avons ensuite introduit les données relatives aux conduites (voir tableau ci-dessous). Pour la simulation nous avons utilisé la formule de **Hazen Williams**, avec un coefficient de rugosité, **CHW = 120** pour toutes les conduites.

Tuyaux	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité
Tuyau TC2	27,8	65	120
Tuyau TC5	41,0	65	120
Tuyau TC1	57,0	65	120
Tuyau TD2	152,0	65	120
Tuyau TB6	78,5	65	120
Tuyau TC9	164,0	65	120
Tuyau T16	73,0	65	120
Tuyau TB3	46,2	65	120
Tuyau TB1	41,2	65	120
Tuyau TB2	60,7	65	120
Tuyau TC6	50,9	65	120
Tuyau TE6	164,8	65	120
Tuyau TC4	28,6	65	120
Tuyau TE9	68,0	65	120
Tuyau TC3	83,7	65	120
Tuyau TD12	194,2	65	120
Tuyau TD1	81,9	65	120
Tuyau TD5	132,3	65	120
Tuyau TE7	25,0	65	120
Tuyau T46	66,6	65	120
Tuyau T35	43,0	65	120
Tuyau T17	72,0	65	120
Tuyau T20	57,6	65	120
Tuyau T34	60,1	65	120
Tuyau TD4	68,9	90	120
Tuyau TB7	91,5	90	120
Tuyau TC11	145,0	90	120
Tuyau TB4	89,6	90	120
Tuyau TE10	65,1	90	120
Tuyau TE11	253,9	90	120
Tuyau TD8	124,2	90	120
Tuyau TC7	170,7	90	120
Tuyau TD9	39,9	90	120
Tuyau TD6	108,6	90	120
Tuyau TD7	173,3	90	120
Tuyau TD10	56,3	90	120
Tuyau TD11	50,8	90	120
Tuyau TB5	77,0	90	120
Tuyau TC10	39,1	90	120
Tuyau TF9	35,6	110	120
Tuyau TE12	14,3	110	120
Tuyau TA8	17,0	110	120
Tuyau TF"2	118,0	110	120
Tuyau T4	41,6	110	120

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

Tuyau TE4	116,5	110	120
Tuyau TF8	75,1	110	120
Tuyau TE3	11,1	110	120
Tuyau TE'3	77,9	110	120
Tuyau TA3	39,3	110	120
Tuyau TA1	69,4	110	120
Tuyau TF1'	102,9	110	120
Tuyau TD13	20,5	110	120
Tuyau TA4	45,0	110	120
Tuyau TF'3	62,6	110	120
Tuyau TA5	20,4	110	120
Tuyau TA7	39,8	110	120
Tuyau TA6	30,6	110	120
Tuyau TF1	6,2	110	120
Tuyau T5	41,5	110	120
Tuyau T6	44,9	110	120
Tuyau T40	51,6	110	120
Tuyau T7	41,7	110	120
Tuyau T31	60,0	110	120
Tuyau T9	76,0	110	120
Tuyau T18	72,5	110	120
Tuyau T32	60,1	110	120
Tuyau T39	51,6	110	120
Tuyau TA2	20,2	110	120
Tuyau T1	39,9	110	120
Tuyau TF'10	67,0	110	120
Tuyau TF2	84,8	110	120
Tuyau T8	41,7	110	120
Tuyau T27	49,7	110	120
Tuyau T28	49,8	110	120
Tuyau T25	58,6	110	120
Tuyau T26	58,6	110	120
Tuyau T37	43,0	110	120
Tuyau T21	57,6	110	120
Tuyau T29	49,7	110	120
Tuyau T38	43,0	110	120
Tuyau T30	48,9	110	120
Tuyau T41	40,5	110	120
Tuyau T23	57,6	110	120
Tuyau T22	57,6	110	120
Tuyau T15	74,9	110	120
Tuyau TE'3	23,0	110	120
Tuyau T2	41,2	110	120
Tuyau T19	57,6	110	120
Tuyau T24	58,6	110	120
Tuyau T13	66,2	110	120
Tuyau T14	66,2	110	120
Tuyau T11	77,0	110	120
Tuyau T3	40,6	110	120
Tuyau T12	66,2	110	120
Tuyau TF10	40,6	110	120
Tuyau T10	75,0	110	120

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

Tuyau TF'2	64,0	110	120
Tuyau T33	60,1	110	120
Tuyau T36	43,0	110	120
Tuyau TF5	28,4	110	120
Tuyau TF6	29,8	110	120
Tuyau TF4	25,0	110	120
Tuyau TE1	104,0	110	120
Tuyau TF3	29,6	110	120
Tuyau T48	108,8	110	120
Tuyau TF"3	271,4	110	120
Tuyau T47	98,6	110	120
Tuyau TF7	92,9	110	120
Tuyau T51	64,6	110	120
Tuyau TE2	187,9	110	120
Tuyau TD3	97,1	110	120
Tuyau T45	68,5	110	120
Tuyau TC8	128,3	110	120
Tuyau T42	40,4	110	120
Tuyau T43	31,8	110	120
Tuyau T44	89,7	110	120
Tuyau T55	78,4	110	120
Tuyau 128	183,9	110	120
Tuyau TE5	66,6	110	120
Tuyau TE8	73,9	110	120
Tuyau T52	123,2	110	120
Tuyau T49	61,0	160	120
Tuyau T50	135,0	160	120

Tableau 9 : Tableau de données des conduites

Chapitre 3 : Dimensionnement des ouvrages d'alimentation et simulation du réseau avec « Epanet »

3. Simulation du réseau avec « Epanet »

3.1. Présentation sommaire du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel qui permet d'analyser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau sur de longues durées dans les réseaux de distribution d'eau potable sous pression (régime permanent et non permanent). Il a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution.

Ce logiciel calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque noeud, le niveau de l'eau dans les réservoirs et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes.

IL est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

Il fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, l'exécution de simulations hydrauliques et de qualité et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (cartes avec codes couleurs, tableaux et graphes).

Le logiciel EPANET a été développé par la division de Ressource et d'Alimentation en Eau du Laboratoire National pour l'investigation sur la Gestion de Risques, de l'Agence d'Environnement des Etats Unis (Water Supply and water Resources Division of National Risk Management Research Laboratory (NRMRL) de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S.E.P.A.)).

EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes:

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning. Ces formules sont laissées au choix de l'utilisateur ;
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.

- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux noeuds, chacune avec une caractéristique propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

En plus des simulations hydrauliques, EPANET permet de modéliser la qualité de l'eau.

3.2. Les Étapes de l'Utilisation d' EPANET

Pour modéliser notre système de distribution d'eau, nous avons suivi les étapes suivantes :

3.2.1. Dessin du réseau représentant le système de distribution à l'aide d'un fond d'écran.

Epanet peut afficher un fond d'écran derrière le schéma du réseau. Le fond d'écran peut être une carte routière, un plan de services publics, une carte topographique, un plan d'aménagement du territoire ou n'importe quel autre dessin. Il doit être un méta fichier amélioré ou un *bitmap* créé hors EPANET. Ainsi, une fois importé il ne peut être modifié.

Pour l'ajout des tuyaux au réseau, nous avons procédé comme suit :

- avec srip32 couper le schéma AUTOCAD du réseau et l'enregistrer sous format bitmap.
- ouvrir Epanet ensuite sélectionner affichage>>Fond d'écran>>Importer et choisir le fichier enregistré.
- les éléments du réseau (noeuds, conduites, vannes etc.) sont ajoutés directement sur le plan constituant le fond d'écran.

▪ *les noeuds*

Les données introduites pour chaque noeud sont l'altitude et la demande de base

▪ *les conduites*

La longueur en mètres, le diamètre en millimètres et la rugosité sont les données introduites pour chaque conduite. Les longueurs peuvent être majorées de 10 % pour tenir compte des pertes de charge singulières.

▪ *La bâche*

La bâche est un réservoir circulaire et semi enterré à grande capacité. Elle est alimentée par gravité à partir de la source de la SDE (précisée sur le schéma) où nous considérons une pression de 2.5 bars qui est suffisante pour la desserte de la cité.

▪ *Les réservoirs*

Les réservoirs sont constitués du réservoir de tête et des réservoirs d'équilibre. Les données à insérer sont :

- la côte du radier
- le niveau initial
- le niveau minimal
- le niveau maximal
- le rayon (forme circulaire)

▪ *Les vannes*

Leurs principaux paramètres d'entrée sont: les noeuds d'entrée et de sortie, le diamètre, la consigne de fonctionnement et l'état de la vanne.

3.2.2. Sélection des options de simulation

▪ *La courbe de modulation ou variation de la consommation*

La détermination des pointes de consommation s'avère d'une grande importance dans le dimensionnement des réseaux de distribution ou dans la détermination de la capacité de la station de pompage.

La consommation varie selon les heures du jour, au rythme des activités urbaines. Dans nos villes, le minimum se situe entre 20 et 3 heures du matin. Le maximum se situe généralement entre 6 heures et 8 heures. Nous avons fourni trois types de courbes de modulation.

Pour le logiciel EPANET les formules au choix pour la simulation sont les suivantes :

- Darcy-Weisbach
- Hazen-Williams
- Manning-Strickler

3.2.3. Les Formules de Darcy -Weisbach

Les chercheurs Darcy et Weisbach ont proposé des équations qui permettent de déterminer, la résistance, les pertes de charge, la vitesse et le débit dans les conduites d'eau potable.

• Le débit

Selon Darcy -Weisbach nous avons l'expression suivante :

$$Q = \pi \frac{D^2}{4} \sqrt{\frac{8g}{f} R_h S}$$

f : facteur de frottement ,[sans dimension]

Q : débit dans la conduite (m³/s)

R_h : rayon hydraulique (m)

S : perte de charge par unité de longueur (gradient hydraulique). (m/m)

g : accélération de la pesanteur (m/s²)

Rayon hydraulique : c'est le rapport de la section de l'écoulement de la conduite sur le périmètre mouillé.

Pour les conduites circulaires coulant à plein débit (écoulement en charge) on a :

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

S : surface de la conduite (m²)

$$P_M = \pi D$$

P_M : périmètre mouillé (m)

$R_h = \frac{D}{4}$ = rapport entre surface mouillée et Périmètre mouillé

S : perte de charge par unité de longueur (gradient hydraulique) . (m/m)

$$S = \frac{Hf}{L}$$

En définitive, nous avons :

$$Q = \pi \frac{D^3}{16} \sqrt{\frac{8g}{f} \frac{Hf}{L}}$$

L : longueur dans les conduites (m)
H : perte de charge (m)

- **Perte de charge**

Le passage d'un débit dans une conduite d'eau potable se traduit par une perte de charge. Elle s'évalue grâce à la formule de Darcy Weisbach .

$$hf = f \frac{LV^2}{2Dg}$$

La perte de charge peut aussi s'écrire en fonction du débit.

On sait que : $V = \frac{Q}{S}$

Puisque : $S = \frac{\pi D^2}{4}$

De ce fait, on aura :

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

Donc on aura :

$$Hf = \frac{8 f L Q^2}{\pi^2 D^5 g}$$

Détermination du facteur de frottement

Pour déterminer le facteur de frottement on peut utiliser :

- Le diagramme de Moody
- La formule de White –Colebrooke
- **Le diagramme de Moody**

Pour déterminer le facteur de frottement, on peut utiliser

- soit le diagramme de Moody

- soit la formule générale de Colebrooke White
- soit enfin des formules approchées.

Si le régime d'écoulement est laminaire dans ce cas :

$$f = \frac{64}{R_e}$$

Cependant si nous sommes en présence d'un régime turbulent, dans ce cas on utilise le diagramme de Moody, la formule de White – Colebrooke et d'autres formules approchées.

La formule de White –Colebrooke

La formule de White –Colebrooke est utilisée pour calculer la partie turbulente du diagramme de Moody.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

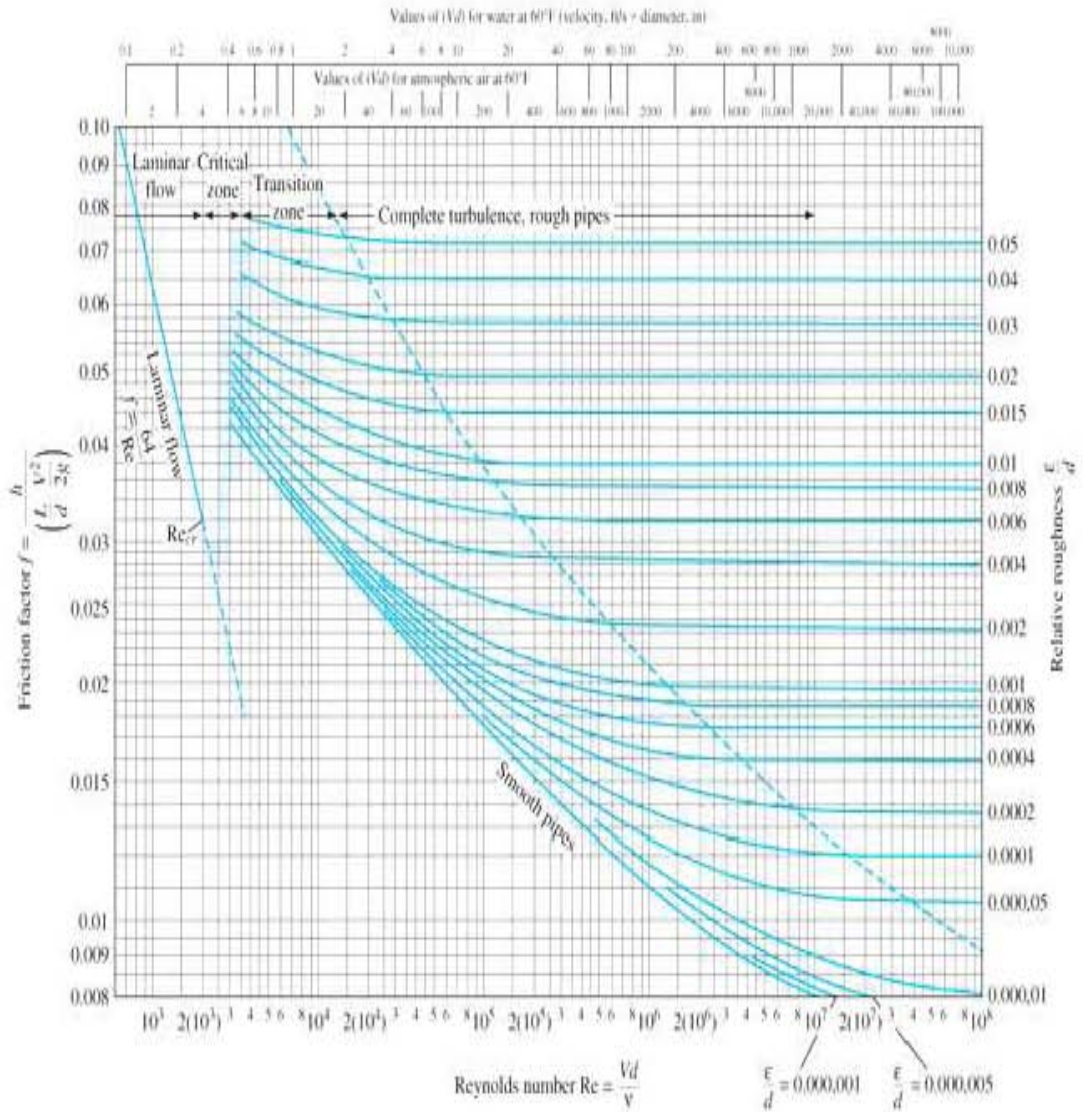


Figure 4 : Diagramme de MOODY
3.2.4. Formules théoriques de Hazen Williams.

Nous avons utilisé les formules de Hazen Williams pour le calcul des paramètres hydrauliques à savoir la vitesse, le débit, la perte charge

$$V = 0,849 * Ch_w * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 0,849 * Ch_w * \left[\frac{A}{P} \right]^{2/3} * \left[\frac{Hf}{L} \right]^{1/2}$$

$$R_h = \frac{A}{P} = \text{Rayon Hydraulique } e$$

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

$$Q = 0,278 * CH_w * D^{2,63} * S^{0,54}$$

$$Q = 0,278 * CH_w * D^{2,63} * \left[\frac{Hf}{L} \right]^{0,54}$$

$$\frac{Hf}{L} = S = \frac{10,667}{CH_w^{1,852}} * \frac{1}{D^{4,871}} * Q^{1,852}$$

$$Hf = \frac{10,667 * L * Q^{1,852}}{CH_w^{1,852} * D^{4,871}}$$

$$= R \cdot Q^n$$

Dans ces formules :

- V = vitesse dans la canalisation en m/s
- Q = débit dans la canalisation en m³/s
- D = diamètre de la canalisation en m
- S = pente de la canalisation (gradient hydraulique m./m)= Hf/L
- Hf = perte de charge linéaire (par frottement) dans la canalisation en
- L = longueur de la canalisation en m
- R = rayon hydraulique = A/P = D/4 en écoulement en charge (section pleine)
- A = section d'écoulement de la canalisation m²
- P = périmètre mouillé e m
- Chw = coefficient de Hazen Williams pour la canalisation

Matériau	C _{hw}
Fonte neuve	130
Fonte de (5 ans)	120
Fonte de (20ans)	100
Béton	130
Acier neuf	120
Chlorure de polyvinyle	150

Tableau 10 : Valeurs du coefficient de Hazen Williams

3.2.5. Formules de Manning Strickler

Vitesse dans une conduite

$$V = \frac{0,397}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{0,397}{n} D^{2/3} \left[\frac{hf}{L} \right]^{1/2}$$

$$\left[\frac{1}{n} = k_{\text{strickler}} \right]$$

Débit dans la conduite

$$Q = \frac{0,312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

$$Q = \frac{0,312}{n} D^{8/3} \left[\frac{hf}{L} \right]^{1/2}$$

$S = \text{gradient Hydraulique } e$
 $= \text{pente}$

$$S = 10,29n^2 \frac{Q^2}{D^{16/3}}$$

3.3. Résultats de la simulation

Un premier dimensionnement a été fait en prenant des diamètres initiaux des axes principaux, et en fixant la position de la source d'alimentation au niveau de la conduite « Alimentation ». Sur cette conduite de diamètre 160 mm, nous réaliserons un piquage avec un ensemble de pièces dont le détaillées dans le cahier des nœuds.

La simulation a été faite avec le logiciel « EPANET », en fixant comme contraintes, l'obtention de paramètres hydrauliques adéquats à savoir :

- pression minimale de 14 m.c.e (1.4 bars),
- vitesse comprise entre 0.5 m/s et 2.5 m/s,
- Diamètre minimum des conduites de 65 mm.
- Formules hydrauliques : Hazen Williams
- La source d'approvisionnement du réseau sera la conduite « Alimentation ». A ce niveau (nœud D'9) la pression minimale exigée est de 2 bars (20 m.c.e) pour l'alimentation du réseau.

Il convient de mentionner que lorsque le diamètre minimale de 63 mm doit être posé, le critère de vitesse minimale ne pourra être satisfait. La situation est identique lorsque nous devons poser un diamètre minimal de 110 mm pour le branchement d'un poteau incendie.

Après la simulation, nous obtenons, pour chaque mode (ou courbe de variation de la consommation), les tableaux de résultats figurants ci-dessous :

Nœuds	Cotes (m)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pression (m)
A1	30,09	0,013	62,28	32,19
A2	28,88	0,013	62,43	33,55
A3	28,88	0,024	62,58	33,7
A4	28,83	3,484	62,75	33,92
A5	29,58	0,060	62,75	33,17
A6	29,8	0,074	62,46	32,66
A7	29,95	0,098	62,31	32,36
A8	30,29	0,024	62,27	31,98
B1	30,53	0,025	62,21	31,68
B2	30,27	0,043	62,2	31,93
B3	29,33	0,045	62,22	32,89
B4	28,29	0,027	62,36	34,07
B5	28,29	0,158	62,61	34,32
B6	29,17	0,303	63,11	33,94

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

B7	29,58	0,145	63,47	33,89
B8	29,65	0,159	62,31	32,66
B9	30,34	0,208	62,23	31,89
B10	30,64	0,049	62,22	31,58
C1	31,32	0,030	62,12	30,8
C2	31,01	0,060	62,1	31,09
C3	30,82	0,060	62,11	31,29
C4	29,02	0,071	62,08	33,06
C5	28,73	0,054	62,14	33,41
C6	28,38	0,038	62,15	33,77
C7	28,2	0,016	62,3	34,1
C8	28,15	0,205	62,58	34,43
C9	29,37	0,384	63,78	34,41
C10	29,69	0,179	65,35	35,66
C11	29,69	0,170	62,14	32,45
C12	30,23	0,196	62,08	31,85
C13	31,13	0,077	62,06	30,93
C14	31,78	0,076	62,11	30,33
D1	32,5	0,042	62,06	29,56
D2	31,5	0,420	62,03	30,53
D3	29,25	0,435	62,07	32,82
D4	28,32	0,233	62,14	33,82
D5	28,05	0,176	62,28	34,23
D6	27,9	0,114	62,32	34,42
D7	28,67	0,114	62,66	33,99
D8	29,35	0,165	63,9	34,55
D'8	30,01	0,165	63,9	33,89
D''8	29,56	0,165	63,9	34,34
D9	30,05	0,094	69,53	39,48
D'9	30,5	0,094	70,82	40,32
D''9	30,19	0,094	70,82	40,63
D10	29,56	0,085	62,05	32,49
D'10	30,77	0,085	62,05	31,28
D11	30,6	3,485	61,54	30,94
D'11	31,06	3,485	61,3	30,24
D12	30,75	0,099	61,8	31,05
D13	31	0,109	62,02	31,02
D14	31,69	0,137	62,03	30,34
D15	32,61	0,127	62,06	29,45
E1	33,83	3,424	62,02	28,19
E2	31,8	0,371	62,03	30,23
E3	29,5	0,347	62,03	32,53
E'3	32,2	0,347	62,02	29,82
E''3	29,9	0,347	62,02	32,12
E4	29,5	3,782	62,03	32,53
E5	28,35	0,208	62,14	33,79
E6	20,82	0,174	62,16	41,34
E7	27,3	0,174	62,21	34,91
E8	27,3	0,043	62,23	34,93
E'8	26	0,043	62,23	36,23
E9	27,5	3,443	59,42	31,92
E'9	25,33	3,443	59,07	33,74

E10	28,34	0,043	60,28	31,94
E'10	28,93	0,043	60,28	31,35
E11	31,25	0,034	61,97	30,72
E12	31,8	0,075	62,02	30,22
E13	32,58	0,163	62,02	29,44
E14	33,38	0,122	62,03	28,65
F1	31,51	0,020	62,01	30,5
F'1	31,42	0,020	62,01	30,59
F2	31,5	0,020	62,01	30,51
F'2	29,14	0,020	62,01	32,87
F''2	31,6	0,020	62,01	30,41
F3	31,77	0,052	62,02	30,25
F'3	36	0,052	62,01	26,01
F''3	32	0,052	62,01	30,01
F4	32,5	0,078	62,02	29,52
F5	32,9	0,046	62,02	29,12
F6	33,4	0,046	62,02	28,62
F7	34	0,046	62,02	28,02
F8	34,04	0,046	62,02	27,98
F9	34,5	0,046	62,02	27,52
F10	34,5	0,046	62,03	27,53
F'10	35,27	0,046	62,03	26,76
F11	34,5	0,046	62,03	27,53
Réservoir	71,74	-26	71,74	0

Tableau 11 : Résultats des pressions aux nœuds du réseau principal pour le mode 1

Tuyaux	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité	Débit (L/s)
Tuyau TC2	27,8	65	120	0,33
Tuyau TC5	41,0	65	120	0,26
Tuyau TC1	57,0	65	120	-0,36
Tuyau TD2	152,0	65	120	0,27
Tuyau TB6	78,5	65	120	-0,63
Tuyau TC9	164,0	65	120	-0,35
Tuyau T16	73,0	65	120	0,66
Tuyau TB3	46,2	65	120	1,09
Tuyau TB1	41,2	65	120	-0,34
Tuyau TB2	60,7	65	120	0,39
Tuyau TC6	50,9	65	120	1,08
Tuyau TE6	164,8	65	120	-2,8
Tuyau TC4	28,6	65	120	0,87
Tuyau TE9	68,0	65	120	0,5
Tuyau TC3	83,7	65	120	-0,3
Tuyau TD12	194,2	65	120	0,22
Tuyau TD1	81,9	65	120	-0,33
Tuyau TD5	132,3	65	120	1,01
Tuyau TE7	25,0	65	120	4,09
Tuyau T46	66,6	65	120	-4,17
Tuyau T35	43,0	65	120	0,59
Tuyau T17	72,0	65	120	-0,69
Tuyau T20	57,6	65	120	0,63

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

Tuyau T34	60,1	65	120	1,05
Tuyau TD4	68,9	90	120	2,12
Tuyau TB7	91,5	90	120	-0,34
Tuyau TC11	145,0	90	120	0,77
Tuyau TB4	89,6	90	120	3,61
Tuyau TE10	65,1	90	120	0,44
Tuyau TE11	253,9	90	120	0,16
Tuyau TD8	124,2	90	120	-3,06
Tuyau TC7	170,7	90	120	4,08
Tuyau TD9	39,9	90	120	3,91
Tuyau TD6	108,6	90	120	5,3
Tuyau TD7	173,3	90	120	9,33
Tuyau TD10	56,3	90	120	2,96
Tuyau TD11	50,8	90	120	0,77
Tuyau TB5	77,0	90	120	3,29
Tuyau TC10	39,1	90	120	-0,97
Tuyau TF9	35,6	110	120	0,69
Tuyau TE12	14,3	110	120	1,07
Tuyau TA8	17,0	110	120	-0,61
Tuyau TF"2	118,0	110	120	0,02
Tuyau T4	41,6	110	120	7,79
Tuyau TE4	116,5	110	120	2,31
Tuyau TF8	75,1	110	120	0,59
Tuyau TE3	11,1	110	120	0,94
Tuyau TE"3	77,9	110	120	0,35
Tuyau TA3	39,3	110	120	5,21
Tuyau TA1	69,4	110	120	3,77
Tuyau TF1'	102,9	110	120	0,02
Tuyau TD13	20,5	110	120	3,41
Tuyau TA4	45,0	110	120	0,91
Tuyau TF'3	62,6	110	120	-0,1
Tuyau TA5	20,4	110	120	-10,29
Tuyau TA7	39,8	110	120	-2,16
Tuyau TA6	30,6	110	120	-5,68
Tuyau TF1	6,2	110	120	-0,45
Tuyau T5	41,5	110	120	11,26
Tuyau T6	44,9	110	120	4,54
Tuyau T40	51,6	110	120	0,82
Tuyau T7	41,7	110	120	3,42
Tuyau T31	60,0	110	120	1,85
Tuyau T9	76,0	110	120	3,04
Tuyau T18	72,5	110	120	2,77
Tuyau T32	60,1	110	120	0,97
Tuyau T39	51,6	110	120	2,01
Tuyau TA2	20,2	110	120	7,11
Tuyau T1	39,9	110	120	3,14
Tuyau TF'10	67,0	110	120	0,05
Tuyau TF2	84,8	110	120	-0,36
Tuyau T8	41,7	110	120	-2,75
Tuyau T27	49,7	110	120	-3,23
Tuyau T28	49,8	110	120	-2,69
Tuyau T25	58,6	110	120	3,54

Tuyau T26	58,6	110	120	24,2
Tuyau T37	43,0	110	120	0,53
Tuyau T21	57,6	110	120	1,09
Tuyau T29	49,7	110	120	1,66
Tuyau T38	43,0	110	120	-0,5
Tuyau T30	48,9	110	120	-2,2
Tuyau T41	40,5	110	120	2,41
Tuyau T23	57,6	110	120	1,11
Tuyau T22	57,6	110	120	0,78
Tuyau T15	74,9	110	120	2,21
Tuyau TE'3	23,0	110	120	0,69
Tuyau T2	41,2	110	120	3,32
Tuyau T19	57,6	110	120	2,39
Tuyau T24	58,6	110	120	5,4
Tuyau T13	66,2	110	120	-8,41
Tuyau T14	66,2	110	120	1,53
Tuyau T11	77,0	110	120	3,75
Tuyau T3	40,6	110	120	-1,92
Tuyau T12	66,2	110	120	-14,69
Tuyau TF10	40,6	110	120	0,63
Tuyau T10	75,0	110	120	3,51
Tuyau TF'2	64,0	110	120	-0,04
Tuyau T33	60,1	110	120	0,4
Tuyau T36	43,0	110	120	0,26
Tuyau TF5	28,4	110	120	0,22
Tuyau TF6	29,8	110	120	0,18
Tuyau TF4	25,0	110	120	0,27
Tuyau TE1	104,0	110	120	0,35
Tuyau TF3	29,6	110	120	0,31
Tuyau T48	108,8	110	120	0,16
Tuyau TF"3	271,4	110	120	0,05
Tuyau T47	98,6	110	120	0,33
Tuyau TF7	92,9	110	120	0,13
Tuyau T51	64,6	110	120	0,09
Tuyau TE2	187,9	110	120	-0,1
Tuyau TD3	97,1	110	120	2,03
Tuyau T45	68,5	110	120	2,88
Tuyau TC8	128,3	110	120	9,33
Tuyau T42	40,4	110	120	0,64
Tuyau T43	31,8	110	120	-1,88
Tuyau T44	89,7	110	120	2,23
Tuyau T55	78,4	110	120	0,04
Tuyau 128	183,9	110	120	3,44
Tuyau TE5	66,6	110	120	2,06
Tuyau TE8	73,9	110	120	-0,04
Tuyau T52	123,2	110	120	3,49
Tuyau T49	61,0	160	120	33,63
Tuyau T50	135,0	160	120	-0,09
Alimentation	43	160	120	33,82

Tableau 12 : Résultats pour les conduites du réseau principal avec le mode 1

Nœuds	Cotes (m)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pression (m)
A1	30,09	0,02	49,14	19,05
A2	28,88	0,02	49,52	20,64
A3	28,88	0,04	49,88	21
A4	28,83	5,58	50,27	21,44
A5	29,58	0,1	50,28	20,7
A6	29,8	0,12	49,57	19,77
A7	29,95	0,16	49,22	19,27
A8	30,29	0,04	49,14	18,85
B1	30,53	0,04	48,99	18,46
B2	30,27	0,07	48,95	18,68
B3	29,33	0,07	49,01	19,68
B4	28,29	0,04	49,34	21,05
B5	28,29	0,25	49,94	21,65
B6	29,17	0,49	51,13	21,96
B7	29,58	0,23	52	22,42
B8	29,65	0,25	49,23	19,58
B9	30,34	0,33	49,03	18,69
B10	30,64	0,08	49,01	18,37
C1	31,32	0,05	48,76	17,44
C2	31,01	0,1	48,71	17,7
C3	30,82	0,1	48,73	17,91
C4	29,02	0,11	48,68	19,66
C5	28,73	0,09	48,81	20,08
C6	28,38	0,06	48,83	20,45
C7	28,2	0,03	49,19	20,99
C8	28,15	0,33	49,87	21,72
C9	29,37	0,61	52,73	23,36
C10	29,69	0,29	56,48	26,79
C11	29,69	0,27	48,81	19,12
C12	30,23	0,31	48,67	18,44
C13	31,13	0,12	48,62	17,49
C14	31,78	0,12	48,73	16,95
D1	32,5	0,07	48,63	16,13
D2	31,5	0,67	48,56	17,06
D3	29,25	0,7	48,65	19,4
D4	28,32	0,37	48,81	20,49
D5	28,05	0,28	49,16	21,11
D6	27,9	0,18	49,25	21,35
D7	28,67	0,18	50,06	21,39
D8	29,35	0,26	53,01	23,66
D'8	30,01	0,26	53,01	23
D''8	29,56	0,26	53,01	23,45
D9	30,05	0,15	66,46	36,41
D'9	30,5	0,15	69,54	39,04

D'9	30,19	0,15	69,54	39,35
D10	29,56	0,14	48,61	19,05
D'10	30,77	0,14	48,61	17,84
D11	30,6	5,58	47,39	16,79
D'11	31,06	5,58	46,81	15,75
D12	30,75	0,16	48	17,25
D13	31	0,17	48,52	17,52
D14	31,69	0,22	48,56	16,87
D15	32,61	0,2	48,63	16,02
E1	33,83	5,48	48,54	14,71
E2	31,8	0,59	48,55	16,75
E3	29,5	0,56	48,55	19,05
E'3	32,2	0,56	48,54	16,34
E''3	29,9	0,56	48,53	18,63
E4	29,5	6,05	48,55	19,05
E5	28,35	0,33	48,81	20,46
E6	20,82	0,28	48,85	28,03
E7	27,3	0,28	48,97	21,67
E8	27,3	0,07	49,02	21,72
E'8	26	0,07	49,02	23,02
E9	27,5	5,51	42,33	14,83
E'9	25,33	5,51	41,48	16,15
E10	28,34	0,07	44,38	16,04
E'10	28,93	0,07	44,38	15,45
E11	31,25	0,05	48,4	17,15
E12	31,8	0,12	48,52	16,72
E13	32,58	0,26	48,54	15,96
E14	33,38	0,2	48,55	15,17
F1	31,51	0,03	48,5	16,99
F'1	31,42	0,03	48,5	17,08
F2	31,5	0,03	48,51	17,01
F'2	29,14	0,03	48,51	19,37
F''2	31,6	0,02	48,51	16,91
F3	31,77	0,08	48,52	16,75
F'3	36	0,08	48,52	12,52
F''3	32	0,08	48,52	16,52
F4	32,5	0,12	48,53	16,03
F5	32,9	0,07	48,53	15,63
F6	33,4	0,07	48,53	15,13
F7	34	0,07	48,53	14,53
F8	34,04	0,07	48,53	14,49
F9	34,5	0,07	48,54	14,04
F10	34,5	0,07	48,54	14,04
F'10	35,27	0,07	48,54	13,27
F11	34,5	0,07	48,54	14,04
Réservoir	71,74	-54,11	71,74	0

Tableau 13 : Résultats des pressions aux nœuds du réseau principal avec le mode 2

Tuyaux	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
Tuyau TC2	27,75	65	120	0,53	0,16
Tuyau TC5	40,95	65	120	0,42	0,13
Tuyau TC1	57,04	65	120	-0,57	0,17
Tuyau TD2	151,97	65	120	0,44	0,13
Tuyau TB6	78,51	65	120	-1,01	0,3
Tuyau TC9	163,98	65	120	-0,56	0,17
Tuyau T16	72,98	65	120	1,05	0,32
Tuyau TB3	46,21	65	120	1,74	0,52
Tuyau TB1	41,24	65	120	-0,55	0,17
Tuyau TB2	60,68	65	120	0,62	0,19
Tuyau TC6	50,91	65	120	1,73	0,52
Tuyau TE6	164,78	65	120	-4,47	1,35
Tuyau TC4	28,61	65	120	1,39	0,42
Tuyau TE9	67,96	65	120	0,8	0,24
Tuyau TC3	83,74	65	120	-0,48	0,14
Tuyau TD12	194,23	65	120	0,35	0,11
Tuyau TD1	81,85	65	120	-0,53	0,16
Tuyau TD5	132,30	65	120	1,61	0,49
Tuyau TE7	24,96	65	120	6,54	1,97
Tuyau T46	66,64	65	120	-6,68	2,01
Tuyau T35	42,95	65	120	0,94	0,28
Tuyau T17	72,04	65	120	-1,1	0,33
Tuyau T20	57,55	65	120	1,01	0,3
Tuyau T34	60,09	65	120	1,68	0,51
Tuyau TD4	68,86	90	120	3,39	0,53
Tuyau TB7	91,47	90	120	-0,54	0,08
Tuyau TC11	145,02	90	120	1,23	0,19
Tuyau TB4	89,63	90	120	5,77	0,91
Tuyau TE10	65,05	90	120	0,7	0,11
Tuyau TE11	253,86	90	120	0,26	0,04
Tuyau TD8	124,18	90	120	-4,9	0,77
Tuyau TC7	170,70	90	120	6,53	1,03
Tuyau TD9	39,87	90	120	6,26	0,98
Tuyau TD6	108,61	90	120	8,47	1,33
Tuyau TD7	173,31	90	120	14,93	2,35
Tuyau TD10	56,27	90	120	4,73	0,74
Tuyau TD11	50,83	90	120	1,24	0,19
Tuyau TB5	76,95	90	120	5,26	0,83
Tuyau TC10	39,05	90	120	-1,56	0,24
Tuyau TF9	35,62	110	120	1,1	0,12
Tuyau TE12	14,3	110	120	1,71	0,18
Tuyau TA8	16,95	110	120	-0,98	0,1
Tuyau TF"2	118,02	110	120	0,03	0
Tuyau T4	41,56	110	120	12,46	1,31
Tuyau TE4	116,51	110	120	3,7	0,39

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

Tuyau TF8	75,14	110	120	0,94	0,1
Tuyau TE3	11,06	110	120	1,51	0,16
Tuyau TE'3	77,94	110	120	0,56	0,06
Tuyau TA3	39,32	110	120	8,34	0,88
Tuyau TA1	69,41	110	120	6,03	0,63
Tuyau TF1'	102,88	110	120	0,03	0
Tuyau TD13	20,51	110	120	5,46	0,57
Tuyau TA4	45,02	110	120	1,45	0,15
Tuyau TF'3	62,63	110	120	-0,17	0,02
Tuyau TA5	20,36	110	120	-16,47	1,73
Tuyau TA7	39,81	110	120	-3,46	0,36
Tuyau TA6	30,57	110	120	-9,09	0,96
Tuyau TF1	6,18	110	120	-0,72	0,08
Tuyau T5	41,48	110	120	18,02	1,9
Tuyau T6	44,92	110	120	7,26	0,76
Tuyau T40	51,60	110	120	1,3	0,14
Tuyau T7	41,66	110	120	5,47	0,58
Tuyau T31	60,02	110	120	2,96	0,31
Tuyau T9	75,96	110	120	4,86	0,51
Tuyau T18	72,51	110	120	4,44	0,47
Tuyau T32	60,054	110	120	1,56	0,16
Tuyau T39	51,62	110	120	3,22	0,34
Tuyau TA2	20,24	110	120	11,37	1,2
Tuyau T1	39,91	110	120	5,03	0,53
Tuyau TF'10	66,97	110	120	0,07	0,01
Tuyau TF2	84,76	110	120	-0,58	0,06
Tuyau T8	41,743	110	120	-4,41	0,46
Tuyau T27	49,69	110	120	-5,17	0,54
Tuyau T28	49,81	110	120	-4,3	0,45
Tuyau T25	58,58	110	120	5,67	0,6
Tuyau T26	58,56	110	120	38,73	4,07
Tuyau T37	42,99	110	120	0,85	0,09
Tuyau T21	57,55	110	120	1,75	0,18
Tuyau T29	49,744	110	120	2,66	0,28
Tuyau T38	43,02	110	120	-0,8	0,08
Tuyau T30	48,88	110	120	-3,52	0,37
Tuyau T41	40,53	110	120	3,86	0,41
Tuyau T23	57,61	110	120	1,77	0,19
Tuyau T22	57,63	110	120	1,25	0,13
Tuyau T15	74,91	110	120	3,53	0,37
Tuyau TE'3	22,97	110	120	1,11	0,12
Tuyau T2	41,22	110	120	5,32	0,56
Tuyau T19	57,59	110	120	3,82	0,4
Tuyau T24	58,60	110	120	8,64	0,91
Tuyau T13	66,23	110	120	-13,46	1,42
Tuyau T14	66,2	110	120	2,45	0,26
Tuyau T11	77,04	110	120	6	0,63
Tuyau T3	40,55	110	120	-3,07	0,32
Tuyau T12	66,19	110	120	-23,51	2,47
Tuyau TF10	40,64	110	120	1	0,11

Tuyau T10	74,96	110	120	5,61	0,59
Tuyau TF'2	63,98	110	120	-0,07	0,01
Tuyau T33	60,05	110	120	0,63	0,07
Tuyau T36	42,97	110	120	0,41	0,04
Tuyau TF5	28,35	110	120	0,36	0,04
Tuyau TF6	29,751	110	120	0,28	0,03
Tuyau TF4	24,95	110	120	0,43	0,05
Tuyau TE1	103,97	110	120	0,55	0,06
Tuyau TF3	29,61	110	120	0,5	0,05
Tuyau T48	108,77	110	120	0,26	0,03
Tuyau TF"3	271,36	110	120	0,08	0,01
Tuyau T47	98,59	110	120	0,53	0,06
Tuyau TF7	92,93	110	120	0,21	0,02
Tuyau T51	64,63	110	120	0,14	0,01
Tuyau TE2	187,86	110	120	-0,16	0,02
Tuyau TD3	97,09	110	120	3,25	0,34
Tuyau T45	68,46	110	120	4,61	0,49
Tuyau TC8	128,32	110	120	14,93	1,57
Tuyau T42	40,44	110	120	1,02	0,11
Tuyau T43	31,83	110	120	-3,01	0,32
Tuyau T44	89,67	110	120	3,57	0,38
Tuyau T55	78,36	110	120	0,07	0,01
Tuyau 128	183,90	110	120	5,51	0,58
Tuyau TE5	66,60	110	120	3,29	0,35
Tuyau TE8	73,88	110	120	-0,07	0,01
Tuyau T52	123,16	110	120	5,58	0,59
Tuyau T49	61,0	160	120	53,81	2,68
Tuyau T50	135,0	160	120	-0,15	0,01
Alimentation	43	160	120	54,11	2,69

Tableau 14 : **Résultats pour les conduites du réseau principal avec le mode 2**

Nœuds	Cotes (m)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pression (m)
A1	30,09	0,02	54,94	24,85
A2	28,88	0,02	55,22	26,34
A3	28,88	0,04	55,47	26,59
A4	28,83	6,27	55,72	26,89
A5	29,58	0,11	55,74	26,16
A6	29,8	0,13	55,25	25,45
A7	29,95	0,18	54,99	25,04
A8	30,29	0,04	54,93	24,64
B1	30,53	0,05	54,82	24,29
B2	30,27	0,08	54,79	24,52
B3	29,33	0,08	54,84	25,51
B4	28,29	0,05	55,1	26,81
B5	28,29	0,28	55,53	27,24
B6	29,17	0,55	56,39	27,22
B7	29,58	0,26	57,03	27,45

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

B8	29,65	0,29	55,04	25,39
B9	30,34	0,37	54,86	24,52
B10	30,64	0,09	54,84	24,2
C1	31,32	0,05	54,64	23,32
C2	31,01	0,11	54,6	23,59
C3	30,82	0,11	54,62	23,8
C4	29,02	0,13	54,57	25,55
C5	28,73	0,1	54,68	25,95
C6	28,38	0,07	54,7	26,32
C7	28,2	0,03	55,02	26,82
C8	28,15	0,37	55,51	27,36
C9	29,37	0,69	57,65	28,28
C10	29,69	0,32	60,38	30,69
C11	29,69	0,31	54,8	25,11
C12	30,23	0,35	54,61	24,38
C13	31,13	0,14	54,57	23,44
C14	31,78	0,14	54,64	22,86
D1	32,5	0,08	54,54	22,04
D2	31,5	0,13	54,5	23
D3	29,25	0,78	54,55	25,3
D4	28,32	0,42	54,69	26,37
D5	28,05	0,32	55	26,95
D6	27,9	0,21	55,12	27,22
D7	28,67	0,21	56,24	27,57
D8	29,35	0,3	57,92	28,57
D'8	30,01	0,3	57,91	27,9
D''8	29,56	0,3	57,91	28,35
D9	30,05	0,17	67,81	37,76
D'9	30,5	0,17	70,1	39,6
D''9	30,19	0,17	70,1	39,91
D10	29,56	0,15	54,7	25,14
D'10	30,77	0,15	54,7	23,93
D11	30,6	6,27	54,16	23,56
D'11	31,06	0,15	54,16	23,1
D12	30,75	0,18	54,35	23,6
D13	31	0,2	54,52	23,52
D14	31,69	0,25	54,53	22,84
D15	32,61	0,23	54,56	21,95
E1	33,83	6,16	54,47	20,64
E2	31,8	0,04	54,48	22,68
E3	29,5	0,67	54,47	24,97
E'3	32,2	0	54,47	22,27
E''3	29,9	0	54,47	24,57
E4	29,5	6,81	54,47	24,97
E5	28,35	0,37	54,68	26,33
E6	20,82	0,31	54,72	33,9
E7	27,3	0,31	54,83	27,53
E8	27,3	0,08	55,04	27,74
E'8	26	0,08	55,04	29,04

E9	27,5	0,08	53,09	25,59
E'9	25,33	6,2	52,04	26,71
E10	28,34	0,08	53,91	25,57
E'10	28,93	0,08	53,91	24,98
E11	31,25	0,06	54,46	23,21
E12	31,8	0,14	54,5	22,7
E13	32,58	0,29	54,5	21,92
E14	33,38	0,22	54,49	21,11
F1	31,51	0,04	54,49	23,07
F'1	31,42	0,04	54,49	22,98
F2	31,5	0,04	54,49	22,99
F'2	29,14	0,04	54,49	25,35
F''2	31,6	0,04	54,49	22,89
F3	31,77	0,09	54,5	22,73
F'3	36	0,09	54,5	18,5
F''3	32	0,09	54,5	22,5
F4	32,5	0,14	54,5	22
F5	32,9	0,08	54,49	21,59
F6	33,4	0,08	54,49	21,09
F7	34	0,08	54,49	20,49
F8	34,04	0,08	54,49	20,45
F9	34,5	0,08	54,49	19,99
F10	34,5	0,08	54,49	19,99
F'10	35,27	0,08	54,49	19,22
F11	34,5	0,08	54,49	19,99
Réservoir	71,74	-46,18	71,74	0

Tableau 15 : Résultats des pressions aux nœuds du réseau principal avec le mode 3

Tuyaux	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité	Débit (L/s)
Tuyau TC2	27,76	65	120	0,42
Tuyau TC5	40,95	65	120	0,43
Tuyau TC1	57,05	65	120	-0,50
Tuyau TD2	151,97	65	120	0,31
Tuyau TB6	78,51	65	120	-0,94
Tuyau TC9	163,99	65	120	-0,65
Tuyau T16	72,98	65	120	0,92
Tuyau TB3	46,22	65	120	1,55
Tuyau TB1	41,24	65	120	-0,49
Tuyau TB2	60,69	65	120	0,55
Tuyau TC6	50,91	65	120	1,61
Tuyau TE6	164,78	65	120	-2,30
Tuyau TC4	28,62	65	120	1,25
Tuyau TE9	67,96	65	120	0,45
Tuyau TC3	83,75	65	120	-0,43
Tuyau TD12	194,23	65	120	0,22
Tuyau TD1	81,86	65	120	-0,40
Tuyau TD5	132,31	65	120	1,92
Tuyau TE7	24,96	65	120	3,97
Tuyau T46	66,64	65	120	-4,13
Tuyau T35	42,95	65	120	0,47
Tuyau T17	72,05	65	120	-0,97
Tuyau T20	57,55	65	120	0,82
Tuyau T34	60,09	65	120	0,86
Tuyau TD4	68,87	90	120	3,24
Tuyau TB7	91,47	90	120	-0,54
Tuyau TC11	145,03	90	120	0,91
Tuyau TB4	89,64	90	120	4,83
Tuyau TE10	65,06	90	120	0,14
Tuyau TE11	253,86	90	120	-0,31
Tuyau TD8	124,19	90	120	-3,15
Tuyau TC7	170,70	90	120	5,58
Tuyau TD9	39,88	90	120	3,27
Tuyau TD6	108,62	90	120	6,25
Tuyau TD7	173,31	90	120	12,65
Tuyau TD10	56,28	90	120	2,59
Tuyau TD11	50,83	90	120	0,62
Tuyau TB5	76,96	90	120	4,44
Tuyau TC10	39,06	90	120	-1,46
Tuyau TF9	35,62	110	120	0,66
Tuyau TE12	14,30	110	120	2,63
Tuyau TA8	16,95	110	120	-0,76
Tuyau TF"2	118,02	110	120	0,04
Tuyau T4	41,56	110	120	10,90
Tuyau TE4	116,52	110	120	3,37
Tuyau TF8	75,15	110	120	0,14
Tuyau TE3	11,07	110	120	0,03
Tuyau TE"3	77,95	110	120	0,00
Tuyau TA3	39,32	110	120	6,46
Tuyau TA1	69,41	110	120	5,17

ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA CITE KEUR GORGUI

Tuyau TF1'	102,89	110	120	0,04
Tuyau TD13	20,51	110	120	6,00
Tuyau TA4	45,02	110	120	1,83
Tuyau TF'3	62,64	110	120	-0,19
Tuyau TA5	20,36	110	120	-13,46
Tuyau TA7	39,82	110	120	-2,97
Tuyau TA6	30,58	110	120	-7,68
Tuyau TF1	6,19	110	120	-0,03
Tuyau T5	41,49	110	120	15,40
Tuyau T6	44,93	110	120	5,64
Tuyau T40	51,61	110	120	1,40
Tuyau T7	41,67	110	120	4,54
Tuyau T31	60,02	110	120	2,65
Tuyau T9	75,96	110	120	4,14
Tuyau T18	72,52	110	120	3,86
Tuyau T32	60,05	110	120	1,58
Tuyau T39	51,63	110	120	2,82
Tuyau TA2	20,25	110	120	9,44
Tuyau T1	39,91	110	120	4,39
Tuyau TF'10	66,97	110	120	0,08
Tuyau TF2	84,76	110	120	0,13
Tuyau T8	41,74	110	120	-3,68
Tuyau T27	49,69	110	120	-3,46
Tuyau T28	49,81	110	120	-3,41
Tuyau T25	58,58	110	120	5,51
Tuyau T26	58,56	110	120	33,02
Tuyau T37	43,00	110	120	0,83
Tuyau T21	57,55	110	120	1,56
Tuyau T29	49,74	110	120	2,23
Tuyau T38	43,02	110	120	-0,11
Tuyau T30	48,88	110	120	-3,09
Tuyau T41	40,54	110	120	3,46
Tuyau T23	57,61	110	120	1,00
Tuyau T22	57,63	110	120	1,11
Tuyau T15	74,92	110	120	2,64
Tuyau TE'3	22,97	110	120	0,00
Tuyau T2	41,22	110	120	4,24
Tuyau T19	57,59	110	120	3,30
Tuyau T24	58,61	110	120	6,73
Tuyau T13	66,24	110	120	-11,82
Tuyau T14	66,24	110	120	1,52
Tuyau T11	77,05	110	120	4,42
Tuyau T3	40,56	110	120	-3,02
Tuyau T12	66,20	110	120	-20,11
Tuyau TF10	40,65	110	120	0,55
Tuyau T10	74,96	110	120	4,57
Tuyau TF2	63,98	110	120	-0,07
Tuyau T33	60,05	110	120	1,24
Tuyau T36	42,97	110	120	0,79
Tuyau TF5	28,36	110	120	-0,38
Tuyau TF6	29,75	110	120	-0,46
Tuyau TF4	24,96	110	120	-0,30

Tuyau TE1	103,98	110	120	0,72
Tuyau TF3	29,62	110	120	-0,22
Tuyau T48	108,77	110	120	0,30
Tuyau TF"3	271,36	110	120	0,09
Tuyau T47	98,60	110	120	0,59
Tuyau TF7	92,93	110	120	-0,55
Tuyau T51	64,64	110	120	0,15
Tuyau TE2	187,87	110	120	-0,64
Tuyau TD3	97,10	110	120	2,99
Tuyau T45	68,47	110	120	2,45
Tuyau TC8	128,33	110	120	12,59
Tuyau T42	40,45	110	120	0,94
Tuyau T43	31,83	110	120	-2,81
Tuyau T44	89,68	110	120	3,44
Tuyau T55	78,36	110	120	0,08
Tuyau 128	183,91	110	120	6,20
Tuyau TE5	66,60	110	120	3,12
Tuyau TE8	73,89	110	120	-0,08
Tuyau T52	123,17	110	120	0,15
Tuyau T49	61,01	160	120	45,84
Tuyau T50	135,02	160	120	-0,17
Alimentation	43	160	120	46,18

Tableau 16 : Résultats pour les conduites du réseau principal avec le mode 3

3.4. Alimentation des immeubles

Dans la cité nous avons noté l'existence d'immeubles de grande hauteur de R+4 à R+10; La pression de distribution au sol de la SDE ne sera pas adéquate pour alimenter correctement ces immeubles. Ainsi nous avons proposé un schéma d'alimentation en parapluie propre à chaque immeuble ;

- Dans ce schéma il est prévu
- une bache au sous sol (ou RDC)
- Un réservoir à la terrasse de 15 m³
- Une pompe (surpresseur) avec un anti béliet de 16 bars.

Le calcul de la HMT du surpresseur a été fait pour chaque immeuble de grande hauteur en partant d'une hauteur sous plafond d'environ 3 m.

Le tableau 17 ci-dessous donne les spécifications de surpresseur pour chaque type d'immeuble.

BATS	Nbre unités	HMT surpresseur (bars)
Ha (R+4)	4	2,5
Y1 (R+6)	9	3,2
Y2 (R+8)	2	4
Y3 (R+10)	2	4,5
K1 (R+8)	1	4
K2 (R+8)	1	4

Tableau 17 : Tableau des spécifications des surpresseurs au niveau des immeubles de grande hauteur

4. Infrastructures du réseau

Le réseau comportera diverses infrastructures dont :

- **32 vannes de sectionnement** conformément au plan de pose des vannes.
- Des **ventouses** aux points hauts, et des **vidanges** aux points bas selon les profils en long des canalisations.
- Des **Té**, des **cônes** et des **coudes** avec **butées** aux endroits appropriés (au niveau des poteaux d'incendie, étoilements de conduites, pièces spéciales, etc.) conformément au cahier des nœuds.

Ces pièces spéciales et autres accessoires du réseau sont estimés forfaitairement à **30%** du coût global du réseau.

5. Cahier des nœuds du réseau principal voir plan «AUTOCAD».

Le détail des nœuds est consigné dans le plan «AUTOCAD»

6. Cadre du devis quantitatif et estimatif

Le devis est présenté dans le tableau (voir calque sur plan «*AUTOCAD*».)

Il inclut les axes des réseaux secondaires et tertiaires qui constituent l'adduction à la parcelle.

DESIGNATION	UNITE	QUTE	P U	PTOTAL
Installations et replis de chantier	FF		3000000	3 000 000
LOT 1 TERRASSEMENT				
Déblais pour la pose des canalisations	m3	5851	350	2 047 815
Lit de sable (2 X ep 20)	m3	2128	500	1 063 800
Remblais avec matériaux provenant des déblais	m3	4468	500	2 233 880
Evacuation déblais excédentaires	m4	1383	400	553 256
LOT 2 CONDUITES				
Canalisation en pvc DN 65 ML	ml	1875	1020	1 912 500
Canalisation en pvc DN 90 ML	ml	1555	1870	2 907 850
Canalisation en pvc DN 110 ML	ml	5195	2500	12 987 500
Canalisation en pvc DN 160 ML	ml	240	3980	955 200
Grilles annonciatrices bleues largeur 30 pour la protection du réseau	ml	8865	1500	13 297 500
Levé topographique sur l'axe des conduites	FFT	PM		
LOT 3 EQUIPEMENT DU RESEAU				
Bouche à clef complète DN 65 FTE	U		100000	85 000
Bouche à clef complète DN 90 FTE	U		125000	105 000
Bouche à clef complète DN 110 FTE	U		150000	125 000
Bouche à clef complète DN 160 FTE	U		175000	125 000
Plaque Pleine DN 110 FTE	U	13	6000	78 000
Coude 1/4 DN65 PVC		1	65000	65 000
Coude 1/4 DN110FTE		1	65000	65 000
RBM pour PVC DN 65	U	33	25000	825 000
RBM pour PVC 90	U	9	30000	270 000
RBM pour PVC DN 110	U	99	50000	4 950 000
RBM pour PVC DN 160	U	3	60000	180 000
regard de vannes	U	16	125000	2 000 000
Robinet Vanne Ronde DN 65	U	15	55000	825 000
Robinet Vanne Ronde DN 90 FTE	U	25	75000	1 875 000
Robinet Vanne Ronde DN 110 FTE	U	15	90000	1 350 000
Robinet Vanne Ronde DN 160 FTE	U	2	125000	250 000
Té PVC a 3 brides DN65		11	125000	1 375 000
Té PVC a 3 brides DN90		3	140000	420 000
Té fonte a 3 brides DN110		33	150000	4 950 000
Butées en béton pour Té		47	175000	8 225 000
Croix a 4 brides DN90		5	500000	2 500 000
Croix a 4 brides DN65		1	500000	500 000
Croix a 4 brides DN110		10	35000	350 000
Cônes de réduction BB DN110/90		27	35000	945 000
Cônes de réduction BB DN110/65		19	35000	665 000
Cônes de réduction BB DN90/65		2	35000	70 000

Butées en béton pour Cônes		96	45000	4 320 000
Butées en béton pour Coudes		2	45000	90 000
Ventouse DN 110	U	PM	PM	PM
Vidange complet sur DN160	U	PM	PM	PM
Vidange complet sur DN110	U	PM	PM	PM
Bouche d'Incendie	U	5	975000	4 875 000
Coude à patin	U	5	50000	250 000
Manchette fonte BB DN 110	U	10	75000	750 000
				84 417 301
Imprévus et divers 18%				15 195 114
TOTAL GENERAL				99 612 415

Tableau 17 : Devis quantitatif et estimatif**7. Profils en long des conduites maîtresses voir plan «AUTOCAD»..**

Pour la réalisation du réseau par la pose des canalisations les profils en long sont nécessaires. Le tracé doit être établi de manière à faciliter le rassemblement de l'air en des points hauts bien déterminés où sont installés des appareils assurant son évacuation. En outre il faudra prendre certaines précautions de pentes en montant et en descendant suivant le terrain. D'une manière générale on maintiendra la canalisation à une profondeur d'au moins 1,20 m.

Les plans en annexe donnent le profil en long des axes de canalisations.

Conclusion et recommandations

Le réseau d'alimentation en eau potable de la cité Keur Gorgui qui s'étend sur une superficie de 25 ha a été entièrement dimensionné en utilisant le logiciel EPANET.

Tout d'abord les besoins en eau journaliers en période de pointe (domestiques et services confondus) sont estimés à 1450 m³ pour toute la cité.

Quant à la sécurité incendie, il sera implanté 5 poteaux incendies dans les zones les plus sensibles.

Le réseau de canalisations requiert un linéaire total de 89 00 ml pour des diamètres de canalisation allant de 63 mm à 110 mm en PVC PN 16.

Dans la cité l'existence d'immeubles de grande hauteur R+4 à R+10 nous a poussés à dimensionner une alimentation spécifique de ces immeubles dans la mesure où la pression de service avec le réseau SDE au sol est insuffisante pour approvisionner correctement les immeubles.

Cette alimentation est constituée essentiellement d'une bache au sous sol avec un réservoir aérien d'une capacité de 15 m³ à la terrasse. Le remplissage de ce réservoir aérien se fera avec un surpresseur dont la hauteur manométrique totale a été déterminée (4.5 bars maximum).

Le coût du réseau tout corps d'état confondu s'élève à 100 millions de francs CFA ;

Par ailleurs, le maintien de la bonne qualité de l'eau et la satisfaction des besoins instantanés de pointe exigent l'entretien courant des installations. Ainsi il est nécessaire de procéder à un entretien préventif ce qui contribuera à réduire voire supprimer l'entretien curatif des installations hydrauliques.

Il s'y ajoute que le personnel chargé de cet entretien disposera des documents tels que :

- Les plans de recellement du réseau y compris le détail des noeuds
- Les plans d'installations des pompes ou surpresseurs et leurs caractéristiques techniques;
- Et enfin un programme d'entretien et de maintenance des ouvrages

Il reste qu'avec le branchement sur la conduite SDE, nous n'avons pas abordé la question relative au traitement (qualité) de l'eau pour la cité. Nous avons également estimé qu'avec l'autonomie relative des immeubles, il n'est pas nécessaire d'implanter un réservoir d'équilibre pour toute la cité.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] LYONNAISE DES EAUX : <Mémento du Gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'Assainissement >Tome 1 : Eau dans la ville Alimentation en eau
- [2] Lewis A. ROSSMAN : <Manuel de l'utilisateur EPANET 2 Version française 2003
- [3] TAMBA Séni : < Cours de Machines hydrauliques : 2007-2008 EPT Thiès.
- [4] AZORA Adolphe : < Projet de Fin d'Etudes : Alimentation en eau de la commune de Nguékhokh ESP Thiès juillet 2004.
- [5] A.DUPONT :<HYDRAULIQUE AUBAINE : Tome1 : La Distribution d'eau dans les Agglomérations urbaines et rurales.
- [6] Bonnin .J(1977) : < Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance, Eyrolles, Paris.
- [7] Crowley II, Thomas E. (1977) - <Hydrogic and hydraulic Computations on Small Programmable Calculators, Iowa Institute of Hyfrolic Research.
- [8] [http:// hydram – epfl. ch/e- drologie](http://hydram-epfl.ch/e-drologie)
- [9] DOUMBOUYA Lamine : < Cours d'HYDRAULIQUE URBAINE : 2007-2008 EPT Thiès.
- [10] BA Alassane : < Note de cours de TOPOGRAPHIE : 2007-2008 EPT Thiès.
- [11] C. GOMELLA & GUERREE : < Distribution et collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 1977.
- [12] KOCH, Alimentation en Eau des Agglomérations
- [13] VAILLANT : Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution 1973 (collection du BCEOM)
- [14] Cours de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées : f. valiron, 1989, Gestion des eaux alimentation en eau assainissement, 505.
- [15] Le quotidien LE POPULAIRE du lundi 07 juillet 2008.

Annexes

- **Annexes A : Cahier des prescriptions techniques particulières**

CHAPITRE 1 – INDICATIONS GENERALES – DESCRIPTION DES OUVRAGES

ARTICLE 1.01 – PRESENTATION DE L'ETUDE

L'étude a pour objet la réalisation des travaux d'équipements nécessaires à l'approvisionnement en eau potable de la cité Keur Gorgui sur une superficie de 25 ha environ.

Le présent dossier concerne le volet Alimentation Eau Potable AEP et incendie.

3.1 ARTICLE 1.02 — OBJET DE L'ENTREPRISE

L'Entreprise a pour objet la réalisation des travaux d'adduction d'eau potable, nécessaires à la desserte du site.

3.2 ARTICLE 1.03 – CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les travaux se décomposent comme suit :

- Fourniture et pose de canalisations PVC série pression 10 bars et robinets vannes.
- Fourniture et pose de robinets vannes
- L'installation de vidanges et de ventouses (éventuellement).
- La défense incendie du lotissement se fera à partir de « bouches d'incendie » prévus sur le site.
- La fourniture et l'installation de pièces spéciales de raccordement : coudes, brides toutes pièces de raccords, etc.
- La réalisation des tranchées.
- Le remblai des tranchées réalisé avec du sable et l'évacuation des terres excédentaires hors du terrain.
- Les essais, désinfection, etc.
- Les dispositions techniques et l'exécution des travaux devront recevoir l'agrément de la Société concessionnaire (SONES).

- Fourniture et mise en place de conduite d'eau potable en PVC diamètres 63, 90,110, 160 mm
- Fourniture et mise en place d'appareillages et équipements complets (vidange, ventouse, poteau d'incendie et toutes pièces hydrauliques).
- Raccordements sur réseau existant (réseau SDE) de diamètre 300 mm par une conduite de diamètre 160 mm PVC PN 16.
- Essais de bon fonctionnement du réseau.

3.3 ARTICLE 1.04 – PIECES CONSTITUANT LE MARCHE

1.04.1 Pièces contractuelles

Les actes réglementaires constituant le marché sont, par ordre de priorité, les suivants :

- 1- La Soumission,
- 2- Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP),
- 3- Le Cahier des Directives d'exécution des ouvrages d'adduction d'eau destinés à être pris en charge par la SONES,
- 4- Le Cahier des Prescriptions Techniques Particulières (CPTP),
- 5- Le Bordereau des Prix Unitaires,
- 6- Le Devis Quantitatif Estimatif,
- 7- Les plans du Dossier de Consultation des Entreprises.

1.04.2 Textes généraux administratifs

L'Entrepreneur sera soumis pour tout ce qui n'est pas contraire aux stipulations du marché aux documents généraux suivants :

- Décret n° 80-690 du 7 septembre 1982 portant réglementation des marchés administratifs.
- Cahier des Clauses et Conditions Générales imposées aux Entrepreneurs de Travaux Publics par arrêté ministériel du 16 octobre 1945, modifié par l'arrêté n° 10-199 du 27 novembre 1952.

3.4 ARTICLE 1.05 – ALIMENTATION EN EAU

Les prestations du présent lot sont les suivantes :

- Fourniture et pose de canalisations PVC série pression 10 bars et robinets vannes.
 - Fourniture et pose de canalisations en fonte série K9, pression 10 bars et robinets vannes
 - L'installation de vidanges et de ventouses (éventuellement).
 - La défense incendie du lotissement se fera à partir de « bouches d'incendie » prévus sur le site.
 - La fourniture et l'installation de pièces spéciales de raccordement : coudes, brides toutes pièces de raccords, etc.
 - La réalisation des tranchées.
 - Le remblai des tranchées réalisé avec du sable et l'évacuation des terres excédentaires hors du terrain.
 - Les essais, désinfection, etc.
 - Les dispositions techniques et l'exécution des travaux devront recevoir l'agrément de la Société concessionnaire (SONES) et de la SDE.
-
- Fourniture et mise en place de conduite d'eau potable en PVC de diamètres 63, 90, 110, 160 mm.
 - Fourniture et mise en place d'appareillages et équipements complets (vidange, ventouse, poteau d'incendie et toutes pièces hydrauliques).
 - Raccordements sur réseau existant (réseau SDE) de diamètre 300 mm par une conduite de diamètre 160 mm PVC PN 16.
- Essais de bon fonctionnement du réseau.

3.5 ARTICLE 3.09 – ALIMENTATION EN EAU

3.09.1 Prescriptions générales

Les matériaux, fourniture, fournitures, mise en œuvre, contrôles, épreuves seront soumis aux spécifications du CCTG, fascicule n°71, applicable aux marchés de travaux passés au nom de l'état.

3.09.2 Travaux de pose des canalisations d'eau

3.09.2 .1- ouverture de tranchées.

L'Entrepreneur soumettra à l'approbation de l'Ingénieur, au moins une semaine à l'avance, les tronçons où il compte ouvrir des tranchées et poser des conduites. L'approbation sera notamment refusée lorsque l'Ingénieur juge que l'Entrepreneur a déjà ouvert d'une manière exagérée d'autres tranchées sans les fermer ou s'il est déjà prévisible que la pose des conduites ou la fermeture de la tranchée tardera.

La reconnaissance et la définition des tracés sont effectuées par le Maître d'œuvre, l'Ingénieur et l'Entrepreneur en présence de la SDE et de la SONES : les opérations

d'implantation du tracé, de piquetage et de repérage des ouvrages sous terrain (conduites, câbles, regards, autres obstacles) seront effectuées par l'Entrepreneur. Il s'informerera aussi auprès des Services compétents sur l'existence des ouvrages sous terrain.

Les tranchées seront exécutées conformément aux plans (Standard N° 1310) aux indications de l'Ingénieur. La couverture minimale sera de 0.80 m pour les diamètres nominaux de 100 mm et inférieurs, et 1.00 m pour les diamètres au-delà de DN 100.

Les fonds des fouilles seront à dresser parfaitement et à purger des pierres rencontrées. Ils sont à niveler à l'aide de chaises et nivelettes en évitant toute contre-pente entre deux côtes données dans le profil en long.

Pour les parties des réseaux où les tuyaux seront à poser sans profil en long, les fonds des fouilles seront à niveler (chaises et nivelettes) en respectant une pente minimale de 4 ‰ Et en évitant toute contre-pente inutile entre deux nœuds.

Dans tous les cas, l'excavation des tranchées des réseaux primaires ne peut commencer qu'après le contrôle des chaises d'implantation par l'Ingénieur.

Au cas où des parties des réseaux seraient à exécuter sans profil en long, les travaux seront rémunérés selon les volumes théoriques suivants :

Diamètre nominal des tuyaux (mm)	Largeur théorique de la tranchée (m)	Prof. théorique de la tranchée (m)			Vol. moyen de la tranchée (m ³ /m.l)
		Min	Max.	Moy.	
Câbles	0.40			0.70	0.28
DN 100 et inférieur	0.60	0.90	1.10	1.00	0.60
DN 150	0.60	1.15	1.35	1.25	0.75
DN 200	0.60	1.20	1.40	1.30	0.78
DN 250	0.65	1.25	1.45	1.35	0.88
DN 300	0.70	1.30	1.50	1.40	0.98

L'Entrepreneur a libre choix d'être rémunéré selon les volumes moyens théoriques du tableau ci-dessus ou selon les largeurs et profondeurs réellement exécutées et arrêtées dans un profil en long à établir par lui-même en commun avec l'Ingénieur.

En cas de présence du rocher ou de sol très dur ou pierreux, l'Ingénieur peut demander l'excavation d'une sur profondeur de 10 cm qui doit être remblayée de terre sableuse meuble sans pierre ou su sable proprement dit. Ces travaux seront rémunérés séparément.

Quand l'ouverture d'une fouille aura fait apparaître des fuites d'eau même légères, sur des conduites existantes, l'Entrepreneur préviendra l'Ingénieur et la SDE.

L'Entrepreneur utilisera un appareil pour détecter des câbles avant l'ouverture des tranchées. En cas de rencontre des câbles électriques ou téléphoniques ou autres canalisations dans une fouille, l'Entrepreneur prendra toutes les précautions pour qu'il ne soit apporté aucun trouble. L'entrepreneur reste entièrement responsable vis-à-vis des services concernés pour les dégâts éventuels.

En général, lorsqu'une conduite est à poser parallèlement à un câble électrique, l'écartement sera au minimum de 40 cm. Des exceptions ne seront possibles que sur autorisation préalable de l'Ingénieur.

D'une manière générale, l'Entrepreneur signalera à l'Ingénieur toute rencontre d'objets dans les fouilles.

Lorsque les maçonneries apparaîtront dans le terrain, elles seront arasées à 20 cm au-dessous des fouilles. Lorsqu'il s'agira de terrains rocheux, cet approfondissement pourra être réduit à 10 cm. Dans ces deux cas, ils seront pilonnés jusqu'au niveau du fond.

L'Entrepreneur devra déposer ou démolir avec soin les revêtements de sol, ainsi que leur fondation, sans ébranler ni dégrader les parties voisines. Les matériaux provenant de ces démolitions seront mis soigneusement de côté.

3.09.2.2 : étaielements.

Les étaielements nécessaires seront établis selon les règles de l'art, et formé de bois ou d'éléments métalliques de dimensions appropriées à l'usage auquel ils seront destinés. Ils seront exécutés jointifs si la nature du terrain ou la durée d'ouverture de la fouille l'exige, et toutes précautions seront prises, s'il y a lieu, pour s'opposer au glissement des terres.

Il est strictement interdit d'abandonner les bois d'étaielement dans les fouilles. L'Entrepreneur devra conduire son travail de telle sorte que tout bois soit éliminé avant de procéder au remblai des fouilles.

3.09.2.3 : pose des conduites pour assainissement des chantiers.

Les eaux rencontrées dans les fouilles, qu'elles proviennent des nappes aquifères ou d'infiltrations de toute origine et de toute nature, seront conduites par l'Entrepreneur dans des puisards où elles seront enlevées par ses soins.

L'entrepreneur sera tenu de creuser, curer et entretenir ces puisards ainsi que les drains et toutes installations spéciales conduisant les eaux aux puisards. Ces drains et installations devront assurer l'assainissement complet des fouilles.

Le puisard est constitué de parois en parpaing surmontées d'une dalle préfabriquée avec dalles amovibles au milieu. La partie supérieure sera à 15 cm du sol. Il aura pour dimensions :

Diamètre intérieur : 1.30 m
Profondeur : 2.00 m

Il sera rempli par des moellons (pas des blocs de béton) sur une hauteur de 0.80 m à partir du fond.

3.09.2.4 : préparation du fond de la fouille.

A l'exception du rocher solide nécessitant l'emploi d'explosifs, aucune distinction ne sera faite pour des différentes caractéristiques du sol et aucune plus-value n'est prévue, ni pour la présence de l'eau souterraine, ni pour l'étagage des tranchées.

3.09.2.5 : pose des conduites d'adduction d'eau.

Avant la mise en œuvre, tous les tuyaux, les pièces spéciales et les appareils devront être à pied d'œuvre, soigneusement nettoyés et purgés de tout élément étranger. Pendant la pose, toutes les précautions seront prises pour éviter l'introduction à l'intérieur des conduites de débris ou de corps étranger et pour ne pas endommager la superficie inférieure du tuyau.

Les extrémités de la conduite posée devront être bouchées soigneusement avec des tampons en bois pendant les interruptions de travail ;

Les protections extérieures et intérieures qui auront été endommagées pendant le transport ou par les coupes, sont à réparer avant la pose.

Les tuyaux, pièces spéciales et appareils doivent être descendus avec soin dans les tranchées et dans les galeries où ils doivent être posés en évitant les chocs, chutes, etc.

La mise en place et le montage des conduites et de la robinetterie devront être effectués par des ouvriers qualifiés.

L'Ingénieur aura plein pouvoir pour demander à l'Entrepreneur la présentation des références des poseurs. Dans le cas où ces derniers ne lui paraîtraient pas remplir les garanties suffisantes, l'entreprise devra remplacer ces ouvriers immédiatement.

Les tuyaux seront descendus dans les tranchées avec des moyens adéquats pour préserver l'intégrité aussi bien de la structure que du revêtement et seront disposés dans la position exacte pour l'exécution des joints.

Les emplacements des pièces spéciales et des appareils devront être reconnus et approuvés par l'Ingénieur. Chaque tronçon de tuyauterie devra être constitué autant que possible de tuyaux entiers de façon à réduire au minimum le nombre de joints.

L'Entrepreneur aura la faculté de procéder à des coupes de tuyaux lorsque cette opération sera justifiée par la nécessité de la pose. Toutes les précautions seront prises, toutefois, pour que l'opération ne soit faite qu'en cas de nécessité absolue et aussi peu fréquemment que possible.

La coupe devra être faite avec des outils bien affûtés ou des coupes-tubes et, pour les tuyaux de gros diamètres, avec des tronçonneuses ou scies, de façon à obtenir des coupes nettes. La chute portera toujours du côté mâle et l'Entrepreneur veillera avec la plus grande attention à ce que le nouveau bout produit par la coupe soit lisse et qu'il fournisse avec l'emboîtement du tuyau voisin un joint aussi solide qu'avec un bout ordinaire.

Dans l'éventualité où la coupe concernant une canalisation en acier, le revêtement intérieur et extérieur de celle-ci serait repris avec soin pour que la qualité des protections ne soit nullement affectée par la coupe réalisée.

Dans le cas d'emploi abusif de chutes, l'Entrepreneur devra, à ses frais, reprendre le travail. Les contre-pentes au droit des vidanges et des ventouses ne seront pas tolérées. L'Entrepreneur aura à sa charge tous les travaux nécessaires pour y parer, y compris l'enlèvement des conduites déjà posées et leur mise en place.

Aucun tronçon de tuyauterie ne sera posé horizontalement. La pente minimale est fixée à 4 ‰.

Les coudes, pièces à tubulure et tous les appareils intercalés sur les conduites et soumis à des efforts tendant à déboîter les tuyaux ou à déformer les canalisations seront contre-butés par des massifs susceptibles de résister à ces efforts et à ceux qui seront développés pendant l'épreuve. Les butées seront exécutées en béton classe B (voir article. 2-06).

Les pièces à contre-butée s'appuieront sur les massifs de butées, soit directement, soit par l'intermédiaire de béquilles.

Elles pourront aussi être reliées aux massifs fonctionnant alors comme massifs d'ancrage, au moyen de colliers de scellement.

Les massifs de butées ou d'ancrages ainsi que les dispositifs de liaison entre les canalisations et ces massifs seront exécutés par l'Entrepreneur, avant essais, conformément au calculs et plans d'exécution qu'il soumettra à l'agrément de l'Ingénieur.

Les organes de bouches à clé seront posés verticalement. Les têtes devront être maintenues au niveau du sol sans aucune saillie ni flèche. Elles seront coulées dans une dalle en béton.

3.09.2.6: Remblaiement des tranchées, franchissement des routes, réfection définitive des chaussées, traversées de voie ferrée, traversées de parois, Déblais en excédent.

REMBLAIEMENT DES TRANCHEES.

A partir du fond et jusqu'à 10 cm au moins au-dessus des tuyaux, le remblai sera exécuté avec les remblais meubles soigneusement purgés de pierres ou de matériaux durs et pilonnés par couches de 0.20 m sur le flanc et autour des tuyaux. Le reste du remblai sera fait par couches de 20 cm au maximum, pilonnées et arrosées s'il y a lieu.

Avant l'essai de pression, les manchons des conduites ne seront pas remblayés, mais resteront visibles. Seulement après finition de l'essai de pression, les manchons pourront être remblayés.

Le remblai terminé doit avoir la même compacité que le terrain avant l'ouverture des tranchées. Immédiatement après le remblai de la tranchée, l'Entrepreneur devra rétablir provisoirement la chaussée. De façon générale, les surfaces remblayées devront se raccorder avec les surfaces voisines sans saillies ni flèches.

L'Entrepreneur assurera l'entretien de tous les remblais des tranchées et des surfaces ainsi rétablies pendant toute la durée du délai de garantie.

Sous certaines conditions et notamment pour les tranchées se trouvant en dehors des aires de circulation, l'Ingénieur peut demander à l'Entrepreneur d'exécuter le remblai sans compactage et de mettre le terre excédentaire en tas sur les tranchées remblayées. Dans ce cas, le remblai autour de la conduite jusqu'à 10 cm au-dessus de la génératrice doit être exécutée avec le même soin que dans le cas des tranchées compactées.

MISE EN PLACE DES CANALISATIONS AU DROIT DES FRANCHISSEMENTS.

Pour les traversées de chaussée il sera prévu des fourreaux en fonte pour protéger les canalisations. Lorsque les administrations compétentes n'exigeront pas un fourreau protecteur, les traversées de route et chemins seront exécutées selon les prescriptions suivantes : les canalisations reposeront sur un lit de pose en sable damé de 0.20 m. Leur calage et remblaiement, jusqu'au niveau inférieur des fondations de la chaussée, seront exécutés en sable damé.

L'Entrepreneur procédera, si cela s'avère nécessaire, à la réalisation, en travers de la tranche, de part et d'autre de la chaussée, d'écrans en béton destinés à empêcher le sable d'être chassé sur les côtés de la voie traversée.

Préalablement à l'ouverture de la tranchée, le revêtement des voies revêtues doit être soigneusement découpé à la bêche mécanique suivant deux droites parallèles encadrant la fouille à réaliser.

REFECTION DES CHAUSSEES.

Lorsque la conduite empruntera des voies revêtues ou des accotements ou lorsqu'elle franchira ces voies, les chaussées seront immédiatement reconstituées de la façon suivante :

PISTES LATERITIQUES :

Un sol ciment, composé de tout-venant graveleux de granulométrie 0/40 de ciment 210/325 dosé à 150 kg de tout-venant, sera mis en œuvre sur une épaisseur égale à celle de la fondation de la chaussée et d'au moins 0.30 m dans la limite de la largeur théorique de la tranchée plus 0.20 m de part et d'autre.

ROUTES ET CHEMINS GOUDRONNES :

Il sera procédé comme ci-dessus en sol ciment pour la fondation et dans la limite de la largeur théorique de la tranchée plus 0.20 m de part et d'autre; le revêtement sera reconstitué par un matériau équivalent à la chaussée existante selon les normes et directives de l'administration concernée.

Dans tous les cas, l'Entrepreneur soignera tout particulièrement les raccordements de la chaussée reconstituée, avec les chaussées existantes de part et d'autre, il devra par ailleurs, reconstituer parfaitement les accotements et fossés, sans que ces sujétions ne donnent lieu à plus-value. L'Entrepreneur veillera à réparer, sans délai, les terrassements qui viendraient à se produire, et qui devraient rester exceptionnels si les travaux sont exécutés suivant les règles de l'art.

Il maintiendra en place une signalisation réglementaire pendant tout le temps des travaux jusqu'à la réfection de la chaussée.

TRAVERSEES DE VOIE FERREE.

La traversée de voie ferrée se fera de la façon suivante :

- la conduite en dehors des rails sera posée dans un fourreau de protection métallique dont le diamètre sera de 20 mm d'au moins supérieur au diamètre extérieur de la conduite ;
- la génératrice supérieure du fourreau sera à 1.30 m au moins en dehors du rail le plus bas ;
- le fourreau dépassera de part et d'autre les rails d'au moins 2 m ;
- deux vannes à chaque extrémité du fourreau seront placées dans des regards en béton.

L'Entrepreneur devra prendre toutes les dispositions nécessaires avec la Direction des Chemins de Fer pour l'obtention des autorisations de traversée et pour exécuter la traversée dans les règles de l'art.

4 TRAVERSEES DE PAROIS.

5

Si rien d'autre n'est spécifié au Bordereau des Prix, l'Entrepreneur est tenu d'exécuter des traversées de parois comme montré au plan standard N° 1650 Type B permettant l'ajustage longitudinal et transversal des tuyaux traversant les parois d'ouvrages en eau. L'Entrepreneur assurera l'étanchéité de ce dispositif.

DEBLAIS EN EXCEDENT.

Les déblais non employés en remblais seront transportés par l'Entrepreneur à la décharge.

3.09.2.7 Désinfection des conduites et réservoirs.

Avant la mise en service, la totalité des conduites devra être désinfectée à l'aide de l'hypochlorite de calcium ou du chlore suivant les prescriptions suivantes :

- Avant la désinfection, les conduites doivent être lavées avec un volume égal au triple de celui des conduites à une vitesse de 0.75 à 1.50 m/s au moins.
- Les by-pass des compteurs doivent être ouverts.
- L'eau désinfectante doit contenir 30 grammes de chlore libre pour 1 m³ d'eau et doit rester 24 heures au moins dans les conduites.
- Pendant le temps de désinfection, les robinets, robinets vannes, clapets, bouches et poteaux d'incendie, etc. devront être manipulés plusieurs fois.
- Après désinfection, les conduites seront lavées avec leur double volume d'eau, les eaux de désinfection devant s'évacuer sans dommage pour les tiers.

L'entrepreneur ne percevra aucune compensation pour la désinfection dont les frais sont compris dans les prix des bordereaux concernant la pose. La fourniture de l'eau et les frais d'analyse sont à la charge de l'Entrepreneur.

Les mêmes dispositions sont prévues pour la désinfection des réservoirs et château d'eau. Avant la mise en service, et après les derniers essais, il sera procédé à la désinfection complète des réseaux d'eau potable et à leur rinçage prolongé. Tous les frais nécessaires pour réaliser ce travail seront à la charge de l'Entrepreneur.

Les travaux de désinfection seront réalisés conformément aux instructions actuellement en vigueur et, en particulier, aux circulaires relatives à la Santé Publique.

Les résultats seront contrôlés par le laboratoire agréé et la désinfection poursuivie jusqu'à ce que l'Entrepreneur ait obtenu le procès verbal attestant la réussite de l'opération.

3.09.2.8: pose de la canalisation en élévation.

La pose des tuyaux, raccords et robinets en élévation le long des parois en maçonnerie ou en béton sera effectuée au moyen de colliers munis de pattes qui seront scellées dans la paroi.

Les colliers devront permettre l'enlèvement de la pièce qu'ils maintiennent sans qu'on n'ait aucun descellement à effectuer.

Lorsque les conduites seront placées sur un plancher ou au-dessus du terrain, celles-ci reposeront sur de petits tasseaux de maçonnerie qui les maintiendront surélevés du sol.

3.09.2.9 : scellements.

Les scellements seront faits au mortier de ciment. Les parois du trou seront lavées au moment de l'opération, le mortier de ciment aura le degré de fluidité nécessaire pour qu'il remplisse parfaitement tous les vides.

3.09.2.10 Précautions particulières.

Toutes les pièces métalliques (boulons, écrous, supports, consoles, colliers) et en particulier celles qui seront en contact avec l'eau, seront protégées contre la corrosion par un badigeon d'enduit bitumé apposé à chaud ou de toute autre matière propre à protéger efficacement le métal.

3.09.2.11: Fouilles pour fondations.

Les fondations des murs porteurs (extérieurs, refends) seront descendues à une profondeur minimum de 0.60 m. Lorsque les murs sont fondés sur un terrain en pente, on exécutera les fonds des fouilles et les fondations avec des redans pour prévenir tout risque de glissement.

Les fonds des fouilles sont arasés horizontalement, et damés. Le degré de compactage sur une profondeur d'au moins 0.50 m doit être de 95 % « Proctor modifié ». Si les fouilles sont descendues à un niveau plus bas que le niveau fixé par l'Ingénieur, les travaux supplémentaires, tant en terrassement qu'en fondation et maçonnerie, etc. sont à la charge de l'Entrepreneur. La largeur des fouilles devra obligatoirement avoir, au minimum, la largeur du béton de propreté.

Il est strictement interdit de remblayer les fouilles descendues trop bas même en les damant soigneusement.

Si la surface de l'assiette subit, du fait de l'Entrepreneur, des altérations que l'Ingénieur estime de nature à compromettre la solidité et le bon comportement des ouvrages, l'Entrepreneur est tenu d'exécuter à ses frais les travaux supplémentaires qui en résulteraient.

Cette disposition vise notamment le cas d'inondation des fouilles qui sera toujours imputé au fait de l'Entrepreneur, celui-ci étant tenu de prévoir le drainage ou le pompage des eaux stagnantes dans les fouilles, si un danger d'inondation existe.

Les rencontres dans les fouilles de terrain infecté ou infesté par les insectes seront constatées par l'Ingénieur, qui prescrira des mesures à prendre pour assurer la salubrité du chantier s'il y a lieu, et la protection des futures constructions (termites).

Lors de l'examen de terrassement, l'Entrepreneur doit prendre toutes dispositions en vue d'éviter tout mouvement de terrain et désordre de toute nature. Tous les ouvrages provisoires, tels que blindages nécessaires à l'exécution des terrassements, sont à la charge de l'Entrepreneur et déterminés sous sa responsabilité. Avant le commencement des travaux de fondations, les fonds des fouilles seront soumis à l'agrément de l'Ingénieur. Le remblai des fouilles jusqu'au niveau du terrain naturel, après exécution des travaux de fondation sera assuré par la mise en place en remblai des terres provenant des fouilles elles-mêmes. Ces terres devront être préalablement sélectionnées, et être exemptes de matières putrescibles.

L'Entrepreneur devra effectuer tous les terrassements nécessaires à l'implantation et à la construction des bâtiments.

Les terres excédentaires provenant des fouilles seront repoussées ou régaliées aux engins, après approbation par l'Ingénieur ou transportées à la décharge.

Préalablement à tout terrassement, l'Entrepreneur procédera au débroussaillage à l'emplacement du bâtiment.

Dans le cas où il serait nécessaire d'utiliser des explosifs pour les extractions en terrain rocheux, l'Entrepreneur devra se munir des autorisations nécessaires et se conformer à tous les règlements de police à cet égard.

3.09.2.12: Remblaiement des fouilles de fondations.

Le remblai des fouilles ne pourra avoir lieu qu'après réception de l'ouvrage pour sa partie située sous le niveau du sol.

Les remblais seront exécutés en couches de 0.20m d'épaisseur au maximum, pilonnés avec le plus grand soin et le cas échéant afin d'avoir une humidité optimale pour le compactage. Ils seront exempts d'éléments vaseux, de terres végétales ou de matières organiques.

3.09.2.13 : Présence de rochers.

Il est précisé à toutes fins utiles les différentes catégories de terrains dont la découverte éventuelle justifierait la rémunération sur la base de prix généralement pratiqués pour chaque acceptation.

a) TERRAIN « ORDINAIRE » :

Terre sablonneuse, sable ordinaire, terre lourde argileuse, marne tendre et terre mélangée de pierrailles et de graviers.

b) TERRAIN « ROCHEUX » :

Calcaire, latérite compacte, masse argileuse compacte, roche dure. Le terrain rocheux se justifiera par l'utilisation de marteaux piqueurs ou d'explosifs.

L'entrepreneur restera seul juge du mode d'exécution des terrassements soit manuel, soit mécanique au plus économique et compte tenu des sujétions du nivellement de fond de fouille décrites ci-après.

L'utilisation d'explosifs devra faire l'objet d'autorisations préalables auprès des autorités compétentes du Sénégal.

Les tranchées ne devront pas rester ouvertes plus de quarante-huit (48) heures avant la pose des canalisations.

Les terrassements dans les rochers pourront faire l'objet d'une rémunération supplémentaire. L'Ingénieur juge de la classification des terrains rencontrés et de la délimitation des zones rocheuses. Sera considéré comme déblai rocheux tout bloc supérieur à 1 / 4 de m³, et ayant une densité (Kg/m³) supérieure à 2150.

Les fouilles en terrain rocheux de n'importe quelle dureté et consistance, qu'elles soient à failles, stratifiées ou de toute autre nature, devront être exécutées selon les méthodes agréées par l'Ingénieur, y compris l'emploi des explosifs.

Par contre, l'emploi d'explosifs ne sera pas autorisé pour les fouilles à l'intérieur des zones habitées. Dans tous les cas, l'Ingénieur pourra par ordre écrit interdire l'emploi d'explosifs s'il estime que ceux-ci sont de nature à nuire à la bonne exécution des travaux ou à mettre en danger la sécurité de la circulation, sur les voies publiques, sans qu'à la suite d'une telle interdiction, l'Entrepreneur puisse élever une quelconque réclamation.

3.09.2.14: Consignes concernant l'emploi des explosifs.

Les déblais aux explosifs sont ceux qui ne peuvent être exécutés par les engins mécaniques et qui, par conséquent, nécessitent l'emploi d'explosifs.

L'Entrepreneur devra se conformer aux mesures de sécurité générales suivantes :

a) Avant mise à feu des charges :

- évacuer le chantier et en interdire l'accès ;
- annoncer le tir par des signaux sonores, le premier au moins cinq minutes avant la mise à feu ;
- ne pas charger le même trou avec des charges de classes différentes ;
- ne pas laisser sans surveillance un trou avec des charges
- ne pas débourrer un trou de mines chargé ou non.

b) Après le tir :

- visiter les déblais et les terrains inférieurs ;
- n'autoriser le retour du personnel sur le chantier qu'après un délai minimum de cinq minutes ;
- le chantier sera consigné après le tir pendant une demi-heure si :
 - o on a utilisé des boîtes relais ;
 - o la volée comporte plus de huit coups de mine ;
 - o l'on n'a pas distinctement le nombre de coups prévus ;
 - o réserver au moins 0.40 m entre un nouveau trou et un ancien ayant fait canon
 - o ne pas approfondir les trous de mine ayant fait canon.

Pendant toute la durée des travaux de déblais à l'explosif, le contrôle des travaux sera assuré conjointement par l'Ingénieur chargé de la surveillance des travaux et par un représentant du service des mines et de la géologie désigné par le Directeur des Mines et dénommé ci-après « l'Ingénieur des Mines ».

Avant le commencement des travaux, l'Entrepreneur, dans un délai de dix jours après l'approbation du marché, adressera à l'Ingénieur une note indiquant la nature des explosifs qu'il compte employer.

Dans les zones dangereuses, il sera procédé à deux essais d'emploi d'explosifs suivant les instructions de l'Ingénieur des Mines afin de :

- déterminer les densités de chargement à employer dans la zone d'habitat ;
- d'étudier le plan de mine le plus économique.

L'Entrepreneur avertira l'Ingénieur chargé du contrôle et l'Ingénieur des Mines 72 heures avant chaque tir qui ne pourra avoir lieu sans leur présence.

3.09.3 Butée et ancrages

Les coudes, tés et toutes pièces et appareils soumis à des efforts tendant à déboîter les tuyaux ou à déformer les canalisations seront ancrés ou contrebutés par des massifs capables de résister à ces efforts.

Les pièces s'appuieront sur le béton, soit directement, soit par l'intermédiaire de béquilles ou scellement. Le système employé devra permettre le dépointage aisé des vannes.

3.09.4: Tuyaux, raccords, Boulons et joints.

Les tuyaux, raccords et joints devront être interchangeables avec le matériel existant couramment utilisé par la SDE et la SONES, et leurs dimensions et gabarits de perçage doivent impérativement correspondre aux normes AFNOR. Les tuyaux, raccords et joints devront être réceptionnés par la SDE et la SONES avant leur pose.

ATTENTION :

- *Pour raison d'uniformité, toutes les brides (des raccords et des accessoires) des réseaux primaires et secondaires, des installations diverses sont à percer et boulonner (également dans le cas des raccords en acier) selon la recommandation de l'ISO 1967 pour les tuyaux en fonte ductile, pour la pression nominale PN 10.*
- *Pour chaque diamètre et matériel de tuyaux, deux appareils de montage doivent être fournis au moins.*
- *La longueur payée des tuyaux correspond à la longueur utile, c-à-d la longueur totale moins la longueur de l'emboîtement.*

A. Protection contre la corrosion.

Qualité du matériau, épaisseurs minimales et protection contre la corrosion.

D'une façon générale, les protections intérieures et extérieures doivent être dans un état impeccable avant la pose des tuyaux. En cas de nécessité, l'Entrepreneur est tenu de refaire ces protections sans que cela ne puisse empêcher l'Ingénieur de refuser les tuyaux dont la protection est endommagée.

L'Entrepreneur devra fournir une garantie sur la tenue du revêtement intérieur (stabilité et adaptation à la nature de l'eau). Il est signalé que le coefficient K (le coefficient de rugosité) devra être au minimum de 0.1×10^{-3} m et pourra faire l'objet de mesures en usine.

B. Nature des canalisations des réseaux.

B.1 –Tuyaux en Acier soudé.

Les tuyaux en acier soudé seront en conformité avec la norme ISO 4200, Série D et ISO 559, qualité TS4 / TW4 avec certificat conformément au chapitre 10 ou bien DIN 1626, qualité ST 37-2 avec certificat 2.2. Tous les tuyaux seront soumis à l'essai de pression de 50 bars et seront accompagnés des certificats conformément aux normes.

B.2 –Soudage.

L'Entrepreneur soumettra au maître d'oeuvre les certificats de ses soudeurs en conformité avec le règlement au Sénégal.

Tous les soudages seront faits dans l'atelier avant l'application des revêtements intérieurs et de la première couche de revêtement extérieure.

B.3 –Tuyaux en acier galvanisé.

Les tuyaux de la distributions d'eau aux diamètres inférieurs de DN150 seront en acier soudé à soudure longitudinale, selon ISO 8065 et galvanisé à chaud avec un minimum de 300 g/m de zinc.

Les raccords seront en acier malléable et galvanisé. Les joints seront tous filetés. Les fixations se feront par colliers en acier galvanisés avec bague en caoutchouc, les vis et écrous seront aussi en acier galvanisé.

Les tuyaux sont soumis à l'essai de pression de 50 bars et seront accompagnés d'un certificat conformément à la norme.

B.4 – Tuyaux en fonte.

Les tuyaux seront en fonte ductile, selon ISO 2531, coefficient k = 9, les joints seront du type automatique, les brides seront percées conformément à PN 10.

B.5 – Tuyaux en PVC.

Les canalisations en PVC seront à 10 bars (PN10), à joints automatiques pour tous les diamètres à partir de 80. Les tuyaux de diamètre 63 sont à joints caoutchouc. Fabrication et fourniture selon ISO R 161 ou selon les normes du pays d'origine lesquelles doivent être au moins équivalentes, pour une pression nominale de 10 bars.

Les diamètres des tuyaux à utiliser dans le cadre du présent projet seront limités aux diamètres suivants :

Diamètre nominal (mm)	50	80	100	150	200	250	300
Diamètre extérieur	63	90	110	160	200	250	315

C. Les raccords.

Les raccords comme Tés, réductions, coudes, etc. seront en fonte ductile à brides PN 10, GN10, les brides percées et boulonnées selon les recommandations de l'ISO 1967. Les raccords seront enrobés d'un revêtement en matière plastique ou en bitume de l'extérieur et l'intérieur.

D. Les boulons.

Tous les boulons utilisés dans le cadre de ce projet doivent être galvanisés. Le nombre de boulons, bagues de joints et rondelles fourni au chantier doit être supérieure au nombre théoriquement nécessaire afin de compenser les pertes éventuelles sur les chantiers.

E. Tuyauterie des réservoirs, cabine d'exploitation, surpresseur, etc.

Les tuyaux doivent être en fonte ductile à brides PN 10, GN10, avec revêtement intérieur au mortier de ciment exécuté par centrifugation. A l'extérieur, ils doivent être zingués et revêtus d'un vernis de base.

Dès leur montage, ils seront revêtus d'une deuxième couche de vernis dont la teinte sera indiquée sur place par l'Ingénieur.

Les brides seront percées et boulonnées selon les recommandations de l'ISO 1967. Fourniture selon ISO R 13 et R 2531, K = 9 selon les normes du pays d'origine, lesquelles doivent être au moins équivalentes.

F. Bagues de joints.

Sont uniquement admises les bagues d'une production récente.

Pendant leur entreposage au chantier, elles doivent être soigneusement protégées contre les effets du climat et de l'encrassement.

G. Pâte lubrifiante.

Le montage des joints se fera impérativement avec une pâte lubrifiante admise pour le PVC et pour les bagues de joints utilisées.

H. Pièces de chaudronnerie.

Les têtes de forage et les pièces de chaudronnerie éventuellement utilisées pour les installations doivent être soigneusement préfabriquées en usine ou dans un atelier agréé par l'Ingénieur. Elles doivent être fabriquées en tôle d'acier dont les nuances correspondent aux normes ISO R 64, R 449 et R 221 ou aux normes du pays d'origine, lesquelles doivent être au moins identiques pour une limite de rupture 370 N/mm. L'épaisseur de tôle doit correspondre aux efforts auxquels les pièces seront exposées mais ne doit pas être inférieure à 6 mm.

Les coudes doivent être formés à l'usine ; les coudes fabriqués par soudure de plusieurs segments de tôle ne sont pas admis.

Les soudures de chantier seront à éviter. Les joints de montage seront donc à exécuter à brides.

Toutes les pièces de chaudronnerie doivent être soigneusement sablées et revêtues d'un vernis noir à l'intérieur appliqué en deux couches et d'un vernis antirouille à l'extérieur. Dès le montage, le vernis antirouille doit être remis en état et toutes les surfaces extérieures doivent être revêtues de couches vernies de haute qualité dont la teinture sera indiquée sur place par l'Ingénieur.

I. Têtes de forages.

Les têtes de forage seront à traiter de même que décrit ci avant. Néanmoins, l'Entrepreneur doit offrir alternativement des têtes de forages complètement galvanisées après la fabrication.

J. Tuyaux en polyéthylène rigide Pehd.

Ces tuyaux seront utilisés exclusivement pour la réalisation.

Ils doivent correspondre aux normes ISO R 1164 et R1166 ou aux normes du pays d'origine, lesquelles doivent être au moins équivalentes. La pression nominale est de 10 bars.

Les tuyaux et les pièces de raccordement doivent correspondre au matériel actuellement en usage à la SDE.

Diamètre intérieur (mm)	19	25	31	39
Diamètre extérieur	25	32	40	50

K. Adaptateurs à brides.

Le raccordement des tuyaux en PVC aux brides des raccords et des vannes et d'autres accessoires des réseaux se fera avec des adaptateurs à bride du type R 6 prestoplast ou équivalent. Pour les raccords aux conduites existantes en fonte et en amiante ciment, les adaptateurs seront du type à grande tolérance (Mayor GT Bayard).

3.09.5: Spécification des appareils hydrauliques.

Les appareils hydrauliques devront être conformes aux modèles prescrits et remplir les conditions indiquées dans le présent dossier technique.

Les pièces de moulage devront avoir les surfaces extérieures parfaitement modelées, sans ébarbures et être repassées à l'ébarboir ou à la lime.

Les plans de jonction de toutes les brides devront être obtenus par usinage. En outre les brides devront comporter une ou plusieurs rayures circulaires et concentriques, façonnées en vue de faciliter la tenue de garniture. Toutes les surfaces sujettes au frottement devront être travaillées à la machine, le perçage des couvercles, plaques pleines, brides de jonction avec des tuyauteries devront être faits à la perceuse. Les sièges des soupapes et les surfaces de tenue des obturateurs devront être façonnées et parfaites des organes de fermeture.

Les filets des vis de manœuvre seront obtenus par travail à la machine, ils devront être complets, avoir les arêtes droites, être sans défaut ou manque de matière.

La marque de fabrication avec le diamètre du passage et a flèche indiquant la direction d'écoulement de l'eau, fondus sur la pièce, devront être visibles sur a surface extérieure de l'appareil.

Pour les pièces estampées et forgées, ces indications seront obtenues par poinçonnage.

L'Entrepreneur pourra être tenu de déposer, dans les bureaux de l'Ingénieur, pour acceptation et avant tout emploi, un échantillon-type de chacun des appareils hydrauliques, vannes, robinets, ventouses, bouches d'arrosage, poteaux d'incendie, bouches à clé, etc., qu'il se propose d'installer.

Toutefois, sont dispensés d'être déposés les appareils que l'Entrepreneur déclarera devoir être conformes à des types exactement spécifiés dans les albums et catalogues de fournisseurs notoirement connus.

En outre l'Entrepreneur doit assurer le déchargement avec soin et le rangement de pièces ou tuyaux faisant l'objet de son marché, soit dans des dépôts soit à pied d'œuvre en certains points ne gênant ni l'accès, ni la bonne marche du chantier, ni non plus la sécurité dans le chantier.

3.09.6 Réception en usine

L'entrepreneur avertira le maître d'œuvre un mois à l'avance, pour lui indiquer à quel moment, entre la fin de fabrication et le transport jusqu'au chantier, un contrôle en usine pourra être effectué par le représentant du maître d'ouvrage, du maître d'œuvre, de la SONES et de la SDE.

A cette fin, l'entrepreneur prendra en charge les frais des représentants commis pour l'inspection en usine (voyage, hébergement et un forfait pour le transport).

3.09.7: Robinetterie.

Pour toute la robinetterie des joints à brides, perçage PN 10, sont obligatoires. Le matériel à fournir doit être en principe interchangeable avec du matériel déjà employé par la SDE. Néanmoins, le Maître d'œuvre pourra admettre l'emploi du matériel non encore employé si il lui semble opportun en égard des avantages particuliers du matériel offert.

L'Entrepreneur est tenu de fournir au Maître d'œuvre des documentations et références du matériel offert, donnant tous les renseignements relatifs aux dimensions et autres caractéristiques.

ATTENTION :

Tous les organes de fonctionnement comme robinets-vannes, vannes papillons, robinets de prise en charge, etc. auront un sens de fermeture inverse de celui de l'horloge.

- *Robinetts Vannes.*

Sont exclusivement acceptées les vannes à passage rectiligne avec obturateur surmoulé d'élastomère comme « EURO 16 », « BETA » ou équivalent.

- *Robinetts de prise en charge.*

Les robinets de prise en charge seront « à nez fileté » du type HUOT ou équivalent, fermeture au quart de tour.

- *Bouches à clé.*

Les bouches à clé seront à exécuter comme décrit au Standard NG 1320. Pour les robinets de prise en charge les bouches à clé seront à exécuter comme décrit au Plan Standard NG 1330.

3.09.8: Dispositif anti-bélier.

Pour la protection contre le coup de bélier seront installés des réservoirs d'air dans les cas mentionnés au mémoire descriptif.

Les réservoirs seront en acier protégé contre la corrosion d'une manière appropriée. La pression nominale sera adaptée au mode d'exploitation.

Le remplissage de l'air se fera par compresseur dont la commande est automatique en fonction du niveau d'eau dans le réservoir.

Les données pour le dimensionnement des appareils ci-dessus, se trouvent dans le mémoire descriptif et les plans. L'Entrepreneur est tenu de fournir son propre calcul adapté aux caractéristiques particulières de son matériel offert et assurera le réglage précis des appareils fournis.

3.09.9 Compteurs pour branchements et bornes fontaines.

La SDE utilise actuellement deux sortes de compteurs : des compteurs pour l'installation horizontale pour les branchements particuliers et des compteurs pour l'installation horizontale ou verticale, notamment pour les bornes-fontaines mais aussi pour les branchements particuliers.

Les compteurs seront du type dit de vitesse, à cadran noyé à turbine et à jet multiple, avec cadran à lecture directe par tambours chiffrés en mètres cubes et sous-multiples.

Le corps et le capot seront en alliage cuivreux.

Les pièces intérieures seront en matière plastique de haute qualité, en acier inoxydable ou alliage cuivreux. Elles seront facilement démontables, la réparation devant pouvoir être

effectuée par emplacement ensembles et sous-ensembles mécaniques facilement assemblables.

L'entraînement du mécanisme d'horlogerie par la turbine sera de préférence sans presse-étoupe.

Le système de réglage devra être extérieur, simple et précis.

Le dispositif de scellés (plombage) devra être simple et d'un modèle courant.

Une notice détaillée avec vue éclatée des pièces constitutives et nomenclatures sera jointe à l'offre.

Les compteurs seront obligatoirement conformes dimensionnellement à la NF E 17.001 :

Diamètre nominal (mm)	16	20	30	40
Longueur totale sans raccords, en mm	170	190	260	300
Filetage des tubulures, en pouces	3/4	1	1 1/2	2

Les caractéristiques fonctionnelles devront être fournies de façon très précise et indiquer au minimum pour chaque diamètre :

- la capacité de passage en m³/h sous perte de charge de 10 m avec courbe de perte de charge aux différents débits ;
- le débit moyen journalier admissible en m³ ;
- les plages d'exactitude à 2 % du débit nominal avec si possible, les courbes de précision ;
- le champ de lecture
- la pression de service ;
- la température maximum d'utilisation sans détérioration.

Les compteurs seront numérotés à l'aide de chiffres gravés obligatoirement sur le corps ou le capot métallique du compteur, la numérotation gravée sur le couvercle plastique ou métallique n'étant pas suffisante.

3.09.10 Raccordement au réseau existant et branchements

La SDE a le monopole des travaux de branchements sur les réseaux destinés à être incorporés dans sa concession.

Le raccordement au réseau existant ou les branchements par collier de prise en charge pourront être exécutés après les travaux de pose des conduites. Ces travaux de raccordements et/ou de prise en charge au réseau existant SDE sont du ressort exclusif de la SDE et à la charge de l'entreprise.

3.09.11. Essais partiels et généraux pour réception.

ESSAIS DE PRESSION DES CONDUITES.

- **Essais partiels.**

L'épreuve hydraulique est une condition préalable de réception des travaux. Elle doit être effectuée dans les plus brefs délais après la pose des canalisations et dans les conditions prévues aux Articles N° 63.1 à 63.7 du fascicule N° 71 du Cahier des Clauses Techniques Générales, ou à défaut la réglementation en vigueur.

a) - Longueur du tronçon

La longueur du tronçon dépend de la configuration du tracé.

Il est recommandé au fascicule au fascicule 71 (article 76) et sauf stipulation contraire du CPTP ou sur instruction du Maître d'œuvre de ne pas dépasser des longueurs de 2 000 ml.

b) - Préparation de l'essai

L'épreuve est faite dans des conditions qui permettent d'examiner effectivement le tronçon de conduite éprouvé et en particulier tous les joints. Pour les conduites posées enterrer, elle a donc lieu avant remblai, sauf autorisation du Maître d'œuvre. Si la conduite est éprouvée avant remblai, des "cavaliers" de terre sont disposés au milieu de chaque tuyau en vue de s'opposer à tout déboîtement ou mouvement de la canalisation. (cf article 76-1 du fascicule 71).

Les extrémités du tronçon à essayer sont obturées avec des plaques pleines équipées de robinets, pour le remplissage et l'évacuation d'air.

Il faut prévoir des butées latérales pour éviter le déplacement du tronçon lors de l'essai sous l'effet de la pression.

c) - Lavage de la conduite

Avant de procéder aux essais partiels, les conduites doivent être lavées avec un volume d'eau nécessaire pour éliminer les pierres ou la terre piégée éventuellement dans la canalisation au moment de la pose.

d) - Mise en eau

La conduite sera mise en eau progressivement en évitant les coups de bélier dus à un remplissage trop rapide et en assurant une purge correcte de l'air de la canalisation. La pompe hydraulique sera mise en place à l'extrémité la plus basse du tronçon. Le débit de remplissage ne dépassera pas les valeurs suivantes :

5.1 5.2 DN (mm)	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800
Q (l / s)	0.3	0.7	1.5	2	3	6	9	14	18	24

Les pressions d'essai seront de 1.5 x pression nominale pour le réseau de distribution. Pour la conduite de refoulement, elle sera de 5 bars supérieure à la pression de service, mais au minimum de 15 bars. Après avoir atteint progressivement (pas plus d'un bar par minute) la pression d'essai, celle-ci devra être maintenue constante. La consommation en eau pour chaque augmentation de la pression d'un bar sera notée.

L'entrepreneur doit procéder à un avant essai pour pouvoir détecter et évacuer l'air éventuellement resté dans la conduite. Pour les conduites cimentées à l'intérieur, l'avant

essai doit durer 24 heures à la pression nominale pour assurer une saturation de la conduite d'eau.

La durée de l'essai sera comme suit :

5.3 5.4 DN (mm)	inférieur ou égal à 150	200 - 350	400 - 700	Supérieur à 700
Durée de l'essai (heures)	1 / 2	6	12	24

Pendant l'essai, la chute de pression ne devra pas excéder 0.1 bar. Les manomètres à utiliser doivent être bien étalonnés et permettre une précision de lecture de 0.1 bars.

5.5 Vérification

Durant l'épreuve en tranchée, la perte de pression n'est pas supérieure à 0,1 bar et le volume d'eau perdue, égal au volume à refouler dans la conduite pour y rétablir la pression initiale, ne dépasse la valeur limite de :

$$v = \frac{d\sqrt{p}}{750} * L$$

V = volume d'eau perdue, en litres
 d = diamètre nominal, en mm
 p = pression d'épreuve, en bars
 L = longueur du tronçon, en km.

Lorsque l'épreuve n'est pas satisfaisante, les raccords, tuyaux, joints et appareils défectueux sont réparés immédiatement ou remplacés suivant le cas. L'épreuve est recommencée dans les mêmes conditions que l'essai initial jusqu'à ce qu'elle soit satisfaisante.

Lors de l'exécution des raccordements particuliers, un contrôle visuel, à la pression de service, est effectué par le maître d'œuvre.

e) – Mise en pression

La pression mesurée au manomètre ne devra pas baisser de plus de 0,2 bar pendant 30 minutes.

Dans le cas où une vérification des tuyaux et joints s'avérerait nécessaire, l'épreuve sera prolongée sans pouvoir toutefois excéder deux (2) heures. La diminution de pression ne doit pas être alors supérieure à 0,3 bar.

Le manomètre servant aux essais devra être gradué de 0,1 bar en 0,1 bar (100 grammes en 100 grammes) pour permettre une lecture exacte des pertes éventuelles de pression, et sera d'un modèle soumis à l'agrément du Maître d'œuvre.

L'Entrepreneur exécutera immédiatement tous les travaux et réparations quels qu'ils soient dont l'épreuve aura fait apparaître la nécessité en particulier la réfection des joints ou le remplacement des tuyaux et des pièces où se manifeste le moindre suintement.

Après réparation, il sera procédé à une nouvelle épreuve dans les mêmes conditions que la précédente.

Les longueurs maximales qui devront être essayées au fur et à mesure de l'avancement des travaux ne devront pas être supérieures à 500 m sauf dérogation apportée par l'ingénieur, la SDE et la SONES.

Les essais seront exécutés contradictoirement entre l'Ingénieur et l'Entrepreneur avec la robinetterie en place en présence de la SDE et de la SONES. Chaque essai fera l'objet d'un procès-verbal contradictoire.

L'Entrepreneur aura à sa charge la fourniture et l'aménée de l'eau nécessaire à l'exécution des essais prescrits, ainsi que tout matériel nécessaire (raccords, vannes, ventouses, manomètre, pompe d'essai ...)

- **Essai général du réseau**

a) Conditions générales de l'essai :

Après achèvement de la totalité du nouveau réseau, il sera procédé à un essai total du nouveau réseau. Cet essai sera exécuté avant que les branchements particuliers ne soient exécutés. Les vannes de sectionnement vers le réseau existant étant fermées, la durée de l'essai sera de 48 heures au minimum. La perte d'eau admissible est de 1 % du volume d'eau à refouler dans le réseau à la pression de service. Cet essai peut être effectué en même temps que la désinfection des conduites. La fourniture et l'aménée de l'eau sont à la charge de l'Entrepreneur, ainsi que tout le matériel nécessaire.

L'essai sera répété autant de fois que le réseau a failli aux conditions mentionnées ci-dessus, et ce entièrement aux frais de l'Entrepreneur.

Avant l'essai total, les ventouses seront montées aux endroits prévus en contrôlant en même temps le fonctionnement de leurs bornes.

L'essai général du réseau sera effectué à 1 fois $\frac{1}{2}$ la pression de service (10 bars minimum) pendant une durée d'une heure. Il comporte également l'essai des branchements.

b) – Mise en pression

Avant la réception provisoire, il sera procédé par l'Entrepreneur en présence du Maître d'œuvre, à une mise en pression générale du réseau.

Le réseau sera entièrement rempli et mis en pression avec une pompe d'épreuve par les soins et aux frais de l'Entrepreneur.

Le volume d'eau perdue au bout de 48 heures ne doit pas excéder 1% du volume initial. La pression d'épreuve sera de 12 bars pour tous tuyaux PVC PN 10.

Tous les équipements servant aux essais de pompage notamment la pompe d'épreuve, les manomètres (au moins 2), etc. seront agréés par le Maître D'Œuvre avant démarrage des essais.

Les robinets vannes et autres appareils seront essayés en même temps que le tronçon de conduite auquel ils appartiennent.

c) – Désinfection des conduites

Avant la mise en service, la totalité des conduites devra être désinfectée, à l'aide d'hypochlorite de sodium ou autre produit ayant l'agrément du Maître d'œuvre selon les prescriptions de la Sones. En tout état de cause, la désinfection du réseau sera validée par un laboratoire agréé par la SONES. Pendant le temps de désinfection, les robinets de vannes devront être manipulés plusieurs fois.

d) – Rinçage des conduites

- 5.5.1.1.1 *Après désinfection, les conduites seront rincées avec leur double volume d'eau.*
- 5.5.1.1.2 *Les eaux de désinfection devront s'évacuer sans dommage pour les tiers et ne devront pas être répandues dans la tranchée.*
- 5.5.1.1.3 *L'Entrepreneur devra se rapprocher du gestionnaire des réseaux pour évaluer le temps de mise à disposition des volumes nécessaires pour les essais et la désinfection. Les délais sont réputés contenus dans le délai global. L'eau fournie sera facturée au tarif officiel en vigueur.*
- 5.5.1.1.4 *Lorsque le réseau désinfecté aura été convenablement rincé, des prélèvements de contrôle seront immédiatement réalisés par les laboratoires agréés par le Maître d'œuvre la SONES et la SDE. Si les résultats sont satisfaisants, le réseau peut être mis en service ; s'ils sont défavorables, l'opération est renouvelée.*

Tous les essais seront faits par l'Entrepreneur en présence du Maître d'œuvre de la SONES et de la SDE; chaque épreuve fera l'objet d'un procès-verbal signé de toutes les parties et en 4 exemplaires :

- un pour le Maître d'Œuvre,
- un pour l'Entrepreneur,
- un pour le représentant de la SDE.
- un pour la Sones

La fourniture et le transport de l'eau ainsi que tous les autres frais d'épreuve sont à la charge de l'Entrepreneur.

ARTICLE 3.09.12 Dossier de recollement

Selon les instructions de la SONES, l'entrepreneur établira les dossiers de recollement portant l'indication des travaux réellement exécutés, à remettre dans un délais d'un (1) mois avant la réception provisoire.

Le règlement des décomptes définitifs et la main levée de la garantie ne peuvent être effectués qu'après remise des dossiers de recollement.

L'entrepreneur remettra les dossiers de recollement à la SONES dans la forme suivante :

- Tous les plans en format de AO, dressé selon les prescriptions ISO et bon pour le micro filmage, dans un (1) exemplaire en CD_ROM, avec toutes les indications et spécifications requises (titre, listes de plans, feuilles de titre et du dos revêtus en film plastique..).
- Toutes les pièces écrites, des notes de calcul etc., en format A4 (21.0 X 29.7 mm) dans les classeurs standard en 4 exemplaires. Ceci s'applique non seulement aux documents rédigés par l'entrepreneur, mais aussi aux documents des fournisseurs divers.
- Toutes les pièces graphiques sur support CD sous format AUTOCAD ou compatible.
- Tous les schémas des nœuds triangulés du réseau.

L'entrepreneur fournira une description détaillée des installations et de leur fonctionnement.

Il fournira une instruction pour l'exploitation tenant compte de tous cas de fonctionnement normal et extraordinaires. Il fournira les instructions de l'entretien et de la réparation ainsi que des listes des pièces.

Les documents constituant les dossiers de recollement des ouvrages auront au moins la consistance et la précision des dossiers d'exécution de toutes spécialités. Seront à joindre à ces plans toutes les notes de calcul effectuées et tous les documents nécessaires pour la bonne gestion des ouvrages, notamment les prescriptions de fonctionnement dans tous les états de fonctionnement prévisibles les listes des pièces de rechange dans la façon des éditions auprès des fabricants, les prescriptions détaillées pour l'entretien.

Les documents de recollement seront faits exclusivement dans le système International (SI).

5.6

5.7 ARTICLE 3.09 13 – Réception technique provisoire

Après vérification des points suivants :

- Les ouvrages sont conformes au projet approuvé par la SONES et la SDE
- Les observations de la SONES et de la SDE ont été satisfaites
- Les ouvrages sont exploitables
- Les essais de performances ont été satisfaisants

Le maître d'œuvre a remis à la SDE les plans de recollement les notices techniques et de maintenance du réseau les représentants de la SONES et de la SDE signent le le procès verbal de réception technique provisoire.

ARTICLE 3.09 14 – Prise en charge des installations :

Les conditions de prise en charge des installations par la SONES et la SDE sont les suivantes :

- Les conditions de réception technique provisoire étant remplies ;
- Les raccordements au réseau existant et tous les essais de réseaux réalisés ;
- La désinfection des ouvrages et réseaux d'eau potable effectuée

La SONES prend alors en charge les installations.

5.8

5.9 ARTICLE 3.09.15 – Réception définitive des ouvrages

A l'issue de la période de garantie de un an il sera procédé par la SONES et la SDE à la réception définitive des travaux si les réserves de la réception provisoire ont été levées et si de nouveaux problèmes survenus pendant la période de garantie ne subsistent pas.

A la réception définitive des ouvrages, la SONES établit un procès verbal d'incorporation dans sa concession.

- **Annexes B : Plan de situation de la zone d'étude**

- **Annexes C : Plan du réseau AUTOCAD**

- **Annexes D : Cahier des nœuds**

- **Annexes E : Plan du réseau d'alimentation des immeubles**

- **Annexes F : Profils en long des axes de canalisations**

- **Annexes G : Plans des ouvrages particuliers (ventouse et décharge)**

- **Annexes H : Photos du chantier de la cité**





