الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR HYDRAULICS
"The MujahidAbdellah ARBAOUI"

المدرسة الوطنية العليا للري
"المجاهد عبد الله عرباوي"
ⵓⵢⵙⵓⵙⵙⵓ ⵓⵢⵙⵏⵉⵓⵍ ⵉⵎⵉⵣⵉⵡ ⵏ ⵜⵎⵙⵓⵍⵉⵜ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

Restructuration de réseau d'AEP de l'étage de distribution CE. BenChoubène - Rouïba. Alger

Présenté par :
OULD-AHMED ANIS

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Président
HADJ SADOK Nabila	M.A.A	Examinateur
AMIRI Djamel	M.A.A	Examinateur
DERNOUNI Fouzia	M.A.A	Examinateur
KAHLERRAS Malika	M.C.B	Promoteur

Session : Octobre 2023

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je souhaite exprimer ma gratitude envers le bon DIEU pour m'avoir accordé le courage, la volonté et toutes les bénédictions nécessaires pour accomplir ce travail.

Je tiens également à remercier chaleureusement ma famille et mes chers amis pour leur soutien et leur encouragement tout au long de ce voyage.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers mon encadrante, Madame 'KAHLERRAS. M' , pour son précieux suivi et ses conseils avisés qui ont été essentiels à la réussite de ce projet.

Un sincère remerciement s'adresse également à tous les membres du jury et aux évaluateurs qui ont pris le temps d'examiner ce travail avec attention.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à l'ensemble des ingénieurs de SEAAL pour m'avoir permis d'accéder aux données dont j'ai besoin pour aire ce travail .

Je tiens à remercier tous les membres de l'Institut ENSH, où j'ai poursuivi mes études, pour leur précieux soutien et leur contribution essentielle à ma formation académiquen, Je vous exprime ma gratitude pour cette expérience enrichissante.

DEDICACES

Je dédie ce travail à ma famille, à mes parents en particulier, dont leur soutien indéfectible a été ma plus grande force tout au long de ce parcours académique.

À mes chers amis, Samy, Malek, Raouf, Mouhamed, Rickou, et à tous mes précieux amis et connaissances.

À tous ceux qui m'ont aidé dans ce projet, que ce soit de près ou de loin

à la mémoire de ma tante et de mon cousin Malik décédés

ملخص

مدينة بن شوبان ببلديه رويبة ولاية الجزائر. تواجه تحديات في تأمين المياه الصالحة للشرب بسبب شبكتها القديمة، التي تشهد تدهورا مستمرا في حالة الأنابيب، مما أدى إلى حدوث تسربات متكررة ونقص في الضغط ومعدل التدفق ، هذا الوضع يسبب مشكلات كبيرة للسكان.
هدف هذا العمل هو تجديد وتصميم الشبكة ومرافق التخزين بالاستناد إلى المعطيات والمعلومات المتاحة للمنطقة المعنية، وذلك وفقًا للمعايير والمقاييس المعترف بها. تم وضع خطة عمل فعالة تهدف إلى تحسين الكفاءة وتقليل التكلفة والوقت لضمان توفير مياه الشرب بشكل أفضل.

Résumé :
La ville de Ben choubene dans la commune de Rouiba, province d'Algérie fait face à des défis dans la fourniture d'eau potable en raison de son réseau ancien, qui connaît une détérioration continue de l'état des tuyaux, entraînant des fuites fréquentes, une pression insuffisante et un débit réduit. Cette situation pose d'énormes problèmes pour les habitants.
L'objectif de ce projet est de rénover et de concevoir le réseau ainsi que les installations de stockage en se basant sur les données et les informations disponibles pour la zone concernée, conformément aux normes reconnues. Un plan d'action efficace sera élaboré dans le but d'améliorer l'efficacité, de réduire les coûts et le temps afin de garantir la fourniture d'eau potable de manière optimale.

Abstract:
The city of Ben choubene in the municipality of Rouiba, Algeria Province is facing challenges in ensuring access to clean drinking water due to its aging infrastructure, which is continuously deteriorating, leading to frequent leaks, low pressure, and flow rates. This situation poses significant problems for the residents.
The goal of this project is to renew and design the water network and storage facilities based on available data and information for the relevant area, in accordance with recognized standards. An effective action plan will be developed to improve efficiency, reduce costs, and minimize the time required to ensure the provision of drinking water in the best possible way.

Sommaire

Introduction générale : 1

I. Chapitre 1 : Présentation zone d'étude 2

I.1 Introduction : 3

I.2 Situation géographique : 3

I.3 Situation topographique : 4

I.4 Démographie : 5

I.5 Situation climatologique : 5

I.6 Température : 5

I.7 Vent: 6

I.8 Pluviométrie : 6

I.9 Ressources : 6

I.10 Conclusion : 8

II. Chapitre 2 : Estimation des besoins des eaux : 9

II.1 Introduction : 10

II.2 Evolution de La population : 10

II.3 La dotation 11

II.3.1 Choix de la dotation : 11

II.4 Catégories des besoins : 12

II.5 Détermination de la consommation moyenne journalière : 12

II.5.1 Estimation des besoins domestiques moyens : 12

II.5.2 Estimation des besoins scolaires moyens : 13

II.5.3 Estimation des besoins publics moyens : 13

II.5.4 Estimation des besoins administratifs moyens : 14

II.5.5 Estimation des besoins industriel moyens : 14

II.5.6 Calcul des fuites en eau : 14

II.5.7 Récapitulation de calcul des besoins moyens actuels et a long terme 15

II.6 Variation de la consommation journalière actuelle : 15

II.6.1 Consommation maximale journalière : 15

II.6.2 Consommation minimale journalière : 16

II.7 Récapitulation Les consommations moyennes, minimales et maximales journalières ... 16

II.8 Méthodes de déterminer Variations de la débits horaires : 16
II.8.1 Variations de la débits horaires : 17
II.8.2 Evaluation Régime de consommation horaire en fonction du nombre d'habitants : 19
II.8.3 Calcul du débit de pointe en cas d'incendie : 21
II.9 Conclusion : 23
III. Chapitre 3 :État actuel de réseau de distribution 24
III.1 Introduction : 25
III.2 LOGICIEL WATERCAD : 25
III.3 Évaluation du réseau de distribution d'eau potable 26
III.4 Etat actuel du réseau de distribution : 26
III.4.1 État physique du réseau : 26
III.4.2 État et Calcul hydraulique du réseau : 29
III.4.3 Calcul des débits (horizon 2023) Cas de point 30
III.4.4 Calcul des débits (horizon 2023) Cas de point +incendie 31
III.5 Résultats de la simulation hydraulique de réseau l'horizon 2023 31
III.6 Interprétation des résultats : 31
III.7 Conclusion : 33
IV. Chapitre 4 : Projection et dimensionnement de réseau de distribution 34
IV.1 INTRODUCTION : 35
IV.2 Types des réseaux de distribution : 35
IV.3 Choix du type de matériau des conduites 37
IV.4 Perte de charge 39
IV.5 calcul hydraulique du réseau de distribution 40
IV.5.2 Calcul des débits (horizon 2053) Cas de point 41
IV.5.3 Calcul des débits (horizon 2053) Cas de point +incendie 42
IV.6 Résultats de la simulation hydraulique de réseau l'horizon 2053 42
IV.7 Conclusion : 48
V. Chapitre 5 : Réservoir de stockage. 49
V.1 INTRODUCTION 50
V.2 FONCTIONS DES RESERVOIRS 50
V.3 Classification d'un réservoir : 50
V.4 Exigences techniques à satisfaire dans la construction d'un réservoir [4] : 51

V.5 Les équipements des réservoirs 52
V.5.1 Conduite d'arrivée 52
V.5.2 Conduite de départ 52
V.5.3 Conduite de trop-plein 53
V.5.4 Conduite de vidange 53
V.5.5 Conduite by-pass 53
V.5.6 Robinets-vannes : 54
V.5.7 Tuyauterie : 54
V.5.8 Tampon de visite : 54
V.5.9 La chambre des vannes : 55
V.6 Matérialisation de la réserve d'incendie 56
V.6.1 Système à siphon 56
V.6.2 Système à deux prises 56
V.7 DETERMINATION DU VOLUME DES RESERVOIRS 57
V.8 Calcul du volume du réservoir : 58
V.8.1 Méthode analytique : 58
V.9 Bilan hydraulique : 59
V.10 DETERMINATION DE LA CAPACITE DU STOCKAGE 60
V.10.1 Dimensions des réservoirs : 62
V.11 Conclusion : 64
VI. Chapitre 6 : Pose de canalisation et accessoires. 65
VI.1 Introduction 66
VI.2 Pose de canalisation : 66
VI.2.1 Travaux concernant réseau de distribution 67
VI.2.2 Implantation du trace des tranchées sur le terrain 68
VI.2.3 Calcul du volume du déblai 68
VI.2.4 Volume de Lit de sable (Vs) 70
VI.2.5 Calcul de Volume remblai (Vr) 71
VI.2.6 Volume du déblai à évacuer 72
VI.3 Devis quantitatif estimatif 73
VI.4 Pièces spéciales et accessoires 75
VI.4.1 Les vannes de sectionnement 75

VI.4.2 Ventouse 75
VI.4.3 Les clapets anti-retours 76
VI.4.4 Régulateurs de pression 76
VI.4.5 Crépines 76
VI.5 Organes de mesure 77
VI.6 L'assemblage de tuyaux. 77
VI.6.1 Electro soudage 78
VI.6.2 Soudage bout à bout 78
VI.6.3 Accordement Mécanique : 78
VI.7 Conclusion 79
VII. Chapitre 7 : Organisation de chantier 80
VII.1 Introduction : 81
VII.2 Définitions des engins de terrassement utilisés 81
VII.2.1 Pelle hydraulique (Exécution des tranchées) 81
VII.2.2 Chargeuses (Chargement et curage) 81
VII.2.3 Camion benne 82
VII.2.4 Compacteur 82
VII.3 Planification des travaux 82
VII.3.1 Durée des tâches : 82
VII.3.2 Distribution : 83
VII.4 La planification des taches par la méthode (CPM) 84
VII.5 Protection et Sécurité de travail 85
VII.5.1 Causes et accidents de travail dans un chantier hydraulique 85
VII.5.2 Masures préventives pour éviter les causes des accidents 85
VII.5.3 Équipement de Protection Individuelle (EPI) : 85
VII.5.4 Protection Collective : 86
VII.5.5 Autres Mesures de Protection : 86
VII.6 Conclusion 86
Conclusion générale 87
Annexe 89

LIST des tableaux

Tableau I-1 l'évolution de la population au fil des années. 5
Tableau I-2 : Température moyenne mensuelle à la station de Dar El Baida (2015-2016) 6
Tableau I-3 Vitesse moyenne mensuelle du vent à la station de Dar El Baida (2014-2015) 6
Tableau I-4 Pluies moyennes mensuelles de la station de Dar El Baida (2014-2015) 6
Tableau I-5 la Liste des Forage qui aliment la région de Ben Choubène 7
Tableau II-1 : tableau d'évolution du nombre d'habitants jusqu'a 2053 10
Tableau II-2 Besoins domestiques 12
Tableau II-3 besoins scolaires 13
Tableau II-4 Besoins publics en eau 13
Tableau II-5 Besoins administratifs 14
Tableau II-6Besoins industriels 14
Tableau II-7 Résultats du calcul des besoins actuels et à long terme en eau 15
Tableau II-8 Variation des débits journalier actuel (2023) et a long terme (2053) 16
Tableau II-9 Variation du coefficient βmax en fonction du nombre d'habitants [2] 17
Tableau II-10 Tableau de K max h 17
Tableau II-11 Variation du coefficient βmin en fonction du nombre d'habitants [2] 18
Tableau II-12Tableau de Kmin h 18
Tableau II-13 Débits moyens et maximums et minimale horaires 19
Tableau II-14 Répartition des débits horaire (Actuelle et à long terme). 19
Tableau II-15 débit maximal horaire à l'horizon actulle et de 2053 20
Tableau II-16: Débit de pointe et incendie à l'horizon 2023 et 2053 21
Tableau III-1 : Répartition des canalisations dans le réseau selon materieux 26
Tableau III-2 : Détails de composition du réseau existant 27
Tableau III-3: détermination débit spécifique 31
Tableau IV-1 : coefficient de frottment selon le materiau 40
Tableau IV-2: détermination débit spécifique 41
Tableau IV-3 : vitesses et pertes de charges dans le réseau projeté (2053) 42
Tableau IV-4 :Les Charges et les pressions dans le réseau projeté (2053) 45
Tableau V-1 les caractéristiques des forages 59
Tableau V-2 : Bilan hydraulique entre les besoins et les sources d'eau 60
Tableau V-3 : Calcul du volume du réservoir nécessaire pour l'agglomération en fonction de temps 61
Tableau V-4 tableau de le volume de stockage nécessaire de 2023 et 2053 62
Tableau V-5 Caractéristiques station de pompage projetée 63
Tableau VI-1: la caractestique des conduites de la pose de canalsation 68
Tableau VI-2 : Cal cul du volume du déblai 70
Tableau VI-3 : calcul de Volume du lit de sable 70

Tableau VI-4 : calcul de Volume remblai 71
Tableau VI-5 7 les Volumes Calculés totales 72
Tableau VI-6 Devis quantitatif et estimatif de l'exécution des travaux de pose de canalisation... 73
Tableau VII-1Capacité du godet en fonction du volume des terrassements 83
Tableau VII-2: Détermination du délai de réalisation..... 83

Liste des figures

Figure I-1 : Plan de situation de la zone d'étude (internet)..... 3
Figure I-2 :les limite de la ville ben choubène (source : internet)..... 4
Figure I-3 :carte topographique de la ville ben Choubène (source : internet)..... 4
Figure I-4 : Histogramme d'évolution du nombre d'habitants jusqu'à 2020..... 5
Figure I-5 :le Schéma du Réseau de Production et des Forages 8
Figure II-1:Histogramme d'évolution du nombre d'habitants 11
Figure II-2 :Graphique de consommation totale pour l'horizon 2023 21
Figure II-3: Graphique de consommation totale pour l'horizon 2053 22
Figure II-4 :Courbe de cumul de consommation pour l'horizon 2023..... 22
Figure II-5 :Courbe de cumul de consommation pour l'horizon 2053..... 23
Figure III-1 :4Ilustre la répartition des matériaux sur le réseau de distribution existant 27
Figure III-2Etat actuel du CE existant et des regards à l'intérieur du site de CE. 28
Figure III-3 les répartition des vitesse et pression dans le réseau actuelle (Cas point + l'incendie 32
Figure III-4 : les répartition des vitesse et pression dans le réseau actuelle (Cas de point) 33
Figure IV-1 :réseau ramifié 36
Figure IV-2:réseau maille 1..... 36
Figure IV-3 :réseau maille 2..... 36
Figure IV-4: réseau maillé 3..... 37
Figure IV-5 : distribution des pressions dans le réseau..... 47
Figure IV-6 : distribution des vitesses dans le réseau 47
Figure V-1 :Installation de la conduite d'arrivée [2]..... 52
Figure V-2 :2 Installation de la conduite de départ [2] 53
Figure V-3:Installation de la conduite by-pass [2]..... 54
Figure V-4:schéma représentative d'un réservoir..... 55
Figure V-5 :Equipement d'un réservoir d'eau potable (source : Dimensionnement d'un Réservoir en Béton armé , Bensaid.K et al ,2016)..... 56
Figure V-6:: implantation du complexe hydraulique projeté 57
Figure V-7: Implantation du RV, CE et SP projetés. 57
Figure VI-1 : Pose de conduites dans un terrain peu consistant..... 66
Figure VI-2 : Schéma explicatif de la traversée des routes..... 67
Figure VI-3 :soudage bout a bout..... 78
Figure VI-4 :accordement mécanique 79

Figure VII-1 : La planification des taches 84

List des planches

Planche 1 : Plan de masse avec réseau d'AEP existant (2023)
Planche 2 : Plan de masse avec réseau d'AEP projeté (2053)
Planche 3 : Profil en long de la conduite principale (nœuds N-43_N-42_N-45_N-46_N-54_N-64_N-68_N-65_N-67_N-74)
Planche 4-5 : Plan des ouvrages de stockage (château d'eau et réservoir)
Planche 6 : Plan de la station de station pompage projetée

Introduction générale :

En raison des nombreux problèmes et obstacles rencontrés par le réseau de distribution d'eau potable, tels que le manque de sources d'eau adaptées ou l'incapacité des systèmes actuels à répondre aux différents besoins en termes de pression et de débit, ainsi qu'à anticiper les éventuelles augmentations à l'avenir, une étude complète et approfondie de tous les aspects liés à l'approvisionnement en eau actuel s'impose.

Dans ce mémoire, nous entreprendrons une évaluation des besoins actuels et prévus des besoins d'eau potable jusqu'à l'année 2053. Ensuite, nous procéderons à un diagnostic approfondi du réseau actuel, en tenant compte de son état physique et hydraulique. Nous analyserons et discuterons également de l'état des installations et des structures de stockage, ainsi que de leur efficacité, dans le but de déterminer la taille du réseau restructuré nécessaire. Nous proposerons des plans visant à garantir une alimentation en eau potable efficiente, tant en termes de qualité, de débit que de pression.

Enfin, nous élaborerons un plan d'organisation du chantier visant à optimiser les coûts et les délais de réalisation de ce projet d'envergure. Notre objectif est de fournir une estimation détaillée des coûts totaux et du calendrier d'exécution de l'ensemble de l'opération.

Le renouvellement des réseaux anciens et usés est essentiel pour répondre à la demande croissante en eau et garantir la pérennité de la distribution de cette ressource vitale. Notre étude vise à proposer des solutions assurant un approvisionnement continu au sein de notre réseau, avec une vision tournée vers l'avenir la future.

I. Chapitre 1 : Présentation zone d'étude

I.1 Introduction :

L'une des bases pour mener à bien un projet et se familiariser avec les caractéristiques et informations différentes et diverses liées à la zone d'étude ou pour y travailler, tant d'un point de vue géographique, topographique, climatique, géologique et hydrologique, et obtenir connaître toutes les certifications, car tout cela peut affecter la réalisation du projet et son taux de réussite avec le moins d'erreurs possible.

I.2 Situation géographique :

Ben Choubène est une ville de commune de Rouïba, Wilaya d'alger , ben Choubène est située dans la région nord du pays, et se trouve à environ 20 kilomètres à l'est de la capitale, Alger. Elle est délimitée par :

- Au nord par la commune Aïn Taya et bordj EL Kiffan (environ 8.5 km) et
- À l'est par la commune Réghaïa (environ 6 km)
- À l'ouest par la commune Dar El Beida. (environ 6.5 km)
- Au sud par la commune Hammadi (environ 5 km)

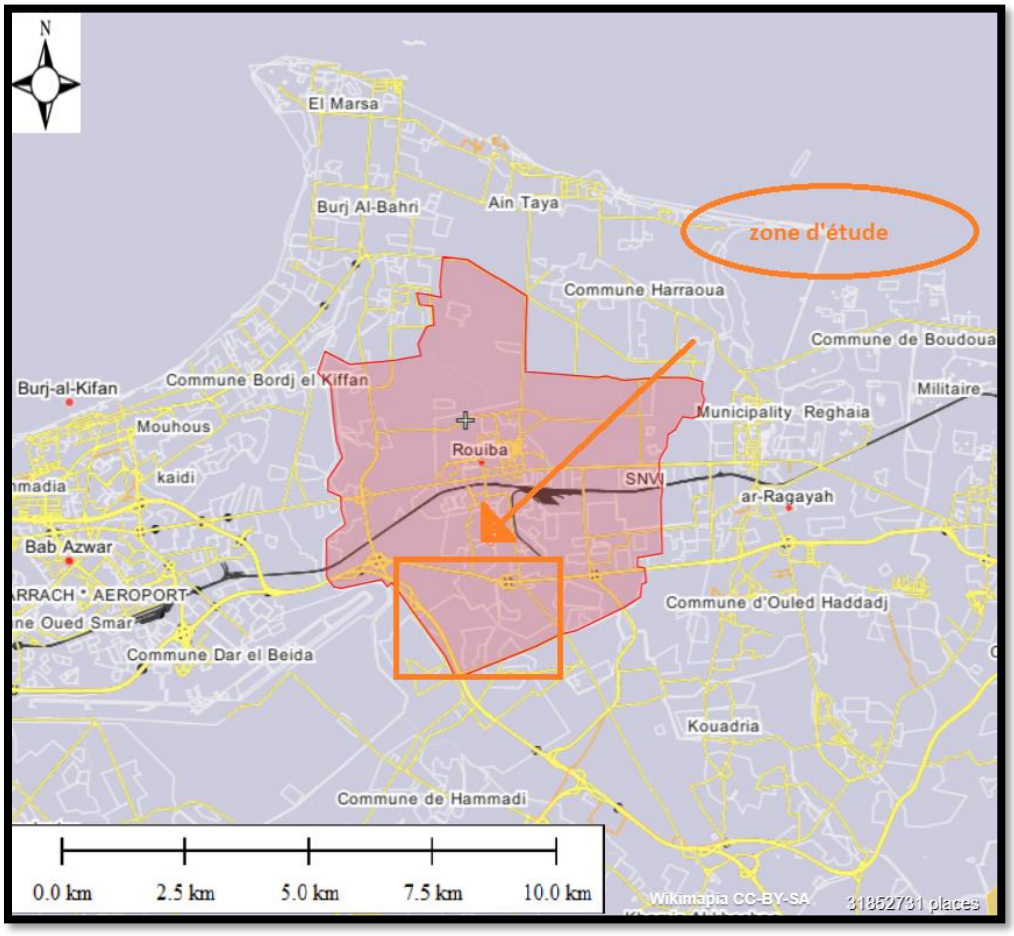


Figure I-1 : Plan de situation de la zone d'étude (internet)

I.3 Situation topographique :

Située sur la commune de Rouïba, la commune de Ben Choubène présente une topographie généralement plate avec quelques petites collines isolées. La ville possède des zones résidentielles, commerciales et industrielles bien développées.

Elle est située à une Latitude de 36° 42' 29" nord et une Longitude de 3° 16' 15" est.
L'altitude maximale est de 36 m, la ville a une superficie de 761.6 ha

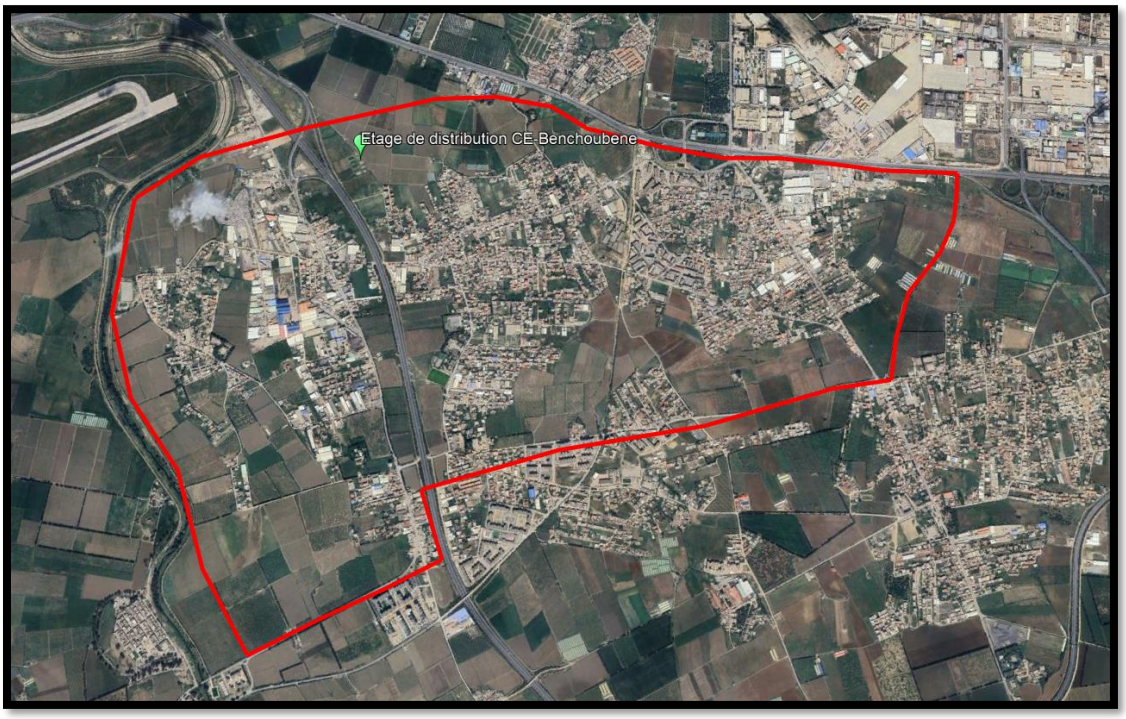


Figure I-2 :les limite de la ville ben choubène (source : internet)

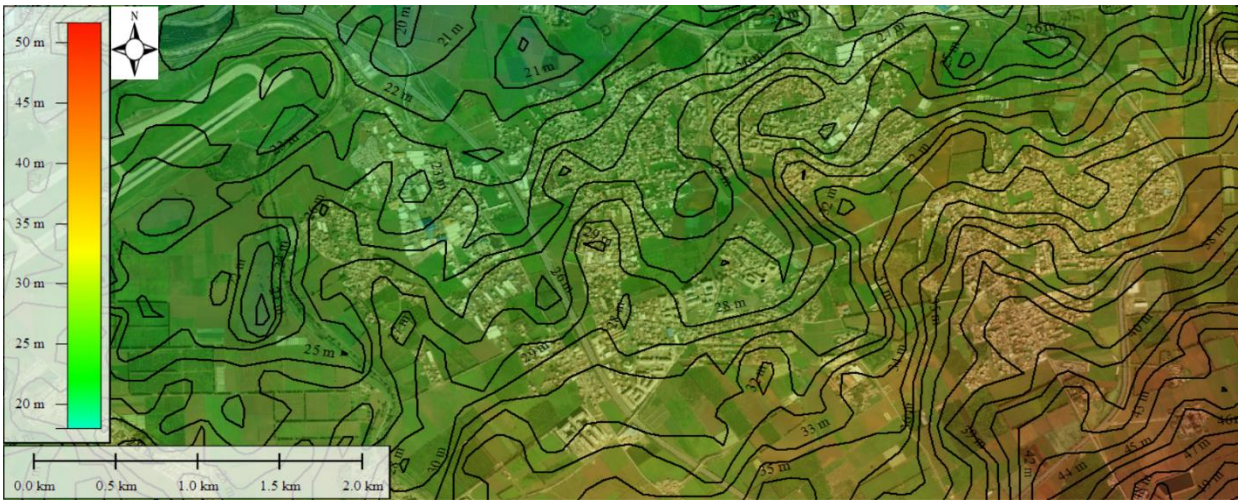


Figure I-3 :carte topographique de la ville ben Choubène (source : internet)

I.4 Démographie :

La démographie de la ville de Benchoubène au fil des années est présentée de manière concise dans les tableaux suivants :

Tableau I-1 l'évolution de la population au fil des années.

Horizon	1998	2009	2010	2020
Taux d'accroissement de la population en %		4	1.5	2.6
Population (hab.)	11897	18315	18590	24032

Source : SEAAL, service technique

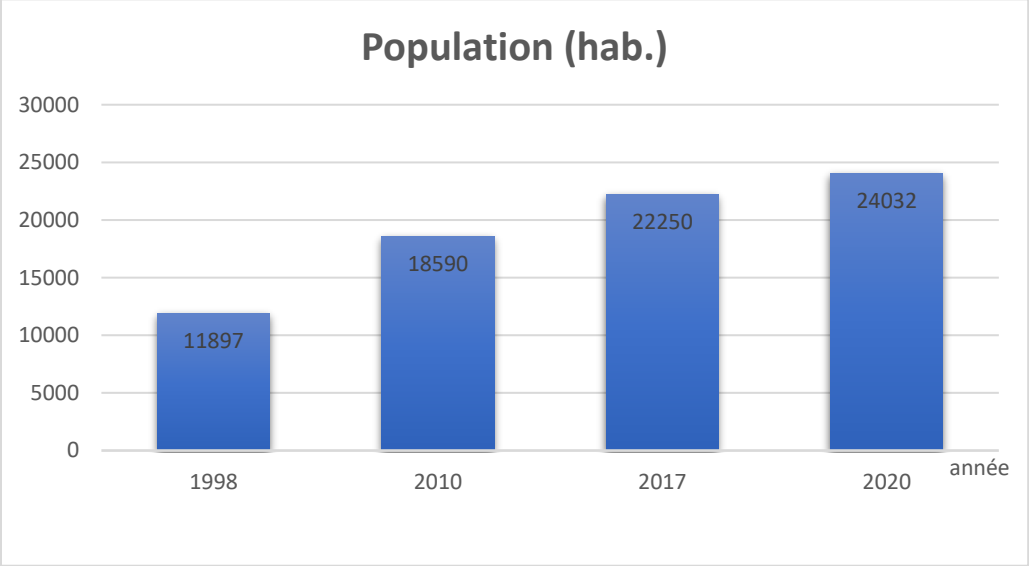


Figure I-4 : Histogramme d'évolution du nombre d'habitants jusqu'à 2020.

I.5 Situation climatologique :

La commune de Ben Choubène bénéficie d'un climat méditerranéen. L'été se caractérise par des journées chaudes et sèches, avec des températures atteignant parfois 30°C. En revanche, les hivers sont doux et humides avec des températures moyennes comprises entre 10°C et 15°C. Les précipitations sont les plus élevées en automne et au printemps.

I.6 Température :

Le climat de la région de Rouïba se distingue par un été chaud et sec, ainsi qu'un hiver frais et pluvieux. avec des températures maximales atteignant 30 °C à 40 °C

La répartition des températures mensuelles moyennes est présentée dans le tableau suivant :

Tableau I-2 : Température moyenne mensuelle à la station de Dar El Baida (2015-2016)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Tmoy (°C)	23,1	19,9	14,5	12,7	10,2	10,4	13,8	15,5	18,7	23,5	28,5	26,3

(Source: ANRH d'alger)

I.7 Vent:

Les données suivantes représentent les vitesses moyennes des vents enregistrées à la station de Dar El Beida en Algérie au cours des dernières années :

Tableau I-3 Vitesse moyenne mensuelle du vent à la station de Dar El Baida (2014-2015)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
V_{moy} (m/s)	2,7	2,5	2,5	2,9	2,9	2,9	2,9	2,6	2,5	2,0	2,3	2,5

(Source: ANRH d'alger)

I.8 Pluviométrie :

Les données suivantes représentent les niveaux moyens de précipitations enregistrés à la station de Dar El Beida en Algérie au cours des dernières années :

Tableau I-4 Pluies moyennes mensuelles de la station de Dar El Baida (2014-2015)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
P (mm)	30	55.55	98.50	90.5	74.45	57.88	57.3	46.11	8.07	2.76	4.84

(Source: ANRH d'alger)

I.9 Ressources :

La ville de Ben Choubène, située dans la commune de Rouïba, repose principalement sur des sources d'eau provenant de forages. La majorité des conduites utilisées pour acheminer l'eau vers le réseau de distribution sont en fonte ductile (FD), bien que certaines soient en polyéthylène haute densité (PEHD). Le système de production est complexe, alimenté par sept forages, avec deux conduites principales de DN300.FD acheminant l'eau vers le Château d'eau Ben Choubène de 500 m^3. Une particularité est qu'une de ces conduites est connectée à une DN800.FD. SPIK, mais actuellement hors service. De plus, il existe un piquage de sécurisation via une DN300.FD qui relie

la DN500.FD. SPIK à destination du Château d'eau El Medjda. Cette conduite DN500.FD. SPIK est également alimentée par une batterie de forages.

Tableau I-5 la Liste des Forage qui aliment la région de Ben Choubène

Forages	Alimentation Avale	Q. exploitation m³/h instantané	Heures fonctionnement (h/j)_mois de décembre 2022	Production journaliere en m³
F 1 Benchoubène	CE_Benchoubene	45	19	870
F 2 Benchoubène	CE_Benchoubene	40	23	919
F 3 Benchoubène	CE_Benchoubene	66	23	1512
F 01 Mouatssa	CE_Benchoubene	77	21	1600
F 02 Mouatssa	CE_Benchoubene	46	12	562
F14 Rouiba	CE_Benchoubene	36	21	756
F15 Rouiba	CE_Benchoubene	28	21	582
F18 Rouiba	CE_Benchoubene	23	12	270
Total de production des forages				7070

L’existence des refoulement distributif (forages vers réseau de distribution), ne permet pas l’exploitation des forages en plein capacité et les pompes ne sont pas bien protégées. Cela signifie que même si les forages sont en place, leur efficacité est limitée en raison de problèmes de protection des pompes et de distribution. De plus, la hauteur du château d’eau Benchoubène (15 m max), et vue la topologie de la zone d’étude ; elle ne permet pas de satisfaire des bonnes pressions

Il est important de noter que, pour remédier au problème de pression insuffisante dans certaines zones comme la cité Sbeaat, quatre des sept forages sont basculés vers le réseau de distribution pendant une demi-journée à deux jours. Cependant, cette pratique limite la capacité de production des forages.

En outre, il existe un plan visant à explorer de nouvelles sources de forages à l'avenir en raison de la quantité d'eau produite actuellement insuffisante pour répondre aux besoins croissants de la région. Il est à noter que la présence de refoulements distributifs pose des défis, car elle limite l'exploitation à pleine capacité des forages et expose les pompes à des risques potentiels en l'absence d'une protection adéquate. Des améliorations et des ajustements seront nécessaires pour garantir une distribution d'eau efficace et fiable dans la région de Ben Choubène à l'avenir.

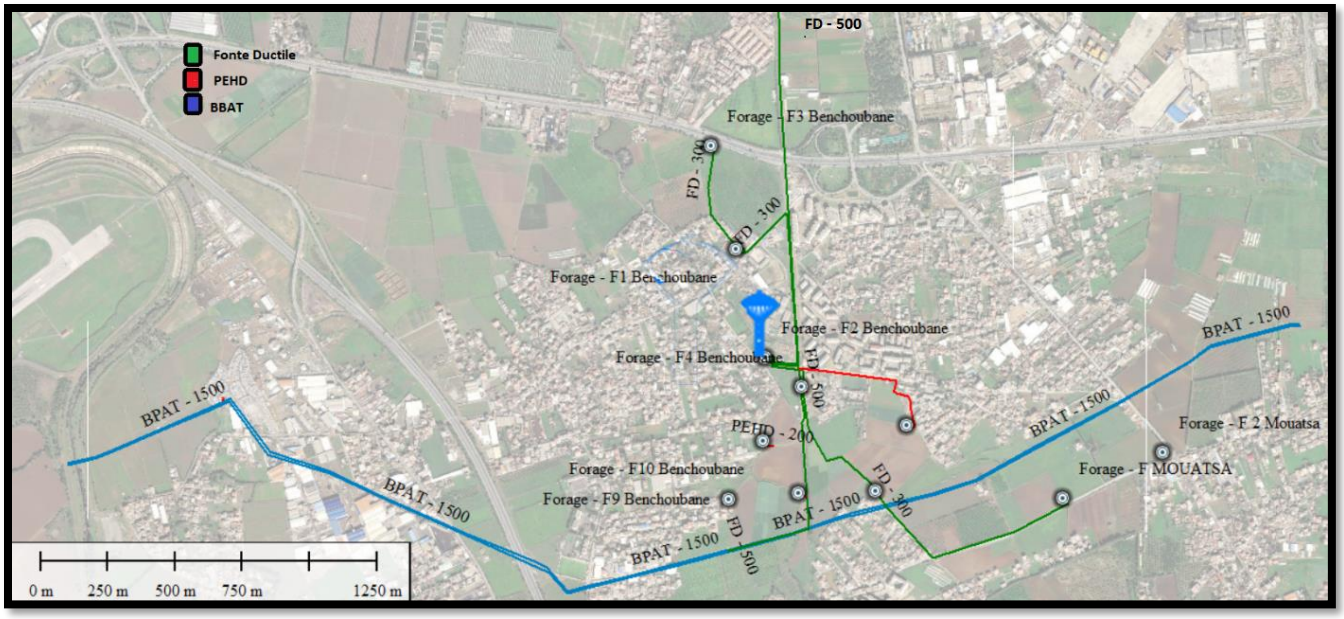


Figure I-5 :le Schéma du Réseau de Production et des Forages

I.10 Conclusion :

Ce chapitre établit une base appropriée au début pour une meilleure compréhension de la zone d'étude sous différents angles, en abordant diverses données et caractéristiques telles que l'hydraulique, la géologie, la topographie, la démographie et le climat. L'analyse de ces données met en lumière d'éventuels problèmes liés à la distribution d'eau potable dans cette agglomération, tout en mettant en évidence les contraintes naturelles à prendre en compte.

II. Chapitre 2 : Estimation des besoins des eaux :

II.1 Introduction :

L'estimation des besoins en eau de l'agglomération nécessite la réalisation d'un bilan complet des individus concernés par la consommation, ainsi que de prévoir des normes fixes pour chaque catégorie de consommateurs, la détermination de la valeur ou norme de l'unité se fait en coordination entre le débit journalier et l'unité de consommation pour les différents groupes. Comme les normes de consommation diffèrent et varient d'un endroit à l'autre, cela dépendra de plusieurs facteurs, tels que la densité de la population, le niveau de vie, les installations sanitaires et les différentes activités dans la zone étudiée. l'étude des besoins en eau vise à fournir et à distribuer en quantité appropriée en fonction du développement de la région, et à établir une vision globale sur le réseau de distribution et les lacunes et erreurs qui surviennent en raison d'un manque d'estimation des besoins en eau ou du fait que le plan de distribution est incompatible avec celui-ci De manière générale, on peut dire que l'évaluation des besoins d'approvisionnement en eau vise à atteindre le niveau de satisfaction et est liée, en général, au développement social et économique de la région.

II.2 Evolution de La population :

Selon les statistiques de l'année 2020, la population du village de Bin Choubène est d'environ 24032, ce qui est estimé à 20% du nombre total de la population du commune Rouïba, Le taux d'augmentation est devenue est estimé à 1,5 % chaque année.

L'évaluation du nombre d'habitant future est calculée selon la formule suivante :

$$\boldsymbol{Pn = P0 * (1 + T)^n} \quad \text{... ... ...II.1}$$

Pn : population à l'horizon d'étude

P0 : la population actuelle.
T : Taux d'accroissement de la population en(%) (Source : SEAAL, service technique)

n : Nombre d'année séparant l'année de actuelle et celle de l'étude.

$$P_{2053} = P_{2023} * (1 + 0.015)^{30} = 25130 * (1 + 0.015)^{30} = 39281\ habitants$$

Tableau II-1 : tableau d'évolution du nombre d'habitants jusqu'a 2053

Horizon	2010	2020	2023	2053
Taux d'accroissement de la population en %		2.6	1.5	1.5
Population (hab.)	18590	24032	25130	39281

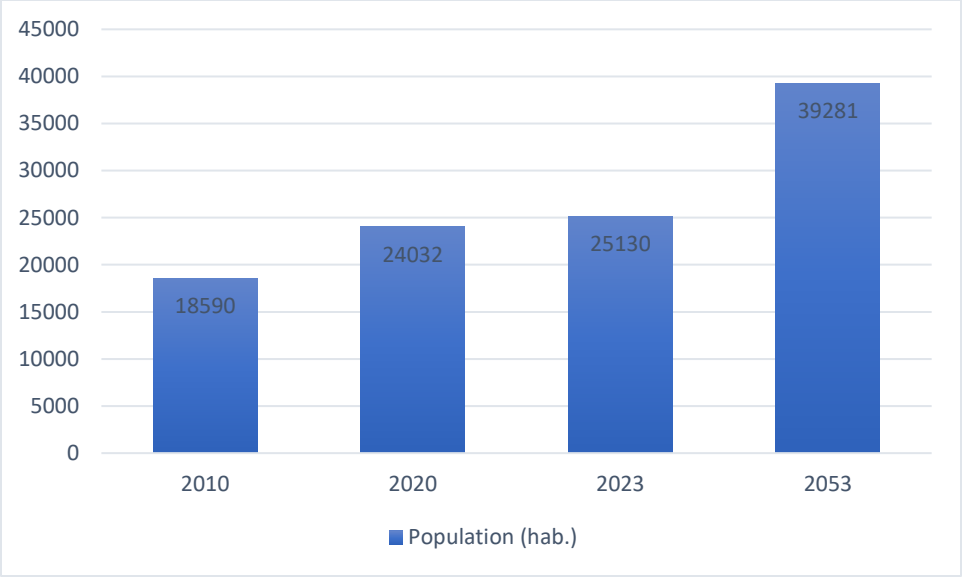


Figure II-1:Histogramme d'évolution du nombre d'habitants

II.3 La dotation

Le critère de dotation ou de consommation est défini comme la quantité d'eau journalière nécessaire utilisée par l'homme et divers services publics dans divers domaines. La quantité d'eau nécessaire est déterminée et évaluée selon le type de consommateur. Elle peut être exprimée en litres par habitant ou par mètre carré de surface végétale pour n'importe quelle région, ou par tonne de productivité quantitative, ou par tête animale et diverses unités, par jour, et les normes de consommation sont généralement déterminées en fonction des sources et des ressources disponibles. , le niveau de vie de la population de la région et leur économie et l'évolution de la densité Population et développement urbain de la ville.

II.3.1 Choix de la dotation :

Nous devons prendre en compte plusieurs facteurs qui influencent les besoins en eau d'une agglomération. Outre la situation économique des consommateurs, la disponibilité des ressources et l'utilisation croissante des équipements domestiques modernes, l'activité industrielle joue également un rôle majeur dans la fluctuation des besoins en eau. De plus, nous devons prendre en considération la variation saisonnière, avec une demande d'eau plus faible en hiver et plus élevée en été, principalement due à une consommation accrue pendant les périodes chaudes et humides. Pour établir une estimation de la dotation moyenne en eau par habitant et par jour, nous nous appuierons sur les tendances et les recommandations internationales, en excluant l'impact de l'industrie sur cette évaluation. [1]

- Ville de moins de 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 20000 à 100000 hab. : 200à300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab. [2]

Dans ce cas, La dotation moyenne journalière choisie est **200 l/j/hab**.

II.4 Catégories des besoins :

Pour établir et mettre en œuvre un projet de distribution d'eau potable, il est nécessaire de mener une étude et une analyse détaillée des différentes catégories de consommateurs et des différents besoins qui existent dans l'agglomération, car selon les différents types de consommateurs et de besoins, les quantités de l'eau consommée est variable, une estimation des besoins futurs doit être envisagée afin d'atteindre la suffisance en termes de distribution et de consommation.

les différentes catégories de consommateurs et besoins peuvent être classés comme suit :

- Besoins domestiques.
- Besoins scolaires :
- Besoins en eau public
- Besoins en eau d'équipements administratifs
- Besoins industriels

II.5 Détermination de la consommation moyenne journalière :

Le débit journalier moyen pour différents besoins est calculé en produisant la dotation journalière moyenne selon les unités de consommation et est indiqué par Q moy/j et est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{Q\ moy\ j\ =\ N \times \frac{D}{1000}} \quad \left[\frac{\mathbf{m^3}}{\mathbf{j}}\right] \mathbf{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots II.1}$$

Avec :

- Qmoy.j : Consommation (débit) moyenne journalière en m^3/j.
- N: nombre d'unité (consommateurs).
- D : dotation moyenne en litre/jour/unité.

II.5.1 Estimation des besoins domestiques moyens :

Les domestiques dépendent notamment de la densité et développement de la et leurs habitudes de consommation généralement.

Tableau II-2 Besoins domestiques

Horizons	2 020	2023	2053
Population (hab)	24032	25130	39281
Dotation (l/j/hab.)	200	200	200
Besoins (m^3/j).	4806.4	5026	7856.2

II.5.2 Estimation des besoins scolaires moyens :

L'estimation des besoins scolaires moyens en eau peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la taille de l'établissement, le nombre d'élèves et de personnel, le climat local, les équipements présents et les activités menées à l'école.

Tableau II-3 besoins scolaires

	Désignation	Quantité	ELEVE	Dotation (l /j /unite)	Q Moy j (m^3 /j)
Besoins scolaire	Ecole primaire	7	500	20	70
	C.E.M	2	700	20	28
	Lycée	2	1000	20	40
	ecole prive	4	100	20	8
	Total (m^3/j)				150

Source : Service technique APC

II.5.3 Estimation des besoins publics moyens :

L'estimation des besoins publics moyens en eau peut également varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la taille de la population desservie, les activités économiques, le climat local et les infrastructures en place.

Tableau II-4 Besoins publics en eau

	Désignation	Quantité	unite	Dotation (l /j /unite)	Q Moy j (m^3 /j)
Besoins public	Mosquée	5	800	15	60
	Salle de sport	2	100	20	4
	Terrain stade	1	7000	5	35
	Café	4	300	10	12
	Restaurant	14	100	35	49
	Boucherie	1	200	5	1
	Boulangerie/pâtisseries	9	500	5	22.5
	Marché	1	1000	10	10
	Bibliothèque	1	50	10	0.5
	Pharmacie	3	100	5	1.5
	Clinique	3	120	15	5.4
	Total (m^3/j)				200

Source : Service technique APC

II.5.4 Estimation des besoins administratifs moyens :

L'estimation des besoins administratifs moyens en eau varie en fonction de la taille et de la nature de l'organisation administrative, ainsi que du nombre d'employés et des activités spécifiques qu'elle exerce.

Tableau II-5 Besoins administratifs

	Désignation	Quantité	unite	Dotation (l /j /unite)	Q Moy j (m^3 /j)
Besoins administratifs	bureau d'étude	6	20 personnes	15	1.8
	Station de police	1	30 personnes	15	0.45
	Total (m^3/j)				2.25

II.5.5 Estimation des besoins industriel moyens :

L'estimations des besoins industriels moyens en eau varient en fonction du type d'industrie, de la taille de l'entreprise, des procédés de production employés et de l'efficacité des pratiques de gestion de l'eau.

Tableau II-6Besoins industriels

	Désignation	Quantité	unite	Dotation (l /j /unité)	Q Moy j (m^3 /j)
Besoins industriels	recyclage de papier	10000 kg	1	20	200
	Total (m^3/j)				200

II.5.6 Calcul des fuites en eau :

Les pertes dans le réseau, dues à diverses fuites, peuvent être importantes, principalement au niveau des branchements particuliers (joints d'étanchéités, appareillage). Cette surconsommation d'eau, résultant des fuites dans les réseaux de distribution et du gaspillage d'eau lors d'activités humaines, entraîne une demande supplémentaire en eau, ne répondant pas aux besoins essentiels et légitimes, pour les besoins de calculs on peut majorer ces données à 15% de la consommation totale.

$$\boldsymbol{Q_{\text{moy}\,j} = Q_{\text{moy}\,j} + 0.15 \times Q_{moy\,j}\ \ (m^3/j)}\text{.....II.2}$$

II.5.7 Récapitulation de calcul des besoins moyens actuels et a long terme

Les résultats des évaluations des besoins moyens en eau actuels de la ville de Ben Choubène pour l'horizon 2023, ainsi que les projections à long terme pour l'horizon 2053, sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau II-7 Résultats du calcul des besoins actuels et à long terme en eau

équipement	Consommation moyenne journalière M³/J	
	Horizon 2023	Horizon 2053
Domestique	5026	7856.2
Scolaire	146	146
public	200.9	200.9
administrative	2.25	2.25
industriel	200	200
Total	5575.15	8405.35
Fuite %	15	15
Total	6411.4225	9666.1525

II.6 Variation de la consommation journalière actuelle :

Le dimensionnement du réseau d'alimentation est essentiel pour répondre aux besoins fluctuants en eau, ce qui nécessite de prendre en compte les variations de consommation journalière. À cet effet, le graphique de consommation probable nous permet de projeter un régime de travail adapté aux éléments du système. Il est important de considérer une journée avec une consommation maximale (coefficient Kmaxj) par rapport à la moyenne, ainsi qu'une journée avec une consommation minimale (coefficient Kminj) , Ces coefficients d'irrégularité, Kmaxj et Kminj sont importants pour optimiser l'efficacité du réseau en s'ajustant aux demandes variables en eau.

II.6.1 Consommation maximale journalière :

La consommation maximale journalière est déterminée par le coefficient d'irrégularité journalière Kmax.j, qui représente le jour de l'année où la consommation en eau atteint son niveau le plus élevé.

$$\boldsymbol{Q_{\max j} = K_{\max j} * Q_{moy\,j}\ \ (m^3/j)}\text{.....II.3}$$

$Q_{\max j}$: Débit de consommation maximale journalière (m³/j)
$Q_{\text{moy } j}$: Débit de consommation moyenne journalière (m³/j)
$K_{\max j}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation maximale journalière, varie entre(1.1 et 1.3) dépendant du régime de consommation.

On prendre $K_{\max j} = 1.2$

II.6.2 Consommation minimale journalière :

La consommation minimale journalière est déterminée par le coefficient d'irrégularité journalière Kmin.j, qui représente le jour de l'année où la consommation en eau atteint son niveau le plus bas.

$$\boldsymbol{Q_{\min j} = K_{\min j} * Q_{moy\,j}\ \ (m^3/j)\ldots\ldots \text{II.4}}$$

$Q_{\min j}$: Débit de consommation minimale journalière (m³/j)
$K_{\text{moy } j}$: Débit de consommation moyenne journalière (m³/j)
$K_{min\ j}$: Coefficient d'irrégularité de la consommation minimale journalière, varie entre (0.7et 0.9) dépendant du régime de consommation.

On prendre $K_{\min j} = 0.8$

II.7 Récapitulation Les consommations moyennes, minimales et maximales journalières

Les résultats de calcul des différents débits journalier sont dans le tableau suivant :

Tableau II-8 Variation des débits journalier actuel (2023) et a long terme (2053)

	Q moy j (m³/j)	K max j (1.1-1.3)	Q max j (m³/j)	K min j (0.7-0.9)	Q min j (m³/j)
horizon 2023	6411.4225	1.2	7693.707	0.8	5129.138
horizon 2053	9666.1525	1.2	11599.383	0.8	7732.922

II.8 Méthodes de déterminer Variations de la débits horaires :

1ère méthode : Cette approche consiste à calculer d'abord le débit moyen horaire, puis à déterminer les débits horaires maximum et minimum en utilisant les coefficients d'irrégularité horaires, qui dépendent des caractéristiques de l'agglomération. Ces coefficients permettent d'ajuster les débits en fonction des fluctuations de la demande en eau.

2ème méthode : Cette méthode permet de déterminer la répartition des débits pour chaque heure, ce qui peut varier d'une agglomération à une autre en fonction du nombre d'habitants. En utilisant cette approche, on prend en compte les variations spécifiques de la consommation d'eau au fil du temps, en fonction de la taille de la population résidente.

II.8.1 Variations de la débits horaires :

Les débits de consommation fluctuent au cours d'une journée en fonction des habitudes de la population. Chaque consommation horaire représente un pourcentage de la consommation totale journalier, qui est équivalente au débit maximum journalier (Qmax, j).

II.8.1.1 Débit moyen horaire :

Le débit horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy\,h} = \frac{Q_{\max j}}{24} \text{.....II.5}$$

II.8.1.2 Débit maximale horaire :

Le débit maximal horaire représente la valeur la plus élevée du débit consommé pendant une heure spécifique de la journée. Il est défini par le coefficient d'irrégularité maximal horaire . Ce débit maximal joue un rôle essentiel dans le dimensionnement des conduites du réseau. il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\max h} = K_{\max h} * Q_{moy\,h}\ (m^3/j) \text{.....II.6}$$

$Q_{\max h}$: débit maximale horaire en (m³/h)
$Q_{moy\,h}$: : débit moyen horaire en (m³/h)
$K_{\max h}$: : coefficient d'irrégularité maximale horaire, Ce coefficient dépend de deux caractéristiques de l'agglomération étudiée et .

$$K_{\max h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \text{.....II.7}$$

α_{max}**:** Ce coefficient prend en compte le régime de travail des entreprises et industries, ainsi que le niveau de confort des habitants et leurs habitudes. Varie de (1.2 – 1.4)

β_{max}**:** Ce coefficient prend en compte du nombre d'habitant de l'agglomération. Ses valeurs sont données selon le tableau suivante :

Tableau II-9 Variation du coefficient βmax en fonction du nombre d'habitants [2]

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000	300000
βmax	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.13	1.1	1.03

Tableau II-10 Tableau de K max h

	Population	β_{max}	α_{max}	$K_{\max h}$
horizon 2023	25130	1.2	1.3	1.56
horizon 2053	39281	1.15	1.3	1.495

II.8.1.3 Débit minimale horaire :

Le débit minimal horaire correspond au niveau le plus bas de consommation d'eau pendant une heure spécifique de la journée. Il est défini par le coefficient d'irrégularité minimal horaire .Ce débit minimal est d'une grande importance pour dimensionner les conduites du réseau afin de maintenir une pression nominale approprié, même pendant les périodes de faible consommation. Cela garantit une distribution d'eau efficace et fiable en tout temps. il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\min h} = K_{\min h} * Q_{moy\,h}\ \ (m^3/j) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{II.8}$$

$Q_{\min h}$: débit minimale horaire en (m³/h)
$Q_{moy\,h}$: : débit moyen horaire en (m³/h)
$K_{\min h}$: coefficient d'irrégularité minimale horaire. Ce coefficient dépend de deux caractéristiques de l'agglomération étudiée et .

$$K_{\min h} = \alpha_{min} \times \beta_{min} \ldots\ldots\ldots \textbf{II.9}$$

α_{min}**:** Ce coefficient prend en compte le régime de travail des entreprises et industries, ainsi que le niveau de confort des habitants et leurs habitudes. Varier entre (0.4 - 0.6)

β_{min}**:** Ce coefficient prend en compte du nombre d'habitant de l'agglomération. Ses valeurs sont données par le tableau suivante :

Tableau II-11 Variation du coefficient βmin en fonction du nombre d'habitants [2]

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	50000	100000	300000
β_{min}	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.5	0.6	0.63	0.7	0.83

Tableau II-12Tableau de Kmin h

	Population	β_{min}	α_{min}	$K_{\min h}$
horizon 2023	25130	0.5	0.6	0.3
horizon 2053	39281	0.6	0.6	0.36

Les résultats de débits moyens et maximale rt minimale horaire et donnes dans le tableau suivant :

Tableau II-13 Débits moyens et maximums et minimale horaires

	Population	Q_max j (m³/j)	Q_moy h (m³/h)	K_max h	Q_max h		K_min h	Q_min h	
					(m³/h)	(l/s)		(m³/h)	(l/s)
Horizon 2023	25130.00	7693.71	320.57	1.56	500.09	138.91	0.30	96.17	26.71
Horizon 2053	39281.00	11599.38	483.31	1.50	722.54	200.71	0.36	173.99	48.33

II.8.2 Evaluation Régime de consommation horaire en fonction du nombre d'habitants :

La variation des débits horaires d'une agglomération est exprimée en pourcentage par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération, et il est variable selon l'importance de cette dernière. en utilisant la relation suivante :

$$\boldsymbol{Q_{\mathrm{h}\,i} = C_i * Q_{max\,j}\ (m^3/j)}\boldsymbol{\ldots\ldots\ldots\ldots II.10}$$

- $Q_{\mathrm{h}\,i}$: Débit horaire (m³/h)
- C_i : Coefficient de consommation horaire (%)
- $Q_{max\,j}$: débit maximale journalier (m³/j)

D'après l'annexe 7 on détermine que :

Comme le nombre d'habitants à l'horizon 2023 est 25130 hab. La répartition appropriée est entre 10 000 et 50 000hab).

Comme le nombre d'habitants à l'horizon 2053 est 39281 hab. La répartition appropriée est entre 10 000 et 50 000hab)

La variation de consommation horaire de Ville Ben Choubène à l'horizon 2023 et 2053 est représentée dans le tableau suivante :

Tableau II-14 Répartition des débits horaire (Actuelle et à long terme).

	Horizon actuel (2023) =14426.1				Horizon (2053) =17021.71			
Heures	Consommation %	Consommation (m³/h)	Consommation cumulée		Consommation %	Consommation (m³/h)	Consommation cumulée	
			%	m³			%	m³
0--1	1.5	115.41	1.5	115.41	1.5	173.99	1.5	173.99

	Horizon actuel (2023) =14426.1				Horizon (2053) =17021.71			
Heures	Consommation %	Consommation (m³/h)	Consommation cumulée		Consommation %	Consommation (m³/h)	Consommation cumulée	
			%	m³			%	m³
1--2	1.5	115.41	3	230.82	1.5	173.99	3	347.98
2--3	1.5	115.41	4.5	346.23	1.5	173.99	4.5	521.97
3--4	1.5	115.41	6	461.64	1.5	173.99	6	695.96
4--5	2.5	192.34	8.5	653.98	2.5	289.98	8.5	985.94
5--6	3.5	269.28	12	923.26	3.5	405.98	12	1391.92
6--7	4.5	346.22	16.5	1269.48	4.5	521.97	16.5	1913.89
7--8	5.5	423.15	22	1692.63	5.5	637.97	22	2551.86
8--9	6.25	480.86	28.25	2173.49	6.25	724.96	28.25	3276.82
9--10	6.25	480.86	34.5	2654.35	6.25	724.96	34.5	4001.78
10--11	6.25	480.86	40.75	3135.21	6.25	724.96	40.75	4726.74
11--12	6.25	480.86	47	3616.07	6.25	724.96	47	5451.7
12--13	5	384.69	52	4000.76	5	579.97	52	6031.67
13--14	5	384.69	57	4385.45	5	579.97	57	6611.64
14--15	5.5	423.15	62.5	4808.6	5.5	637.97	62.5	7249.61
15--16	6	461.62	68.5	5270.22	6	695.96	68.5	7945.57
16--17	6	461.62	74.5	5731.84	6	695.96	74.5	8641.53
17--18	5.5	423.15	80	6154.99	5.5	637.97	80	9279.5
18--19	5	384.69	85	6539.68	5	579.97	85	9859.47
19--20	4.5	346.22	89.5	6885.9	4.5	521.97	89.5	10381.44
20--21	4	307.75	93.5	7193.65	4	463.98	93.5	10845.42
21--22	3	230.81	96.5	7424.46	3	347.98	96.5	11193.4
22--23	2	153.87	98.5	7578.33	2	231.99	98.5	11425.39
23--24	1.5	115.41	100	7693.74	1.5	173.99	100	11599.38
Total	100	7693.74			100	11599.38		

D'après le tableau précédent, nous pouvons déterminer les débits maximaux horaires, en notant que ceux-ci se situent particulièrement à l'heure de 8h-12h, comme indiqué dans le tableau suivant.

Tableau II-15 débit maximal horaire à l'horizon actulle et de 2053

Horizon	2023	2053
$Q_{max\ h}$ (m³/h)	480.86	724.96

II.8.3 Calcul du débit de pointe en cas d'incendie :

Le débit de pointe en cas d'incendie est déterminé en supposant une durée d'extinction de 2 heures, considérée comme suffisante pour éteindre un incendie de cette ampleur avec un volume d'eau de 120 $\boldsymbol{m^3}$ ce qui équivaut à un débit de 17 litres par seconde. Cette estimation du débit peut être formulée comme suit :

Qpointe + incendie = Qmax h + 17 (l/s)II.11

Tableau II-16: Débit de pointe et incendie à l'horizon 2023 et 2053

Horizon	2023	2053
Q max h (l/s)	133.5722	201.3778
QP+Inc (l/s)	150.5722	218.3778

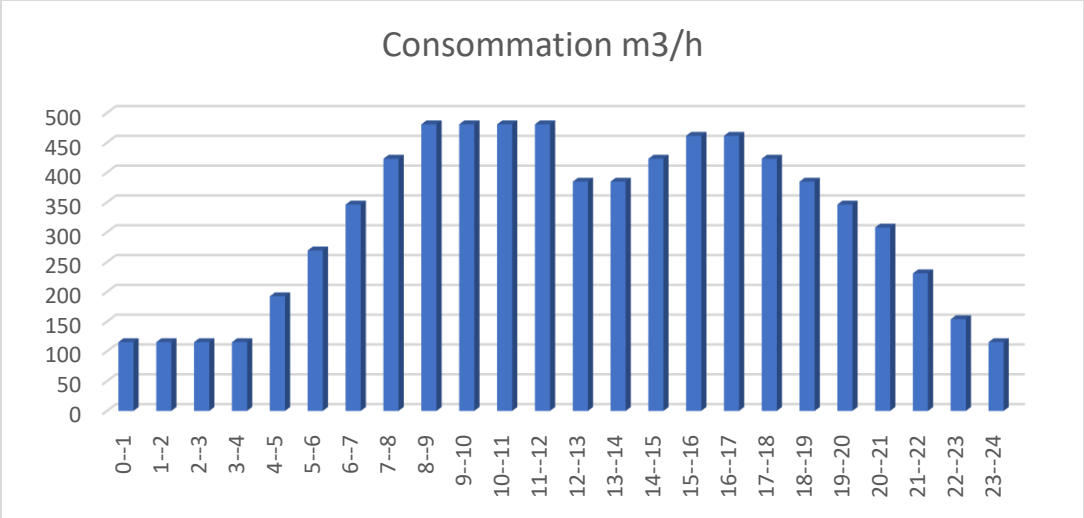


Figure II-2 :Graphique de consommation totale pour l'horizon 2023

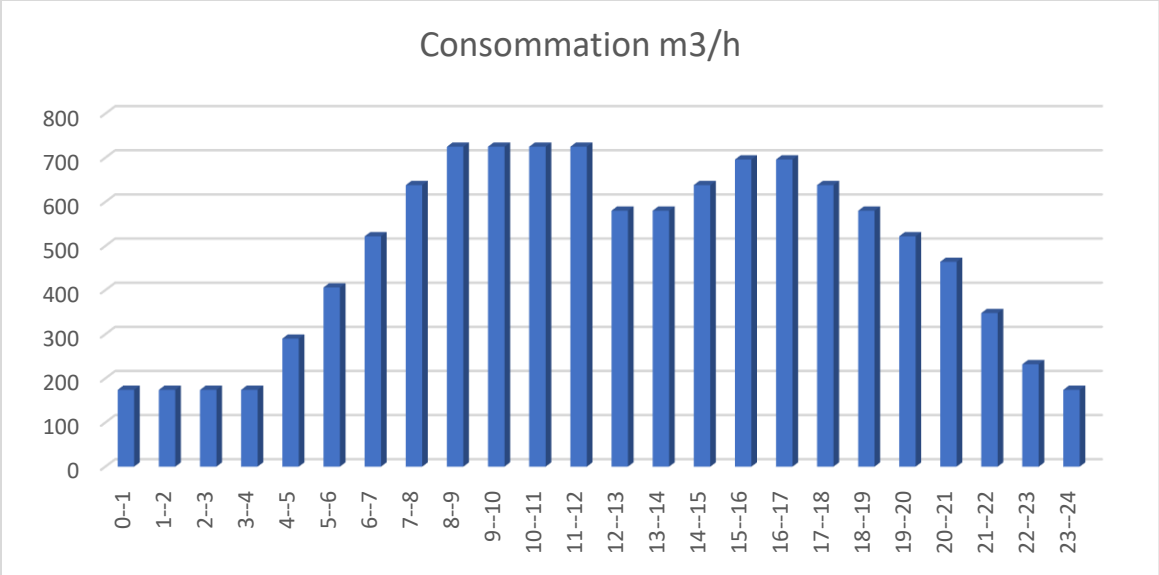


Figure II-3: Graphique de consommation totale pour l'horizon 2053

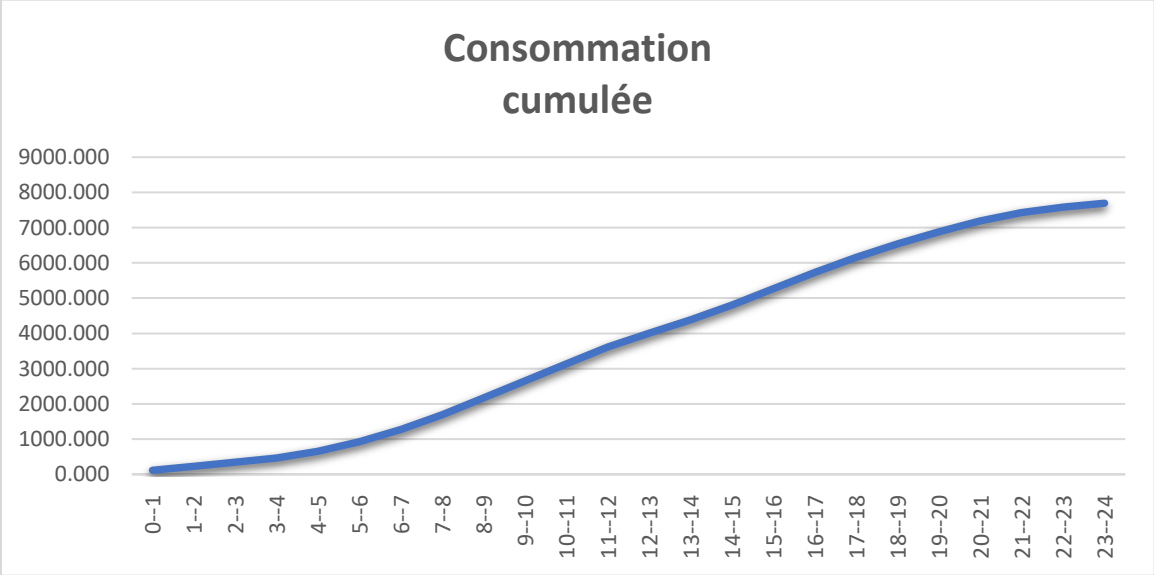


Figure II-4 :Courbe de cumul de consommation pour l'horizon 2023

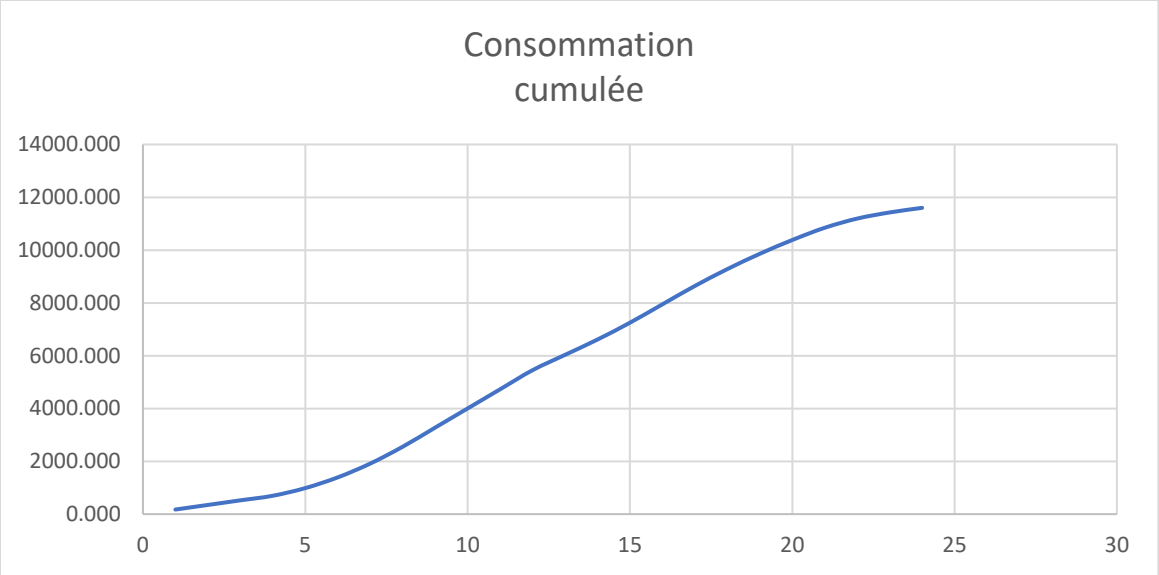


Figure II-5 :Courbe de cumul de consommation pour l'horizon 2053

II.9 Conclusion :

En conclusion, ce chapitre fournit une vision précise de la consommation actuelle et future en eau de Ben Choubène, en examinant les différentes catégories de besoins en eau. Ces données revêtent une importance fondamentale pour préparer une étude de diagnostic des ressources disponibles, afin d'évaluer leur capacité à répondre aux besoins d'une population en croissance prévue d'ici 2053. L'évaluation de l'état physique du système d'alimentation en eau actuel (les conduites, les matériaux et les réservoirs), ainsi que la prise en compte des aspects hydrauliques tels que les vitesses et les pressions, sont des éléments essentiels pour garantir une alimentation en eau conforme aux normes. Ces informations joueront également un rôle important dans le dimensionnement du réseau, comme cela sera abordé dans les chapitres suivants.

III. Chapitre 3 :État actuel de réseau de distribution

III.1 Introduction :

La ville de BENCHOUBÈNE est actuellement alimentée en eau potable avec un réseau très âgé. En conséquence, son fonctionnement n'est pas fiable et son service n'est pas satisfaisant. Dans ce chapitre, nous allons définir les conditions actuelles du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Benchoubène, à l'aide des données et des documents fournis par les services techniques de SEAAL, concernant le réseau existant de la ville, nous allons procéder à une simulation du comportement hydraulique avec le logiciel WATERCAD. Cette simulation nous permettra de déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau à l'état actuel.

Pour dimensionner les canalisations, nous devons nous baser sur les hypothèses les plus défavorables, c'est-à-dire le débit de pointe et d'incendie. Les canalisations doivent être dimensionnées pour supporter ces débits, tout en garantissant une pression de service suffisante pour alimenter les habitations élevées. Avant de lancer la simulation, nous devons d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits routes sur chaque tronçon.

III.2 LOGICIEL WATERCAD :

Water CAD est un logiciel de modélisation hydraulique et de qualité de l'eau développé par Bentley Systèmes. Il aide les ingénieurs et les services publics à analyser et à optimiser les systèmes de distribution d'eau potable en simulant les débits, les pressions et les pertes de charge, et en évaluant le transport et la distribution des contaminants pour assurer la qualité de l'eau. Water CAD peut également aider à améliorer la sécurité, l'efficacité et l'économie des systèmes de distribution d'eau, en offrant une variété d'avantages, notamment :

- **Réduction des besoins en tests sur le terrain :** Water CAD permet de simuler les performances des systèmes de distribution d'eau, ce qui permet de réduire le besoin de tests sur le terrain coûteux et chronophages.
- **Amélioration de la fiabilité :** Water CAD peut aider à détecter et à corriger les problèmes potentiels dans les systèmes de distribution d'eau, ce qui peut améliorer leur fiabilité.
- **Optimisation de l'efficacité :** Water CAD peut aider à améliorer l'efficacité des systèmes de distribution d'eau en réduisant la perte d'eau et en optimisant la pression de l'eau.
- **Exploration de divers scénarios de conception :** WaterCAD permet aux ingénieurs d'explorer divers scénarios de conception pour les systèmes de distribution d'eau, ce qui peut aider à trouver la meilleure solution pour répondre aux besoins spécifiques.
- **Gestion de la demande en eau :** WaterCAD peut aider à gérer la demande en eau en prévoyant la demande future et en optimisant les opérations des systèmes de distribution d'eau.
- **Intégration de données géospatiales :** Water CAD peut intégrer des données géospatiales pour fournir une analyse plus complète des systèmes de distribution d'eau.

III.3 Évaluation du réseau de distribution d'eau potable

L'évaluation du réseau de distribution d'eau potable est essentielle pour garantir la qualité et la quantité d'eau disponible pour les habitants. Cette évaluation permet de dresser un bilan des points forts et faibles du réseau, et de définir un plan d'action pour améliorer son fonctionnement.

Notre étude sera décomposée en trois principaux points d'enquête :

- **État physique du réseau** : nous étudierons le type de matériaux utilisés, l'état des conduites, des accessoires et des pièces spéciales.
- **État hydraulique du réseau** : nous analyserons les vitesses et les pressions de l'eau dans le réseau, ainsi que sa capacité à répondre aux besoins actuels et futurs de la population.
- **État des ouvrages de stockage :** nous vérifierons l'état des réservoirs, des châteaux d'eau et des autres ouvrages de stockage.

III.4 Etat actuel du réseau de distribution :

III.4.1 État physique du réseau :

Le château d'eau de Benchoubène est alimenté par sept forages, via deux conduites de diamètre DN300.FD. Une de ces conduites est raccordée à une conduite de diamètre DN800.FD. SPIK, mais la vanne est fermée et l'alimentation à partir du SPIK est suspendue.

Le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Benchoubène est alimenté à partir du château d'eau de Benchoubène par une conduite gravitaire en Acier de diamètre DN200 et d'une longueur de 51 mètres.

Le réseau de distribution de la ville de Benchoubène utilise différents diamètres de conduites, du DN63 au DN300, et différents matériaux, tels que le PEHD, la fonte ductile et l'Acier.

(Voir annexe 9 pour les caractéristiques des conduites de réseau existant)

En ce qui concerne les matériaux des canalisations du réseau, on peut distinguer les éléments suivants :

Tableau III-1 : Répartition des canalisations dans le réseau selon materieux

matériaux	Longueur (m)	pourcentage %
ACIER	5452.36	15.57
FONTE DUCTILE	3615.97	10.32
PEHD	25957.32	74.11
TOTAL	35025.65	100

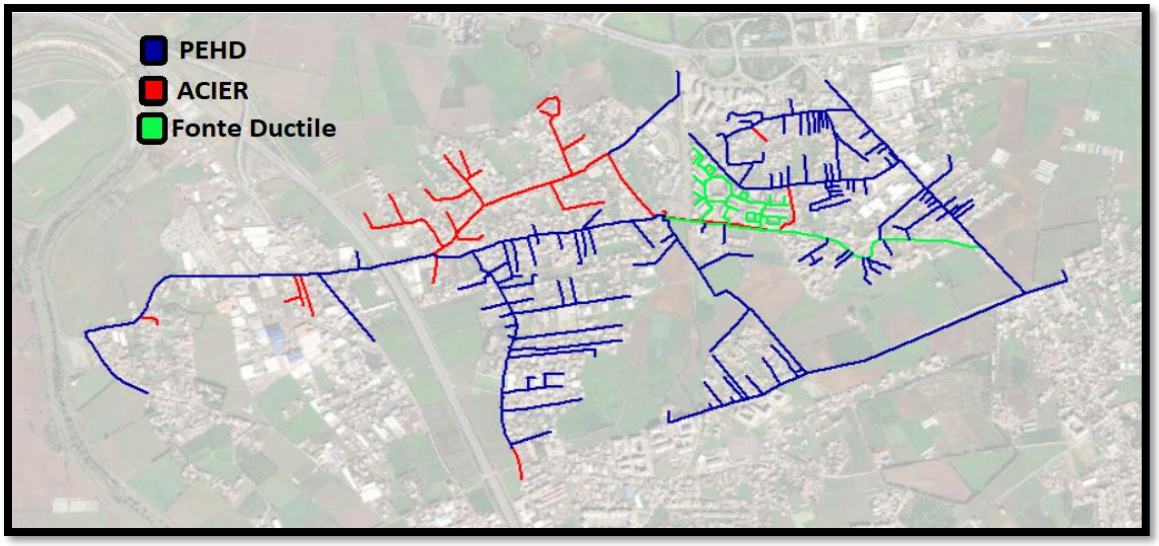


Figure III-1 :4Ilustre la répartition des matériaux sur le réseau de distribution existant

Tableau III-2 : Détails de composition du réseau existant

Diamètre de la conduite (mm)	Matériau	Longueur (ml)
DN40	PEHD	1826.77
DN50	PEHD	1625.69
DN63	PEHD	8071.14
DN90	PEHD	2523.44
DN110	PEHD	4278.39
DN160	PEHD	6855.55
DN200	PEHD	472.82
DN100	FD	2197.31
DN150	FD	314.67
DN200	FD	1123.61
DN30	AC	239.3
DN40	AC	447.02
DN50	AC	1599.62
DN80	AC	1074.47
DN100	AC	1550.15
DN200	AC	502.06
DN300	AC	58.16
Total		34760.17

D'après les données fournies par l'institution "Seaal", la conception du réseau a été orientée pour répondre aux besoins de la région au fil des décennies précédentes. Malgré l'absence d'une refonte

complète du réseau, certaines vieilles canalisations ou celles qui ont subi des dommages ont été remplacées par des tuyaux en polyéthylène. De ce fait, il est possible de constater que la majorité des parties du réseau sont fabriquées à partir de tuyaux en polyéthylène. Malgré le renouvellement partiel du réseau et la présence de tuyaux en service depuis plus de trois décennies, des problèmes et des dysfonctionnements apparaissent avec le temps dans plusieurs zones.



Figure III-2Etat actuel du CE existant et des regards à l'intérieur du site de CE.

Ces problèmes peuvent être attribués à des facteurs tels que l'augmentation de la population et de la densité démographique, ainsi que des erreurs potentielles dans l'installation des canalisations et l'omission de définir de nouvelles dimensions appropriées pour le réseau, tant actuellement que dans un avenir proche. Il est évident que le réseau fait face à plusieurs perturbations, générant ainsi de nombreuses plaintes de la part des consommateurs. Il est impératif de procéder à une évaluation

approfondie du réseau, en examinant la possibilité d'améliorer sa conception, ainsi que d'entreprendre un renouvellement complet des parties présentant des problèmes. Un effort accru dans la maintenance du réseau et le remplacement des vieilles canalisations par des alternatives modernes et efficaces est également recommandé. De plus, il est essentiel de développer des stratégies pour faire face aux changements futurs dans les besoins en eau et l'adaptation de l'infrastructure en conséquence.

Ainsi, on peut dire que le réseau contient les éléments suivants :

1-Le pourcentage restant de tuyaux en acier est en mauvais état en raison de son âge et de sa sensibilité à la corrosion à d'autres matériaux.

2-De nombreuses fuites ont été identifiées, principalement dues au fait que le réseau n'est pas adapté aux besoins en eau et à cause de travaux ou d'erreurs humaines, de sorte que le nombre de fuites a augmenté.

3- Le château d'eau de Benchoubène 500m³ présente des signes de détérioration, notamment la corrosion des conduites et des réservoirs, ainsi que la faible dégradation de la structure. Ces problèmes sont causés par l'âge du château d'eau ou par le manque de réparations et de remplacements.

La hauteur du château d'eau Benchoubène (15 m max), et vue la topologie de la zone d'étude ; elle ne permet pas de satisfaire des bonnes pressions.

L'existence des refoulement distributif (forages vers réseau de distribution), ne permet pas l'exploitation des forages en plein capacité et les pompes ne sont pas bien protégées.

III.4.2 État et Calcul hydraulique du réseau :

L'analyse hydraulique du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Benchoubène, un système de distribution avec réservoirs de tête, a été effectuée à l'aide de WATERCAD. Cette analyse a pris en compte deux scénarios de fonctionnement :

- Le cas de pointe,

- Le cas de pointe + incendie.

III.4.2.1 Débit entrant dans le réseau :

C'est le débit maximal consommé dans le réseau de distribution :

$$\boldsymbol{Q\ consommé = \sum Qri + \sum Qconcentré} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots \text{ III.1}$$

- $\boldsymbol{Q\ consommé} = \boldsymbol{Qmaxh}$
- $\sum \boldsymbol{Q_{ri}}$: Somme des débits en routes dans chaque tronçon (l/s)
- $\sum \boldsymbol{Qconc}$: Somme des débits concentrés soutirés dans le réseau (l/s)

Comme notre réseau ne contient pas de consommation concentrée, $\sum \boldsymbol{Qconcentr}$é = 0, On aboutit à la relation suivante : $\boldsymbol{Q\ consomm}$é = $\sum \boldsymbol{Q_{ri}}$

III.4.2.2 Débit spécifique :

Dans les calculs, nous supposons une répartition uniforme des habitants le long du réseau de distribution, ainsi que des besoins uniformément répartis. En conséquence, le débit spécifique est évalué en utilisant la formule suivante :

$$\boldsymbol{qsp} = \left(\frac{\sum Q_{ri}}{\sum \boldsymbol{Li}}\right) = \frac{\boldsymbol{Qmaxh} - \sum \boldsymbol{Qconc}}{\sum \boldsymbol{Li}} \text{.....III.2}$$

- **qsp** : Débit spécifique (l/s/m) ;
- $\boldsymbol{Q\ consomm}$é = $\boldsymbol{Qmaxh}$
- $\sum \boldsymbol{Q_{ri}}$: Somme des débits en routes dans chaque tronçon (l/s)
- $\sum \boldsymbol{Qconc}$: Somme des débits concentrés soutirés dans le réseau (l/s)
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons assurant un service en route (ml)

III.4.2.3 Débit route :

Le débit en route est la quantité d'eau uniformément répartie le long d'une section du réseau. Il est calculé à l'aide de la formule suivante.

$$\mathbf{Qr\ i = qsp * Li} \text{.....III.3}$$

- **Qr i** : Débit en route dans le tronçon i (l/s).
- **qsp** : Débit spécifique (l/s/m).
- **Li** : Longueur du tronçon (m).

III.4.2.4 - Débit aux nœuds :

Les débits nodaux sont équivalents à la moitié des débits dans les tronçons adjacents, et pour obtenir le débit nodal d'un nœud spécifique,

La formule suivante est mise en œuvre en prenant en compte les débits en route pour chaque tronçon :

$$\boldsymbol{Qn\ i} = \mathbf{0.5} * \sum \boldsymbol{Qr\ i} + \boldsymbol{\sum Qconc} \text{ ... III. 4}$$

- ***Q ni*** : Débit au nœud i (l/s) .
- ***ΣQ ri :*** La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s) .
- ***ΣQconc :*** La somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

III.4.3 Calcul des débits (horizon 2023) Cas de point

Dans le tableau ci-dessous, nous déterminons le débit spécifique en relation avec la longueur des canalisations du réseau et le débit de pointe.

Tableau III-3: détermination débit spécifique

Cas de point (Horizon 2023)	**Q point(l/s) = ∑ Qri (l/s)**	**133.57**
	∑Li (m)	34561.59
	Qsp (l/s/ml)	0.0038647

III.4.4 Calcul des débits (horizon 2023) Cas de point +incendie

Dans ce cas , le calcul est effectué de la même manière que dans le cas précédent, à une exception près : nous devons nous assurer que le débit d'incendie fourni par le réservoir, soit 17 l/s, équivalant à 120 m³ sur une période de 2 heures, est pris en compte.

Nous supposons que le point le plus défavorable est le nœud où la pression est la plus faible. Par conséquent, nous ajoutons un débit de 17 l/s à ce nœud. Ainsi, la demande aux autres nœuds reste inchangée (identique à celle du scénario de pointe), à l'exception du nœud sélectionné qui connaît la modification suivante :

$$Q_{N\ choisi+inc} = Q_{N\ choisi}(L/s) + 17(L/s)$$

Nœud choisie	**N 30**

III.4.4.1 Calcul des débits aux nœuds :

Les résultats fournis par les formules précédentes sont présentés dans un tableau (**annexe** 8) qui contient : les débits de route et les débits nodales .

III.5 Résultats de la simulation hydraulique de réseau l'horizon 2023

Les Résultats de la simulation hydraulique Les vitesses et les pertes de charge de tronçons et les Charges et pressions dans le réseau de distribution actuelle pour deux cas, le cas de pointe et le cas de pointe avec incendie , sont présentées dans des tableau (**annexe 11** et **annexe 12** respectivement).

III.6 Interprétation des résultats :

L'infrastructure de distribution d'eau de l'agglomération se révèle inapproprié pour répondre tant aux besoins présents que futurs, affichant des disparités et irrégularités notables en termes de pression et de vitesse d'écoulement.

La pression dans la plupart des tronçons est insuffisante et très variable, certaines parties du réseau étant confrontées à des niveaux de pression extrêmement faibles, voire exceptionnellement négatifs.

De même, la vitesse de l'écoulement varie de manière significative, avec des valeurs excessivement élevées dans certaines zones tandis jusque a 3 - 4 m/s et des vitesses faibles voire nulles prédominant dans la majeure partie du réseau.

Il est important de noter que les faibles vitesses d'écoulement à l'intérieur des canalisations favorisent l'accumulation de dépôts, ce qui ultérieurement entraîne leur obstruction. En revanche, des vitesses élevées engendrent d'importantes vibrations et une contrainte accrue sur les canalisations, ce qui provoque une usure prématurée.

Les canalisations du réseau présentent une vétusté notable, certaines ayant dépassé deux décennies d'existence, tandis que d'autres pourraient bien franchir le cap des 40 à 50 ans. Les dysfonctionnements observés résultent en grande partie du vieillissement des conduites ainsi que de conditions d'exploitation inappropriées et aux Mauvaises dimensionnement du réseau et à la mauvaise gestion de réseau. et La quantité des besoins actuels en eau a augmenté par rapport aux années précédentes

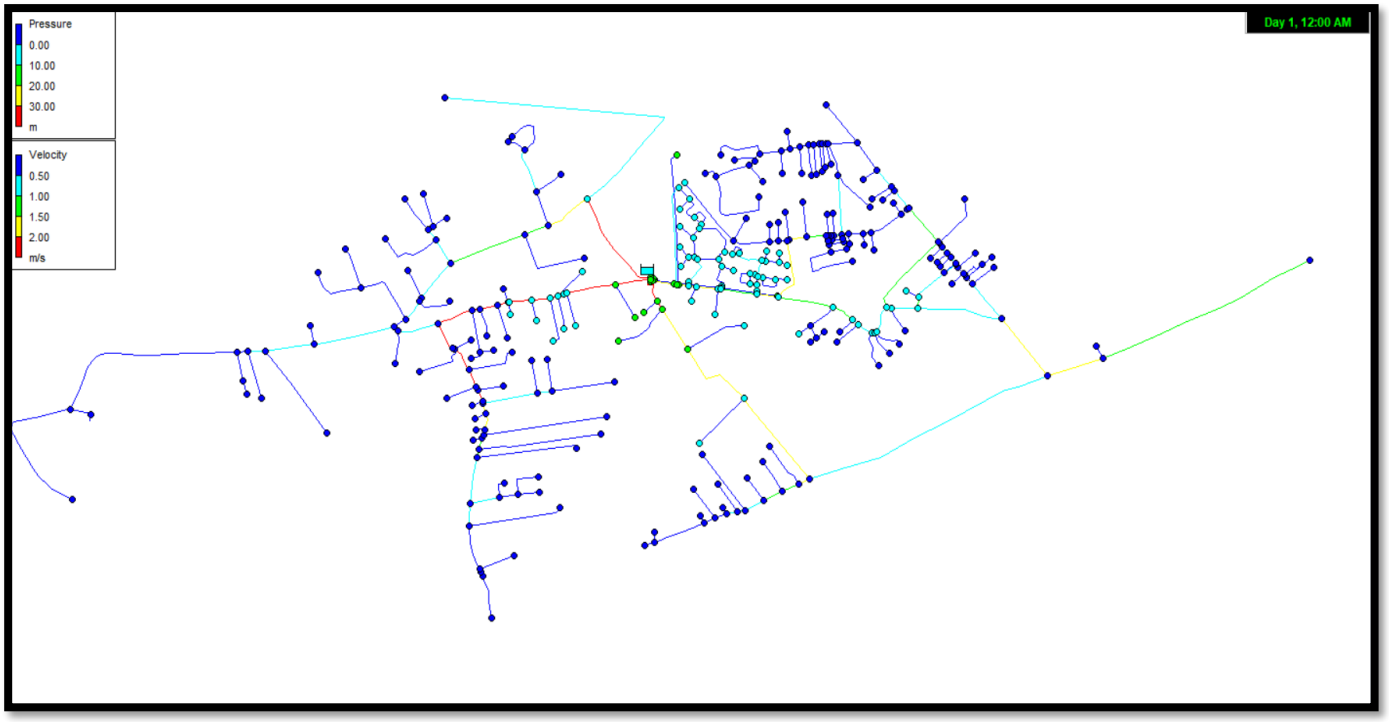


Figure III-3 les répartition des vitesse et pression dans le réseau actuelle (Cas point + l'incendie

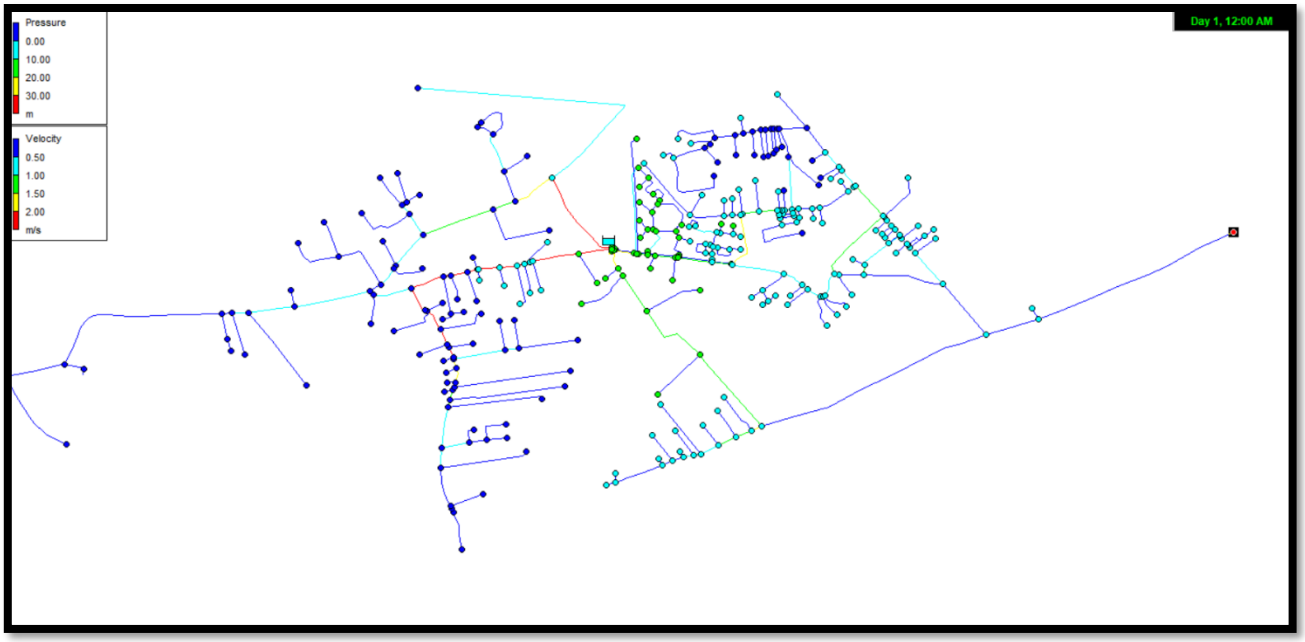


Figure III-4 : les répartition des vitesse et pression dans le réseau actuelle (Cas de point)

III.7 Conclusion :

En conclusion, à la suite d'une évaluation approfondie de l'état physique du réseau de distribution d'eau potable et du suivi rigoureux du processus de simulation réalisé lors du diagnostic hydraulique, tout en surveillant attentivement les résultats, il est devenu évident que des ajustements sont indispensables. L'identification des parties et des variables susceptibles d'être à l'origine des dysfonctionnements a mis en lumière une réalité préoccupante : la plupart des composants de la réseau sont très anciens et ne sont pas adaptés aux besoins actuels.

C'est en considérant tous les paramètres qui influent sur la conception du réseau que nous avons conclu à la nécessité impérieuse de renouveler le réseau. Les anciennes parties de la structure ne répondent plus aux exigences croissantes du territoire et de sa population. Cette décision de renouvellement, qu'il soit partiel ou total, est motivée par la volonté de garantir la capacité du réseau à s'aligner sur les besoins futurs de manière efficiente, Ainsi, cette action corrective vise à moderniser le réseau de distribution d'eau potable, assurant ainsi son adéquation aux normes actuelles et futures.

IV. Chapitre 4 : Projection et dimensionnement de réseau de distribution

IV.1 INTRODUCTION :

À travers l'évaluation du réseau d'approvisionnement en eau potable de la ville de Ben Choubane dans son état actuel, nous avons identifié diverses anomalies qui ont entraîné des dysfonctionnements et empêché le réseau de répondre efficacement aux demandes des résidents en eau potable. Par conséquent, ce chapitre se concentrera sur la rectification de ces anomalies ainsi que sur la revitalisation et la restructuration du réseau, dans le but d'offrir un service optimal aux citoyens de la ville , répondre à la demande des consommateurs en termes de débit et de pression, en respectant rigoureusement les normes et en précisant les paramètres du nouveau système de distribution(Comme les diamètres optimaux des canalisations et le type de schéma du réseau de distribution, qui seront choisis en fonction de la taille de l'agglomération.).

IV.2 Types des réseaux de distribution :

Le choix du type de réseau de distribution d'eau potable constitue une décision important , influencée par divers paramètres tels que : la géographie, la densité de population, les ressources en eau, et les contraintes environnementales.

L'analyse des schémas urbains et de développement aide à sélectionner le réseau optimal pour assurer une distribution d'eau fiable et efficiente.

Il existe différents types de réseaux de distribution chacune avec ses propres avantages et inconvénients on distingue :

- **Réseau ramifié** [3]**:** constitué d'une conduite principale linéaire et des antennes de distribution, ce qui ne permet pas de réalimenter un secteur donné lorsqu'une réparation s'effectue sur le réseau.
  D'une conduite principale de gros diamètre partent plusieurs conduites de petits diamètres, c'est ce qu'on appelle un réseau ramifié ou arborescent. En fournissant l'eau aux différents clients avec une seule canalisation le réseau est plus économique. Dans des extrémités de tronçons avec peu de consommation l'eau peut stagner ce qui oblige à prévoir des points de vidange pour éviter sa dégradation.

  En résumé, malgré son attrait en termes de coûts et simplicité, le réseau ramifié se révèle moins flexible et moins sécurisé que les réseaux maillés en cas d'incidents majeurs.

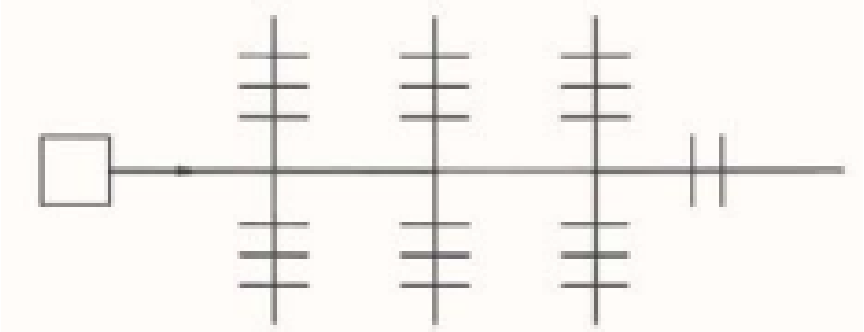


Figure IV-1 :réseau ramifié

- **Réseau maillé :** il est constitué de conduites formant des boucles fermées, permettant la circulation de l'eau dans les deux sens. [3]
- Réseau maillé simple peut être comprenant une conduite de ceinture et des antennes de distribution

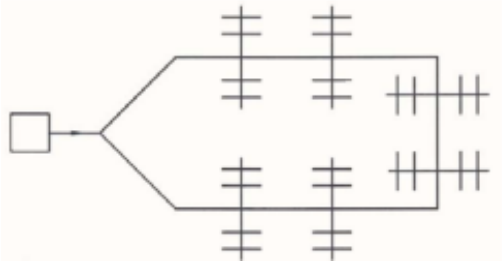


Figure IV-2:réseau maille 1

ou comprenant des conduites de ceinture et des conduites de distribution maillées.

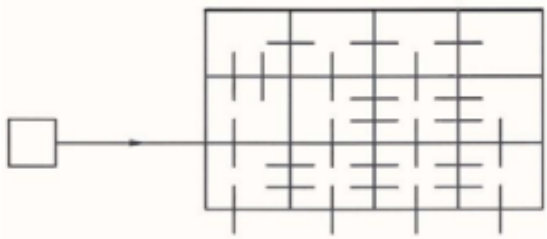


Figure IV-3 :réseau maille 2

Le réseau maillé est l'inverse du réseau ramifié. Un réseau maillé permet une sécurité d'approvisionnement car l'eau peut suivre plusieurs cheminements pour arriver à un même point de livraison. Partout où cela est possible et économique, il y a lieu de choisir les dispositions de réseaux avec conduites de ceinture et conduites de dérivation maillées. Il y a lieu de limiter les dispositions linéaires à de simples extensions ou à des réseaux de distribution ruraux.
Les réseaux avec conduites de ceinture ont des avantages importants :

- ✓ Pertes de charge réduites et pressions plus uniformes ;
- ✓ Nombre de propriétés affectées par une interruption de service en cas de travaux est réduit en manœuvrant les vannes de sectionnement qui sont placés au niveau de chaque point de raccordement.
- ✓ Besoins en eau inhabituellement élevés peuvent être plus facilement satisfaits ; fourniture d'eau mieux assurée en cas de lutte contre l'incendie
- ✓ Bien que son installation et son entretien soient plus coûteux que ceux des réseaux ramifiés, le réseau maillé offre une plus grande flexibilité et une sécurité accrue.

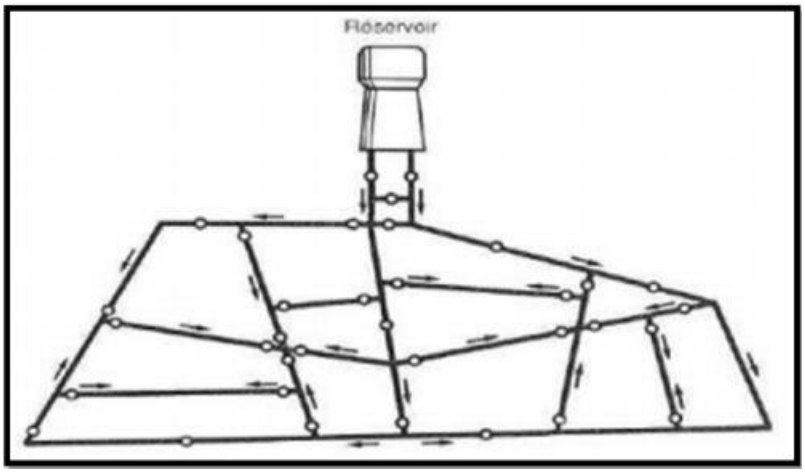


Figure IV-4: réseau maillé 3

- **Réseau mixte** : Un réseau mixte est un réseau maillé qui peut également se ramifier pour fournir de l'eau à des zones éloignées de la ville, telles que des zones industrielles ou rurales, en cas de besoin.

IV.3 Choix du type de matériau des conduites

Le choix des matériaux utilisés dans le réseau est d'une grande importance dans la conception du réseau. Il est influencé par plusieurs paramètres, tels que :

- Le diamètre.
- La pression de service tolérée.
- Les conditions d'installation.

- Le coût.
- La durabilité.
- Les équipements auxiliaires de jonction.
- La disponibilité sur le marché.

Polyéthylène Haute Densité (PEHD) :

Avantages :

- Sa résistance à la corrosion et aux attaques chimiques le rend extrêmement durable, prolongeant ainsi sa longévité.
- Léger et flexible, il facilite grandement l'installation.
- Offre une bonne résistance à la fatigue pour une fiabilité à long terme.
  Durabilité élevée, Durée de vie relativement longue (environ 50 ans).
- Disponible en différentes tailles et longueurs, ce qui facilite la planification des projets.
- Coût relativement bas par rapport à d'autres matériaux.
- Le PEHD ne nécessite généralement pas d'accessoires spécifiques pour les diamètres inférieurs à 63 mm en raison de sa facilité d'installation.

Inconvénients :

- La résistance à la pression est moindre par rapport à l'acier et à la fonte ductile, ce qui peut nécessiter des renforcements.
- Plus sensible aux dommages mécaniques tels que les perforations par rapport à l'acier.
- Sensible aux températures élevées et Peut se déformer.
  Sensible au rayonnement solaire ce qui peut entraîner une dégradation si exposé à la lumière directe du soleil , nécessitant une protection contre les UV.

PVC

Avantages :

- Léger et facile à manipuler.
- Résistant à la corrosion chimique.
- Coût relativement bas.
- Installation simple grâce à sa flexibilité.
- Durée de vie d'environ 25 à 40 ans.

Inconvénients :

- Sensible aux variations de température, ce qui peut causer une déformation.
- Moins résistant aux produits chimiques que d'autres matériaux.
- Peut-être sujet à des fuites au niveau des joints collés.
- Fragile et susceptible de se fissurer sous pression ou en cas de choc.

Acier :

Avantages :

- Grande résistance à la pression, adapté aux besoins en eau potable élevés.
- Bonne résistance aux charges mécaniques et à la pression.
- Durée de vie élevé , généralement plus de 50 ans.
- Disponibilité sur le marché mondial.
- L'acier est souvent préféré dans les conduites d'adduction en raison de sa robustesse.

Inconvénients :

- Sensible à la corrosion, nécessitant un revêtement de protection.
- Plus lourd et moins flexible que le PEHD, ce qui peut rendre les installations plus complexes.
- Le coût total peut être plus élevé en raison des procédures de traitement anticorrosion nécessaires.

Fonte Ductile :

Avantages :

- Excellente résistance à la corrosion et aux produits chimiques.
- Grande résistance à la pression, adaptée aux besoins en eau potable élevés.
- Durabilité élevée, généralement plus de 50 ans.
- Résistance aux charges mécaniques.

Inconvénients :

- Plus lourd que le PEHD, ce qui peut rendre les installations plus complexes.
- Coût potentiellement plus élevé que le PEHD.

➢ Dans le cadre de notre projet de restructuration du réseau de distribution, nous avons constaté l'insuffisance et l'incompatibilité du réseau existant en ce qui concerne la pression et la vitesse, en plus de ne pas répondre aux normes requises. Face à ces nouveaux besoins, il est impératif de dimensionner le réseau de manière adéquate pour assurer une distribution efficace. Nous avons opté pour le PEHD en raison de sa durabilité et de son coût avantageux par rapport à d'autres matériaux.

IV.4 Perte de charge

La loi de perte de charge dans un tuyau est généralement décrite par l'équation de Darcy-Weisbach, qui est formulée comme suit :

$$\Delta P = \lambda * (L / D) * (\rho * V^2) / 2 \quad \text{.....IV.1}$$

Où :

- ΔP :est la perte de charge

- λ :est le coefficient de frottement de Darcy-Weisbach, qui dépend du type de tuyau et des conditions de l'écoulement.
- L :est la longueur du tuyau (m).
- D :est le diamètre hydraulique du tuyau en (m).
- ρ :est la densité du fluide en (kg/m³).
- V :est la vitesse du fluide en (m/s).

Voici un tableau des coefficients de frottement pour quelques matériaux courants :

Tableau IV-1 : coefficient de frottment selon le materiau

Matériau	Coefficient de Frottement (λ)
PVC	0,012 - 0,015
PEHD (Polyéthylène HD)	0,009 - 0,011
Fonte Ductile	0,02 - 0,03
Acier	0,02 - 0,04

Le réseau projeté implique une vaste quantité de modifications et une grande longueur de canalisations. L'ampleur du renouvellement sera donc significative sur le plan économique.

IV.5 calcul hydraulique du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants :
✓cas de pointe.
✓cas de pointe plus incendie.

IV.5.1.1 Débit entrant dans le réseau :

C'est le débit maximal consommé dans le réseau de distribution :

$$\boldsymbol{Q\ consomm\acute{e} = \sum Qri + \sum Qconcentr\acute{e}} \quad \ldots\ldots\ldots \textbf{IV.2}$$

- $\boldsymbol{Q\ consomm\acute{e}} = \boldsymbol{Qmaxh}$
- $\sum \boldsymbol{Q_{ri}}$: Somme des débits en routes dans chaque tronçon (l/s)
- $\sum \boldsymbol{Qconc}$: Somme des débits concentrés soutirés dans le réseau (l/s)
- Comme notre réseau ne contient pas de consommation concentrée, $\sum \boldsymbol{Qconcentr\acute{e}} = 0$, On aboutit à la relation suivante :
- $\boldsymbol{Q\ consomm\acute{e}} = \sum \boldsymbol{Q_{ri}}$

IV.5.1.2 Débit spécifique :

Dans les calculs, nous supposons une répartition uniforme des habitants le long du réseau de distribution, ainsi que des besoins uniformément répartis. En conséquence, le débit spécifique est évalué en utilisant la formule suivante :

$$qsp = \left(\frac{\sum Q_{ri}}{\sum Li}\right) = \frac{Qmaxh - \sum Qconc}{\sum Li} \text{.....IV.3}$$

- **qsp** : Débit spécifique (l/s/m) ;
- $Q\ consomm$é = $Qmaxh$
- $\sum Q_{ri}$: Somme des débits en routes dans chaque tronçon (l/s)
- $\sum Qconc$: Somme des débits concentrés soutirés dans le réseau (l/s)
- $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons assurant un service en route (ml)

IV.5.1.3 Débit route :

Le débit en route est la quantité d'eau uniformément répartie le long d'une section du réseau. Il est calculé à l'aide de la formule suivante.

$$\mathbf{Qr\ i = qsp * Li \text{.....IV.4}}$$

- **Qr i** : Débit en route dans le tronçon i (l/s).
- **qsp** : Débit spécifique (l/s/m).
- **Li** : Longueur du tronçon (m).

IV.5.1.4 - Débit aux nœuds :

Les débits nodaux sont équivalents à la moitié des débits dans les tronçons adjacents, et pour obtenir le débit nodal d'un nœud spécifique,

La formule suivante est mise en œuvre en prenant en compte les débits en route pour chaque tronçon :

$$Qn\ i = 0.5 * \sum Qr\ i + \sum Qconc \text{.....IV.5}$$

- ***Q ni*** : Débit au nœud i (l/s) .
- ***ΣQ ri :*** La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s) .
- ***ΣQconc :*** La somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

IV.5.2 Calcul des débits (horizon 2053) Cas de point

Dans le tableau ci-dessous, nous déterminons le débit spécifique en relation avec la longueur des canalisations du réseau et le débit de pointe.

Tableau IV-2: détermination débit spécifique

Cas de point (Horizon 2053)	**Q point(l/s) = ∑ Qri (l/s)**	**201.378 (l/s)**
	∑Li (m)	35173.32 m
	Qsp (l/s/ml)	0.005725 (l/s/ml)

IV.5.3 Calcul des débits (horizon 2053) Cas de point +incendie

Dans ce cas , le calcul est effectué de la même manière que dans le cas précédent, à une exception près : nous devons nous assurer que le débit d'incendie fourni par le réservoir, soit 17 l/s, équivalant à 120 m³ sur une période de 2 heures, est pris en compte.

Nous supposons que le point le plus défavorable est le nœud où la pression est la plus faible. Par conséquent, nous ajoutons un débit de 17 l/s à ce nœud. Ainsi, la demande aux autres nœuds reste inchangée (identique à celle du scénario de pointe), à l'exception du nœud sélectionné qui connaît la modification suivante :

Nœud choisie	**N 74**

Les calcul des débits en route et les débits aux nœuds (cas de pointe et cas de pointe + l'incendié) de réseau projeté d'un tableau (**annexe 10**)

IV.6 Résultats de la simulation hydraulique de réseau l'horizon 2053

Les vitesses et les pertes de charge dans le réseau de distribution pour deux cas, le cas de pointe et le cas de pointe avec incendie, sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau IV-3 : vitesses et pertes de charges dans le réseau projeté (2053)

					Cas de point			Cas de point +incendie		
tuyaux	**Longueur (m)**	**Nuoed départ et fin**	**Diamètre (mm)**	**Matériaux**	**Débit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**	**Débit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**
P-1	**7.204**	**N-9_N-44**	**315**	**PEHD**	**27.90**	**0.5345**	**0.0068**	**32.817**	**0.629**	**0.0091**
P-2	**359.289**	**N-4_N-14**	**125**	**PEHD**	**8.84**	**1.0778**	**3.7043**	**8.914**	**1.087**	**3.7596**
P-3	**875.144**	**N-72_N-84**	**200**	**PEHD**	**12.20**	**0.5803**	**1.6581**	**13.098**	**0.623**	**1.8861**
P-4	**44.096**	**N-4_N-3**	**250**	**PEHD**	**44.54**	**1.3547**	**0.2998**	**44.806**	**1.363**	**0.3032**
P-5	**478.601**	**N-5_N-86**	**110**	**PEHD**	**2.52**	**0.3967**	**0.9546**	**3.023**	**0.475**	**1.317**
P-6	**805.769**	**N-86_N-66**	**63**	**PEHD**	**1.13**	**0.5434**	**5.5562**	**0.541**	**0.261**	**1.4967**
P-7	**672.116**	**N-36_N-6**	**110**	**PEHD**	**2.46**	**0.3867**	**1.2758**	**2.347**	**0.369**	**1.1736**
P-8	**121.173**	**N-3_N-16**	**250**	**PEHD**	**38.17**	**1.1611**	**0.6206**	**38.407**	**1.168**	**0.6275**
P-9	**117.348**	**N-3_N-10**	**110**	**PEHD**	**5.55**	**0.8731**	**0.9625**	**5.591**	**0.879**	**0.9739**
P-10	**122.894**	**N-10_N-11**	**90**	**PEHD**	**3.69**	**0.8665**	**1.2718**	**3.716**	**0.873**	**1.2904**
P-11	**161.644**	**N-11_N-17**	**160**	**PEHD**	**9.79**	**0.7286**	**0.6065**	**9.88**	**0.735**	**0.6166**
P-12	**677.504**	**N-85_N-86**	**63**	**PEHD**	**1.96**	**0.947**	**12.7987**	**2.052**	**0.989**	**13.8346**
P-13	**87.362**	**N-13_N-12**	**125**	**PEHD**	**4.69**	**0.5712**	**0.2853**	**4.732**	**0.577**	**0.2904**
P-14	**37.099**	**N-13_N-12**	**125**	**PEHD**	**7.53**	**0.9174**	**0.2853**	**7.599**	**0.926**	**0.2904**
P-15	**158.936**	**N-12_N-14**	**160**	**PEHD**	**11.40**	**0.8484**	**0.7861**	**11.52**	**0.857**	**0.8012**
P-16	**40.514**	**N-17_N-15**	**110**	**PEHD**	**4.75**	**0.7461**	**0.2501**	**4.784**	**0.752**	**0.2536**

					Cas de point			Cas de point +incendie		
tuyaux	Longueur (m)	Nuoed départ et fin	Diamètre (mm)	Matériaux	Débit (L/s)	vitesse (m/s)	Perte de charge (m)	Débit (L/s)	vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
P-17	81.574	N-15_N-10	63	PEHD	0.95	0.4562	0.4153	0.953	0.459	0.4202
P-18	133.321	N-15_N-16	110	PEHD	4.53	0.7122	0.7572	4.562	0.717	0.7665
P-19	146.009	N-17_N-19	160	PEHD	6.04	0.4495	0.2294	6.093	0.453	0.2329
P-20	61.094	N-19_N-18	160	PEHD	6.63	0.4937	0.1135	6.686	0.498	0.1152
P-21	29.451	N-18_N-20	160	PEHD	6.89	0.513	0.0587	6.946	0.517	0.0595
P-22	137.234	N-16_N-2	250	PEHD	32.52	0.9892	0.524	32.723	0.995	0.5299
P-23	128.832	N-20_N-21	50	PEHD	0.37	0.2822	0.3782	0.369	0.282	0.3782
P-24	76.570	N-2_N-22	200	PEHD	24.01	1.142	0.4974	24.155	1.149	0.503
P-25	240.549	N-22_N-24	125	PEHD	8.68	1.0586	2.3989	8.746	1.066	2.4303
P-26	148.678	N-24_N-23	160	PEHD	11.11	0.827	0.7019	11.156	0.83	0.7069
P-27	494.253	N-24_N-25	160	PEHD	4.96	0.3689	0.5451	4.939	0.368	0.5414
P-28	347.713	N-23_N-26	63	PEHD	1.00	0.4798	1.9431	0.995	0.48	1.9431
P-29	55.858	N-23_N-27	160	PEHD	8.54	0.6353	0.1635	8.58	0.639	0.165
P-30	335.960	N-27_N-28	90	PEHD	2.06	0.4851	1.2251	2.083	0.49	1.2453
P-31	253.791	N-28_N-30	160	PEHD	15.35	1.142	2.1582	15.367	1.144	2.1636
P-32	252.405	N-30_N-29	125	PEHD	8.35	1.0183	2.3465	8.163	0.995	2.2505
P-33	194.182	N-30_N-31	200	PEHD	9.00	0.428	0.2126	9.209	0.438	0.2216
P-34	324.788	N-31_N-32	63	PEHD	0.93	0.4482	1.6086	0.93	0.448	1.6086
P-35	111.385	N-28_N-33	160	PEHD	15.40	1.1463	0.9535	15.443	1.149	0.958
P-36	310.351	N-33_N-34	90	PEHD	2.95	0.6941	2.1529	2.967	0.697	2.1711
P-37	289.021	N-27_N-34	90	PEHD	4.52	1.0632	4.3316	4.548	1.069	4.3745
P-38	161.664	N-34_N-70	110	PEHD	5.30	0.8327	1.2174	5.336	0.839	1.2334
P-39	323.701	N-70_N-40	75	PEHD	0.62	0.2097	0.3351	0.637	0.215	0.3505
P-40	118.435	N-40_N-35	90	PEHD	7.53	1.7688	4.5005	7.573	1.78	4.5536
P-41	477.040	N-35_N-36	63	PEHD	2.07	0.9959	9.8661	2.104	1.014	10.193
P-42	180.645	N-35_N-37	125	PEHD	11.81	1.4401	3.1635	11.899	1.451	3.2057
P-43	152.559	N-37_N-38	50	PEHD	0.44	0.3339	0.6009	0.436	0.334	0.6009
P-44	211.641	N-37_N-22	160	PEHD	13.81	1.0277	1.4845	13.895	1.034	1.5013
P-45	119.907	N-39_N-40	110	PEHD	6.54	1.0276	1.3223	6.602	1.038	1.3461
P-46	361.581	N-70_N-41	90	PEHD	3.85	0.9047	4.0472	3.897	0.916	4.1395
P-47	319.302	N-39_N-41	110	PEHD	5.28	0.8299	2.3898	5.344	0.84	2.4429
P-48	277.022	N-41_N-6	110	PEHD	6.39	1.0039	2.9293	6.5	1.022	3.0239
P-49	11.040	N-43_N-42	400	PEHD	110.42	1.3116	0.0404	121.766	1.446	0.0484
P-50	279.126	N-9_N-85	250	PEHD	18.17	0.5526	0.3695	18.604	0.566	0.3857
P-51	722.238	N-85_N-5	125	PEHD	11.40	1.3893	11.8442	11.747	1.432	12.5176
P-52	15.677	N-43_N-44	400	PEHD	90.59	1.0761	0.0399	96.254	1.143	0.0446
P-53	2.781	N-9_N-45	200	PEHD	8.90	0.4235	0.003	13.385	0.637	0.0062
P-54	819.043	N-45_N-46	315	PEHD	62.87	1.2044	3.4043	74.541	1.428	4.6595
P-55	239.394	N-47_N-48	250	PEHD	22.69	0.6903	0.4742	28.427	0.865	0.7146
P-56	500.300	N-48_N-49	63	PEHD	1.43	0.6901	5.3464	1.432	0.69	5.3464
P-57	118.994	N-48_N-50	200	PEHD	18.80	0.8946	0.4946	24.537	1.167	0.8043
P-58	469.474	N-50_N-51	63	PEHD	1.34	0.6477	4.4787	1.344	0.648	4.4787
P-59	37.793	N-50_N-53	200	PEHD	15.67	0.7454	0.1127	21.4	1.018	0.1989
P-60	467.411	N-53_N-52	63	PEHD	1.34	0.6448	4.4235	1.338	0.645	4.4235
P-61	555.250	N-53_N-66	160	PEHD	11.29	0.8406	2.6995	17.027	1.267	5.7092
P-62	174.752	N-46_N-54	250	PEHD	25.10	0.7634	0.4158	28.401	0.864	0.5208
P-63	49.597	N-54_N-55	125	PEHD	7.52	0.9163	0.3805	10.74	1.309	0.7292
P-64	679.908	N-55_N-56	63	PEHD	1.02	0.4893	3.9322	0.991	0.478	3.7677
P-65	262.499	N-55_N-57	200	PEHD	11.37	0.541	0.4382	14.571	0.693	0.6862
P-66	104.171	N-57_N-59	160	PEHD	7.09	0.5279	0.2179	6.996	0.521	0.2127
P-67	245.419	N-59_N-58	50	PEHD	0.70	0.5373	2.2378	0.702	0.537	2.2378

					Cas de point			Cas de point +incendie		
tuyaux	Longueur (m)	Nuoed départ et fin	Diamètre (mm)	Matériaux	Débit (L/s)	vitesse (m/s)	Perte de charge (m)	Débit (L/s)	vitesse (m/s)	Perte de charge (m)
P-68	310.315	N-59_N-60	160	PEHD	4.50	0.3351	0.2867	4.404	0.328	0.2761
P-69	396.492	N-57_N-61	200	PEHD	20.65	0.9823	1.9538	23.751	1.13	2.5243
P-70	417.412	N-61_N-62	160	PEHD	9.65	0.7184	1.5282	10.096	0.751	1.657
P-71	174.245	N-61_N-63	250	PEHD	33.13	1.0078	0.6882	36.676	1.116	0.8291
P-72	387.534	N-42_N-63	400	PEHD	52.95	0.629	0.3686	57.101	0.678	0.423
P-73	2.713	N-42_N-45	315	PEHD	56.32	1.079	0.0092	63.517	1.217	0.0115
P-74	494.099	N-54_N-64	250	PEHD	30.56	0.9295	1.6834	37.084	1.128	2.3992
P-75	49.934	R-1_N-43	450	Acier	201.24	1.2653	0.1174	218.24	1.372	0.1364
P-76	32.752	N-20_N-2	160	PEHD	7.81	0.5812	0.0817	7.862	0.585	0.0827
P-77	16.620	N-11_N-13	160	PEHD	12.61	0.9388	0.0988	12.735	0.948	0.1005
P-78	101.859	N-44_N-4	315	PEHD	62.34	1.1943	0.4169	63.081	1.208	0.4261
P-79	1,070.713	N-6_N-7	110	PEHD	3.07	0.4818	3.0121	3.065	0.482	3.0121
P-80	388.246	N-4_N-81	160	PEHD	6.40	0.4764	0.6771	6.803	0.506	0.7554
P-81	128.262	N-33_N-80	200	PEHD	10.88	0.5173	0.1975	10.901	0.519	0.1984
P-82	98.926	N-46_N-47	250	PEHD	34.64	1.0536	0.4239	43.012	1.308	0.6308
P-83	248.640	N-63_N-82	200	PEHD	17.50	0.8324	0.9068	18.104	0.861	0.9648
P-84	163.586	N-82_N-8	200	PEHD	20.60	0.98	0.8035	21.61	1.028	0.8768
P-85	530.983	N-8_N-62	200	PEHD	8.33	0.3961	0.5061	9.526	0.453	0.6444
P-86	244.556	N-64_N-68	200	PEHD	10.22	0.486	0.3363	17.36	0.826	0.8787
P-87	594.524	N-68_N-65	200	PEHD	15.41	0.7332	1.7205	25.197	1.199	4.2193
P-88	582.204	N-64_N-72	160	PEHD	11.73	0.8733	3.0352	11.598	0.863	2.9711
P-89	306.115	N-5_N-36	90	PEHD	4.56	1.0717	4.6523	4.409	1.036	4.3774
P-90	268.211	N-67_N-66	160	PEHD	5.50	0.4095	0.3569	11.822	0.88	1.4177
P-91	341.169	N-67_N-65	200	PEHD	9.42	0.4482	0.4056	19.088	0.908	1.4574
P-92	589.862	N-47_N-68	160	PEHD	9.29	0.6911	2.0116	11.928	0.888	3.1679
P-93	468.543	N-65_N-69	63	PEHD	1.97	0.9497	8.8771	2.089	1.007	9.8662
P-94	866.920	N-69_N-84	63	PEHD	1.15	0.5531	6.2407	1.503	0.724	10.1071
P-95	604.148	N-64_N-71	110	PEHD	3.10	0.487	1.7334	2.615	0.411	1.2804
P-96	699.616	N-71_N-72	160	PEHD	6.64	0.494	1.3017	7.675	0.571	1.6907
P-97	352.192	N-69_N-73	63	PEHD	1.71	0.8255	5.1965	1.239	0.597	2.9095
P-98	418.703	N-73_N-1	160	PEHD	6.97	0.5187	0.8509	5.951	0.443	0.6406
P-99	470.280	N-1_N-74	160	PEHD	9.51	0.708	1.676	8.495	0.632	1.3656
P-100	405.364	N-74_N-67	200	PEHD	12.02	0.5718	0.7481	28.005	1.332	3.4932
P-101	601.199	N-62_N-75	200	PEHD	13.54	0.6443	1.3781	15.186	0.722	1.6953
P-102	292.877	N-76_N-77	160	PEHD	6.24	0.4646	0.488	6.269	0.467	0.4917
P-103	252.476	N-77_N-78	125	PEHD	4.68	0.5706	0.8232	4.707	0.574	0.8314
P-104	412.432	N-78_N-70	110	PEHD	2.78	0.4366	0.9729	2.804	0.441	0.9893
P-105	165.548	N-76_N-79	160	PEHD	7.56	0.5623	0.3889	7.581	0.564	0.3913
P-106	432.929	N-79_N-80	200	PEHD	9.27	0.4409	0.4999	9.295	0.442	0.5024
P-107	211.349	N-8_N-29	200	PEHD	9.68	0.4605	0.264	9.491	0.451	0.2547
P-108	147.660	N-25_N-31	200	PEHD	11.84	0.5631	0.265	12.047	0.573	0.2735
P-109	22.175	N-25_N-14	200	PEHD	18.69	0.8893	0.0912	18.887	0.898	0.0929
P-110	876.545	N-71_N-75	160	PEHD	9.78	0.7279	3.283	11.301	0.841	4.2671
P-111	267.006	N-56_N-60	63	PEHD	1.70	0.8173	3.8657	1.72	0.829	3.9652
P-112	119.774	N-75_N-60	63	PEHD	0.81	0.3906	0.448	0.688	0.332	0.3392
P-113	175.700	N-81_N-82	160	PEHD	4.79	0.3562	0.182	5.189	0.386	0.2103
P-114	513.988	N-83_N-73	63	PEHD	1.58	0.7608	6.5448	1.034	0.498	3.0748
P-115	1,077.84	N-84_N-83	90	PEHD	2.98	0.7001	7.5889	3.523	0.828	10.2724

Les charges et les pressions dans le réseau de distribution sont répertoriées dans le tableau pour deux scénarios : le cas de pointe et le cas de pointe avec incendie.

Tableau IV-4 :Les Charges et les pressions dans le réseau projeté (2053)

		cas de point			cas point + d'incendie		
nœud	**Altitude (m)**	**Demande (L/s)**	**Charge (m)**	**Pression (bars)**	**Demande (L/s)**	**Charge (m)**	**Pression (bars)**
N-1	30.47	2.545	54.44	2.3497	2.544	45.81	1.5035
N-2	28.77	0.706	62.98	3.3536	0.706	62.93	3.3488
N-3	26.91	0.809	64.13	3.6480	0.809	64.09	3.6445
N-4	26.88	2.558	64.43	3.6797	2.557	64.39	3.6765
N-5	27.03	4.314	52.62	2.5087	4.314	51.91	2.4386
N-6	33.94	5.782	46.69	1.2497	5.782	46.36	1.2165
N-7	31.5	3.065	43.68	1.1940	3.065	43.34	1.1608
N-8	24.37	2.594	62.76	3.7634	2.593	62.55	3.7426
N-9	27	0.828	64.84	3.7085	0.827	64.81	3.7059
N-10	27.5	0.922	63.16	3.4958	0.921	63.12	3.4911
N-11	27.38	0.862	61.89	3.3826	0.862	61.83	3.3761
N-12	27.08	0.811	61.51	3.3740	0.811	61.43	3.3669
N-13	27.3	0.404	61.79	3.3809	0.403	61.72	3.3743
N-14	26.25	1.547	60.72	3.3791	1.547	60.63	3.3704
N-15	27.95	0.731	62.75	3.4108	0.731	62.70	3.4057
N-16	27.98	1.122	63.51	3.4817	1.121	63.46	3.4775
N-17	28.03	0.997	62.50	3.3781	0.996	62.44	3.3726
N-18	28.81	0.260	62.84	3.3357	0.259	62.79	3.3307
N-19	27.97	0.593	62.73	3.4072	0.593	62.68	3.4020
N-20	28.93	0.548	62.90	3.3299	0.547	62.85	3.3250
N-21	28.72	0.369	62.52	3.3126	0.369	62.47	3.3077
N-22	28.83	1.514	62.48	3.2984	1.513	62.43	3.2930
N-23	27.23	1.581	59.38	3.1519	1.581	59.29	3.1430
N-24	27.09	2.529	60.09	3.2338	2.529	60.00	3.2253
N-25	26.13	1.901	60.63	3.3820	1.901	60.54	3.3732
N-26	26.86	0.996	57.44	2.9971	0.995	57.35	2.9882
N-27	27.22	1.949	59.22	3.1365	1.949	59.13	3.1275
N-28	27.91	2.007	57.99	2.9484	2.007	57.88	2.9374
N-29	24.36	1.328	62.50	3.7386	1.327	62.30	3.7186
N-30	27.05	2.005	60.15	3.2442	2.005	60.05	3.2336
N-31	26.62	1.909	60.37	3.3072	1.908	60.27	3.2976
N-32	28.49	0.930	58.76	2.9665	0.93	58.66	2.9569
N-33	27.21	1.575	57.04	2.9235	1.574	56.92	2.9120
N-34	27.33	2.179	54.89	2.7012	2.179	54.75	2.6879
N-35	29.72	2.222	57.84	2.7561	2.221	57.72	2.7449
N-36	29.46	4.166	47.97	1.8144	4.166	47.53	1.7712
N-37	30.55	1.560	61.00	2.9847	1.559	60.93	2.9777
N-38	31.39	0.437	60.40	2.8432	0.436	60.33	2.8362
N-39	28.53	1.258	52.01	2.3015	1.257	51.82	2.2828
N-40	27.93	1.609	53.34	2.4902	1.609	53.17	2.4738

		cas de point			cas point + d'incendie		
nœud	**Altitude (m)**	**Demande (L/s)**	**Charge (m)**	**Pression (bars)**	**Demande (L/s)**	**Charge (m)**	**Pression (bars)**
N-41	31.34	2.742	49.62	1.7925	2.742	49.38	1.7686
N-42	27	1.149	64.84	3.7091	1.149	64.82	3.7065
N-43	27	0.220	64.88	3.7131	0.219	64.86	3.7112
N-44	26.97	0.357	64.84	3.7118	0.357	64.82	3.7095
N-45	27	2.361	64.83	3.7082	2.36	64.80	3.7053
N-46	26.48	3.128	61.43	3.4260	3.128	60.14	3.3001
N-47	26.19	2.657	61.00	3.4121	2.657	59.51	3.2660
N-48	27.56	2.458	60.53	3.2320	2.458	58.80	3.0622
N-49	25.31	1.432	55.18	2.9277	1.432	53.45	2.7580
N-50	28.9	1.793	60.04	3.0517	1.792	57.99	2.8516
N-51	25.09	1.344	55.56	2.9858	1.344	53.52	2.7857
N-52	25.39	1.338	55.50	2.9512	1.338	53.37	2.7426
N-53	29.51	3.036	59.92	2.9812	3.035	57.80	2.7727
N-54	23.74	2.057	61.01	3.6533	2.057	59.62	3.5171
N-55	24.52	2.840	61.39	3.6138	2.84	60.35	3.5118
N-56	22.67	2.711	57.46	3.4099	2.711	56.58	3.3240
N-57	23.89	2.185	61.83	3.7187	2.184	61.04	3.6410
N-58	23	0.703	59.38	3.5654	0.702	58.59	3.4882
N-59	23.17	1.889	61.61	3.7681	1.889	60.83	3.6909
N-60	22.46	1.996	61.33	3.8093	1.996	60.55	3.7331
N-61	24.59	2.829	63.79	3.8413	2.829	63.56	3.8195
N-62	22.31	4.436	62.26	3.9152	4.436	61.91	3.8808
N-63	25.15	2.321	64.47	3.8547	2.32	64.39	3.8467
N-64	23.55	5.511	59.33	3.5066	5.51	57.22	3.3003
N-65	26	4.020	57.27	3.0649	4.02	52.13	2.5604
N-66	28.26	4.664	57.22	2.8390	4.664	52.09	2.3354
N-67	27.37	2.905	56.87	2.8911	2.905	50.67	2.2836
N-68	23.82	4.091	58.99	3.4472	4.09	56.35	3.1877
N-69	25.97	4.831	48.40	2.1984	4.831	42.26	1.5971
N-70	29.06	3.605	53.67	2.4122	3.605	53.52	2.3974
N-71	22.57	6.242	57.60	3.4333	6.241	55.94	3.2714
N-72	23.85	6.175	56.29	3.1797	6.174	54.25	2.9796
N-73	27.95	3.678	53.59	2.5137	3.678	45.17	1.6882
N-74	30.01	2.507	56.12	2.5593	19.51	47.18	1.6827
N-75	20.89	4.573	60.88	3.9195	4.573	60.21	3.8541
N-76	27.89	1.313	55.95	2.7511	1.312	55.83	2.7390
N-77	27.79	1.562	55.47	2.7130	1.561	55.34	2.7006
N-78	27.63	1.904	54.64	2.6482	1.903	54.51	2.6349
N-79	25.91	1.714	56.34	2.9827	1.713	56.22	2.9708
N-80	25.55	1.607	56.84	3.0673	1.606	56.73	3.0557
N-81	25.99	1.615	63.75	3.7014	1.614	63.64	3.6905
N-82	24.52	1.684	63.57	3.8275	1.683	63.43	3.8138
N-83	28.29	4.557	47.05	1.8381	4.557	42.09	1.3527
N-84	26	8.072	54.64	2.8068	8.072	52.37	2.5844
N-85	24.7	4.806	64.47	3.8980	4.806	64.42	3.8939
N-86	27.7	5.616	51.67	2.3491	5.616	50.59	2.2434

Interprétation :

Après avoir redimensionné le réseau de distribution d'eau de la ville de Ben Choubène en utilisant des conduites en PEHD PN16, il est observé que la répartition des vitesses se situe entre 0,3 et 1,7 m/s, ce qui est conforme aux normes acceptables. Les vitesses dans les tuyaux sont maintenues à un minimum de 0,3 m/s pour prévenir la formation de dépôts et à un maximum de 1,5 m/s pour éviter les vibrations. De plus, les pressions obtenues varient entre 1 bar et 4 bars (10 mètres - 40 mètres), ce qui est suffisant pour répondre aux besoins de la région tout en respectant les normes admissible .

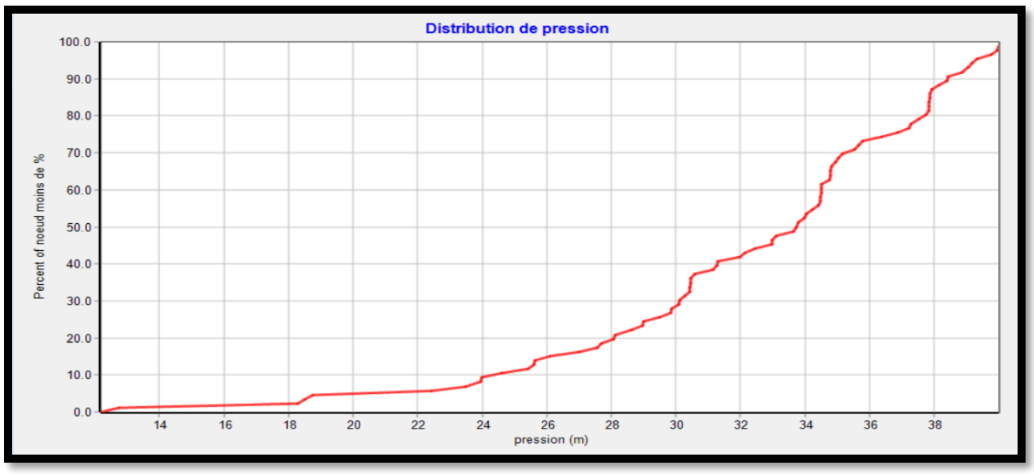


Figure IV-5 : distribution des pressions dans le réseau

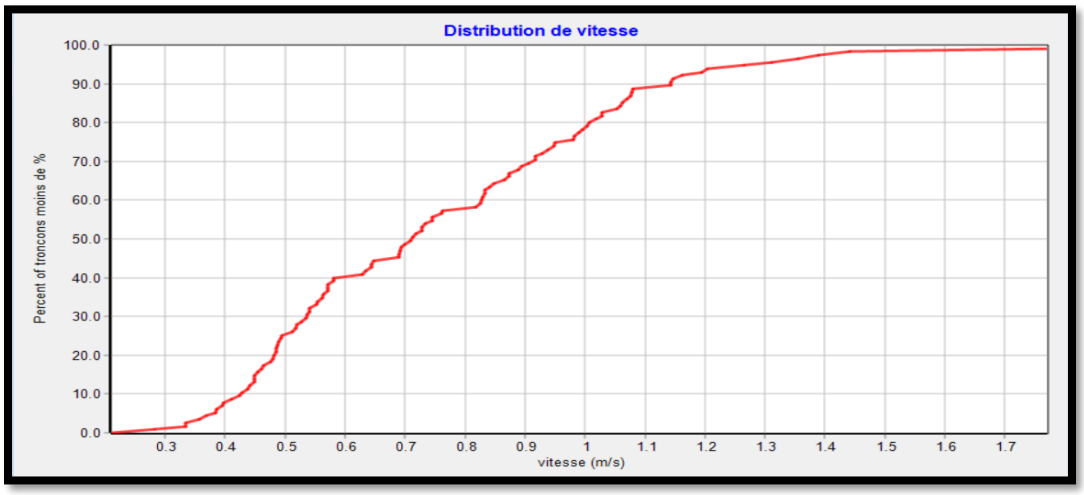


Figure IV-6 : distribution des vitesses dans le réseau

IV.7 Conclusion :

La nouvelle conception et la restructuration que nous avons réalisées, y compris l'utilisation de matériaux protéiques comme matériau de base pour les canalisations de différents diamètres, ont atteint notre objectif commun de répartir les débits et les pressions de manière appropriée et avec des valeurs acceptables sur l'ensemble du réseau dans afin d'alimenté l'eau potable a la région et ses habitants. Ainsi, nous avons réalisé l'une des premières étapes d'une étude correcte : rétablir un nouveau réseau sur le terrain en fonction de ces valeurs obtenues.

V. Chapitre 5 : Réservoir de stockage.

V.1 INTRODUCTION

Les réservoirs et châteaux d'eau jouent un rôle vital dans la gestion de notre approvisionnement en eau potable. Puisqu'il est conçu pour stocker l'eau provenant de différentes sources de traitement et agissent comme une connexion entre ces sources et les gens qui utilisent l'eau pour boire, l'industrie, l'agriculture et d'autres besoins.

Dans ce chapitre, on nous concentrera sur l'étude et l'analyse de l'état des réservoirs dans notre zone urbaine. Nous allons vérifier s'ils peuvent fournir suffisamment d'eau pour nos besoins futurs jusqu'en 2053. Nous chercherons également des solutions aux problèmes éventuels dans nos réservoirs et évaluerons les différentes situations qu'ils peuvent rencontrer pendant leur utilisation.

V.2 FONCTIONS DES RESERVOIRS

Les réservoirs d'eau potable jouent un rôle important dans les systèmes d'alimentation en eau potable. Ils sont indispensables pour garantir un approvisionnement fiable et efficace, en assurant notamment la régulation du débit et de la pression, et en fournissant une réserve d'eau en cas d'imprévus.

Voici les principaux rôles des réservoirs d'eau potable, présentés : [2]

- Pour atteindre une plus grande efficacité, les réservoirs doivent être situés de manière appropriée, à un niveau supérieur au réseau de distribution, afin de permettre une distribution gravitaire. Leur emplacement doit également être stratégique, à proximité des centres de consommation, pour assurer une distribution efficace.et de réguler la pression dans le réseau
- Les réservoirs d'eau sont conçus pour être bien protégés contre la pollution de l'eau. Ils sont fabriqués avec des matériaux spécialisés qui ne modifient ni n'affectent l'eau
- Les réservoirs d'eau potable remplissent également un rôle de sécurité, en fournissant une réserve d'eau en cas d'incendie ou de panne du réseau d'alimentation. pour d'assurer un approvisionnement continu en eau pour les besoins de la population.
- En fin, les réservoirs d'eau potable offrent plusieurs avantages économiques et techniques, tels que la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas, ou la simplification de l'exploitation du réseau.

V.3 Classification d'un réservoir :

Les réservoirs peuvent être classés de différentes façons selon le critère retenu [4] :

- **Par rapport au sol :**

✓ Réservoirs posés sur le sol.

- ✓ Réservoir légèrement enterrés (semi-enterré).
- ✓ Réservoirs surélevés (château d'eau).
- ✓ Réservoirs souterrains.

- **Par leur forme :**

- ✓ Circulaire : le plus économique.
- ✓ Rectangulaire, carré, ou de forme irrégulière : si la considération d'encombrement est prépondérante (ex : nécessité de loger le volume maximal dans la surface disponible).

- **Par les matériaux de construction utilisés :**

- ✓ Maçonnerie
- ✓ Béton armé
- ✓ Béton précontraint
- ✓ Acier
- ✓ Plastiques

- **Situation par rapport à la distribution :**

- ✓ Réservoir en charge sur le réseau
- ✓ Réservoir nécessitant une surpression

- **Selon le type d'usage**
- ✓ Réservoirs principaux d'accumulation et de stockage.
- ✓ Réservoirs d'équilibres.
- ✓ Réservoirs de transits

V.4 Exigences techniques à satisfaire dans la construction d'un réservoir [4] :

- **Résistance :** Le réservoir doit, dans toutes ses parties, équilibrer les efforts auxquels il est soumis.
- **Etanchéité :** Il doit constituer pour le liquide qu'il contient un volume clos sans fuite. Il doit donc être étanche.
- **Durabilité :** Le réservoir doit durer dans le temps, c'est-à-dire que le matériau dont il est constitué, doit conserver ses propriétés initiales après un contact prolongé avec le liquide qu'il est destiné à contenir.

V.5 Les équipements des réservoirs

V.5.1 Conduite d’arrivée

La conduite d’arrivée peut être de deux types, soit en refoulement, soit en gravitaire. Il est préférable que l'arrivée se fasse dans la cuve en siphon noyé ou par le bas, idéalement à l'opposé de la conduite de départ, afin de favoriser un meilleur brassage et Faciliter le renouvellement de l'eau en générant des perturbations et en favorisant un écoulement en forme de rouleaux. Lorsqu'elle atteint le réservoir, elle doit être capable de se fermer automatiquement lorsque la cuve atteint son niveau maximal. Dans le cas d'une alimentation gravitaire, cette fermeture est réalisée à l'aide d'un robinet flotteur, tandis que dans le cas d'un refoulement, un dispositif est utilisé pour arrêter le moteur. [2]

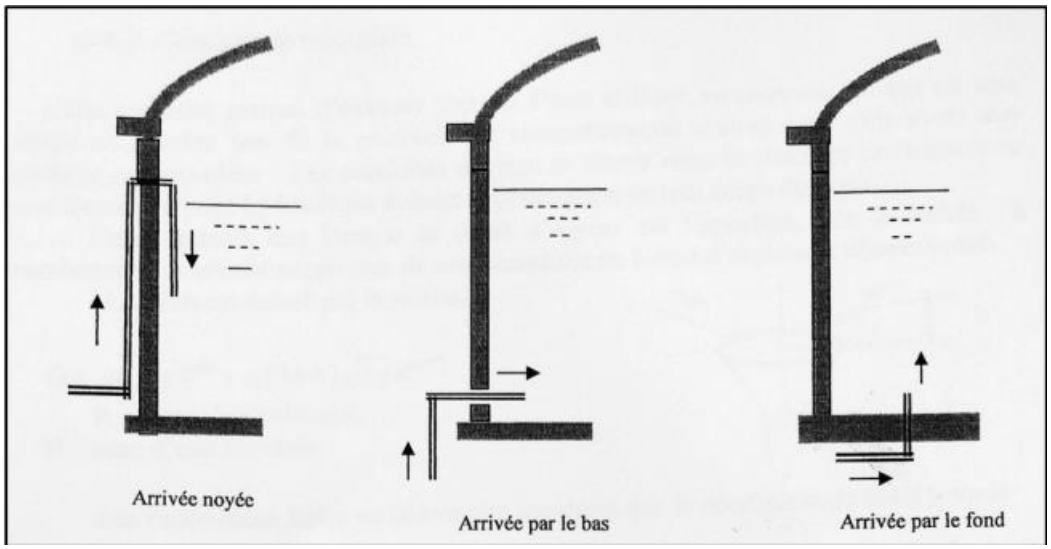


Figure V-1 :Installation de la conduite d’arrivée [2]

V.5.2 Conduite de départ

La conduite de départ ou la conduite de distribution est positionnée de manière opposée par rapport à la conduite d'arrivée, avec un écart d'environ 15 à 20 cm au-dessus du radier pour prévenir l'introduction de particules en suspension.

À son extrémité, une crépine courbée est installée pour empêcher la formation de vortex, c'est-à-dire la pénétration d'air dans la conduite. De plus, une vanne à survitesse qui est un dispositif de fermeture rapide, est intégrée à cette conduite pour réagir promptement en cas de rupture à cet endroit. [2]

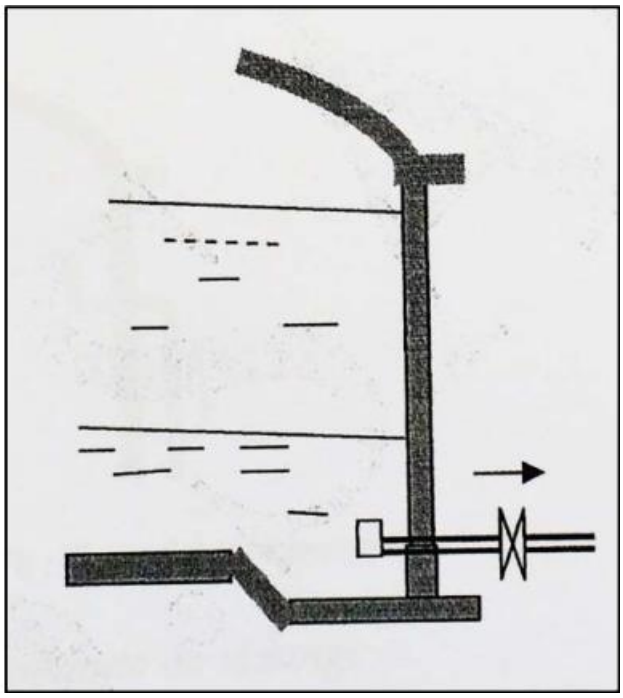


Figure V-2 :2 Installation de la conduite de départ [2]

V.5.3 Conduite de trop-plein

Cette conduite a pour but de prévenir le dépassement du niveau maximal de l'eau, en évacuent l'excès arrivé au réservoir. L'extrémité de cette conduite doit adopter une forme en siphon pour prévenir l'entrée de substances nuisibles dans la cuve. Dans le cas où le réservoir est compartimenté, chaque cuve doit avoir une conduite trop-plein. [2]

V.5.4 Conduite de vidange

Comme le nom indique elle permet la vidange du réservoir en cas de nécessité de nettoyage ou de réparation, elle doit débuter au point le plus bas du radier. Cette conduite est équipée d'un robinet-vanne et est habituellement raccordée à la conduite de trop-plein. Il est essentiel de procéder au nettoyage du robinet-vanne après chaque vidange afin d'éviter l'accumulation de dépôts de sable. [2]

V.5.5 Conduite by-pass

Cette conduite relie la conduite d'arrivée et la conduite de départ dans cas d'un réservoir unique non compartimenté, afin d'éviter toute interruption de la distribution lors d'opérations de nettoyage ou de réparation du réservoir. [2]

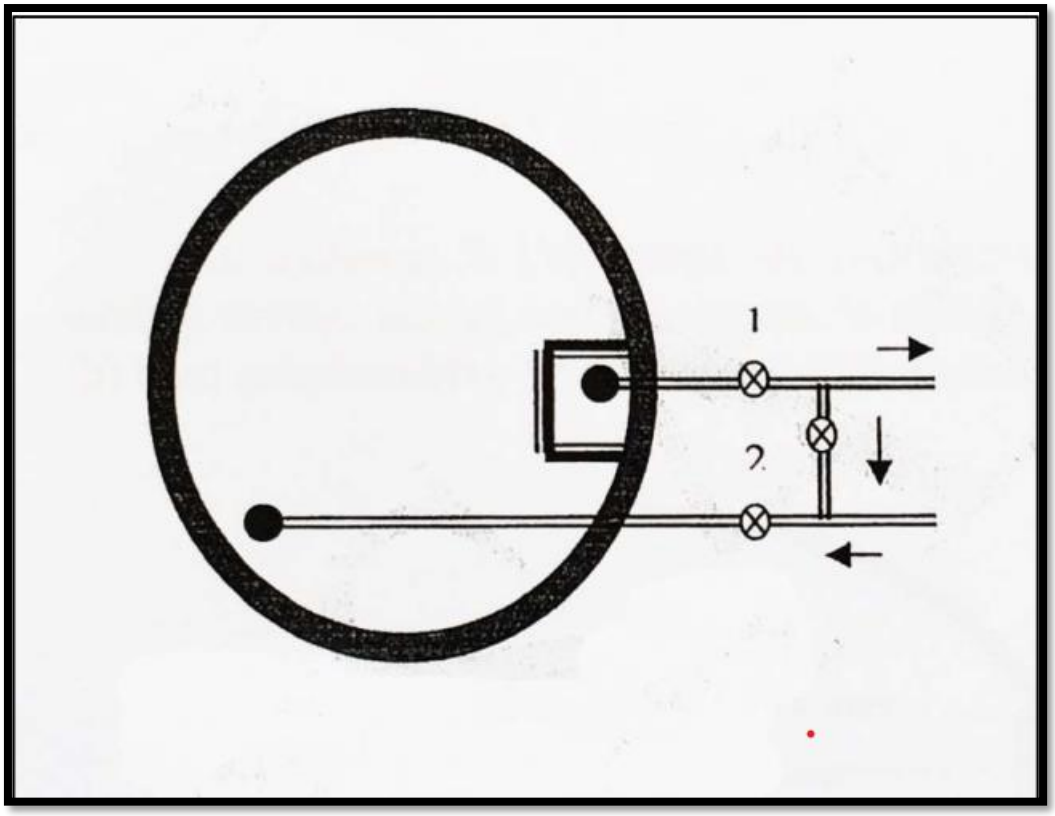


Figure V-3:Installation de la conduite by-pass [2]

V.5.6**Robinets-vannes :**

Dans chaque canalisation (arrivée, départ, vidange…) un robinet-vanne doit être prévu pour pouvoir effectuer le sectionnement de chacune de ces conduites en cas de besoin.

V.5.7**Tuyauterie :**

Pour la protection de la tuyauterie contre la corrosion, celle-ci doit être galvanisée.

V.5.8**Tampon de visite :**

Il permet de visiter périodiquement l'ouvrage.

V.5.9La chambre des vannes :

Rares sont les réservoirs au sol qui ne comportent pas un petit local accolé, la chambre des vannes, dans lequel se feront les pénétrations des diverses canalisations-refoulement, distribution, trop-plein, vidange- dans la cuve (ce qui permet d'ailleurs de surveiller l'étanchéité à ce niveau), à partir duquel on accèdera à la cuve elle-même, tout accès direct par le dessus, par exemple, étant ainsi éliminé. On peut y faire des prélèvements d'eau dans de bonnes conditions sanitaires, y installer un dispositif de comptage ou de chloration.

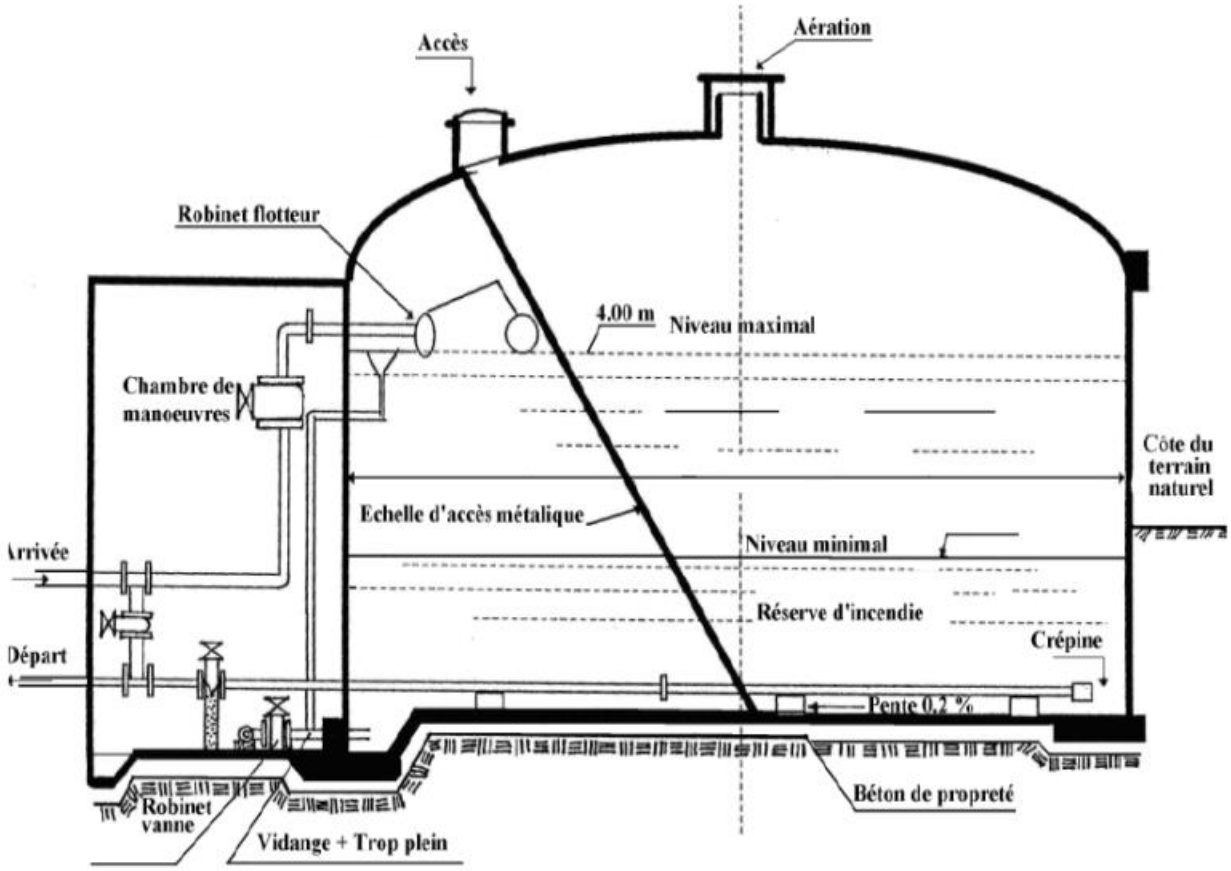


Figure V-4:schéma représentative d'un réservoir

V.6 Matérialisation de la réserve d’incendie

V.6.1 Système à siphon

Le siphon est conçu de manière à se désamorcer dès que le niveau de la réserve est atteint, grâce à la présence d'un évent. Cela garantit que le renouvèlement de la réserve, en assurant sa disponibilité en permanence.

V.6.2 Système à deux prises

Ce système est rarement utilisé en raison d'un inconvénient majeur : la présence d'une zone morte où la réserve de sécurité n'est pas convenablement renouvelée.

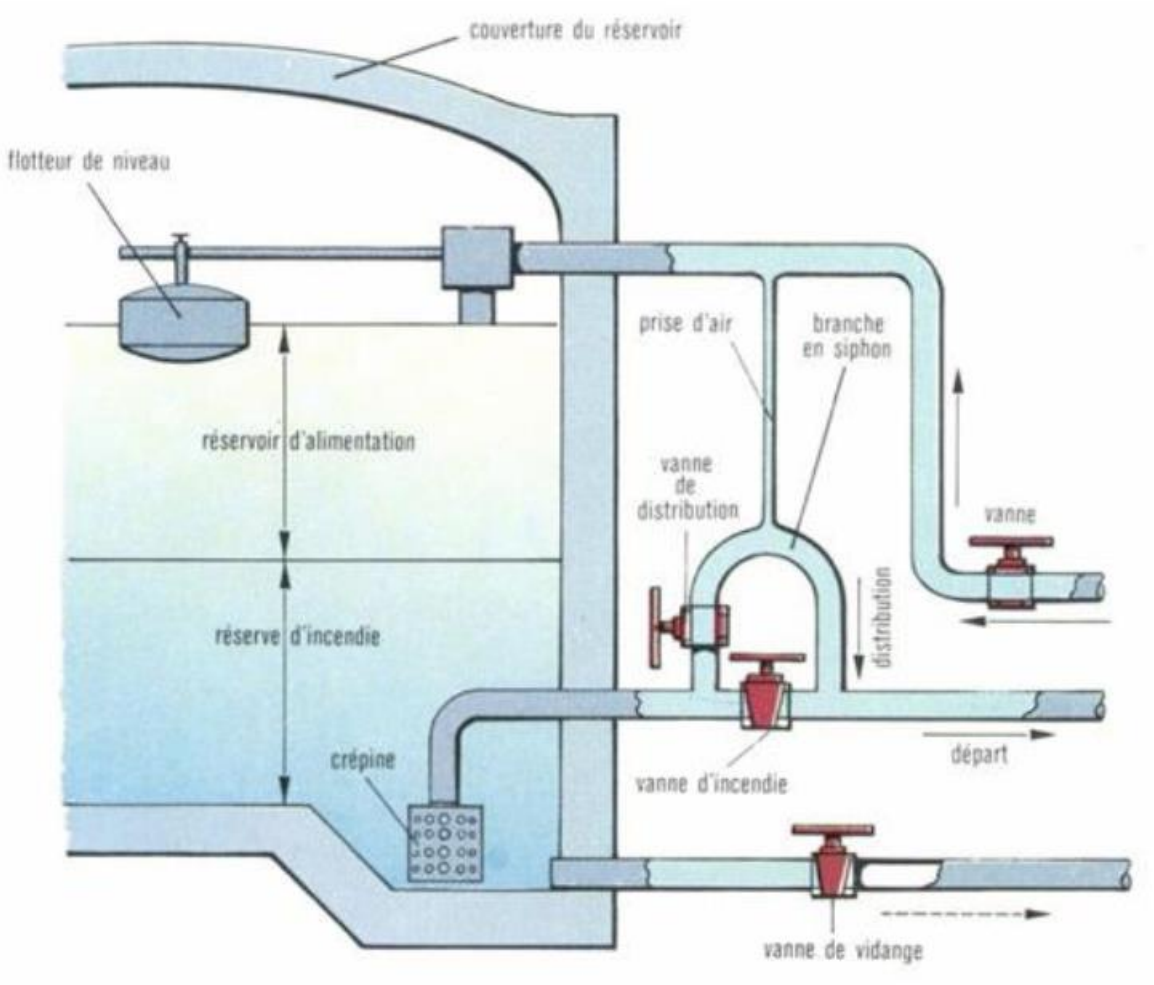


Figure V-5 :Equipement d’un réservoir d’eau potable (source : Dimensionnement d’un Réservoir en Béton armé , Bensaid.K et al ,2016)

V.7 DETERMINATION DU VOLUME DES RESERVOIRS

Suite à une analyse diagnostique complète effectuée par la société SEAAL au cours des dernières années, une décision stratégique nécessaire a été prise pour remédier aux lacunes de l'infrastructure de l'alimentation en eau potable de notre région. Cette décision découle de la constatation de l'insuffisance du réservoir actuel d'eau, qui atteint actuellement une hauteur de seulement 15 mètres et capacité de 500 m³ (CR :39.70 ; CTP :46.10) , et de son incapacité à répondre efficacement à la demande croissante. De plus, son incapacité à maintenir une pression d'eau adéquate a entraîné des interruptions fréquentes affectant négativement le secteur de la station de pompage.

En réponse à ce besoin pressant d'amélioration, un plan précis a été élaboré pour lancer une initiative distinctive visant la construction d'un nouveau réservoir d'eau et l'installation de la station de pompage associée, comme illustré dans le schéma ci-dessous.

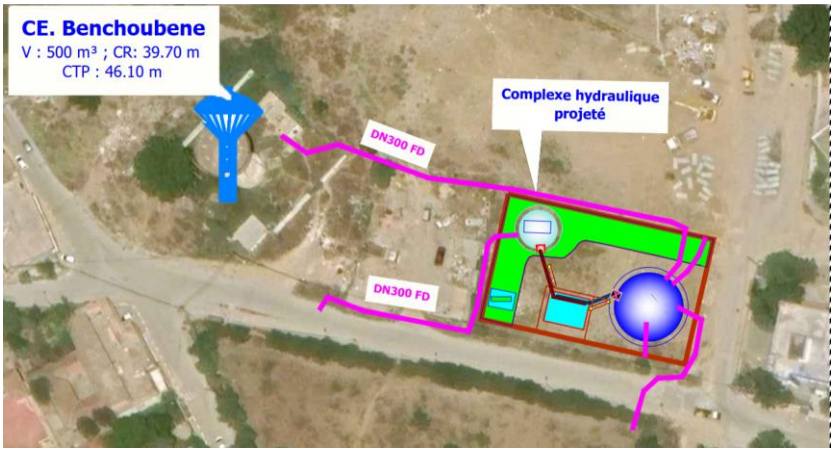


Figure V-6:: implantation du complexe hydraulique projeté

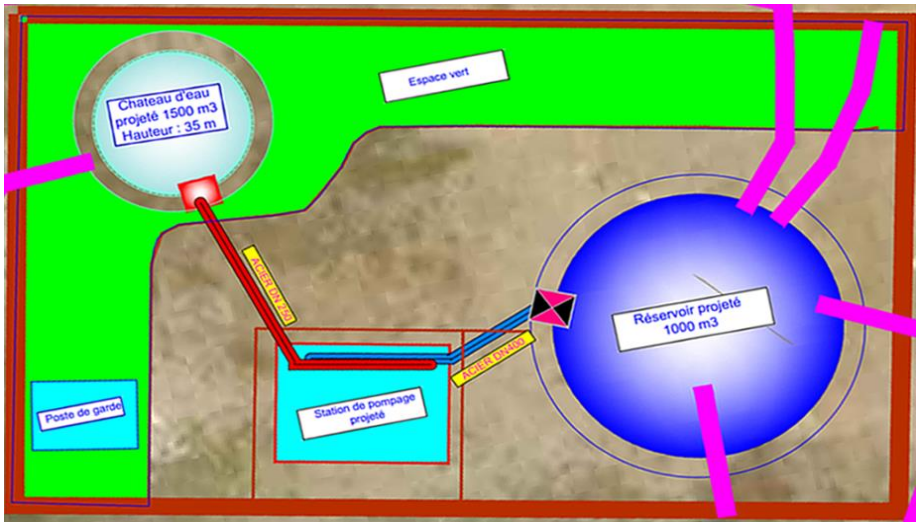


Figure V-7: Implantation du RV, CE et SP projetés.

Cette initiative vise à corriger les lacunes actuelles du système d'alimentation en eau et à garantir une réponse efficace aux besoins de notre région en développement sur le plan de l'alimentation en eau.

Dans ce contexte, le chapitre comportera une évaluation détaillée de l'adéquation du nouveau réservoir, qui atteindra une hauteur de plus de 35 mètres, en collaboration avec l'équipement de la station de pompage et d'autres facteurs pertinents. Une analyse approfondie inclura les taux de consommation d'eau prévus, les variations de la demande en eau à différentes heures, ainsi que la compatibilité de l'équipement de la station de pompage avec cette augmentation de la capacité. Si des ajustements supplémentaires ou des améliorations sont nécessaires, ces aspects seront soigneusement examinés, et des recommandations seront formulées.

Notre objectif final est de garantir un système d'alimentation en eau efficace et durable capable de répondre aux besoins de la région de manière fiable à court terme. Cela vise à améliorer la qualité de vie des habitants de la région et à soutenir leur croissance durable.

V.8 Calcul du volume du réservoir :

Pour le bon fonctionnement de notre réseau, il est nécessaire que les réservoirs d'eau responsables de la distribution totale aient une capacité suffisante, en tenant compte la différence de la quantité de consommation quotidienne dans la région et du rythme d'approvisionnement des différentes sources d'eau. Où sera déterminé La limite maximale des résidus Ce qui nous aidera à déterminer les spécifications optimales pour le réservoir, afin d'éviter une défaillance totale du réservoir.

V.8.1 Méthode analytique :

Cette méthode calcule la différence entre les débit entrants et sortants du réservoir sous forme de tableau à différentes heures de la journée, car les taux de consommation variant en fonction du temps dans la région.

Le volume total est calculé en utilisant la formule suivante :
Vt = Vr+ Vinc

Vt : capacité totale du réservoir (m^3).
Vinc : volume d'incendie estimé à 120 (m^3).
Vr : capacité de résiduelle du réservoir (m^3).

La capacité résiduelle se détermine à l'aide de la formule suivante :

$$\boldsymbol{Vr} = \frac{\boldsymbol{\alpha \times Qmaxj}}{\mathbf{100}}\ m^3 \text{.....} \quad \text{V.1}$$

Vr : capacité de résiduelle du réservoir (m^3) ;
α: fraction horaire du débit maximum journalier (%) calculer par: $|\Delta V+| + |\Delta V-|$
$\Delta V+$: excès max pendant les différentes heures de la journée ;
$\Delta V-$: déficit max pendant les différentes heures de la journée
$\boldsymbol{Qmaxj}$: La consommation maximale journalière (m^3/j)

V.9 Bilan hydraulique :

Les sources d'eau de la zone, en majorité issues de forages, sont-elles suffisantes pour répondre à nos besoins ? Depuis quand existe-t-il un plan visant à ajouter de nouveaux forages ou à modifier les débits pompés depuis ces sources (voir annexe 2) ? Nous avons entrepris de vérifier la suffisance des sources d'eau actuelles pour nos besoins.

Tableau V-1 les caractéristiques des forages

	Forages	Alimentation Avale	Q. exploitation m³/h instantané	Heures fonctionnement (h/j)	Production journalière en m³
existate	F 1 Benchoubène	CE_Benchoubene	45	19	855
	F 2 Benchoubène	CE_Benchoubene	40	23	920
	F 3 Benchoubène	CE_Benchoubene	66	23	1518
	F 01 Mouatssa	CE_Benchoubene	90	21	1890
	F 02 Mouatssa	CE_Benchoubene	90	12	1080
	F14 Rouiba	CE_Benchoubene	36	21	756
	F15 Rouiba	CE_Benchoubene	28	21	588
	F18 Rouiba	CE_Benchoubene	23	12	276
nouvaux	F4 Benchoubène	CE_Benchoubene	90	23	2070
	F 7 Benchoubène	CE_Benchoubene	72	23	1656
	Total de production des forages				11609

Nous notons que d'après l'annexe, les débits des forages F01 Mouatsaa et F02 Mouatsaa ont été modifiés pour atteindre un nouveau débit de 90 m³/h. Le total des eaux disponibles depuis les forages en tant que source d'eau est maintenant de 11 609 m³/jour. Après cela, nous vérifierons si cela est suffisant, suivi le tableau :

Tableau V-2 : Bilan hydraulique entre les besoins et les sources d'eau

Désignation	Actuel 2023	2053
Consommation de pointe (m^3/j)	7693.707	11599.383
Ressources disponibles (m^3/j)	11609	
L'excès (m^3/j)	3915.293	9.617
Déficit (m^3/j)	0	0
Déficit (L/s)	0	0

Les sources d'eau de la région est sufficit pour alimenté notre ville a le future 2053

Le futur plan que les institutions concernées ont décidé de concevoir pour résoudre les problèmes de ressources en eau et de stockage dans la région de Ben Choubène se décline comme suit :

a. partie production

La consistance des travaux pour la partie production est la suivante :

- Elimination du refoulement distributif par le vannage existant.
- Réalisation des déférents travaux de raccordements
- Réalisation d'un Réservoir semi enterré 1000 m^3
- Réalisation d'un château d'eau 1500 m^3 d'une hauteur de 35 m.
- Réalisation d'une station de pompage entre CE et RV.

b. Partie distribution :

Les travails définis pour le réseau de distribution sont les suivants :

- Réalisation de déférents raccordements à partir du Château d'eau projeté 1500 m^3.
- Pose d'une nouvelle conduite DN450.ACIER à partir du château d'eau projeté sur une longueur de 50 ml.

V.10 DETERMINATION DE LA CAPACITE DU STOCKAGE

On Calcul du volume nécessaire pour le château d'eau en fonction du temps. Le château d'eau doit être alimenté par des pompes de la station de pompage adjacente. Dans notre cas, les

pompes fonctionnent pendant 20 heures, de 4 heures du matin à minuit. Ceci est suivi du tableau suivant :

Tableau **V-3 : Calcul du volume du réservoir nécessaire pour l'agglomération en fonction de temps**

Heures	Consommation de l'eau en %	Refoulement de l'eau en %	Arrivée d'eau au réservoir	Départ d'eau du réservoir	Reste d'eau dans le réservoir
1 – 2	1.5	0	0	1.5	8.5
2 – 3	1.5	0	0	1.5	7
3 – 4	1.5	0	0	1.5	5.5
3 – 4	1.5	0	0	1.5	4
4 – 5	2.5	5	2.5	0	6.5
5 – 6	3.5	5	1.5	0	8
6 – 7	4.5	5	0.5	0	8.5
7 – 8	5.5	5	0	0.5	8
8 – 9	6.25	5	0	1.25	6.75
9 – 10	6.25	5	0	1.25	5.5
10 – 11	6.25	5	0	1.25	4.25
11 – 12	6.25	5	0	1.25	3
12 – 13	5	5	0	0	3
13 – 14	5	5	0	0	3
14 – 15	5.5	5	0	0.5	2.5
15 – 16	6	5	0	1	1.5
16 – 17	6	5	0	1	0.5
17 – 19	5.5	5	0	0.5	0
18 – 19	5	5	0	0	0
19 – 20	4.5	5	0.5	0	0.5
20 – 21	4	5	1	0	1.5
21 – 22	3	5	2	0	3.5
22 – 23	2	5	3	0	6.5
23 – 24	1.5	5	3.5	0	10
Totaux	100 %	100 %			

Nous pouvons utiliser les valeurs nécessaires extraites « α » ,« Qmax » du tableau précédent pour ce qui suit :

- Pour l'horizon 2023

Vr = α × Qmax /100		
α=|ΔVo| + | ΔVp|	α =|10|+|0|	10

Qmax	=7693.707/j	
vr	=10 × 7693.707	769.37 m³
Vt = Vr+Vinc	=769.37+120	889.37 m³

- Pour l'horizon 2053

$Vr = \alpha \times Q\max /100$		
α=|ΔVo| + | ΔVp|	α =|0|+|-10|	10
Qmax	11599.383 /j	
vr	=10 × 11599.383	1159.938 m³
Vt = Vr+Vinc	1159.938+120	1279.94 m³

On peut tirer des conclusions à partir des résultats présentés dans le tableau suivant.

Tableau V-4 tableau de le volume de stockage nécessaire de 2023 et 2053

Paramètres	Qmax, j (m³/j)	a (%)	Vu (m³)	Vinc (m³)	Vt (m³)
Horizon 2023	7693.707	10	769.37	120	889.37
Horizon 2053	11599.383	10	1159.94	120	1279.94

D'après les résultats obtenus Nous avons prévu la construction d'un château d'eau d'une capacité de 1500 m³, avec une hauteur de 35 mètres, en tenant compte des volumes de eaux requis pour les horizons 2023 et 2053, qui sont respectivement de 889.37 m³ et 1279.94 m³. Nos conclusions indiquent que le nouveau volume projeté est adéquat pour répondre à nos besoins futurs en eau.

V.10.1 Dimensions des réservoirs :

Calcul du diamètre du réservoir (1500 m³):

En raison de l'augmentation des besoins en eau de la région, nous avons décidé d'augmenter la capacité du réservoir pour qu'il puisse contenir 1 500 m³ . À cet égard, nous allons calculer la hauteur et le diamètre du nouveau réservoir.

H = 3 à 6m, on prend H = 6 m

$V = S * H \implies S = V\,H \Rightarrow S = \frac{1500}{6} = \mathbf{250\ m^2} \Rightarrow D = \pi = 17.75\ m$

On prend : D = 18 m ,

Les nouvelles dimensions du réservoir projeté sont de 18 m de diamètre et 6 m de hauteur.

Détermination de débit et caractéristiques des pompes :

il y a un défi à relever en ce qui concerne le choix des pompes pour la nouvelle station de pompage adjacente. Actuellement, elle contient trois pompes, deux primaires et une de secours, avec un débit de pompage de 105 m³/h. Nous vérifierons que le débit de la pompe est suffisant, et si ce n'est pas le cas, nous nous concentrerons sur la redéfinition des caractéristiques de la pompe.

Nous avons que Vtot = 1456.52 m³ et que Qpompe = 5% * Qmaxj = 5% * 11599.383.

Ainsi, Qpompe = 0.05 * 11599.383 = 579.96915 m³/h. = 161.101 l/s

Étant donné que le débit de pompage actuel se révèle insuffisant, il est impératif de procéder à une nouvelle sélection de pompes mieux adaptées à nos besoins en matière de pompage. (voire : annexe 6)

Le tableau suivant résume les caractéristiques de la SP projetée :

Tableau V-5 Caractéristiques station de pompage projetée

Désignation	Unité	valeur
STATION DE POMPAGE		
Besoins journalier	m³/j	11600
Nombre de pompe	U	2+1
Débit max journalier (20 / 24)	m³/h	579.97
Débit de chaque pompe	m³/h	326.52
HMT	mce	38.5 m
NPSH requis ≥	mce	5
CONDUITE DE REFOULEMENT		
Diamètre	mm	250
Matériau	/	PEHD PN10
Longueur	ml	60
CALCUL DES PUISSANCES		
Le moteur	kw	47.1
L'armoire de commande	kw	60
Le transformateur	kva	100

V.11 Conclusion :

En conclusion, ce chapitre a mis en lumière l'importance des réservoirs et des châteaux d'eau dans la gestion de l'alimentation en eau potable. Nous avons analysé leurs rôles fondamentaux, leur classification, et leur capacité nécessaire pour répondre aux besoins futurs.

Face à l'inadéquation du réservoir actuel, nous avons élaboré un plan stratégique visant à construire un nouveau réservoir de 1500 m^3, accompagné d'une station de pompage, afin d'optimiser notre système d'alimentation en eau. Cependant, le choix approprié des pompes reste un défi à relever.

L'objectif finale de ces efforts est d'assurer une alimentation en eau fiable et durable, capable de soutenir la croissance de notre région et d'améliorer la qualité de vie de ses résidents.

VI. Chapitre 6 : Pose de canalisation et accessoires.

VI.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons explorer l'importance fondamentale de l'installation des canalisations pour la distribution d'eau, ainsi que les stratégies mises en œuvre pour garantir leur efficacité, leur sécurité, et leur conformité aux normes et lois du travail tout au long du processus de travail. Nous examinerons en détail les différentes méthodes d'installation, en tenant compte de l'emplacement et des obstacles potentiels. De plus, nous aborderons comment estimer le coût approximatif du projet en utilisant les informations que nous avons recueillies. Nous veillerons à couvrir tous les aspects essentiels, et si nécessaire, explorerons des détails supplémentaires pour garantir une compréhension approfondie et une mise en œuvre réussie du projet.

VI.2 Pose de canalisation :

Pour une installation efficace des canalisations et une garantie de qualité, il est essentiel de prendre en compte plusieurs paramètres tels que la topographie du terrain, sa nature, le type de conduite, la disposition du site et les différents obstacles qui peuvent se présenter.

Les méthodes d'installation peuvent varier en fonction du terrain : qu'il soit normal ou accidenté : par exemple :

- Pose en mauvais terrains.
- Pose en galerie.
- Pose en pentes.
- Pose des conduites traversées des routes et voies ferrées.
- Pose en immersion (cours d'eau).
- Pose à proximité d'une conduite d'assainissement.
- Passage de ponts.

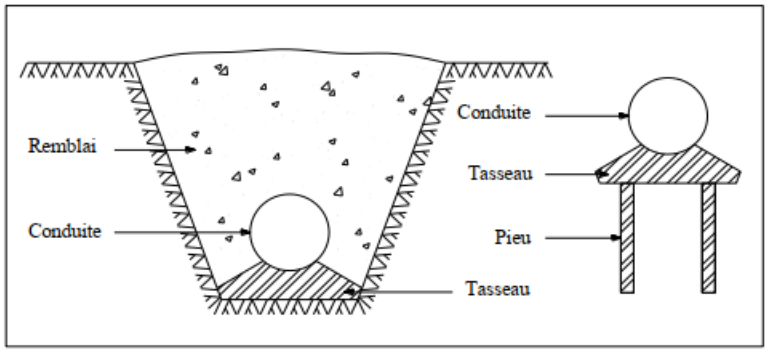


Figure VI-1 : Pose de conduites dans un terrain peu consistant

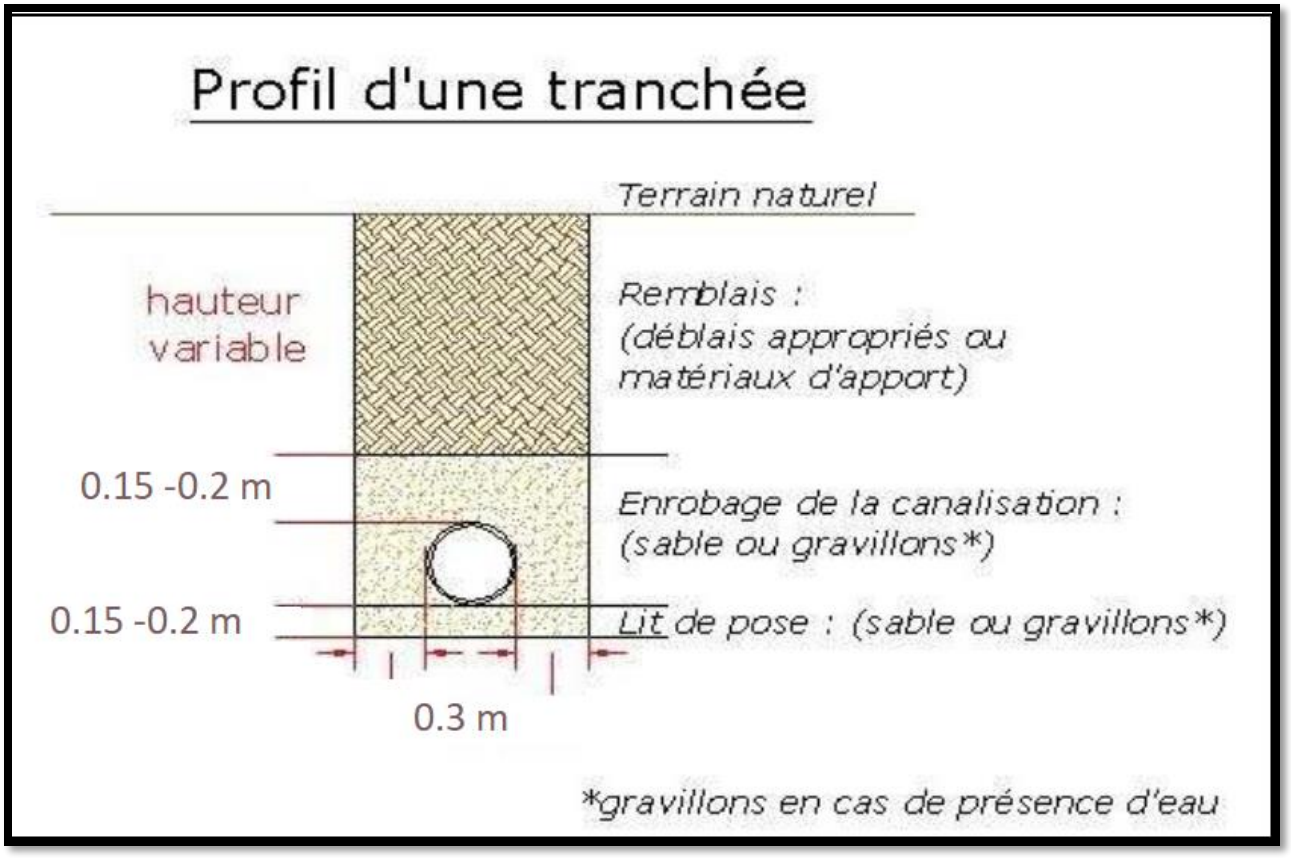


Figure VI-2 : Schéma explicatif de la traversée des routes

Le choix de la profondeur de la tranchée doit être adapté pour protéger les canalisations des variations climatiques et pour supporter les forces externes. La largeur de la tranchée est déterminée en fonction du diamètre de la conduite, mais elle peut aussi varier en fonction de facteurs tels que le type de sol, les matériaux de la conduite, le type de joint utilisé, et les conditions spécifiques d'installation.

VI.2.1 Travaux concernant réseau de distribution

Les taches constituant les travaux à faire pour la mise en place du réseau de distribution sont [5]:

- **Exécution des tranchées :** C'est une opération de terrassement (déblais) qui consiste à faire des excavations. Ces excavations seront faites par une pelle hydraulique et le déblai sera posé sur un coté de la tranchée, l'autre côté étant réservé au bardage des conduites.
- **Pose du lit de sable :** Cette opération consiste à poser un lit de sable au fond de la tranchée, ce lit aura une épaisseur de 10cm dans notre cas.
- **Pose des conduites :** Apres avoir mis en place le lit de sable, on procède à la pose des canalisations.
- **Réalisation des tests d'étanchéité pour les conduites et les joints. :** L'étape essentielle du processus implique la réalisation de tests visant à vérifier à la fois l'intégrité des conduites et la qualité des joints.

- **Remblayage des tranchées :** C'est une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite, en utilisant le remblai résultant de l'excavation.
- **Le compactage** implique la compression du sol ou du matériau de remblayage pour assurer une densité appropriée.

VI.2.2 Implantation du trace des tranchées sur le terrain

- **Matérialisation :** On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacée de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés ou des bornes.
- **Le nivellement :** Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Lorsque le terrain comporte des obstacles limitant les visées, on procède un nivellement par cheminement et par simple calcul ; on détermine la hauteur de chaque point ainsi que la profondeur de la tranchée dans ce point.

Le tableau suivant présente les types de canalisations et leurs longueurs utilisés pour la restructuration du réseau :

Tableau VI-1: la caractestique des conduites de la pose de canalsation

DN (mm)	**Longeur (ml)**	**type**
50	**526.81**	**PEHD PN16**
63	**7419.904**	**PEHD PN16**
75	**323.701**	**PEHD PN16**
90	**2922.206**	**PEHD PN16**
110	**4407.088**	**PEHD PN16**
125	**2181.66**	**PEHD PN16**
160	**8197.052**	**PEHD PN16**
200	**6036.851**	**PEHD PN16**
250	**1763.045**	**PEHD PN16**
315	**930.819**	**PEHD PN16**
400	**414.251**	**PEHD PN16**
450	**49.934**	**ACIER**

VI.2.3 Calcul du volume du déblai

Le volume du déblai est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{Vd = S_d \times L\ (m^3)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \mathbf{VI.1}$$

Avec :

- Vd : Volume du déblai pour chaque diamètre (m^3)
- S_d : Section de la tranchée pour chaque diamètre (m^2)
- L : Longueur de la tranchée pour chaque diamètre (m)

VI.2.3.1 La Section de Tranchée

La section du déblai est calculer selon la formule suivante :

$$S_D = Htr \times Btr \ (m^2) \ \ldots\ldots \text{VI.2}$$

- Htr : Profondeur totale de la tranchée (m).
- Btr : Largeur du fond de la tranchée (m)

VI.2.3.2 La Profondeur de la trachée (Htr)

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, comme illustré dans la relation suivante :

Htr = Dext + h + es (m)……. VI.3

Htr : profondeur de la tranchée (m).
Dext : diamètre extérieure de la conduite (m).
h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite à la surface du terrain naturel.
On prend : h=1 m.
es : épaisseur du lit de sable (0.15-0.2) en prendre 0.15 m.

D'où : H_{tr} = 1,15 + D (m)……VI.4

VI.2.3.3 Largeur de la tranchée (Btr)

Elle est déterminée en lien avec le diamètre de la conduite, en ajoutant « m » distance (entre 15 cm - 30 cm) de chaque côté de la conduite afin de faciliter les mouvements des travailleurs :

Btr = Dext + 2*m (m) ……..VI.5

- Btr: largeur de la tranchée (m)
- Dext : diamètre extérieure de la conduite (m).

En prendre m= 30 cm alors : **Btr = D + 0.6 (m)**

Tableau VI-2 : Cal cul du volume du déblai

Dext (mm)	L (m)	Btr (m)	Htr (m)	Sr (m^2)	VD(m^3)
50	**526.81**	**0.65**	**1.2**	**0.78**	**410.9118**
63	**7419.904**	**0.663**	**1.213**	**0.804219**	**5967.22777**
75	**323.701**	**0.675**	**1.225**	**0.826875**	**267.660264**
90	**2922.206**	**0.69**	**1.24**	**0.8556**	**2500.23945**
110	**4407.088**	**0.71**	**1.26**	**0.8946**	**3942.58092**
125	**2181.66**	**0.725**	**1.275**	**0.924375**	**2016.67196**
160	**8197.052**	**0.76**	**1.31**	**0.9956**	**8160.98497**
200	**6036.851**	**0.8**	**1.35**	**1.08**	**6519.79908**
250	**1763.045**	**0.85**	**1.4**	**1.19**	**2098.02355**
315	**930.819**	**0.915**	**1.465**	**1.340475**	**1247.7396**
400	**414.251**	**1**	**1.55**	**1.55**	**642.08905**
450	**49.934**	**1.05**	**1.6**	**1.68**	**83.88912**
total	**35173.321**			**26.229049**	**33857.8176**

Le volume total du déblai à excaver est : **33857.8176 (m^3)**

VI.2.4 Volume de Lit de sable (Vs)

Le volume de lit de sable est calculer selon la formule suivante :

Vs = Btr × es × L…… VI.6

Vs : Volume de lit de sable (m^3).
Btr : Largeur de la tranchée (m).
L : Longueur de la tranchée de chaque diamètre (m).
es : épaisseur du lit de sable (0.15-0.2) en prendre 0.15 m.

Tableau VI-3 : calcul de Volume du lit de sable

Dext (mm)	L (m)	Btr (m)	es (m)	Vs (m^3)
50	526.81	0.65	0.15	51.364
63	7419.904	0.663	0.15	737.909
75	323.701	0.675	0.15	32.775

90	2922.206	0.69	0.15	302.448
110	4407.088	0.71	0.15	469.355
125	2181.66	0.725	0.15	237.256
160	8197.052	0.76	0.15	934.464
200	6036.851	0.8	0.15	724.422
250	1763.045	0.85	0.15	224.788
315	930.819	0.915	0.15	127.755
400	414.251	1	0.15	62.138
450	49.934	1.05	0.15	7.865
total	35173.321			3912.538

Le volume total de sable nécessaire est de 3912.538m³.

VI.2.5 Calcul de Volume remblai (Vr)

Le volume de remblai est calculer par la formule suivante :

$$VR = VD - VS - Vc \quad \ldots\ldots VI.7$$

Vd : volume de déblai (m³)
Vs : volume de lit de sable (m³)
Vc : volume des conduites $Vc = L \times (Dext^2 \times \pi / 4)$ en (m³)

V_r : volume de remblai contient :

- le Volume de sable d'enrobage (première couche)
- le Volume de remblai en terrain naturel épierré.

VR = Vse + Vtn

*V*tn : Volume de remblai en terrain naturel épierré …… $Vtn = (1 - 0.15) \times L \times Btr$

Vse : Volume de sable d'enrobage ……. $Vse = L \times [((Dext + 0.15) \times Btr) - (Dext \times \pi / 4)]$

Tableau VI-4 : calcul de Volume remblai

Dext (mm)	L (m)	Btr (m)	Vse (m³)	Vtn (m³)	Vr (m³)
50	526.81	0.65	47.79752	291.06253	338.86005
63	7419.904	0.663	680.69395	4181.4869	4862.18085
75	323.701	0.675	30.09453	185.72345	215.81798
90	2922.206	0.69	277.35874	1713.87382	1991.23256
110	4407.088	0.71	432.80337	2659.67761	3092.48098
125	2181.66	0.725	220.78449	1344.44798	1565.23247
160	8197.052	0.76	901.15352	5295.29559	6196.44911

200	6036.851	0.8	742.05194	4105.05868	4847.11062
250	1763.045	0.85	253.26222	1273.80001	1527.06223
315	930.819	0.915	165.7552	723.94448	889.69968
400	414.251	1	97.69726	352.11335	449.81061
450	49.934	1.05	13.81029	44.5661	58.37639
total	35173.321		3863.26303	22171.0505	26034.3135

A partir de tableau en déterminer que :

Volume de sable d'enrobage (première couche) :	**3863.26303 (m^3)**
Volume de remblai en terrain naturel épierré	22171.0505 (m^3)
Le volume total des remblais :	26034.31353 (m^3)

VI.2.6 Volume du déblai à évacuer

Le volume du déblai à évacuer est calculé par la formule suivante :

$Vde = VD - Vtn$ (m^3)…….VI.8

- Vde : Volume du déblai à évacuer (m^3).
- V_D : Volume du déblai excavé (m^3).
- Vtn : Volume du remblai en terrain naturel (m^3).

Volume Excédentaire (déblai a évacuer)	**=33857.81755-22171.0505**	**11686.76705 (m^3)**

Tous les volumes calculés doivent être représentés dans le tableau suivant :

Tableau VI-5 7 les Volumes Calculés totales

Le volume total des déblais	**33857.81755(m^3)**
Le volume total de sable	3912.53832 (m^3)
Volume de sable d'enrobage (première couche) :	3863.26303 (m^3)
Volume de remblai en terrain naturel épierré	22171.0505 (m^3)
Le volume total des remblais	26034.31353 v
Volume Excédentaire (déblai a évacuer)	11686.76705 (m^3)

VI.3 Devis quantitatif estimatif

Une fois les calculs des diverses longueurs et volumes nécessaires pour l'installation des conduites effectués, nous procéderons au calcul de la valeur financière de l'ensemble du processus, englobant les coûts des tuyaux ainsi que des différentes étapes. Ces résultats seront synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VI-6 Devis quantitatif et estimatif de l'exécution des travaux de pose de canalisation

N° d'article	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant
I	Pose de canalisation				
I.1.1	Terrassement				
I.1.2	- Travaux de déblai en tranchée pour lapose des conduites	M^3	33857.8176	300	3000300
I.1.3	- Confection d'un lit de sable de 15 cmd'épaisseur au fond de la tranchée	M^3	3912.53832	1500	1641000
I.1.4	- Pose de sable d'enrobage de la conduitejusqu'à 15cm au-dessus des conduites	M^3	3863.26303	1500	3429000
I.1.5	- Fourniture et mise en place d'un grillageavertisseur de couleur bleu	ML	35173.321	70	641480
I.1.6	- Travaux de remblai en terrain naturel	M^3	22171.0505	200	1239200
I.1.7	- Evacuation des terres excédentaires àdécharge publique	M^3	11686.7671	150	570750
I.2	Conduite				
I.2.1	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN50	ML	526.81	180.68	95184.0308
I.2.2	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN63	ML	7419.904	288.17	2138193.74
I.2.3	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN75	ML	323.701	404.81	131037.402

I.2.4	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN90	ML	2922.206	488.62	1427848.3
I.2.5	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN110	ML	4407.088	721.62	3180242.84
I.2.6	Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN125	ML	2181.66	934.26	2038237.67
I.2.7	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN160	ML	8197.052	1526.93	12516324.6
I.2.8	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN200	ML	6036.851	2397.85	14475463.2
I.2.9	- Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN250	ML	1763.045	5881.51	10369366.8
I.2.10	Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN315	ML	930.819	14816.89	13791842.7
I.2.11	Fourniture et pose des conduites enPEHD PN16 bars DN400	ML	414.251	36835.22	15259026.7
I.2.12	Fourniture et pose des conduites en acier DN450	ML	50	75550.26	3777513
Prix total hors taxes					89722011
TVA (19%)					17047182.1
Prix total toutes taxes comprises					106769193

L’estimation totale de pose de canalisation de le nouveau réseau est : 106769193 DA

VI.4 Pièces spéciales et accessoires

Les les accessoires et les équipements hydrauliques jouent un rôle essentiel dans l'optimalisation du fonctionnement du système de distribution en assurant plusieurs fonctions essentielles :

- La continuité de l'écoulement de l'eau.
- La régulation et la mesure de la pression, la vitesse et le débit.
- La protection des canalisations.
- Des raccordements efficaces entre les conduites.
- L'extraction des débits d'eau au moment opportun.

VI.4.1 Les vannes de sectionnement

Les vannes sont des pièces qui permettent de sectionner, régler et régulariser l'écoulement de l'eau dans le réseau et d'assurer une exploitation rationnelle. Il existe plusieurs types :

a) Les robinets vannes à opercule

Ces dispositifs de sectionnement ont deux positions : ouverture totale ou fermeture totale. Ils ressemblent à des lentilles épaisses ajustées verticalement par une vis. Avec des diamètres de 40 à 300 mm, ils sont stratégiquement placés dans le réseau pour isoler des sections lors de réparations, actionnés au sol avec une clé spéciale dans une bouche à clé sur le trottoir. Essentiels dans les réseaux d'eau et d'irrigation

b) Les vannes à papillons

Les vannes papillon sont des équipements polyvalents conçus pour réguler ou interrompre le débit d'un fluide. Elles se composent d'un volet en forme de papillon monté sur un pivot, permettant une fermeture rapide en cas de rupture de la canalisation. Ces vannes engendrent une perte de charge minimale et sont installées aux points de raccordement du réseau.

c) Vidanges

Les dispositifs de vidange sont stratégiquement installés au point le plus bas des conduites pour faciliter la vidange lorsque cela est nécessaire. Une installation de vidange typique comprend plusieurs éléments, à savoir une vanne de vidange, un tuyau de vidange et un regard de vidange. Ce regard de vidange sert de point de sortie où l'eau est vidangée dans le système d'assainissement. Cette configuration permet une vidange efficace de la conduite lors d'opérations d'entretien, de réparations ou de tout autre besoin de vidange du système. .

VI.4.2 Ventouse

Les ventouses sont des dispositifs essentiels installés dans les conduites pour éliminer les bulles d'air qui s'y accumulent. Elles sont positionnées aux points les plus élevés des conduites, où l'air a tendance à se rassembler.

Il existe deux types de ventouses : manuelles et automatiques. Les ventouses manuelles nécessitent une intervention périodique pour éliminer l'air, tandis que les ventouses automatiques détectent et évacuent automatiquement les poches d'air significatives.

Ces ventouses sont installées dans des regards visitables, ce qui facilite leur inspection et leur entretien régulier. Elles jouent un rôle important dans le maintien de la pression dans les conduites et la prévention des coups de bélier.

VI.4.3 Les clapets anti-retours

Les clapets anti-retours sont des dispositifs essentiels dans les systèmes de tuyauterie, assurant un écoulement unidirectionnel. Ils empêchent le reflux des liquides, préservant ainsi le sens prévu de l'écoulement et évitant les contaminations croisées. Ces clapets sont largement utilisés dans divers systèmes de distribution de fluides tels que l'eau, le gaz, et d'autres liquides.

Ces clapets anti-retours offrent plusieurs avantages :

Garantie de l'écoulement unidirectionnel des liquides.
Prévention du reflux et de la contamination croisée.
Amélioration de la sécurité et de la fiabilité des systèmes.
Prolongement de la durée de vie des réseaux de tuyauterie.

VI.4.4 Régulateurs de pression

Les régulateurs de pression en eau sont des dispositifs qui maintiennent la pression d'un fluide à un niveau constant en introduisant une perte de charge variable dans le système. Le réglage du clapet se fait par l'action de la pression aval sur un piston ou une membrane, ce qui ouvre ou ferme une vanne pour maintenir la pression aval à une valeur constante.

VI.4.5 Crépines

Une "crépine" a un rôle essentiel en filtrant les particules solides et les impuretés présentes dans le fluide, maintenant ainsi la propreté du liquide transporté, prévenant les obstructions des tuyaux et des équipements, et assurant le bon fonctionnement du système. Les crépines sont stratégiquement positionnées dans le réseau pour garantir une filtration efficace et protéger les composants hydrauliques tels que les pompes et les vannes. Elles sont également installées dans chaque conduite de départ, y compris les collecteurs d'aspiration à l'intérieur des réservoirs, pour maintenir la qualité du fluide et la fiabilité du système.

VI.5 Organes de mesure

a) Mesure de débit

. Les appareils de mesure de débit sont installés à des points stratégiques dans un système pour collecter des données précises sur le débit , Il existe différents placement d'appareils de mesure de débit, notamment le tube de Venturi, le diaphragme, la tuyère, le compteur à hélice, le tube de Pitot et le compteur à induction.

b) Mesure de pression

Manomètres à aiguilles : Les principaux avantages de ces manomètres sont leur facilité d'étalonnage, leur lecture rapide à l'aide d'une aiguille et leur coût raisonnable. Un de leurs inconvénients est la possibilité d'usure des dents du mécanisme, notamment en cas de gros vibrations

Manomètres à soufflet : est un type de manomètre qui utilise un soufflet métallique flexible pour mesurer la pression. Le soufflet est relié à un mécanisme de mesure qui convertit les changements de longueur du soufflet en une indication de pression.

Organes de raccordement

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

- Raccordement de dispositifs de mesure.
- Installation et désinstallation des accessoires.
- Modification de la direction et diamètre de conduite
- Modification du débit.

Les coudes

Les coudes sont des accessoires que l'on utilise pour le changement de direction dans une conduite. Ils sont maintenus par des massifs de butés bien dimensionnés.

Les cônes

sont des raccords utilisés pour connecter deux conduites de diamètres différents. Ils peuvent être installés à l'emplacement des robinets vannes, ainsi qu'à l'entrée et à la sortie des pompes.

Les croix de jonction

sont des raccords utilisés pour relier trois conduites perpendiculaires. Il existe deux types de croix de jonction : les croix à emboîtement à brides et les croix à brides et bout lisses.

Les tés

permettent de dévier ou d'augmenter le débit d'une canalisation.

Les manchons

sont des composants destinés à raccorder des appareils et des accessoires.

VI.6 L'assemblage de tuyaux.

On peut choisir parmi trois méthodes de raccordement pour le PEHD en fonction des spécificités du chantier, telles que la nature du réseau, le diamètre des conduites et l'importance du projet.

VI.6.1 Electro soudage

L'électro fusion est une technique de soudage utilisée pour l'assemblage de tubes en polyéthylène (PEHD), permettant de connecter des tubes de même diamètre ou de diamètres différents.

Le procédé implique l'insertion d'un raccord soudable à l'intérieur d'un tube, suivi de l'application d'une tension électrique entre le raccord et le tube. La chaleur générée par la résistance électrique fait fondre les surfaces des deux pièces, créant ainsi une jointure hermétique.
(source :Http://www.h2ohaiti.com/mat/Catalogue-AEP)

VI.6.2 Soudage bout à bout

L'assemblage des tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) peut également être réalisé par soudure bout-à-bout, une technique d'assemblage couramment utilisée. Cette méthode est généralement employée pour relier des tuyaux et des raccords en PEHD de diamètres identiques.

Le procédé consiste à chauffer les extrémités des tuyaux et/ou des raccords à l'aide d'un outil chauffant. Par la suite, on rapproche rapidement les extrémités et on les maintient sous pression pendant le refroidissement afin de les solidifier efficacement.
(source :Http://www.h2ohaiti.com/mat/Catalogue-AEP)

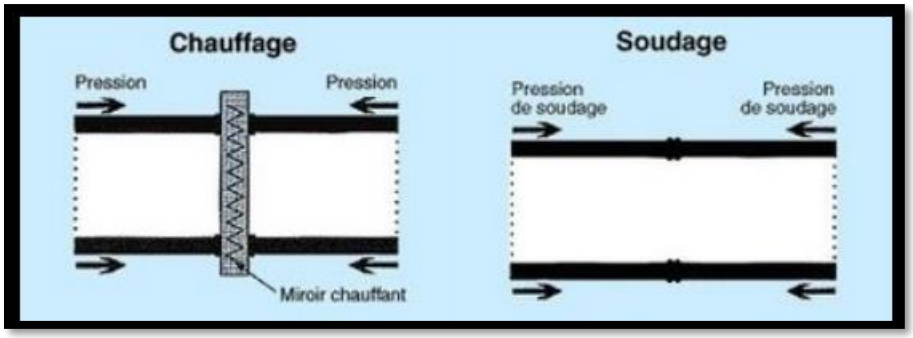


Figure VI-3 :soudage bout a bout

VI.6.3 Accordement Mécanique :

Ce type d'assemblage implique l'utilisation de raccords mécaniques, tels que des raccords à compression ou des raccords à visser. Les extrémités des tubes en PEHD sont insérées dans ces raccords, puis serrées ou vissées pour assurer l'étanchéité. Les raccordements mécaniques sont souvent utilisés lorsque la flexibilité et la facilité d'installation sont nécessaires.

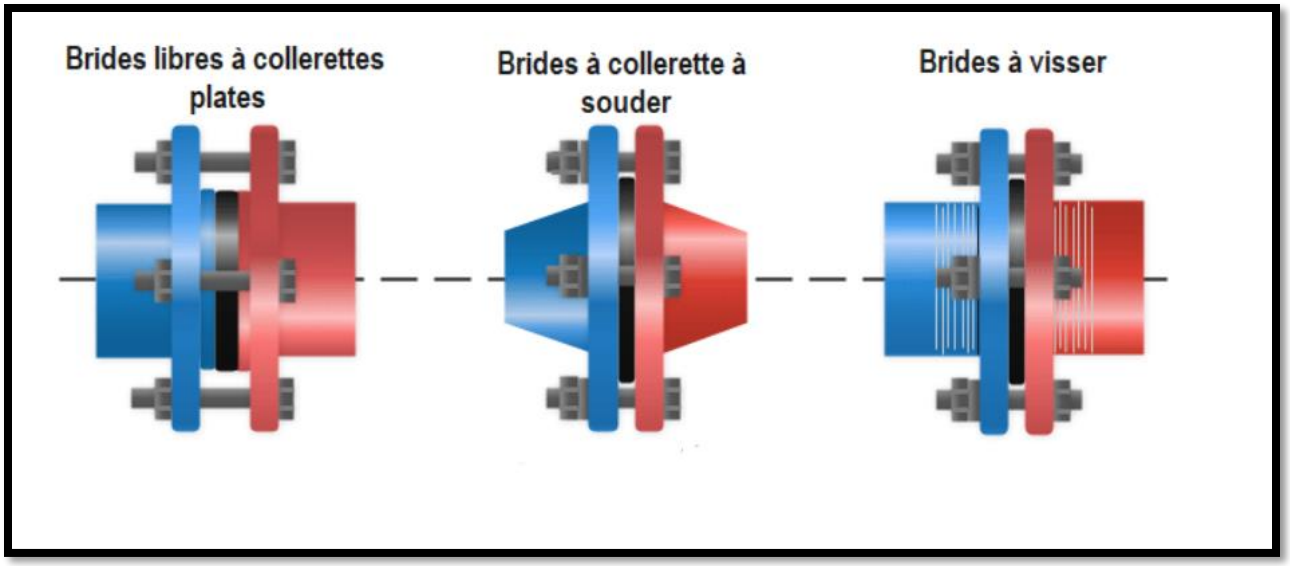


Figure VI-4 :accordement mécanique

VI.7 Conclusion

Il est nécessaire de s'assurer que le placement des canalisations est effectué strictement selon les spécifications pour éviter tout risque d'erreur. Le réseau de canalisations doit être équipé de divers accessoires et dispositifs de base qui garantissent une installation optimale et précise de l'efficacité, de la durabilité et performance d'extension de notre réseau d'eau, ce que nous apprécions le plus car c'est la structure que nous construisons et cela nous donne la possibilité de l'améliorer complètement

VII. Chapitre 7 : Organisation de chantier

VII.1 **Introduction** :

L'organisation d'un chantier de construction constitue un aspect fondamental de tout projet de construction. Elle englobe la planification, la gestion des ressources, la coordination des activités, les protocoles de sécurité et la supervision générale de l'ensemble du processus de construction. Une organisation de chantier bien structurée garantit que les travaux sont menés de manière efficace, dans les limites budgétaires et selon le calendrier prévu, tout en préservant la sécurité des travailleurs et en respectant les normes de qualité.

VII.2 Définitions des engins de terrassement utilisés

Sur les chantiers de travaux publics, le matériel utilisé est classique. Il est préférable d'utiliser des gros engins mécaniques pour réduire considérablement le prix et le temps des terrassements. Les engins que nous allons utiliser sont :

- Une pelle hydraulique. (pour creuser et déplacer la terre.)
- Un Bulldozer. (pour pousser la terre et niveler le terrain)
- Un chargeur. (Pour charger la terre dans les camions)
- Un compacteur. (Pour tasser la terre.)
- Des camions (pour le transport des matériaux, et l'évacuation des terres excédentaires.)

VII.2.1 Pelle hydraulique (Exécution des tranchées)

C'est un engin de terrassement qui travaille en station. Elle est prévue pour plusieurs type de travaux :

- En butte ;
- En retro ;
- En dragline ;
- En benne preneuse ;
- Avec équipements divers.

Pour notre projet, on opte pour l'utilisation d'une pelle hydraulique automotrice sur pneus fonctionnant en retro (ou rétro caveuse, ou en fouille) parce qu'elle permet l'extraction de matériau au-dessous de l'aire d'assise de la pelle et le creusement de tranchée étroite. [6]

VII.2.2 Chargeuses (Chargement et curage)

C'est un engin qui est sur pneus ou chenilles. On opte pour les chargeuses sur pneus à cause de leurs grande mobilité (rapidité de manœuvre, plus grande facilité de déplacement). [6]
Les chargeuses sont utilisées pour :

- Le chargement de tous matériaux ;
- L'épandage et le nivellement des matériaux routiers.

VII.2.3 Camion benne

C'est un engin de 4 ou 6 roues motrices. La vidange de la benne se fait en général par basculement arrière ou latéral, à l'aide de vérins hydraulique.
Les camions benne sont utilisés pour le transport de déblais, de sable et des pierres cassées. Il a l'avantage de la capacité et de la vitesse. Il s'accommode des rampes atteignant 10 à 12%. [6]

VII.2.4 Compacteur

Le compacteur est un engin lourd qui tasse la terre sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte ou plusieurs lignes de pneumatiques. Le compactage permet de réduire au minimum tout mouvement ultérieur des matériaux de la tranchée autour de la canalisation ce qui élimine les risques de cassure des conduites.
On opte pour des petits rouleaux compresseurs vibrant parce qu'ils conviennent à la largeur étroite de la tranchée et produisent une densité élevée du sol. [6]

VII.3 Planification des travaux

La planification est une étape essentielle avant le début des travaux sur un chantier. Elle permet d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles, notamment la main-d'œuvre et les matériaux.

L'objectif principal de la planification est de garantir que chacune des étapes du projet soit réalisé dans les meilleures conditions et dans les délais impartis. C'est-à-dire :

- En suivant un ordre chronologique cohérent avec les contraintes techniques.
- Pour maintenir l'alignement avec les délais et les budgets établis.
- Efficacement, afin de minimiser les coûts engagés

VII.3.1 Durée des tâches :

Pose de conduite : 0.5 Km/jour.
Lit de sable : 0.75 Km/jour.
Epreuve de joint de canalisation : 0.5 Km/jour.
Remblai compacté : 0.5 Km/jour.

Excavation : Connaissant le volume de la terre à excaver et le rendement de l'engin, le temps d'exploitation sera :

$$T = \frac{V}{Rp} \text{ ... ...VII.1}$$

V : Volume du sol excavé ($m3$).
$R\ p$: Capacité du godet ($m3$/jour).

$$R\,p\ = \frac{3600 * q * KR * Kt}{Tc * K\,f}\ (m^3/h\,)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{VII.2}$$

KR : Coefficient de remplissage du godet K_r = (0,8 - 0,9) . On prend KR = 0.8.
Kt : Coefficient d'utilisation du temps. Il dépend de la nature du sol. On prend Kt= 0.8.
Kf : Coefficient de foisonnement du sol, soit Kf = 1.25.
Tc : La durée d'un cycle de remplissage du godet T_c= (15-30) s. On prend Tc = 20 s.
q : Capacité du godet ($m3$). On prend q =1.25 $m3$. (Vd=33857.8175)

Si on prend une durée de travail de 8 heure par jour R_p= 921.6 m³ /j.
Alors T = 37 jour

Tableau VII-1Capacité du godet en fonction du volume des terrassements

Volume excavé ($m3$).	≤10000	≥10000	>20000	>100000
Capacité du godet ($m3$)	0,25 - 0,35	0,5 – 0,65	1 – 1,25	1,5

VII.3.2 Distribution :

A. Exécution des tranchées et des fouilles pour les vannes.
B. Aménagement du lit de pose.
C. La mise en place des canalisations en tranchée
D. Assemblage des tuyaux
E. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints.
F. Remblai des tranchées.
G. Travaux de finition.

Les étapes de la réalisation de la distribution ainsi que leurs durées sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Temps de réalisation des opérations de distribution.

Tableau VII-2: Détermination du délai de réalisation

	TR (jours)	**DP**		**DPP**		MT
		DCP	**DFP**	**DCPP**	**DFPP**	
A	37	0	37	0	37	0
B	47	37	84	61	108	24
C	71	37	108	37	108	0
D	50	37	87	58	108	21
E	51	37	88	57	108	20
F	29	108	137	108	137	0
G	70	137	207	137	207	0

Détermination du chemin critique

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :
TR : temps de réalisation.
DCP : date de commencement au plus tôt.
DCPP : date de commencement au plus tard.
DFP : date de finition au plus tôt
DFPP : date de finition au plus tard.
MT : marge totale.
Avec : DFP = DCP + TR
DCPP = DFPP – TR
C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTP) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (MT=0), ainsi la somme de TR = DTP

VII.4 La planification des taches par la méthode (CPM)

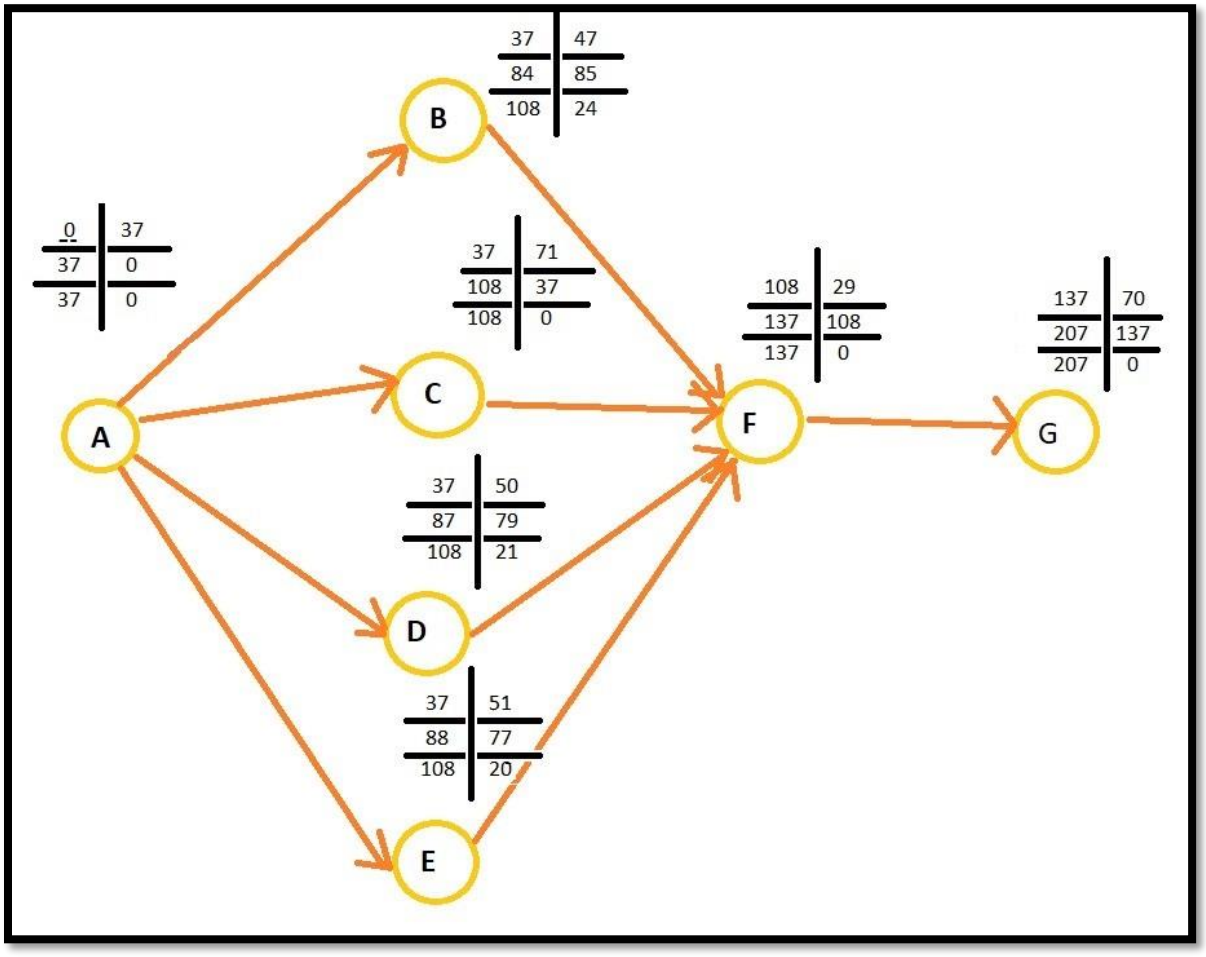


Figure VII-1 : La planification des taches

• **Le chemin critique**

A-C-F-G talque $\sum$ TR = 207 jours.

VII.5 Protection et Sécurité de travail

VII.5.1 Causes et accidents de travail dans un chantier hydraulique

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

Facteurs humains

- Manque de formation
- Négligence
- Fatigue et stress
- Non-respect des procédures
- Communication inefficace
- Erreurs de jugement ou de raisonnement

Factures matérielles

- Équipement défectueux
- Maintenance inadéquate et Mauvaise conception
- Conditions environnementales
- Non-respect des normes
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux
- Outillage, engins et machines de travail
- Nature des matériaux mis en œuvre
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail
- Les installations mécaniques et électriques

À chaque étape du travail, des accidents sont susceptibles de se produire pour plusieurs raisons et divers facteurs, car le cercle des causes d'accidents est diversifié et peut être inattendu. Ainsi, identifier les causes et les facteurs les plus courants nous permet de prendre des précautions à l'avance.

VII.5.2 Masures préventives pour éviter les causes des accidents

VII.5.3 Équipement de Protection Individuelle (EPI) :

- Les travailleurs doivent porter un équipement de protection approprié, notamment des casques, des lunettes de sécurité, des gants, des bottes de sécurité, et des vêtements de protection.
- Masques respiratoires : Lorsque des travaux de soudage, de découpe ou de meulage sont effectués, des masques respiratoires appropriés doivent être utilisés pour protéger les travailleurs contre les émanations nocives.

- Protection auditive : Si les travaux génèrent un niveau sonore élevé, des protections auditives, telles que des bouchons d'oreilles ou des casques antibruit, doivent être fournies.

VII.5.4 Protection Collective :

- Clôtures et balisage : Les zones de travail doivent être clôturées et balisées pour empêcher l'accès non autorisé et pour alerter les travailleurs et le public de la présence de dangers.
- Garde-corps : Sur les tranchées ouvertes, des garde-corps doivent être installés pour empêcher les chutes accidentelles.
- Systèmes de ventilation : Si des travaux génèrent des gaz ou des vapeurs dangereux, des systèmes de ventilation doivent être utilisés pour éliminer ces substances de l'air.
- Zone de Sécurité pour les Engins de Levage : Une zone de sécurité doit être délimitée autour des engins de levage, et il est particulièrement important d'éviter tout stationnement sous une charge levée.

VII.5.5 Autres Mesures de Protection :

- Plans de sécurité : Avant le début des travaux, des plans de sécurité complets doivent être établis, comprenant des évaluations des risques, des procédures d'urgence et des plans d'évacuation.
- Formation : Tous les travailleurs impliqués dans la pose de canalisations hydrauliques doivent recevoir une formation sur les procédures de sécurité, l'utilisation de l'équipement, la reconnaissance des dangers, ainsi que sur les vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Inspection et entretien : Les équipements de sécurité, tels que les harnais de sécurité et les extincteurs, doivent être inspectés régulièrement et entretenus conformément aux normes.

VII.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons déterminé la méthode optimale de division et de durée du travail pour la pose de nos canalisations. Nous avons planifié les travaux en définissant des délais et en évaluant le temps nécessaire pour une mise en œuvre rapide du projet. Nous avons sélectionné les machines appropriées pour les travaux et mis en place des mesures pour résoudre les problèmes et les erreurs éventuels qui pourraient survenir lors de l'installation. Nous avons également identifié des solutions qui doivent être appliquées, en tenant compte de la sensibilité de l'ouvrage et de ses emplacements de réalisation. Cette planification méticuleuse nous permettra de mener à bien notre projet de manière efficace et conforme aux normes requises.

Conclusion générale

Dans cette thèse, après avoir examiné les besoins actuels en eau de notre réseau ainsi que les prévisions pour l'année 2053 et les avoir appliqués à l'aide de programmes d'exploitation et de simulations, nous parvenons à la conclusion que l'état physique de notre réseau est inadéquat et incapable de répondre à ces besoins. En effet, en raison de son âge et de sa détérioration, les dimensions des canalisations et leur conception ne sont pas conformes à ces exigences, et les matériaux constitutifs des canalisations ont une durée de vie limitée.

Notre étude a révélé que le mode d'approvisionnement en eau de notre réseau est peu pratique. Le réseau reçoit ses ressources en eau directement à partir de forages, tandis que le réservoir actuel de notre réseau a une capacité de stockage insuffisante, d'environ 500 m^3, ce qui ne suffit pas pour répondre aux besoins. De plus, la hauteur du réservoir pose des problèmes de régulation de la pression à différents niveaux du réseau, en raison de la topographie naturelle et restreinte de la région. Par conséquent, il est impératif de revoir la conception du réseau.

Pour ce faire, nous avons opté pour l'utilisation de matériaux de tuyaux en PEHD en raison de leurs caractéristiques et de leur coût relativement faible par rapport à d'autres matériaux. Nous avons également déterminé les proportions et les dimensions appropriées pour les tuyaux, et avons discuté du plan de travail proposé par la société SEAAL, qui prévoit la construction de nouveaux réservoirs d'une capacité de 1 000 m^3, d'un château d'eau d'une capacité de 1 500 m^3 et d'une nouvelle plate-forme de pompage. Et modifiez les données pour les adapter aux besoins réels ,Ces ajustements étaient nécessaires car les conceptions initiales et les estimations étaient insuffisantes et incomplètes, et nous avons décidé de les recalculer et de les estimer.

Enfin, nous avons élaboré un plan pour le processus d'installation des canalisations en utilisant les méthodes les plus efficaces, et avons estimé la durée totale et le coût financier de la mise en œuvre de ce projet. Nos calculs ont indiqué que le montant estimé des dépenses s'élève à 106769193 DA , avec une période d'exécution d'environ 207 jours. Nous avons également pris en compte et cerné les problèmes et les erreurs courantes dans le domaine du travail, en proposant des solutions pratiques qui seront mises en œuvre, ainsi que les matériaux qui seront utilisés dans le cadre de la réalisation du projet.

Références bibliographiques

[1] L. KADI, «Cours Alimentation en eau potable 2,» ENSH 2019.

[2] S. Boualem, Alimention en eau potable des agglomérations, 2014.

[3] «GUIDE TECHNIQUE EAU VERSION MODIFIEE finMAI,» veolia environnemnet, 2009.

[4] «geniecivilpdf,» [En ligne]. Available: https://geniecivilpdf.com/les-reservoirs-deau-potable/.

[5] A. M. Amine, «RESTRUCTURATION DU RÉSEAU AEP DE LA COMMUNE D'EUCALYPTUS (W. ALGER),» ENSH 2021.

[6] K. Djilali, «Organisation De Chantier , ENSH,» 2018.

[7] H. Aimen, «Etude de la restructuration du réseau d'AEP de la ville de Bouharoun (W. Tipaza),» ENSH 2020.

[8] M. BOUDJEDIENE, «ETUDE DE LA RESTRUCTURATION DU RESEAU D'AEP DE LA VILLE DE KAOUS (W.JIJEL),» ENSH 2020.

[9] M. C. HAFIDA., «Etude du système d'Assainissement de la localité de Benchoubène, Commune de Rouïba (W.Alger),» ENSH 2016.

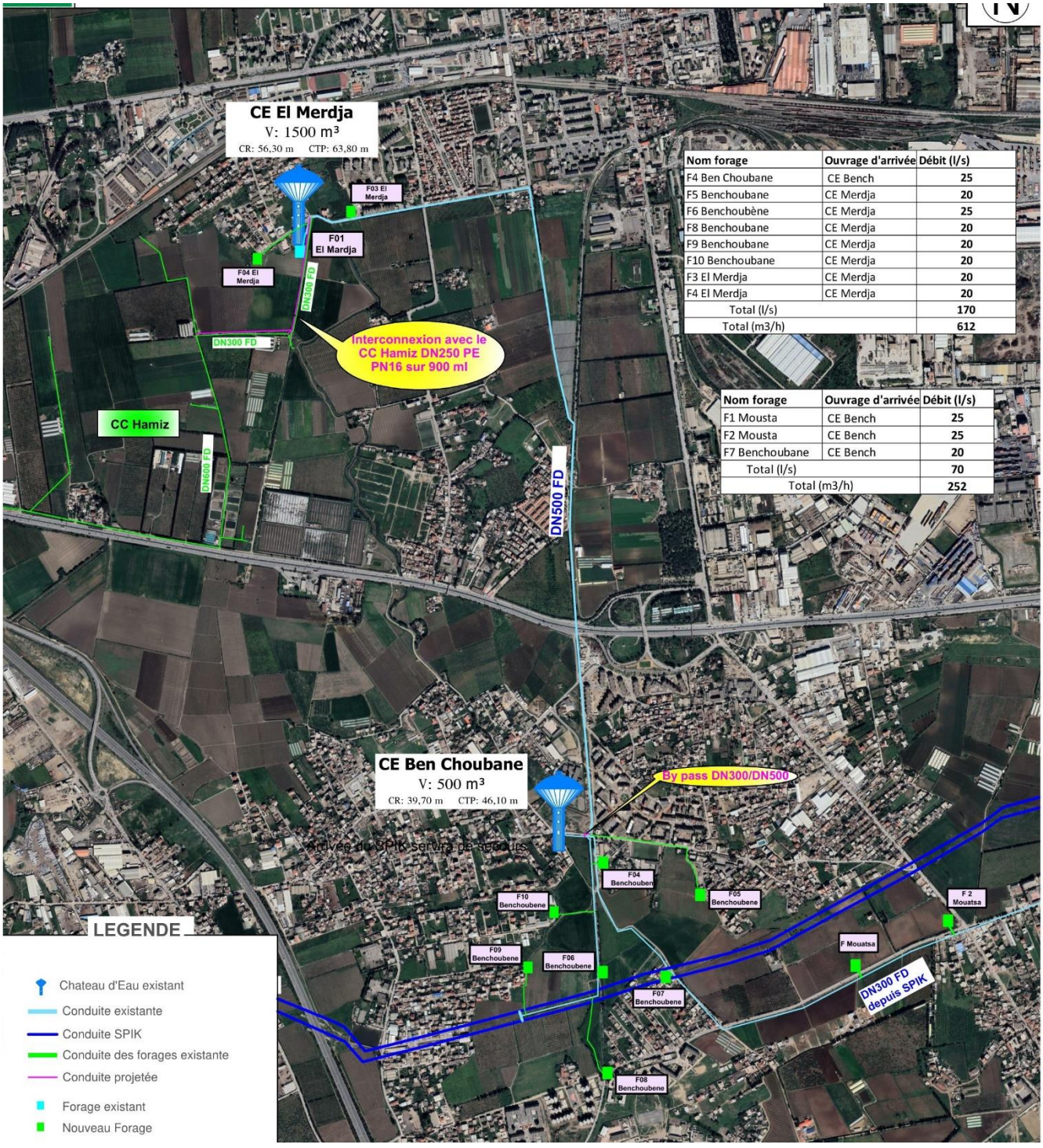
Annexe

annexe 1 : Liste des prix des tuyaux PEHD PN16 (CHIALI 2021).

TUBE PEHD EAU PN16

Code	Désignation Article	UM	Prix Ml HT	Prix Ml TTC
11 004 0201	Tube PEHD Ø 20 PN 16 EP 2.3 mm	ML	34.32	40.15
11 004 0251	Tube PEHD Ø 25 PN 16 EP 3.0 mm	ML	48.03	57.16
11 004 0321	Tube PEHD Ø 32 PN 16 EP 3.6 mm	ML	75.47	89.81
11 004 0401	Tube PEHD Ø 40 PN 16 EP 4.5 mm	ML	116.64	138.80
11 004 0501	Tube PEHD Ø 50 PN 16 EP 5.6 mm	ML	180.68	215.01
11 004 0631	Tube PEHD Ø 63 PN 16 EP 7.1 mm	ML	288.17	342.92
11 004 0751	Tube PEHD Ø 75 PN 16 EP 8.4 mm	ML	404.81	481.72
11 008 0901	Tube PEHD Ø 90 PN 16 EP 8.2 mm	ML	488.62	581.46
11 008 1101	Tube PEHD Ø 110 PN 16 EP 10.0 mm	ML	721.62	858.73
11 008 1251	Tube PEHD Ø 125 PN 16 EP 11.4 mm	ML	934.26	1111.77
11 008 1601	Tube PEHD Ø 160 PN 16 EP 14.6 mm	ML	1526.93	1817.05
11 008 2001	Tube PEHD Ø 200 PN 16 EP 18.2 mm	ML	2397.85	2853.44
11 008 2501	Tube PEHD Ø 250 PN 16 EP 22.7 mm	ML	3709.88	4414.76
11 008 3151	Tube PEHD Ø 315 PN 16 EP 28.6 mm	ML	5881.51	6997.00
11 008 4001	Tube PEHD Ø 400 PN 16 EP 36.3 mm	ML	9500.91	11306.08
11 008 5001	Tube PEHD Ø 500 PN 16 EP 45.4 mm	ML	14816.89	17632.10
11 008 6301	Tube PEHD Ø 630 PN 16 EP 57.2 mm	ML	22513.76	26791.37

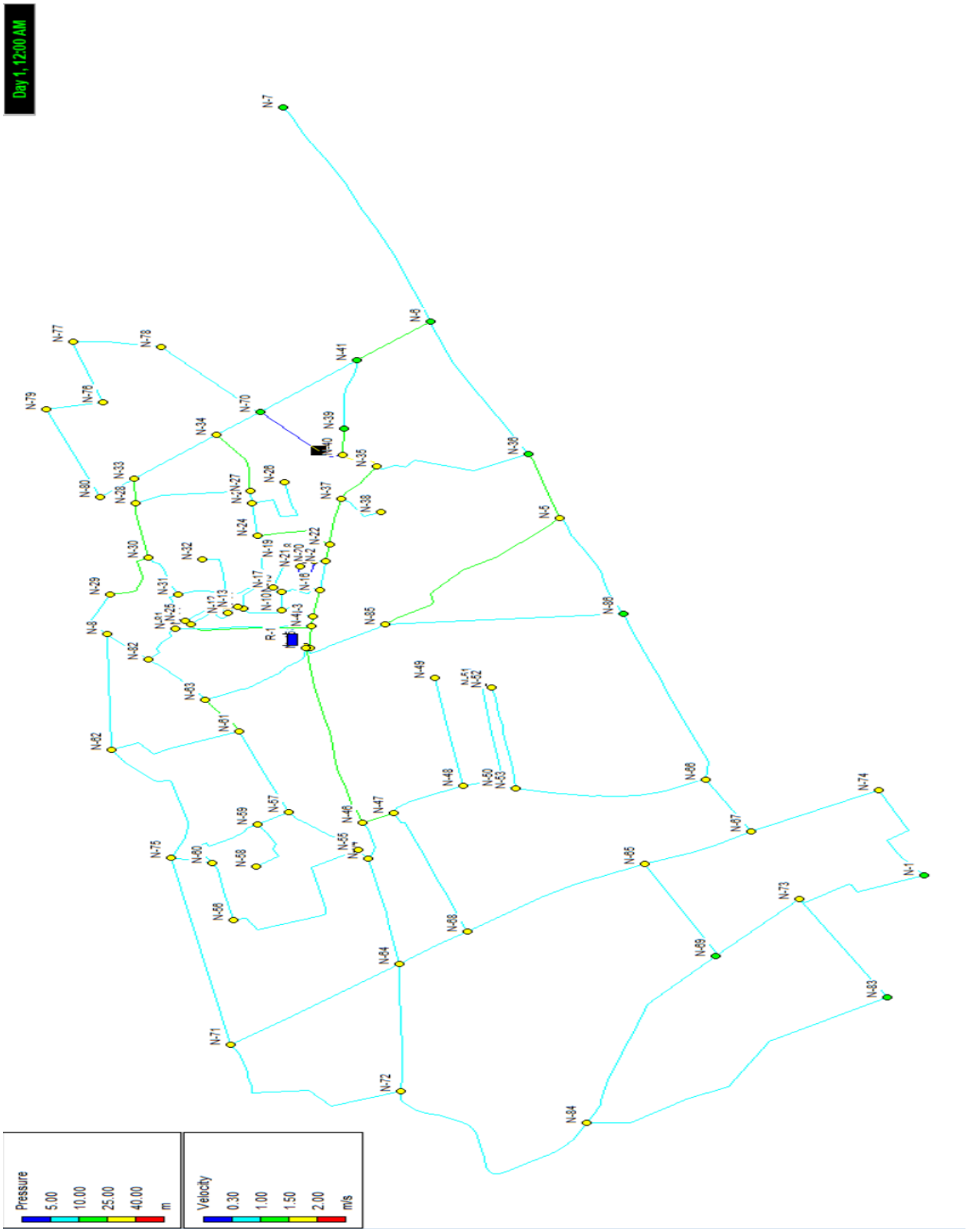
annexe 2: renforcement des ouverage hydrauliue



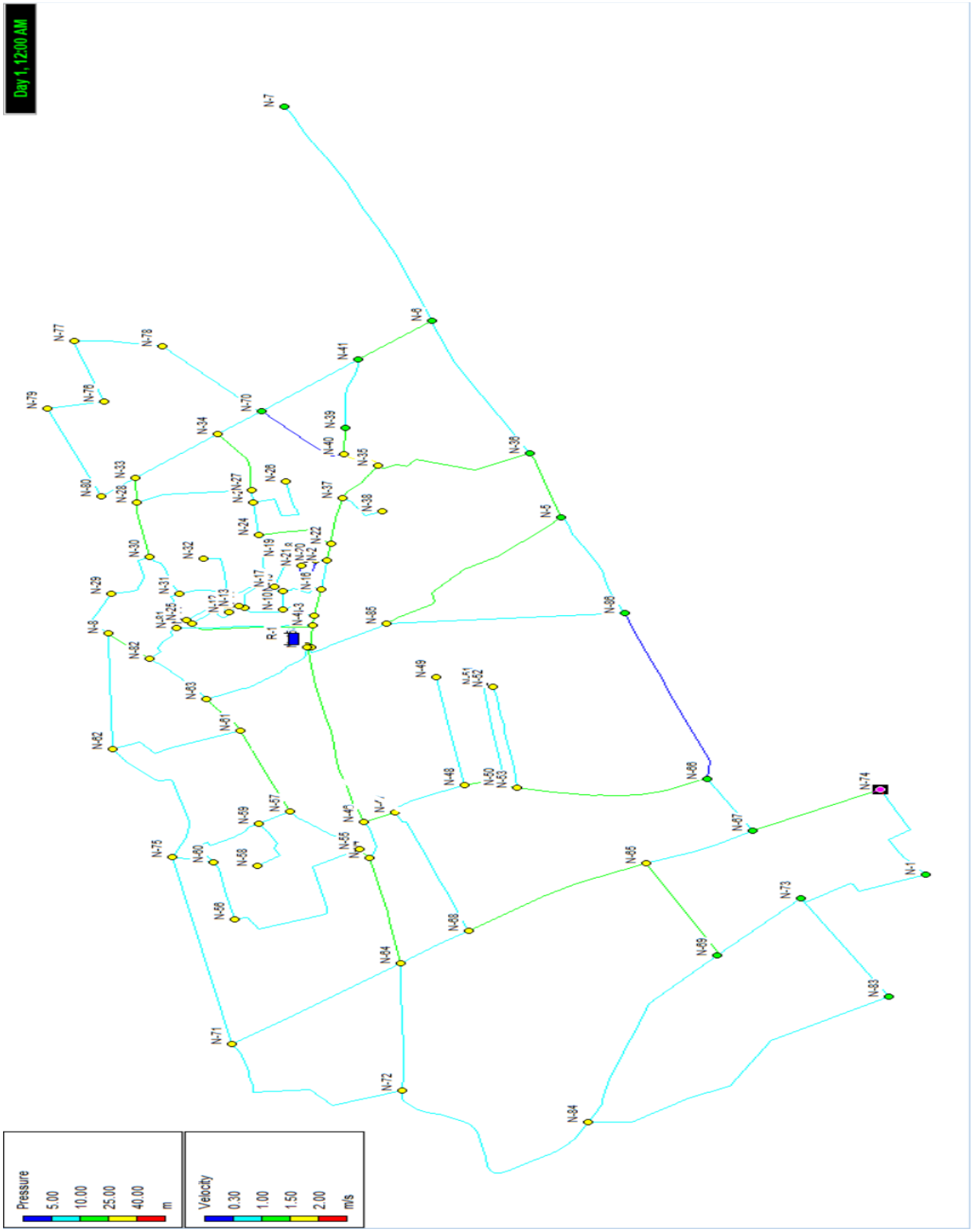
Nom forage	Ouvrage d'arrivée	Débit (l/s)
F4 Ben Choubane	CE Bench	25
F5 Benchoubane	CE Merdja	20
F6 Benchoubène	CE Merdja	25
F8 Benchoubane	CE Merdja	20
F9 Benchoubane	CE Merdja	20
F10 Benchoubane	CE Merdja	20
F3 El Merdja	CE Merdja	20
F4 El Merdja	CE Merdja	20
Total (l/s)		170
Total (m3/h)		612

Nom forage	Ouvrage d'arrivée	Débit (l/s)
F1 Mousta	CE Bench	25
F2 Mousta	CE Bench	25
F7 Benchoubane	CE Bench	20
Total (l/s)		70
Total (m3/h)		252

annexe 3 : réseau projeté de cas de point



annexe 4 : réseau projeté de cas de point + incendie



annexe 5 : diamètre de type PEHD



	SDR 21	PN 6.3 PE 80		PN 8 PE 100	
Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN
20	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-
40	2,0	0,24	186	0,25	232
50	2,4	0,37	293	0,37	366
63	3,0	0,57	462	0,58	577
75	3,6	0,82	659	0,83	824
90	4,3	1,18	945	1,18	1181
110	5,3	1,77	1422	1,78	1778
125	6,0	2,26	1830	2,27	2287
140	6,7	2,83	2289	2,84	2861
160	7,7	3,71	3005	3,73	3756
180	8,6	4,66	3777	4,69	4721
200	9,6	5,78	4683	5,81	5854
225	10,8	7,30	5927	7,34	7409
250	11,9	8,93	7260	8,98	9074
280	13,4	11,27	9153	11,33	11441
315	15,0	14,17	11529	14,24	14411
355	16,9	17,99	14639	18,08	18299
400	19,1	22,94	18639	23,06	23299
450	21,5	29,01	23603	29,16	29504
500	23,9	35,79	29152	35,98	36440
560	26,7	44,80	34480	45,03	45600
630	30,0	56,59	-	56,88	-
710	33,9	72,05	-	72,43	-
800	38,1	91,33	-	91,81	-
900	42,9	115,56	-	116,16	-
1000	47,7	142,77	-	143,51	-
1100	52,4	172,55	-	173,46	-
1200	57,2	205,49	-	206,56	-

	SDR 17	PN 8 PE 80		PN 10 PE 100	
Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN
20	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-
32	2,0	0,19	147	0,19	184
40	2,4	0,29	232	0,29	289
50	3,0	0,45	362	0,45	452
63	3,8	0,72	577	0,72	721
75	4,5	1,01	813	1,02	1016
90	5,4	1,45	1171	1,46	1464
110	6,6	2,16	1749	2,17	2186
125	7,4	2,76	2230	2,77	2787
140	8,3	3,46	2801	3,48	3501
160	9,5	4,52	3663	4,54	4579
180	10,7	5,71	4642	5,74	5802
200	11,9	7,05	5735	7,09	7169
225	13,4	8,94	7265	8,99	9081
250	14,8	10,96	8919	11,02	11148
280	16,6	13,77	11202	13,84	14003
315	18,7	17,44	14196	17,53	17745
355	21,1	22,19	18050	22,31	22563
400	23,7	28,05	22649	28,19	28561
450	26,7	35,53	28956	35,72	36195
500	29,7	43,90	35786	44,13	44732
560	33,2	55,00	44808	55,29	56010
630	37,4	69,66	-	70,02	-
710	42,1	88,39	-	88,85	-
800	47,4	112,08	-	112,66	-
900	53,3	141,77	-	142,52	-
1000	59,3	175,22	-	176,14	-
1100	-	-	-	213,02	-
1200	-	-	-	-	-

	SDR 9	PN 16 PE 80		PN 20 PE 100	
Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN
20	2,3	0,13	105	0,13	131
25	3,0	0,21	160	0,21	200
32	3,6	0,32	262	0,33	328
40	4,5	0,51	410	0,51	512
50	5,6	0,79	638	0,79	797
63	7,1	1,25	1017	1,26	1272
75	8,4	1,76	1434	1,77	1792
90	10,1	2,54	2068	2,56	2585
110	12,3	3,78	3079	3,80	3849
125	14,0	4,87	3982	4,90	4977
140	15,7	6,12	5000	6,16	6250
160	17,9	7,97	6517	8,02	8146
180	20,1	10,09	8235	10,14	10293
200	22,4	12,48	10193	12,54	12741
225	25,2	15,79	12900	15,87	16125
250	27,9	19,41	15876	19,51	19845
280	31,3	24,40	19944	24,52	24929
315	35,2	30,86	25233	31,03	31541
355	39,7	39,20	32069	39,40	40087
400	44,7	49,72	40689	49,99	50861
450	50,3	62,96	51508	63,29	64385
500	55,8	77,58	63502	77,99	79377
560	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-
710	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-
1100	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-

	SDR 7,4	PN 20 PE 80		PN 25 PE 100	
Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN
20	3,0	0,16	124	0,16	155
25	3,5	0,24	193	0,24	241
32	4,4	0,38	312	0,39	389
40	5,5	0,60	487	0,60	608
50	6,9	0,93	762	0,94	953
63	8,6	1,47	1199	1,48	1499
75	10,3	2,09	1708	2,11	2135
90	12,3	3,00	2449	3,02	3061
110	15,1	4,50	3672	4,52	4590
125	17,1	5,79	4728	5,82	5909
140	19,2	7,27	5943	7,31	7428
160	21,9	9,46	7749	9,51	9686
180	24,6	11,96	9794	12,02	12243
200	27,4	14,80	12117	14,88	15146
225	30,8	18,70	15234	18,80	19155
250	34,2	23,09	18909	23,21	23636
280	38,3	28,95	23717	29,10	29646
315	43,1	36,65	30024	36,84	37530
355	48,5	46,47	38085	46,71	47606
400	54,7	59,02	48390	59,33	60488
450	61,5	74,67	61213	75,06	76516
500	-	-	-	-	-
560	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-
710	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-
1100	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-

Force daN : force de tirage maximum à la traction lors de la pose à 20°C

annexe 6 :détermination de caractéristique des pompes par logiciel caprari

caprari
Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

MEC-AZRBH 2/125F

Caractéristiques requises

Débit	80,6 l/s
Hauteur de refoulement	37,7 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1

Caractéristiques de la pompe

Débit	90,7 l/s
Hauteur de refoulement	38,5 m
Puissance absorbée	47,1 kW
Rendement	73,1%
Hauteur manométrique H(Q=0)	51,5 m
Orif. de refoulement	125 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	55 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s

Caractéristiques générales

Poids	616 kg

Matériaux

Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Chaise -palier	Fonte
Roue	Bronze
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier cromé
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée

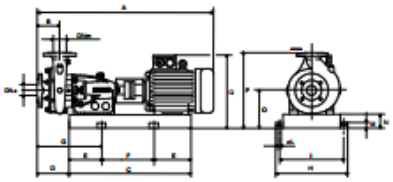


Caractéristiques de fonctionnement UNI/ISO 2548/C

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm

A = 1584
B = 155
C = 1183
D = 212
DNa = 150
DNm = 125
E = 200
F = 783
G = 412
H = 630
I = 580
L = 20
M = 42
N = 120
O = 370
P = 720
Q = 811



Notes:

Date	Page	Offre n°	Pos.N°
25.09.2023	1		

annexe 7 :La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau suivant

Heures	Nombres d'habitants				
	Moins de 10 000	De 10 001 à 50 000	De 50 001 à 100 000	Plus de 100 000	Agglomération de type rural
0 – 1	1	1.5	3	3.35	0.75
1 – 2	1	1.5	3.2	3.25	0.75
2 – 3	1	1.5	2.5	3.3	1
3 – 4	1	1.5	2.6	3.2	1
4 – 5	2	2.5	3.5	3.25	3
5 – 6	3	3.5	4.1	3.4	5.5
6 – 7	5	4.5	4.5	3.85	5.5
7 – 8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8 – 9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9 – 10	5.5	6.25	5.6	5.05	3.5
10 – 11	4.5	6.25	4.8	4.85	6
11 – 12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12 – 13	7	5	4.4	4.6	8.5
13 – 14	7	5	4.1	4.55	6
14 – 15	5.5	5.5	4.2	4.75	5
15 – 16	4.5	6	4.4	4.7	5
16 – 17	5	6	4.3	4.65	3.5
17 – 18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18 – 19	6.5	5	4.5	4.4	6
19 – 20	5	4.5	4.5	4.3	6
20 – 21	4.5	4	4.5	4.3	6
21 – 22	3	3	4.8	4.2	3
22 – 23	2	2	4.6	3.75	2
23 – 24	1	1.5	3.3	3.7	1
Total	100	100	100	100	100

annexe 8 : les débits en route et les débits aux nœuds (cas de pointe et cas de pointe+l'incenide) de reseau existante

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N1	P-46	10.16	0.0038647	0.039	0.063	0.063
	P-304	22.89		0.087		
N2	P-5	6.61		0.025	0.021	0.021
	P-305	4.5		0.017		
N3	P-5	6.61		0.025	0.1925	0.1925
	P-29	94.32		0.36		
N4	P-4	7.77		0.03	0.026	0.026
	P-9	5.66		0.022		
N5	P-2	9.37		0.036	0.9495	0.9495
	P-3	9.94		0.038		
	P-7	478.32		1.825		
N6	P-8	35.34		0.135	0.2805	0.2805
	P-309	3.01		0.011		
	P-308	108.89		0.415		
N7	P-308	108.89		0.415	0.221	0.221
	p-1	7.01		0.027		
N8	P-3	9.94		0.038	0.0245	0.0245
	P-309	3.01		0.011		
N9	P-318	179.05		0.683	0.557	0.557
	P-322	68.19		0.26		
	P-321	44.73		0.171		
N10	P-318	179.05		0.683	0.3415	0.3415
N11	P-319	128.2		0.489	0.52	0.52
	P-323	76.39		0.291		
	P-322	68.19		0.26		
N12	P-319	128.2		0.489	0.2445	0.2445
N13	P-320	104.6		0.399	0.4935	0.4935
	P-324	77.75		0.297		
	P-323	76.39		0.291		
N14	P-320	104.6		0.399	0.1995	0.1995
N15	P-307	256.86		0.98	0.6945	0.6945
	P-325	29.38		0.112		
	P-324	77.75		0.297		
N16	P-307	256.86		0.98	0.49	0.49
N17	P-310	124.65		0.476	0.3775	0.3775
	P-326	43.86		0.167		
	P-325	29.38		0.112		
N18	P-310	124.65		0.476	0.238	0.238
N19	P-311	26.68		0.102	0.272	0.272
	P-327	45.47		0.173		
	P-328	26.68		0.102		
	P-326	43.86		0.167		
N20	P-311	26.68		0.102	0.102	0.102
	P-328	26.68		0.102		

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N21	P-312	131.12		0.5	0.4185	0.4185
	P-317	42.91		0.164		
	P-327	45.47		0.173		
N22	P-312	131.12		0.5	0.25	0.25
N23	P-313	28.21		0.108	0.52	0.52
	P-315	201.3		0.768		
	P-317	42.91		0.164		
N24	P-313	28.21		0.108	0.054	0.054
N25	P-314	37.24		0.142	0.53	0.53
	P-316	39.22		0.15		
	P-315	201.3		0.768		
N26	P-316	39.22		0.15	0.075	0.075
N27	P-314	37.24		0.142	0.071	0.071
N28	P-330	51.48		0.196	2.143	2.143
	P-332	855.97		3.266		
	P-331	216.01		0.824		
N29	P-330	51.48		0.196	0.098	0.098
N30	P-332	855.97		3.266	1.633	18.633
N31	P-6	358.72		1.369	0.7025	0.7025
	P-2	9.37		0.036		
N32	P-7	478.32		1.825	0.9125	0.9125
N33	p-1	7.01		0.027	0.2345	0.2345
	P-176	112.97		0.431		
	P-186	2.78		0.011		
N34	P-9	5.66		0.022	0.138	0.138
	P-10	31.11		0.119		
	P-8	35.34		0.135		
N35	P-12	109.47		0.418	0.224	0.224
	P-4	7.77		0.03		
N36	P-11	58.99		0.225	0.3255	0.3255
	P-30	80.57		0.307		
	P-10	31.11		0.119		
N37	P-11	58.99		0.225	0.1125	0.1125
N38	P-13	10.65		0.041	0.3855	0.3855
	P-12	109.47		0.418		
	P-27	81.85		0.312		
N39	P-14	28.03		0.107	0.2045	0.2045
	P-17	68.38		0.261		
	P-13	10.65		0.041		
N40	P-15	45.15		0.172	0.2325	0.2325
	P-16	48.75		0.186		
	P-14	28.03		0.107		
N41	P-15	45.15		0.172	0.086	0.086
N42	P-16	48.75		0.186	0.093	0.093
N43	P-18	67.33		0.257	0.3395	0.3395
	P-19	42.16		0.161		
	P-17	68.38		0.261		
N44	P-18	67.33		0.257	0.1285	0.1285
N45	P-20	162.14		0.619	0.4215	0.4215
	P-306	16.62		0.063		

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
	P-19	42.16		0.161		
N46	P-26	40.22		0.153	0.4415	0.4415
	P-32	29.14		0.111		
	P-20	162.14		0.619		
N47	P-23	103.2		0.394	0.4345	0.4345
	P-21	87.36		0.333		
	P-22	37.1		0.142		
N48	P-21	87.36		0.333	0.269	0.269
	P-22	37.1		0.142		
	P-306	16.62		0.063		
N49	P-24	50.62		0.193	0.401	0.401
	P-25	56.26		0.215		
	P-23	103.2		0.394		
N50	P-24	50.62		0.193	0.0965	0.0965
N51	P-6	358.72		1.369	0.792	0.792
	P-25	56.26		0.215		
N52	P-27	81.85		0.312	0.2895	0.2895
	P-28	29.79		0.114		
	P-26	40.22		0.153		
N53	P-29	94.32		0.36	0.3235	0.3235
	P-31	45.39		0.173		
	P-28	29.79		0.114		
N54	P-47	136.34		0.52	0.29	0.29
	P-296	11.39		0.043		
	P-305	4.5		0.017		
N55	P-295	93.75		0.358	0.354	0.354
	P-30	80.57		0.307		
	P-296	11.39		0.043		
N56	P-31	45.39		0.173	0.0865	0.0865
N57	P-33	68.43		0.261	0.4095	0.4095
	P-34	117.26		0.447		
	P-32	29.14		0.111		
N58	P-33	68.43		0.261	0.1305	0.1305
N59	P-35	61.23		0.234	0.3685	0.3685
	P-37	14.8		0.056		
	P-34	117.26		0.447		
N60	P-36	20.63		0.079	0.2125	0.2125
	P-45	29.45		0.112		
	P-35	61.23		0.234		
N61	P-42	101.39		0.387	0.3265	0.3265
	P-36	20.63		0.079		
	P-44	48.92		0.187		
N62	P-38	36.13		0.138	0.1965	0.1965
	P-39	52.09		0.199		
	P-37	14.8		0.056		
N63	P-38	36.13		0.138	0.069	0.069
N64	P-40	31.73		0.121	0.2215	0.2215
	P-41	32.26		0.123		
	P-39	52.09		0.199		
N65	P-40	31.73		0.121	0.0605	0.0605
N66	P-41	32.26		0.123	0.0615	0.0615

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N67	P-43	45.16		0.172	0.373	0.373
	P-44	48.92		0.187		
	P-42	101.39		0.387		
N68	P-43	45.16		0.172	0.086	0.086
N69	P-48	29.99		0.114	0.1565	0.1565
	P-304	22.89		0.087		
	P-45	29.45		0.112		
N70	P-52	81.97		0.313	0.436	0.436
	P-46	10.16		0.039		
	P-47	136.34		0.52		
N71	P-49	34.97		0.133	0.3125	0.3125
	P-48	29.99		0.114		
	P-51	99.08		0.378		
N72	P-50	19.42		0.074	0.2925	0.2925
	P-51	99.08		0.378		
	P-49	34.97		0.133		
N73	P-50	19.42		0.074	0.037	0.037
N74	P-53	237.17		0.905	1.004	1.004
	P-52	81.97		0.313		
	P-144	207.12		0.79		
N75	P-55	10.54		0.04	0.5305	0.5305
	P-57	30.39		0.116		
	P-53	237.17		0.905		
N76	P-54	468.83		1.789	0.8945	0.8945
N77	P-303	6.96		0.027	0.0135	0.0135
N78	P-56	100.19		0.382	0.3345	0.3345
	P-64	64.62		0.247		
	P-55	10.54		0.04		
N79	P-56	100.19		0.382	0.191	0.191
N80	P-58	64.96		0.248	0.248	0.248
	P-59	34.49		0.132		
	P-57	30.39		0.116		
N81	P-58	64.96		0.248	0.124	0.124
N82	P-60	60.29		0.23	0.4435	0.4435
	P-61	137.54		0.525		
	P-59	34.49		0.132		
N83	P-60	60.29		0.23	0.115	0.115
N84	P-62	96.08		0.367	0.9785	0.9785
	P-63	279.24		1.065		
	P-61	137.54		0.525		
N85	P-62	96.08		0.367	0.1835	0.1835
N86	P-63	279.24		1.065	0.5325	0.5325
N87	P-65	126.49		0.483	0.51	0.51
	P-66	75.97		0.29		
	P-64	64.62		0.247		
N88	P-65	126.49		0.483	0.2415	0.2415
N89	P-67	21.05		0.08	0.1945	0.1945
	P-74	5.09		0.019		
	P-66	75.97		0.29		
N90	P-68	54.58		0.208	0.1705	0.1705
	P-69	13.87		0.053		

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
	P-67	21.05		0.08		
N91	P-68	54.58		0.208	0.104	0.104
N92	P-70	54.57		0.208	0.1855	0.1855
	P-71	28.76		0.11		
	P-69	13.87		0.053		
N93	P-70	54.57		0.208	0.104	0.104
N94	P-72	58.12		0.222	0.7155	0.7155
	P-73	288.09		1.099		
	P-71	28.76		0.11		
N95	P-72	58.12		0.222	0.111	0.111
N96	P-73	288.09		1.099	0.5495	0.5495
N97	P-75	77.93		0.297	0.1835	0.1835
	P-76	13.35		0.051		
	P-74	5.09		0.019		
N98	P-75	77.93		0.297	0.1485	0.1485
N99	P-77	16.79		0.064	0.0785	0.0785
	P-78	11.02		0.042		
	P-76	13.35		0.051		
N100	P-77	16.79		0.064	0.032	0.032
N101	P-79	81		0.309	0.2305	0.2305
	P-80	28.76		0.11		
	P-78	11.02		0.042		
N102	P-79	81		0.309	0.1545	0.1545
N103	P-81	212.1		0.809	0.509	0.509
	P-125	25.91		0.099		
	P-80	28.76		0.11		
N104	P-82	178.34		0.68	0.9795	0.9795
	P-83	123.28		0.47		
	P-81	212.1		0.809		
N105	P-82	178.34		0.68	0.34	0.34
N106	P-84	7.5		0.029	0.46	0.46
	P-109	110.38		0.421		
	P-83	123.28		0.47		
N107	P-85	76.31		0.291	0.181	0.181
	P-86	11.07		0.042		
	P-84	7.5		0.029		
N108	P-85	76.31		0.291	0.1455	0.1455
N109	P-87	84.32		0.322	0.205	0.205
	P-88	12.01		0.046		
	P-86	11.07		0.042		
N110	P-87	84.32		0.322	0.161	0.161
N111	P-89	100.26		0.383	0.2575	0.2575
	P-90	22.54		0.086		
	P-88	12.01		0.046		
N112	P-89	100.26		0.383	0.1915	0.1915
N113	P-91	109.13		0.416	0.2905	0.2905
	P-92	20.58		0.079		
	P-90	22.54		0.086		
N114	P-91	109.13		0.416	0.208	0.208
N115	P-93	111.08		0.424	0.3105	0.3105
	P-94	30.93		0.118		

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
	P-92	20.58		0.079		
N116	P-93	111.08		0.424	0.212	0.212
N117	P-95	95.21		0.363	0.3115	0.3115
	P-96	37.25		0.142		
	P-94	30.93		0.118		
N118	P-95	95.21		0.363	0.1815	0.1815
N119	P-97	62.34		0.238	0.2595	0.2595
	P-98	36.34		0.139		
	P-96	37.25		0.142		
N120	P-97	62.34		0.238	0.119	0.119
N121	P-99	82.2		0.314	0.382	0.382
	P-100	81.47		0.311		
	P-98	36.34		0.139		
N122	P-99	82.2		0.314	0.157	0.157
N123	P-101	204.55		0.78	0.604	0.604
	P-102	30.68		0.117		
	P-100	81.47		0.311		
N124	P-101	204.55		0.78	0.39	0.39
N125	P-103	84.43		0.322	0.272	0.272
	P-104	27.49		0.105		
	P-102	30.68		0.117		
N126	P-103	84.43		0.322	0.161	0.161
N127	P-105	78.12		0.298	0.45	0.45
	P-106	130.3		0.497		
	P-104	27.49		0.105		
N128	P-105	78.12		0.298	0.149	0.149
N129	P-107	52.99		0.202	0.976	0.976
	P-108	328.43		1.253		
	P-106	130.3		0.497		
N130	P-107	52.99		0.202	0.101	0.101
N131	P-108	328.43		1.253	0.6265	0.6265
N132	P-110	179.05		0.683	0.7865	0.7865
	P-111	122.96		0.469		
	P-109	110.38		0.421		
N133	P-110	179.05		0.683	0.3415	0.3415
N134	P-112	62.24		0.237	0.5055	0.5055
	P-113	79.97		0.305		
	P-111	122.96		0.469		
N135	P-112	62.24		0.237	0.1185	0.1185
N136	P-114	84.78		0.323	0.3555	0.3555
	P-115	21.67		0.083		
	P-113	79.97		0.305		
N137	P-114	84.78		0.323	0.1615	0.1615
N138	P-116	56.02		0.214	0.3025	0.3025
	P-117	80.85		0.308		
	P-115	21.67		0.083		
N139	P-116	56.02		0.214	0.107	0.107
N140	P-118	10.89		0.042	0.491	0.491
	P-126	165.72		0.632		
	P-117	80.85		0.308		
N141	P-119	27.22		0.104	0.073	0.073

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
	P-118	10.89		0.042		
N142	P-120	50.77		0.194	0.4045	0.4045
	P-121	133.84		0.511		
	P-119	27.22		0.104		
N143	P-120	50.77		0.194	0.097	0.097
N144	P-122	62.12		0.237	0.43	0.43
	P-123	29.26		0.112		
	P-121	133.84		0.511		
N145	P-122	62.12		0.237	0.1185	0.1185
N146	P-293	41.56		0.159	0.2425	0.2425
	P-294	56.15		0.214		
	P-123	29.26		0.112		
N147	P-124	37.68		0.144	0.2285	0.2285
	P-125	25.91		0.099		
	P-294	56.15		0.214		
N148	P-124	37.68		0.144	0.072	0.072
N149	P-127	324.24		1.237	0.943	0.943
	P-146	4.54		0.017		
	P-126	165.72		0.632		
N150	P-128	99.6		0.38	0.847	0.847
	P-127	324.24		1.237		
	P-161	20.27		0.077		
N151	P-129	108.14		0.413	0.4095	0.4095
	P-130	6.72		0.026		
	P-128	99.6		0.38		
N152	P-129	108.14		0.413	0.2065	0.2065
N153	P-131	96.63		0.369	0.216	0.216
	P-132	9.8		0.037		
	P-130	6.72		0.026		
N154	P-131	96.63		0.369	0.1845	0.1845
N155	P-133	137.16		0.523	0.3955	0.3955
	P-134	60.64		0.231		
	P-132	9.8		0.037		
N156	P-133	137.16		0.523	0.2615	0.2615
N157	P-135	100.37		0.383	0.362	0.362
	P-136	28.77		0.11		
	P-134	60.64		0.231		
N158	P-135	100.37		0.383	0.1915	0.1915
N159	P-137	64.57		0.246	0.3455	0.3455
	P-138	87.79		0.335		
	P-136	28.77		0.11		
N160	P-137	64.57		0.246	0.123	0.123
N161	P-139	108.98		0.416	0.7705	0.7705
	P-144	207.12		0.79		
	P-138	87.79		0.335		
N162	P-140	48.45		0.185	0.397	0.397
	P-143	50.71		0.193		
	P-139	108.98		0.416		
N163	P-141	36.3		0.139	0.2155	0.2155
	P-142	27.96		0.107		
	P-140	48.45		0.185		

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N164	P-141	36.3		0.139	0.0695	0.0695
N165	P-142	27.96		0.107	0.0535	0.0535
N166	P-143	50.71		0.193	0.0965	0.0965
N167	P-145	204.66		0.781	0.437	0.437
	P-147	19.98		0.076		
	P-146	4.54		0.017		
N168	P-145	204.66		0.781	0.3905	0.3905
N169	P-148	61.43		0.234	0.2015	0.2015
	P-149	24.29		0.093		
	P-147	19.98		0.076		
N170	P-148	61.43		0.234	0.117	0.117
N171	P-150	49.01		0.187	0.185	0.185
	P-151	23.56		0.09		
	P-149	24.29		0.093		
N172	P-150	49.01		0.187	0.0935	0.0935
N173	P-152	49.69		0.19	0.1935	0.1935
	P-153	28.15		0.107		
	P-151	23.56		0.09		
N174	P-152	49.69		0.19	0.095	0.095
N175	P-154	53.07		0.202	0.163	0.163
	P-155	4.36		0.017		
	P-153	28.15		0.107		
N176	P-154	53.07		0.202	0.101	0.101
N177	P-156	188.32		0.719	0.39	0.39
	P-162	11.5		0.044		
	P-155	4.36		0.017		
N178	P-157	50.81		0.194	0.539	0.539
	P-158	43.23		0.165		
	P-156	188.32		0.719		
N179	P-157	50.81		0.194	0.097	0.097
N180	P-159	99.64		0.38	0.8815	0.8815
	P-173	319.3		1.218		
	P-158	43.23		0.165		
N181	P-160	99.07		0.378	0.4175	0.4175
	P-161	20.27		0.077		
	P-159	99.64		0.38		
N182	P-160	99.07		0.378	0.189	0.189
N183	P-163	81.6		0.311	0.2345	0.2345
	P-164	29.76		0.114		
	P-162	11.5		0.044		
N184	P-163	81.6		0.311	0.1555	0.1555
N185	P-165	57.67		0.22	0.179	0.179
	P-166	6.24		0.024		
	P-164	29.76		0.114		
N186	P-165	57.67		0.22	0.11	0.11
N187	P-167	91.67		0.35	0.215	0.215
	P-168	14.57		0.056		
	P-166	6.24		0.024		
N188	P-167	91.67		0.35	0.175	0.175
N189	P-169	119.57		0.456	0.317	0.317
	P-170	32.02		0.122		

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
	P-168	14.57		0.056		
N190	P-169	119.57		0.456	0.228	0.228
N191	P-171	99.92		0.381	0.564	0.564
	P-172	163.79		0.625		
	P-170	32.02		0.122		
N192	P-171	99.92		0.381	0.1905	0.1905
N193	P-174	270.48		1.032	1.4375	1.4375
	P-172	163.79		0.625		
	P-173	319.3		1.218		
N194	P-331	216.01		0.824	2.7915	2.7915
	P-174	270.48		1.032		
	P-329	976.83		3.727		
N195	P-278	389.73		1.487	0.7765	0.7765
	P-279	2.71		0.01		
	P-175	14.77		0.056		
N196	P-175	14.77		0.056	0.1155	0.1155
	P-185	6.55		0.025		
	P-302	39.23		0.15		
N197	P-177	64.35		0.246	0.4045	0.4045
	P-178	34.59		0.132		
	P-176	112.97		0.431		
N198	P-177	64.35		0.246	0.123	0.123
N199	P-179	211.95		0.809	0.804	0.804
	P-180	174.93		0.667		
	P-178	34.59		0.132		
N200	P-179	211.95		0.809	0.4045	0.4045
N201	P-181	232.52		0.887	1.354	1.354
	P-182	302.43		1.154		
	P-180	174.93		0.667		
N202	P-181	232.52		0.887	0.4435	0.4435
N203	P-183	230.79		0.881	1.7445	1.7445
	P-184	381.09		1.454		
	P-182	302.43		1.154		
N204	P-183	230.79		0.881	0.4405	0.4405
N205	P-321	44.73		0.171	2.676	2.676
	P-329	976.83		3.727		
	P-184	381.09		1.454		
N206	P-303	6.96		0.027	0.9205	0.9205
	P-54	468.83		1.789		
	P-185	6.55		0.025		
N207	P-187	134.43		0.513	0.267	0.267
	P-186	2.78		0.011		
	P-279	2.71		0.01		
N208	P-188	139.12		0.531	0.8745	0.8745
	P-189	184.79		0.705		
	P-187	134.43		0.513		
N209	P-188	139.12		0.531	0.2655	0.2655
N210	P-190	120.14		0.458	0.607	0.607
	P-191	13.43		0.051		
	P-189	184.79		0.705		
N211	P-190	120.14		0.458	0.229	0.229

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N212	P-192	113.72		0.434	0.2855	0.2855
	P-193	22.48		0.086		
	P-191	13.43		0.051		
N213	P-192	113.72		0.434	0.217	0.217
N214	P-194	122.27		0.467	0.3315	0.3315
	P-195	28.72		0.11		
	P-193	22.48		0.086		
N215	P-194	122.27		0.467	0.2335	0.2335
N216	P-196	175.34		0.669	0.523	0.523
	P-197	69.98		0.267		
	P-195	28.72		0.11		
N217	P-196	175.34		0.669	0.3345	0.3345
N218	P-198	76.59		0.292	0.4445	0.4445
	P-199	86.5		0.33		
	P-197	69.98		0.267		
N219	P-198	76.59		0.292	0.146	0.146
N220	P-200	43.19		0.165	0.255	0.255
	P-201	4.01		0.015		
	P-199	86.5		0.33		
N221	P-200	43.19		0.165	0.0825	0.0825
N222	P-202	51.6		0.197	0.183	0.183
	P-203	40.35		0.154		
	P-201	4.01		0.015		
N223	P-202	51.6		0.197	0.0985	0.0985
N224	P-204	123.67		0.472	0.446	0.446
	P-205	69.81		0.266		
	P-203	40.35		0.154		
N225	P-204	123.67		0.472	0.236	0.236
N226	P-206	103.11		0.393	0.3825	0.3825
	P-207	27.84		0.106		
	P-205	69.81		0.266		
N227	P-206	103.11		0.393	0.1965	0.1965
N228	P-208	153.4		0.585	0.607	0.607
	P-211	137.08		0.523		
	P-207	27.84		0.106		
N229	P-209	52.3		0.2	0.486	0.486
	P-210	49.06		0.187		
	P-208	153.4		0.585		
N230	P-209	52.3		0.2	0.1	0.1
N231	P-210	49.06		0.187	0.0935	0.0935
N232	P-212	108.97		0.416	0.7715	0.7715
	P-250	158.22		0.604		
	P-211	137.08		0.523		
N233	P-213	187.01		0.714	0.5785	0.5785
	P-214	6.99		0.027		
	P-212	108.97		0.416		
N234	P-213	187.01		0.714	0.357	0.357
N235	P-215	67.17		0.256	0.3225	0.3225
	P-216	94.81		0.362		
	P-214	6.99		0.027		
N236	P-215	67.17		0.256	0.128	0.128

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N237	P-297	193.03		0.737	0.68	0.68
	P-298	68.53		0.261		
	P-216	94.81		0.362		
N238	P-217	117.69		0.449	0.375	0.375
	P-218	10.42		0.04		
	P-298	68.53		0.261		
N239	P-217	117.69		0.449	0.2245	0.2245
N240	P-219	97.62		0.372	0.295	0.295
	P-220	46.64		0.178		
	P-218	10.42		0.04		
N241	P-219	97.62		0.372	0.186	0.186
N242	P-221	43.36		0.165	0.1805	0.1805
	P-222	4.59		0.018		
	P-220	46.64		0.178		
N243	P-221	43.36		0.165	0.0825	0.0825
N244	P-223	207.52		0.792	0.4835	0.4835
	P-228	41.04		0.157		
	P-222	4.59		0.018		
N245	P-224	118.06		0.45	0.729	0.729
	P-225	56.73		0.216		
	P-223	207.52		0.792		
N246	P-224	118.06		0.45	0.225	0.225
N247	P-226	115.56		0.441	0.777	0.777
	P-227	235.21		0.897		
	P-225	56.73		0.216		
N248	P-226	115.56		0.441	0.2205	0.2205
N249	P-227	235.21		0.897	0.4485	0.4485
N250	P-229	43		0.164	0.273	0.273
	P-230	58.94		0.225		
	P-228	41.04		0.157		
N251	P-229	43		0.164	0.082	0.082
N252	P-231	33.52		0.128	0.2105	0.2105
	P-232	17.94		0.068		
	P-230	58.94		0.225		
N253	P-231	33.52		0.128	0.064	0.064
N254	P-233	467.47		1.784	0.9535	0.9535
	P-234	14.51		0.055		
	P-232	17.94		0.068		
N255	P-233	467.47		1.784	0.892	0.892
N256	P-235	32.62		0.124	0.1665	0.1665
	P-236	40.29		0.154		
	P-234	14.51		0.055		
N257	P-235	32.62		0.124	0.062	0.062
N258	P-237	461.52		1.761	1.017	1.017
	P-238	31.07		0.119		
	P-236	40.29		0.154		
N259	P-237	461.52		1.761	0.8805	0.8805
N260	P-239	388.37		1.482	1.121	1.121
	P-240	167.99		0.641		
	P-238	31.07		0.119		
N261	P-239	388.37		1.482	0.741	0.741

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N262	P-241	114.28		0.436	0.7005	0.7005
	P-246	84.82		0.324		
	P-240	167.99		0.641		
N263	P-242	71.02		0.271	0.488	0.488
	P-243	70.56		0.269		
	P-241	114.28		0.436		
N264	P-242	71.02		0.271	0.1355	0.1355
N265	P-244	139.4		0.532	0.552	0.552
	P-245	79.42		0.303		
	P-243	70.56		0.269		
N266	P-244	139.4		0.532	0.266	0.266
N267	P-245	79.42		0.303	0.1515	0.1515
N268	P-247	351.16		1.34	1.1375	1.1375
	P-248	160.08		0.611		
	P-246	84.82		0.324		
N269	P-247	351.16		1.34	0.67	0.67
N270	P-249	137.4		0.524	0.59	0.59
	P-299	11.69		0.045		
	P-248	160.08		0.611		
N271	P-249	137.4		0.524	0.262	0.262
N272	P-251	117.68		0.449	0.5685	0.5685
	P-252	21.94		0.084		
	P-250	158.22		0.604		
N273	P-251	117.68		0.449	0.2245	0.2245
N274	P-253	49.03		0.187	0.7295	0.7295
	P-281	311.37		1.188		
	P-252	21.94		0.084		
N275	P-254	242.87		0.927	0.719	0.719
	P-257	84.84		0.324		
	P-253	49.03		0.187		
N276	P-255	151.06		0.576	1.1485	1.1485
	P-256	208.14		0.794		
	P-254	242.87		0.927		
N277	P-255	151.06		0.576	0.288	0.288
N278	P-256	208.14		0.794	0.397	0.397
N279	P-258	129.26		0.493	0.435	0.435
	P-259	13.97		0.053		
	P-257	84.84		0.324		
N280	P-258	129.26		0.493	0.2465	0.2465
N281	P-260	112.4		0.429	0.56	0.56
	P-261	167.32		0.638		
	P-259	13.97		0.053		
N282	P-260	112.4		0.429	0.2145	0.2145
N283	P-262	100.46		0.383	1.0795	1.0795
	P-269	298.3		1.138		
	P-261	167.32		0.638		
N284	P-263	244.88		0.934	0.7485	0.7485
	P-264	47.1		0.18		
	P-262	100.46		0.383		
N285	P-263	244.88		0.934	0.467	0.467
N286	P-265	21.74		0.083	0.4045	0.4045

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
	P-267	143.09		0.546		
	P-264	47.1		0.18		
N287	P-266	122.79		0.469	0.388	0.388
	P-268	58.63		0.224		
	P-265	21.74		0.083		
N288	P-266	122.79		0.469	0.2345	0.2345
N289	P-267	143.09		0.546	0.273	0.273
N290	P-268	58.63		0.224	0.112	0.112
N291	P-270	311.16		1.187	1.3365	1.3365
	P-271	91.3		0.348		
	P-269	298.3		1.138		
N292	P-270	311.16		1.187	0.5935	0.5935
N293	P-272	128.91		0.492	0.7605	0.7605
	P-277	178.6		0.681		
	P-271	91.3		0.348		
N294	P-273	111.91		0.427	0.782	0.782
	P-274	168.92		0.645		
	P-272	128.91		0.492		
N295	P-273	111.91		0.427	0.2135	0.2135
N296	P-275	70.53		0.269	0.8295	0.8295
	P-276	195.26		0.745		
	P-274	168.92		0.645		
N297	P-275	70.53		0.269	0.1345	0.1345
N298	P-276	195.26		0.745	0.3725	0.3725
N299	P-280	1247.6		4.76	3.464	3.464
	P-277	178.6		0.681		
	P-278	389.73		1.487		
N300	P-280	1247.6		4.76	2.38	2.38
N301	P-282	68.64		0.262	1.0765	1.0765
	P-283	184.3		0.703		
	P-281	311.37		1.188		
N302	P-282	68.64		0.262	0.131	0.131
N303	P-284	376.44		1.436	1.193	1.193
	P-285	64.71		0.247		
	P-283	184.3		0.703		
N304	P-284	376.44		1.436	0.718	0.718
N305	P-286	177.08		0.676	0.543	0.543
	P-287	42.76		0.163		
	P-285	64.71		0.247		
N306	P-286	177.08		0.676	0.338	0.338
N307	P-288	106.22		0.405	1.712	1.712
	P-290	748.59		2.856		
	P-287	42.76		0.163		
N308	P-289	50.27		0.192	0.2985	0.2985
	P-288	106.22		0.405		
N309	P-289	50.27		0.192	0.096	0.096
N310	P-291	121.94		0.465	2.8155	2.8155
	P-292	605.3		2.31		
	P-290	748.59		2.856		
N311	P-291	121.94		0.465	0.2325	0.2325
N312	P-292	605.3		2.31	1.155	1.155

nœuds	Toyaux	longeur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale + d'incendie (P+I)(l/s)
N313	P-293	41.56		0.159	0.0795	0.0795
N314	P-295	93.75		0.358	0.179	0.179
N315	P-297	193.03		0.737	0.3685	0.3685
N316	P-300	16.36		0.062	0.391	0.391
	P-301	176.92		0.675		
	P-299	11.69		0.045		
N317	P-300	16.36		0.062	0.031	0.031
N318	P-301	176.92		0.675	0.3375	0.3375
R	P-302	39.23		0.15	0.075	0.075

annexe 9 : la caractéristiques des conduites de réseau existant

tuyaux	Longueur (m)	nœud de début	nœud de fin	Diamètre (mm)	Matériel
P-1	8.01	N33	N7	100	Fonte ductile
P-2	8.5	N5	N31	100	Fonte ductile
P-3	8	N5	N8	200	Acier
P-4	6	N4	N35	100	Fonte ductile
P-5	6	N2	N3	100	Fonte ductile
P-6	354.43	N31	N51	90	PEHD
P-7	472.82	N5	N32	163.6	PEHD
P-8	41.53	N6	N34	200	Fonte ductile
P-9	15.27	N34	N4	100	Fonte ductile
P-10	19.99	N34	N36	200	Fonte ductile
P-11	53.96	N36	N37	32.6	PEHD
P-12	102.9	N35	N38	100	Fonte ductile
P-13	10.65	N38	N39	100	Fonte ductile
P-14	22.95	N39	N40	100	Fonte ductile
P-15	45.15	N40	N41	100	Fonte ductile
P-16	46.32	N40	N42	100	Fonte ductile
P-17	72.79	N39	N43	100	Fonte ductile
P-18	64.13	N43	N44	100	Fonte ductile
P-19	46.15	N43	N45	100	Fonte ductile
P-20	166.22	N45	N46	100	Fonte ductile
P-21	86.8	N48	N47	100	Fonte ductile
P-22	35.35	N48	N47	100	Fonte ductile
P-23	96.03	N47	N49	100	Fonte ductile
P-24	50.62	N49	N50	100	Fonte ductile
P-25	56.26	N49	N51	100	Fonte ductile
P-26	39.89	N46	N52	100	Fonte ductile
P-27	78.34	N52	N38	100	Fonte ductile
P-28	30.57	N52	N53	100	Fonte ductile
P-29	89.17	N53	N3	100	Fonte ductile
P-30	87.18	N36	N55	200	Fonte ductile
P-31	49.81	N53	N56	100	Fonte ductile
P-32	33.99	N46	N57	100	Fonte ductile
P-33	76.43	N57	N58	100	Fonte ductile
P-34	118.87	N57	N59	100	Fonte ductile
P-35	64.08	N59	N60	100	Fonte ductile
P-36	26.01	N60	N61	100	Fonte ductile
P-37	14.8	N59	N62	100	Fonte ductile
P-38	36.13	N62	N63	100	Fonte ductile
P-39	54.2	N62	N64	100	Fonte ductile
P-40	41.5	N64	N65	100	Fonte ductile
P-41	33.74	N64	N66	100	Fonte ductile
P-42	102.22	N61	N67	100	Fonte ductile
P-43	37.22	N67	N68	100	Fonte ductile
P-44	47.89	N67	N61	100	Fonte ductile
P-45	31.8	N60	N69	100	Fonte ductile
P-46	19	N1	N70	100	Fonte ductile

tuyaux	Longueur (m)	nœud de début	nœud de fin	Diamètre (mm)	Matériel
P-47	135.79	N54	N70	200	Fonte ductile
P-48	30.48	N69	N71	100	Fonte ductile
P-49	35.83	N71	N72	100	Fonte ductile
P-50	19.42	N72	N73	100	Fonte ductile
P-51	96.98	N72	N71	100	Fonte ductile
P-52	90.59	N70	N74	200	Fonte ductile
P-53	245.03	N74	N75	100	Acier
P-54	478.3	N76	N206	200	Acier
P-55	13.05	N75	N78	90	PEHD
P-56	104.4	N78	N79	40.8	PEHD
P-57	26.65	N75	N80	90	PEHD
P-58	63.72	N80	N81	40.8	PEHD
P-59	41.26	N80	N82	90	PEHD
P-60	60.25	N82	N83	40.8	PEHD
P-61	139.14	N82	N84	90	PEHD
P-62	109.03	N84	N85	40.8	PEHD
P-63	307.99	N84	N86	90	PEHD
P-64	69.45	N78	N87	90	PEHD
P-65	131.96	N87	N88	51.4	PEHD
P-66	75.04	N87	N89	90	PEHD
P-67	29.64	N89	N90	51.4	PEHD
P-68	54.58	N90	N91	32.6	PEHD
P-69	23.43	N90	N92	51.4	PEHD
P-70	49.7	N92	N93	32.6	PEHD
P-71	23.37	N92	N94	51.4	PEHD
P-72	49.42	N94	N95	32.6	PEHD
P-73	297.33	N94	N96	51.4	PEHD
P-74	14.2	N89	N97	90	PEHD
P-75	81.14	N97	N98	40.8	PEHD
P-76	12.16	N97	N99	90	PEHD
P-77	19.48	N99	N100	32.6	PEHD
P-78	10.41	N99	N101	90	PEHD
P-79	81.47	N101	N102	32.6	PEHD
P-80	26.65	N101	N103	90	PEHD
P-81	214.05	N103	N104	130.8	PEHD
P-82	179.79	N104	N105	51.4	PEHD
P-83	122.49	N104	N106	130.8	PEHD
P-84	7.5	N106	N107	130.8	PEHD
P-85	86.63	N107	N108	51.4	PEHD
P-86	11.08	N107	N109	130.8	PEHD
P-87	84.32	N109	N110	51.4	PEHD
P-88	12.01	N109	N111	130.8	PEHD
P-89	100.26	N111	N112	51.4	PEHD
P-90	23.07	N111	N113	130.8	PEHD
P-91	108.32	N113	N114	51.4	PEHD
P-92	21.79	N113	N115	130.8	PEHD
P-93	111.05	N115	N116	51.4	PEHD
P-94	33.08	N115	N117	130.8	PEHD
P-95	94.13	N117	N118	51.4	PEHD

tuyaux	Longueur (m)	nœud de début	nœud de fin	Diamètre (mm)	Matériel
P-96	31.66	N117	N119	130.8	PEHD
P-97	62.45	N119	N120	40.8	PEHD
P-98	43.76	N119	N121	130.8	PEHD
P-99	78.67	N121	N122	51.4	PEHD
P-100	86.81	N121	N123	130.8	PEHD
P-101	207.06	N123	N124	51.4	PEHD
P-102	44.42	N123	N125	130.8	PEHD
P-103	77.36	N125	N126	51.4	PEHD
P-104	15.03	N125	N127	130.8	PEHD
P-105	88.02	N127	N128	80	Acier
P-106	125.43	N127	N129	90	PEHD
P-107	62.31	N129	N130	51.4	PEHD
P-108	319.37	N129	N131	90	PEHD
P-109	113.78	N106	N132	130.8	PEHD
P-110	174.68	N132	N133	90	PEHD
P-111	130.24	N132	N134	90	PEHD
P-112	62.24	N134	N135	32.6	PEHD
P-113	70.77	N134	N136	90	PEHD
P-114	84.88	N136	N137	32.6	PEHD
P-115	30.88	N136	N138	90	PEHD
P-116	54.06	N138	N139	32.6	PEHD
P-117	82.68	N138	N140	90	PEHD
P-118	11.09	N140	N141	90	PEHD
P-119	27.61	N141	N142	90	PEHD
P-120	53.2	N142	N143	32.6	PEHD
P-121	135.69	N142	N144	90	PEHD
P-122	71.34	N144	N145	40.8	PEHD
P-123	49.31	N144	N146	90	PEHD
P-124	43.56	N147	N148	40.8	PEHD
P-125	34.93	N103	N147	90	PEHD
P-126	163.18	N140	N149	90	PEHD
P-127	326.21	N149	N150	90	PEHD
P-128	107	N150	N151	200	Fonte ductile
P-129	106.17	N151	N152	32.6	PEHD
P-130	10.2	N151	N153	200	Fonte ductile
P-131	97.45	N153	N154	73.6	PEHD
P-132	9.61	N153	N155	200	Fonte ductile
P-133	123.88	N155	N156	32.6	PEHD
P-134	53.56	N155	N157	200	Fonte ductile
P-135	103.11	N157	N158	32.6	PEHD
P-136	31.23	N157	N159	200	Fonte ductile
P-137	68.84	N159	N160	32.6	PEHD
P-138	90.99	N159	N161	200	Fonte ductile
P-139	109.71	N161	N162	73.6	PEHD
P-140	43.67	N162	N163	51.4	PEHD
P-141	40.14	N163	N164	73.6	PEHD
P-142	24.38	N163	N165	73.6	PEHD
P-143	49.24	N162	N166	73.6	PEHD
P-144	205.77	N161	N74	200	Fonte ductile

tuyaux	Longueur (m)	nœud de début	nœud de fin	Diamètre (mm)	Matériel
P-145	208.08	N167	N168	51.4	PEHD
P-146	14.57	N149	N167	90	PEHD
P-147	15.01	N167	N169	90	PEHD
P-148	55.95	N169	N170	51.4	PEHD
P-149	21.98	N169	N171	90	PEHD
P-150	44.89	N171	N172	51.4	PEHD
P-151	23.94	N171	N173	90	PEHD
P-152	45.62	N173	N174	51.4	PEHD
P-153	23.73	N173	N175	90	PEHD
P-154	55.19	N175	N176	51.4	PEHD
P-155	8.98	N175	N177	90	PEHD
P-156	192.57	N177	N178	73.6	PEHD
P-157	56.94	N178	N179	51.4	PEHD
P-158	53.86	N178	N180	73.6	PEHD
P-159	109.28	N180	N181	200	Fonte ductile
P-160	79.56	N181	N182	32.6	PEHD
P-161	12.02	N181	N150	200	Fonte ductile
P-162	11.5	N177	N183	90	PEHD
P-163	72.47	N183	N184	51.4	PEHD
P-164	25.31	N183	N185	90	PEHD
P-165	62.19	N185	N186	51.4	PEHD
P-166	10.53	N185	N187	90	PEHD
P-167	89.62	N187	N188	51.4	PEHD
P-168	18.25	N187	N189	90	PEHD
P-169	119.56	N189	N190	51.4	PEHD
P-170	22.23	N189	N191	90	PEHD
P-171	105.17	N191	N192	51.4	PEHD
P-172	174.59	N191	N193	73.6	PEHD
P-173	314.67	N180	N193	150	Fonte ductile
P-174	288.72	N193	N194	90	PEHD
P-175	6.44	N196	N195	300	Acier
P-176	107.77	N33	N197	130.8	PEHD
P-177	64.35	N197	N198	51.4	PEHD
P-178	34.59	N197	N199	130.8	PEHD
P-179	226.82	N199	N200	51.4	PEHD
P-180	172.82	N199	N201	130.8	PEHD
P-181	225.59	N201	N202	40.8	PEHD
P-182	304.1	N201	N203	130.8	PEHD
P-183	256.22	N203	N204	51.4	PEHD
P-184	411.4	N203	N205	130.8	PEHD
P-185	10.27	N196	N206	200	Acier
P-186	2.78	N33	N207	200	Acier
P-187	148.39	N207	N208	130.8	PEHD
P-188	148.76	N208	N209	51.4	PEHD
P-189	190.12	N208	N210	130.8	PEHD
P-190	120.14	N210	N211	32.6	PEHD
P-191	13.43	N210	N212	130.8	PEHD
P-192	114.68	N212	N213	40.8	PEHD
P-193	22.48	N212	N214	130.8	PEHD

tuyaux	Longueur (m)	nœud de début	nœud de fin	Diamètre (mm)	Matériel
P-194	122.27	N214	N215	51.4	PEHD
P-195	28.72	N214	N216	130.8	PEHD
P-196	175.34	N216	N217	51.4	PEHD
P-197	69.98	N216	N218	130.8	PEHD
P-198	76.59	N218	N219	51.4	PEHD
P-199	91.9	N218	N220	130.8	PEHD
P-200	43.76	N220	N221	51.4	PEHD
P-201	7.52	N220	N222	130.8	PEHD
P-202	48.62	N222	N223	40.8	PEHD
P-203	31.66	N222	N224	130.8	PEHD
P-204	135.47	N224	N225	32.6	PEHD
P-205	69.81	N224	N226	130.8	PEHD
P-206	144.84	N226	N227	32.6	PEHD
P-207	27.85	N226	N228	130.8	PEHD
P-208	166.08	N228	N229	51.4	PEHD
P-209	50.7	N229	N230	32.6	PEHD
P-210	61.13	N229	N231	51.4	PEHD
P-211	144.19	N228	N232	130.8	PEHD
P-212	113.44	N232	N233	90	PEHD
P-213	177.79	N233	N234	51.4	PEHD
P-214	6.22	N233	N235	90	PEHD
P-215	89.74	N235	N236	32.6	PEHD
P-216	91.87	N235	N237	90	PEHD
P-217	118.46	N238	N239	51.4	PEHD
P-218	13.64	N238	N240	90	PEHD
P-219	105.27	N240	N241	32.6	PEHD
P-220	45.54	N240	N242	90	PEHD
P-221	59.11	N242	N243	51.4	PEHD
P-222	6.48	N242	N244	90	PEHD
P-223	218.67	N244	N245	73.6	PEHD
P-224	122.3	N245	N246	40.8	PEHD
P-225	53.59	N245	N247	51.4	PEHD
P-226	118.47	N247	N248	40.8	PEHD
P-227	236.31	N247	N249	51.4	PEHD
P-228	47.73	N244	N250	90	PEHD
P-229	49.54	N250	N251	32.6	PEHD
P-230	69.9	N250	N252	90	PEHD
P-231	31.62	N252	N253	40.8	PEHD
P-232	10.05	N252	N254	150	PEHD
P-233	467.52	N254	N255	51.4	PEHD
P-234	32.45	N254	N256	90	PEHD
P-235	27.8	N256	N257	40.8	PEHD
P-236	16	N256	N258	90	PEHD
P-237	473.24	N258	N259	51.4	PEHD
P-238	32.87	N258	N260	90	PEHD
P-239	393.81	N260	N261	51.4	PEHD
P-240	170.79	N260	N262	90	PEHD
P-241	114.28	N262	N263	51.4	PEHD
P-242	71.02	N263	N264	40.8	PEHD

tuyaux	Longueur (m)	nœud de début	nœud de fin	Diamètre (mm)	Matériel
P-243	70.56	N263	N265	51.4	PEHD
P-244	139.4	N265	N266	40.8	PEHD
P-245	79.42	N265	N267	51.4	PEHD
P-246	84.82	N262	N268	90	PEHD
P-247	351.16	N268	N269	73.6	PEHD
P-248	160.08	N268	N270	90	PEHD
P-249	171.21	N270	N271	51.4	PEHD
P-250	152.23	N232	N272	130.8	PEHD
P-251	122.14	N272	N273	40	Acier
P-252	26.09	N272	N274	130.8	Acier
P-253	49.81	N274	N275	100	Acier
P-254	235.45	N275	N276	80	Acier
P-255	146.89	N276	N277	50	Acier
P-256	214.24	N276	N278	80	Acier
P-257	82.93	N275	N279	100	Acier
P-258	129.26	N279	N280	50	Acier
P-259	13.97	N279	N281	100	Acier
P-260	112.26	N281	N282	50	Acier
P-261	167.32	N281	N283	100	Acier
P-262	96.92	N283	N284	80	Acier
P-263	257.91	N284	N285	50	Acier
P-264	47.1	N284	N286	50	Acier
P-265	21.74	N286	N287	50	Acier
P-266	122.79	N287	N288	50	Acier
P-267	143.09	N286	N289	50	Acier
P-268	58.63	N287	N290	50	Acier
P-269	305.41	N283	N291	100	Acier
P-270	311.16	N291	N292	80	Acier
P-271	91.3	N291	N293	100	Acier
P-272	128.68	N293	N294	80	Acier
P-273	116.96	N294	N295	50	Acier
P-274	163.81	N294	N296	50	Acier
P-275	64.27	N296	N297	30	Acier
P-276	180.11	N296	N298	50	Acier
P-277	188.27	N293	N299	100	Acier
P-278	406.11	N195	N299	100	Acier
P-279	2.71	N195	N207	200	Acier
P-280	515.69	N299	N300	73.6	PEHD
P-281	321.18	N274	N301	130.8	PEHD
P-282	76.34	N301	N302	40.8	PEHD
P-283	180.9	N301	N303	130.8	PEHD
P-284	376.2	N303	N304	51.4	PEHD
P-285	71.04	N303	N305	130.8	PEHD
P-286	179.83	N305	N306	40	Acier
P-287	21.62	N305	N307	130.8	PEHD
P-288	102.73	N307	N308	40	Acier
P-289	42.32	N308	N309	40	Acier
P-290	769.93	N307	N310	130.8	PEHD
P-291	99.07	N310	N311	50	Acier

tuyaux	Longueur (m)	nœud de début	nœud de fin	Diamètre (mm)	Matériel
P-292	601.27	N310	N312	130.8	PEHD
P-293	53.96	N146	N313	40.8	PEHD
P-294	24.2	N146	N147	90	PEHD
P-295	86.52	N55	N314	32.6	PEHD
P-296	11.18	N54	N55	200	Fonte ductile
P-297	194.95	N237	N315	51.4	PEHD
P-298	67.74	N237	N238	90	PEHD
P-299	13.11	N270	N316	90	PEHD
P-300	14.21	N316	N317	90	PEHD
P-301	175.03	N316	N318	30	Acier
P-302	51.72	6	N196	300	Acier
P-303	2.09	N206	N77	200	Fonte ductile
P-304	13.57	N69	N1	100	Fonte ductile
P-305	15.23	N2	N54	100	Fonte ductile
P-306	14.55	N45	N48	100	Fonte ductile
P-307	246.09	N15	N16	51.4	PEHD
P-308	105.6	N7	N6	200	Fonte ductile
P-309	11.58	N6	N8	73.6	PEHD
P-310	123.52	N17	N18	51.4	PEHD
P-311	24.09	N19	N20	51.4	PEHD
P-312	127.29	N21	N22	51.4	PEHD
P-313	25.14	N23	N24	51.4	PEHD
P-314	37.9	N25	N27	51.4	PEHD
P-315	207.54	N23	N25	73.6	PEHD
P-316	30.47	N25	N26	73.6	PEHD
P-317	42.38	N21	N23	73.6	PEHD
P-318	190.91	N9	N10	51.4	PEHD
P-319	128.2	N11	N12	51.4	PEHD
P-320	103.45	N13	N14	51.4	PEHD
P-321	59.67	N205	N9	73.6	PEHD
P-322	71.35	N9	N11	73.6	PEHD
P-323	70.84	N11	N13	73.6	PEHD
P-324	86.03	N13	N15	73.6	PEHD
P-325	25.39	N15	N17	73.6	PEHD
P-326	43.79	N17	N19	73.6	PEHD
P-327	46.94	N19	N21	73.6	PEHD
P-328	24.09	N19	N20	51.4	PEHD
P-329	981.33	N205	N194	130.8	PEHD
P-330	57.71	N28	N29	51.4	PEHD
P-331	202.64	N194	N28	130.8	PEHD
P-332	870.06	N28	N30	130.8	PEHD

annexe 10 : -les débits en route et les débits aux nœuds (cas de pointe et cas de pointe+l'incenide) de reseau projeté

nœuds	Trancon	longueur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale(P+I)(l/s)
	P-99	470.28	0.005725	2.692		
N-1	P-98	418.702	0.005725	2.397	2.5445	2.5445
	P-24	76.57	0.005725	0.438		
	P-22	137.234	0.005725	0.786		
N-2	P-76	32.753	0.005725	0.188	0.706	0.706
	P-8	121.173	0.005725	0.694		
	P-9	117.348	0.005725	0.672		
N-3	P-4	44.096	0.005725	0.252	0.809	0.809
	P-2	359.29	0.005725	2.057		
	P-4	44.096	0.005725	0.252		
	P-80	388.245	0.005725	2.223		
N-4	P-78	101.859	0.005725	0.583	2.5575	2.5575
	P-5	478.602	0.005725	2.74		
	P-89	306.115	0.005725	1.753		
N-5	P-51	722.238	0.005725	4.135	4.314	4.314
	P-79	1,070.71	0.005725	6.13		
	P-7	672.116	0.005725	3.848		
N-6	P-48	277.022	0.005725	1.586	5.782	5.782
N-7	P-79	1,070.71	0.005725	6.13	3.065	3.065
	P-85	530.982	0.005725	3.04		
	P-107	211.349	0.005725	1.21		
N-8	P-84	163.585	0.005725	0.937	2.5935	2.5935
	P-1	7.204	0.005725	0.041		
	P-50	279.125	0.005725	1.598		
N-9	P-53	2.781	0.005725	0.016	0.8275	0.8275
	P-10	122.894	0.005725	0.704		
	P-9	117.348	0.005725	0.672		
N-10	P-17	81.574	0.005725	0.467	0.9215	0.9215
	P-11	161.644	0.005725	0.925		
	P-77	16.62	0.005725	0.095		
N-11	P-10	122.894	0.005725	0.704	0.862	0.862
	P-15	158.936	0.005725	0.91		
	P-13	87.362	0.005725	0.5		
N-12	P-14	37.099	0.005725	0.212	0.811	0.811
	P-13	87.362	0.005725	0.5		
	P-14	37.099	0.005725	0.212		
N-13	P-77	16.62	0.005725	0.095	0.4035	0.4035
	P-2	359.29	0.005725	2.057		
	P-15	158.936	0.005725	0.91		
N-14	P-109	22.175	0.005725	0.127	1.547	1.547
	P-17	81.574	0.005725	0.467		
	P-18	133.321	0.005725	0.763		
N-15	P-16	40.514	0.005725	0.232	0.731	0.731
	P-22	137.234	0.005725	0.786		
N-16	P-8	121.173	0.005725	0.694	1.1215	1.1215

nœuds	Trancon	longueur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale(P+I)(l/s)
	P-18	133.321	0.005725	0.763		
	P-16	40.514	0.005725	0.232		
	P-19	146.009	0.005725	0.836		
N-17	P-11	161.644	0.005725	0.925	0.9965	0.9965
	P-21	29.451	0.005725	0.169		
N-18	P-20	61.094	0.005725	0.35	0.2595	0.2595
	P-20	61.094	0.005725	0.35		
N-19	P-19	146.009	0.005725	0.836	0.593	0.593
	P-23	128.832	0.005725	0.738		
	P-76	32.753	0.005725	0.188		
N-20	P-21	29.451	0.005725	0.169	0.5475	0.5475
N-21	P-23	128.832	0.005725	0.738	0.369	0.369
	P-25	240.549	0.005725	1.377		
	P-24	76.57	0.005725	0.438		
N-22	P-44	211.641	0.005725	1.212	1.5135	1.5135
	P-28	347.713	0.005725	1.991		
	P-29	55.858	0.005725	0.32		
N-23	P-26	148.679	0.005725	0.851	1.581	1.581
	P-26	148.679	0.005725	0.851		
	P-27	494.253	0.005725	2.83		
N-24	P-25	240.549	0.005725	1.377	2.529	2.529
	P-108	147.659	0.005725	0.845		
	P-109	22.175	0.005725	0.127		
N-25	P-27	494.253	0.005725	2.83	1.901	1.901
N-26	P-28	347.713	0.005725	1.991	0.9955	0.9955
	P-30	335.959	0.005725	1.923		
	P-37	289.02	0.005725	1.655		
N-27	P-29	55.858	0.005725	0.32	1.949	1.949
	P-31	253.792	0.005725	1.453		
	P-35	111.385	0.005725	0.638		
N-28	P-30	335.959	0.005725	1.923	2.007	2.007
	P-107	211.349	0.005725	1.21		
N-29	P-32	252.404	0.005725	1.445	1.3275	1.3275
	P-32	252.404	0.005725	1.445		
	P-33	194.182	0.005725	1.112		
N-30	P-31	253.792	0.005725	1.453	2.005	2.005
	P-34	324.788	0.005725	1.86		
	P-108	147.659	0.005725	0.845		
N-31	P-33	194.182	0.005725	1.112	1.9085	1.9085
N-32	P-34	324.788	0.005725	1.86	0.93	0.93
	P-36	310.351	0.005725	1.777		
	P-81	128.262	0.005725	0.734		
N-33	P-35	111.385	0.005725	0.638	1.5745	1.5745
	P-38	161.663	0.005725	0.926		
	P-37	289.02	0.005725	1.655		
N-34	P-36	310.351	0.005725	1.777	2.179	2.179
	P-41	477.04	0.005725	2.731		
	P-42	180.645	0.005725	1.034		
N-35	P-40	118.436	0.005725	0.678	2.2215	2.2215
	P-7	672.116	0.005725	3.848		
	P-89	306.115	0.005725	1.753		
N-36	P-41	477.04	0.005725	2.731	4.166	4.166

nœuds	Trancon	longueur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale(P+I)(l/s)
	P-43	152.559	0.005725	0.873		
	P-44	211.641	0.005725	1.212		
N-37	P-42	180.645	0.005725	1.034	1.5595	1.5595
N-38	P-43	152.559	0.005725	0.873	0.4365	0.4365
	P-45	119.907	0.005725	0.687		
N-39	P-47	319.302	0.005725	1.828	1.2575	1.2575
	P-40	118.436	0.005725	0.678		
	P-45	119.907	0.005725	0.687		
N-40	P-39	323.701	0.005725	1.853	1.609	1.609
	P-48	277.022	0.005725	1.586		
	P-47	319.302	0.005725	1.828		
N-41	P-46	361.582	0.005725	2.07	2.742	2.742
	P-72	387.535	0.005725	2.219		
	P-73	2.713	0.005725	0.016		
N-42	P-49	11.04	0.005725	0.063	1.149	1.149
	P-49	11.04	0.005725	0.063		
	P-52	15.677	0.005725	0.09		
N-43	P-75	49.934	0.005725	0.286	0.2195	0.2195
	P-78	101.859	0.005725	0.583		
	P-1	7.204	0.005725	0.041		
N-44	P-52	15.677	0.005725	0.09	0.357	0.357
	P-54	819.043	0.005725	4.689		
	P-53	2.781	0.005725	0.016		
N-45	P-73	2.713	0.005725	0.016	2.3605	2.3605
	P-62	174.752	0.005725	1.001		
	P-82	98.926	0.005725	0.566		
N-46	P-54	819.043	0.005725	4.689	3.128	3.128
	P-55	239.395	0.005725	1.371		
	P-92	589.862	0.005725	3.377		
N-47	P-82	98.926	0.005725	0.566	2.657	2.657
	P-56	500.3	0.005725	2.864		
	P-57	118.993	0.005725	0.681		
N-48	P-55	239.395	0.005725	1.371	2.458	2.458
N-49	P-56	500.3	0.005725	2.864	1.432	1.432
	P-58	469.474	0.005725	2.688		
	P-59	37.793	0.005725	0.216		
N-50	P-57	118.993	0.005725	0.681	1.7925	1.7925
N-51	P-58	469.474	0.005725	2.688	1.344	1.344
N-52	P-60	467.41	0.005725	2.676	1.338	1.338
	P-60	467.41	0.005725	2.676		
	P-61	555.251	0.005725	3.179		
N-53	P-59	37.793	0.005725	0.216	3.0355	3.0355
	P-63	49.597	0.005725	0.284		
	P-74	494.099	0.005725	2.829		
N-54	P-62	174.752	0.005725	1.001	2.057	2.057
	P-64	679.908	0.005725	3.893		
	P-65	262.499	0.005725	1.503		
N-55	P-63	49.597	0.005725	0.284	2.84	2.84
	P-111	267.005	0.005725	1.529		
N-56	P-64	679.908	0.005725	3.893	2.711	2.711
	P-66	104.17	0.005725	0.596		
N-57	P-69	396.492	0.005725	2.27	2.1845	2.1845

nœuds	Trancon	longueur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale(P+I)(l/s)
	P-65	262.499	0.005725	1.503		
N-58	P-67	245.42	0.005725	1.405	0.7025	0.7025
	P-67	245.42	0.005725	1.405		
	P-68	310.317	0.005725	1.777		
N-59	P-66	104.17	0.005725	0.596	1.889	1.889
	P-111	267.005	0.005725	1.529		
	P-68	310.317	0.005725	1.777		
N-60	P-112	119.775	0.005725	0.686	1.996	1.996
	P-70	417.412	0.005725	2.39		
	P-71	174.246	0.005725	0.998		
N-61	P-69	396.492	0.005725	2.27	2.829	2.829
	P-101	601.199	0.005725	3.442		
	P-85	530.982	0.005725	3.04		
N-62	P-70	417.412	0.005725	2.39	4.436	4.436
	P-83	248.64	0.005725	1.424		
	P-72	387.535	0.005725	2.219		
N-63	P-71	174.246	0.005725	0.998	2.3205	2.3205
	P-86	244.556	0.005725	1.4		
	P-88	582.204	0.005725	3.333		
	P-95	604.148	0.005725	3.459		
N-64	P-74	494.099	0.005725	2.829	5.5105	5.5105
	P-93	468.543	0.005725	2.683		
	P-91	341.169	0.005725	1.953		
N-65	P-87	594.524	0.005725	3.404	4.02	4.02
	P-61	555.251	0.005725	3.179		
	P-90	268.21	0.005725	1.536		
N-66	P-6	805.77	0.005725	4.613	4.664	4.664
	P-90	268.21	0.005725	1.536		
	P-91	341.169	0.005725	1.953		
N-67	P-100	405.364	0.005725	2.321	2.905	2.905
	P-87	594.524	0.005725	3.404		
	P-92	589.862	0.005725	3.377		
N-68	P-86	244.556	0.005725	1.4	4.0905	4.0905
	P-94	866.919	0.005725	4.963		
	P-97	352.192	0.005725	2.016		
N-69	P-93	468.543	0.005725	2.683	4.831	4.831
	P-39	323.701	0.005725	1.853		
	P-46	361.582	0.005725	2.07		
	P-38	161.663	0.005725	0.926		
N-70	P-104	412.432	0.005725	2.361	3.605	3.605
	P-96	699.616	0.005725	4.006		
	P-110	876.545	0.005725	5.018		
N-71	P-95	604.148	0.005725	3.459	6.2415	6.2415
	P-3	875.144	0.005725	5.01		
	P-88	582.204	0.005725	3.333		
N-72	P-96	699.616	0.005725	4.006	6.1745	6.1745
	P-98	418.702	0.005725	2.397		
	P-97	352.192	0.005725	2.016		
N-73	P-114	513.988	0.005725	2.943	3.678	3.678
	P-100	405.364	0.005725	2.321		
N-74	P-99	470.28	0.005725	2.692	2.5065	19.5065
N-75	P-112	119.775	0.005725	0.686	4.573	4.573

nœuds	Trancon	longueur (m)	debit specifique (l/s/ml)	Débit en route (P) (l/s)	Débit nodale(P) (l/s)	Débit nodale(P+I)(l/s)
	P-101	601.199	0.005725	3.442		
	P-110	876.545	0.005725	5.018		
	P-102	292.877	0.005725	1.677		
N-76	P-105	165.548	0.005725	0.948	1.3125	1.3125
	P-103	252.477	0.005725	1.446		
N-77	P-102	292.877	0.005725	1.677	1.5615	1.5615
	P-104	412.432	0.005725	2.361		
N-78	P-103	252.477	0.005725	1.446	1.9035	1.9035
	P-106	432.929	0.005725	2.479		
N-79	P-105	165.548	0.005725	0.948	1.7135	1.7135
	P-81	128.262	0.005725	0.734		
N-80	P-106	432.929	0.005725	2.479	1.6065	1.6065
	P-113	175.699	0.005725	1.006		
N-81	P-80	388.245	0.005725	2.223	1.6145	1.6145
	P-84	163.585	0.005725	0.937		
	P-83	248.64	0.005725	1.424		
N-82	P-113	175.699	0.005725	1.006	1.6835	1.6835
	P-114	513.988	0.005725	2.943		
N-83	P-115	1,077.85	0.005725	6.171	4.557	4.557
	P-115	1,077.85	0.005725	6.171		
	P-94	866.919	0.005725	4.963		
N-84	P-3	875.144	0.005725	5.01	8.072	8.072
	P-12	677.504	0.005725	3.879		
	P-51	722.238	0.005725	4.135		
N-85	P-50	279.125	0.005725	1.598	4.806	4.806
	P-6	805.77	0.005725	4.613		
	P-5	478.602	0.005725	2.74		
N-86	P-12	677.504	0.005725	3.879	5.616	5.616

annexe 11: Résultats de la simulation hydraulique des Vitesse et pertes des charge dans les traçons de réseau distribution actuelle

			Cas de point			Cas de point +incendie		
tançons	**Longueur(m)**	**Diamètre (mm)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**perte de charge (m)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**
P-1	7.01	100	53.39	6.8	4.193	62.96	8.02	5.821
P-2	9.37	100	4.04	0.51	0.035	4.62	0.59	0.046
P-3	9.94	200	5.9	0.19	0.002	6.48	0.21	0.002
P-4	7.77	100	6.12	0.78	0.065	7.12	0.91	0.088
P-5	6.61	100	1.13	0.14	0.002	0.6	0.08	0.001
P-6	358.72	110	3.35	0.53	1.178	3.93	0.62	1.565
P-7	478.32	200	0.91	0.04	0.01	0.91	0.04	0.010
P-8	35.34	200	46.93	1.49	0.44	55.92	1.78	0.620
P-9	5.66	100	6.17	0.79	0.048	7.17	0.91	0.065
P-10	31.11	200	40.62	1.29	0.292	48.61	1.55	0.415
P-11	58.99	40	0.1	0.13	0.058	0.1	0.13	0.058
P-12	109.47	100	5.91	0.75	0.86	6.91	0.88	1.164
P-13	10.65	100	2.41	0.31	0.015	2.51	0.32	0.016
P-14	28.03	100	0.4	0.05	0.001	0.4	0.05	0.001
P-15	45.15	100	0.09	0.01	0	0.09	0.01	0.000
P-16	48.75	100	0.09	0.01	0	0.09	0.01	0.000
P-17	68.38	100	1.81	0.23	0.056	1.91	0.24	0.062
P-18	67.33	100	0.12	0.02	0	0.12	0.02	0.000
P-19	42.16	100	1.33	0.17	0.02	1.43	0.18	0.022
P-20	162.14	100	2.27	0.29	0.205	2.95	0.38	0.336
P-21	87.36	100	0.63	0.08	0.01	0.86	0.11	0.018
P-22	37.1	100	1.01	0.13	0.01	1.37	0.17	0.018
P-23	103.2	100	2.07	0.26	0.109	2.65	0.34	0.174
P-24	50.62	100	0.1	0.01	0	0.1	0.01	0.000
P-25	56.26	100	2.56	0.33	0.089	3.14	0.4	0.131
P-26	40.22	100	3.36	0.43	0.107	3.73	0.47	0.130
P-27	81.85	100	3.13	0.4	0.19	4.03	0.51	0.307
P-28	29.79	100	0.52	0.07	0.002	0.01	0	0.000
P-29	94.32	100	0.94	0.12	0.023	0.41	0.05	0.005
P-30	80.57	200	40.2	1.28	0.74	48.19	1.53	1.056
P-31	45.39	100	0.1	0.01	0	0.1	0.01	0.000
P-32	29.14	100	5.17	0.66	0.177	6.22	0.79	0.252
P-33	68.43	100	0.14	0.02	0	0.14	0.02	0.000
P-34	117.26	100	4.6	0.59	0.568	5.65	0.72	0.844
P-35	61.23	100	3.55	0.45	0.181	4.6	0.59	0.297
P-36	20.63	100	0.77	0.1	0.004	0.77	0.1	0.004
P-37	14.8	100	0.67	0.08	0.002	0.67	0.08	0.002
P-38	36.13	100	0.07	0.01	0	0.07	0.01	0.000
P-39	52.09	100	0.39	0.05	0.003	0.39	0.05	0.003
P-40	31.73	100	0.08	0.01	0	0.08	0.01	0.000
P-41	32.26	100	0.06	0.01	0	0.06	0.01	0.000
P-42	101.39	100	0.17	0.02	0.001	0.17	0.02	0.001
P-43	45.16	100	0.07	0.01	0	0.07	0.01	0.000
P-44	48.92	100	0.26	0.03	0.001	0.26	0.03	0.001
P-45	29.45	100	2.54	0.32	0.046	3.59	0.46	0.089
P-46	10.16	100	1.69	0.21	0.007	2.74	0.35	0.018
P-47	136.34	200	38.2	1.22	1.133	46.71	1.49	1.680
P-48	29.99	100	0.65	0.08	0.004	0.65	0.08	0.004
P-49	34.97	100	0.25	0.03	0.001	0.25	0.03	0.001
P-50	19.42	100	0.04	0	0	0.04	0	0.000
P-51	99.08	100	0.08	0.01	0.001	0.08	0.01	0.001
P-52	81.97	200	39.41	1.25	0.724	48.98	1.56	1.109
P-53	237.17	100	13.38	1.7	5.641	14.08	1.79	6.182
P-54	468.83	200	0.91	0.03	0.004	0.91	0.03	0.004
P-55	10.54	110	10.18	1.6	0.254	10.87	1.71	0.286

			Cas de point			Cas de point +incendie		
tançons	**Longueur(m)**	**Diamètre (mm)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**perte de charge (m)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**
P-56	100.19	50	0.2	0.15	0.104	0.2	0.15	0.104
P-57	30.39	110	2.65	0.42	0.066	2.65	0.42	0.066
P-58	64.96	50	0.12	0.09	0.029	0.12	0.09	0.029
P-59	34.49	110	2.27	0.36	0.057	2.27	0.36	0.057
P-60	60.29	50	0.12	0.09	0.024	0.12	0.09	0.024
P-61	137.54	110	1.69	0.27	0.136	1.69	0.27	0.136
P-62	96.08	50	0.18	0.14	0.083	0.18	0.14	0.083
P-63	279.24	110	0.53	0.08	0.037	0.53	0.08	0.037
P-64	64.62	110	9.62	1.51	1.405	10.31	1.62	1.594
P-65	126.49	63	0.25	0.12	0.066	0.25	0.12	0.066
P-66	75.97	110	8.83	1.39	1.416	9.52	1.5	1.623
P-67	21.05	63	1.98	0.95	0.397	1.98	0.95	0.397
P-68	54.58	40	0.11	0.13	0.054	0.11	0.13	0.054
P-69	13.87	63	1.67	0.8	0.192	1.67	0.8	0.192
P-70	54.57	40	0.1	0.12	0.046	0.1	0.12	0.046
P-71	28.76	63	1.38	0.67	0.287	1.38	0.67	0.287
P-72	58.12	40	0.1	0.11	0.048	0.1	0.11	0.048
P-73	288.09	63	0.57	0.28	0.614	0.57	0.28	0.614
P-74	5.09	110	6.62	1.04	0.057	7.31	1.15	0.068
P-75	77.93	50	0.16	0.12	0.053	0.16	0.12	0.053
P-76	13.35	110	6.25	0.98	0.134	6.95	1.09	0.162
P-77	16.79	40	0.04	0.04	0.002	0.04	0.04	0.002
P-78	11.02	110	6.13	0.96	0.107	6.83	1.07	0.129
P-79	81	40	0.16	0.19	0.16	0.16	0.19	0.160
P-80	28.76	110	5.75	0.9	0.248	6.44	1.01	0.304
P-81	212.1	160	7.17	0.53	0.453	7.41	0.55	0.480
P-82	178.34	63	0.35	0.17	0.159	0.35	0.17	0.159
P-83	123.28	160	5.82	0.43	0.182	6.07	0.45	0.195
P-84	7.5	160	7.46	0.56	0.017	7.46	0.56	0.017
P-85	76.31	63	0.17	0.08	0.02	0.17	0.08	0.020
P-86	11.07	160	7.09	0.53	0.023	7.09	0.53	0.023
P-87	84.32	63	0.16	0.08	0.021	0.16	0.08	0.021
P-88	12.01	160	6.72	0.5	0.023	6.72	0.5	0.023
P-89	100.26	63	0.19	0.09	0.033	0.19	0.09	0.033
P-90	22.54	160	6.27	0.47	0.038	6.27	0.47	0.038
P-91	109.13	63	0.21	0.1	0.041	0.21	0.1	0.041
P-92	20.58	160	5.76	0.43	0.03	5.76	0.43	0.030
P-93	111.08	63	0.21	0.1	0.043	0.21	0.1	0.043
P-94	30.93	160	5.23	0.39	0.038	5.23	0.39	0.038
P-95	95.21	63	0.18	0.09	0.028	0.18	0.09	0.028
P-96	37.25	160	4.74	0.35	0.038	4.74	0.35	0.038
P-97	62.34	50	0.12	0.09	0.027	0.12	0.09	0.027
P-98	36.34	160	4.35	0.32	0.032	4.35	0.32	0.032
P-99	82.20	63	0.15	0.07	0.018	0.15	0.07	0.018
P-100	81.47	160	3.8	0.28	0.056	3.8	0.28	0.056
P-101	204.55	63	0.4	0.19	0.233	0.4	0.19	0.233
P-102	30.68	160	2.74	0.2	0.012	2.74	0.2	0.012
P-103	84.43	63	0.15	0.07	0.018	0.15	0.07	0.018
P-104	27.49	160	2.33	0.17	0.008	2.33	0.17	0.008
P-105	78.12	80	0.17	0.03	0.002	0.17	0.03	0.002
P-106	130.3	110	1.72	0.27	0.132	1.72	0.27	0.132
P-107	52.99	63	0.12	0.06	0.006	0.12	0.06	0.006
P-108	328.43	110	0.62	0.1	0.056	0.62	0.1	0.056
P-109	110.38	160	2.11	0.16	0.027	1.87	0.14	0.022
P-110	179.05	110	0.34	0.05	0.011	0.34	0.05	0.011
P-111	122.96	110	3.26	0.51	0.385	3.02	0.47	0.336
P-112	62.24	40	0.12	0.14	0.078	0.12	0.14	0.078
P-113	79.97	110	3.89	0.61	0.343	3.65	0.57	0.306
P-114	84.78	40	0.16	0.2	0.179	0.16	0.2	0.179
P-115	21.67	110	4.41	0.69	0.116	4.17	0.66	0.105
P-116	56.02	40	0.1	0.13	0.055	0.1	0.13	0.055
P-117	80.85	110	4.84	0.76	0.513	4.6	0.72	0.468
P-118	10.89	110	3.82	0.6	0.045	3.37	0.53	0.036

			Cas de point			Cas de point +incendie		
tançons	**Longueur(m)**	**Diamètre (mm)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**perte de charge (m)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**
P-119	27.22	110	3.74	0.59	0.109	3.29	0.52	0.087
P-120	50.77	40	0.1	0.12	0.049	0.1	0.12	0.049
P-121	133.84	110	3.22	0.51	0.411	2.77	0.44	0.314
P-122	62.12	50	0.14	0.11	0.034	0.14	0.11	0.034
P-123	29.26	110	2.59	0.41	0.061	2.14	0.34	0.043
P-124	37.68	50	0.08	0.06	0.006	0.08	0.06	0.006
P-125	25.91	110	1.95	0.31	0.033	1.5	0.24	0.021
P-126	165.72	110	9.16	1.44	3.299	8.46	1.33	2.862
P-127	324.24	110	6.64	1.04	3.62	6.96	1.09	3.945
P-128	99.6	200	20.68	0.66	0.251	29.55	0.94	0.501
P-129	108.14	40	0.2	0.25	0.335	0.2	0.25	0.335
P-130	6.72	200	21.31	0.68	0.018	30.19	0.96	0.035
P-131	96.63	90	0.19	0.04	0.005	0.19	0.04	0.005
P-132	9.8	200	21.73	0.69	0.027	30.6	0.97	0.053
P-133	137.16	40	0.24	0.29	0.555	0.24	0.29	0.555
P-134	60.64	200	22.33	0.71	0.177	31.2	0.99	0.339
P-135	100.37	40	0.2	0.24	0.295	0.2	0.24	0.295
P-136	28.77	200	22.89	0.73	0.088	31.77	1.01	0.167
P-137	64.57	40	0.12	0.15	0.086	0.12	0.15	0.086
P-138	87.79	200	23.38	0.74	0.28	32.25	1.03	0.524
P-139	108.98	90	0.82	0.19	0.079	0.82	0.19	0.079
P-140	48.45	63	0.33	0.16	0.04	0.33	0.16	0.040
P-141	36.3	90	0.08	0.02	0	0.08	0.02	0.000
P-142	27.96	90	0.05	0.01	0	0.05	0.01	0.000
P-143	50.71	90	0.09	0.02	0.001	0.09	0.02	0.001
P-144	207.12	200	24.98	0.8	0.752	33.86	1.08	1.359
P-145	204.66	63	0.4	0.19	0.235	0.4	0.19	0.235
P-146	4.54	110	3.49	0.55	0.016	2.47	0.39	0.009
P-147	19.98	110	4.35	0.68	0.105	3.33	0.52	0.065
P-148	61.43	63	0.11	0.05	0.005	0.11	0.05	0.005
P-149	24.29	110	4.64	0.73	0.143	3.62	0.57	0.092
P-150	49.01	63	0.09	0.04	0.003	0.09	0.04	0.003
P-151	23.56	110	4.9	0.77	0.153	3.88	0.61	0.101
P-152	49.69	63	0.09	0.04	0.003	0.09	0.04	0.003
P-153	28.15	110	5.17	0.81	0.201	4.15	0.65	0.136
P-154	53.07	63	0.1	0.05	0.003	0.1	0.05	0.003
P-155	4.36	110	5.43	0.85	0.034	4.41	0.69	0.023
P-156	188.32	90	3.95	0.93	2.181	4.23	0.99	2.459
P-157	50.81	63	0.11	0.05	0.004	0.11	0.05	0.004
P-158	43.23	90	4.65	1.09	0.669	4.92	1.16	0.741
P-159	99.64	200	12.64	0.4	0.097	21.19	0.67	0.263
P-160	99.07	40	0.15	0.18	0.187	0.15	0.18	0.187
P-161	20.27	200	13.18	0.42	0.021	21.73	0.69	0.056
P-162	11.5	110	1.88	0.3	0.014	0.59	0.09	0.002
P-163	81.6	63	0.14	0.07	0.014	0.14	0.07	0.014
P-164	29.76	110	2.24	0.35	0.048	0.94	0.15	0.011
P-165	57.67	63	0.12	0.06	0.006	0.12	0.06	0.006
P-166	6.24	110	2.55	0.4	0.013	1.25	0.2	0.004
P-167	91.67	63	0.17	0.08	0.025	0.17	0.08	0.025
P-168	14.57	110	2.95	0.46	0.038	1.65	0.26	0.014
P-169	119.57	63	0.23	0.11	0.053	0.23	0.11	0.053
P-170	32.02	110	3.49	0.55	0.113	2.19	0.34	0.050
P-171	99.92	63	0.2	0.1	0.036	0.2	0.1	0.036
P-172	163.79	90	4.27	1	2.181	2.98	0.7	1.146
P-173	319.3	150	7.07	0.4	0.444	15.34	0.87	1.974
P-174	270.48	110	1.29	0.2	0.165	10.85	1.71	7.318
P-175	14.77	300	131.46	1.86	0.112	148.46	2.1	0.139
P-176	112.97	160	20.77	1.55	1.633	28.2	2.1	2.846
P-177	64.35	63	0.12	0.06	0.008	0.12	0.06	0.008
P-178	34.59	160	20.25	1.51	0.478	27.68	2.06	0.842
P-179	211.95	63	0.44	0.21	0.283	0.44	0.21	0.283
P-180	174.93	160	18.97	1.41	2.146	26.4	1.96	3.909
P-181	232.52	50	0.44	0.33	0.917	0.44	0.33	0.917

			Cas de point			Cas de point +incendie		
tançons	**Longueur(m)**	**Diamètre (mm)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**perte de charge (m)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**
P-182	302.43	160	17.18	1.28	3.101	24.61	1.83	5.947
P-183	230.79	63	0.48	0.23	0.354	0.48	0.23	0.354
P-184	381.09	160	14.84	1.1	3.002	22.28	1.66	6.255
P-185	6.55	200	1.86	0.06	0	1.86	0.06	0.000
P-186	2.78	200	74.39	2.37	0.053	91.39	2.91	0.077
P-187	134.43	160	37.54	2.79	5.703	37.54	2.79	5.701
P-188	139.12	63	0.28	0.13	0.085	0.28	0.13	0.085
P-189	184.79	160	36.33	2.7	7.384	36.33	2.7	7.382
P-190	120.14	40	0.23	0.28	0.46	0.23	0.28	0.460
P-191	13.43	160	35.48	2.64	0.514	35.47	2.64	0.514
P-192	113.72	50	0.22	0.17	0.139	0.22	0.17	0.139
P-193	22.48	160	34.97	2.6	0.837	34.96	2.6	0.837
P-194	122.27	63	0.24	0.11	0.056	0.24	0.11	0.056
P-195	28.72	160	34.39	2.56	1.038	34.39	2.56	1.038
P-196	175.34	63	0.34	0.16	0.15	0.34	0.16	0.150
P-197	69.98	160	33.53	2.49	2.415	33.52	2.49	2.414
P-198	76.59	63	0.15	0.07	0.016	0.15	0.07	0.016
P-199	86.50	160	32.92	2.45	2.887	32.91	2.45	2.886
P-200	43.19	63	0.08	0.04	0.002	0.08	0.04	0.002
P-201	4.01	160	32.56	2.42	0.131	32.55	2.42	0.131
P-202	51.6	50	0.09	0.07	0.011	0.09	0.07	0.011
P-203	40.35	160	32.29	2.4	1.3	32.29	2.4	1.300
P-204	123.67	40	0.24	0.29	0.518	0.24	0.29	0.518
P-205	69.81	160	31.61	2.35	2.164	31.6	2.35	2.163
P-206	103.11	40	0.24	0.29	0.421	0.24	0.29	0.421
P-207	27.84	160	30.94	2.3	0.83	30.93	2.3	0.830
P-208	153.4	63	0.7	0.34	0.456	0.7	0.34	0.456
P-209	52.30	40	0.1	0.12	0.048	0.1	0.12	0.048
P-210	49.06	63	0.09	0.05	0.003	0.09	0.05	0.003
P-211	137.08	160	29.6	2.2	3.772	29.6	2.2	3.770
P-212	108.97	110	19.24	3.02	8.325	19.24	3.02	8.325
P-213	187.01	63	0.34	0.17	0.164	0.34	0.17	0.164
P-214	6.99	110	18.32	2.88	0.489	18.32	2.88	0.489
P-215	67.17	40	0.13	0.16	0.096	0.13	0.16	0.096
P-216	94.81	110	17.86	2.81	6.328	17.86	2.81	6.328
P-217	117.69	63	0.23	0.11	0.051	0.23	0.11	0.051
P-218	10.42	110	16.19	2.55	0.582	16.19	2.55	0.582
P-219	97.62	40	0.19	0.23	0.264	0.19	0.23	0.264
P-220	46.64	110	15.71	2.47	2.465	15.71	2.47	2.465
P-221	43.36	63	0.1	0.05	0.003	0.1	0.05	0.003
P-222	4.59	110	15.41	2.42	0.235	15.41	2.42	0.235
P-223	207.52	90	2.48	0.58	1.044	2.48	0.58	1.044
P-224	118.06	50	0.23	0.18	0.16	0.23	0.18	0.160
P-225	56.73	63	1.48	0.71	0.637	1.48	0.71	0.637
P-226	115.56	50	0.23	0.18	0.15	0.23	0.18	0.150
P-227	235.21	63	0.46	0.22	0.336	0.46	0.22	0.336
P-228	41.04	110	12.4	1.95	1.414	12.4	1.95	1.414
P-229	43.00	40	0.1	0.11	0.036	0.1	0.11	0.036
P-230	58.94	110	11.99	1.88	1.908	11.99	1.88	1.908
P-231	33.52	50	0.06	0.05	0.003	0.06	0.05	0.003
P-232	17.94	150	11.71	0.66	0.048	11.71	0.66	0.048
P-233	467.47	63	0.9	0.44	2.199	0.9	0.44	2.199
P-234	14.51	110	9.82	1.54	0.328	9.82	1.54	0.328
P-235	32.62	50	0.05	0.04	0.003	0.05	0.04	0.003
P-236	40.29	110	9.62	1.51	0.877	9.62	1.51	0.877
P-237	461.52	63	0.91	0.44	2.218	0.91	0.44	2.218
P-238	31.07	110	7.7	1.21	0.452	7.7	1.21	0.452
P-239	388.37	63	0.76	0.37	1.352	0.76	0.37	1.352
P-240	167.99	110	5.78	0.91	1.464	5.78	0.91	1.464
P-241	114.28	63	1.61	0.78	1.497	1.61	0.78	1.497
P-242	71.02	50	0.14	0.1	0.038	0.14	0.1	0.038
P-243	70.56	63	0.98	0.47	0.385	0.98	0.47	0.385
P-244	139.4	50	0.27	0.21	0.239	0.27	0.21	0.239

			Cas de point			Cas de point +incendie		
tançons	**Longueur(m)**	**Diamètre (mm)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**perte de charge (m)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**
P-245	79.42	63	0.15	0.07	0.018	0.15	0.07	0.018
P-246	84.82	110	3.45	0.54	0.294	3.45	0.54	0.294
P-247	351.16	90	0.68	0.16	0.182	0.68	0.16	0.182
P-248	160.08	110	1.62	0.25	0.146	1.62	0.25	0.146
P-249	137.4	63	0.27	0.13	0.077	0.27	0.13	0.077
P-250	158.22	160	9.58	0.71	0.567	9.57	0.71	0.566
P-251	117.68	40	0.24	0.19	0.177	0.24	0.19	0.177
P-252	21.94	160	8.76	0.65	0.067	8.76	0.65	0.067
P-253	49.03	100	2.43	0.31	0.055	2.43	0.31	0.055
P-254	242.87	80	1.85	0.37	0.491	1.85	0.37	0.491
P-255	151.06	50	0.28	0.14	0.109	0.28	0.14	0.109
P-256	208.14	80	0.41	0.08	0.031	0.41	0.08	0.031
P-257	84.84	100	4.99	0.64	0.343	4.99	0.64	0.343
P-258	129.26	50	0.25	0.13	0.075	0.25	0.13	0.075
P-259	13.97	100	5.67	0.72	0.071	5.68	0.72	0.071
P-260	112.4	50	0.22	0.11	0.051	0.22	0.11	0.051
P-261	167.32	100	6.46	0.82	1.073	6.47	0.82	1.075
P-262	100.46	80	2.71	0.54	0.397	2.71	0.54	0.397
P-263	244.88	50	0.5	0.25	0.465	0.5	0.25	0.465
P-264	47.1	50	1.43	0.73	0.568	1.43	0.73	0.568
P-265	21.74	50	0.74	0.38	0.083	0.74	0.38	0.083
P-266	122.79	50	0.24	0.12	0.065	0.24	0.12	0.065
P-267	143.09	50	0.28	0.14	0.098	0.28	0.14	0.098
P-268	58.63	50	0.11	0.06	0.007	0.11	0.06	0.007
P-269	298.3	100	10.27	1.31	4.397	10.27	1.31	4.402
P-270	311.16	80	0.6	0.12	0.088	0.6	0.12	0.088
P-271	91.30	100	12.24	1.56	1.847	12.24	1.56	1.849
P-272	128.91	80	2.25	0.45	0.367	2.25	0.45	0.367
P-273	111.91	50	0.23	0.12	0.054	0.23	0.12	0.054
P-274	168.92	50	1.23	0.63	1.564	1.23	0.63	1.564
P-275	70.53	30	0.12	0.18	0.137	0.12	0.18	0.137
P-276	195.26	50	0.33	0.17	0.185	0.33	0.17	0.185
P-277	178.6	100	15.27	1.94	5.397	15.28	1.95	5.401
P-278	389.73	100	18.41	2.34	16.537	18.42	2.35	16.546
P-279	2.71	200	112.23	3.57	0.109	129.23	4.11	0.142
P-280	1247.6	90	1	0.23	1.265	1	0.23	1.265
P-281	311.37	160	10.42	0.78	1.298	10.42	0.78	1.298
P-282	68.64	50	0.15	0.11	0.042	0.15	0.11	0.042
P-283	184.3	160	9.16	0.68	0.609	9.16	0.68	0.609
P-284	376.44	63	0.73	0.35	1.21	0.73	0.35	1.210
P-285	64.71	160	7.21	0.54	0.14	7.21	0.54	0.140
P-286	177.08	40	0.35	0.28	0.518	0.35	0.28	0.518
P-287	42.76	160	6.3	0.47	0.072	6.3	0.47	0.072
P-288	106.22	40	0.4	0.32	0.405	0.4	0.32	0.405
P-289	50.27	40	0.1	0.08	0.013	0.1	0.08	0.013
P-290	748.59	160	4.15	0.31	0.604	4.15	0.31	0.604
P-291	121.94	50	0.19	0.1	0.045	0.19	0.1	0.045
P-292	605.3	160	1.16	0.09	0.053	1.16	0.09	0.053
P-293	41.56	50	0.1	0.08	0.012	0.1	0.08	0.012
P-294	56.15	110	2.24	0.35	0.09	1.78	0.28	0.061
P-295	93.75	40	0.17	0.2	0.204	0.17	0.2	0.204
P-296	11.39	200	39.68	1.26	0.102	47.67	1.52	0.146
P-297	193.03	63	0.37	0.18	0.195	0.37	0.18	0.195
P-298	68.53	110	16.8	2.64	4.094	16.8	2.64	4.094
P-299	11.69	110	0.76	0.12	0.003	0.76	0.12	0.003
P-300	16.36	110	0.03	0	0	0.03	0	0.000
P-301	176.92	30	0.34	0.48	1.927	0.34	0.48	1.927
P-302	39.23	300	133.47	1.89	0.305	150.47	2.13	0.380
P-303	6.96	200	0.01	0	0	0.01	0	0.000
P-304	22.89	100	1.75	0.22	0.018	2.8	0.36	0.043
P-305	4.5	100	1.17	0.15	0.002	0.64	0.08	0.001
P-306	16.62	100	1.38	0.18	0.008	1.96	0.25	0.016
P-307	256.86	63	0.48	0.23	0.394	0.48	0.23	0.394

			Cas de point			Cas de point +incendie		
tançons	**Longueur(m)**	**Diamètre (mm)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**perte de charge (m)**	**Debit (L/s)**	**vitesse (m/s)**	**Perte de charge (m)**
P-308	108.89	200	53.17	1.69	1.731	62.74	2	2.397
P-309	3.01	90	5.94	1.4	0.072	6.52	1.53	0.085
P-310	124.65	63	0.23	0.11	0.056	0.23	0.11	0.056
P-311	26.68	63	0.05	0.02	0.001	0.05	0.02	0.001
P-312	131.12	63	0.25	0.12	0.065	0.25	0.12	0.065
P-313	28.21	63	0.05	0.02	0.001	0.05	0.02	0.001
P-314	37.24	63	0.07	0.04	0.002	0.07	0.04	0.002
P-315	201.3	90	0.66	0.16	0.101	0.66	0.16	0.101
P-316	39.22	90	0.06	0.01	0	0.06	0.01	0.000
P-317	42.91	90	1.24	0.29	0.064	1.24	0.29	0.064
P-318	179.05	63	0.37	0.18	0.177	0.37	0.18	0.177
P-319	128.2	63	0.25	0.12	0.064	0.25	0.12	0.064
P-320	104.6	63	0.2	0.1	0.036	0.2	0.1	0.036
P-321	44.73	90	6.5	1.53	1.263	6.5	1.53	1.263
P-322	68.19	90	5.51	1.29	1.43	5.51	1.29	1.430
P-323	76.39	90	4.74	1.11	1.223	4.74	1.11	1.223
P-324	77.75	90	4.03	0.95	0.934	4.03	0.95	0.934
P-325	29.38	90	2.87	0.67	0.192	2.87	0.67	0.192
P-326	43.86	90	2.27	0.53	0.189	2.27	0.53	0.189
P-327	45.47	90	1.91	0.45	0.144	1.91	0.45	0.144
P-328	26.68	10	0.05	0.02	0.001	0.05	0.02	0.001
P-329	976.83	160	5.54	0.41	1.314	12.97	0.97	6.034
P-330	51.48	63	0.11	0.05	0.005	0.11	0.05	0.005
P-331	216.01	160	3.98	0.3	0.162	20.98	1.56	3.180
P-332	855.97	160	1.68	0.13	0.141	18.68	1.39	10.215

annexe 12 : Résultats de la simulation hydraulique les Charges et pressions dans le nœud de réseau distribution actuelle

		cas de point			Cas de point + d'incendie		
nœud	altitude (m)	demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)	Demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)
N1	28.82	0.06	36.9	0.792	0.06	33.25	0.434
N2	28.01	0.04	38.02	0.982	0.04	34.91	0.676
N3	28.02	0.19	38.02	0.98	0.19	34.91	0.674
N4	26.9	0.04	39.11	1.196	0.04	36.46	0.937
N5	26.84	0.95	39.52	1.244	0.95	37.06	1.002
N6	26.8	0.3	39.6	1.254	0.3	37.14	1.013
N7	26.99	0.22	41.33	1.405	0.22	39.54	1.23
N8	26.84	0.04	39.53	1.243	0.04	37.06	1.001
N9	26.98	0.62	33.9	0.678	0.62	24.3	-0.263
N10	26.05	0.37	33.72	0.752	0.37	24.12	-0.189
N11	27.18	0.52	32.47	0.518	0.52	22.87	-0.423
N12	26.49	0.25	32.4	0.58	0.25	22.8	-0.361
N13	27.84	0.5	31.25	0.333	0.5	21.65	-0.608
N14	26.95	0.2	31.21	0.418	0.2	21.61	-0.523
N15	27.91	0.69	30.31	0.235	0.69	20.71	-0.706
N16	27.11	0.48	29.92	0.275	0.48	20.32	-0.666
N17	27.8	0.37	30.12	0.227	0.37	20.52	-0.714
N18	28.19	0.23	30.06	0.183	0.23	20.46	-0.757
N19	27.96	0.27	29.93	0.193	0.27	20.33	-0.748
N20	27.98	0.09	29.93	0.191	0.09	20.33	-0.75
N21	28.01	0.42	29.79	0.174	0.42	20.19	-0.767
N22	27.92	0.25	29.72	0.176	0.25	20.12	-0.765
N23	27.89	0.53	29.72	0.179	0.53	20.12	-0.762
N24	28.04	0.05	29.72	0.165	0.05	20.12	-0.776
N25	26.95	0.53	29.62	0.262	0.53	20.02	-0.679
N26	26.83	0.06	29.62	0.273	0.06	20.02	-0.668
N27	26.9	0.07	29.62	0.266	0.07	20.02	-0.675
N28	33.19	2.18	33.69	0.049	2.18	16.35	-1.65
N29	32.94	0.11	33.68	0.073	0.11	16.34	-1.627
N30	31.5	1.68	33.54	0.201	18.68	6.13	-2.486
N31	26.86	0.7	39.49	1.238	0.7	37.01	0.995
N32	25.78	0.91	39.51	1.346	0.91	37.05	1.104
N33	27	0.23	45.52	1.815	0.23	45.36	1.8
N34	26.86	0.14	39.16	1.206	0.14	36.52	0.948
N35	26.97	0.21	39.04	1.184	0.21	36.37	0.922
N36	26.92	0.31	38.87	1.171	0.31	36.11	0.901
N37	26.51	0.1	38.81	1.206	0.1	36.05	0.935
N38	27.49	0.37	38.18	1.048	0.37	35.21	0.756
N39	27.49	0.21	38.17	1.047	0.21	35.19	0.755
N40	27.35	0.22	38.17	1.06	0.22	35.19	0.768
N41	27.11	0.09	38.17	1.084	0.09	35.19	0.792
N42	27.24	0.09	38.17	1.071	0.09	35.19	0.779
N43	27.49	0.35	38.11	1.041	0.35	35.13	0.749
N44	27.09	0.12	38.11	1.08	0.12	35.13	0.788
N45	27.38	0.44	38.09	1.05	0.44	35.11	0.758
N46	28.03	0.46	37.89	0.966	0.46	34.77	0.661
N47	27.08	0.42	38.11	1.081	0.42	35.14	0.79
N48	27.3	0.26	38.1	1.059	0.26	35.12	0.767
N49	26.59	0.39	38.22	1.14	0.39	35.31	0.855
N50	26.87	0.1	38.22	1.112	0.1	35.31	0.827
N51	26.25	0.79	38.31	1.182	0.79	35.45	0.901
N52	27.95	0.29	37.99	0.985	0.29	34.9	0.682
N53	28.03	0.33	38	0.977	0.33	34.9	0.673
N54	27.98	0.31	38.02	0.984	0.31	34.91	0.679
N55	27.8	0.36	38.13	1.012	0.36	35.05	0.711
N56	28.52	0.1	38	0.928	0.1	34.9	0.625
N57	28.14	0.43	37.71	0.939	0.43	34.52	0.626
N58	28.14	0.14	37.71	0.938	0.14	34.52	0.625

		cas de point			Cas de point + d'incendie		
nœud	altitude (m)	demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)	Demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)
N59	27.96	0.38	37.14	0.9	0.38	33.67	0.56
N60	28.81	0.24	36.96	0.799	0.24	33.38	0.448
N61	28.81	0.34	36.96	0.799	0.34	33.37	0.447
N62	27.91	0.2	37.14	0.904	0.2	33.67	0.564
N63	27.34	0.07	37.14	0.961	0.07	33.67	0.621
N64	27.88	0.25	37.14	0.907	0.25	33.67	0.567
N65	27.37	0.08	37.14	0.958	0.08	33.67	0.618
N66	28.08	0.06	37.14	0.888	0.06	33.67	0.548
N67	28.91	0.36	36.96	0.789	0.36	33.37	0.437
N68	28.97	0.07	36.96	0.783	0.07	33.37	0.432
N69	28.93	0.15	36.92	0.783	0.15	33.29	0.427
N70	28.77	0.47	36.89	0.796	0.47	33.23	0.437
N71	28.97	0.32	36.91	0.779	0.32	33.28	0.423
N72	28.72	0.29	36.91	0.803	0.29	33.28	0.447
N73	28.71	0.04	36.91	0.804	0.04	33.28	0.448
N74	28.88	1.05	36.17	0.714	1.05	32.12	0.317
N75	27.08	0.55	30.53	0.337	0.55	25.94	-0.113
N76	28.85	0.91	45.79	1.66	0.91	45.72	1.653
N77	27	0.01	45.79	1.842	0.01	45.72	1.835
N78	27.09	0.36	30.27	0.312	0.36	25.65	-0.141
N79	27.58	0.2	30.17	0.254	0.2	25.55	-0.199
N80	27.13	0.25	30.46	0.327	0.25	25.87	-0.123
N81	27.53	0.12	30.43	0.284	0.12	25.84	-0.166
N82	27.17	0.46	30.4	0.317	0.46	25.81	-0.133
N83	27.67	0.12	30.38	0.265	0.12	25.79	-0.185
N84	28.13	0.98	30.27	0.21	0.98	25.68	-0.24
N85	28.56	0.18	30.18	0.159	0.18	25.59	-0.291
N86	26.11	0.53	30.23	0.404	0.53	25.64	-0.046
N87	27.03	0.53	28.87	0.18	0.53	24.06	-0.292
N88	27.95	0.25	28.8	0.084	0.25	23.99	-0.388
N89	27.24	0.23	27.45	0.021	0.23	22.43	-0.471
N90	27.13	0.21	27.05	-0.007	0.21	22.04	-0.499
N91	27.06	0.11	27	-0.006	0.11	21.98	-0.498
N92	27.04	0.19	26.86	-0.017	0.19	21.84	-0.509
N93	26.91	0.1	26.82	-0.009	0.1	21.8	-0.501
N94	27.35	0.71	26.57	-0.076	0.71	21.56	-0.568
N95	26.76	0.1	26.53	-0.023	0.1	21.51	-0.514
N96	26.86	0.57	25.96	-0.089	0.57	20.94	-0.58
N97	27.25	0.21	27.39	0.014	0.21	22.37	-0.479
N98	27.74	0.16	27.34	-0.039	0.16	22.31	-0.532
N99	27.29	0.08	27.26	-0.003	0.08	22.2	-0.498
N100	27.18	0.04	27.26	0.008	0.04	22.2	-0.487
N101	27.31	0.23	27.15	-0.015	0.23	22.08	-0.513
N102	27.91	0.16	26.99	-0.09	0.16	21.92	-0.587
N103	27.23	0.53	26.91	-0.031	0.53	21.77	-0.535
N104	28.82	1	26.45	-0.232	1	21.29	-0.738
N105	27.93	0.35	26.29	-0.161	0.35	21.13	-0.667
N106	27.91	0.47	26.27	-0.161	0.47	21.1	-0.668
N107	27.92	0.2	26.25	-0.163	0.2	21.08	-0.671
N108	28.64	0.17	26.24	-0.236	0.17	21.06	-0.743
N109	27.94	0.21	26.23	-0.167	0.21	21.06	-0.674
N110	28.85	0.16	26.21	-0.258	0.16	21.03	-0.766
N111	27.95	0.26	26.21	-0.171	0.26	21.03	-0.678
N112	29.11	0.19	26.18	-0.287	0.19	21	-0.795
N113	27.98	0.3	26.17	-0.177	0.3	20.99	-0.685
N114	29.39	0.21	26.13	-0.32	0.21	20.95	-0.827
N115	28.02	0.32	26.14	-0.184	0.32	20.97	-0.692
N116	29.58	0.21	26.1	-0.342	0.21	20.92	-0.849
N117	28.04	0.31	26.1	-0.19	0.31	20.93	-0.697
N118	29.65	0.18	26.08	-0.351	0.18	20.9	-0.858
N119	27.85	0.27	26.07	-0.175	0.27	20.89	-0.683
N120	26.8	0.12	26.04	-0.074	0.12	20.86	-0.582
N121	27.67	0.4	26.03	-0.16	0.4	20.86	-0.668
N122	29.06	0.15	26.02	-0.298	0.15	20.84	-0.806

		cas de point			Cas de point + d'incendie		
nœud	altitude (m)	demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)	Demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)
N123	27	0.65	25.98	-0.1	0.65	20.8	-0.607
N124	25.24	0.4	25.74	0.05	0.4	20.57	-0.458
N125	27.22	0.26	25.97	-0.123	0.26	20.79	-0.63
N126	26.24	0.15	25.95	-0.028	0.15	20.77	-0.536
N127	27.3	0.44	25.96	-0.132	0.44	20.78	-0.639
N128	28.73	0.17	25.96	-0.272	0.17	20.78	-0.78
N129	26.56	0.98	25.83	-0.072	0.98	20.65	-0.579
N130	25.69	0.12	25.82	0.013	0.12	20.64	-0.495
N131	28.49	0.62	25.77	-0.267	0.62	20.59	-0.774
N132	27.21	0.81	26.3	-0.09	0.81	21.12	-0.598
N133	25.51	0.34	26.29	0.077	0.34	21.11	-0.431
N134	27.38	0.51	26.68	-0.068	0.51	21.45	-0.581
N135	28.13	0.12	26.61	-0.149	0.12	21.38	-0.662
N136	27.28	0.36	27.03	-0.025	0.36	21.76	-0.541
N137	27.87	0.16	26.85	-0.1	0.16	21.58	-0.616
N138	27.16	0.32	27.14	-0.002	0.32	21.87	-0.519
N139	27.53	0.1	27.09	-0.043	0.1	21.81	-0.561
N140	27.28	0.5	27.66	0.037	0.5	22.33	-0.485
N141	27.21	0.07	27.61	0.039	0.07	22.3	-0.482
N142	27.09	0.42	27.5	0.04	0.42	22.21	-0.479
N143	27.21	0.1	27.45	0.024	0.1	22.16	-0.495
N144	26.88	0.5	27.09	0.021	0.5	21.9	-0.488
N145	26.39	0.14	27.06	0.065	0.14	21.86	-0.444
N146	26.83	0.25	27.03	0.02	0.25	21.85	-0.487
N147	27.11	0.2	26.94	-0.017	0.2	21.79	-0.522
N148	26.66	0.08	26.93	0.027	0.08	21.79	-0.478
N149	29.05	0.97	30.95	0.187	0.97	25.2	-0.378
N150	27.94	0.86	34.57	0.65	0.86	29.14	0.118
N151	29.56	0.43	34.83	0.517	0.43	29.64	0.008
N152	30.65	0.2	34.49	0.377	0.2	29.31	-0.131
N153	29.61	0.23	34.84	0.513	0.23	29.68	0.007
N154	31.26	0.19	34.84	0.351	0.19	29.67	-0.155
N155	29.58	0.36	34.87	0.519	0.36	29.73	0.015
N156	31.67	0.24	34.32	0.259	0.24	29.17	-0.245
N157	29.56	0.36	35.05	0.537	0.36	30.07	0.049
N158	30.97	0.2	34.75	0.371	0.2	29.77	-0.117
N159	29.71	0.36	35.14	0.532	0.36	30.24	0.051
N160	30.82	0.12	35.05	0.415	0.12	30.15	-0.066
N161	30.57	0.79	35.42	0.475	0.79	30.76	0.019
N162	31.26	0.39	35.34	0.4	0.39	30.68	-0.057
N163	31.39	0.21	35.3	0.383	0.21	30.64	-0.074
N164	31.17	0.08	35.3	0.404	0.08	30.64	-0.052
N165	31.61	0.05	35.3	0.361	0.05	30.64	-0.096
N166	31.12	0.09	35.34	0.414	0.09	30.68	-0.043
N167	29.1	0.46	30.97	0.183	0.46	25.2	-0.382
N168	28.97	0.4	30.74	0.173	0.4	24.97	-0.392
N169	29.27	0.18	31.08	0.177	0.18	25.27	-0.392
N170	28.61	0.11	31.07	0.241	0.11	25.26	-0.328
N171	29.31	0.18	31.22	0.187	0.18	25.36	-0.387
N172	28.73	0.09	31.22	0.244	0.09	25.36	-0.33
N173	29.39	0.18	31.37	0.194	0.18	25.46	-0.385
N174	28.77	0.09	31.37	0.254	0.09	25.46	-0.325
N175	29.54	0.16	31.57	0.2	0.16	25.6	-0.386
N176	28.84	0.1	31.57	0.267	0.1	25.59	-0.319
N177	29.56	0.41	31.61	0.2	0.41	25.62	-0.386
N178	28.5	0.59	33.79	0.518	0.59	28.08	-0.041
N179	28.62	0.11	33.78	0.506	0.11	28.08	-0.053
N180	28.53	0.92	34.46	0.581	0.92	28.82	0.029
N181	28.04	0.39	34.55	0.639	0.39	29.08	0.103
N182	29.49	0.15	34.37	0.478	0.15	28.9	-0.058
N183	29.64	0.21	31.62	0.195	0.21	25.62	-0.393
N184	29.76	0.14	31.61	0.181	0.14	25.61	-0.407
N185	29.87	0.19	31.67	0.177	0.19	25.63	-0.415
N186	29.19	0.12	31.66	0.242	0.12	25.63	-0.349

		cas de point			Cas de point + d'incendie		
nœud	altitude (m)	demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)	Demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)
N187	29.92	0.23	31.68	0.172	0.23	25.64	-0.42
N188	29.75	0.17	31.66	0.187	0.17	25.61	-0.406
N189	30	0.31	31.72	0.169	0.31	25.65	-0.426
N190	29.46	0.23	31.67	0.216	0.23	25.6	-0.378
N191	30.03	0.58	31.83	0.177	0.58	25.7	-0.424
N192	29.67	0.2	31.8	0.208	0.2	25.66	-0.393
N193	31.34	1.5	34.01	0.262	1.5	26.85	-0.44
N194	33.85	2.85	33.85	0	2.85	19.53	-1.403
N195	27	0.81	45.68	1.831	0.81	45.58	1.821
N196	27	0.14	45.79	1.842	0.14	45.72	1.835
N197	26.1	0.4	43.89	1.744	0.4	42.52	1.609
N198	25.98	0.12	43.88	1.755	0.12	42.51	1.62
N199	25.61	0.84	43.41	1.745	0.84	41.67	1.575
N200	25.08	0.44	43.13	1.769	0.44	41.39	1.599
N201	24.94	1.36	41.26	1.6	1.36	37.76	1.257
N202	28.54	0.44	40.35	1.157	0.44	36.85	0.814
N203	26.48	1.86	38.16	1.145	1.86	31.82	0.523
N204	26.59	0.48	37.81	1.099	0.48	31.46	0.477
N205	27.04	2.81	35.16	0.796	2.81	25.56	-0.145
N206	27	0.94	45.79	1.842	0.94	45.72	1.835
N207	27	0.3	45.57	1.821	0.3	45.44	1.807
N208	25.46	0.93	39.87	1.412	0.93	39.74	1.399
N209	25.79	0.28	39.79	1.372	0.28	39.65	1.359
N210	25.76	0.62	32.49	0.659	0.62	32.36	0.646
N211	25.99	0.23	32.03	0.592	0.23	31.9	0.579
N212	25.66	0.29	31.97	0.619	0.29	31.84	0.606
N213	25.76	0.22	31.83	0.596	0.22	31.7	0.583
N214	25.48	0.34	31.14	0.555	0.34	31	0.542
N215	25.79	0.24	31.08	0.518	0.24	30.95	0.505
N216	25.25	0.53	30.1	0.475	0.53	29.97	0.462
N217	25.83	0.34	29.95	0.403	0.34	29.82	0.39
N218	24.83	0.46	27.68	0.279	0.46	27.55	0.267
N219	24.99	0.15	27.67	0.262	0.15	27.54	0.249
N220	24.39	0.28	24.8	0.039	0.28	24.67	0.027
N221	24.07	0.08	24.79	0.071	0.08	24.66	0.059
N222	24.38	0.17	24.66	0.028	0.17	24.54	0.015
N223	24.65	0.09	24.65	0	0.09	24.52	-0.013
N224	24.2	0.44	23.36	-0.082	0.44	23.24	-0.094
N225	25.36	0.24	22.85	-0.247	0.24	22.72	-0.259
N226	24.01	0.43	21.2	-0.276	0.43	21.07	-0.288
N227	25.63	0.24	20.78	-0.475	0.24	20.65	-0.488
N228	24.39	0.64	20.37	-0.394	0.64	20.24	-0.407
N229	26.92	0.5	19.91	-0.686	0.5	19.79	-0.699
N230	26.5	0.1	19.86	-0.65	0.1	19.74	-0.663
N231	26.7	0.09	19.91	-0.665	0.09	19.78	-0.678
N232	26.48	0.79	16.6	-0.968	0.79	16.47	-0.981
N233	26.26	0.57	8.27	-1.763	0.57	8.15	-1.775
N234	25.2	0.34	8.11	-1.675	0.34	7.98	-1.688
N235	26.31	0.33	7.78	-1.816	0.33	7.66	-1.828
N236	26.19	0.13	7.69	-1.813	0.13	7.56	-1.825
N237	26.45	0.68	1.46	-2.45	0.68	1.33	-2.462
N238	27.04	0.38	-2.64	-2.909	0.38	-2.76	-2.921
N239	25	0.23	-2.69	-2.714	0.23	-2.82	-2.726
N240	27.18	0.3	-3.22	-2.98	0.3	-3.35	-2.992
N241	27.08	0.19	-3.48	-2.995	0.19	-3.61	-3.008
N242	27.53	0.2	-5.69	-3.256	0.2	-5.81	-3.268
N243	27.26	0.1	-5.69	-3.23	0.1	-5.81	-3.242
N244	27.57	0.53	-5.92	-3.282	0.53	-6.05	-3.295
N245	27.65	0.76	-6.96	-3.393	0.76	-7.09	-3.405
N246	26.55	0.23	-7.12	-3.301	0.23	-7.25	-3.313
N247	27.01	0.79	-7.6	-3.392	0.79	-7.73	-3.405
N248	26.44	0.23	-7.75	-3.352	0.23	-7.88	-3.364
N249	25.38	0.46	-7.94	-3.265	0.46	-8.06	-3.278
N250	27.89	0.32	-7.33	-3.453	0.32	-7.46	-3.465

		cas de point			Cas de point + d'incendie		
nœud	altitude (m)	demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)	Demande (L/s)	charge (m)	pression (bars)
N251	27.93	0.1	-7.37	-3.459	0.1	-7.5	-3.472
N252	28.63	0.22	-9.24	-3.712	0.22	-9.37	-3.725
N253	28.65	0.06	-9.24	-3.714	0.06	-9.37	-3.727
N254	28.9	0.99	-9.29	-3.743	0.99	-9.42	-3.755
N255	25.04	0.9	-11.49	-3.581	0.9	-11.61	-3.593
N256	29.12	0.15	-9.62	-3.797	0.15	-9.74	-3.809
N257	28.98	0.05	-9.62	-3.784	0.05	-9.75	-3.796
N258	29.79	1.01	-10.49	-3.948	1.01	-10.62	-3.96
N259	25.71	0.91	-12.71	-3.766	0.91	-12.84	-3.778
N260	29.82	1.15	-10.95	-3.996	1.15	-11.07	-4.008
N261	26.87	0.76	-12.3	-3.839	0.76	-12.42	-3.851
N262	28.25	0.71	-12.41	-3.985	0.71	-12.54	-3.998
N263	28.89	0.49	-13.91	-4.194	0.49	-14.03	-4.207
N264	29.01	0.14	-13.94	-4.211	0.14	-14.07	-4.223
N265	28.58	0.56	-14.29	-4.202	0.56	-14.42	-4.214
N266	27.46	0.27	-14.53	-4.116	0.27	-14.66	-4.128
N267	27.4	0.15	-14.31	-4.088	0.15	-14.43	-4.1
N268	27.9	1.15	-12.7	-3.98	1.15	-12.83	-3.992
N269	27.49	0.68	-12.89	-3.957	0.68	-13.01	-3.97
N270	28.03	0.6	-12.85	-4.007	0.6	-12.98	-4.019
N271	28.84	0.27	-12.93	-4.094	0.27	-13.05	-4.106
N272	24.12	0.58	16.03	-0.793	0.58	15.91	-0.805
N273	24.47	0.24	15.85	-0.845	0.24	15.73	-0.857
N274	23.69	0.77	15.96	-0.757	0.77	15.84	-0.769
N275	24.49	0.71	16.02	-0.83	0.71	15.89	-0.842
N276	22.37	1.15	15.53	-0.67	1.15	15.4	-0.683
N277	22.04	0.28	15.42	-0.649	0.28	15.29	-0.661
N278	22.25	0.41	15.5	-0.662	0.41	15.37	-0.674
N279	24.95	0.44	16.36	-0.842	0.44	16.24	-0.854
N280	25.84	0.25	16.29	-0.937	0.25	16.16	-0.949
N281	24.92	0.57	16.43	-0.832	0.57	16.31	-0.844
N282	23.58	0.22	16.38	-0.706	0.22	16.26	-0.718
N283	23.81	1.1	17.51	-0.618	1.1	17.38	-0.63
N284	23.17	0.78	17.11	-0.594	0.78	16.99	-0.606
N285	23	0.5	16.64	-0.623	0.5	16.52	-0.635
N286	23.28	0.41	16.54	-0.66	0.41	16.42	-0.672
N287	23.42	0.39	16.46	-0.683	0.39	16.33	-0.695
N288	21.96	0.24	16.39	-0.546	0.24	16.27	-0.558
N289	22.1	0.28	16.44	-0.555	0.28	16.32	-0.567
N290	23.81	0.11	16.45	-0.721	0.11	16.33	-0.733
N291	24.41	1.37	21.9	-0.246	1.37	21.78	-0.257
N292	25.71	0.6	21.81	-0.382	0.6	21.7	-0.393
N293	24.54	0.79	23.75	-0.078	0.79	23.63	-0.089
N294	24.33	0.79	23.38	-0.093	0.79	23.27	-0.105
N295	24.31	0.23	23.33	-0.096	0.23	23.21	-0.107
N296	23.58	0.77	21.82	-0.173	0.77	21.7	-0.184
N297	23.47	0.12	21.68	-0.175	0.12	21.57	-0.186
N298	22.98	0.33	21.63	-0.132	0.33	21.52	-0.143
N299	25.12	2.14	29.15	0.395	2.14	29.03	0.384
N300	21.4	1	27.88	0.635	1	27.77	0.624
N301	22.03	1.12	14.67	-0.722	1.12	14.54	-0.734
N302	21.98	0.15	14.62	-0.721	0.15	14.5	-0.733
N303	23.51	1.21	14.06	-0.927	1.21	13.93	-0.939
N304	23.75	0.73	12.85	-1.069	0.73	12.72	-1.081
N305	23.03	0.57	13.92	-0.894	0.57	13.79	-0.906
N306	24.37	0.35	13.4	-1.076	0.35	13.27	-1.088
N307	23.03	1.74	13.84	-0.9	1.74	13.72	-0.912
N308	23.72	0.31	13.44	-1.008	0.31	13.31	-1.02
N309	23.91	0.1	13.43	-1.028	0.1	13.3	-1.04
N310	25.85	2.8	13.24	-1.236	2.8	13.11	-1.248
N311	25.67	0.19	13.2	-1.223	0.19	13.07	-1.235
N312	26	1.16	13.19	-1.256	1.16	13.06	-1.268
N313	26.18	0.1	27.02	0.083	0.1	21.84	-0.425
N314	27.6	0.17	37.92	1.012	0.17	34.85	0.711

		cas de point			Cas de point + d'incendie		
nœud	**altitude (m)**	**demande (L/s)**	**charge (m)**	**pression (bars)**	**Demande (L/s)**	**charge (m)**	**pression (bars)**
N315	26.08	0.37	1.26	-2.433	0.37	1.14	-2.445
N316	28.05	0.39	-12.85	-4.009	0.39	-12.98	-4.021
N317	28.06	0.03	-12.85	-4.01	0.03	-12.98	-4.022
N318	29.26	0.34	-14.78	-4.316	0.34	-14.91	-4.329