



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued

Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Hydraulique

Spécialité : Conception et Diagnostic de Systèmes D'eau Potable et
D'assainissement

Thème

**ANALYSE ET OPTIMISATION DE
FONCTIONNEMENT DE RESEAU
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE
LA VILLE DE GUEMAR.**

Dirigé par :

M^{me} Meguellati Soumia

Présenté par :

**AGUIEB Hamza
Naroura Bachir**

Année universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENTS

JE REMERCIE DIEU TOUT-PUISSANT DE M'AVOIR DONNÉ LA FORCE ET LE COURAGE D'ACCOMPLIR CET HUMBLE TRAVAIL.

JE NE PEUX MANQUER D'ADRESSER MES SINCÈRES REMERCIEMENTS AU M^{ME} MEGUELLATI SOUMIA, PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE TECHNOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE, QUI M'A ENCADRÉ TOUT AU LONG DE CETTE THÈSE ET QUI A PARTAGÉ AVEC MOI SA MERVEILLEUSE INTUITION, POUR LAQUELLE JE TIENS ÉGALEMENT A REMERCIER. . POUR SA GENTILLESSE, SA PRÉSENCE CONSTANTE ET LES NOMBREUX ENCOURAGEMENTS QU'ELLE ME PRODIGUE.

À TOUS CEUX QUI M'ONT AIDÉ DIRECTEMENT OU INDIRECTEMENT A DÉVELOPPER CE TRAVAIL, J'ADRESSE MES SINCÈRES REMERCIEMENTS A TOUS. JE TIENS A REMERCIER TOUS MES AMIS POUR LE SOUTIEN MORAL QU'ILS M'ONT APPORTÉ.

JE VOUDRAIS PROFITER DE CETTE OCCASION POUR REMERCIER TOUS LES PROFESSEURS DU DÉPARTEMENT D'HYDRAULIQUE ET DE GÉNIE CIVIL DE L'UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE POUR LE SOUTIEN MORAL QU'ILS M'ONT APPORTÉ, AINSI QUE POUR L'ESPRIT D'AMITIÉ DONT ILS ONT FAIT PREUVE ET APPORTÉ TOUT AU LONG DE MON PARCOURS. MON PARCOURS

ACADÉMIQUE.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ceux qui sont toujours Présents dans mon

Cœur

A ma très chère mère, A mon très cher père A mes

sœurs

A toute ma famille

A tous mes professeurs et docteurs

A tous mes collègues et mes amis sans exception

ملخص:

تم تنفيذ العمل كجزء من أطروحة نهاية الدراسة بعنوان “تحليل وتحسين تشغيل شبكة إمدادات مياه الشرب في مدينة قمار، والتي تركز على دراسة السلوك الهيدروليكي لشبكة إمدادات مياه الشرب ماء. تعتمد الطريقة المقترحة على تحليل الحالة التشغيلية لشبكة مياه الشرب باستخدام برنامج WATERCAD. يمكن معرفة حالة التشغيل هذه لشبكة AEP من خلال نتائج المحاكاة التي يوفرها البرنامج (الضغط والسرعة وما إلى ذلك). بعد تتبع الشبكة، سنقوم بإدخال بيانات العقد (أبعاد العقد ومعدلات التدفق) والأنابيب (القطر وأنواع المواد)، ثم ننتقل إلى محاكاة النتائج وتفسيرها.

الكلمات المفتاحية: وتركاد، شبكة مياه الشرب، قمار، النمذجة،

Abstract:

The work carried out as part of this dissertation entitled ‘Analysis and optimisation of the operation of the drinking water supply network of the town of Guemar, which concerns the study of the hydraulic behaviour of the drinking water supply network.

The proposed method is based on an analysis of the operating state of the drinking water network using WATERCAD software. This operating state of the drinking water network network can be determined from the simulation results provided by the software (pressure, speed, etc).

After tracing the network, we will insert the data from the nodes (coasts and flows of Node) and pipes (diameter and types of materials), then proceed to the simulation and interpretation of the results.

Key words: Watercad, AEP, Guemar, Modelling،

Résumé :

Le travail effectué dans le cadre de ce mémoire de fin d’étude intitulé “ Analyse et optimisation de fonctionnement de réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Guemar, qui porte sur l’étude du comportement hydraulique du réseau d’alimentation en eau potable.

La méthode proposée est basée sur l’analyse de l’état de fonctionnement du réseau d’eau potable par le logiciel WATERCAD. Cet état de fonctionnement du réseau d’AEP peut être connu à partir des résultats de simulation fournis par le logiciel (pression, vitesse, ...).

Après avoir tracé le réseau, nous allons insérer les données des nœuds (côtes et débits de Nœud) et des conduites (diamètre et types des matériaux), puis procéder à la simulation et interprétation des résultats.

Mots-clés: Watercad, AEP, Guemar, Modélisation،

Tables des matières

Dédicace	ii
Résumé:	iii
Tables des matières.....	vi
Liste des figures.....	ix
Liste de tableau	ix
Introduction Générale	xiv

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

I.1 Le système d'alimentation en eau potable	01
I.2 Les ressources en eau.....	02
I.2.1 Les eaux souterraines	02
I.2.1.1 Types de nappes	02
I.2.1.2 Captage des eaux souterraines	04
I.2.2 Les eaux de surface	05
I.2.2.1 La qualité des eaux de surface	05
I.2.2.2 La quantité des eaux de surface	05
I.2.2.3 Captage des eaux de surfaces.....	07
a) Inconvénients	07
b) Avantages.....	08
I.2.3 Autres ressources.....	11
I.3 Installations de pompage.....	11
I.4 Adduction.....	14
I.5 Usine de traitement... ..	16
I.6 Le réseau de distribution d'eau potable.....	22

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU SITE

I. SITUATION GEOLOGIQUE... ..	29
II. LA TOPOGRAPHIE DE LA REGION	29

III. SITUATION CLIMATOLOGIQUE...	32
III-1. La température	32
III-2. La précipitation	32
III-3. Le vent.....	33
III-4. L'évaporation	34
III-5. L'humidité relative	36
III-6. L'ensoleillement.....	37

IV.

SITUATIONHYDROGEOLOGIE	38
IV-1. NappePhréatique.....	38
IV-2. Nappe du Complexe Terminal	39
IV-3. Nappe du Continental Intercalaire.....	39

V. SITUATIONHYDRAULIQUE	42
--------------------------------------	----

V-1. Alimentation en eau potable.....	42
---------------------------------------	----

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

I. EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE	45
I-1. Population.....	45
I-2. Estimation de la population.....	46
II. EVOLUTION DES BESOINS	48
II-1. Besoin domestique	48
II-2. Calcul des besoins totaux (Q_{moy}):.....	49
III. VARIATION DES DEBITS DE CONSOMMATION DANS LE TEMPS	50
IV. COEFFICIENT D'IRREGULARITE	51
IV-1. Coefficient d'irrégularité maximale journalière ($K_{max,j}$)	51
V. DETERMINATION DES DEBITS JOURNALIERS	52
V-1. Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$)	52
V-2. Consommation minimale journalière ($Q_{min j}$)	53

VI. PRODUCTION	54
VI-1. Bilan de la comparaison (besoin -production)	54
CHAPITRE 04 : ADDUCTION	
I. TYPES D'ADDUCTION.....	59
II. TYPES D'ECOULEMENT DANS LES CONDUITES D'ADDUCTION.....	59
III. CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX.....	59
III-1. Les conduites en acier soude (horizontalement et en hélice)	59
III-2. Les conduites en béton précontraint a âme en tôle.....	60
III-3. Les conduites en PRV (Polyester Renforcé de fibre de Verre)	61
III-4. La fonte ductile	61
III-5. Les tuyaux en polyéthylène ou P.E.H.D	62
III-5-1. Caractéristiques et normes.....	62
III-5-2. Avantages du tuyau annelés en PEHD	62
III-5-2-1. Propriétés chimiques.....	62
III -5-2-2. Propriétés mécaniques	63
III-5-2-3. Propriétés hydrauliques.....	64
III-5-2-4. Propriétés environnementales	64
III-5-2-5. Économie et maintenance	65
III-5-2-6. Économie offerte par la structure du tuyau	65
III-6. Choix des matériaux de canalisation.....	66
IV. ETUDE DE L'ADDUCTION.....	66
IV-1. Proposition des tronçons	66
IV-2. Dimensionnement de l'adduction.....	69
IV-2-1. Méthode de calcul	69
IV-2-1-1. Calcul des pertes de charge.....	72
IV-2-1-2. Calcul de la hauteur manométrique totale.....	74
IV-2-1-3. Frais d'exploitation.	74

IV-2-1-4. Frais d'amortissement	75
IV-2-2. Dimensionnement de tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout	77
IV-2-3. Dimensionnement de tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout.....	79
IV-2-4. Dimensionnement de tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers Beb El- Gharbi.....	81
IV-2-5. Dimensionnement de tronçon N°4 : Forage Gharbia vers Beb El- Gharbi	82
IV-2-6. Dimensionnement de tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers Beb Echargui	84
IV-2-7. Dimensionnement de tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui	86
IV-2-8. Dimensionnement de tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia	87
IV-2-9. Dimensionnement de tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia	90

CHAPITRE 05 :MODELISATION DU RESEAU SUR

WATERCAD

V.1. Introduction... ..	93
V.2. Présentation du logiciel WaterCAD.....	93
V.2.1. Les données nécessaires pour WaterCAD.....	97
V.3. Résultats de la simulation... ..	99
V.3.1. Résultat avec le 1er réseau:.....	100
V.3.2. Résultat avec le 2eme réseau	101

Liste des figures

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

-Figure 01: schéma général d'alimentation en eau potable (tiré de BLINDOU, 2004).....	01
-Figure 02 : Nappe libre entre deux vallées (tiré de Jean-Loup Robert, 2002).....	02
-Figure 03 : Puits artésiens (tiré de Jean-Loup Robert, 2002).....	03
-Figure 04 : Nappe sur une ile en milieu marin (tiré de Jean-Loup Robert, 2002).....	03
-Figure 05 : captage des eaux souterraines (tiré de BLINDOU, 2004)	04
-Figure 06 : courbe de masse (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)	07
-Figure 07 : prise d'eau en rivière (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)	08
-Figure 08 : Variation de la densité de l'eau en fonction de la température (tiré de Jean-Loup Robert, 2002).....	09
-Figure 09 : Profils verticaux de température en lac, selon les saisons (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)....	10
-Figure 10 : Prise d'eau en lac ou en réservoir (tiré de Jean-Loup Robert, 2002).....	10
-Figure 11 : station de pompage (tiré de BLINDOU, 2004)....	13
-Figure 12 : Les étapes de traitement des eaux de surface	18
-Figure 13 : photo d'une station de traitement	18
-Figure 14 : Réservoir surélève	21
-Figure 15 : Réservoir semi-enterré.....	21
-Figure 16 : Les réseaux ramifiés (tiré de BLINDOU, 2004).....	24
-Figure 17 : Les réseaux maillés (tiré de BLINDOU, 2004)	25
-Figure 18 : Les réseaux étagés (tiré de BLINDOU, 2004).....	26

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU SITE

-Figure 01: Situation géographique de la zone d'étude.....	30
-Figure 02: Carte topographique de la vallée du Souf Source :DRE d'ElOued,201	31
-Figure 03: Moyennes mensuelles des températures moyennes en (°C).....	32

-Figure 04: Répartition mensuelle de la pluviométrie (mm).....	33
-Figure 05: Moyennes mensuelles des vitesses des vents (m/s)	34
-Figure 06: Les moyennes mensuelles de l'évaporation (1976-2018).....	35
-Figure 07: Moyennes mensuelles de l'humidité relative en (1976-2018).....	36
-Figure 08: Moyennes mensuelles de l'ensoleillement (1976-2018).....	38
-Figure 09: Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (Gendouz et al, 2003).....	40
-Figure 10: Situation des forages dans la zone d'étude	44
 CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS	
-Figure 01: Prévision de la population de la zone de chaque forage	46
-Figure 02: Zone d'alimentation de chaque forage.....	47
-Figure 03: Les besoin journalières domestiques en fonction del'horizon	49
-Figure 04: Les débits moyens journaliers en fonction de l'horizon Q_{moyj} (m^3/j).....	50
-Figure 05: Comparaison (besoin – production) (Actuel 2020).....	54
-Figure 06: Comparaison (besoin – production) (Court terme 2024)	56

-Figure 07: Comparaison (besoin – production) (Moyen terme 2032).....	57
-Figure 08: Comparaison (besoin – production) (Long terme 2045).....	58

CHAPITRE 04 : ADDUCTION

-Figure 01: Tracé des tronçons proposé.....	68
---	----

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD

-Figure 01 : Espace de travail du logiciel WaterCAD.....	95
-Figure 02 : WaterCAD intégré dans AutoCAD.....	96
-Figure 03 : Description des éléments des nœuds	97
-Figure 04 : Description des éléments des conduites	98
-Figure 05: réseau de distribution actuelle.....	99
-Figure 06 : réseau de distribution avec le nouveau changement des conduites et des nœuds.	

Liste de tableau :

CHAPITRE 02 : PRESENTATION DU SITE

-Tableau 01: Les caractéristiques des nappes d'El-Oued (ANRH,1989)	41
-Tableau 02: Caractéristiques du champ de captage	42
-Tableau 03: Caractéristiques des pompes installées au niveau des forages et leurs débits d'exploitation	43

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

-Tableau 01 : La population de zone d'étude pour différents horizons.....	46
-Tableau 02 : Les besoins domestiques pour différents horizons	48
-Tableau 03: Débits moyen journalières des différents horizons	49
-Tableau 04: débits maximums journalières des différents horizons.....	51
-Tableau 05 : débits minimums journalières des différents horizons	53
-Tableau 06 : Débits de production des forages du zone d'étude (Actuel 2020)	54
-Tableau 07 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Actuel 2020).....	54
-Tableau 08 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Court terme2024)	55
-Tableau 09: Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Moyen terme 2032)	56
-Tableau 10 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Long terme 2045).....	57

CHAPITRE 04 : ADDUCTION

-Tableau 01: Valeurs du coefficient k de la formule de Calebrook	73
-Tableau 02: Calcul de la HMT du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout.....	78
-Tableau 03: Calcul des frais d'amortissementdu tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout.....	78
-Tableau 04: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout	78
-Tableau 05: Bilan du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout.....	79
-Tableau 06: Calcul de la HMT du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout	79
-Tableau 07: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20	

Aout.....	80
-Tableau 08: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout	80
-Tableau 09: Bilan du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout	80
-Tableau 10: Calcul de la HMT du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El- Gharbi	
-Tableau 11: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi	81
-Tableau 12: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi	82
-Tableau 13: Bilan du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi.....	82
-Tableau 14: Calcul de la HMT du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi.....	83
-Tableau 15: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi	83
-Tableau 16: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi	83
-Tableau 17: Bilan du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi.....	83
-Tableau 18: Calcul de la HMT du tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui	84
-Tableau 19: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui	85
-Tableau 20: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui.....	85
-Tableau 21: Bilan du tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui	85
-Tableau 22: Calcul de la HMT du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui.	86
-Tableau 23: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui	86

-Tableau 24: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui	87
-Tableau 25: Bilan du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui	87
-Tableau 26: Calcul de la HMT du tronçon :Forage Dhahraouia vers le point plus loin et la plus haute de la zone de distribution.....	88
-Tableau 27: Calcul de la HMT du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia.....	88
-Tableau 28: HMT Total du tronçon N°7	88
-Tableau 29: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia.....	89
-Tableau 30: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia.....	89
-Tableau 31: Bilan du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia.....	89
-Tableau 32: Calcul de la HMT du tronçon :forage Dhahraouia vers la point plus loin et la plus haute de la zone de distribution.....	90
-Tableau 33: Calcul de la HMT du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia	90
-Tableau 34: HMT Total du tronçon N°8	90
-Tableau 35: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia.....	91
-Tableau 36: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia.....	91
-Tableau 37: Bilan du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia	91

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE:

Depuis leurs origines, les êtres humains ont été très sensibles à la qualité de l'eau, car c'est l'un des besoins les plus fondamentaux de notre physiologie. Tant que l'humanité ne s'était pas sédentarisée, le problème de l'eau se limitait à la recherche d'un endroit d'approvisionnement facilement accessible (rivière, chute, source, etc.). Cependant, avec l'apparition de collectivités de plus en plus importantes, c'est-à-dire à la naissance des cités, l'urbanisation éloignait la population du milieu naturel et restreignait la diversité des sources d'approvisionnement. Le besoin de rendre cette eau disponible à proximité s'est alors fait sentir.

Cette ressource, longtemps considérée comme abondante et inépuisable, ne posait pas de problèmes particuliers d'utilisation. Toutefois, les modes de consommation et de production ont subi de nombreuses transformations, modifiant ainsi de manière significative la place de cette ressource dans le système économique et social. Le développement du tourisme, l'accroissement démographique, la surexploitation, l'intensification de l'agriculture, et la pollution sont autant de facteurs qui ont contribué à l'émergence de nouvelles relations avec cette ressource.

L'évaluation des quantités d'eau nécessaires à une agglomération urbaine ou rurale n'est donc jamais faite avec certitude, car chaque catégorie de besoins en eau dépend de nombreux paramètres, tant en termes d'infrastructure que de qualité, dont l'évolution dans le temps est difficile à anticiper.

Dans le chapitre 01 « Contexte et problématique », nous avons donné une vue générale sur le système d'alimentation en eau potable.

Dans le chapitre 02 « Présentation du site », nous avons fait une présentation générale de la ville sous l'angle climatique, démographique et hydraulique.

Dans le chapitre 03 « Estimation des besoins », nous avons identifié les différents besoins en eau potable de l'agglomération, qui incluent principalement les besoins administratifs, commerciaux, domestiques, publics, sanitaires, scolaires et touristiques.

Dans le chapitre 04 « Adduction », nous avons décrit le système d'adduction, ainsi qu'une vue d'ensemble de l'adduction à l'intérieur de la ville, du château d'eau, le choix de meilleure variante d'adduction et la détermination des dimensions d'organes de transport.

Enfin, dans le dernier chapitre 05 « Modélisation », nous avons d'abord présenté le logiciel WATERCAD, puis nous sommes passés à la modélisation, simulation et interprétation des résultats en deux étapes : la première concernant le réseau dans son état actuel, et la seconde après l'optimisation et comparé les résultats obtenus.

CHAPITRE 01 :
CONTEXTE ET
PROBLEMATIQUE

I.1 Le système d'alimentation en eau potable;

L'éloignement des points d'eau constitue un problème pour l'approvisionnement en eau potable des populations. Or parfois, il est nécessaire de parcourir plusieurs kilomètres pour avoir accès à une source d'eau améliorée. Il est donc nécessaire de mettre un système d'alimentation en eau potable afin d'acheminer l'eau depuis le point de départ de la ressource jusqu'aux habitations (branchements particuliers ou bornes fontaines).

Un système d'alimentation en eau potable (AEP) est composé d'un ensemble d'infrastructure et d'installations nécessaires à satisfaire tous les besoins en eau potable d'une zone urbaine et industrielle.

Le système (AEP) comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage, au traitement, au transport, au stockage et aux distributions d'eau potable chez les différents consommateurs, (figure.01 ci-dessous).

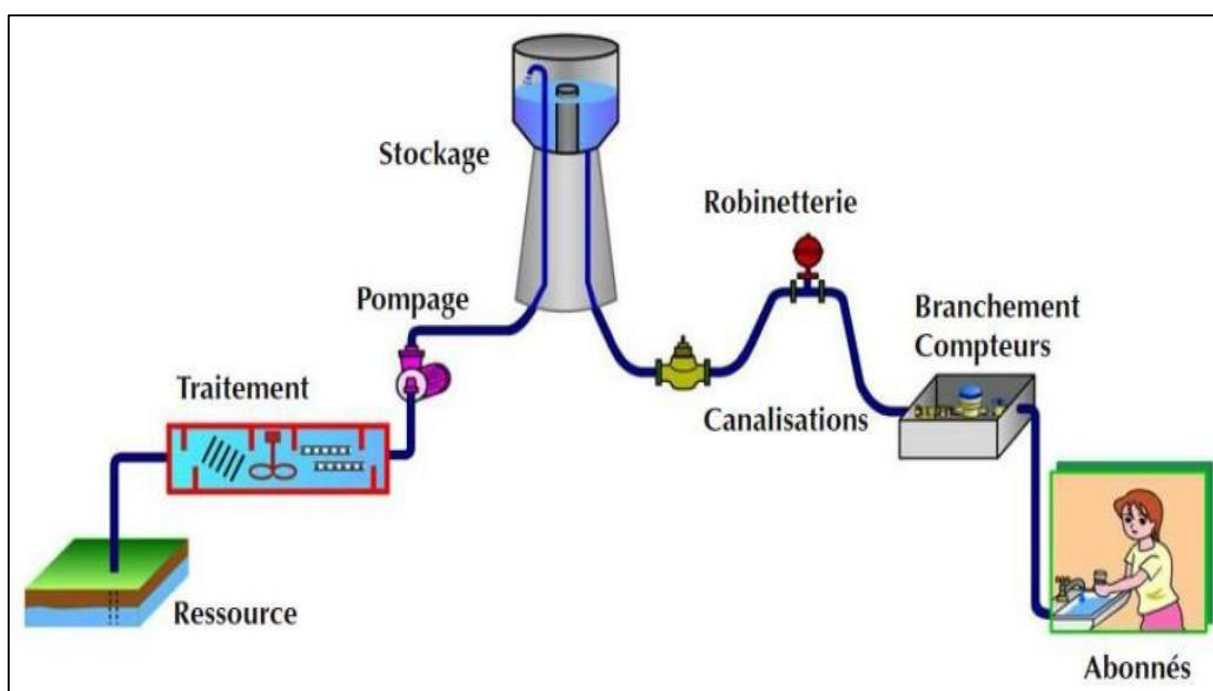


Figure 01: Schéma général d'alimentation en eau potable (tiré de BLINDOU, 2004)

I.2 Les ressources en eau;

On recherche toujours la meilleure qualité disponible et ce, en fonction du coût de revient, par exemple : si l'acheminement d'une eau éloignée de très bonne qualité coûte plus cher que le traitement d'une eau de moins bonne qualité à proximité, on choisit cette dernière solution.

Les qualités essentielles d'une eau de consommation sont celles d'une eau :

- Salubre : c'est-à-dire saine et qui contribue à la santé.
- Potable : soit propre à être bue, fraîche, incolore, inodore, aérée, légèrement minéralisée et exempte des matières organiques.

La Fiabilité des sources d'approvisionnement

En fonction de la stabilité de la source d'approvisionnement et de la fiabilité du système de captage, on peut classer les sources d'approvisionnement :

- Eau souterraine (nappe libre, nappe captive, nappe semi-captive, eau de source), permanent, sure.
- Eau de surface (lac, rivière, barrage, mer...), facilité de d'accès et de rétention et sûreté de débit.

I.2.1 Les eaux souterraines

I.2.1.1 Types de nappes

Les surfaces libres de la table d'eau définissent des nappes libres (figure 02 ci- dessous).

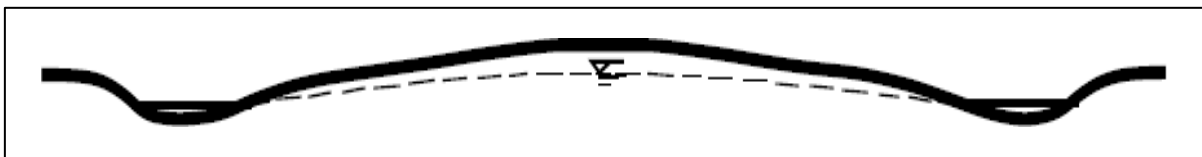


Figure 02 : Nappe libre entre deux vallées (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)

Les nappes libres ont les caractéristiques suivantes :

- Circulation en terrain perméable
- Sans contrainte volumique
- Liberté de forme

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Par exemple l'alimentation à partir de la surface par forage d'un puits sans traverser des couches de sol imperméable et donc le niveau d'eau dans le puits se stabilise au même niveau que la surface libre.

Les nappes captives sont, selon la configuration de la perméabilité du sol, caractérisée par la présence d'une couche de sol perméable entre deux couches imperméables. L'eau emprisonnée dans la couche perméable est en général sous pression, et peut jaillir si l'on pratique un forage. C'est le cas du puits artésien (figure 03)

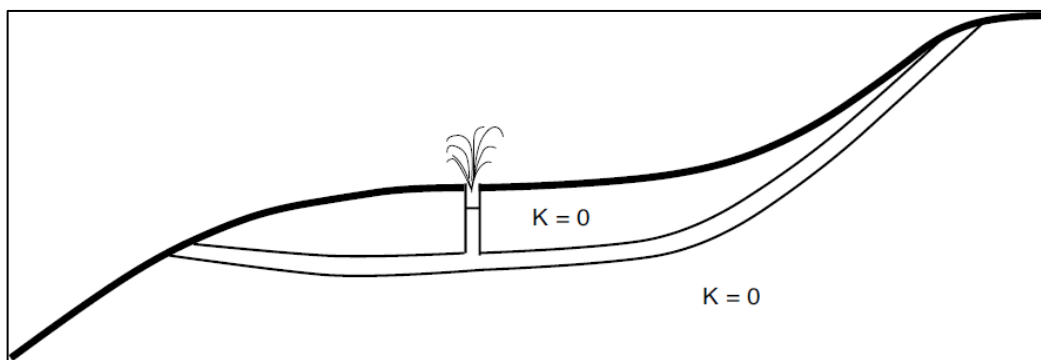


Figure 03 : Puits artésiens (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)

Il existe aussi des cas particuliers. A proximité de la mer, il faut tenir compte de l'interface eau douce - eau salée dans le milieu perméable (figure 04 ci-dessous).

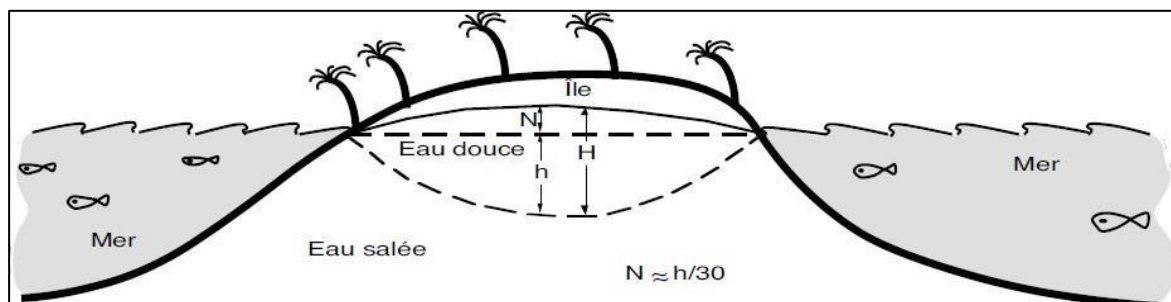


Figure 04 : Nappe sur une île en milieu marin (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)

I.2.1.2 Captage des eaux souterraines;

En l'absence d'eau de surface en quantité suffisante et de qualité acceptable, on doit tenter d'utiliser les eaux souterraines (figure 05 ci-dessous). Ces eaux sont captées :

- Soit à leurs sources ;
- Soit au cœur même de la nappe ;
- Soit dans le gisement pour les eaux circulant en terrains fissurés. Parfois, on sera amené, à

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

capter les eaux circulant à grande profondeur. Les procédés de captage varient selon configuration du site. Toutefois, nous observons toujours le principe d'aller chercher l'eau assez loin dans son gîte géologique et de conduire les travaux de captage de façon que l'eau au cours de sa remontée au jour, soit maintenue à l'abri des contaminations notamment à l'approche de la surface du sol. On évalue les quantités d'eau en présence à l'aide de forages permettant d'attribuer les débits équivalents à ceux requis par le projet d'alimentation en eau potable (AEP).

Les eaux souterraines sont en général limpides, mais leurs caractéristiques physico- chimiques varient en fonction du site, on doit, dans chaque cas, faire une étude pour déterminer quel traitement sera nécessaire pour rendre l'eau potable.

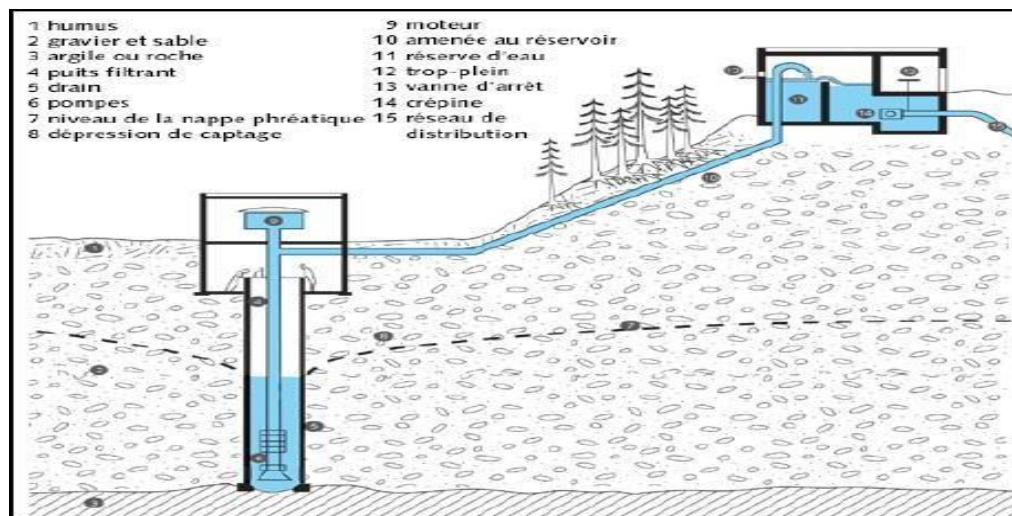


Figure 05 : Captage des eaux souterraines (tiré de BLINDOU, 2004)

I.2.2 Les eaux de surface;

I.2.2.1 La qualité des eaux de surface;

En règle générale, la qualité de l'eau de surface est moindre que celle des eaux souterraines. En effet, elles sont soumises à la possibilité d'une dégradation naturelle causée par :

- Le transport solide
- Les minéraux dissous, bien que l'eau soit moins dure que les eaux souterraines
- La matière organique naturelle

En rivière, la qualité est en général meilleure à l'amont qu'à l'aval. À l'amont, l'eau peut être plus

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

turbide ce qui est facile à contrôler en raison de l'origine minérale de cette turbidité. Par contre, surtout en région montagneuse, elle est plus pure et froide. En aval, le contact avec des zones habitées et exploitées favorise les risques de pollution.

En lac ou réservoir, la turbidité est faible car la décantation y est favorisée. Par contre la possibilité de stratification thermique, chimique et biologique rend la qualité variable sur un cycle annuel.

En résumé, les eaux de surface sont plus exposées à la dégradation naturelle et à la pollution liée aux activités humaines. Pour cette raison, il sera généralement nécessaire de prévoir un traitement sous forme de filtration et de désinfection.

I.2.2.2 La quantité des eaux de surface;

La quantité disponible est variable ou constante selon le cycle hydrologique en fonction du débit que l'on veut prélever. L'étude des quantités disponibles doit se faire en tenant compte des paramètres suivants:

- Météorologie
- Hydrologie
- Géologie
- Topographie
- Exploitation humaine des ressources

Contrairement au cas des eaux souterraines, le domaine d'étude est clairement défini ; c'est le bassin versant :

Il est déterminé par la topographie des lieux, les pentes déterminent le volume d'emménagement du bassin et en combinaison avec le régime du débit, la formation du réseau hydrographique. Les faibles pentes favorisent la rétention des eaux de surface. En fonction de la nature des sols, l'infiltration joue un rôle important.

En fonction de la nature de l'écoulement, la quantité d'eau disponible sera :

- En régime non régularisé : le débit disponible sans pénurie, sera le plus bas débit d'étiage.

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

➤ En régime régularisé : naturellement (lac) ou par des ouvrages de rétention, le débit disponible sera de 75% à 90% du module.

Si on envisage la construction d'un réservoir de rétention, on doit considérer son volume de telle sorte que l'on puisse y puiser la demande durant les périodes où le régime naturel est inférieur à la demande. On doit de plus prendre en considération les pertes de capacité par évaporation, fuites ou sédimentation.

Le calcul du réservoir se base sur les connaissances accumulées du régime hydrologique du bassin. L'étude statistique des extrêmes permet de déterminer les probabilités d'occurrence de pénurie en fonction du volume du réservoir.

On utilise fréquemment la courbe de masse pour déterminer le volume du réservoir, (Figure 06 ci-dessous).

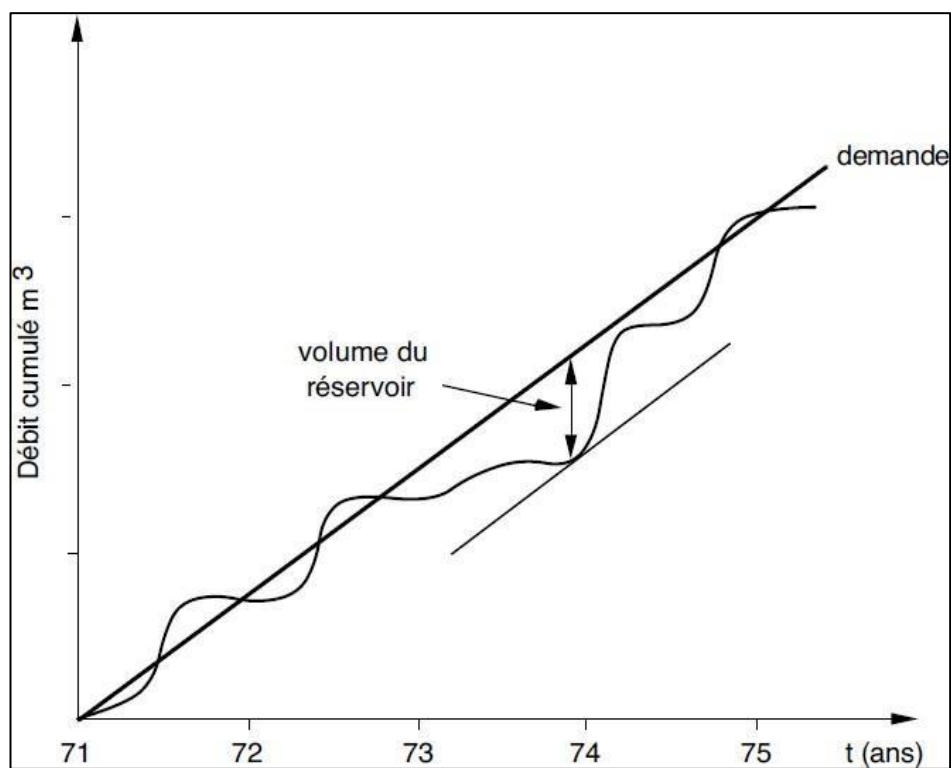


Figure 06 : Courbe de masse (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)

I.2.2.3 Captage des eaux de surfaces:

Le captage des eaux de surface comporte les inconvénients et les avantages suivants :

a) Inconvénients :

➤ Température variable

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

- Composition chimique variable
- Contamination et pollution
- Vulnérabilité aux sécheresses

b) Avantages :

- Possibilité de rétention, sureté de débit
- Facilite de captage

En cours d'eau, on situe les prises d'eau (figure 07 et 10 ci-dessous), de façon à assurer la stabilité de la qualité et des rejets de matières polluantes. En zone estuarienne, on doit se préoccuper des inversions de courant.

En régime hivernal, il faut se préoccuper du frasil. Puisque le frasil a tendance à se générer dans les zones turbulentes de l'écoulement, on préférera placer la prise d'eau loin de ces zones. Malgré tout, le risque d'ingestion de frasil persiste et les dangers de colmatage des grilles est bien réel. Il faut prévoir des dispositifs de déglacage. Les plus courants sont :

- Le chauffage électrique des parties submergées.
- L'injection d'eau plus chaude provenant de l'eau souterraine par exemple.
- La formation de rideaux de bulles d'air.

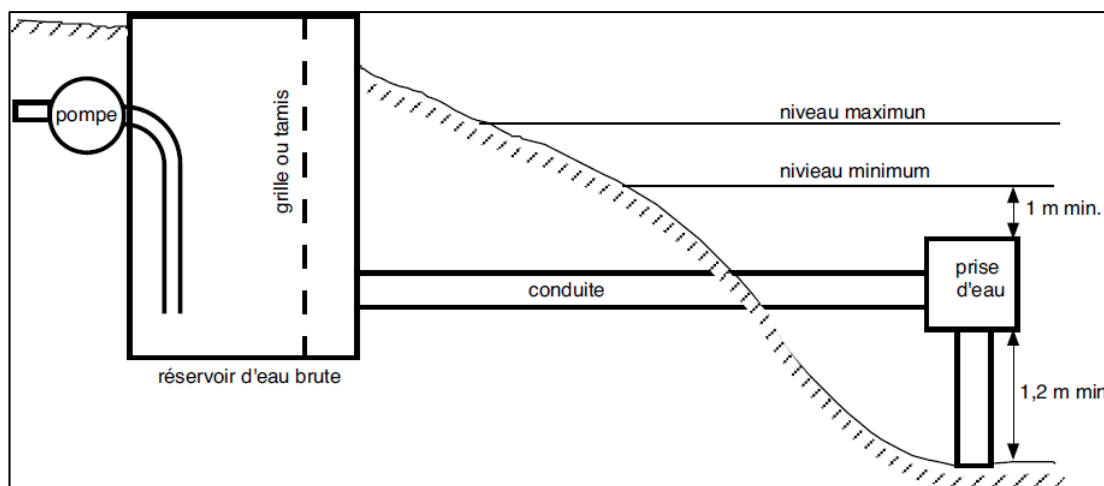


Figure 07 : Prise d'eau en rivière (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)

En lac et en réservoir, la prise d'eau doit tenir compte des possibilités de stratification causée par la

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

variation de la densité en fonction de la température. (Figure 08 ci- dessous).

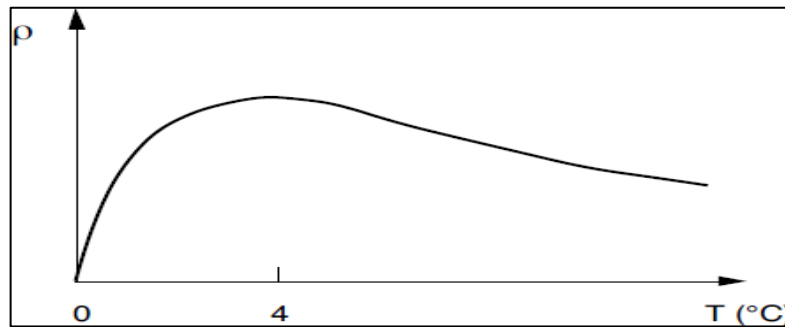


Figure 08 : Variation de la densité de l'eau en fonction de la température (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)

En hiver, la température de l'eau atteint en surface, le point de congélation, en saisons intermédiaires, le vent favorise le brassage et en été il forme en surface une couche chaude (Figure.9 ci-dessous) Les couches chaudes et froides restent en surface en raison de leur plus faible densité. Cette stratification a une incidence sur la composition de l'eau. En surface, l'eau est éclairée et la flore consomme du CO_2 pour produire de l' O_2 , cependant, la faune, en profondeur, s'alimente en O_2 pour rejeter du CO_2 , il en résulte une stratification de la composition.

Le brassage des eaux peut faire apparaître des eaux de qualités différentes. On a alors recours à des prises d'eau à plusieurs niveaux.

Mentionnons aussi le danger d'eutrophisation ou appauvrissement en oxygène du réservoir ou du lac par la matière organique en provenance des égouts.

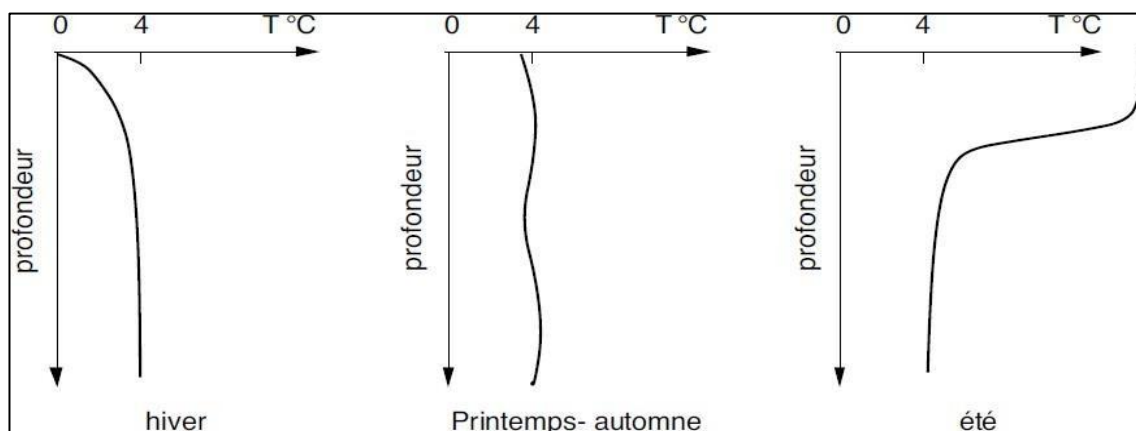


Figure 09 : Profils verticaux de température en lac, selon les saisons (tiré de Jean- Loup Robert, 2002)

Afin de pouvoir capter une eau de qualité adéquate en fonction de la saison, on aménage des ouvertures à différentes élévations que l'on peut ouvrir ou fermer selon les besoins.

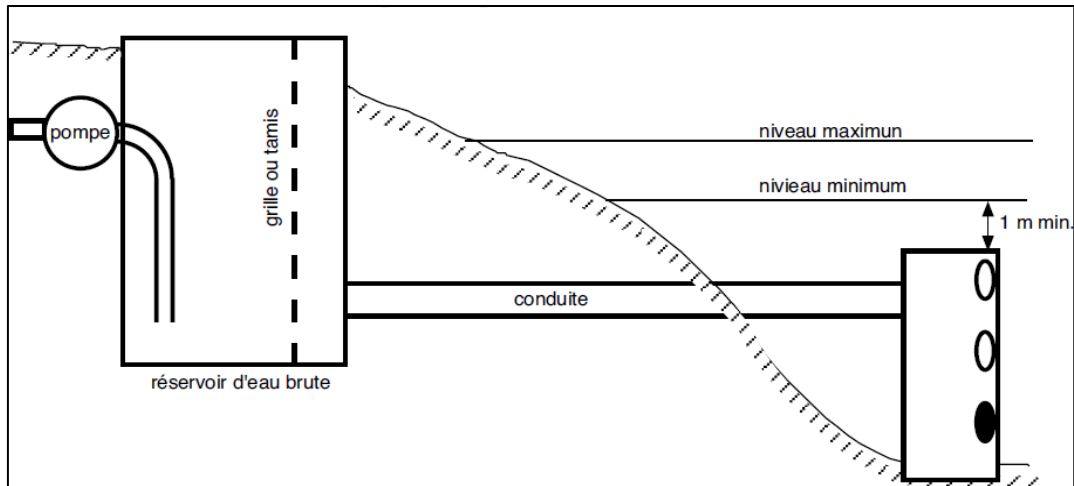


Figure 10 : Prise d'eau en lac ou en réservoir (tiré de Jean-Loup Robert, 2002)

La conduite qui relie le réservoir d'eau brute à la prise doit avoir un diamètre qui autorise une vitesse d'écoulement en opération de 0,9 à 1,2 m/s sans tomber en deca de 0,6 m/s ni dépasser 1,9 m/s.

I.2.3 Autres ressources:

Mentionnons les processus de dessalement de l'eau de mer. Les différentes techniques, consommant de fortes quantités d'énergie, sont :

- La distillation
- L'électrolyse
- Les résines échangeuses d'ions
- Les membranes osmotiques.

Les pays du Golfe persique, notamment l'Arabie Saoudite, utilisent ces techniques, faute de sources d'eau douce suffisantes.

Les débits des cours d'eau y compris les débits de crue (débits maximaux) et, surtout, les débits d'étiage (débits minimaux) permettent d'évaluer si la quantité d'eau dont on dispose est suffisante et de calculer le volume de l'éventuel bassin de régularisation des débits nécessaire

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

après les études hydrologiques. Les caractéristiques de l'eau varient souvent considérablement lorsque le débit varie de façon importante, par exemple lors de précipitation importantes ou à la fonte des neiges ; une bonne connaissance des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes au cours des diverses périodes de l'année permet alors de déterminer les traitements à prévoir à la station de purification ; il faut en outre connaître les niveaux de l'eau correspondant aux divers débits d'un cours d'eau afin de déterminer à quel niveau installer la prise d'eau.

I.3 Installations de pompage:

L'emplacement de l'usine élévatoire (figure.11 ci-dessous), dépend du type de captage :

➤ Captage d'une source:

Si le point d'eau est proche du réservoir, la station de pompage est implantée à proximité du point d'eau.

Si le point d'eau est éloigné du réservoir, une étude spécifique doit être menée, tenant compte de la topographie des lieux.

➤ Captage d'un puits:

Dans le cas d'un puits unique, l'usine élévatoire est édifiée au-dessus de l'ouvrage.

➤ Captage d'eau de surface;

L'usine élévatoire fait alors partie des installations générales de captage et de traitement.

L'emplacement de l'usine une fois déterminée, se pose le problème de son aménagement.

L'usine élévatoire, ou station de pompage, regroupée dans un même bâtiment :

➤ La salle d'arrivée d'eau, encore appelé bache d'arrivée ou bache d'aspiration (position figure).

Cette bache recevra l'eau en provenance d'une source, d'une installation de filtres ou d'un réseau de puits.

➤ La salle des machines (position, figure)

➤ Cette salle commandera toute l'organisation. Son dimensionnement est donné par

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

l'encombrement des groupes motopompes ainsi que celui des canalisations et de leurs pièces de raccord.

Le groupe électropompe est défini par le débit qu'il doit élever et par la hauteur manométrique totale (la somme hauteur géométrique d'aspiration + hauteur de refoulement + pertes de charges).

En ce qui concerne les groupes de pompage, les pompes centrifuges sont les plus utilisées.

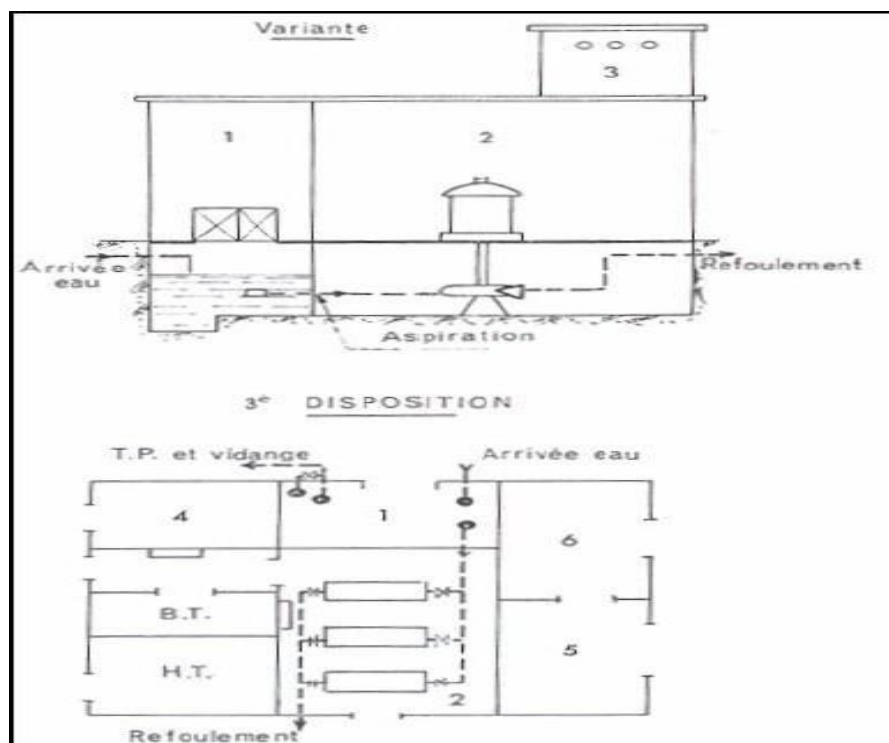
Accouplées à des moteurs électriques, elles constituent des groupes légers et peu encombrants.

Leur couplage peut s'effectuer en série ou en parallèle.

- Salle réservée aux installations électriques
- Cette salle sera accolée à la salle des machines, mais restera distincte de celui-ci. Elle comportera une salle des transformateurs et une salle des commandes (3). La stérilisation et le comptage (4)

Cette salle n'aura aucune communication avec la salle des machines en raison des corrosions possibles par les agents stérilisants. L'accès s'effectuera donc, aussi par l'extérieur.

Le comptage s'effectuera, soit au moyen d'un compteur, soit, de préférence, à l'aide d'un venturi ou d'un diaphragme, montés sur la conduite de refoulement.



I.4 Adduction;

En fonction de la position de la source d'eau, on distingue deux types d'adduction :

➤ **Adduction gravitaire;**

Dans une adduction gravitaire, le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération.

L'adduction gravitaire se présente également lorsqu'un bassin d'accumulation intermédiaire reçoit, dans un premier temps, l'eau refoulée par une usine et que, dans un deuxième temps, l'eau se trouve évacuée par gravité jusqu'au réservoir de la ville, situé à un niveau plus bas. Cette disposition, commandée par la configuration des lieux ou par la conception même de l'installation, constitue une adduction mixte refoulement-gravitaire.

L'adduction gravitaire s'effectue, soit par aqueduc, soit par conduite forcée. Avec les aqueducs, il est fait appel à l'écoulement libre de l'eau, c'est-à-dire sans pression, grâce à la pente, ordinairement uniforme sur tout le parcours, que l'on aura étudié pour pouvoir faire transiter le débit voulu.

Dans les conduites forcées, l'écoulement se fait sous pression. Dans ce cas les pertes de charges seront plus importantes que dans un aqueduc à faible pente présentant le même diamètre, quand le plan d'eau correspond au passage du débit maximal.

En conséquence, si la pente disponible est très faible et, si le débit à transiter est important, l'aqueduc apparaîtra, à priori comme étant la solution la plus indiquée.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que ce mode d'adduction est ordinairement mixte. L'aqueduc convient, lorsque le tracé du réseau se développe sur le plateau, il est nécessaire, pour la traversée de vallées, de faire appel aux conduites forcées. Interdits à ciel ouvert, les aqueducs sont du type fermé.

Quant aux conduites forcées, elles sont constituées par des assemblages de tuyaux fabriqués en usine et à l'aide de matériaux très divers : fonte, acier, béton, matière plastique, etc...

➤ **Adduction par refoulement;**

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur de celui du réservoir d'accumulation.

Les eaux du captage sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement.

Lors de l'établissement de la conduite de refoulement certaines conditions techniques et économiques doivent être respectées.

Tout d'abord, il importe de chercher un profil en long aussi régulier que possible, établi, de préférence, avec une rampe toujours dans le même sens vers le réservoir d'accumulation.

Il y a lieu d'éviter, en effet, les contre-pentes qui, au droit du point haut ainsi formé, peuvent donner lieu, en exploitation, à des cantonnements d'air plus ou moins difficiles à évacuer.

Le tracé en plan sera conçu compte tenu de la possibilité de réaliser le profil en long idéal, avec des coudes largement ouverts afin d'éviter les butées importantes. A cet effet, on sera peut-être amené à emprunter un parcours qui ne suivra pas forcément les accotements de routes et il sera parfois nécessaire d'acquérir des terrains particuliers.

Par ailleurs, dans le but d'économie du projet, il sera tenté de combiner au meilleur profil en long le tracé en plan le plus court. On y gagnera en investissement mais, aussi, en exploitation de la station, car les pertes de charge, la hauteur d'élévation et, par conséquent l'énergie consommée, croissent avec la longueur.

D'un point de vue économique, la conduite de refoulement et la station de pompage sont liées. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus la perte de charge sera grande, plus le moteur d'entraînement devra être puissant, donc, plus l'énergie dépensée sera importante.

Le diamètre économique va résulter d'un compromis entre les frais d'amortissement de la conduite, qui augmente avec son diamètre et les frais d'exploitation de l'usine élévatoire, qui diminuent lorsque le diamètre de la conduite augmente (pertes de charges faibles). Le coût

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

d'installation de la conduite et le coût d'exploitation de l'usine élévatoire présente une valeur minimale pour un certain diamètre économique.

Une fonction mathématique permet de déterminer les diamètres compatibles avec les réalités économiques (la formule de VIBERT) [DUPONT, 1979]. Elles tiennent compte, en général, du prix de l'énergie électrique qui représente un facteur important des frais d'exploitation. L'utilisation d'un diagramme permet une détermination rapide du diamètre économique, à partir de ces formules.

I.5 Usine de traitement:

Selon la qualité de la source d'approvisionnement en eau, on peut devoir soumettre l'eau à un traitement plus ou moins élaboré. Ainsi, par exemple, dans le cas d'une eau souterraine de bonne qualité, une désinfection seule peut produire une eau de consommation qui satisfait aux normes en vigueur ; en revanche, une eau de lac ou de rivière exige un traitement plus complet (figures.12 et 13 ci-dessous).

Tout d'abord, toute utilisation d'eau de surface nécessite, avant son captage, une étude aussi complète que possible et, cela, aux différentes époques de l'année. La composition de l'eau sera, surtout, examinée du point de vue turbidité, pouvoir colmatant, degré hydrotimétrique, pH, teneur en matières organiques et en *Escherichia Coli*. L'étude portera également sur les affluents amont qui alimentent la rivière, le barrage ou le lac. Elle sera effectuée au minimum sur un cycle climatique complet et, même, sur plusieurs années [DUPONT, 1979]. Ces observations sont indispensables pour définir correctement le mode de traitement à préconiser. Enfin, il faudra compléter l'étude par des observations sur les débits, les hauteurs maximales atteintes pendant les crues, la nature des exploitations industrielles d'amont ainsi que les dangers de pollution pouvant provenir du rejet de leurs déchets à la rivière, etc. Les pollutions éventuelles d'agglomérations ou d'industries riveraines seront recherchées jusqu'à 10 km en amont de la prise envisagée.

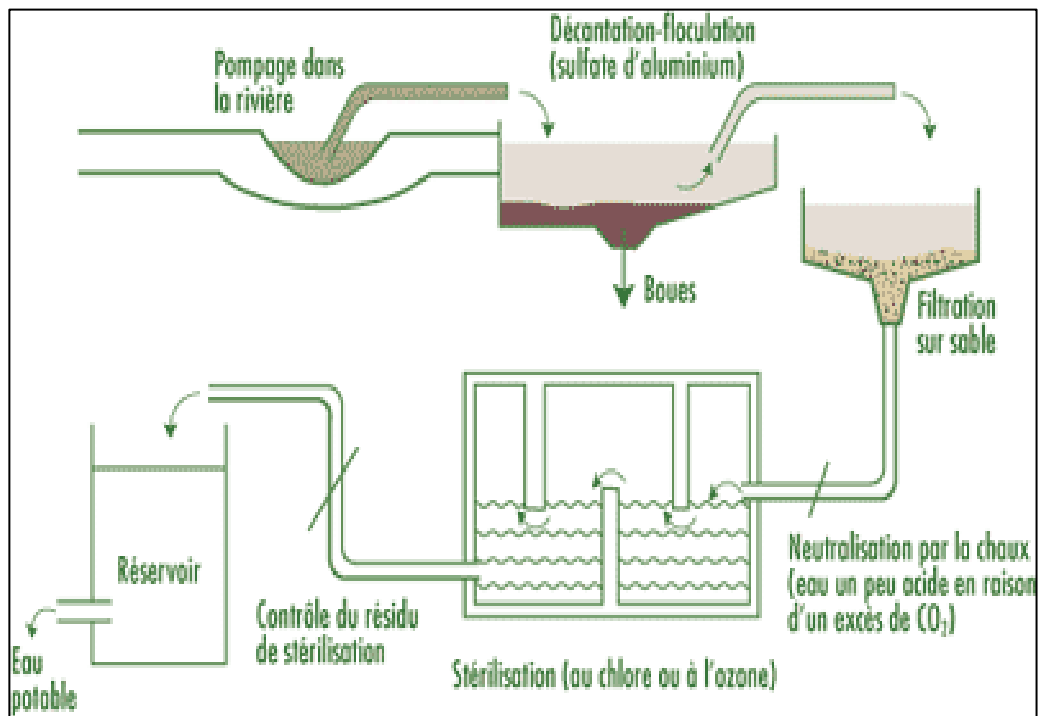


Figure 12 : Les étapes de traitement des eaux de surface.



Figure 13 : Photo d'une station de traitement

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Le traitement à effectuer sur l'eau brute aura pour but :

➤ De la clarifier,

Dans la clarification, on s'efforce de débarrasser l'eau brute de ces particules colloïdales et en suspension en les retenant à leur passage dans une masse filtrante, après, éventuellement, un traitement approprié :

- Une réduction des matières en suspension par décantation ;
- Une élimination de la fraction fine en trois étapes successives :
 - Coagulation (par ajout de réactif adapté)
 - Floculation (agitation favorisant le grossissement des particules)
 - Décantation (dépôt sur le fond de « boues ») ou flottation (entraînement en surface par des bulles d'air)
 - Une filtration à travers une ou plusieurs couches de sable calibré retenant les matières en suspension. Les filtres doivent être périodiquement « lavés » en contre-courant.

➤ De la rendre bactériologiquement pure et exempte de micropolluants. Dans le but de rendre l'eau bactériologiquement pure, on la stérilise par des oxydants tels que le chlore, l'ozone, grâce à des installations adaptées. La stérilisation s'applique aussi aux eaux de surface qu'aux eaux souterraines. Cette opération, dans le cas des eaux de surface, parachève la suite des opérations de coagulation, décantation, filtration citées précédemment et qui ne sont pas suffisamment efficaces pour la destruction de germes pathogènes.

➤ Eventuellement, un affinage et amélioration des eaux.

Les procédés de traitement permettent d'obtenir, à la sortie de l'usine de production une eau d'excellente qualité. Mais l'objectif de la distribution publique de l'eau est de l'amener à domicile (soit au robinet de consommateur). Le voyage de l'eau dans le réseau va avoir une durée très variable, de quelques heures à plusieurs jours : en moyenne deux jours environ. Pendant ce voyage, l'eau sera en contact avec les matériaux constituant le réseau public et les

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

canalisations à l'intérieur des habitations.

Une ou plusieurs étapes particulières de traitement sont destinées à préparer l'eau à ce voyage. Il s'agit des traitements nécessaires pour neutraliser les eaux avec une teneur en CO₂ agressif, des procédés permettant d'obtenir la déferrisation de l'eau, adoucissement de l'eau, ainsi que des traitements préventifs contre l'entartrage.

Enfin, pour éliminer les micropolluants, classés parmi les corps dissous, on effectue un traitement dit d'affinage. Dans ce cas, on fait appel, soit au charbon actif seul, en poudre ou sur lit, en granulés, soit, ce qui est préférable, aux actions associées au charbon actif et à l'ozone.

Les réservoirs

Pour pouvoir satisfaire à tout moment, la demande en eau potable des abonnés, on crée des réservoirs qui permettent de gérer les pointes de consommation. Lors de la conception des réservoirs, on est amené à faire plusieurs choix concernant le type de réservoir, son emplacement, sa capacité, son altitude son équipement.

On peut classer les types de réservoirs selon :

- La technique de construction (métal, maçonnerie, béton armé ou précontraint) ;
- L'intégration au site (surélevés (figure.14 ci-dessous), enterrés ou semi- enterré (figure.15 ci-dessous), etc...);
- Les considérations esthétiques.



Figure 14 : Réservoir surélève

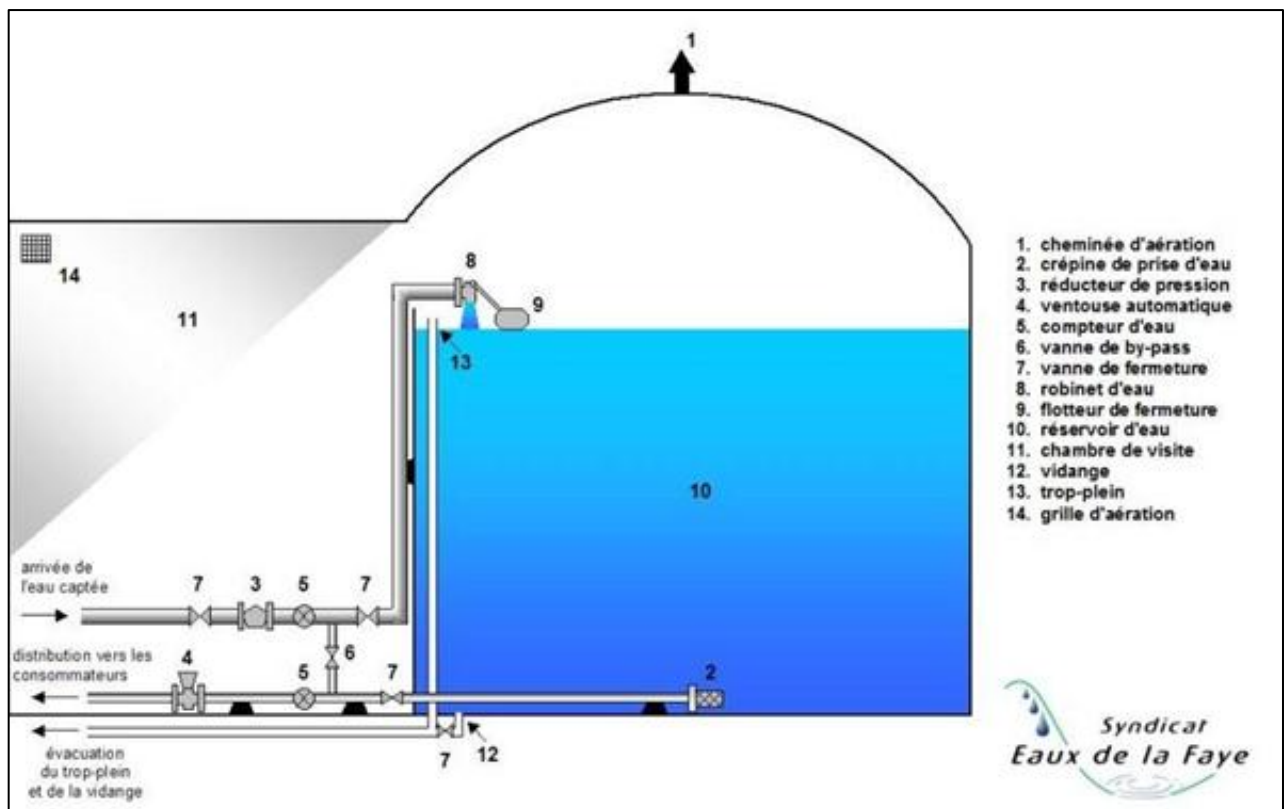


Figure 15 : Réservoir semi-enterré

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Les caractéristiques topographiques de la région ainsi que les conditions hydrauliques de la distribution seront des facteurs importants pour le choix de l'ouvrage.

D'un point de vue purement hydraulique et économique, il y a tout intérêt à implanter un réservoir au centre de gravité de l'agglomération qu'il doit desservir. Mais certaines autres considérations, notamment esthétiques, font que ce choix n'est pas toujours possible.

En pratique, et pour tenir compte des différences dans la répartition des débits que l'on peut rencontrer d'un site à l'autre, il est prudent de retenir, en zone urbaine comme en zone rurale, une capacité égale à une journée de consommation.

Aux volumes ainsi obtenus, il y a lieu d'ajouter, éventuellement, la réserve d'incendie ainsi que le volume nécessaire de manière à conserver une charge minimum de 0.50 m (1.00 m si possible) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite de distribution pour éviter des entrées d'air dans la canalisation.

I.6 Le réseau de distribution d'eau potable:

A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Pour que les performances d'un réseau de distribution soient satisfaisantes, ce réseau doit être en mesure de fournir, à des pressions compatibles avec les hauteurs des immeubles, les débits et les volumes d'eau requis, et ce en tout temps lors de la durée de sa vie. C'est pourquoi lors de la conception d'un réseau, il est important d'identifier et prendre en compte les situations les plus critiques afin que le réseau dans de telles situations se comporte de façon satisfaisante. On peut citer les situations suivantes :

- Consommation de pointe horaire
- Consommation journalière maximale durant un ou plusieurs incendies
- Consommation journalière maximale en cas de casse d'une conduite secondaire ou principale.
- Situations particulières

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

On s'assure ainsi qu'un réservoir d'équilibre peut être rempli durant la période prévue à cette fin, notamment la nuit, lorsque la consommation est minimale, etc...

En fonction de la situation urbaine et l'importance du quartier on distingue trois types de conduites :

- Les artères, représentent les conduites qui partent du réservoir soit de la station du pompage (SP) afin de distribuer l'eau dans tous les points du réseau par le plus court chemin. Les artères doivent être posées de telle façon qu'elles puissent alimenter le secteur et disposer si c'est possible des diamètres économiques et d'obtenir des pressions uniformément distribuées ;
- Les conduites de services, dont le diamètre varie entre 250-150 mm, sont alimentées par des artères et distribuent l'eau vers les branchements,
- Les branchements. C'est la partie de l'installation située entre les conduites de service et le compteur ou robinet vanne d'arrêt lorsque le branchement ne comporte pas de compteur (service incendie notamment). Le diamètre du branchement est déterminé en fonction des débits de pointe et des consommations journalières prévisibles.

Une canalisation se compose d'éléments droit (tuyaux), d'éléments de raccordements (raccords) et de pièces spéciales (coudes, cônes, tés, etc...).

La construction d'un réseau de distribution d'eau n'est pas uniforme d'une agglomération à une autre et dépend des particularités de celle-ci.

Les réseaux peuvent être classés comme suit :

- Les réseaux ramifiés,
- Les réseaux maillés,
- Les réseaux étagés,
- Les réseaux à alimentations distinctes.

Le réseau ramifié, dans lequel les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés à l'aval (figure 16 ci-dessous).

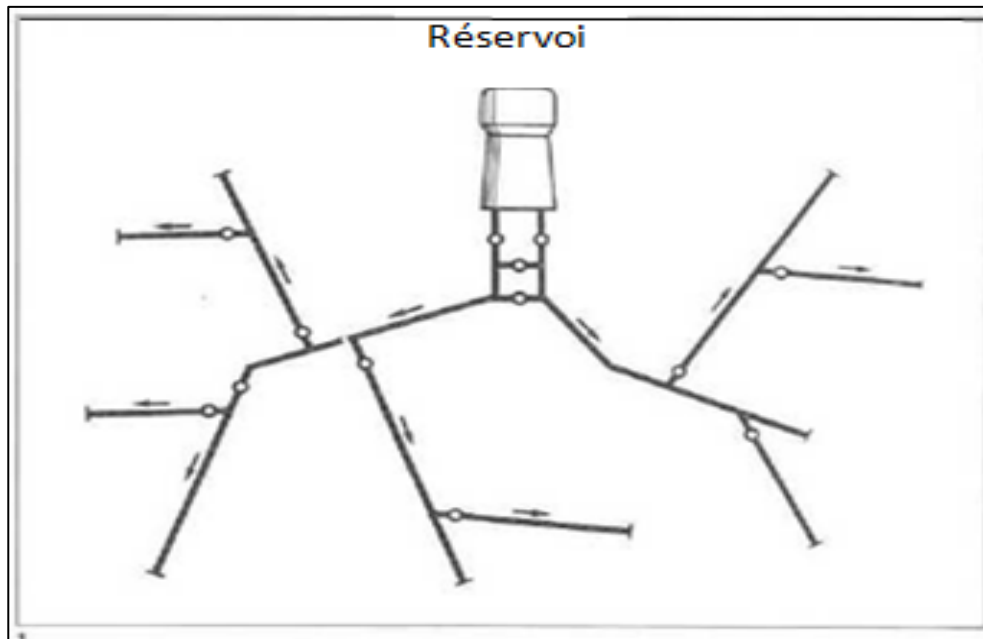


Figure 16 : Les réseaux ramifiés (tiré de BLINDOU, 2004)

Le réseau maillé permet, au contraire, une alimentation en retour (figure 17 ci-dessous), pour pallier à l'inconvénient signalé ci-dessus. Une simple manœuvre de robinets permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre néanmoins l'alimentation des abonnés à l'aval. Il est, bien entendu, plus coûteux à l'installation, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié.

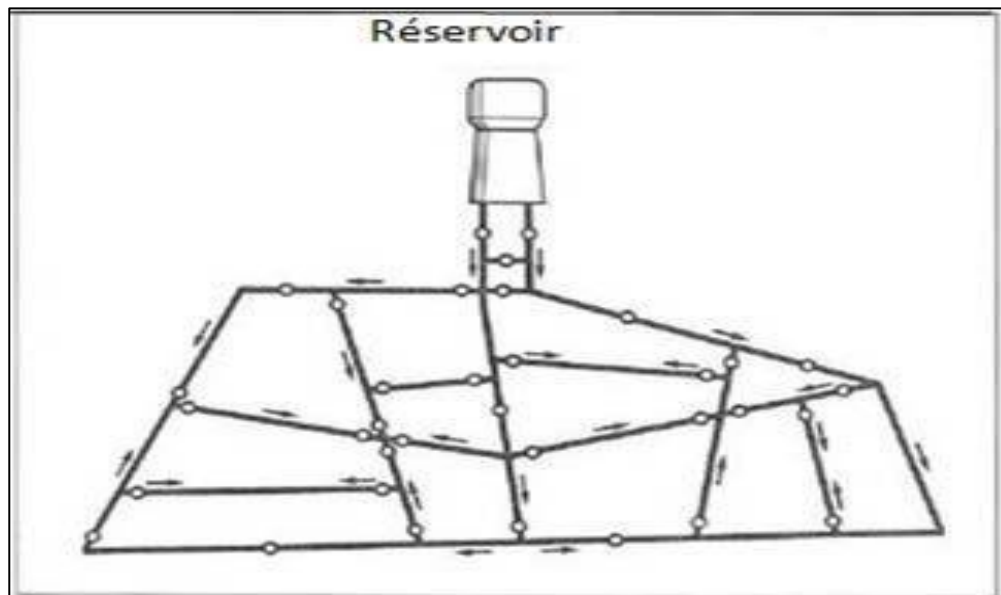


Figure 17 : Les réseaux maillés (tiré de BLINDOU, 2004)

Le plus souvent, un réseau est composé d'une partie maillée et une partie ramifiée : les centres des

CHAPITRE 01 : CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

villes et les quartiers à forte densité de population sont ainsi desservis par les parties maillées, alors que les quartiers périphériques le sont par les parties ramifiées.

Si la topographie du territoire desservi par un réseau de distribution accuse de trop fortes dénivellations, on peut devoir créer diverses zones indépendantes les unes des autres en ce qui concerne le niveau de la pression. Pour se faire, on installe entre ces zones soit des vannes de réduction de pression, s'il faut réduire la pression (l'eau provenant d'une zone plus élevée), soit des postes de surpression, s'il faut augmenter la pression (l'eau provenant d'une zone plus basse).

Avec le réseau étagé (figure 18 ci-dessous), il est possible, ainsi que nous l'avons vu, de constituer des réseaux indépendants avec une pression limitée autour de 40 m d'eau.

Les réseaux à alimentations distinctes distribuent, d'une part, l'eau potable destinée à tous les besoins domestiques, et d'autre part, l'eau non potable réservée aux usages industriels et aux lavage et arrosage des rues et plantations. Ces réseaux ne se justifient que dans les installations extrêmement importantes.

Pour que l'eau soit distribuée en quantité suffisante et à une pression appropriée conformément aux exigences locales, on peut l'acheminer soit par gravité, à l'aide d'un ou plusieurs postes de surpression couplés à un ou plusieurs réservoirs soit à l'aide des postes de surpression seulement.

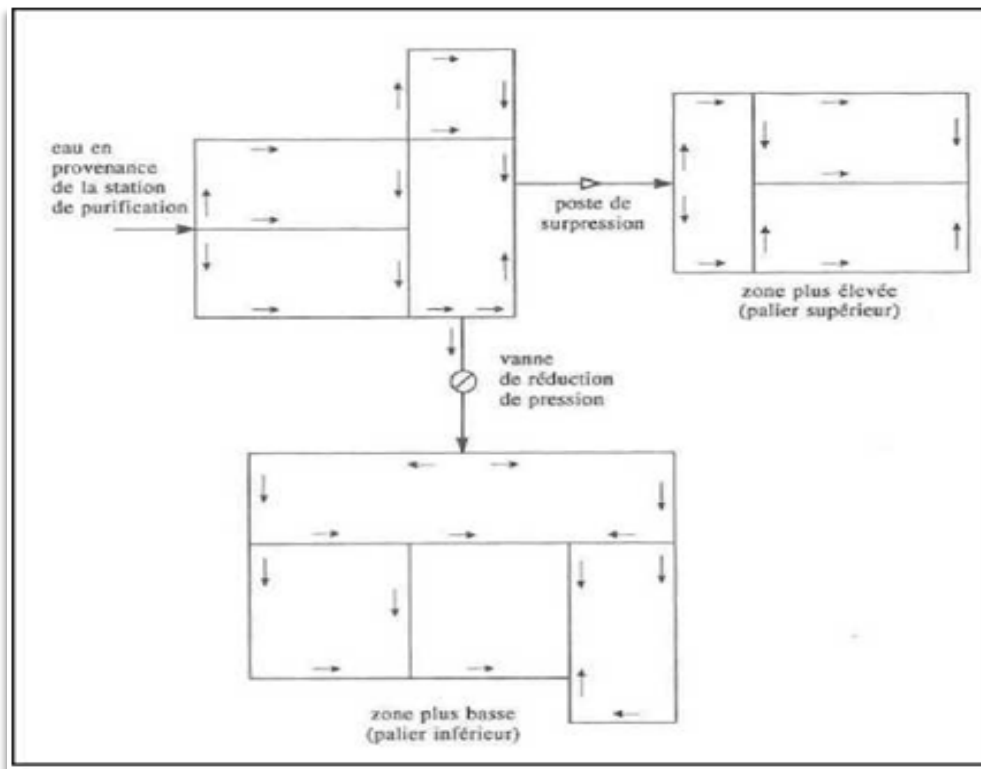


Figure 18 : Les réseaux étagés (tiré de BLINDOU, 2004)

Dans la plupart des agglomérations, ces conduites sont posées dans le sous-sol en terre, sous le trottoir, afin d'éviter les oscillations dues à la circulation des véhicules.

La gestion des réseaux utilise de nombreuses informations sous des formes variées :

- Graphiques pour l'implantation des réseaux (conduites, vannes, appareils) ;
- Alphanumériques (diamètre, longueur, nom ou numéro de la rue, matériau, date d'installation...)
- Événementielles (fuites, travaux de réparation, observations...)
- Dynamiques (état des vannes, pression, débit, vitesses...)

Pour être distribuée, l'eau doit transiter dans les conduites qui ne devraient pas altérer sa qualité. Malheureusement, l'expérience montre que le réseau peut être le siège de diverses réactions dont la conséquence est la dégradation, plus ou moins intense, de l'eau transportée. Pour limiter la dégradation de la qualité de l'eau dans les réseaux, on va devoir agir principalement sur révolution des phénomènes de corrosion interne et le développement des dépôts. Pour cela, il va falloir entretenir les conduites, c'est-à-dire les nettoyer, les réhabiliter.

CHAPITRE 02:
PRESENTATION
DU SITE

Introduction:

Au cours de ce chapitre, nous nous présentons les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influencent sur la conception de ce projet.

II.1 Situation géographique:

El-Oued est située dans le Sahara algérien, c'est une Wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 44586.80 km², la population est de 900000 habitants, se trouve à environ 700 km au Sud- Est d'Alger (Figure 19) et 350 km à l'Ouest de Gabes (Tunisie). Elle est limitée

- Au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa,
- A l'Est par la Tunisie,
- A l'Ouest par les wilayas Biskra, Djelfa et Ouargla,
- Au Sud par la Wilaya d'Ouargla.

Guemar est une commune de la wilaya d'El-Oued. Elle est située dans le Nord-Est du Sahara algérien et à 16 km au Nord-Ouest d'El-Oued sur la route nationale reliant Oued-Souf à Biskra.

A 684 Km du Sud d'Alger, la ville de Guemar se trouve dans l'oasis du Souf. Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Hamraia,
- A l'Est par la commune de Sidi Aoun,
- A l'Ouest par la commune de Reguiba,
- Au Sud par la commune de Hassani abdkrim.

La commune de Guemar est composée de 15 localités :

- Demitha - Djedeïda - El Houd - Erg Souari Ghamra
- Gharbia - Ghamra Centre - Ghamra Nord - Ghamra Sud
- Gour Debaa - Guemar - Mih Atia - Miha Khalifa
- Miha Salah - Hobba-El Charguia - Ezzegob

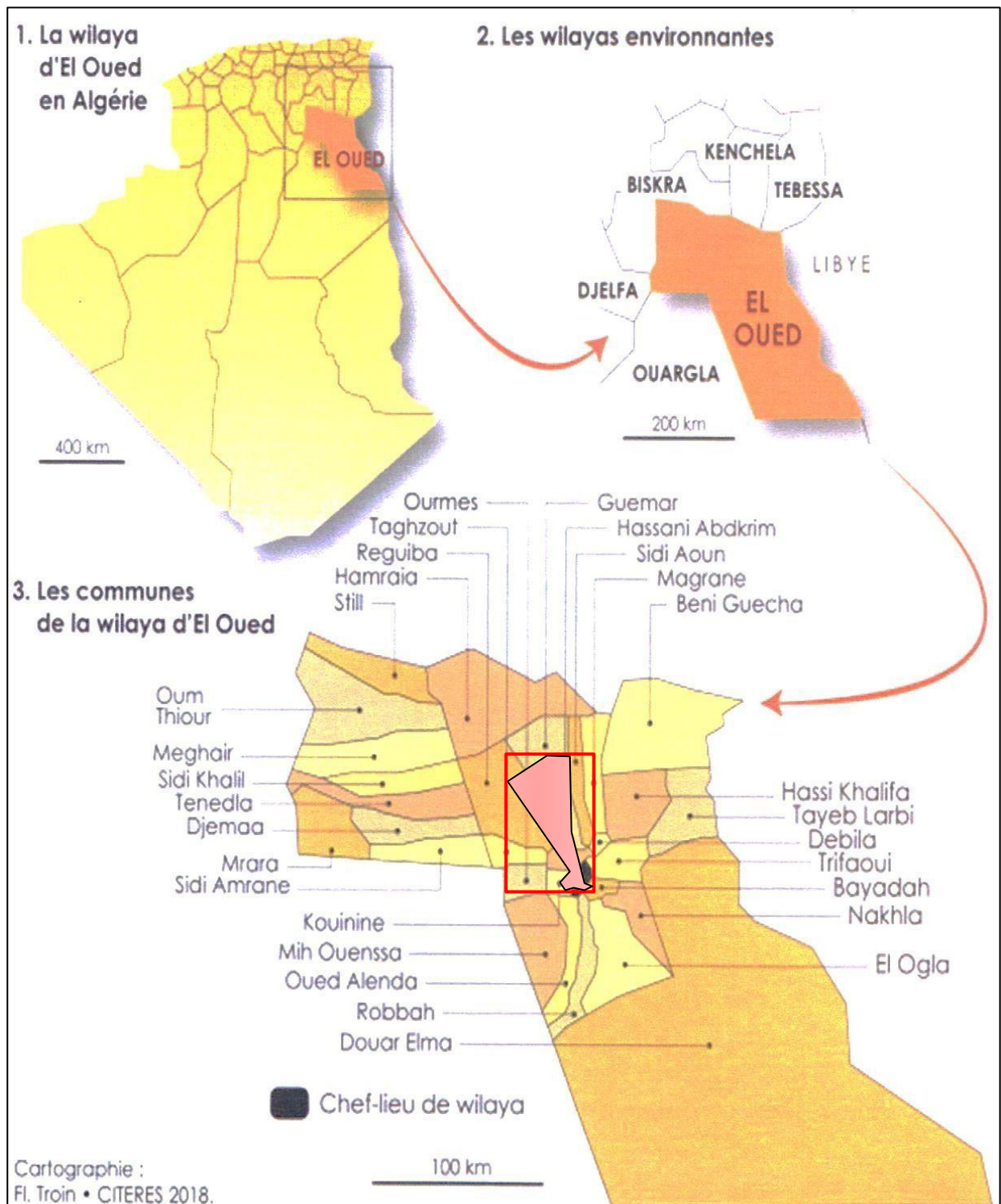


Figure 01: Situation géographique de la zone d'étude

II.2 La topographie de la région:

La région d'Oued Souf appelée aussi région du Bas-Sahara caractérisée par une faible altitude au Sud-Est du pays. Le point le plus haut se trouve à la cote 125m dans la ville Bayada (Essoualah), alors que le point le plus bas se trouve à la cote -3 m à Foulia commune de Réguibia (ANRH/2016).

CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

L'altitude moyenne de la région est de 61 m et dénonce une diminution du Sud vers le Nord pour être de 25 m au-dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts (ANRH,2016)

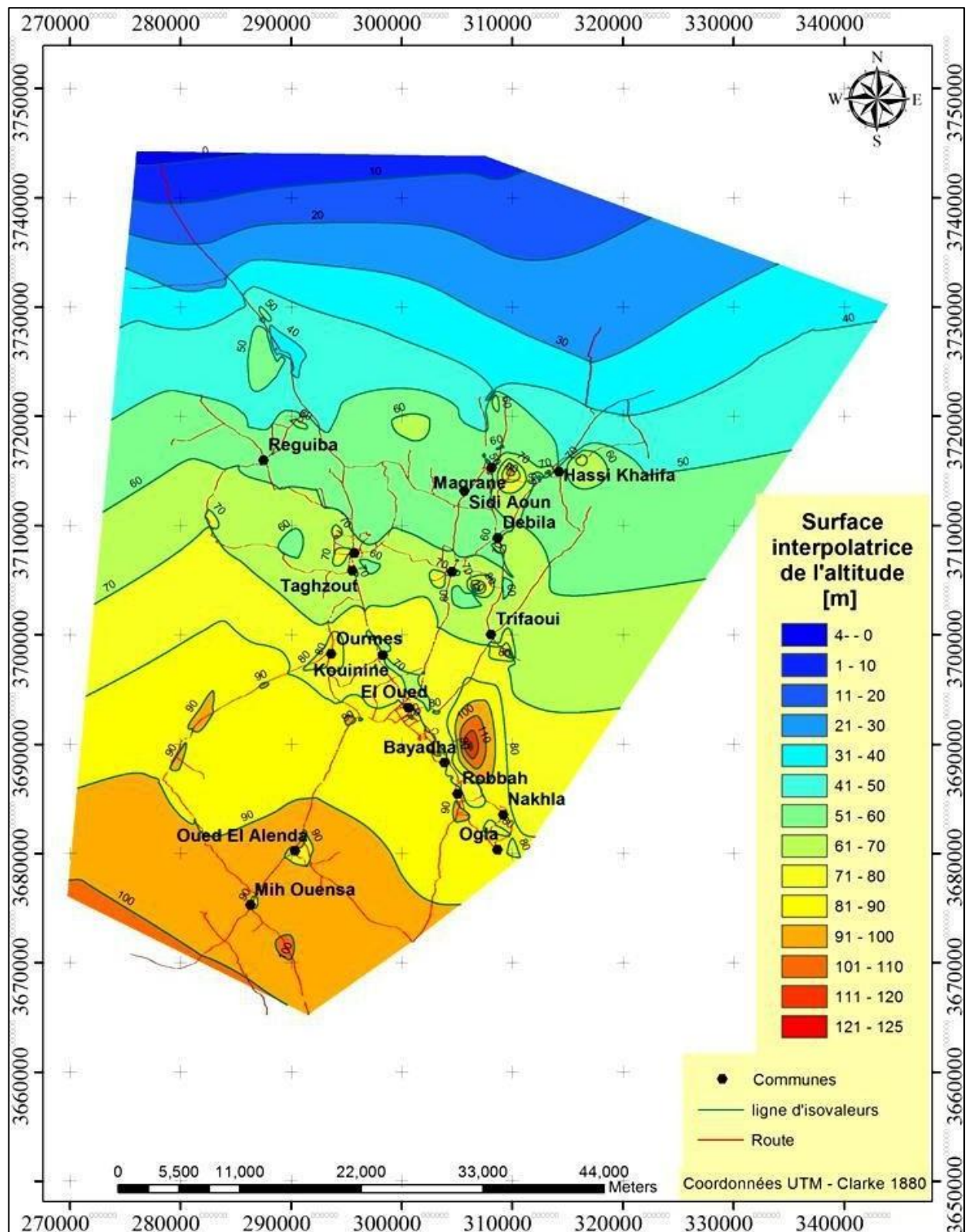


Figure 02: Carte topographique de la vallée du Souf Source :DRE d'El-Oued,2011

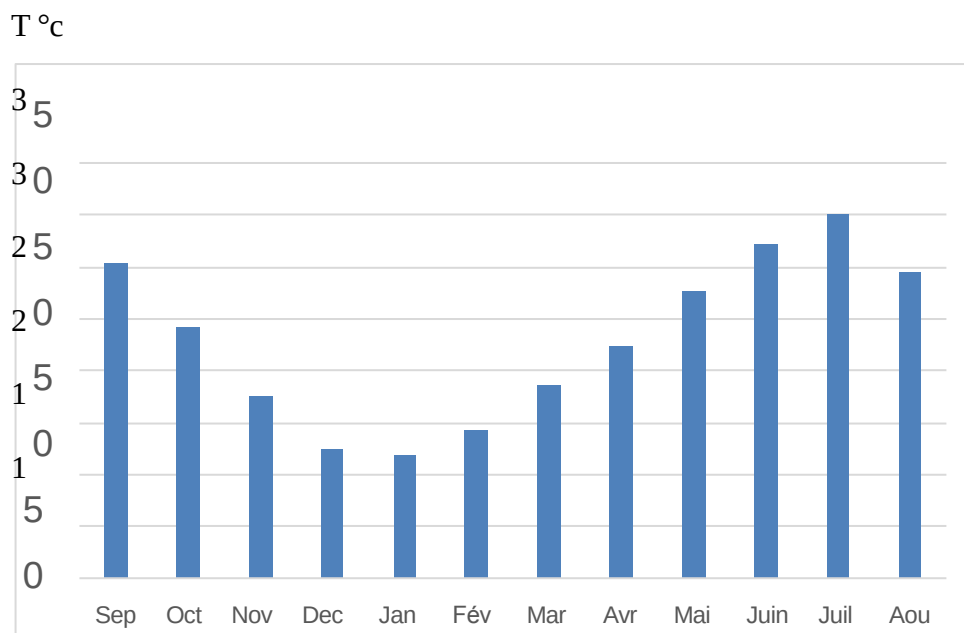
CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

II.3 Situation climatologique:

Le climat est de type saharien, caractérisé par un été chaud et sec, un hiver plutôt doux, une faible pluviométrie et une forte évaporation. La caractérisation du climat de la zone d'étude a été établie sur la base des données climatiques disponibles de la station météorologique O.N.M. d'EL OUED pour la période allant de 1976 à 2018.

II.3.1 La température :

La température est un paramètre important dont il faut tenir compte pour la caractérisation d'une région donnée. Le tableau suivant représente la répartition moyenne mensuelle de la température.



**Figure 03: Répartition moyenne mensuelle de la température en °C
(1976 à 2018): (ONM 2019)**

II.3.2 La précipitation :

L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable dans l'hydro climatologie qui sert à obtenir une description des régimes pluviométriques d'une part et d'autre part son rôle sur l'écoulement.

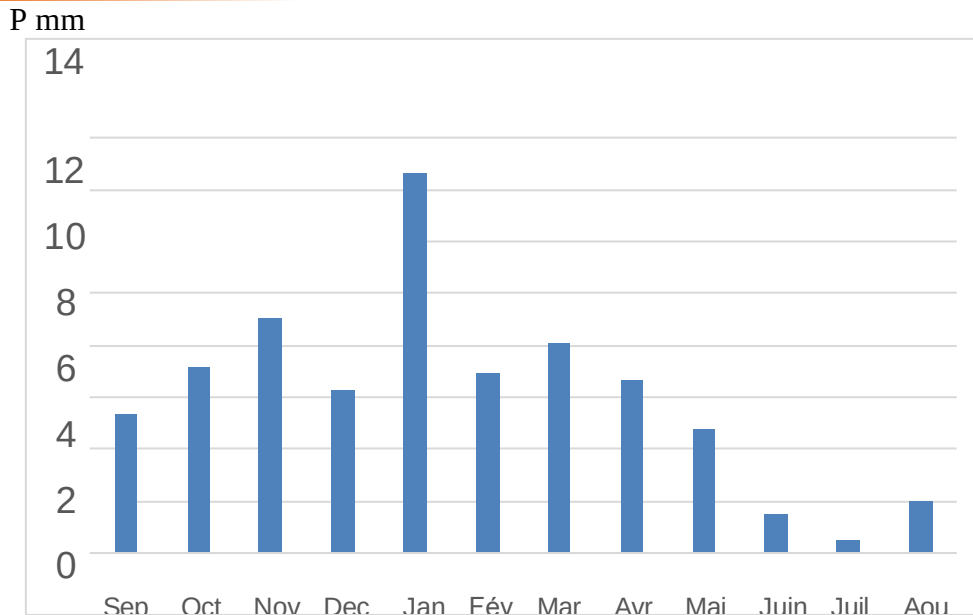


Figure 04: Répartition mensuelle de la pluviométrie en mm

1976 à 2018): (ONM 2019)

La moyenne annuelle des précipitations enregistrées au cours des 42 années est faible, elle est estimée 72.84 mm, avec un maximum des jours de pluies au mois des janviers 14.66 mm et un minimum de 0.48 mm jours de pluies au mois de juillet. Sa répartition à travers les mois et les saisons se fait d'une manière irrégulière, la période la plus pluvieuse est la période à partir du mois de septembre au mois de mars.

II.3.3 Le vent :

Les vents sont fréquents, les plus violents se situent au printemps. La direction dominante est Nord-Est, à l'exception des mois d'hivers dont la direction est Sud-Ouest.

Le sirocco (Chihili) présente le vent caractérisant la saison d'été souffle fréquemment dans la région, prenant un sens Sud- Nord et jeter des courants d'air chaud parfois avoisiner des vagues de sables. Il faut aussi parler des vents de sables qui ont leurs saisons de prédilection entre février et avril (durant le printemps). Mais heureusement, les véritables tempêtes restent très rares.

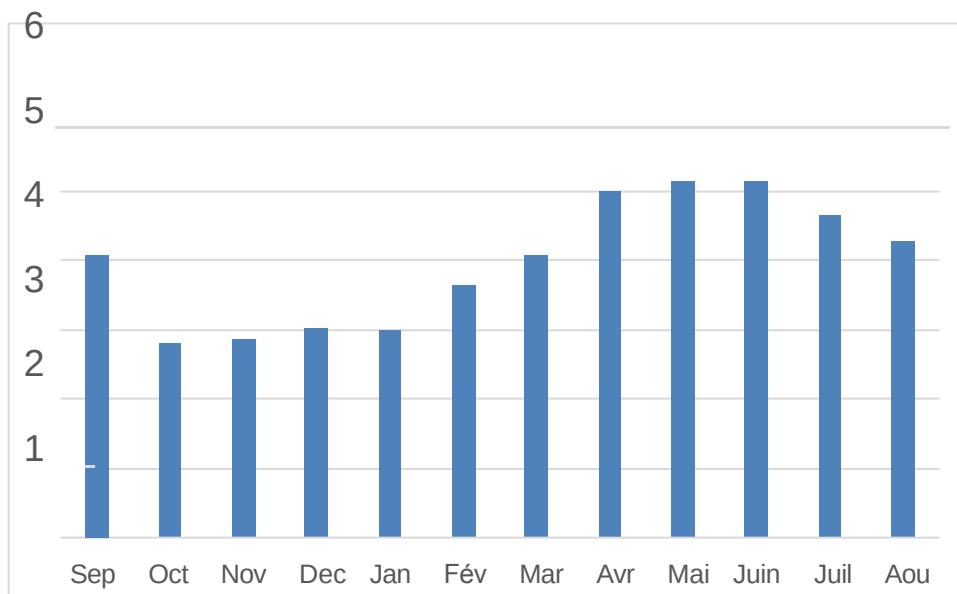


Figure 05: Les variations de la vitesse moyenne mensuelle du vent en m/s (1976 à 2018)

Nous remarquons que les vents sont fréquents durant toute l'année les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant le mois de Février jusqu'à le mois d'Aout, avec un maximum de 5.15 m/s durant le mois Juin. Le chihili (ou sirocco) provoque des dégâts très sévères (dessèchement, déshydratation) ; Les vents de sable freinent considérablement l'activité socioéconomique et envahissent les cultures.

II. 3 . 4 L'évaporation :

L'évaporation est un passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux. Ce phénomène est donc une vaporisation progressive. Le tableau ci-après fait ressortir que l'évaporation maximale est de l'ordre de 361.5 mm enregistré pendant le mois de Juillet.

CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

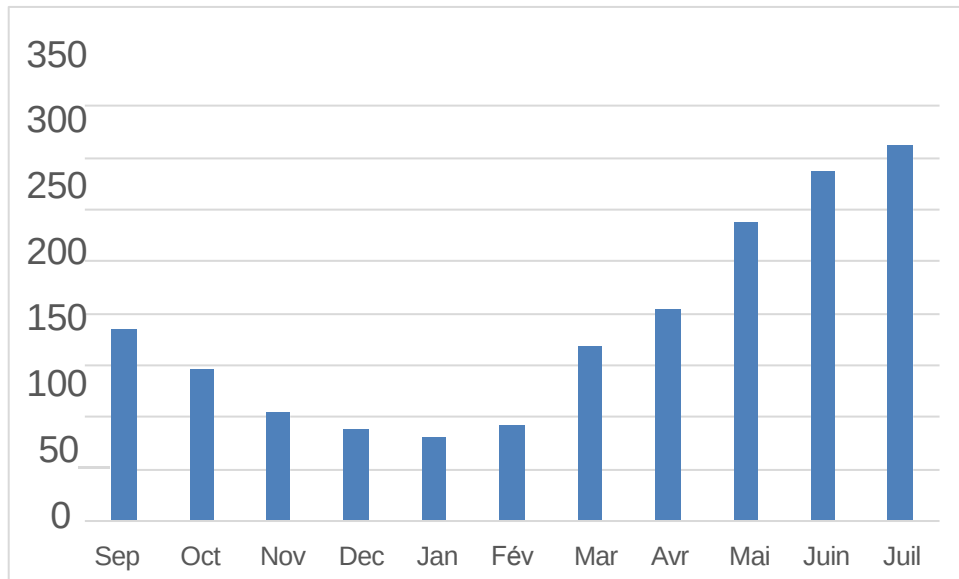


Figure 06: Les moyennes mensuelles de l'évaporation (1976-2018).

II. . 3 . 5 L'humidité relative :

La région se caractérise par un air sec. Avec une humidité Moyenne annuelle de 47.59% le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre. La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région est enregistrée pendant le mois de Décembre avec 66.99% et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette région est enregistrée pendant le mois de Juillet avec 31.15%.

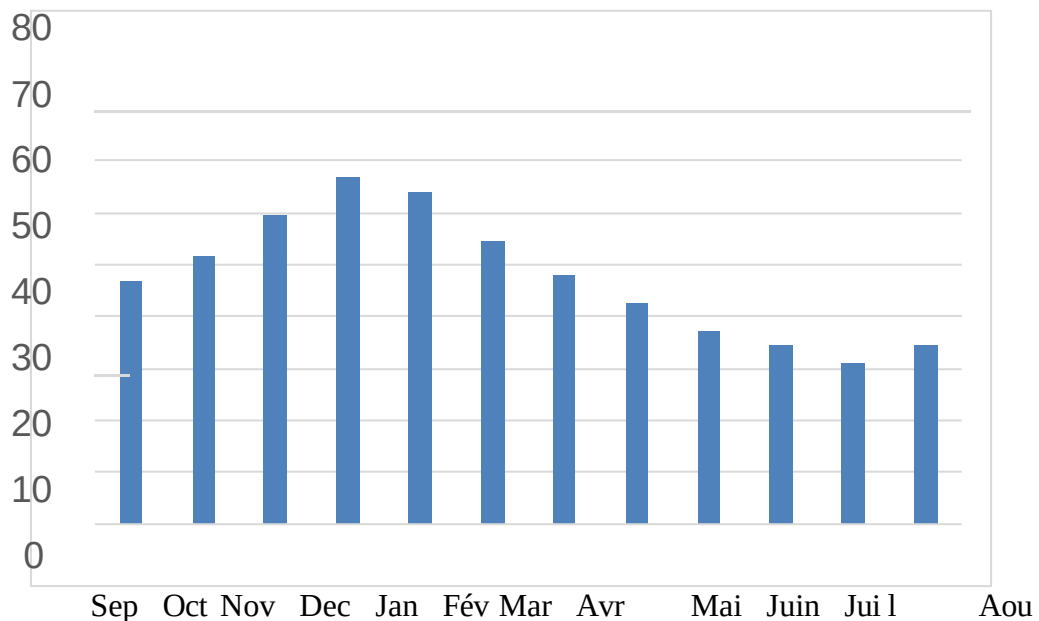


Figure 07: Moyennes mensuelles de l'humidité relative en % (1976-2018).

CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

II.3.6 L'ensoleillement :

Les radiations solaires sont importantes au Sahara, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année.

On peut remarquer que les valeurs les plus importantes sont enregistrées en période allant du mois de Mars ou mois de mai, la valeur la plus élevée est celle du mois de juillet avec une valeur de 360 Heures.

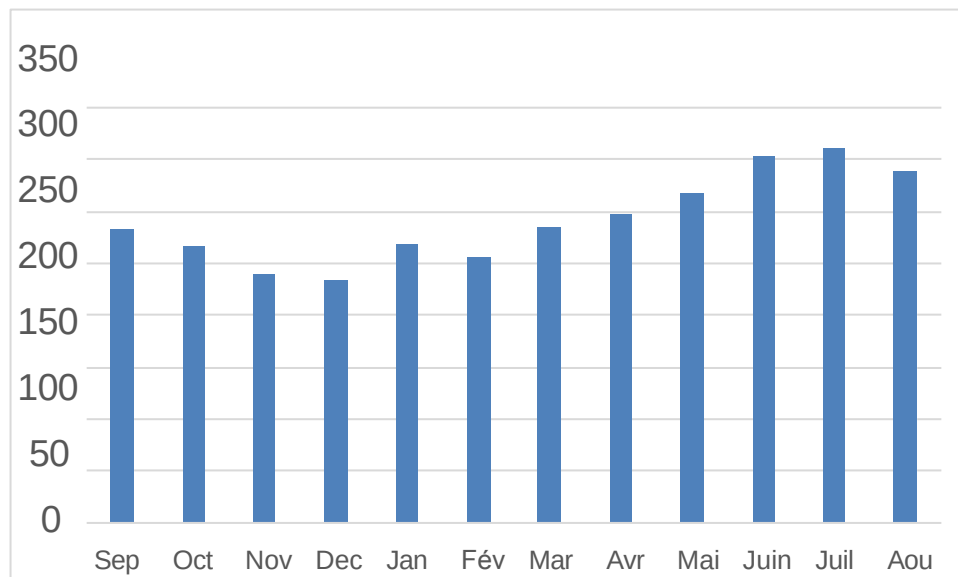


Figure 08: Moyennes mensuelles de l'ensoleillement (1976-2018).

II.4 Situation hydrogéologie:

Le Sahara septentrional Algérien se caractérise par un système aquifère composé de deux importantes nappes profondes, qui sont la nappe du Continental Intercalaire (CI) et celle du Complexe Terminal (CT) s'étendent sur des superficies respectivement 700 000 km² (épaisseur peut atteindre 1000 m) et 350 000 km² (profondeur oscillante entre 100 et 500 m), les réserves théoriques des deux aquifères sont estimées à près de 60 000 milliards de m³ (Khadraoui, 2006).

II.4.1 .Nappe Phréatique:

La nappe phréatique présente dans toute l'oasis du Souf correspond essentiellement à la partie

CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

supérieure des formations Continentales déposées à la fin du Quaternaire, avec une profondeur variable entre 10 et 40 mètres.

Cette nappe est la source principale d'irrigation d'importantes palmeraies, elle est surtout exploitée par des puits traditionnels.

La profondeur du toit de cette nappe, d'après les coupes géologiques, dépasse parfois 20 mètres. La circulation des eaux dans cette nappe est relativement lente sur toute la région du Souf particulièrement dans les zones caractérisées par l'existence de lentilles argileuses qui influent sur la perméabilité des sables. Excepté dans la région des Chotts. La nappe phréatique est présente sur toute la zone d'étude.

II.4.2 Nappe du Complexe Terminal :

Elle est Composée des trois nappes : les deux premières correspondent aux nappes des sables d'âge Mio-Pliocène et Pontien, la troisième est la nappe des calcaires d'âge Senono - Éocène.

La première correspond à la formation supérieure du Complexe Terminal (CT), elle est constituée par du sable peu grossier se trouve à une profondeur moyenne de 280 m, cette nappe du Mio-Pliocène couvre presque tout le Souf. La deuxième nappe de sable est d'âge Potier (Eocène Supérieur). Elle prend position entre la 1ère et la nappe de calcaire. Sa profondeur varie entre 400 et 480 m avec une épaisseur moyenne de 50m.

II.4.3 Nappe du Continental Intercalaire :

Elle est située à une profondeur allant de 1400m à 1800m. On l'appelle nappe albienne. L'eau de cette nappe est chaude (40 à 60 °C), elle présente un handicap majeur pour l'irrigation qui demande un refroidissement.

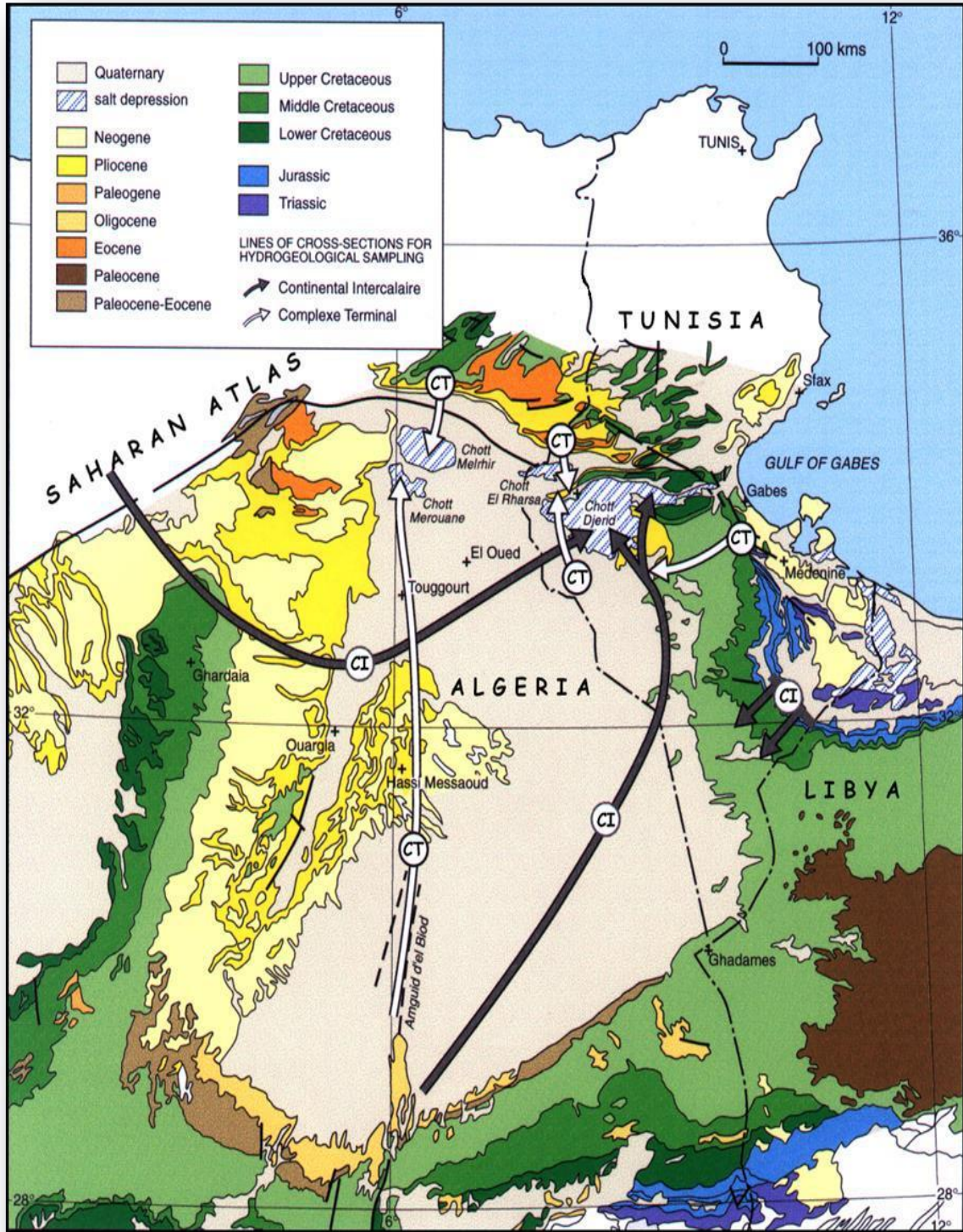


Figure 09: Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (Gendouz et al, 2003)

CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

II.5 Situation hydraulique :

II.5.1 Alimentation en eau potable :

L'alimentation en eau potable de l'agglomération de Guemar (zone d'étude) est assurée par un champ de captage composé de 08 forages. Quatre forages sont équipés par des réservoirs surélevés et les autres quatre forages refoulent leurs débits directement vers le réseau de distribution.

Les caractéristiques des forages du champ de captage et ces coordonnées sont réunies dans ce tableau.

Tableau 01: Caractéristiques du champ de captage

	X	Y	Z	Profondeur		Q (l/s)
Forage Beb Elgharbi	295175	3708078	63.12	57.80	61.30	75.00
Forage Beb Echargui	295834	3707414	63.81	47.70	58.10	40.00
Forage Dhahrouia	297067	3709315	62.06	55.00	64.00	60.00
Forage 19 Mai	296822	3707830	60.86	42.22	44.53	40.00
Forage Gharbia	294398	3707700	64.76	57.00	65.00	35.00
Forage Sif Nacer	294419	3708858	62.47	58.27	68.43	47.00
Forage 20 Aout	295555	3709671	60.68	52.48	60.50	45.00
Forage El-Houd	294797	3711135	59.55	56.00	63.70	45.00

Les caractéristiques des pompes du Champ de captage sont reproduites sous forme de tableau 02.

CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

Tableau 02: Caractéristiques des pompes installées au niveau des forages et leurs débits

d'exploitation

	Débit (l/s)	Cote de calage	Hauteur Manométrique	Hauteur de réservoir surélevés
Forage Beb Elgharbi	34.72	73.35	124.00	21
Forage Beb Echargui	33.33	70.90	143.00	28.7
Forage Dhahrouia	33.33	77.86	121.00	/
Forage 19 Mai	33.33	66.30	125.00	/
Forage Gharbia	33.33	79.15	121.00	30.25
Forage Sif Nacer	34.72	79.23	120.00	/
Forage 20 Aout	30.00	87.00	121.00	26.1
Forage El-Houd	33.33	70.20	121.00	/

CHAPITRE 02: PRESENTATION DU SITE

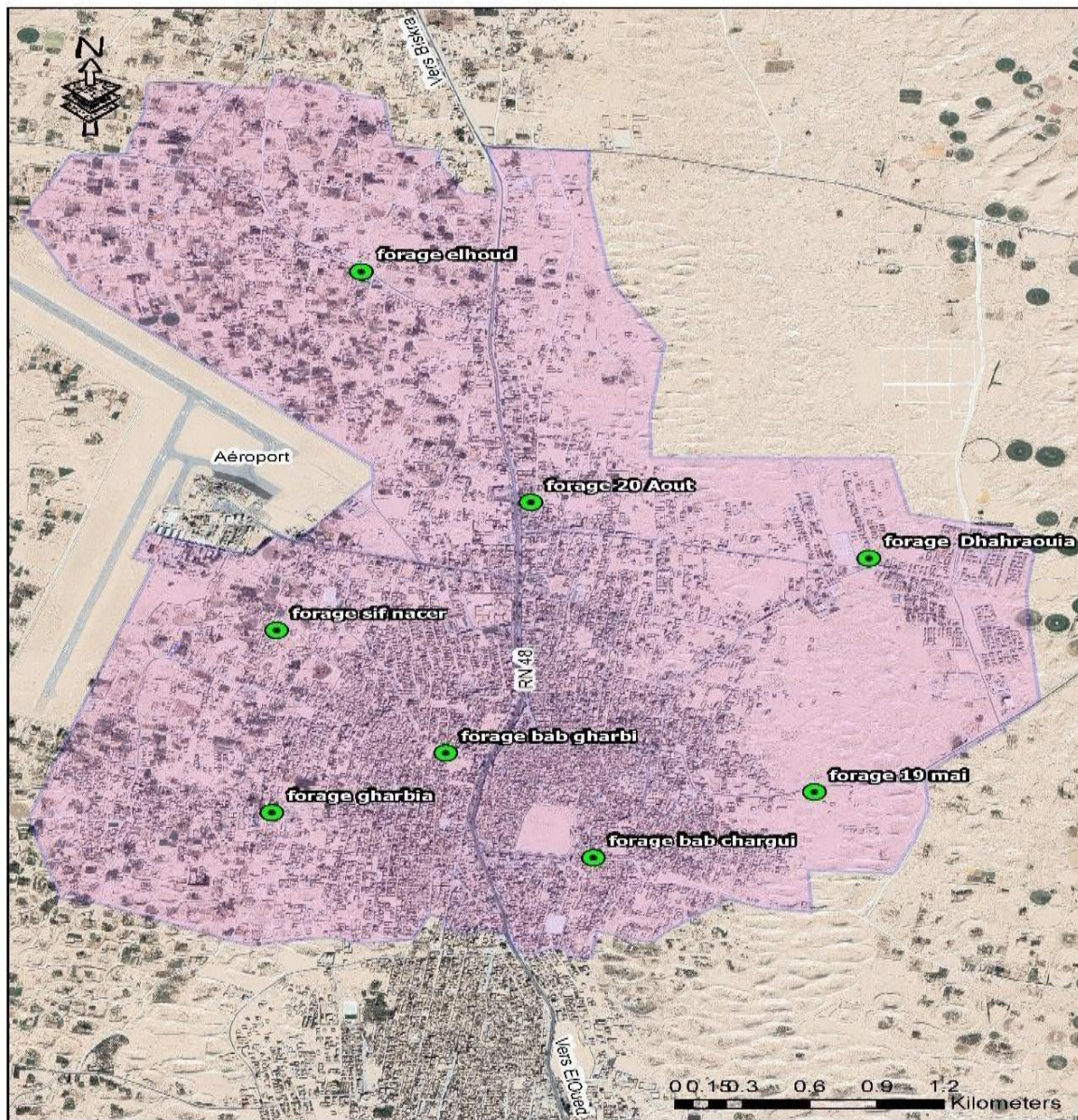


Figure 10: Situation des forages dans la zone d'étude

Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons défini les données nécessaires concernant la commune de Guemar, du point de vue topographique, géologique, climatologique, géographique ainsi que la situation hydraulique. Ces données vont nous servir de base pour l'élaboration du projet d'eau potable de la zone d'étude.

CHAPITRE 03 :
ESTIMATION DES
BESOINS

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

Introduction :

Tout projet d'alimentation en eau potable doit être dimensionné pour satisfaire les besoins actuels et futurs. Cette exigence est difficile à satisfaire car les besoins évoluent, leur évolution suit deux facteurs :

- La croissance de la population dans la localité pour laquelle est réalisé le projet.
- L'augmentation de la consommation en eau par usager.

Afin de faire un diagnostic efficace dans notre étude, on doit estimer avec exactitude les différents besoins en eau de notre agglomération, pour cela on doit fixer une norme pour chaque catégorie de consommateur.

III.1 Evolution démographique:

La population de la ville de Guemar, à l'instar de toutes les autres villes d'El- Oued est répartie en deux zones distinctes et qui sont le chef-lieu de la commune et la zone éparse.

D'après le bureau des statistiques de la mairie de Guemar, 68.50 % de celle-ci se concentre au niveau de zone chef-lieu de l'agglomération.

III.1.1 Population :

Le taux d'accroissement doit être en corrélation avec une courbe tendance dont le tracé ne sera significatif que lorsqu'il sera basé sur quatre ou cinq recensements au moins, cette courbe a une tendance dégressive comme le montre les différentes études de PDAU.

La projection de la population est faite sur la base du recensement du bureau des statistiques de la mairie de Guemar, en prenant un taux d'accroissement de 2.9% pour le court terme, 2,9% pour le moyen terme et 2,9% pour le long terme. Nous disposons comme donnée de base, le nombre de la population en 2020 qui est évalué à 37300 habitants (Bureau des statistiques de la mairie de Guemar).

III.1.2 Estimation de la population :

Pour les calculs d'estimation de la population future, nous utiliserons

la formule de l'équation des intérêts composés :

$$P_n = P_0 \times (1 + T)^n$$

Avec :

P_n : La population à l'horizon de calcul.

P_0 : La population actuelle.

T : Le taux d'accroissement moyen annuel de la population.

n : Le nombre des années d'écart.

Nous allons donc résumer l'ensemble des résultats de calcul dans le tableau 01.

Tableau 01 : La population de zone d'étude pour différents horizons.

		Actuel	court terme	moyenne terme	long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
Taux d'accroissement (%)		2.9	2.9	2.9	2.9
Nombre de population	Zone Forage Beb Elgharbi	6056	6790	8534	12376
	Zone Forage Beb Echargui	8317	9325	11721	16996
	Zone Forage Dhahrouia	4742	5316	6683	9690
	Zone Forage 19 Mai	1779	1995	2507	3635
	Zone Forage Gharbia	6497	7284	9156	13277
	Zone Forage Sif Nacer	1985	2225	2797	4056
	Zone Forage 20 Aout	4153	4656	5853	8487
	Zone Forage El-Houd	3771	4228	5314	7706
Total		37300	41819	52565	76224

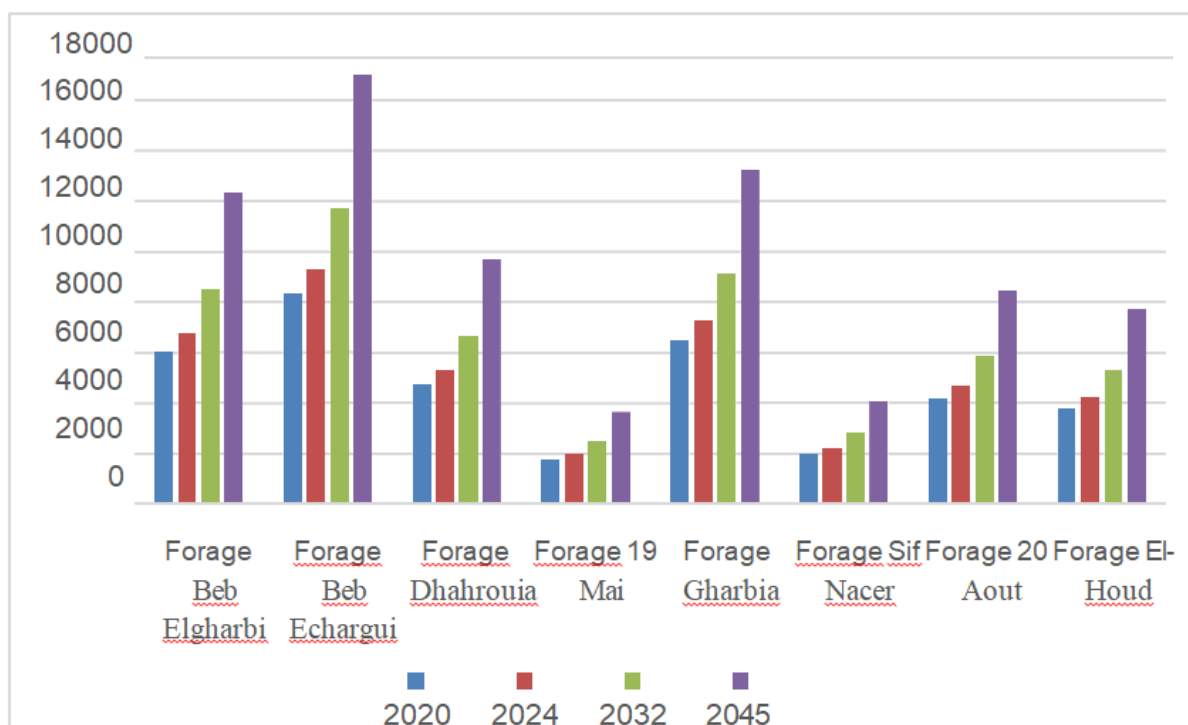


Figure 01: Prévision de la population de la zone de chaque forage.

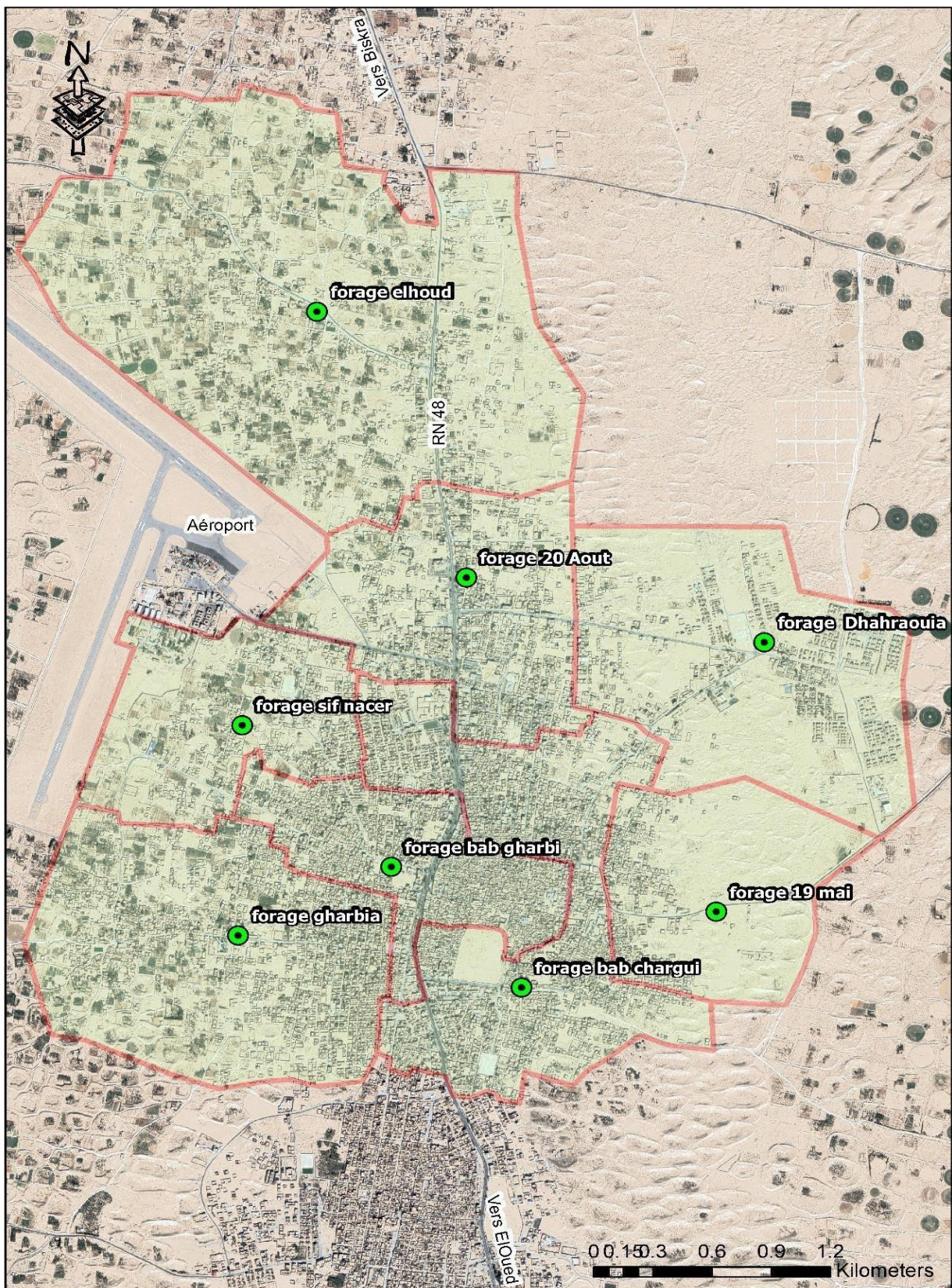


Figure 02: Zone d'alimentation de chaque forage.

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

III.2 Evolution des besoins:

Pour le calcul des besoins, on a opté pour une dotation de 150 l/j/hab, suite aux informations recueillis auprès de la DRE de la wilaya de El-Oued.

III.2.1 Besoin domestique :

La consommation moyenne journalière domestique est obtenue par la formule suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{(Q_i * N_i)}{1000}$$

Avec :

- $Q_{moyj,j}$: Consommation moyenne journalière en m³/j ;
- Q_i : Dotation journalière en l/j/hab ;
- N_i : Nombre de consommateurs ;

Les résultats de calcul des débits moyens journalier pour les différents horizons sont résumés dans le tableau 02.

Tableau 02 : Les besoins domestiques pour différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
Dotation (l/j/hab)		150	150	150	150
Besoin domestique (m ³ /j)	Zone Forage Beb Elgharbi	908.400	1018.447	1280.152	1856.357
	Zone Forage Beb Echargui	1247.550	1398.684	1758.095	2549.426
	Zone Forage Dhahrouia	711.300	797.470	1002.391	1453.574
	Zone Forage 19 Mai	266.850	299.177	376.055	545.320
	Zone Forage Gharbia	974.550	1092.611	1373.373	1991.538
	Zone Forage Sif Nacer	297.750	333.821	419.601	608.466
	Zone Forage 20 Aout	622.950	698.417	877.885	1273.027
	Zone Forage El-Houd	565.650	634.175	797.136	1155.932
Total		5595.000	6272.802	7884.689	11433.639

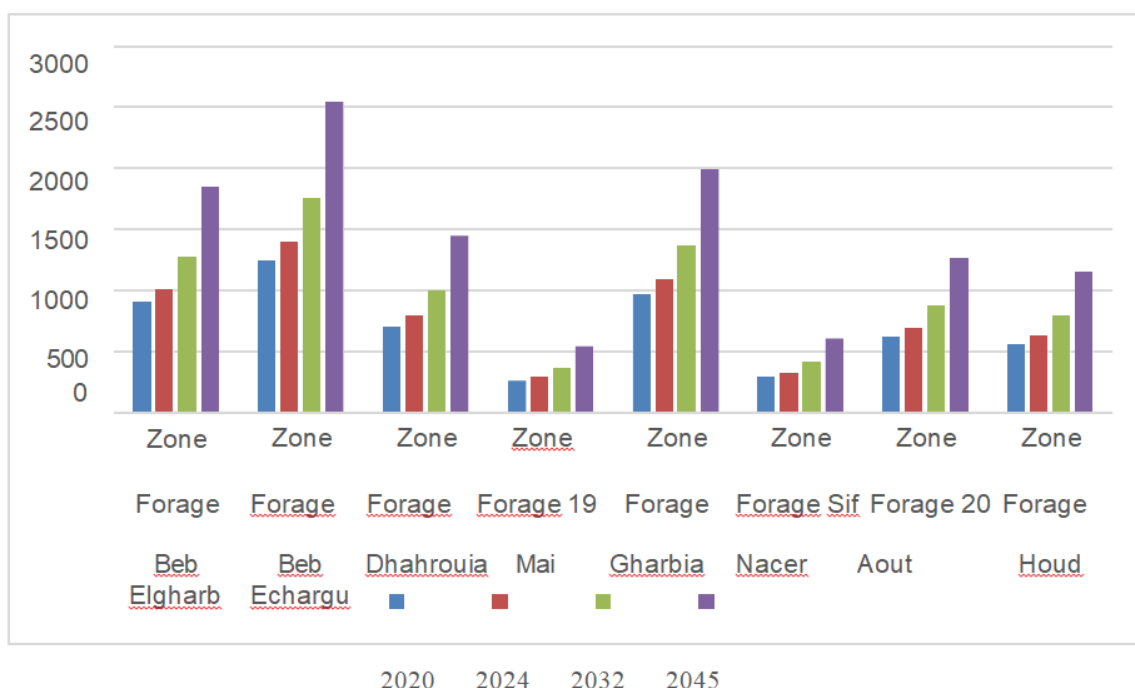


Figure 03: Les besoin journalières domestiques en fonction de l'horizon.

III.2.2 Calcul des besoins totaux (Q_{moyj}):

La consommation moyenne journalière totale représente la somme de la consommation moyenne journalière domestique et les besoins d'équipement (Égale 10% de Besoin domestique).

Les résultats des calculs des besoins totaux sont résumés dans le tableau 03.

Tableau 03 : Débits moyen journalières des différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
Besoins des équipements (m^3/j)		+ 10%	+ 10%	+ 10%	+ 10%
Q_{moyj} (m^3/j)	Zone Forage Beb Elgharbi	999.240	1120.292	1408.167	2041.993
	Zone Forage Beb Echargui	1372.305	1538.552	1933.905	2804.368
	Zone Forage Dhahrouia	782.430	877.217	1102.630	1598.932
	Zone Forage 19 Mai	293.535	329.095	413.661	599.852
	Zone Forage Gharbia	1072.005	1201.872	1510.711	2190.691

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

	Zone Forage Sif Nacer	327.525	367.203	461.561	669.312
	Zone Forage 20 Aout	685.245	768.259	965.674	1400.330
	Zone Forage El-Houd	622.215	697.593	876.849	1271.525
	Total	6154.500	6900.082	8673.158	12577.002

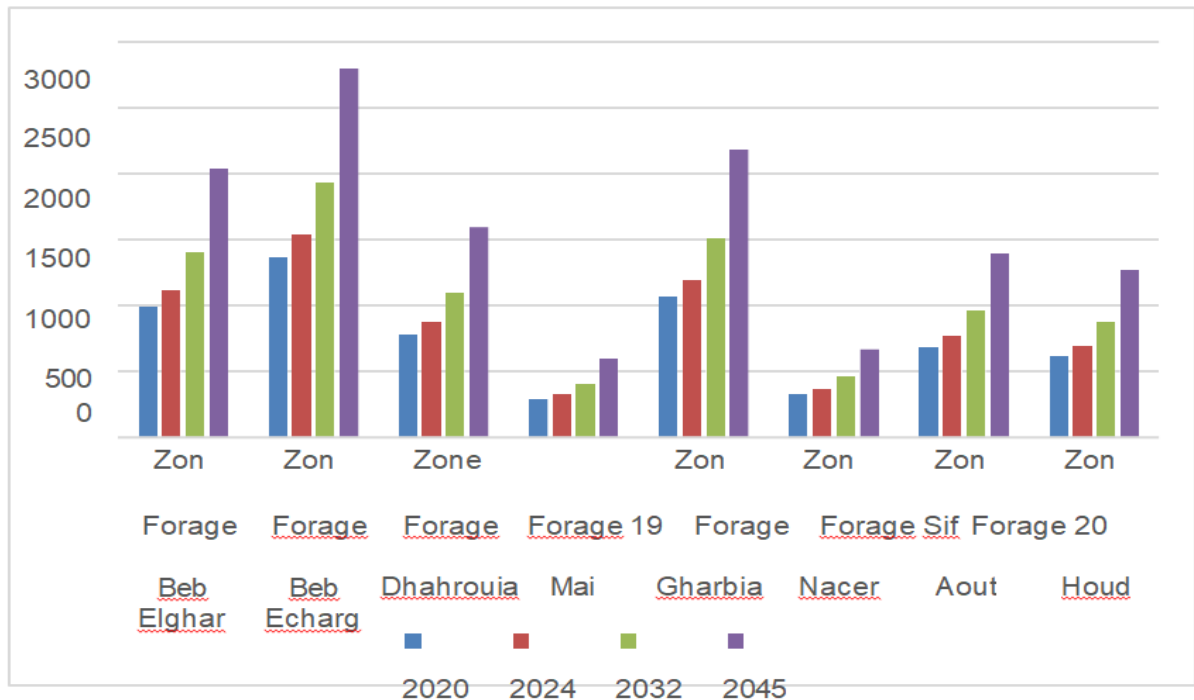


Figure 04: Les débits moyens journaliers en fonction de l'horizon Qmoyj (m³/j).

III.3 Variation des débits de consommation dans le temps:

Le débit demandé par les différentes catégories des consommateurs est soumis à plusieurs variabilités en raison de l'irrégularité de la consommation dans le temps.

- Variations annuelles qui dépendent du niveau de vie de l'agglomération considérée.
- Variations mensuelles et saisonnières qui dépendent de l'importance de la ville.
- Variations journalières qui dépendent du jour de la semaine où la consommation est plus importante au début de la semaine qu'en week-end.
- Variations horaires qui dépendent du régime de consommation de la population. Elles représentent les variations les plus importantes.

III.4 Coefficient d'irrégularité:

III.4.1 Coefficient d'irrégularité maximale journalière ($K_{\max,j}$) :

Le coefficient d'irrégularité maximale journalière ($K_{\max,j}$) qui tient compte des pertes d'eau dans le réseau et des gaspillages peut être obtenu par le rapport de la consommation maximale journalière et de la consommation moyenne journalière :

$$K_{\max,j} = \frac{Q_{\max,j}}{Q_{\text{moy}}}$$

III.5 Détermination des débits journaliers;

III.5.1 Consommation maximale journalière ($Q_{\max,j}$) :

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation est constaté pendant l'année. Il est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau d'adduction.

Ce débit est donné par : $Q_{\max,j} = K_{\max,j} \times Q_{\text{moy},j}$

Avec:

- $Q_{\max,j}$: Débit maximum journalier en m^3/j ;
- $Q_{\text{moy},j}$: Débit moyen journalier en m^3/j ;
- $K_{\max,j}$: Coefficient d'irrégularité maximale journalière,

Donc : $Q_{\max,j} = 1.3 \times Q_{\text{moy},j}$

Les résultats de calcul des consommations maximales journaliers sont résumés dans le tableau 04.

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

Tableau 04 : Débits maximums journalières des différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
kmax j		1.3	1.3	1.3	1.3
Q max j (m ³ /j)	Zone Forage Beb Elgharbi	1299.012	1456.380	1830.618	2654.590
	Zone Forage Beb Echargui	1783.997	2000.117	2514.077	3645.679
	Zone Forage Dhahrouia	1017.159	1140.382	1433.420	2078.611
	Zone Forage 19 Mai	381.596	427.824	537.759	779.808
	Zone Forage Gharbia	1393.607	1562.434	1963.924	2847.899
	Zone Forage Sif Nacer	425.783	477.364	600.029	870.106
	Zone Forage 20 Aout	890.819	998.736	1255.376	1820.428
	Zone Forage El-Houd	808.880	906.871	1139.904	1652.982
Total		8000.850	8970.107	11275.106	16350.103

III.5.2 Consommation minimale journalière (Qmin j) :

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année ;

$$Q_{min,j} = K_{min,j} \times Q_{moy,j}$$

On prend $K_{min,j} = 0,8$.

Les résultats de calcul des consommations minimales journaliers sont résumés dans le tableau

05.

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

Tableau 05 : débits minimums journalières des différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
Kmin j		0.8	0.8	0.8	0.8
Q min j (m ³ /j)	Zone Forage Beb Elgharbi	799.392	896.234	1126.534	1633.594
	Zone Forage Beb Echargui	1097.844	1230.842	1547.124	2243.494
	Zone Forage Dhahrouia	625.944	701.774	882.104	1279.145
	Zone Forage 19 Mai	234.828	263.276	330.929	479.882
	Zone Forage Gharbia	857.604	961.498	1208.569	1752.553
	Zone Forage Sif Nacer	262.020	293.762	369.249	535.450
	Zone Forage 20 Aout	548.196	614.607	772.539	1120.264
	Zone Forage El-Houd	497.772	558.074	701.479	1017.220
Total		4923.600	5520.066	6938.527	10061.602

III.6 Production:

L'estimation des besoins de zone d'étude est basée sur les débits recueillis auprès les 08 forages.

Tableau 06 : Débits de production des forages du zone d'étude (Actuel 2024).

N°	Secteurs	Production en (L/s)	Production en (m ³ /j)
01	Forage Beb Elgharni	34.72	3000.00
02	Forage Beb Echargui	33.33	2880.00
03	Forage Dhahrouia	33.33	2880.00
04	Forage 19 Mai	33.33	2880.00
05	Forage Gharbia	33.33	2880.00
06	Forage Sif Nacer	34.72	3000.00
07	Forage 20 Aout	30.00	2592.00
08	Forage El-Houd	33.33	2880.00
			Total = 22992

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

III.7 Bilan de la comparaison (besoin -production) :

Tableau 07 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Actuel 2024).

Secteurs	Actuel 2024			
	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	1299.01	3000.00	0.00	1700.99
Forage Beb Echargui	1784.00	2880.00	0.00	1096.00
Forage Dhahrouia	1017.16	2880.00	0.00	1862.84
Forage 19 Mai	381.60	2880.00	0.00	2498.40
Forage Gharbia	1393.61	2880.00	0.00	1486.39
Forage Sif Nacer	425.78	3000.00	0.00	2574.22
Forage 20 Aout	890.82	2592.00	0.00	1701.18
Forage El-Houd	808.88	2880.00	0.00	2071.12
Total	8000.85	22992.00	0.00	14991.15

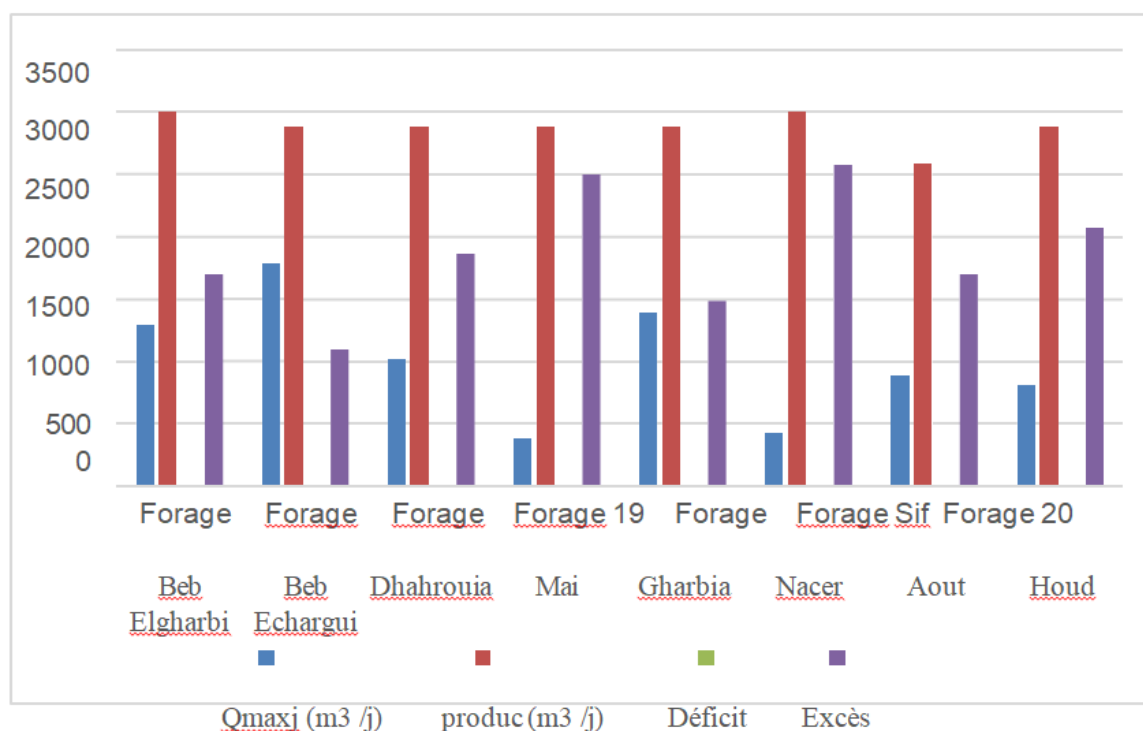


Figure 05: Comparaison (besoin – production) (Actuel 2024).

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

Tableau 08 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Court terme 2024).

Secteurs	Court terme 2024			
	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	1456.38	3000.00	0.00	1543.62
Forage Beb Echargui	2000.12	2880.00	0.00	879.88
Forage Dhahrouia	1140.38	2880.00	0.00	1739.62
Forage 19 Mai	427.82	2880.00	0.00	2452.18
Forage Gharbia	1562.43	2880.00	0.00	1317.57
Forage Sif Nacer	477.36	3000.00	0.00	2522.64
Forage 20 Aout	998.74	2592.00	0.00	1593.26
Forage El-Houd	906.87	2880.00	0.00	1973.13
Total	8970.11	22992.00	0.00	14021.89

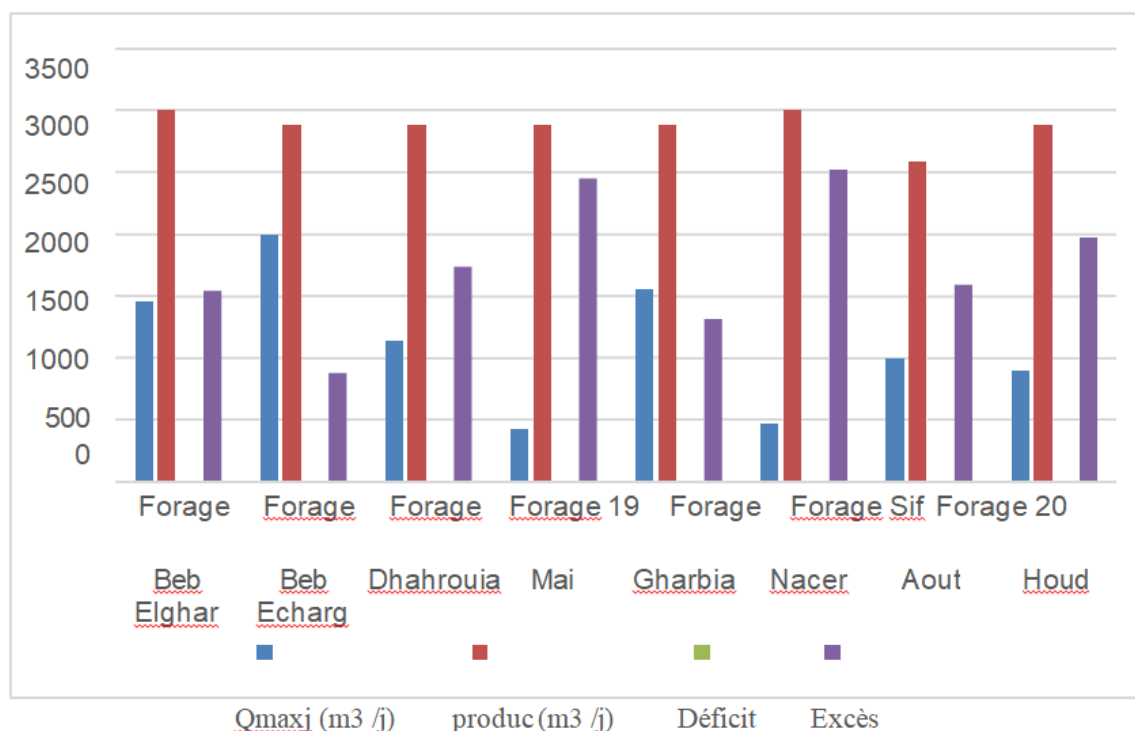


Figure 06: Comparaison (besoin – production) (Court terme 2024).

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

Tableau 09 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Moyen terme 2032).

Secteurs	Moyen terme 2032			
	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	1830.62	3000.00	0.00	1169.38
Forage Beb Echargui	2514.08	2880.00	0.00	365.92
Forage Dhahrouia	1433.42	2880.00	0.00	1446.58
Forage 19 Mai	537.76	2880.00	0.00	2342.24
Forage Gharbia	1963.92	2880.00	0.00	916.08
Forage Sif Nacer	600.03	3000.00	0.00	2399.97
Forage 20 Aout	1255.38	2592.00	0.00	1336.62
Forage El-Houd	1139.90	2880.00	0.00	1740.10
Total	11275.11	22992.00	0.00	11716.89

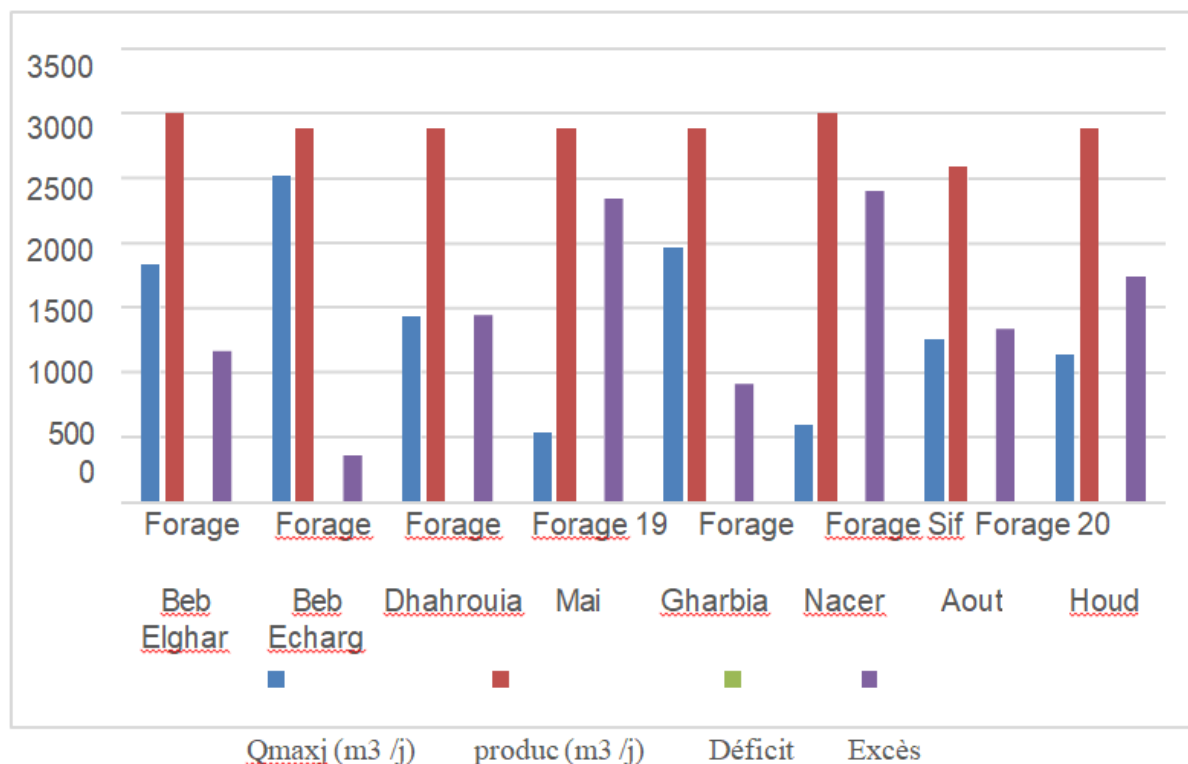


Figure 07: Comparaison (besoin – production) (Moyen terme 2032).

CHAPITRE 03 : ESTIMATION DES BESOINS

Tableau 10 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Long terme 2045).

Secteurs	Long terme 2045			
	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	2654.59	3000.00	0.00	345.41
Forage Beb Echargui	3645.68	2880.00	765.68	0.00
Forage Dhahrouia	2078.61	2880.00	0.00	801.39
Forage 19 Mai	779.81	2880.00	0.00	2100.19
Forage Gharbia	2847.90	2880.00	0.00	32.10
Forage Sif Nacer	870.11	3000.00	0.00	2129.89
Forage 20 Aout	1820.43	2592.00	0.00	771.57
Forage El-Houd	1652.98	2880.00	0.00	1227.02
Total	16350.10	22992.00	765.68	7407.58

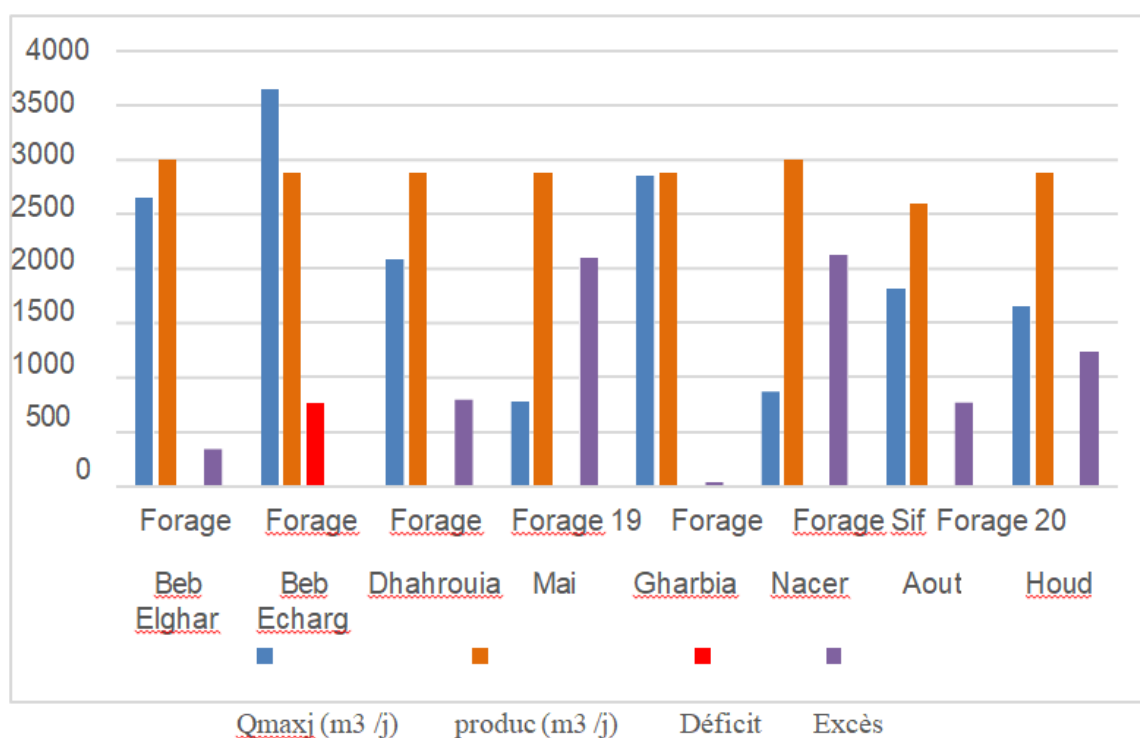


Figure 08: Comparaison (besoin – production) (Long terme 2045).

Interprétation :

Nous observons que la production des forages répond aux besoins estimés durant la période actuelle, court terme, moyen terme. Par contre, dans la période long terme la production égal la consommation dans les 02 forages (Gharbia et Beb-Elgharbi) et le forage de Beb-Chargui marque un déficit.

Conclusion :

Les travaux que nous avons menés sur l'évaluation des besoins de la population en eau potable nous ont permis de constater que l'évolution de la population qui s'est pratiquement multiplié ont rendu la production prévue par l'étude insuffisante dans le long terme, pour la région. Ceci sans prendre en compte les cas de rupture d'approvisionnement due à l'effondrement des forages. Ce qui nous fait penser à renforcer tous les forages en les reliant entre eux.

CHAPITRE 04:

ADDITION

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Introduction:

Les 08 forage de production et de consommation sont généralement bien distribué par rapport la surface d'agglomération de la ville de Guemar. Pour fait un raccordement entre les forages dans le cas rupture d'alimentation d'eau, on utilise des moyens du transport de l'eau, ce transport se fait par pompage, à l'aide d'une adduction. Le transfert d'eau à partir d'un forage à l'autre, nécessite le choix de meilleure variante d'adduction et la détermination des dimensions d'organes de transport.

VI.1 Types d'adduction;

Selon leurs fonctionnements hydrauliques on utilise les adductions par refoulement : L'écoulement dans ce type est assuré par une pression engendrée par des machines hydroélectriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

VI.2 Types d'écoulement dans les conduites d'adduction:

On peut avoir un seul type d'écoulement : « Ecoulement en charge »

Ecoulement en charge : l'eau remplit totalement les conduites et la pression y est supérieure à la pression atmosphérique. Cette pression dépend des conditions régnant aux limites amont et aval de la conduite et du débit instantané.

VI.3 Choix du type de matériaux:

Dans le « gros » diamètre et les pressions supérieures à 10 bars, quatre types de matériaux sont utilisés : acier, béton, polyester renforcé en fibre de verre (PREV), et en fonte.

VI.3.1 Les conduites en acier soude (horizontalement et en hélice) :

L'acier a pour avantage sa fabrication aisée et la constitution de stock rapide pour les chantiers. Dans les gammes d'acier de haute résistance, on peut avoir des épaisseurs et donc des poids plus faibles que pour des autres matériaux. Enfin, il existe en longueurs de 12 mètres ce qui facilite d'autant son transport sur de longues distances. En contrepartie, son inconvénient peut résider dans sa relative fragilité vis-à-vis des efforts extérieurs (besoin de surépaisseur sous charges

CHAPITRE 04: ADDUCTION

ovalisantes) et aux risques de corrosion sous l'effet d'agents extérieurs. Sur ce dernier point une protection cathodique, qui consiste à faire parcourir la conduite par un courant électrique de très faible puissance, est indispensable et permet de s'affranchir de cet inconvénient.

La pression nominale des tuyaux répond aux valeurs usuelles (PN16, PN25.).

Il existe des fabricants en Algérie essentiellement pour le gaz (pression 80 bars) et le pétrole.

VI.3.2 Les conduites en béton précontraint à âme en tôle :

Les conduites en béton dites « à âme en tôle » sont constituées d'une tôle en acier médiane de faible épaisseur insérée dans une double épaisseur de béton. Le tout est ensuite recouvert d'une nouvelle couche de béton contenant des spires en acier précontraint. La tôle d'acier joue à la fois le rôle d'étanchéité et d'armature, mais ce sont les spires qui assurent la résistance à la pression.

De constitution robuste, c'est un tuyau qui résiste très bien aux agressions diverses (chocs, chimie des sols, des eaux...). Il est par contre difficile à mettre en œuvre et nécessite des délais importants de fabrication et transport, en effet les longueurs ne dépassent pas 6 ou 8 mètres selon les fabricants.

VI.3.3 Les conduites en PRV (Polyester Renforcé de fibre de Verre) :

Le tuyau en polyester renforcé en fibre de verre est une technique assez ancienne (50 ans) qui a surtout été employée en industrie pour des conduites de petit diamètre, non enterrées et transportant des fluides corrosifs.

Ce matériau est surtout utilisé pour l'assainissement. En effet le PRV ne disposant que d'avis techniques dans le domaine de l'assainissement, les entreprises sont réticentes à l'idée de l'utiliser pour l'adduction. De plus le problème des tuyaux PRV reste actuellement la tenue à la pression au niveau des éléments de jonction. Si les tuyaux peuvent supporter jusqu'à 32 bars, les coudes et manchons sont moins au point et les procédés de verrouillage sont très onéreux.

L'avantage de ces matériaux réside dans sa légèreté et sa résistance aux agressions chimiques. Par contre sa rigidité est trop faible pour pouvoir reprendre les contraintes liées au remblai. La pose et le remblaiement jouent un rôle prépondérant dans la pérennité de l'ouvrage. Un support

CHAPITRE 04: ADDUCTION

insuffisant causé par un matériau trop faible ou un compactage inefficace peut engendrer des résultats qui se révèlent très mauvais sur le moyen terme.

VI.3.4 La fonte ductile :

Dans la fonte grise, le carbone revêt une forme lamellaire. Dans la fonte ductile, à la différence de la fonte grise, le carbone adopte une forme sphéroïdale. Cela prévient la formation de fissures. Il en résulte les caractéristiques mécaniques particulières suivantes du matériau :

- Forme malléable.
- Souplesse.
- Expansibilité, extensibilité.
- Dureté particulière.
- Longue durée de vie.

VI.3.5 Les tuyaux en polyéthylène ou P.E.H.D :

Ces tubes sont utilisés pour les conduites maîtresses et les branchements enterrés, ainsi que pour l'alimentation en eau, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments.

Ils sont utilisés pour le transport de l'eau sous pression à une température de 0 à 45 °C.

✓ Caractéristiques et normes :

- Les tubes en polyéthylène, utilisés dans le réseau de distribution d'eau potable sont lisses, de couleur noire, avec des bandes longitudinales de repérage de couleur bleue.
- Ces tubes sont livrés en couronnes ou sur tourets.
- La longueur enroulée est de 50 ou 100 m.
- A partir de 125 mm, les tubes sont livrés sous formes de barres de 12 m.
- D'autres longueurs peuvent également être livrées sur commande. Ces tubes sont fabriqués suivant la norme NF EN 12 201.

✓ Avantages du tuyau annelés en PEHD

- **Propriétés chimiques :** Les tuyaux annelés en PEHD résistent bien aux substances chimiques.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

- Corrosion : le PEHD est inerte chimiquement. Il est imputrescible et ne se corrode pas. Un tube PEHD est insensible à une corrosion chimique ou électrique.

- Perméabilité : de par leurs caractéristiques, les tubes PEHD présentent une bonne résistance à la perméabilité de la plupart des produits chimiques. Dans le cas de la présence dans le sol d'une forte pollution de composés aromatiques, un gainage du réseau est recommandé.

- Vieillesse à la lumière - résistance aux U.V. : de par la présence d'antioxydants résistant spécifiquement à l'action des UV et de l'incorporation de noir de carbone bien sélectionné et correctement dispersé, on peut estimer une durée de vie de 20 ans en exposition continue en climat tempéré.

- Propriétés mécaniques :

- Comportement aux chocs : les PEHD (haute densité) et PEHD (moyenne densité) ont une excellente résistance aux chocs et sont capables de dissiper une partie de l'énergie transmise au cours du choc par des mécanismes de déformation.

- Comportement au fluage : le phénomène de fluage qui désigne l'évolution au cours du temps de la matière soumise à charge constante est une des manifestations de la nature viscoélastique des matières plastiques. Cette propriété doit nécessairement être prise en compte dans le dimensionnement des tuyaux qui sont soumis à contrainte et destinés à des applications de longue durée.

- Résistance à la fissuration : les nouvelles générations de PE présentent un excellent comportement à la fissuration des tubes. En plus de la pression interne, d'autres charges peuvent être exercées sur un tube lors de son installation ou lorsqu'il est en service comme par exemple des poinçonnements et des défauts de surface causés par une pose peu précautionneuse. Une haute résistance à la propagation lente de fissures est dès lors importante pour atteindre la durée de vie calculée. Différents tests permettent de s'assurer de cette tenue à la fissuration, le plus connu est l'essai sur tube entaillé (NF EN ISO 13479).

CHAPITRE 04: ADDUCTION

- Résistance à l'abrasion : la structure du PE lui assure un coefficient de friction faible, permettant dans certaines limites un frottement à sec avec les métaux. La résistance à l'abrasion des tuyaux en PE est remarquable et ces tuyaux se révèlent supérieurs à l'acier pour le transfert de substances abrasives en suspension.

- Ductilité et flexibilité : la ductilité du PE permet aux réseaux de bien résister aux vibrations et contraintes liées aux mouvements de terrain. Le tube est flexible ; ainsi il s'adapte parfaitement à des conditions de pose nécessitant des changements de direction et des tracés difficiles. Le tube PE s'adapte aussi au mouvement du sol.

- Propriétés hydrauliques :

- Résistance aux coups de béliers : la nature de la matière limite les efforts du coup de bélier par un effet d'amortissement rapide. La longévité du réseau s'en trouve améliorée.

- Faible perte de charges

- Autobutage : Les réseaux en PE, de par l'aptitude du matériau à être conditionné en grande longueur, permettent de limiter les points d'ancrage du réseau.

- Propriétés environnementales :

La légèreté relative du polyéthylène lors de la pose permet de minimiser l'utilisation des engins de chantier. Alors la réduction d'émission de gaz à effet de serre peut atteindre 20%.

Du point de vue environnemental, le PEHD est recyclable (dans les pays industrialisés).

- Économie et maintenance :

Grâce à ses caractéristiques, notre système nécessite moins de travaux de curage et en cas d'intervention, les réparations sont plus rapides et peu coûteuses et ce grâce à une large gamme d'accessoires.

- Économie offerte par la structure du tuyau :

Le faible coefficient de rugosité à l'intérieur des parois permet un écoulement rapide des

CHAPITRE 04: ADDUCTION

flux, ce qui, outre les importantes réductions de pertes de charges, offre la possibilité d'utiliser des diamètres plus réduits qu'en utilisant des tuyaux avec des diamètres plus consistants pour d'autres catégorie de tubes.

- Elle facilite et économise la phase d'exécution de l'ouvrage car en optimisant des vitesses minimales des flux, on réduit les profondeurs des tranchées et par conséquent le coût relatif à l'exécution de l'ouvrage.
- Vu leur grande légèreté, les tuyaux requièrent pour leur installation moins de main d'œuvre et de moyens de pose contrairement à d'autres catégories de tube.

VI.4 Choix des matériaux de canalisation :

De nombreux types de tuyaux sont disponibles pour constituer une conduite. On peut classer en fonction des matériaux avec lesquels ils sont fabriqués : fonte, acier, PEHD...etc.

Le choix des tuyaux utilisés est fonction de la pression et de la nature du terrain, des coûts de fourniture et de mise en œuvre, mais aussi de la facilité à réaliser les raccordements, les prises de branchement, les réparations en cas de fuite, et en fonction de tracé.

Avant de passer au dimensionnement de ces conduites il est important de connaître le type de sol dans lequel ces dernières seront enterrées.

A cause que le terrain de notre région d'étude est plate ou faible pente, on opte pour l'utilisation du PEHD, pour notre adduction.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

VI.5 Etude de l'adduction:

VI.5.1 Proposition des tronçons :

Avant de commencer à partir du tracé proposé, nous notons que le chemin du tuyau est dans les voiries principale, mais à certaines intersections.

Les chemins de tracé des tronçons sont comme les suivants :

- Tronçon N°01

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage El-Houd vers Forage 20 Aout (1915 ml)

- Tronçon N°02

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Sif Nacer vers Forage 20 Aout (2115 ml)

- Tronçon N°03

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Sif Nacer vers forage Beb Elgharbi (1380 ml)

- Tronçon N°04

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Gharbia vers forage Beb Elgharbi (1270 ml)

- Tronçon N°05

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Bab Elgharbi vers forage Beb Echargui (1380 ml)

- Tronçon N°06

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage 19 Mai vers forage Beb Echargui (1290 ml)

- Tronçon N°07

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage 19 Mai vers forage Dhahraouia (1970 ml)

CHAPITRE 04: ADDUCTION

• Tronçon N°08

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia (1830 ml)

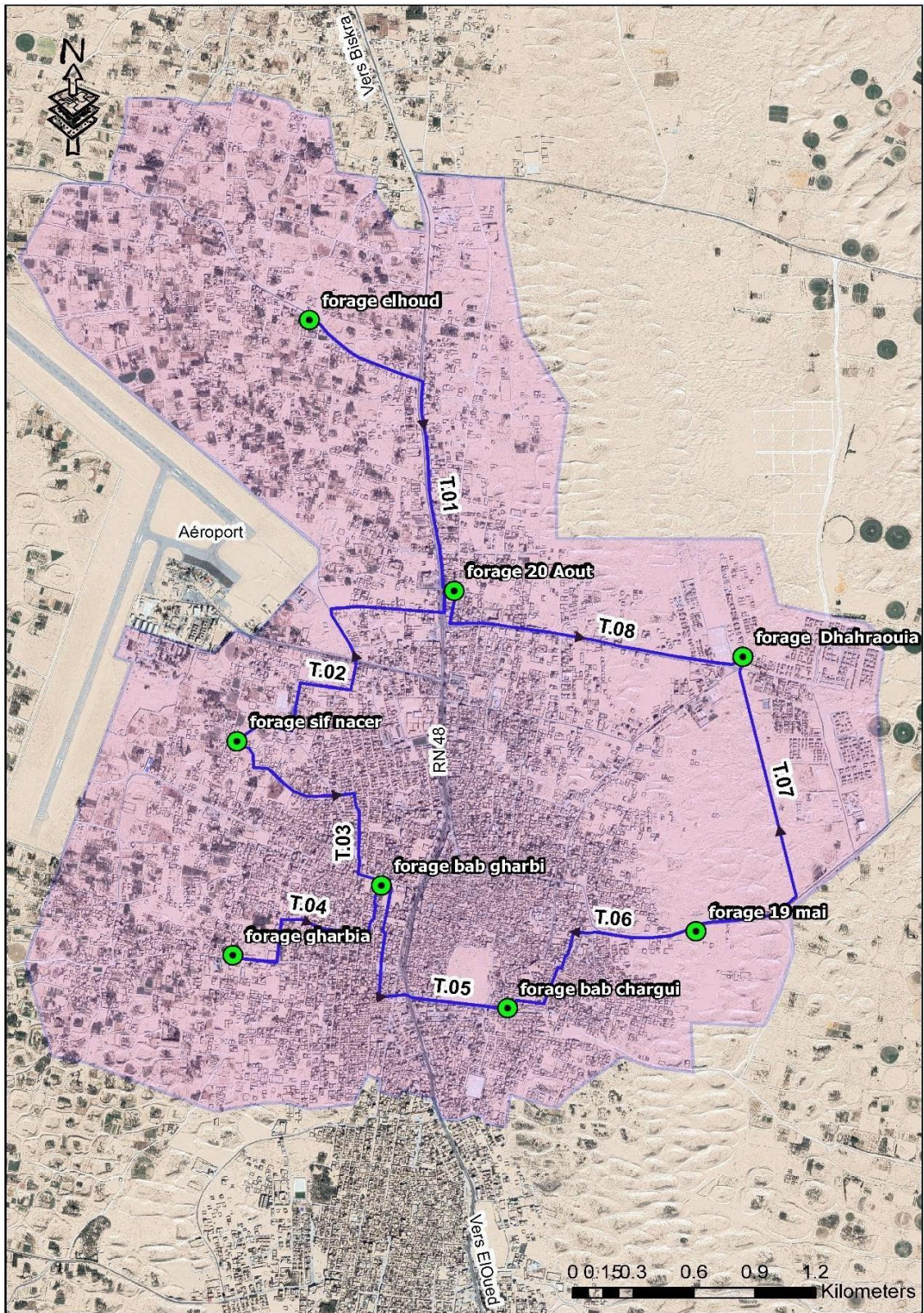


Figure 01: Tracé des tronçons proposé.

VI.6 Dimensionnement de l'adduction :

VI.6.1 Méthode de calcul :

Pour élever un débit Q à une hauteur géométrique H donnée on peut, à priori, donner à la canalisation un diamètre quelconque car, en faisant varier la puissance du groupe élévatoire, on peut toujours obtenir le débit Q imposé dans un tuyau de diamètre donné. Si on adopte donc un grand diamètre, le prix (P_c) de la canalisation sera élevé, par contre la perte de charge (J) sera faible, on économise donc sur le prix du groupe (P_g) et le prix (P_e) de l'énergie nécessaire au pompage. Si au contraire on adopte un petit diamètre, P_c est plus faible mais (P_g) et (P_e) seront plus élevés. Il y a donc intérêt à choisir le diamètre qui permettra d'obtenir le prix de revient minimal de l'ensemble de l'installation en exploitation (par exemple le prix du m^3 d'eau élevé, tenu compte de l'amortissement de la canalisation et du groupe élévatoire et de la consommation d'énergie) en fonction du diamètre D .

Actuellement, les diamètres économiques des conduites de refoulement sont déterminés par une des relations suivantes:

1. Formule de BRESS:

$$D_{\text{éco}} = 1,5 \times \sqrt{Q}$$

2. Formule de BONNIN:

$$D_{\text{éco}} = \sqrt{Q}$$

3. Formule de MUNIER:

$$D_{\text{éco}} \propto (1 + 0,02n)$$

Avec : $\sqrt{Q}$
 n : Nombre d'heures de pompage.

Q : Débit en m^3/s .

Remarque : Les formules de Bresse, Bonnin et Munier donnent un calcul direct et rapide du diamètre d'une canalisation en fente dans une installation de petite ou moyenne importance.

La formule de BRESS n'est valable que pour les petits projets (longueur des conduites ≤ 1 Km). Puisque ces deux formules (BRESSE, BONNIN) ne prennent que le débit et un coefficient économique (1,5 ou 1) comme paramètres influant sur le diamètre, on ne peut pas les utiliser sans connaître une erreur sur son évaluation.

Donc nous allons utiliser pour le calcul des diamètres économiques la formule suivante :

$$(\text{Déco} = \sqrt{Q})$$

VI.6.2 La nouvelle approche pour la détermination de diamètre économique

Le choix du diamètre économique résulte d'un compromis entre les dépenses d'investissement et les dépenses de fonctionnement. En augmentant le diamètre de la canalisation cela induit une augmentation des dépenses d'investissement, mais on diminue les pertes de charge, et par conséquent les dépenses en énergie diminuent. D'autre part, plus le diamètre de la conduite est petit, plus les pertes de charge seront grandes et plus la puissance nécessaire au refoulement sera Importante. Ce dernier point nous laisse penser qu'il existe un diamètre de refoulement optimum ou un diamètre économique. Nous Voulons, dans cette étude, l'élaboration des tableaux nécessaires qui nous donnent le diamètre économique en fonction de tous les paramètres qui interviennent dans la définition de l'écoulement.

Aussi, pour pouvoir atteindre ce but, nous pouvons émettre les hypothèses suivantes quel que soit le matériau de la conduite (PEHD, fonte, acier, amiante ciment, PVC, etc.).

- a) Le coût du pompage.
- b) La vitesse d'écoulement économique.
- c) La combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation la plus faible.

VI.6.3 Calcul des pertes de charge :

➤ Pertes de charge linéaires

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de :

- Diamètre D de la conduite en (m).
- Débit Q en (m³/s).
- La rugosité absolue Ks exprimée en mm.
- La longueur du tronçon L en (m). Elles sont calculées par la formule :

$$\Delta H_{lin} = L \times I = \lambda \times \frac{L \times V^2}{D \times 2g} ;$$

Avec:

ΔH : Pertes de charge linéaires en (m).

I : Gradient hydraulique en (m/m).

L : Longueur de la conduite de refoulement en (m).

V : Vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

D : Diamètre de la conduite de refoulement en (m)

λ : Coefficient de frottement.

La détermination de ' λ ' a été déterminée par les calculs successifs de la valeur la plus communément donnée est celle de Calebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \times \lg \left(\frac{K}{3,7 \times D} + \frac{2,52}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right)$$

Avec:

Re : Nombre de Reynolds = $(V \times D) / \nu$

k : Paramètre lié à la rugosité de la paroi

ν : Viscosité cinématique de l'eau.

D : Diamètre de la conduite en m.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 01: Valeurs du coefficient k de la formule de Calebrook.

Nature des canalisations	K (10 ⁻⁴ m)
PEHD	0.01
Béton coulé.	0,5
Béton centrifuge.	05
Béton précontraint.	2,5
Amiante-ciment.	0,5
Acier ou béton lisse	0,25

Et aussi, le coefficient ' λ ' est obtenu par la formule Nikuradzé suivantes :

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \times \ln \frac{K_s}{D})^{-2}$$

Avec :

Ks est La rugosité absolue de la conduite, qui est déterminée en mesurant l'épaisseur de rugosité des parois du tuyau. $K_s = K_0 + \alpha \times T$;

K0: Rugosité absolue des tuyaux neufs, pour notre cas est égale à 0,8 mm.

α : Vieillessement déterminé à partir de l'abaque de PETER-LAMONT

➤ Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (Coude, vannes, clapets, Té,.....etc.). Elles sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_{\text{sing}} = 0,10 \times \Delta H_{\text{lin}} ;$$

➤ Pertes de charge totales (ΔH_t)

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors :

$$\Delta H_t = \Delta H_{\text{sing}} + \Delta H_{\text{lin}} = 0,10 \times \Delta H_{\text{lin}} + \Delta H_{\text{lin}} \Rightarrow \Delta H_t = 1,10 \times \Delta H_{\text{lin}}$$

VI.6.4 Calcul de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale est la somme des pertes de charge et de la hauteur géométrique.

$$H_{MT} = H_g + \Delta H_a + \Delta H_r \Rightarrow HMT = H_g + \Delta H_t ;$$

H_g : La hauteur géométrique.

ΔH_a : Pertes de charge à l'aspiration. ΔH_r : Pertes de charge au refoulement.

ΔH_t : La perte de charge totale.

VI.7 Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation en (DA) sont définis par la formule suivante :

$$F_{ex} = E \times e ;$$

E : Energie consommée par la pompe en (Kwh).

e : Prix unitaire d'un Kwh imposé par la SONEGAS.

Sachant que le prix d'énergie (d'après la SONEGAS) est de :

- 21H au 08H : $e = 102.406A/KWh$, nombre d'heures de fonctionnement : 11 heures.
- 17H au 21H : $e = 6,06 DA/KWh$, nombre d'heures de fonctionnement : 01 heures.
- 21H au 06H : $e = 0,74 DA/KWh$, nombre d'heures de fonctionnement : 08 heures. Donc, le prix unitaire d'un kwh sera égal:

$$e = (1,34 \times 11 + 6,06 \times 1 + 0,74 \times 8)24 = 1,34 \Rightarrow e = 1,34 DA/kwh$$

✓ Energie consommée par la pompe

$$E = P \times t \times 365$$

E: L'énergie consommée en Kwh

t: c'est le nombre d'heures de pompage par jour ; dans notre cas t =20h.

P: Puissance de la pompe en (kW)

✓ Puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance fournie à la pompe en (Kw), définie comme suit :

$$P_{abs} = \frac{\rho \times g \times H_{MT} \times Q}{\eta \times 1000}$$

η : Rendement de la pompe en (%) ($\eta=82\%$). Q : Débit refoulé par la pompe en (m^3/s).

g : La force de la pesanteur ($9.81 m/s^2$).

H_{MT} : La hauteur manométrique totale de la pompe en (mce). ρ : La masse volumique de l'eau ($1000 kg/m^3$).

VI.8 Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement en (DA) sont donnés par la formule suivante :

$$F_{amor} = P_{rc} \times A$$

P_{rc} : Le prix de la conduite en [DA]

A : Amortissement annuel en (%), il est donné par la formule suivante :

$$A = \left(\frac{i}{(i + 1)^n - 1} + 1 \right) \times 100$$

Avec :

i : Le taux d'anuité annuel, $i = 8 \%$.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

n : Nombre d'années d'amortissement, n = 30 ans.

Donc, l'amortissement annuel sera égal :

$$A = \left(\frac{0,08}{(0,08 + 1)^{30} - 1} + 0,08 \right) \times 100 = 8,9\%$$

▪ Vérification de la vitesse d'écoulement

Les vitesses admises dans les canalisations ne doivent pas être ni trop faibles face au risque de sédimentation, ni trop élevées pour la bonne tenue des conduites et éviter le phénomène d'érosions de la paroi des canalisations, d'une manière générale on constate que les vitesses correspondantes aux diamètres optimums répondent à ces critères.

$$0,5 \leq V \leq 2,5 \text{ m/s ;}$$

Avec que la vitesse est calculée comme suite : $V = Q/S$

Avec :

Q : Le débit max horaire qui transite dans la conduite en (m³/s).

S : La section de la conduite en (m²).

La section est déterminée par la formule suivante en (m²): $S = \frac{\pi \times D^2}{4}$

D : Le diamètre de la conduite en (m).

▪ Vérification du régime d'écoulement (nombre de REYNOLDS)

Pour chaque calcul, on vérifie le régime d'écoulement à l'aide de la formule suivante :

$$R \text{ (nombre de Reynolds)} = (V \times D) / \nu$$

—

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Où :

V: Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) ;

ν : Viscosité cinématique de l'eau $\nu=1,03 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ à une température de 20°C

D : Diamètre de la conduite en m.

Remarque : Tous les diamètres sont des diamètres intérieurs de tuyaux.

VI.9 Dimensionnement des tronçons:

- **Tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout**

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{182 \text{ mm}}$$

Le diamètre est : Déco = 182 mm.

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 02: Calcul de la HMT du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	ΔH_{lin} (m)	ΔH_T (m)	HMT(m)
130.8	1915	33.33	2.482	315152.45	0.0116	97.43	53.231	58.554	155.984
163.6	1915	33.33	1.586	251967.85	0.0111	97.43	16.691	18.36	115.79
204.6	1915	33.33	1.014	201475.76	0.0107	97.43	5.241	5.7653	103.195
257.8	1915	33.33	0.639	159898.92	0.0103	97.43	1.584	1.7429	99.1729
327.4	1915	33.33	0.396	125906.97	0.0098	97.43	0.460	0.5063	97.9363
409.2	1915	33.33	0.254	100737.88	0.0095	97.43	0.145	0.1599	97.5899

Tableau 03: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout.

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	Famort (DA)
130.8	1786.51	1915	304483.8319
163.6	2805.48	1915	478151.9838

CHAPITRE 04: ADDUCTION

204.6	4340.56	1915	739783.3436
257.8	6881.37	1915	1172826.296
327.4	11116.05	1915	1894563.982
409.2	17335.76	1915	2954620.256

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau 04: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout.

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	155.9838	62.19707921	544846.4138	6009655.9
163.6	115.7900	46.17018061	404450.7822	4461092.1
204.6	103.1953	41.14816825	360457.9539	3975851.2
257.8	99.1729	39.54426897	346407.7962	3820878
327.4	97.9363	39.05117859	342088.3244	3773234.2
409.2	97.58986	38.91304173	340878.2455	3759887

Tableau 05: Bilan du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout.

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	304483.8319	6009655.945	6 314 139.78
163.6	478151.9838	4461092.127	4 939 244.11
204.6	739783.3436	3975851.231	4 715 634.57
257.8	1172826.296	3820877.992	4 993 704.29
327.4	1894563.982	3773234.218	5 667 798.20
409.2	2954620.256	3759887.048	6 714 507.30

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1915 m.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

- **Tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout :**

Le débit du pompe est = 34.72 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{34.72 \times 10^{-3}} = 0,186 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{186 \text{ mm}}$$

Le diamètre est : Déco = 186 mm.

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont

regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 06: Calcul de la HMT du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	2115	34.72	2.585	328316.63	0.0116	103.54	63.804	70.184	173.724
163.6	2115	34.72	1.653	262492.76	0.0111	103.54	20.006	22.007	125.547
204.6	2115	34.72	1.057	209891.57	0.0107	103.54	6.282	6.9105	110.451
257.8	2115	34.72	0.666	166578.03	0.0103	103.54	1.899	2.0891	105.629
327.4	2115	34.72	0.413	131166.21	0.0098	103.54	0.552	0.6069	104.147
409.2	2115	34.72	0.264	104945.79	0.0095	103.54	0.174	0.1916	103.732

Tableau 07: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	2115	336283.7099
163.6	2805.48	2115	528089.5278
204.6	4340.56	2115	817045.3116
257.8	6881.37	2115	1295314.682
327.4	11116.05	2115	2092429.672
409.2	17335.76	2115	3263196.784

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 08: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers
forage 20 Aout

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	173.7245	72.16451727	632161.1713	6972737.7
163.6	125.5469	52.15172543	456849.1148	5039045.7
204.6	110.4505	45.88073748	401915.2603	4433125.3
257.8	105.6291	43.8779481	384370.8253	4239610.2
327.4	104.1469	43.26222602	378977.0999	4180117.4
409.2	103.73162	43.08973449	377466.0742	4163450.8

Tableau 09: Bilan du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	336283.7099	6972737.72	7 309 021.43
163.6	528089.5278	5039045.736	5 567 135.26
204.6	817045.3116	4433125.321	5 250 170.63
257.8	1295314.682	4239610.203	5 534 924.89
327.4	2092429.672	4180117.412	6 272 547.08
409.2	3263196.784	4163450.798	7 426 647.58

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 1,057 m/s et sur une longueur de 2115 m.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

- **Tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers Beb El-Gharbi :**

Le débit du pompe est = 34.72 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{34.72 \times 10^{-3}} = 0,186 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{186 \text{ mm}} .$$

Le diamètre est : Déco = 186 mm.

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 10: Calcul de la HMT du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_r(m)$	HMT(m)
130.8	1380	34.72	2.585	328316.63	0.0116	100.88	41.631	45.794	146.674
163.6	1380	34.72	1.653	262492.76	0.0111	100.88	13.054	14.359	115.239
204.6	1380	34.72	1.057	209891.57	0.0107	100.88	4.099	4.509	105.389
257.8	1380	34.72	0.666	166578.03	0.0103	100.88	1.239	1.3631	102.243
327.4	1380	34.72	0.413	131166.21	0.0098	100.88	0.360	0.396	101.276
409.2	1380	34.72	0.264	104945.79	0.0095	100.88	0.114	0.125	101.005

Tableau 11: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage
Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	Famort (DA)
130.8	1786.51	1380	219419.1582
163.6	2805.48	1380	344569.0536
204.6	4340.56	1380	533107.5792
257.8	6881.37	1380	845169.8634
327.4	11116.05	1380	1365273.261
409.2	17335.76	1380	2129178.043

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 12: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	146.6741	60.92789901	533728.3953	5887024.2
163.6	115.2391	47.86990717	419340.3868	4625324.5
204.6	105.3890	43.77819872	383497.0207	4229972.1
257.8	102.2431	42.47141415	372049.588	4103707
327.4	101.2760	42.06966641	368530.2778	4064889
409.2	101.00503	41.95711875	367544.3603	4054014.3

Tableau 13: Bilan du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	219419.1582	5887024.2	6 106 443.36
163.6	344569.0536	4625324.466	4 969 893.52
204.6	533107.5792	4229972.139	4 763 079.72
257.8	845169.8634	4103706.955	4 948 876.82
327.4	1365273.261	4064888.964	5 430 162.23
409.2	2129178.043	4054014.294	6 183 192.34

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 1,057 m/s et sur une longueur de 1380 m.

- Tronçon N°4 : Forage Gharbia vers Beb El-Gharbi**

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt[3]{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow \mathbf{D_{eco} = 182 \text{ mm.}}$$

Le diamètre est : $D_{eco} = 182 \text{ mm.}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés

CHAPITRE 04: ADDUCTION

dans les tableaux suivants :

Tableau 14: Calcul de la HMT du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	Hg(m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1270	33.33	2.482	315183.97	0.0116	98.51	35.309	38.84	137.35
163.6	1270	33.33	1.587	251993.05	0.0111	98.51	11.071	12.179	110.689
204.6	1270	33.33	1.014	201495.91	0.0107	98.51	3.477	3.8242	102.334
257.8	1270	33.33	0.639	159914.91	0.0103	98.51	1.051	1.1561	99.6661
327.4	1270	33.33	0.396	125919.56	0.0098	98.51	0.305	0.3358	98.8458
409.2	1270	33.33	0.254	100747.95	0.0095	98.51	0.096	0.106	98.616

Tableau 15: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage

Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	Famort (DA)
130.8	1786.51	1270	201929.2253
163.6	2805.48	1270	317103.4044
204.6	4340.56	1270	490613.4968
257.8	6881.37	1270	777801.2511
327.4	11116.05	1270	1256447.132
409.2	17335.76	1270	1959460.953

Source : SARL CHIALI Tubes

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 16: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	137.3498	54.77241933	479806.3934	5292264.5
163.6	110.6885	44.14042524	386670.1251	4264971.5
204.6	102.3342	40.80890072	357485.9703	3943070.3
257.8	99.6661	39.744899	348165.3152	3840263.4
327.4	98.8458	39.41779054	345299.8451	3808657.3
409.2	98.61604	39.32615271	344497.0977	3799803

Tableau 17: Bilan du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	201929.2253	5292264.519	5 494 193.74
163.6	317103.4044	4264971.48	4 582 074.88
204.6	490613.4968	3943070.252	4 433 683.75
257.8	777801.2511	3840263.427	4 618 064.68
327.4	1256447.132	3808657.292	5 065 104.42
409.2	1959460.953	3799802.988	5 759 263.94

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1270 m.

- Tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers Beb Echargui :**

Le débit du pompe est = 30.00 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{30.00 \times 10^{-3}} = 0,173 \Rightarrow \mathbf{D_{eco} = 173 \text{ mm.}}$$

Le diamètre est : Déco = 173 mm.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 18: Calcul de la HMT du tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	Hg(m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1380	34.72	2.585	328295.62	0.0116	102.74	41.626	45.788	148.528
163.6	1380	34.72	1.653	262475.96	0.0111	102.74	13.052	14.357	117.097
204.6	1380	34.72	1.057	209878.14	0.0107	102.74	4.099	4.5084	107.248
257.8	1380	34.72	0.665	166567.37	0.0103	102.74	1.239	1.3629	104.103
327.4	1380	34.72	0.413	131157.81	0.0098	102.74	0.360	0.3959	103.136
409.2	1380	34.72	0.264	104939.07	0.0095	102.74	0.114	0.125	102.865

Tableau 19: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°5 : Forage Beb El- Gharbi vers

forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	Famort (DA)
130.8	1786.51	1380	219419.1582
163.6	2805.48	1380	344569.0536
204.6	4340.56	1380	533107.5792
257.8	6881.37	1380	845169.8634
327.4	11116.05	1380	1365273.261
409.2	17335.76	1380	2129178.043

Source : SARL CHIALI Tubes

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 20: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers forage
Beb Echargui

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	148.5283	61.69415269	540440.7776	5961061.8
163.6	117.0973	48.63866783	426074.7302	4699604.3
204.6	107.2484	44.54774493	390238.2456	4304327.8
257.8	104.1029	43.24121126	378793.0106	4178086.9
327.4	103.1359	42.83954065	375274.3761	4139276.4
409.2	102.86501	42.7270146	374288.6479	4128403.8

Tableau 21: Bilan du tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	219419.1582	5961061.777	6 180 480.94
163.6	344569.0536	4699604.274	5 044 173.33
204.6	533107.5792	4304327.849	4 837 435.43
257.8	845169.8634	4178086.907	5 023 256.77
327.4	1365273.261	4139276.368	5 504 549.63
409.2	2129178.043	4128403.786	6 257 581.83

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 0,913 m/s et sur une longueur de 1380 m.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

- **Tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui :**

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt[3]{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow \mathbf{D_{eco} = 182 \text{ mm.}}$$

Le diamètre est : $D_{eco} = 182 \text{ mm.}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 22: Calcul de la HMT du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	Hg(m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1290	33.33	2.482	315183.97	0.0116	97.95	35.865	39.451	137.401
163.6	1290	33.33	1.587	251993.05	0.0111	97.95	11.246	12.37	110.32
204.6	1290	33.33	1.014	201495.91	0.0107	97.95	3.531	3.8845	101.834
257.8	1290	33.33	0.639	159914.91	0.0103	97.95	1.068	1.1743	99.1243
327.4	1290	33.33	0.396	125919.56	0.0098	97.95	0.310	0.3411	98.2911
409.2	1290	33.33	0.254	100747.95	0.0095	97.95	0.098	0.1077	98.0577

Tableau 23: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	Famort (DA)
130.8	1786.51	1290	205109.2131
163.6	2805.48	1290	322097.1588
204.6	4340.56	1290	498339.6936
257.8	6881.37	1290	790050.0897
327.4	11116.05	1290	1276233.701
409.2	17335.76	1290	1990318.606

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 24: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb

Echargui

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	137.4014	54.79301649	479986.8244	5294254.7
163.6	110.3203	43.99358942	385383.8433	4250783.8
204.6	101.8345	40.60959994	355740.0955	3923813.3
257.8	99.1243	39.52884229	346272.6585	3819387.4
327.4	98.2911	39.19658252	343362.0629	3787283.6
409.2	98.05771	39.10350157	342546.6737	3778289.8

Tableau 25: Bilan du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	205109.2131	5294254.673	5 499 363.89
163.6	322097.1588	4250783.792	4 572 880.95
204.6	498339.6936	3923813.253	4 422 152.95
257.8	790050.0897	3819387.423	4 609 437.51
327.4	1276233.701	3787283.553	5 063 517.25
409.2	1990318.606	3778289.811	5 768 608.42

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1290 m.

- **Tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia :**

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow \mathbf{D_{eco} = 182 \text{ mm.}}$$

Le diamètre est : Déco = 182 mm.

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 26: Calcul de la HMT du tronçon :

Forage Dhahraouia vers le point plus loin et la plus haute de la zone de distribution

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	Hg(m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
204.6	1200	33.33	1.014	201495.91	0.0107	3.52	3.285	3.6135	7.133

Tableau 27: Calcul de la HMT du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	Hg(m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1970	33.33	2.482	315183.97	0.0116	67.50	54.771	60.248	127.748
163.6	1970	33.33	1.587	251993.05	0.0111	67.50	17.174	18.891	86.391
204.6	1970	33.33	1.014	201495.91	0.0107	67.50	5.393	5.9321	73.432
257.8	1970	33.33	0.639	159914.91	0.0103	67.50	1.630	1.7933	69.293
327.4	1970	33.33	0.396	125919.56	0.0098	67.50	0.474	0.5209	68.021
409.2	1970	33.33	0.254	100747.95	0.0095	67.50	0.150	0.1645	67.664

Tableau 28: HMT Total du tronçon N°7

D (mm)	L total(m)	HMT(m)
130.8	3170	134.881
163.6	3170	93.525
204.6	3170	80.566
257.8	3170	76.427
327.4	3170	75.154
409.2	3170	74.798

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 29: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage

Dhahraouia

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	Famort (DA)
130.8	1786.51	1970	313228.7983
163.6	2805.48	1970	491884.8084
204.6	4340.56	1970	761030.3848
257.8	6881.37	1970	1206510.602
327.4	11116.05	1970	1948977.047
409.2	17335.76	1970	3039478.801

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau 30: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage

Dhahraouia

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	134.8810	53.78791953	471182.1751	5197139.4
163.6	93.5246	37.29577121	326710.9558	3603621.8
204.6	80.5656	32.12797333	281441.0463	3104294.7
257.8	76.4268	30.47751397	266983.0224	2944822.7
327.4	75.1544	29.97010951	262538.1593	2895795.9
409.2	74.7979	29.82796264	261292.9527	2882061.3

Tableau 31: Bilan du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	313228.7983	5197139.391	5 510 368.19
163.6	491884.8084	3603621.843	4 095 506.65
204.6	761030.3848	3104294.741	3 865 325.13

CHAPITRE 04: ADDUCTION

257.8	1206510.602	2944822.737	4 151 333.34
327.4	1948977.047	2895795.897	4 844 772.94
409.2	3039478.801	2882061.268	5 921 540.07

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1970 m.

- **Tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia :**

Le débit du pompe est = 30.00 l/s

$$D_{eco} = \sqrt[3]{30.00 \times 10^{-3}} = 0,173 \Rightarrow \mathbf{D_{eco} = 173 \text{ mm} .}$$

Le diamètre est : $D_{eco} = 173 \text{ mm}.$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau 32: Calcul de la HMT du tronçon :

forage Dhahraouia vers la point plus loin et la plus haute de la zone de distribution

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	Hg(m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
204.6	1200	30.00	0.913	181346.32	0.0107	3.52	2.661	2.9269	6.447

Tableau 33: Calcul de la HMT du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage

Dhahraouia

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	Hg(m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1830	30.00	2.234	283665.57	0.0116	88.38	41.211	45.332	133.712
163.6	1830	30.00	1.428	226793.75	0.0111	88.38	12.922	14.214	102.594
204.6	1830	30.00	0.913	181346.32	0.0107	88.38	4.058	4.4635	92.844
257.8	1830	30.00	0.575	143923.42	0.0103	88.38	1.227	1.3494	89.729
327.4	1830	30.00	0.357	113327.6	0.0098	88.38	0.356	0.392	88.772
409.2	1830	30.00	0.228	90673.159	0.0095	88.38	0.113	0.1238	88.504

CHAPITRE 04: ADDUCTION

Tableau 34: HMT Total du tronçon N°8

D (mm)	L total(m)	HMT(m)
130.8	3030	140.159
163.6	3030	109.041
204.6	3030	99.290
257.8	3030	96.176
327.4	3030	95.219
409.2	3030	94.951

Tableau 35: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage

Dhahraouia

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	Famort (DA)
130.8	1786.51	1830	290968.8837
163.6	2805.48	1830	456928.5276
204.6	4340.56	1830	706947.0072
257.8	6881.37	1830	1120768.732
327.4	11116.05	1830	1810471.064
409.2	17335.76	1830	2823475.231

Tableau 36: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage

Dhahraouia

Diamètre (mm)	HMT(m)	Pabs (kw)	E (kwh)	Fexp (DA)
156.8	140.1594	50.30353969	440659.0077	4860468.9
163.6	109.0413	39.13517405	342824.1247	3781350.1
204.6	99.2904	35.63557805	312167.6637	3443209.3

CHAPITRE 04: ADDUCTION

257.8	96.1763	34.5178987	302376.7926	3335216
327.4	95.2189	34.17428801	299366.763	3302015.4
409.2	94.9507	34.07802715	298523.5179	3292714.4

Tableau 37: Bilan du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	Famort (DA)	Fexp (DA)	Bilan (DA)
156.8	290968.8837	4860468.855	5 151 437.74
163.6	456928.5276	3781350.096	4 238 278.62
204.6	706947.0072	3443209.331	4 150 156.34
257.8	1120768.732	3335216.023	4 455 984.75
327.4	1810471.064	3302015.395	5 112 486.46
409.2	2823475.231	3292714.402	6 116 189.63

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de 250 mm, avec une vitesse de 0,913 m/s et sur une longueur de 1830 m.

Conclusion :

L'étude faite dans ce chapitre a permis de choisir la variante d'adduction la plus avantageuse du point de vue économique et technique, ainsi que le calcul des diamètres adéquats pour chaque tronçon.

CHAPITRE 05 :
MODELISATION DU
RESEAU SUR
WATERCAD

Introduction:

La modélisation est la conception d'un modèle. Selon son objectif et les moyens utilisés, la modélisation est dite mathématique, géométrique, 3D, hydraulique (ex : modélisation de réseau d'alimentation en eau potable) ... Elle nécessite généralement d'être calée par des données géographique (données propres du site) et des données numériques, lesquelles passent par le paramétrage et le calibrage des

« modèles » utilisés.

Les données géographiques sont la topographie du terrain et les altitudes pour le positionnement des réservoirs d'eau et les côtes des nœuds.

Les données numériques sont les types des matériaux, les diamètres des conduites et les longueurs des tronçons. A cela s'ajoute les types des réservoirs et les pompes. Dans notre cas, nous avons utilisé le WaterCAD.

V.1 Présentation du logiciel WaterCAD/

Watercad est une application conviviale qui permet de modéliser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Pour gérer leurs infrastructures, de nombreux services publics, services municipaux et bureau d'étude font confiance à Watercad, un outil fiable et économique qui facilite la prise de décision.

Du contrôle des systèmes de lutte contre les incendies à l'analyse de l'eau, de la consommation énergétique et à la gestion des coûts. Watercad aide à analyser, concevoir et optimiser les réseaux de distribution d'eau.

➤ Environnement autonome ou plate-forme :

Watercad vous permet de choisir votre environnement de travail : mode autonome ou intégré à Micro station, prêts à l'emploi ; intégration à Auto

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD.

CAD en option. Quel que soit votre choix, Watercad génère le même jeu de fichiers, compatible entre plates- formes.

D'une souplesse exceptionnelle, l'interface autonome propose des outils de modélisation d'emploi facile, supporte des arrières- plans multiples.

➤ Rationalisation de la modélisation :

Les utilisateurs peuvent créer des modèles hydrauliquement connectés directement à partir des dessins CAO ; importer une topologie et des données depuis un SIG ; créer des connexions bidirectionnelles persistantes entre le modèle Watercad et des fichiers shape file des bases de données ou des feuilles de calcul.

➤ Gestion de la qualité de l'eau :

Des fonctions intégrées permettent d'analyser les constituants de l'eau, son âge, son mélange dans les réservoirs et la traçabilité des sources.

Il est ainsi possible de programmer la chloration de simuler des contaminations, de visualiser les zones d'influences des différentes sources, et ainsi d'améliorer la turbidité, le goût et l'odeur de l'eau en identifiant les problèmes de mélange au sein du système

- Analyse de la dépense d'incendie :

Grace à fire flow Navigator, les utilisateurs de WaterCAD, évaluent rapidement et précisément l'efficacité du réseau de protection contre les incendies.

Watercad modélise simultanément plusieurs incendies au sein de l'ensemble du système.

- Analyses de criticité et modélisation des opérations :

Le centre d'analyse de criticité les actifs stratégiques au sein d'une infrastructure de distribution d'eau et évalue les risques en cas de panne. De plus, grâce aux commandes d'exploitation régies par des règles, au pompage à vitesse variable et à la gestion de la consommation en fonction de la pression, les ingénieurs détectent les goulots d'étranglement

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD.

et réduite la consommation d'énergie. Ils peuvent ainsi modéliser les opérations en temps réel pour améliorer les performances des systèmes.

- Génération de scenarios de conception :

Le centre de pilotage des scenarios de Watercad donne un contrôle total sur la configuration, l'exécution, l'évaluation, la visualisation et la comparaison d'un nombre illimité d'alternatives de conception à l'intérieur d'un même fichier. Les ingénieurs peuvent comparer les approches possibles, analyser les alternatives de réhabilitation en fonction d'échéance planifiées et ainsi que les possibilités de vidange en cas de consommation.

Le WaterCAD peut être utilisé directement (figure ci-dessous) ou intégré sur AutoCAD (figure ci-dessous.), ainsi permettant la conception, la modélisation et la simulation des réseaux d'alimentation en eau potable sous AutoCAD sur un plan de pose. Il permet également l'import et l'export des réseaux à d'autres logiciels de modélisation hydraulique à l'instar d'EPANET. Il permet également l'import des réseaux à partir d'AutoCAD par le biais d'EPACAD.

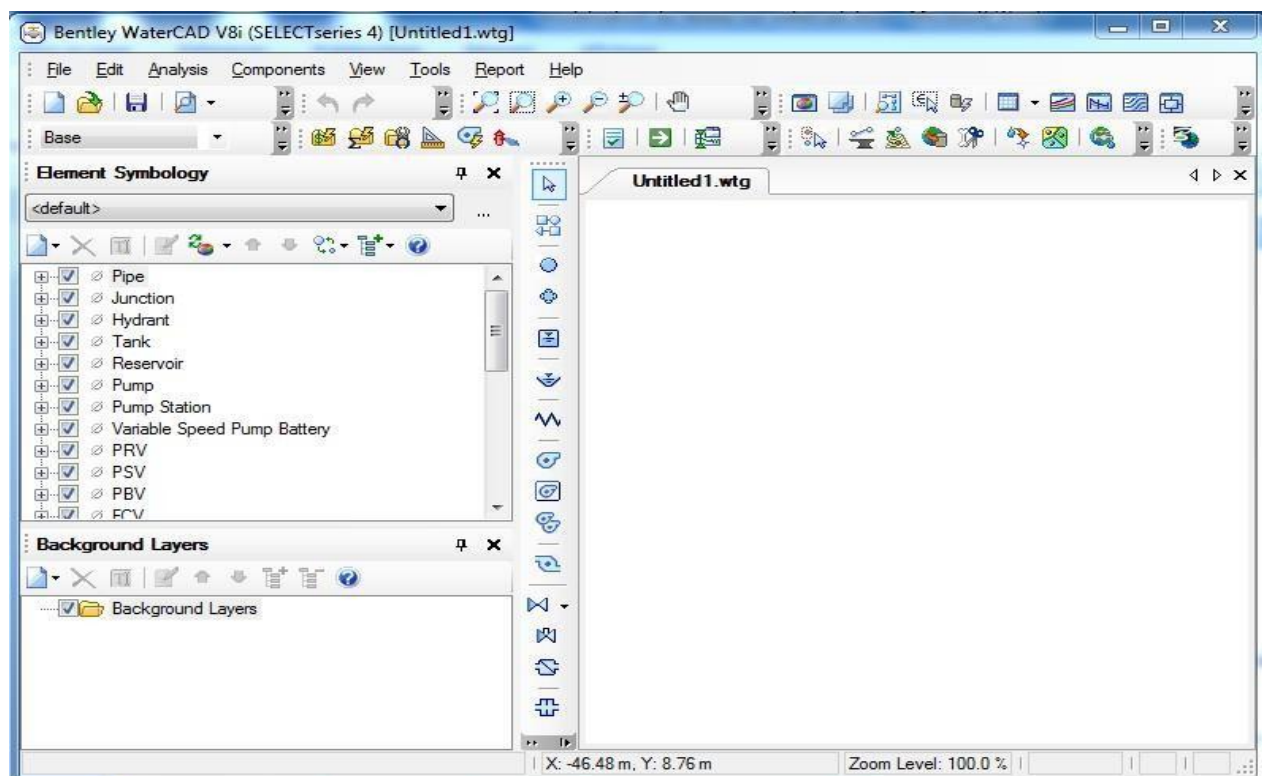


Figure 01 : Espace de travail du logiciel WaterCAD

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD.

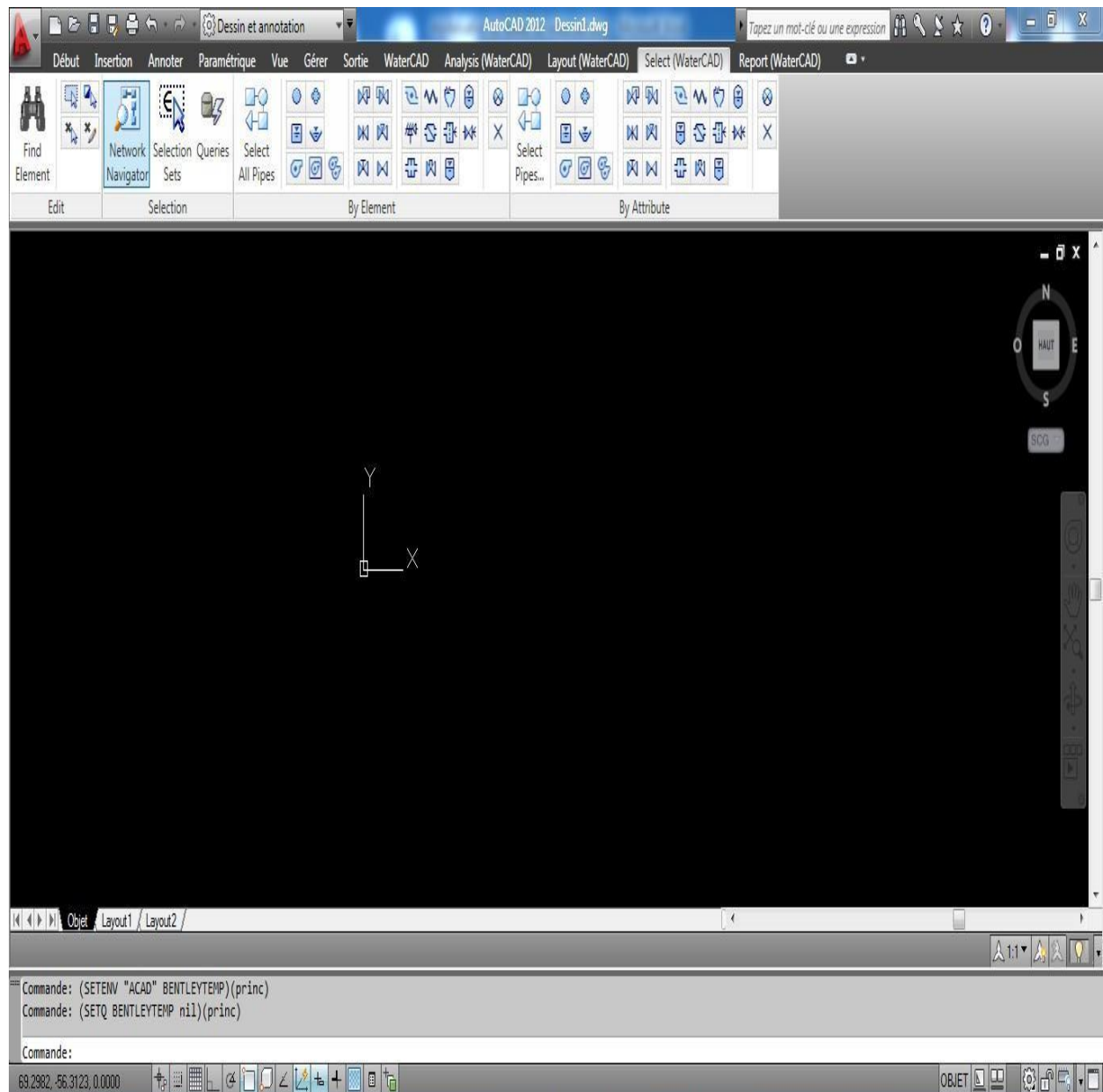


Figure 02 : WaterCAD intégré dans AutoCAD

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD.

V.2 Les données nécessaires pour WaterCAD

- Les nœuds (Junction), ils nécessitent les côtes et les débits de nœuds.
- Les conduites (pipe), elles nécessitent les longueurs des tronçons, les diamètres, les matériaux et leur rugosités (voire ci-dessous).

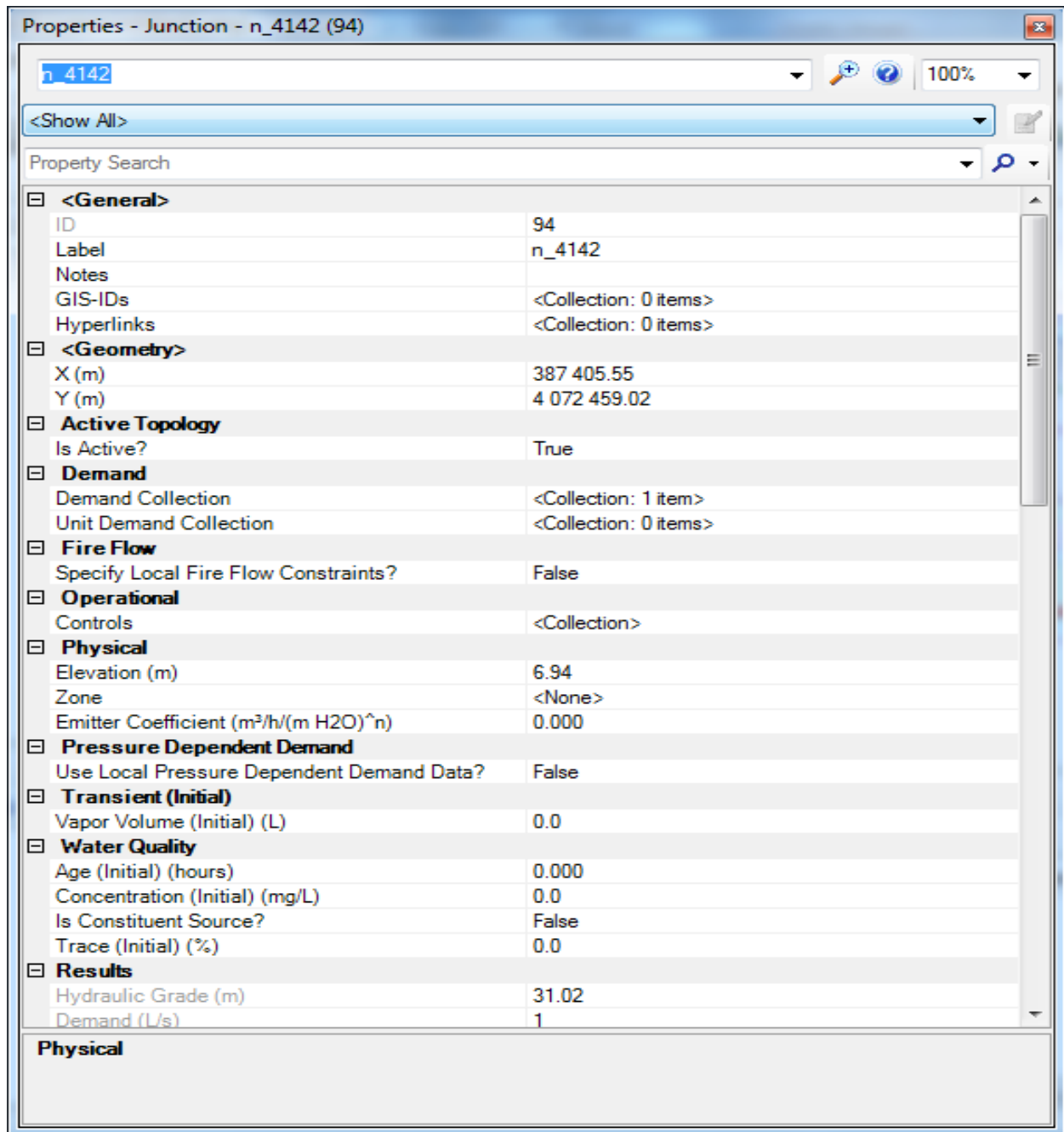


Figure 03 : Description des éléments des nœuds.

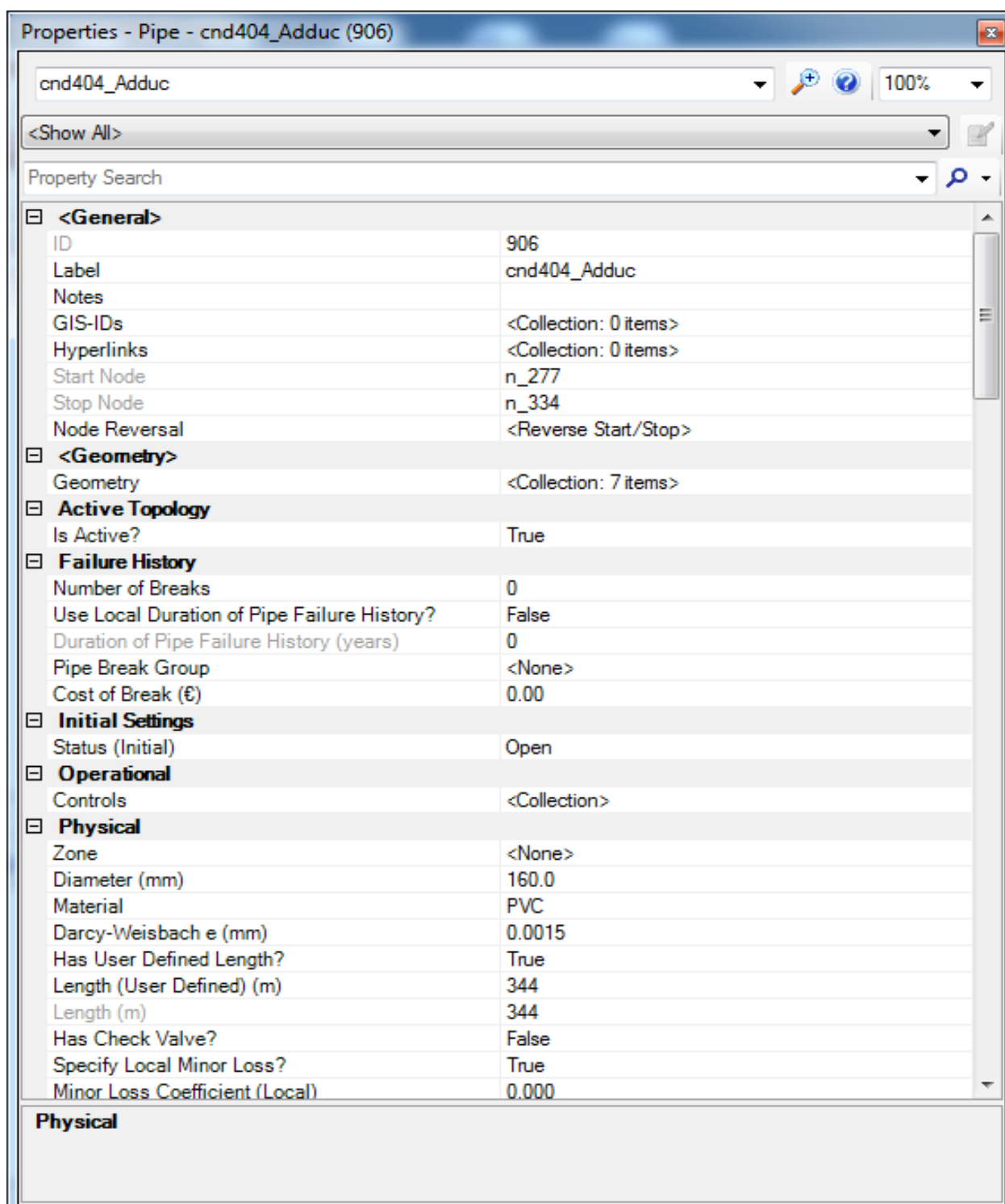


Figure 04 : Description des éléments des conduites.

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD.

V.3 Résultats de la simulation:

Deux réseaux ont été construits sous WaterCAD (figure 42 et figure 43 ci- dessous) :

- 1^{er} réseaux représentant l'état actuel
- Le second représentant le réseau avec le nouveau simulation.

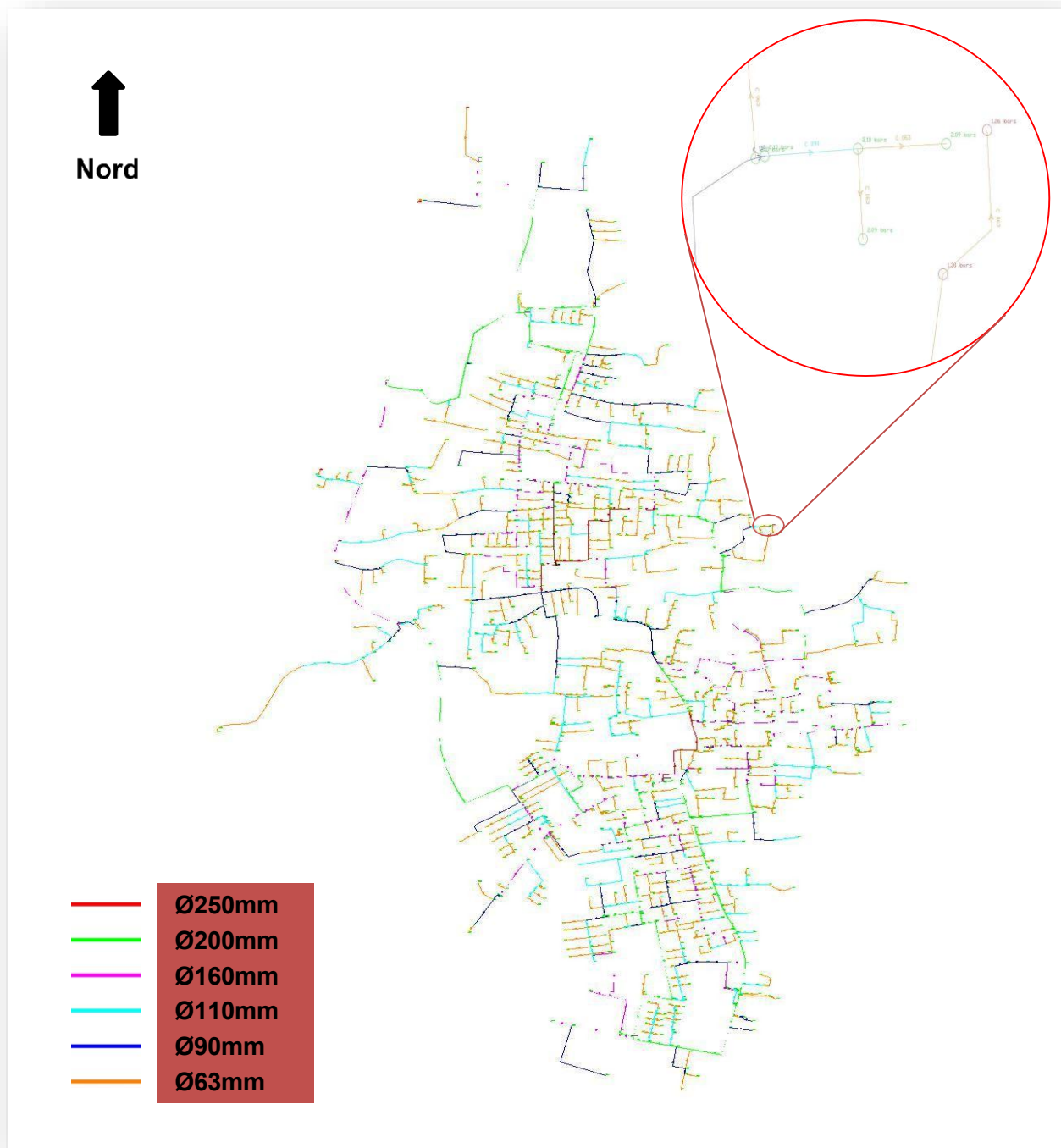


Figure 05: Réseau de distribution actuelle

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD.

V.3.1 Résultat dans le 1^{er} réseau:

Essentiellement dans les systèmes d'alimentation en eaux potable on s'intéresse aux vitesses dans les conduites et les pressions sur les nœuds.



Figure 06 : réseau de distribution avec le nouveau changement des conduites et des nœuds

CHAPITRE 05 : MODELISATION DU RESEAU SUR WATERCAD.

V.3.2 Résultat dans le 2^{ème} réseau :

Dans cette partie nous avons rajouté le nouveau changement des conduites avec ses caractéristiques, et nous avons effectué les modifications dans le réseau selon les recommandations des services de l'hydraulique. Nous avons refait les simulations.

Nous remarquons que les pressions sur la majorité des nœuds s'améliorent Nettement, plus de faibles pressions et plus de pressions négatives.

En ce qui concerne les vitesses dans les tronçons une légère amélioration se fait. Mais globalement elles restent hors valeurs recommandées.

-Note:

Les informations détaillées et les données de simulation relatives au logiciel WaterCAD se trouvent en annexe ci-dessous.

V.4 Synthèse sur le fonctionnement du réseau:

Après analyse des résultats de simulation, et après discussion avec les services concernées (ADE et Hydraulique), nous sommes rendus compte que le réseau réellement est surdimensionné ce qui explique la non- amélioration des vitesses.

Les services exploitants pour faire desservir les abonnés recours à de nombreuses manipulations et jeux de vannes lors de la distribution. Nous avons essayé de simuler ces manœuvres sous WaterCAD mais sans succès.

Pour améliorer le fonctionnement du réseau trois possibilités existent :

- 1- Augmenter le stockage : cette option est difficile a réalisé et très couteuse. Enplus elle n'est pas envisageable pour le moment (politique d'austérité).
- 2- Redimensionner le réseau pour réduire les diamètres : cette option aussi n'estpas viable car elle sera très couteuse et irréalisable.
- 3- La sectorisation du réseau : cette option est la plus plausible mais elle nécessite une étude approfondie vue l'architecture du réseau.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La gestion des réseaux d'AEP a pour principal objectif de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité, à un prix le plus bas possible et avec une continuité du service sans défaut. Une bonne gestion du réseau passe toujours par une bonne connaissance de ces infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et un entretien de ce réseau. Mais avec le temps ce réseau vieillit, engendrant des perturbations. Une dégradation de la qualité de l'eau est observée. Différents facteurs, nommés aussi «les facteurs de désordre», sont à l'origine de ces dégradations. Ils sont d'origines internes (matériau, diamètre, la résistance à la corrosion du matériau, ...), externes (le sol, les fuites, le mouvement des sols...) et liés à l'exploitation du réseau (débit, pression, vitesse, nature de l'eau.).

Sur le réseau « de Guemar » le développement de la ville a entraîné une. Toutefois il existe au niveau de certains tronçons des vitesses très faibles, ce qui explique l'existence d'un surdimensionnement du réseau.

Annexe

Tableau des pressions aux nœuds réseau de distribution actuelle						
Label	X (m)	Y (m)	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (bars)	Hydraulic Grade (m)
J-2	307479.490	3715968.290	49.440	00.03	02.68	76.86
J-3	307151.770	3716660.930	48.120	00.02	01.97	68.20
J-4	307153.590	3716659.380	48.100	00.02	01.97	68.20
J-5	308476.190	3716068.980	48.000	00.06	01.82	66.63
J-6	308474.230	3716065.500	48.000	00.03	01.82	66.63
J-7	307349.240	3715836.580	50.760	00.06	02.56	76.91
J-8	307349.220	3715832.390	50.760	00.09	02.56	76.91
J-9	308125.800	3715922.430	47.130	00.02	02.56	73.24
J-10	308122.260	3715919.180	47.150	00.02	02.55	73.24
J-11	308242.440	3716003.770	47.040	00.12	01.97	67.13
J-12	308246.560	3716000.980	46.980	00.02	01.97	67.13
J-13	308038.070	3715810.000	47.740	00.02	02.52	73.49
J-14	308033.900	3715807.370	47.760	00.02	02.52	73.49
J-15	308482.200	3716021.540	48.000	00.04	01.82	66.63
J-16	308487.470	3716020.740	48.000	00.03	01.82	66.63
J-17	307925.670	3715705.100	48.600	00.07	02.44	73.54
J-19	307942.810	3715484.910	49.790	00.03	02.31	73.41
J-20	307936.850	3715484.790	49.910	00.04	02.30	73.41
J-21	308228.410	3715789.450	47.960	00.07	02.47	73.17
J-22	308225.950	3715795.600	47.990	00.04	02.46	73.17
J-23	308435.970	3715911.370	46.810	00.06	01.94	66.63
J-24	308441.120	3715907.120	46.860	00.07	01.94	66.63
J-25	308219.290	3715796.400	47.990	00.11	02.46	73.17
J-26	307025.130	3716390.880	49.230	00.03	01.84	67.99

J-27	307018.150	3716391.080	49.230	00.03	01.84	67.99
J-28	308115.260	3715918.430	47.180	00.05	02.55	73.24
J-29	307946.110	3715616.300	48.960	00.04	02.41	73.54
J-30	307943.280	3715622.780	48.920	00.05	02.41	73.54
J-31	308126.830	3714571.250	51.290	00.01	02.68	78.64
J-32	308133.970	3714570.580	51.110	00.07	02.69	78.64
J-33	307720.660	3715591.950	52.800	00.05	02.03	73.59
J-34	307721.720	3715582.990	52.870	00.01	02.03	73.59
J-35	308293.520	3716269.000	47.580	00.27	01.71	65.06
J-36	308287.460	3716262.090	47.530	00.13	01.72	65.09
J-38	307993.570	3715705.000	47.900	00.05	02.48	73.27
J-39	307776.120	3716033.600	47.480	00.04	02.54	73.42
J-40	307784.090	3716028.080	47.480	00.04	02.54	73.42
J-41	307252.590	3715678.790	54.180	00.12	02.26	77.32
J-42	307251.170	3715669.140	54.470	00.02	02.24	77.33
J-43	308485.540	3716071.930	48.000	00.25	01.82	66.62
J-44	308185.130	3715665.470	47.410	00.05	02.53	73.29
J-45	308191.570	3715674.800	47.450	00.04	02.53	73.29
J-46	307722.990	3714568.780	56.960	00.10	02.21	79.49
J-47	307717.850	3714579.690	56.700	00.18	02.23	79.47
J-48	307774.430	3716045.680	47.550	00.11	02.53	73.42
J-49	308465.990	3716041.970	48.000	00.07	01.83	66.68
J-50	308478.210	3716042.460	48.000	00.01	01.82	66.65
J-51	307529.420	3716888.140	45.870	00.02	02.16	67.96

J-52	307529.590	3716900.410	45.810	00.05	02.17	67.96
J-53	308258.790	3716002.520	46.950	00.09	01.97	67.13
J-54	307661.630	3716891.500	45.570	00.03	02.18	67.88
J-55	307649.050	3716892.020	45.630	00.04	02.18	67.88
J-56	307972.540	3715703.640	47.950	00.02	02.48	73.27
J-57	307216.710	3715492.860	56.000	00.08	02.09	77.39
J-58	307223.660	3715481.820	56.000	00.02	02.09	77.39
J-59	307935.340	3715498.080	49.840	00.03	02.31	73.41
J-60	307514.530	3715426.790	55.550	00.04	02.13	77.37
J-61	307506.890	3715438.190	55.870	00.04	02.10	77.37
J-62	308089.430	3715880.400	47.340	00.05	02.56	73.49
J-63	308082.770	3715892.900	47.330	00.03	02.56	73.49
J-65	308117.990	3716004.860	47.550	00.16	01.92	67.18
J-66	307189.820	3715230.240	56.000	00.06	02.00	76.47
J-67	307195.040	3715243.590	56.000	00.05	02.00	76.48
J-68	308036.050	3715822.520	47.720	00.04	02.52	73.49
J-69	306849.270	3716375.250	50.060	00.13	02.20	72.53
J-70	306849.940	3716360.740	50.080	00.10	02.20	72.53
J-71	307630.440	3716118.520	47.970	00.09	02.47	73.19
J-72	307616.800	3716123.800	47.930	00.05	02.47	73.19
J-73	307845.180	3714450.920	56.950	00.02	02.17	79.16
J-74	307859.830	3714448.210	56.830	00.14	02.19	79.16
J-75	307945.410	3715601.300	49.200	00.10	02.38	73.54
J-76	308139.590	3715928.430	47.080	00.05	02.56	73.24
J-77	308004.990	3715944.010	47.640	00.03	02.51	73.27
J-78	308020.150	3715943.710	47.570	00.04	02.52	73.27
J-79	307642.160	3716180.850	47.720	00.08	02.49	73.16

J-80	307629.350	3716172.480	47.730	00.04	02.49	73.15
J-81	308060.590	3715759.300	47.880	00.04	02.49	73.27
J-82	308045.600	3715759.530	47.890	00.03	02.48	73.27
J-83	308228.490	3714560.090	50.000	00.07	02.77	78.28
J-84	308212.860	3714562.450	50.000	00.06	02.77	78.33
J-85	308478.840	3716037.330	48.000	00.01	01.82	66.64
J-86	308066.010	3715892.230	47.400	00.03	02.55	73.49
J-87	307850.020	3714703.030	55.740	00.05	02.24	78.62
J-88	307833.500	3714699.970	55.080	00.07	02.30	78.62
J-89	307850.220	3714480.300	56.830	00.01	02.19	79.16
J-90	307866.910	3714477.670	56.530	00.10	02.21	79.16
J-91	308581.100	3715721.410	47.660	00.06	02.48	72.96
J-92	308588.770	3715706.310	47.590	00.01	02.48	72.96
J-93	307272.000	3716356.280	48.000	00.09	01.94	67.80
J-94	307279.680	3716340.760	48.000	00.07	01.94	67.80
J-95	307576.420	3716009.780	48.810	00.07	02.39	73.20
J-96	307562.090	3715999.930	48.990	00.09	02.37	73.20
J-97	308014.470	3715727.360	47.900	00.03	02.48	73.27
J-98	308013.820	3715744.780	47.920	00.02	02.48	73.27
J-99	308067.640	3715843.440	47.540	00.01	02.54	73.50
J-100	308067.130	3715825.840	47.590	00.02	02.53	73.49
J-101	307679.690	3716890.070	45.550	00.06	02.19	67.88
J-102	307809.030	3716277.240	48.000	00.09	02.47	73.24
J-103	307821.500	3716290.450	47.890	00.04	02.48	73.20
J-104	307994.910	3715725.950	47.940	00.02	02.48	73.27

J-105	307957.470	3716872.260	45.770	00.03	02.13	67.55
J-106	307939.240	3716875.360	45.670	00.08	02.14	67.55
J-107	307967.210	3715950.990	47.790	00.03	02.50	73.32
J-108	307967.920	3715969.870	47.780	00.03	02.50	73.32
J-109	307731.090	3716713.250	46.000	00.08	02.14	67.87
J-110	307730.460	3716694.160	46.060	00.09	02.13	67.87
J-111	307882.820	3716268.530	47.400	00.08	02.51	73.05
J-112	307867.300	3716257.050	47.440	00.05	02.51	73.06
J-113	305999.210	3715813.210	50.000	00.00	01.91	69.48
J-114	305992.050	3715795.120	50.000	00.00	01.91	69.48
J-115	306852.070	3716616.040	49.510	00.15	02.19	71.89
J-116	306871.550	3716617.310	49.380	00.20	02.20	71.89
J-117	306834.770	3716507.220	50.000	00.03	02.13	71.81
J-118	306834.140	3716487.640	50.000	00.27	02.13	71.80
J-119	308244.860	3715865.260	47.200	00.07	02.55	73.24
J-120	308225.290	3715866.350	47.170	00.07	02.55	73.24
J-121	307335.370	3715366.680	56.000	00.03	02.01	76.54
J-122	307346.330	3715350.270	56.000	00.06	02.01	76.54
J-123	307975.660	3715188.950	51.160	00.03	02.67	78.46
J-124	307995.230	3715191.920	50.980	00.14	02.69	78.46
J-125	307549.060	3715419.350	54.690	00.02	02.22	77.36
J-126	307568.480	3715424.140	54.180	00.04	02.27	77.36
J-127	307583.550	3716838.890	46.060	00.03	02.15	67.97
J-128	307584.100	3716858.900	45.960	00.03	02.15	67.97
J-129	307767.170	3714451.170	57.930	00.01	02.10	79.37
J-130	307788.110	3714447.250	57.660	00.02	02.12	79.37
J-131	308508.880	3716022.280	48.000	00.30	01.82	66.61

J-132	307253.920	3715313.400	56.000	00.03	02.01	76.52
J-133	307266.220	3715331.640	56.000	00.04	02.01	76.52
J-134	308011.500	3715767.310	47.930	00.04	02.48	73.27
J-136	307414.610	3716842.510	46.000	00.06	02.18	68.26
J-137	307102.680	3716295.110	48.330	00.03	01.89	67.65
J-138	307103.970	3716317.390	48.480	00.04	01.88	67.65
J-139	308592.070	3715701.450	47.570	00.01	02.48	72.88
J-140	308579.800	3715682.660	47.450	00.13	02.49	72.87
J-141	307992.540	3715136.290	50.200	00.05	02.77	78.46
J-142	308014.720	3715140.070	50.000	00.12	02.79	78.46
J-143	307590.670	3716177.780	47.650	00.08	02.49	73.14
J-144	307568.410	3716181.810	47.690	00.13	02.49	73.13
J-145	307352.220	3715859.110	50.590	00.22	02.57	76.90
J-146	308246.660	3715887.970	46.930	00.05	02.58	73.24
J-147	307295.900	3715077.520	56.000	00.17	01.97	76.12
J-148	307314.420	3715063.700	56.000	00.19	01.97	76.12
J-149	306829.710	3718277.630	48.930	00.97	01.61	65.36
J-150	306808.290	3718268.470	49.150	04.50	01.29	62.38
J-151	308615.730	3715702.130	47.630	00.11	02.47	72.88
J-152	308230.840	3715729.420	47.680	00.08	02.50	73.19
J-153	308231.750	3715753.220	47.790	00.07	02.48	73.18
J-154	307420.760	3716462.810	47.750	00.01	02.00	68.16
J-155	307415.620	3716486.280	47.540	00.10	02.02	68.16
J-156	307521.270	3717404.150	44.790	00.03	02.50	70.38
J-157	307528.280	3717427.700	44.510	00.05	02.53	70.38

J-158	307169.940	3716781.650	47.700	00.08	02.01	68.19
J-159	307194.570	3716782.160	47.500	00.03	02.02	68.18
J-160	307170.810	3717246.500	49.310	00.03	01.88	68.51
J-161	307165.920	3717222.020	49.420	00.05	01.87	68.51
J-162	307623.650	3715314.580	53.290	00.01	01.99	73.61
J-163	307619.910	3715339.300	53.040	00.05	02.01	73.61
J-164	308008.990	3715804.610	47.860	00.05	02.51	73.49
J-165	307482.030	3717417.330	45.380	00.02	02.45	70.38
J-166	307489.320	3717441.540	45.190	00.05	02.47	70.38
J-167	307964.720	3715842.700	47.880	00.07	02.51	73.50
J-168	307965.310	3715817.410	47.970	00.06	02.50	73.50
J-169	307605.810	3715311.250	53.500	00.05	01.97	73.61
J-170	307630.770	3715316.040	53.240	00.02	01.99	73.61
J-171	307754.230	3715564.220	52.400	00.04	02.07	73.60
J-172	307728.930	3715561.520	52.680	00.04	02.05	73.60
J-173	307667.470	3716178.220	47.770	00.17	02.49	73.17
J-174	307715.970	3715294.160	52.780	00.07	02.04	73.58
J-175	307690.740	3715290.490	52.900	00.06	02.02	73.58
J-176	307512.540	3717157.940	44.920	00.05	02.27	68.16
J-177	307537.950	3717152.880	44.810	00.07	02.28	68.16
J-178	308087.300	3714469.570	52.510	00.15	02.57	78.72
J-179	308112.930	3714465.180	51.980	00.04	02.62	78.71
J-180	307851.300	3714516.100	56.580	00.02	02.21	79.16
J-181	307877.070	3714511.290	56.260	00.12	02.24	79.15
J-182	307972.350	3715485.290	49.210	00.06	02.37	73.40
J-183	307998.460	3715482.910	48.660	00.16	02.42	73.40
J-184	307551.990	3717515.890	44.000	00.03	02.59	70.51

J-185	307578.060	3717511.91 0	44.000	00.04	02.59	70.51
J-186	306658.540	3716563.510	50.430	00.21	02.13	72.16
J-187	306663.030	3716537.510	50.230	00.22	02.14	72.15
J-188	307862.050	3714648.930	56.000	00.02	02.23	78.77
J-189	307836.090	3714643.640	56.000	00.10	02.23	78.77
J-190	307869.990	3714612.020	55.780	00.01	02.26	78.90
J-191	307843.730	3714606.660	55.940	00.09	02.25	78.89
J-192	307577.640	3717150.940	44.600	00.08	02.50	70.19
J-193	307600.610	3717137.11 0	44.640	00.08	02.50	70.18
J-194	307292.660	3717194.120	47.990	00.04	02.00	68.40
J-195	307297.970	3717220.390	47.960	00.07	02.00	68.40
J-196	307824.730	3714520.380	57.000	00.05	02.17	79.15
J-197	307654.770	3715997.570	48.520	00.05	02.43	73.35
J-198	307659.770	3716024.290	48.100	00.13	02.47	73.35
J-199	307860.280	3715368.450	52.060	00.03	02.11	73.59
J-200	307886.430	3715377.300	51.660	00.04	02.15	73.59
J-201	308189.200	3715702.570	47.580	00.04	02.52	73.29
J-202	308064.260	3715730.550	47.760	00.02	02.50	73.28
J-203	308004.880	3716012.610	47.920	00.13	02.49	73.32
J-204	307990.120	3715987.510	47.800	00.04	02.50	73.32
J-205	307281.340	3717158.240	48.090	00.04	01.98	68.36
J-206	307273.730	3717130.820	48.050	00.06	01.99	68.36
J-207	307940.050	3714835.660	53.650	00.03	02.51	79.28
J-208	307933.730	3714863.530	53.540	00.05	02.52	79.28
J-209	307469.820	3717029.740	45.560	00.12	02.21	68.15

J-210	307441.090	3717032.970	45.640	00.06	02.20	68.15
J-211	307234.580	3715974.880	50.280	00.10	01.99	70.66
J-212	307205.630	3715975.460	50.360	00.33	01.99	70.66
J-213	306476.700	3716972.780	52.000	00.12	01.51	67.43
J-214	306482.540	3717001.180	52.000	00.18	01.51	67.43
J-215	307812.940	3716115.440	47.340	00.03	02.55	73.39
J-216	307816.040	3716144.280	47.450	00.05	02.54	73.39
J-217	308305.860	3715546.110	46.950	00.09	02.58	73.30
J-218	308307.300	3715516.490	46.950	00.07	02.58	73.30
J-219	308140.710	3715125.020	49.070	00.10	02.83	77.97
J-220	308140.710	3715154.690	49.270	00.32	02.81	77.95
J-221	308022.190	3715973.590	47.550	00.04	02.52	73.28
J-222	307870.120	3714611.430	55.770	00.02	02.26	78.90
J-223	307899.500	3714617.490	55.770	00.16	02.26	78.89
J-224	307229.610	3715298.920	56.000	00.10	02.01	76.52
J-225	307255.430	3715314.340	56.000	00.03	02.01	76.52
J-226	307752.320	3715594.230	52.570	00.20	02.06	73.60
J-227	307730.030	3715949.850	48.570	00.10	02.43	73.40
J-228	307700.090	3715952.840	48.660	00.10	02.42	73.40
J-229	307220.540	3717445.510	50.000	00.18	01.87	69.12
J-230	307213.200	3717416.240	50.000	00.07	01.87	69.12
J-231	307820.500	3714485.670	57.320	00.02	02.14	79.16
J-232	308194.330	3716754.250	46.000	00.06	02.10	67.41
J-233	308196.390	3716723.940	46.000	00.11	02.09	67.41
J-234	307716.120	3715126.840	54.320	00.06	02.44	79.27
J-235	307689.600	3715141.700	54.360	00.12	02.44	79.26
J-236	307361.930	3716759.870	46.450	00.05	02.12	68.06

J-237	307361.370	3716729.280	46.600	00.04	02.10	68.06
J-238	306401.580	3716988.640	52.000	00.03	01.50	67.34
J-239	306408.770	3717018.790	52.000	00.81	01.49	67.23
J-240	307773.950	3714480.430	58.000	00.00	02.09	79.36
J-241	307804.680	3714476.340	57.480	00.02	02.14	79.36
J-242	307550.390	3716098.000	48.180	00.06	02.45	73.19
J-243	307551.400	3716128.380	47.940	00.04	02.47	73.19
J-244	307761.370	3714426.920	58.000	00.03	02.09	79.37
J-245	307792.010	3714421.110	57.810	00.04	02.11	79.37
J-246	307178.780	3715270.670	56.000	00.04	02.01	76.50
J-247	307730.000	3714432.730	58.000	00.05	02.09	79.37
J-248	307084.750	3716169.220	48.970	00.12	01.82	67.59
J-249	307116.710	3716167.670	48.780	00.21	01.84	67.58
J-250	307159.080	3717188.530	49.560	00.05	01.85	68.46
J-251	307127.310	3717195.750	49.890	00.07	01.82	68.46
J-252	307028.790	3716409.740	49.390	00.02	01.82	68.01
J-253	306996.090	3716409.640	49.430	00.11	01.82	68.00
J-254	307488.200	3717415.340	45.270	00.02	02.46	70.38
J-255	307477.450	3717384.260	45.540	00.04	02.43	70.38
J-256	307915.770	3715136.370	51.430	00.01	02.73	79.27
J-257	307947.180	3715146.500	51.000	00.04	02.77	79.27
J-258	307611.050	3716423.580	46.610	00.08	02.10	68.10
J-259	307578.050	3716423.580	46.620	00.11	02.10	68.10
J-260	308041.530	3714984.170	51.790	00.05	02.61	78.48
J-261	308074.210	3714989.380	50.670	00.04	02.72	78.48

Tableau des pressions dans les nœuds du réseau de distribution après

modification

Label	X (m)	Y (m)	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)	Hydraulic Grade (m)
J-2	307479.49	3715968.29	49.44	00.04	26.62	76.12
J-8	307348.69	3715832.45	50.77	00.13	25.20	76.03
J-16	308508.50	3716026.36	48.00	00.29	15.17	63.20
J-17	307925.67	3715705.10	48.60	00.10	24.92	73.58
J-19	307942.60	3715487.32	49.78	00.04	12.79	62.59
J-20	307936.42	3715487.46	49.89	00.05	12.67	62.59
J-21	308233.06	3715730.23	47.69	00.17	25.58	73.31
J-22	308219.68	3715796.64	47.99	00.24	25.24	73.29
J-23	308435.97	3715911.37	46.81	00.06	16.50	63.35
J-26	307025.13	3716390.88	49.23	00.04	18.19	67.46
J-27	307018.15	3716391.08	49.23	00.03	18.19	67.46
J-28	308115.26	3715918.43	47.18	00.08	25.60	72.83
J-29	307945.38	3715601.35	49.20	00.14	24.33	73.58
J-30	307943.48	3715622.68	48.92	00.10	24.61	73.58
J-31	308126.83	3714571.25	51.29	00.09	10.51	61.83
J-33	307720.66	3715591.95	52.80	00.07	20.72	73.56
J-34	307721.72	3715582.99	52.87	00.02	20.65	73.56
J-36	308290.20	3716208.95	47.47	00.30	18.44	65.95
J-38	307993.57	3715705.00	47.90	00.07	25.47	73.43
J-42	307251.17	3715669.14	54.47	00.12	22.56	77.08
J-43	308485.54	3716071.93	48.00	00.38	14.90	62.93
J-44	308189.60	3715665.79	47.41	00.10	25.99	73.45
J-45	308189.29	3715702.07	47.57	00.07	25.82	73.45

J-46	307722.99	3714568.78	56.96	00.11	21.72	78.72
J-47	307717.85	3714579.69	56.70	00.21	21.95	78.69
J-48	307774.43	3716045.68	47.55	00.15	25.68	73.28
J-49	308465.99	3716041.97	48.00	00.09	15.34	63.38
J-50	308478.21	3716042.46	48.00	00.03	15.19	63.22
J-52	307529.59	3716900.90	45.81	00.08	22.36	68.21
J-53	308258.79	3716002.52	46.95	00.27	19.79	66.78
J-55	307648.80	3716892.78	45.63	00.07	21.34	67.01
J-56	307972.54	3715703.64	47.95	00.03	25.42	73.43
J-57	307216.06	3715494.67	56.00	00.11	21.14	77.18
J-58	307223.66	3715481.82	56.00	00.03	21.14	77.18
J-59	307934.68	3715499.72	49.84	00.03	12.73	62.59
J-60	307514.53	3715426.79	55.55	00.04	21.62	77.22
J-61	307506.89	3715438.19	55.87	00.06	21.31	77.22
J-65	308117.99	3716004.86	47.55	00.18	19.25	66.84
J-68	308035.65	3715823.18	47.72	00.08	25.62	73.39
J-69	306849.27	3716378.31	50.05	00.16	21.82	71.92
J-70	306849.94	3716360.74	50.08	00.14	21.80	71.92
J-71	307630.44	3716118.52	47.97	00.20	24.84	72.86
J-73	307845.18	3714450.92	56.95	00.04	22.43	79.43
J-74	307859.83	3714448.21	56.83	00.20	22.55	79.42
J-76	308139.59	3715928.43	47.08	00.07	25.71	72.83
J-81	308060.59	3715759.30	47.88	00.05	25.50	73.43
J-82	308045.60	3715759.53	47.89	00.05	25.49	73.43
J-83	308228.49	3714560.09	50.00	00.15	11.71	61.73

J-86	308066.08	3715893.96	47.40	00.07	25.95	73.39
J-87	307850.02	3714703.03	55.74	00.06	20.42	76.20
J-88	307833.50	3714699.97	55.08	00.06	21.08	76.20
J-89	307849.40	3714480.71	56.85	00.03	22.53	79.42
J-90	307866.91	3714477.67	56.53	00.13	22.84	79.42
J-91	308581.10	3715721.41	47.66	00.08	19.03	66.72
J-92	308588.77	3715706.31	47.59	00.02	19.09	66.72
J-93	307272.00	3716356.28	48.00	00.12	19.34	67.38
J-94	307279.68	3716340.76	48.00	00.09	19.34	67.38
J-96	307562.09	3715999.93	48.99	00.18	23.84	72.88
J-97	308014.47	3715727.36	47.90	00.06	25.47	73.43
J-99	308066.26	3715843.84	47.55	00.01	25.80	73.40
J-100	308066.35	3715827.28	47.59	00.04	25.75	73.39
J-101	307679.52	3716890.73	45.55	00.09	21.42	67.01
J-102	307809.03	3716277.24	48.00	00.13	24.94	72.99
J-104	307994.91	3715725.95	47.94	00.03	25.43	73.43
J-105	307957.47	3716872.26	45.77	00.11	21.19	67.00
J-106	307899.60	3716885.44	45.61	00.15	21.33	66.99
J-107	307967.54	3715949.36	47.79	00.09	25.20	73.04
J-110	307729.23	3716647.41	46.25	00.12	20.80	67.09
J-112	307867.30	3716257.05	47.44	00.12	25.16	72.65
J-113	305992.83	3715796.88	50.00	00.00	19.21	69.25
J-118	306834.14	3716487.64	50.00	00.30	21.07	71.12
J-119	308244.86	3715865.26	47.20	00.11	25.58	72.84
J-120	308225.29	3715866.35	47.17	00.08	25.61	72.84
J-121	307335.37	3715366.68	56.00	00.04	19.88	75.92
J-122	307346.33	3715350.27	56.00	00.09	19.88	75.92

J-123	307975.66	3715188.95	51.16	00.04	11.07	62.25
J-124	307995.23	3715191.92	50.98	00.12	11.24	62.25
J-125	307549.06	3715419.35	54.69	00.02	22.48	77.21
J-126	307568.48	3715424.14	54.18	00.05	22.99	77.21
J-127	307583.55	3716838.89	46.06	00.04	22.12	68.22
J-128	307583.94	3716859.39	45.96	00.04	22.21	68.21
J-129	307767.17	3714451.17	57.93	00.03	21.52	79.49
J-130	307788.11	3714447.25	57.66	00.02	21.79	79.49
J-132	307230.24	3715300.34	56.00	00.21	19.85	75.89
J-134	308011.50	3715767.31	47.93	00.07	25.43	73.41
J-136	307414.61	3716842.51	46.00	00.07	22.14	68.19
J-137	307102.68	3716295.11	48.33	00.04	18.78	67.15
J-138	307103.97	3716317.39	48.48	00.06	18.63	67.15
J-139	308592.07	3715701.45	47.57	00.02	18.97	66.58
J-140	308579.80	3715682.66	47.45	00.17	19.08	66.58
J-141	307992.54	3715136.29	50.20	00.07	11.94	62.17
J-142	308014.72	3715140.07	50.00	00.17	12.14	62.16
J-144	307568.41	3716181.81	47.69	00.12	25.38	73.12
J-145	307352.22	3715859.11	50.59	00.14	25.38	76.02
J-146	308246.66	3715887.97	46.93	00.07	25.86	72.84
J-147	307295.90	3715077.52	56.00	00.23	19.30	75.34
J-148	307314.42	3715063.70	56.00	00.11	19.30	75.33
J-149	306829.71	3718277.63	48.93	01.11	19.45	68.42
J-150	306808.29	3718268.47	49.15	00.96	19.08	68.27
J-151	308615.73	3715702.13	47.63	00.15	18.92	66.59

J-154	307420.76	3716462.81	47.75	00.06	20.21	68.00
J-155	307415.62	3716486.28	47.54	00.13	20.41	67.99
J-156	307521.27	3717404.15	44.79	00.05	25.75	70.59
J-158	307169.94	3716781.65	47.70	00.11	19.93	67.66
J-159	307194.57	3716782.16	47.50	00.04	20.12	67.66
J-160	307169.83	3717246.50	49.32	00.03	18.09	67.45
J-161	307165.92	3717222.02	49.42	00.07	18.00	67.45
J-162	307623.65	3715314.58	53.29	00.02	23.70	77.04
J-163	307619.91	3715339.30	53.04	00.06	23.95	77.04
J-164	308008.72	3715805.65	47.86	00.07	25.47	73.39
J-165	307480.81	3717417.95	45.40	00.03	25.14	70.59
J-167	307964.72	3715842.70	47.88	00.09	25.47	73.41
J-168	307965.31	3715817.41	47.97	00.08	25.38	73.41
J-169	307605.81	3715311.25	53.50	00.07	23.49	77.04
J-170	307630.77	3715316.04	53.24	00.03	23.75	77.04
J-171	307754.23	3715564.22	52.40	00.05	21.13	73.58
J-172	307728.93	3715561.52	52.68	00.05	20.86	73.58
J-174	307715.97	3715294.16	52.78	00.08	24.16	76.98
J-175	307690.74	3715290.49	52.90	00.08	24.03	76.98
J-177	307538.15	3717152.88	44.81	00.08	23.17	68.03
J-178	308087.30	3714469.57	52.51	00.20	09.28	61.81
J-179	308112.93	3714465.18	51.98	00.05	09.78	61.78
J-180	307851.30	3714516.10	56.58	00.04	22.79	79.42
J-181	307877.07	3714511.29	56.26	00.15	23.11	79.41
J-182	307972.26	3715488.58	49.19	00.07	13.35	62.58
J-183	307999.49	3715483.93	48.65	00.21	13.89	62.57
J-184	307551.99	3717515.89	44.00	00.05	26.67	70.72

J-185	307604.31	3717507.81	44.00	00.10	26.67	70.72
J-186	306658.54	3716563.51	50.43	00.29	21.07	71.54
J-187	306663.03	3716537.51	50.23	00.30	21.25	71.52
J-188	307862.05	3714648.93	56.00	00.05	20.61	76.65
J-189	307836.09	3714644.46	56.00	00.09	20.61	76.65
J-190	307869.99	3714613.85	55.82	00.06	21.11	76.97
J-191	307843.60	3714608.10	55.97	00.09	20.96	76.97
J-192	307577.64	3717150.94	44.60	00.06	23.07	67.71
J-193	307599.61	3717138.11	44.64	00.06	23.03	67.71
J-194	307292.66	3717194.38	47.99	00.05	19.95	67.99
J-195	307297.97	3717220.39	47.96	00.04	19.98	67.98
J-196	307824.73	3714520.38	57.00	00.07	22.37	79.42
J-198	307659.77	3716024.29	48.10	00.19	25.00	73.16
J-199	307860.28	3715368.45	52.06	00.04	24.88	76.99
J-200	307886.43	3715377.30	51.66	00.05	25.28	76.99
J-202	308064.26	3715730.55	47.76	00.06	25.62	73.43
J-203	308004.88	3716012.61	47.92	00.06	25.06	73.04
J-205	307281.34	3717159.46	48.10	00.05	19.85	67.99
J-206	307273.73	3717130.82	48.05	00.08	19.90	67.99
J-207	307940.05	3714835.66	53.65	00.03	23.47	77.17
J-208	307933.73	3714863.53	53.54	00.07	23.58	77.17
J-209	307469.82	3717029.74	45.56	00.09	22.43	68.04
J-210	307441.09	3717032.97	45.64	00.08	22.36	68.04
J-211	307232.91	3715975.21	50.29	00.33	16.60	66.92
J-213	306476.70	3716972.78	52.00	00.16	17.13	69.16

J-214	306482.54	3717001.18	52.00	00.24	17.12	69.15
J-215	307812.77	3716117.40	47.35	00.04	25.80	73.20
J-216	307816.04	3716144.28	47.45	00.07	25.70	73.20
J-217	308305.86	3715546.11	46.95	00.12	15.96	62.95
J-218	308307.30	3715516.49	46.95	00.09	15.96	62.95
J-219	308140.71	3715125.02	49.07	00.15	12.44	61.53
J-220	308140.71	3715154.69	49.27	00.43	12.20	61.50
J-221	308022.19	3715973.59	47.55	00.09	25.34	72.94
J-223	307899.50	3714618.79	55.79	00.08	21.14	76.97
J-226	307752.32	3715594.23	52.57	00.26	20.97	73.58
J-227	307730.03	3715949.85	48.57	00.14	24.61	73.23
J-228	307700.09	3715952.84	48.66	00.13	24.52	73.23
J-229	307221.15	3717447.14	50.00	00.09	20.83	70.88
J-230	307213.20	3717416.24	50.00	00.09	20.83	70.88
J-231	307820.50	3714485.67	57.32	00.03	22.06	79.42
J-232	308194.33	3716754.25	46.00	00.10	21.06	67.10
J-233	308196.39	3716723.94	46.00	00.15	21.05	67.10
J-234	307716.12	3715127.16	54.32	00.07	22.78	77.15
J-235	307689.60	3715141.70	54.36	00.16	22.73	77.14
J-236	307361.80	3716760.26	46.44	00.06	21.71	68.20
J-237	307361.37	3716729.28	46.60	00.06	21.56	68.20
J-238	306401.58	3716988.64	52.00	00.04	17.02	69.05
J-239	306408.77	3717018.79	52.00	00.83	16.90	68.93
J-241	307804.68	3714476.34	57.48	00.02	21.96	79.49
J-242	307547.29	3716098.32	48.17	00.10	24.63	72.85
J-243	307550.20	3716128.38	47.94	00.05	24.86	72.85
J-244	307761.37	3714427.94	58.00	00.04	21.46	79.50

J-245	307792.52	3714422.13	57.79	00.05	21.66	79.50
J-246	307178.78	3715270.67	56.00	00.14	19.82	75.86
J-247	307730.16	3714433.54	58.00	00.07	21.45	79.50
J-248	307084.75	3716169.22	48.97	00.16	18.07	67.08
J-249	307116.71	3716167.67	48.78	00.28	18.24	67.06
J-250	307159.08	3717188.53	49.56	00.08	17.86	67.46
J-251	307127.31	3717195.75	49.89	00.09	17.54	67.46
J-252	307026.43	3716411.78	49.41	00.05	18.05	67.49
J-253	306996.34	3716412.19	49.44	00.03	18.01	67.49
J-254	307488.95	3717415.00	45.26	00.03	25.28	70.59
J-255	307477.45	3717384.26	45.54	00.04	25.00	70.59
J-257	307947.18	3715146.50	51.00	00.05	26.10	77.15
J-258	307611.05	3716423.58	46.61	00.10	21.50	68.15
J-259	307578.05	3716423.58	46.62	00.14	21.48	68.14
J-260	308041.53	3714984.17	51.79	00.07	10.19	62.00
J-261	308074.21	3714989.38	50.67	00.06	11.31	62.00
J-262	308503.11	3715737.33	47.71	00.10	18.97	66.72
J-263	308473.46	3715722.48	47.57	00.09	19.11	66.72
J-264	307651.09	3715969.62	48.96	00.12	24.16	73.17
J-265	308113.16	3716810.83	46.00	00.07	20.84	66.88
J-266	308146.19	3716806.80	46.00	00.15	20.84	66.88
J-267	307249.08	3716547.99	48.00	00.06	19.95	67.99
J-268	307215.60	3716548.82	48.00	00.05	19.95	67.99
J-269	307538.90	3717344.80	44.96	00.07	24.88	69.90
J-270	307528.70	3717312.68	45.15	00.11	24.70	69.90

J-271	308055.86	3715972.09	47.41	00.08	25.49	72.96
J-272	307171.21	3717254.22	49.29	00.04	18.07	67.40
J-273	307138.00	3717261.13	49.64	00.14	17.72	67.40
J-274	308246.47	3715439.54	47.26	00.05	15.46	62.76
J-275	308212.65	3715443.06	47.38	00.06	15.34	62.75
J-277	307895.58	3714654.47	56.00	00.05	20.61	76.65
J-279	308201.41	3716202.18	47.02	00.15	19.12	66.17
J-280	307917.36	3716267.44	47.03	00.19	25.56	72.64
J-281	306834.47	3716511.50	50.00	00.21	21.09	71.13
J-283	308643.40	3715723.71	47.85	00.75	18.74	66.62
J-284	307249.80	3716511.59	48.00	00.06	19.96	68.00
J-285	307214.68	3716511.87	48.00	00.15	19.96	68.00
J-286	307313.90	3716919.69	47.50	00.10	20.64	68.19
J-287	307348.80	3716916.38	47.19	00.04	20.95	68.19
J-288	307375.71	3715591.40	56.00	00.03	20.94	76.99
J-289	307406.30	3715608.71	56.00	00.16	20.94	76.98
J-290	308261.56	3714548.14	50.00	00.21	11.70	61.72
J-291	307774.34	3714482.37	58.00	00.03	21.44	79.49
J-292	307739.17	3714486.41	58.00	00.12	21.44	79.48
J-293	307752.25	3714388.84	58.00	00.06	21.48	79.52
J-294	307716.97	3714394.67	58.00	00.14	21.47	79.51
J-295	308244.36	3716757.63	46.00	01.02	20.65	66.70
J-296	306781.08	3716947.97	49.52	00.04	19.81	69.37
J-297	306744.96	3716948.68	49.80	00.36	19.50	69.34
J-300	307219.48	3715651.41	54.74	01.39	21.92	76.70
J-301	307519.93	3717781.42	44.00	00.05	27.35	71.40
J-302	307522.85	3717820.27	44.00	00.18	27.23	71.28

J-303	307316.03	3716787.25	46.73	00.05	21.32	68.09
J-304	307352.15	3716790.72	46.38	00.04	21.67	68.09
J-305	307572.11	3717452.58	44.00	00.06	26.39	70.45
J-306	307562.28	3717417.52	44.25	00.10	26.14	70.45
J-307	307162.13	3715063.50	56.24	00.23	19.10	75.38
J-308	307131.05	3715082.73	56.32	00.23	19.00	75.36
J-309	307849.09	3716406.13	46.16	00.13	26.70	72.92
J-310	307547.18	3717496.98	44.13	00.05	26.54	70.73
J-311	307600.62	3717486.18	44.00	00.08	26.67	70.73
J-312	307679.52	3716926.85	45.40	00.09	21.58	67.02
J-313	308539.68	3715731.22	47.66	00.09	19.02	66.72
J-314	307812.69	3716921.19	45.45	00.15	21.51	67.00
J-315	307809.42	3716884.02	45.65	00.07	21.29	66.98
J-316	308177.04	3715929.56	46.92	00.06	25.87	72.84
J-319	307729.88	3714456.75	58.00	00.13	21.45	79.49
J-320	307246.40	3715363.96	56.00	00.13	19.87	75.91
J-321	307010.25	3716174.92	49.39	00.13	17.95	67.37
J-322	307008.83	3716136.88	49.82	00.19	17.51	67.36
J-324	307918.54	3715657.92	49.00	00.10	24.53	73.58
J-325	307285.59	3715698.40	53.69	00.08	23.34	77.08
J-327	307789.85	3714381.06	57.98	00.09	21.49	79.52
J-328	307903.39	3717010.00	44.95	00.14	21.98	66.97
J-329	307903.39	3716971.57	45.15	00.19	21.76	66.96
J-330	306805.87	3716732.34	49.05	00.13	19.19	68.28
J-331	306787.17	3716765.94	49.44	00.22	18.78	68.26

Tableau des vitesses dans les conduites actuelle

Label	Start Node	Stop Node	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)	ID	Material
C 063	J-3	J-4	02.00	55.40	-00.07	00.03	00.00	33	PEHD
C 063	J-5	J-6	04.00	55.40	-00.31	00.13	00.00	36	PEHD
C 063	J-7	J-8	04.00	55.40	-00.28	00.12	00.00	39	PEHD
C 063	J-9	J-10	05.00	55.40	00.07	00.03	00.00	42	PEHD
C 063	J-11	J-12	05.00	55.40	00.11	00.05	00.00	45	PEHD
C 063	J-13	J-14	05.00	55.40	00.06	00.03	00.00	48	PEHD
C 063	J-15	J-16	05.00	55.40	00.33	00.14	00.00	51	PEHD
C 063	J-19	J-20	06.00	55.40	00.07	00.03	00.00	57	PEHD
C 063	J-21	J-22	07.00	55.40	00.14	00.06	00.00	60	PEHD
C 063	J-23	J-24	08.00	55.40	-00.22	00.09	00.00	63	PEHD
C 063	J-25	J-22	07.00	55.40	-00.11	00.05	00.00	66	PEHD
C 063	J-26	J-27	07.00	55.40	00.03	00.01	00.00	68	PEHD
C 063	J-10	J-28	07.00	55.40	00.05	00.02	00.00	71	PEHD
C 063	J-29	J-30	07.00	55.40	-00.14	00.06	00.00	73	PEHD
C 063	J-31	J-32	07.00	55.40	00.14	00.06	00.00	76	PEHD
C 063	J-33	J-34	09.00	55.40	00.01	00.01	00.00	79	PEHD
C 063	J-35	J-36	11.00	55.40	-00.59	00.24	00.02	82	PEHD
C 063	J-39	J-40	11.00	55.40	-00.15	00.06	00.00	88	PEHD
C 063	J-41	J-42	11.00	55.40	-00.17	00.07	00.00	91	PEHD
C 063	J-43	J-5	10.00	55.40	-00.25	00.10	00.00	94	PEHD
C 063	J-44	J-45	13.00	55.40	00.08	00.03	00.00	96	PEHD
C 063	J-46	J-47	12.00	55.40	00.62	00.26	00.03	99	PEHD
C 063	J-48	J-39	12.00	55.40	-00.11	00.04	00.00	102	PEHD

C 063	J-49	J-50	12.00	55.40	00.73	00.30	00.04	104	PEHD
C 063	J-51	J-52	13.00	55.40	00.05	00.02	00.00	107	PEHD
C 063	J-53	J-12	12.00	55.40	-00.09	00.04	00.00	110	PEHD
C 063	J-54	J-55	13.00	55.40	00.04	00.02	00.00	112	PEHD
C 063	J-38	J-56	21.00	55.40	00.02	00.01	00.00	115	PEHD
C 063	J-57	J-58	13.00	55.40	00.02	00.01	00.00	117	PEHD
C 063	J-20	J-59	13.00	55.40	00.03	00.01	00.00	120	PEHD
C 063	J-60	J-61	14.00	55.40	-00.04	00.02	00.00	122	PEHD
C 063	J-62	J-63	15.00	55.40	00.05	00.02	00.00	125	PEHD
C 063	J-66	J-67	17.00	55.40	-00.27	00.11	00.01	131	PEHD
C 063	J-68	J-13	13.00	55.40	00.08	00.03	00.00	134	PEHD
C 063	J-69	J-70	15.00	55.40	00.10	00.04	00.00	136	PEHD
C 063	J-71	J-72	15.00	55.40	00.09	00.04	00.00	139	PEHD
C 063	J-73	J-74	15.00	55.40	00.14	00.06	00.00	142	PEHD
C 063	J-29	J-75	15.00	55.40	00.10	00.04	00.00	145	PEHD
C 063	J-76	J-9	15.00	55.40	00.09	00.04	00.00	147	PEHD
C 063	J-77	J-78	15.00	55.40	-00.11	00.05	00.00	149	PEHD
C 063	J-79	J-80	15.00	55.40	00.26	00.11	00.01	152	PEHD
C 063	J-81	J-82	15.00	55.40	00.03	00.01	00.00	155	PEHD
C 063	J-83	J-84	16.00	55.40	-00.68	00.28	00.04	158	PEHD
C 063	J-85	J-15	16.00	55.40	00.36	00.15	00.01	161	PEHD
C 063	J-86	J-63	17.00	55.40	-00.03	00.01	00.00	163	PEHD
C 063	J-87	J-88	17.00	55.40	00.07	00.03	00.00	165	PEHD
C 063	J-91	J-92	17.00	55.40	00.01	00.01	00.00	171	PEHD
C 063	J-93	J-94	17.00	55.40	00.07	00.03	00.00	174	PEHD
C 063	J-95	J-96	20.00	55.40	00.09	00.04	00.00	177	PEHD
C 063	J-97	J-98	17.00	55.40	00.19	00.08	00.00	180	PEHD

C 063	J-54	J-101	18.00	55.40	-00.07	00.03	00.00	186	PEHD
C 063	J-104	J-38	21.00	55.40	00.08	00.03	00.00	191	PEHD
C 063	J-105	J-106	19.00	55.40	00.08	00.03	00.00	193	PEHD
C 063	J-107	J-108	19.00	55.40	-00.03	00.01	00.00	196	PEHD
C 063	J-109	J-110	19.00	55.40	00.09	00.04	00.00	199	PEHD
C 063	J-111	J-112	20.00	55.40	-00.25	00.10	00.01	202	PEHD
C 063	J-113	J-114	20.00	55.40	00.00	00.00	00.00	205	PEHD
C 063	J-115	J-116	20.00	55.40	00.20	00.08	00.01	208	PEHD
C 063	J-117	J-118	20.00	55.40	00.27	00.11	00.01	211	PEHD
C 063	J-119	J-120	20.00	55.40	00.07	00.03	00.00	214	PEHD
C 063	J-121	J-122	20.00	55.40	00.06	00.03	00.00	217	PEHD
C 063	J-123	J-124	20.00	55.40	00.14	00.06	00.00	220	PEHD
C 063	J-125	J-126	20.00	55.40	00.04	00.02	00.00	223	PEHD
C 063	J-127	J-128	20.00	55.40	00.24	00.10	00.01	226	PEHD
C 063	J-129	J-130	21.00	55.40	00.02	00.01	00.00	229	PEHD
C 063	J-131	J-16	21.00	55.40	-00.30	00.12	00.01	232	PEHD
C 063	J-98	J-134	23.00	55.40	00.17	00.07	00.00	237	PEHD
C 063	J-503	J-136	23.00	55.40	00.11	00.05	00.00	239	PEHD
C 063	J-137	J-138	22.00	55.40	00.04	00.02	00.00	242	PEHD
C 063	J-139	J-140	31.00	55.40	00.13	00.05	00.00	245	PEHD
C 063	J-141	J-142	22.00	55.40	00.12	00.05	00.00	248	PEHD
C 063	J-143	J-144	23.00	55.40	00.13	00.06	00.00	251	PEHD
C 063	J-145	J-7	23.00	55.40	-00.22	00.09	00.01	254	PEHD
C 063	J-146	J-119	23.00	55.40	00.14	00.06	00.00	256	PEHD
C 063	J-147	J-148	23.00	55.40	00.19	00.08	00.01	258	PEHD
C 063	J-149	J-150	29.00	55.40	04.50	01.87	02.98	261	PEHD
C 063	J-139	J-151	24.00	55.40	-00.14	00.06	00.00	264	PEHD

C 063	J-152	J-153	24.00	55.40	00.28	00.12	00.01	266	PEHD
C 063	J-154	J-155	24.00	55.40	00.10	00.04	00.00	269	PEHD
C 063	J-156	J-157	25.00	55.40	00.05	00.02	00.00	272	PEHD
C 063	J-158	J-159	25.00	55.40	00.03	00.01	00.00	275	PEHD
C 063	J-160	J-161	25.00	55.40	-00.03	00.01	00.00	278	PEHD
C 063	J-162	J-163	25.00	55.40	00.05	00.02	00.00	281	PEHD
C 063	J-14	J-164	25.00	55.40	00.05	00.02	00.00	284	PEHD
C 063	J-165	J-166	25.00	55.40	00.05	00.02	00.00	286	PEHD
C 063	J-167	J-168	25.00	55.40	00.06	00.03	00.00	289	PEHD
C 063	J-171	J-172	25.00	55.40	00.04	00.02	00.00	295	PEHD
C 063	J-173	J-79	25.00	55.40	00.34	00.14	00.02	298	PEHD
C 063	J-174	J-175	26.00	55.40	00.06	00.03	00.00	300	PEHD
C 063	J-176	J-177	26.00	55.40	00.07	00.03	00.00	303	PEHD
C 063	J-178	J-179	26.00	55.40	00.34	00.14	00.02	306	PEHD
C 063	J-180	J-181	26.00	55.40	00.12	00.05	00.00	309	PEHD
C 063	J-182	J-183	26.00	55.40	00.16	00.07	00.00	312	PEHD
C 063	J-184	J-185	26.00	55.40	00.04	00.02	00.00	315	PEHD
C 063	J-186	J-187	26.00	55.40	00.22	00.09	00.01	318	PEHD
C 063	J-188	J-189	27.00	55.40	00.10	00.04	00.00	321	PEHD
C 063	J-190	J-191	27.00	55.40	00.09	00.04	00.00	324	PEHD
C 063	J-192	J-193	29.00	55.40	00.08	00.03	00.00	327	PEHD
C 063	J-194	J-195	27.00	55.40	00.07	00.03	00.00	330	PEHD
C 063	J-180	J-196	27.00	55.40	00.05	00.02	00.00	333	PEHD
C 063	J-197	J-198	27.00	55.40	00.13	00.06	00.00	335	PEHD
C 063	J-199	J-200	30.00	55.40	00.04	00.01	00.00	338	PEHD
C 063	J-201	J-45	28.00	55.40	-00.04	00.02	00.00	341	PEHD
C 063	J-202	J-81	29.00	55.40	00.06	00.03	00.00	343	PEHD

C 063	J-207	J-208	29.00	55.40	00.05	00.02	00.00	352	PEHD
C 063	J-108	J-204	28.00	55.40	-00.06	00.02	00.00	355	PEHD
C 063	J-209	J-210	29.00	55.40	00.06	00.02	00.00	356	PEHD
C 063	J-211	J-212	29.00	55.40	-00.10	00.04	00.00	359	PEHD
C 063	J-213	J-214	29.00	55.40	00.18	00.07	00.01	362	PEHD
C 063	J-215	J-216	29.00	55.40	00.05	00.02	00.00	365	PEHD
C 063	J-19	J-182	30.00	55.40	00.22	00.09	00.01	368	PEHD
C 063	J-217	J-218	30.00	55.40	00.07	00.03	00.00	369	PEHD
C 063	J-219	J-220	30.00	55.40	00.32	00.13	00.02	372	PEHD
C 063	J-78	J-221	30.00	55.40	-00.16	00.06	00.01	375	PEHD
C 063	J-222	J-223	30.00	55.40	00.16	00.07	00.01	377	PEHD
C 063	J-226	J-171	30.00	55.40	00.08	00.03	00.00	383	PEHD
C 063	J-227	J-228	30.00	55.40	00.10	00.04	00.00	385	PEHD
C 063	J-229	J-230	30.00	55.40	00.07	00.03	00.00	388	PEHD
C 063	J-89	J-231	30.00	55.40	00.02	00.01	00.00	391	PEHD
C 063	J-232	J-233	30.00	55.40	00.11	00.05	00.00	393	PEHD
C 063	J-234	J-235	42.00	55.40	00.12	00.05	00.00	396	PEHD
C 063	J-236	J-237	31.00	55.40	00.04	00.02	00.00	399	PEHD
C 063	J-238	J-239	31.00	55.40	00.81	00.33	00.11	402	PEHD
C 063	J-240	J-241	31.00	55.40	00.02	00.01	00.00	405	PEHD
C 063	J-242	J-243	30.00	55.40	00.04	00.02	00.00	408	PEHD
C 063	J-244	J-245	31.00	55.40	00.04	00.02	00.00	411	PEHD
C 063	J-100	J-68	31.00	55.40	00.12	00.05	00.00	414	PEHD
C 063	J-244	J-247	32.00	55.40	00.05	00.02	00.00	417	PEHD
C 063	J-248	J-249	32.00	55.40	00.21	00.09	00.01	419	PEHD
C 063	J-250	J-251	33.00	55.40	00.07	00.03	00.00	422	PEHD
C 063	J-254	J-255	33.00	55.40	00.04	00.02	00.00	428	PEHD

C 063	J-256	J-257	33.00	55.40	00.04	00.02	00.00	431	PEHD
C 063	J-258	J-259	33.00	55.40	00.11	00.05	00.00	434	PEHD
C 063	J-260	J-261	33.00	55.40	00.04	00.02	00.00	437	PEHD
C 063	J-262	J-263	33.00	55.40	00.14	00.06	00.00	440	PEHD
C 063	J-264	J-197	33.00	55.40	00.18	00.07	00.01	443	PEHD
C 063	J-265	J-266	33.00	55.40	00.17	00.07	00.01	445	PEHD
C 063	J-267	J-268	33.00	55.40	00.04	00.02	00.00	448	PEHD
C 063	J-269	J-270	34.00	55.40	00.15	00.06	00.01	451	PEHD
C 063	J-221	J-271	34.00	55.40	-00.19	00.08	00.01	454	PEHD
C 063	J-272	J-273	34.00	55.40	00.16	00.07	00.01	456	PEHD
C 063	J-274	J-275	34.00	55.40	00.04	00.02	00.00	459	PEHD
C 063	J-276	J-277	34.00	55.40	00.10	00.04	00.00	462	PEHD
C 063	J-280	J-111	35.00	55.40	-00.17	00.07	00.01	468	PEHD
C 063	J-281	J-282	35.00	55.40	00.15	00.06	00.01	470	PEHD
C 063	J-283	J-151	51.00	55.40	00.25	00.10	00.02	473	PEHD
C 063	J-284	J-285	35.00	55.40	00.12	00.05	00.00	475	PEHD
C 063	J-286	J-287	35.00	55.40	00.03	00.01	00.00	478	PEHD
C 063	J-288	J-289	35.00	55.40	00.14	00.06	00.00	481	PEHD
C 063	J-83	J-290	35.00	55.40	00.61	00.25	00.08	484	PEHD
C 063	J-291	J-292	35.00	55.40	00.09	00.04	00.00	486	PEHD
C 063	J-293	J-294	36.00	55.40	00.10	00.04	00.00	489	PEHD
C 063	J-232	J-295	36.00	55.40	00.06	00.02	00.00	492	PEHD
C 063	J-296	J-297	36.00	55.40	00.34	00.14	00.03	494	PEHD
C 063	J-298	J-299	36.00	55.40	-00.39	00.16	00.03	497	PEHD
C 063	J-300	J-42	36.00	55.40	-01.03	00.43	00.21	500	PEHD
C 063	J-301	J-302	36.00	55.40	00.45	00.19	00.04	502	PEHD
C 063	J-303	J-304	36.00	55.40	00.03	00.01	00.00	505	PEHD

C 063	J-153	J-21	36.00	55.40	00.22	00.09	00.01	514	PEHD
C 063	J-309	J-298	37.00	55.40	-00.27	00.11	00.02	515	PEHD
C 063	J-310	J-311	37.00	55.40	00.06	00.02	00.00	517	PEHD
C 063	J-312	J-101	37.00	55.40	00.13	00.05	00.00	520	PEHD
C 063	J-262	J-313	37.00	55.40	00.07	00.03	00.00	522	PEHD
C 063	J-314	J-315	37.00	55.40	00.16	00.07	00.01	524	PEHD
C 063	J-316	J-76	37.00	55.40	00.13	00.06	00.00	527	PEHD
C 063	J-317	J-112	37.00	55.40	00.30	00.12	00.02	529	PEHD
C 063	J-318	J-319	38.00	55.40	00.09	00.04	00.00	531	PEHD
C 063	J-320	J-133	38.00	55.40	00.21	00.09	00.01	534	PEHD
C 063	J-321	J-322	38.00	55.40	00.15	00.06	00.01	536	PEHD
C 063	J-325	J-41	38.00	55.40	-00.05	00.02	00.00	542	PEHD
C 063	J-326	J-327	38.00	55.40	00.07	00.03	00.00	544	PEHD
C 063	J-328	J-329	38.00	55.40	00.10	00.04	00.00	547	PEHD
C 063	J-330	J-331	57.00	55.40	00.33	00.14	00.04	550	PEHD
C 063	J-332	J-333	39.00	55.40	00.20	00.08	00.01	553	PEHD
C 063	J-334	J-17	39.00	55.40	-00.04	00.02	00.00	556	PEHD
C 063	J-330	J-335	39.00	55.40	00.12	00.05	00.00	558	PEHD
C 063	J-336	J-337	39.00	55.40	00.05	00.02	00.00	560	PEHD
C 063	J-80	J-143	39.00	55.40	00.21	00.09	00.01	563	PEHD
C 063	J-338	J-339	39.00	55.40	00.04	00.02	00.00	564	PEHD
C 063	J-73	J-340	39.00	55.40	00.02	00.01	00.00	567	PEHD
C 063	J-341	J-342	39.00	55.40	00.16	00.07	00.01	569	PEHD
C 063	J-343	J-344	39.00	55.40	00.06	00.02	00.00	572	PEHD
C 063	J-345	J-346	39.00	55.40	00.14	00.06	00.00	575	PEHD
C 063	J-347	J-44	40.00	55.40	00.13	00.05	00.00	578	PEHD
C 063	J-348	J-349	52.00	55.40	00.26	00.11	00.02	580	PEHD

C 063	J-350	J-351	40.00	55.40	00.42	00.18	00.04	583	PEHD
C 063	J-352	J-353	40.00	55.40	00.25	00.10	00.02	586	PEHD
C 063	J-312	J-354	40.00	55.40	00.04	00.02	00.00	589	PEHD
C 063	J-355	J-356	40.00	55.40	00.16	00.06	00.01	591	PEHD
C 063	J-357	J-358	40.00	55.40	00.03	00.01	00.00	594	PEHD
C 063	J-359	J-360	41.00	55.40	00.29	00.12	00.02	597	PEHD
C 063	J-361	J-30	41.00	55.40	00.20	00.08	00.01	600	PEHD
C 063	J-362	J-363	41.00	55.40	00.06	00.03	00.00	602	PEHD
C 063	J-364	J-152	41.00	55.40	00.36	00.15	00.03	605	PEHD
C 063	J-365	J-366	41.00	55.40	00.06	00.03	00.00	607	PEHD
C 063	J-367	J-62	41.00	55.40	00.10	00.04	00.00	610	PEHD
C 063	J-368	J-369	41.00	55.40	00.09	00.04	00.00	612	PEHD
C 063	J-370	J-371	42.00	55.40	00.16	00.07	00.01	615	PEHD
C 063	J-324	J-17	48.00	55.40	00.11	00.05	00.00	618	PEHD
C 063	J-372	J-373	41.00	55.40	00.05	00.02	00.00	619	PEHD
C 063	J-374	J-375	41.00	55.40	00.05	00.02	00.00	622	PEHD
C 063	J-376	J-115	52.00	55.40	00.34	00.14	00.04	625	PEHD
C 063	J-377	J-378	41.00	55.40	00.06	00.02	00.00	627	PEHD
C 063	J-379	J-380	42.00	55.40	00.08	00.03	00.00	630	PEHD
C 063	J-381	J-95	42.00	55.40	00.15	00.06	00.01	633	PEHD
C 063	J-382	J-383	42.00	55.40	00.04	00.02	00.00	635	PEHD
C 063	J-384	J-385	42.00	55.40	00.04	00.02	00.00	638	PEHD
C 063	J-386	J-387	42.00	55.40	00.23	00.09	00.01	641	PEHD
C 063	J-388	J-389	42.00	55.40	00.05	00.02	00.00	644	PEHD
C 063	J-390	J-391	42.00	55.40	00.04	00.02	00.00	647	PEHD
C 063	J-392	J-523	46.00	55.40	02.02	00.84	01.00	650	PEHD
C 063	J-393	J-394	42.00	55.40	00.09	00.04	00.00	652	PEHD

C 063	J-399	J-400	43.00	55.40	00.05	00.02	00.00	661	PEHD
C 063	J-401	J-402	43.00	55.40	00.58	00.24	00.09	664	PEHD
C 063	J-403	J-404	43.00	55.40	00.11	00.05	00.00	667	PEHD
C 063	J-405	J-406	43.00	55.40	00.13	00.05	00.00	670	PEHD
C 063	J-407	J-408	44.00	55.40	00.06	00.03	00.00	673	PEHD
C 063	J-409	J-410	44.00	55.40	00.11	00.05	00.00	676	PEHD
C 063	J-411	J-412	44.00	55.40	00.03	00.01	00.00	679	PEHD
C 063	J-1364	J-286	45.00	55.40	00.10	00.04	00.00	682	PEHD
C 063	J-414	J-415	44.00	55.40	00.06	00.02	00.00	684	PEHD
C 063	J-416	J-417	44.00	55.40	00.10	00.04	00.00	687	PEHD
C 063	J-418	J-419	44.00	55.40	00.20	00.08	00.01	690	PEHD
C 063	J-399	J-420	89.00	55.40	00.08	00.04	00.00	693	PEHD
C 063	J-421	J-66	44.00	55.40	-00.21	00.09	00.01	695	PEHD
C 063	J-422	J-423	45.00	55.40	00.04	00.02	00.00	697	PEHD
C 063	J-424	J-425	45.00	55.40	00.04	00.02	00.00	700	PEHD
C 063	J-426	J-427	45.00	55.40	00.18	00.07	00.01	703	PEHD
C 063	J-428	J-429	45.00	55.40	00.04	00.02	00.00	706	PEHD
C 063	J-430	J-24	45.00	55.40	00.29	00.12	00.03	709	PEHD
C 063	J-431	J-432	71.00	55.40	00.23	00.09	00.03	711	PEHD
C 063	J-433	J-434	46.00	55.40	00.07	00.03	00.00	714	PEHD
C 063	J-435	J-436	46.00	55.40	00.07	00.03	00.00	717	PEHD
C 063	J-437	J-438	46.00	55.40	00.59	00.25	00.10	720	PEHD
C 063	J-439	J-440	46.00	55.40	00.03	00.01	00.00	723	PEHD
C 063	J-441	J-8	46.00	55.40	00.37	00.15	00.04	726	PEHD
C 063	J-442	J-443	46.00	55.40	00.08	00.03	00.00	728	PEHD
C 063	J-444	J-445	47.00	55.40	03.26	01.35	02.56	731	PEHD
C 063	J-35	J-446	47.00	55.40	00.32	00.13	00.03	734	PEHD

C 063	J-447	J-448	47.00	55.40	00.15	00.06	00.01	736	PEHD
C 063	J-449	J-450	47.00	55.40	00.19	00.08	00.01	739	PEHD
C 063	J-451	J-452	47.00	55.40	00.16	00.07	00.01	742	PEHD
C 063	J-453	J-454	47.00	55.40	00.04	00.02	00.00	745	PEHD
C 063	J-457	J-360	47.00	55.40	-00.13	00.05	00.00	751	PEHD
C 063	J-458	J-459	69.00	55.40	00.15	00.06	00.01	753	PEHD
C 063	J-460	J-461	47.00	55.40	00.24	00.10	00.02	756	PEHD
C 063	J-403	J-462	48.00	55.40	00.07	00.03	00.00	759	PEHD
C 063	J-463	J-464	48.00	55.40	00.06	00.03	00.00	761	PEHD
C 063	J-465	J-466	48.00	55.40	00.06	00.02	00.00	764	PEHD
C 063	J-467	J-468	48.00	55.40	00.06	00.02	00.00	767	PEHD
C 063	J-469	J-470	48.00	55.40	00.10	00.04	00.00	770	PEHD
C 063	J-472	J-473	48.00	55.40	00.07	00.03	00.00	775	PEHD
C 063	J-474	J-475	48.00	55.40	00.05	00.02	00.00	778	PEHD
C 063	J-452	J-476	49.00	55.40	00.09	00.04	00.00	781	PEHD
C 063	J-477	J-478	66.00	55.40	00.11	00.05	00.00	783	PEHD
C 063	J-480	J-481	49.00	55.40	00.06	00.02	00.00	788	PEHD
C 063	J-482	J-483	49.00	55.40	00.08	00.03	00.00	791	PEHD
C 063	J-484	J-485	49.00	55.40	00.10	00.04	00.00	794	PEHD
C 063	J-488	J-364	49.00	55.40	00.43	00.18	00.06	800	PEHD
C 063	J-489	J-490	65.00	55.40	00.63	00.26	00.15	802	PEHD
C 063	J-491	J-492	64.00	55.40	00.06	00.02	00.00	805	PEHD
C 063	J-493	J-494	50.00	55.40	00.06	00.03	00.00	808	PEHD
C 063	J-495	J-496	60.00	55.40	00.91	00.38	00.28	811	PEHD
C 063	J-497	J-498	50.00	55.40	00.07	00.03	00.00	814	PEHD
C 063	J-499	J-500	50.00	55.40	00.13	00.05	00.00	817	PEHD
C 063	J-501	J-502	50.00	55.40	01.10	00.46	00.34	820	PEHD

Tableau des vitesses dans les conduites du réseau de distribution après
modification

Label	Start Node	Stop Node	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)	ID	Material
63	J-43	J-50	37	55.40	-01.20	00.50	00.30	36	PEHD
63	J-835	J-53	112	55.40	00.27	00.11	00.05	45	PEHD
63	J-50	J-16	44	55.40	00.29	00.12	00.02	51	PEHD
63	J-19	J-20	06	55.40	00.08	00.03	00.00	57	PEHD
63	J-21	J-22	73	55.40	00.24	00.10	00.03	60	PEHD
63	J-23	J-430	53	55.40	-00.14	00.06	00.01	63	PEHD
63	J-26	J-27	07	55.40	00.03	00.01	00.00	68	PEHD
63	J-29	J-30	23	55.40	-00.14	00.06	00.00	73	PEHD
63	J-33	J-34	09	55.40	00.02	00.01	00.00	79	PEHD
63	J-446	J-36	110	55.40	-00.35	00.15	00.09	82	PEHD
63	J-48	J-529	75	55.40	-00.15	00.06	00.01	88	PEHD
63	J-325	J-42	49	55.40	-00.08	00.03	00.00	91	PEHD
63	J-44	J-45	36	55.40	00.07	00.03	00.00	96	PEHD
63	J-46	J-47	12	55.40	00.62	00.26	00.03	99	PEHD
63	J-49	J-50	12	55.40	01.52	00.63	00.15	104	PEHD
63	J-607	J-52	69	55.40	00.08	00.03	00.00	107	PEHD
63	J-38	J-56	21	55.40	00.03	00.01	00.00	115	PEHD
63	J-57	J-58	15	55.40	00.03	00.01	00.00	117	PEHD
63	J-20	J-59	12	55.40	00.03	00.01	00.00	120	PEHD
63	J-60	J-61	14	55.40	-00.04	00.02	00.00	122	PEHD
63	J-367	J-86	73	55.40	00.07	00.03	00.00	125	PEHD
63	J-421	J-246	93	55.40	-00.33	00.14	00.07	131	PEHD

63	J-68	J-164	43	55.40	00.07	00.03	00.00	134	PEHD
63	J-69	J-70	18	55.40	00.14	00.06	00.00	136	PEHD
63	J-71	J-574	68	55.40	00.07	00.03	00.00	139	PEHD
63	J-73	J-74	15	55.40	00.20	00.08	00.00	142	PEHD
63	J-76	J-28	26	55.40	00.08	00.03	00.00	147	PEHD
63	J-81	J-82	15	55.40	00.05	00.02	00.00	155	PEHD
63	J-87	J-88	17	55.40	00.06	00.02	00.00	165	PEHD
63	J-91	J-92	17	55.40	00.02	00.01	00.00	171	PEHD
63	J-93	J-94	17	55.40	00.09	00.04	00.00	174	PEHD
63	J-381	J-96	59	55.40	00.18	00.07	00.01	177	PEHD
63	J-97	J-134	40	55.40	00.24	00.10	00.02	180	PEHD
63	J-99	J-100	17	55.40	00.19	00.08	00.00	183	PEHD
63	J-55	J-101	31	55.40	-00.07	00.03	00.00	186	PEHD
63	J-104	J-38	21	55.40	00.10	00.04	00.00	191	PEHD
63	J-105	J-106	59	55.40	00.15	00.06	00.01	193	PEHD
63	J-280	J-112	54	55.40	-00.19	00.08	00.01	202	PEHD
63	J-281	J-118	24	55.40	00.30	00.12	00.01	211	PEHD
63	J-119	J-120	20	55.40	00.08	00.03	00.00	214	PEHD
63	J-121	J-122	20	55.40	00.09	00.04	00.00	217	PEHD
63	J-123	J-124	20	55.40	00.12	00.05	00.00	220	PEHD
63	J-125	J-126	20	55.40	00.05	00.02	00.00	223	PEHD
63	J-127	J-128	20	55.40	00.29	00.12	00.01	226	PEHD
63	J-129	J-130	21	55.40	00.02	00.01	00.00	229	PEHD
63	J-503	J-136	23	55.40	00.11	00.05	00.00	239	PEHD
63	J-137	J-138	22	55.40	00.06	00.03	00.00	242	PEHD
63	J-139	J-140	31	55.40	00.17	00.07	00.01	245	PEHD
63	J-141	J-142	22	55.40	00.17	00.07	00.00	248	PEHD

63	J-146	J-119	23	55.40	00.19	00.08	00.01	256	PEHD
63	J-147	J-148	23	55.40	00.11	00.04	00.00	258	PEHD
63	J-149	J-150	29	55.40	00.96	00.40	00.15	261	PEHD
63	J-139	J-151	24	55.40	-00.19	00.08	00.01	264	PEHD
63	J-154	J-155	24	55.40	00.13	00.05	00.00	269	PEHD
63	J-156	J-1633	49	55.40	00.04	00.02	00.00	272	PEHD
63	J-158	J-159	25	55.40	00.04	00.02	00.00	275	PEHD
63	J-160	J-161	25	55.40	-00.03	00.01	00.00	278	PEHD
63	J-162	J-163	25	55.40	00.06	00.03	00.00	281	PEHD
63	J-165	J-1634	48	55.40	00.06	00.03	00.00	286	PEHD
63	J-167	J-168	25	55.40	00.08	00.03	00.00	289	PEHD
63	J-171	J-172	25	55.40	00.05	00.02	00.00	295	PEHD
63	J-814	J-144	196	55.40	00.12	00.05	00.01	298	PEHD
63	J-174	J-175	26	55.40	00.08	00.03	00.00	300	PEHD
63	J-884	J-177	40	55.40	00.08	00.03	00.00	303	PEHD
63	J-178	J-179	26	55.40	00.45	00.19	00.03	306	PEHD
63	J-180	J-181	26	55.40	00.15	00.06	00.00	309	PEHD
63	J-182	J-183	28	55.40	00.21	00.09	00.01	312	PEHD
63	J-184	J-185	53	55.40	00.10	00.04	00.00	315	PEHD
63	J-186	J-187	26	55.40	00.30	00.12	00.02	318	PEHD
63	J-188	J-189	26	55.40	00.09	00.04	00.00	321	PEHD
63	J-190	J-191	27	55.40	00.09	00.04	00.00	324	PEHD
63	J-192	J-193	28	55.40	00.06	00.02	00.00	327	PEHD
63	J-194	J-195	27	55.40	00.04	00.02	00.00	330	PEHD
63	J-180	J-196	27	55.40	00.07	00.03	00.00	333	PEHD
63	J-199	J-200	30	55.40	00.05	00.02	00.00	338	PEHD
63	J-202	J-81	29	55.40	00.10	00.04	00.00	343	PEHD

63	J-205	J-206	30	55.40	00.08	00.03	00.00	348	PEHD
63	J-207	J-208	29	55.40	00.07	00.03	00.00	352	PEHD
63	J-107	J-203	79	55.40	-00.09	00.04	00.00	355	PEHD
63	J-209	J-210	29	55.40	00.08	00.03	00.00	356	PEHD
63	J-213	J-214	29	55.40	00.24	00.10	00.01	362	PEHD
63	J-215	J-216	27	55.40	00.07	00.03	00.00	365	PEHD
63	J-19	J-182	30	55.40	00.29	00.12	00.02	368	PEHD
63	J-217	J-218	30	55.40	00.09	00.04	00.00	369	PEHD
63	J-219	J-220	30	55.40	00.43	00.18	00.03	372	PEHD
63	J-509	J-221	96	55.40	-00.13	00.05	00.01	375	PEHD
63	J-190	J-223	30	55.40	00.08	00.03	00.00	377	PEHD
63	J-226	J-171	30	55.40	00.10	00.04	00.00	383	PEHD
63	J-227	J-228	30	55.40	00.13	00.06	00.00	385	PEHD
63	J-229	J-230	32	55.40	00.09	00.04	00.00	388	PEHD
63	J-89	J-231	29	55.40	00.03	00.01	00.00	391	PEHD
63	J-232	J-233	30	55.40	00.15	00.06	00.00	393	PEHD
63	J-234	J-235	42	55.40	00.16	00.07	00.01	396	PEHD
63	J-236	J-237	31	55.40	00.06	00.03	00.00	399	PEHD
63	J-238	J-239	31	55.40	00.83	00.34	00.12	402	PEHD
63	J-291	J-241	31	55.40	00.02	00.01	00.00	405	PEHD
63	J-242	J-243	30	55.40	00.05	00.02	00.00	408	PEHD
63	J-244	J-245	32	55.40	00.05	00.02	00.00	411	PEHD
63	J-100	J-68	31	55.40	00.15	00.06	00.00	414	PEHD
63	J-244	J-247	32	55.40	00.07	00.03	00.00	417	PEHD
63	J-248	J-249	32	55.40	00.28	00.12	00.02	419	PEHD
63	J-250	J-251	33	55.40	00.09	00.04	00.00	422	PEHD
63	J-254	J-255	33	55.40	00.04	00.02	00.00	428	PEHD

63	J-258	J-259	33	55.40	00.14	00.06	00.00	434	PEHD
63	J-260	J-261	33	55.40	00.06	00.02	00.00	437	PEHD
63	J-262	J-263	33	55.40	00.09	00.04	00.00	440	PEHD
63	J-264	J-198	55	55.40	00.19	00.08	00.01	443	PEHD
63	J-265	J-266	33	55.40	00.15	00.06	00.00	445	PEHD
63	J-267	J-268	33	55.40	00.05	00.02	00.00	448	PEHD
63	J-269	J-270	34	55.40	00.11	00.05	00.00	451	PEHD
63	J-221	J-271	34	55.40	-00.22	00.09	00.01	454	PEHD
63	J-272	J-273	34	55.40	00.14	00.06	00.00	456	PEHD
63	J-274	J-275	34	55.40	00.06	00.02	00.00	459	PEHD
63	J-188	J-277	34	55.40	00.05	00.02	00.00	462	PEHD
63	J-281	J-1586	104	55.40	00.19	00.08	00.03	470	PEHD
63	J-283	J-151	51	55.40	00.33	00.14	00.04	473	PEHD
63	J-284	J-285	35	55.40	00.15	00.06	00.01	475	PEHD
63	J-286	J-287	35	55.40	00.04	00.02	00.00	478	PEHD
63	J-288	J-289	35	55.40	00.16	00.07	00.01	481	PEHD
63	J-83	J-290	35	55.40	00.21	00.09	00.01	484	PEHD
63	J-291	J-292	35	55.40	00.12	00.05	00.00	486	PEHD
63	J-293	J-294	36	55.40	00.14	00.06	00.00	489	PEHD
63	J-232	J-295	50	55.40	01.21	00.50	00.40	492	PEHD
63	J-296	J-297	36	55.40	00.36	00.15	00.03	494	PEHD
63	J-300	J-42	36	55.40	-01.39	00.58	00.38	500	PEHD
63	J-301	J-302	39	55.40	00.74	00.31	00.12	502	PEHD
63	J-303	J-304	36	55.40	00.04	00.02	00.00	505	PEHD
63	J-305	J-306	36	55.40	00.10	00.04	00.00	508	PEHD
63	J-307	J-308	37	55.40	00.23	00.10	00.01	511	PEHD
63	J-310	J-311	55	55.40	00.08	00.03	00.00	517	PEHD

63	J-312	J-101	36	55.40	00.16	00.07	00.01	520	PEHD
63	J-262	J-313	37	55.40	00.09	00.04	00.00	522	PEHD
63	J-314	J-315	37	55.40	00.26	00.11	00.02	524	PEHD
63	J-316	J-76	37	55.40	00.15	00.06	00.01	527	PEHD
63	J-551	J-112	45	55.40	00.48	00.20	00.06	529	PEHD
63	J-129	J-319	38	55.40	00.13	00.05	00.00	531	PEHD
63	J-321	J-322	38	55.40	00.19	00.08	00.01	536	PEHD
63	J-293	J-327	38	55.40	00.09	00.04	00.00	544	PEHD
63	J-328	J-329	38	55.40	00.19	00.08	00.01	547	PEHD
63	J-330	J-331	57	55.40	00.22	00.09	00.02	550	PEHD
63	J-332	J-333	39	55.40	00.13	00.06	00.00	553	PEHD
63	J-334	J-17	39	55.40	-00.05	00.02	00.00	556	PEHD
63	J-330	J-335	39	55.40	00.13	00.06	00.00	558	PEHD
63	J-336	J-337	40	55.40	00.07	00.03	00.00	560	PEHD
63	J-338	J-339	39	55.40	00.05	00.02	00.00	564	PEHD
63	J-73	J-340	39	55.40	00.03	00.01	00.00	567	PEHD
63	J-341	J-342	39	55.40	00.19	00.08	00.01	569	PEHD
63	J-343	J-344	39	55.40	00.08	00.03	00.00	572	PEHD
63	J-345	J-346	39	55.40	00.08	00.03	00.00	575	PEHD
63	J-347	J-44	45	55.40	00.17	00.07	00.01	578	PEHD
63	J-348	J-349	52	55.40	00.11	00.04	00.00	580	PEHD
63	J-350	J-351	40	55.40	00.57	00.24	00.08	583	PEHD
63	J-352	J-353	40	55.40	00.30	00.12	00.02	586	PEHD
63	J-312	J-354	40	55.40	00.05	00.02	00.00	589	PEHD
63	J-1220	J-356	40	55.40	00.21	00.09	00.01	591	PEHD
63	J-357	J-358	41	55.40	00.04	00.02	00.00	594	PEHD
63	J-359	J-360	40	55.40	00.31	00.13	00.03	597	PEHD

63	J-362	J-363	41	55.40	00.09	00.04	00.00	602	PEHD
63	J-364	J-21	43	55.40	00.41	00.17	00.05	605	PEHD
63	J-365	J-366	41	55.40	00.08	00.03	00.00	607	PEHD
63	J-368	J-369	39	55.40	-00.19	00.08	00.01	612	PEHD
63	J-370	J-371	42	55.40	00.10	00.04	00.00	615	PEHD
63	J-324	J-17	48	55.40	00.15	00.06	00.01	618	PEHD
63	J-372	J-373	41	55.40	00.07	00.03	00.00	619	PEHD
63	J-374	J-375	41	55.40	00.07	00.03	00.00	622	PEHD
63	J-376	J-1625	118	55.40	00.13	00.05	00.01	625	PEHD
63	J-377	J-378	41	55.40	00.08	00.03	00.00	627	PEHD
63	J-379	J-380	38	55.40	00.11	00.05	00.00	630	PEHD
63	J-382	J-383	42	55.40	00.06	00.02	00.00	635	PEHD
63	J-384	J-385	42	55.40	00.06	00.02	00.00	638	PEHD
63	J-1445	J-387	55	55.40	00.31	00.13	00.03	641	PEHD
63	J-388	J-389	42	55.40	00.07	00.03	00.00	644	PEHD
63	J-390	J-391	42	55.40	00.05	00.02	00.00	647	PEHD
63	J-392	J-523	45	55.40	01.40	00.58	00.48	650	PEHD
63	J-393	J-394	42	55.40	00.14	00.06	00.01	652	PEHD
63	J-395	J-396	42	55.40	00.07	00.03	00.00	655	PEHD
63	J-397	J-398	43	55.40	00.05	00.02	00.00	658	PEHD
63	J-399	J-400	43	55.40	00.07	00.03	00.00	661	PEHD
63	J-401	J-402	43	55.40	01.01	00.42	00.24	664	PEHD
63	J-403	J-404	43	55.40	00.15	00.06	00.01	667	PEHD
63	J-407	J-408	44	55.40	00.09	00.04	00.00	673	PEHD
63	J-409	J-410	44	55.40	00.08	00.03	00.00	676	PEHD
63	J-411	J-412	44	55.40	00.05	00.02	00.00	679	PEHD
63	J-1364	J-286	44	55.40	00.14	00.06	00.01	682	PEHD

63	J-414	J-415	44	55.40	00.08	00.03	00.00	684	PEHD
63	J-416	J-417	44	55.40	00.11	00.04	00.00	687	PEHD
63	J-418	J-419	44	55.40	00.23	00.10	00.02	690	PEHD
63	J-399	J-420	89	55.40	00.07	00.03	00.00	693	PEHD
63	J-422	J-423	44	55.40	00.06	00.02	00.00	697	PEHD
63	J-424	J-425	45	55.40	00.06	00.02	00.00	700	PEHD
63	J-426	J-427	45	55.40	00.13	00.05	00.00	703	PEHD
63	J-428	J-429	45	55.40	00.05	00.02	00.00	706	PEHD
63	J-431	J-432	71	55.40	00.30	00.13	00.04	711	PEHD
63	J-433	J-434	46	55.40	00.08	00.04	00.00	714	PEHD
63	J-435	J-436	46	55.40	00.08	00.03	00.00	717	PEHD
63	J-439	J-440	47	55.40	00.04	00.02	00.00	723	PEHD
63	J-441	J-8	47	55.40	00.88	00.36	00.20	726	PEHD
63	J-442	J-443	46	55.40	00.09	00.04	00.00	728	PEHD
63	J-444	J-445	47	55.40	03.99	01.66	03.81	731	PEHD
63	J-447	J-448	47	55.40	00.20	00.08	00.01	736	PEHD
63	J-449	J-450	47	55.40	00.21	00.09	00.01	739	PEHD
63	J-347	J-452	47	55.40	00.20	00.08	00.01	742	PEHD
63	J-453	J-454	47	55.40	00.06	00.02	00.00	745	PEHD
63	J-457	J-360	48	55.40	-00.11	00.04	00.00	751	PEHD
63	J-458	J-459	69	55.40	00.20	00.08	00.02	753	PEHD
63	J-460	J-461	47	55.40	00.32	00.13	00.03	756	PEHD
63	J-403	J-462	48	55.40	00.20	00.08	00.01	759	PEHD
63	J-267	J-464	48	55.40	00.08	00.03	00.00	761	PEHD
63	J-465	J-466	48	55.40	00.04	00.02	00.00	764	PEHD
63	J-467	J-468	48	55.40	00.07	00.03	00.00	767	PEHD
63	J-469	J-470	48	55.40	00.15	00.06	00.01	770	PEHD

63	J-474	J-475	50	55.40	00.07	00.03	00.00	778	PEHD
63	J-452	J-476	48	55.40	00.11	00.05	00.00	781	PEHD
63	J-477	J-478	66	55.40	00.14	00.06	00.01	783	PEHD
63	J-480	J-481	49	55.40	00.08	00.03	00.00	788	PEHD
63	J-482	J-483	50	55.40	00.11	00.04	00.00	791	PEHD
63	J-484	J-485	49	55.40	00.14	00.06	00.01	794	PEHD
63	J-489	J-490	65	55.40	00.52	00.22	00.10	802	PEHD
63	J-491	J-492	64	55.40	00.08	00.03	00.00	805	PEHD
63	J-493	J-494	52	55.40	00.09	00.04	00.00	808	PEHD
63	J-495	J-496	60	55.40	01.31	00.54	00.56	811	PEHD
63	J-497	J-498	50	55.40	00.09	00.04	00.00	814	PEHD
63	J-499	J-500	50	55.40	00.17	00.07	00.01	817	PEHD
63	J-501	J-502	50	55.40	01.10	00.46	00.33	820	PEHD
63	J-505	J-506	69	55.40	00.06	00.02	00.00	826	PEHD
63	J-507	J-508	50	55.40	00.05	00.02	00.00	830	PEHD
63	J-510	J-511	50	55.40	00.10	00.04	00.00	835	PEHD
63	J-512	J-513	69	55.40	00.13	00.06	00.01	838	PEHD
63	J-514	J-515	51	55.40	00.05	00.02	00.00	841	PEHD
63	J-516	J-517	51	55.40	00.22	00.09	00.02	844	PEHD
63	J-518	J-519	51	55.40	00.16	00.07	00.01	847	PEHD
63	J-520	J-521	53	55.40	00.80	00.33	00.20	850	PEHD
63	J-405	J-522	51	55.40	00.19	00.08	00.01	853	PEHD
63	J-523	J-524	50	55.40	00.25	00.10	00.02	855	PEHD
63	J-503	J-525	52	55.40	00.09	00.04	00.00	858	PEHD
63	J-526	J-527	51	55.40	00.06	00.02	00.00	860	PEHD
63	J-23	J-528	51	55.40	00.07	00.03	00.00	863	PEHD
63	J-530	J-531	51	55.40	00.05	00.02	00.00	867	PEHD

63	J-532	J-533	51	55.40	00.10	00.04	00.00	870	PEHD
63	J-534	J-295	56	55.40	-00.19	00.08	00.01	873	PEHD
63	J-538	J-539	52	55.40	00.12	00.05	00.00	879	PEHD
63	J-541	J-542	44	55.40	-00.06	00.02	00.00	884	PEHD
63	J-543	J-544	51	55.40	00.51	00.21	00.08	887	PEHD
63	J-545	J-546	55	55.40	00.15	00.06	00.01	890	PEHD
63	J-547	J-548	112	55.40	-00.48	00.20	00.16	893	PEHD
63	J-549	J-550	52	55.40	00.05	00.02	00.00	896	PEHD
63	J-551	J-552	52	55.40	00.15	00.06	00.01	899	PEHD
63	J-1194	J-554	52	55.40	00.11	00.05	00.00	902	PEHD
63	J-555	J-556	52	55.40	00.09	00.04	00.00	905	PEHD
63	J-374	J-558	52	55.40	00.06	00.02	00.00	908	PEHD
63	J-561	J-562	53	55.40	00.07	00.03	00.00	914	PEHD
63	J-564	J-565	53	55.40	-00.07	00.03	00.00	919	PEHD
63	J-568	J-569	54	55.40	00.09	00.04	00.00	925	PEHD
63	J-570	J-571	54	55.40	00.64	00.26	00.13	928	PEHD
63	J-572	J-573	53	55.40	00.16	00.06	00.01	931	PEHD
63	J-577	J-578	54	55.40	00.15	00.06	00.01	940	PEHD
63	J-579	J-580	54	55.40	00.09	00.04	00.00	943	PEHD
63	J-581	J-582	56	55.40	00.51	00.21	00.09	946	PEHD
63	J-585	J-586	74	55.40	00.05	00.02	00.00	952	PEHD
63	J-587	J-588	54	55.40	00.18	00.07	00.01	955	PEHD
63	J-589	J-590	55	55.40	00.11	00.04	00.00	958	PEHD
63	J-31	J-591	62	55.40	00.15	00.06	00.01	961	PEHD
63	J-592	J-593	54	55.40	00.11	00.05	00.00	963	PEHD
63	J-594	J-110	139	55.40	00.12	00.05	00.01	966	PEHD
63	J-595	J-596	55	55.40	00.05	00.02	00.00	968	PEHD

