

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude de diagnostic et de réhabilitation du système
d'alimentation en eau potable des centres urbaines Haraza,
Sidi Aissa, et Abadi (w. Blida).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0032-20

APA Citation (توثيق APA):

Hadj Boubkeur, Siham (2020). Etude de diagnostic et de réhabilitation du système
d'alimentation en eau potable des centres urbaines Haraza, Sidi Aissa, et Abadi (w.
Blida)[Mem Ing, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: Alimentation en eau potable

THEME :

**ETUDE DE DIAGNOSTIC ET DE REHABILITATION DU
SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES
CENTRES URBAINS HARAZA, SIDI AISSA ET ABADI
(W.BLIDA)**

Présenté par :

HADJ BOUBAKEUR Siham

Devant les membres du jury

| Nom et Prénoms | Grade | Qualité |
|-------------------------|--------------|----------------|
| AMMARI Abdelhadi | M.C.A | Président |
| TOUIL Youcef | M.C.B | Examineur |
| BELLABAS/CHARIFI Salima | M.A.A | Examineur |
| BOUKHELIFA Mustapha | M.A.A | Promoteur |

Promotion 2019/2020

DEDICACES

Je dédie ce travail particulièrement à :

A MA TRÈS CHÈRE MÈRE, Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçois ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le Tout Puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A MON TRÈS CHER AMI PAPA, Autant de phrases et d'expressions aussi éloquents sont-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le Tout Puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

A mes très chères grand-mères,

A celle qui était toujours là à mes côtés, celle qui m'a toujours poussé vers le haut, la plus chère des sœurs et des amis, celle qui n'a jamais cessé de me soutenir, à ma jumelle « **Asma** »,

A tous mes oncles et tantes maternels et paternels,

A mes adorables : Hala, Imene, Samia, Lisa, Kheira,

A tous mes cousins et mes cousines,

A tous ce qui sont chers,

A toute la famille de l'ENSH.

Siham HB

REMERCIEMENT

Après avoir rendu grâce à Dieu le tout Puissant et le
Miséricordieux.

Je tiens à remercier vivement, mes professeurs pour la qualité
de l'enseignement qu'ils m'ont prodigués durant ces cinq ans.

Je remercie particulièrement, Mr « M. Boukhelifa » qui m'a
fait l'honneur d'encadrer ce mémoire pour son extrême
courtoisie, son aide, sa bien vaillance,

Je le remercie pour sa disponibilité, sa compréhension et les
conseils qu'il m'avait prodigués au long de ce travail.

J'adresse également mes sincères remerciements à :

Mr. AMMARI A. qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Aux membres de jury :

- Mr. TOUIL Youcef.

- Mme BELLABAS/CHARIFI S.

qui me font l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.

Je remercie tous mes proches et mon entourage, qui ont
contribué de loin ou de près à ce modeste travail.

Siham HB

ملخص:

تعاني شبكة مياه الشرب في المراكز الحضرية حرازه وسيدي عيسى وعبادي بولاية البليدة، الكثير من الأعطاب، لاسيما التسربات. الهدف من هذه الدراسة هو ضمان إمدادات كافية من مياه الشرب للمستهلكين في هذه المراكز؛ وهذا يتم أولاً بتشخيص شبكة إمدادات مياه الشرب عن طريق عرض مختلف المشاكل والنقائص في الشبكة وذلك باستخدام برنامج محاكاة EPANET؛ ثم القيام بتطوير الشبكة على عدة مراحل من أجل خدمة السكان بشكل أفضل من حيث الضغط والسرعة والتدفق.

الكلمات المفتاحية: شبكة مياه الشرب، محاكاة، تشخيص، أعطاب.

Résumé :

Le réseau d'eau potable des centres urbains HARAZA, SIDI AISSA et ABADI wilaya de BLIDA présente des défaillances assez remarquables notamment les fuites. L'objectif de cette étude est d'assurer une alimentation en eau potable suffisante pour les consommateurs de ces centres; Cela consiste en premier lieu à faire un diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable en présentant les différentes anomalies et défaillances dans le réseau à l'aide de la simulation du logiciel EPANET; ensuite une rénovation du réseau élaborée en plusieurs étapes de façon à mieux desservir les habitants en termes de pression, vitesse et débit.

Mots clés: Réseau d'eau potable, simulation, diagnostic, défauts.

Abstract :

The drinking water network in the urban centres of HARAZA, SIDI AISSA and ABADI has quite remarkable failures, particularly leaks. The objective of this study is to ensure a sufficient supply of drinking water for the consumers of these centres. The work consists, first, in carrying out a diagnosis of the drinking water supply network by presenting the various anomalies and failures in the network using the simulation of the EPANET software. Then, a renovation of the network developed in several stages in order to better serve the inhabitants in terms of pressure, speed and flow.

Keywords: drinking water network, simulation, diagnosis, faults.

Table des matières

| | |
|-----------------------------|---|
| Introduction générale | 1 |
|-----------------------------|---|

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

| | |
|--|----|
| I. Introduction : | 3 |
| I.1 Situation géographique : | 3 |
| I.2 Situation topographique : | 4 |
| I.3 La lithologie: | 4 |
| I.4 L'hydrologie de la région : | 5 |
| I.5 La sismicité : | 5 |
| I.6 Situation climatique : | 6 |
| I.6.1 Climat : | 6 |
| I.6.2 Température : | 6 |
| I.6.3 Humidité : | 6 |
| I.6.4 Vents : | 6 |
| I.6.5 Pluviométrie : | 7 |
| I.7 Population et évaluation démographique : | 8 |
| I.8 Equipements : | 9 |
| I.9 Données hydrauliques : | 10 |
| I.9.1 Schéma actuel d'alimentation : | 10 |
| I.9.2 Le réseau d'AEP de l'agglomération : | 11 |
| Conclusion : | 12 |

Chapitre II : Estimation des besoins en eau

| | |
|---|----|
| II. Introduction : | 14 |
| II.1 Evolution de la population | 14 |
| II.2 Evaluation des débits : | 15 |
| II.2.1 Catégories des besoins : | 15 |
| II.2.2 Consommation unitaire et choix de la dotation : | 15 |
| II.2.3 Détermination de la consommation moyenne journalière : | 17 |

| | |
|--|----|
| II.2.4 Consommation maximale journalière (Q _{max j}) et minimale journalière..... | 18 |
| II.2.5 Etude de la consommation horaire : | 18 |
| II.3 Les besoins en eau actuels 2020 :..... | 19 |
| II.3.1 Besoins en eau des différents usagers (2020) : | 19 |
| II.3.2 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants : . | 22 |
| II.4 Besoins en eau des différents usagers (2050) :..... | 24 |
| II.4.1 Consommation maximale journalière (Q _{max j}) et minimale journalière | 25 |
| II.4.2 Etude de la consommation horaire : | 26 |
| II.5 Analyse de la capacité de stockage :..... | 29 |
| Conclusion : | 30 |

Chapitre III : Diagnostic hydraulique du système d'AEP

| | |
|--|----|
| III. Introduction : | 32 |
| III.1 Type du système de distribution existant : | 32 |
| III.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution : | 32 |
| III.2.1 Calcul des débits :..... | 32 |
| III.3 Besoins actuels 2020 :..... | 33 |
| III.3.1 Cas de pointe : | 33 |
| III.3.2 Cas de pointe + incendie : | 41 |
| III.3.3 Simulation sur EPANET : | 41 |

Chapitre VI : Etude d'adduction

| | |
|---|----|
| IV. Introduction : | 63 |
| IV.1 Types d'adduction :..... | 63 |
| IV.1.1 Adduction gravitaire : | 63 |
| IV.1.2 Adduction par refoulement : | 63 |
| IV.1.3 Adduction mixte : | 63 |
| IV.2 Choix du tracé : | 64 |
| IV.3 Choix des matériaux de canalisation : | 64 |
| IV.3.1 Fonte : | 64 |
| IV.3.2 Acier : | 64 |
| IV.3.3 PVC (Polychlorure de vinyle) et PEHD (polyéthylène) :..... | 65 |
| IV.3.4 PRV (Polyester Renforcé de fibre de Verre) : | 65 |

| | | |
|--------|--|----|
| IV.4 | La variante :..... | 66 |
| IV.5 | Calcul hydraulique :..... | 66 |
| IV.5.1 | Méthode de détermination du diamètre économique :..... | 67 |
| IV.5.2 | Frais d'exploitation :..... | 70 |
| IV.5.3 | Investissement amorti :..... | 71 |
| | Conclusion :..... | 75 |

Chapitre V : Conception d'un nouveau système d'AEP

| | | |
|--------|---|-----|
| V..... | Introduction :..... | 77 |
| V.1 | L'état du réseau :..... | 77 |
| V.2 | Variante proposée (1) :..... | 77 |
| V.2.1 | Simulation du réseau:..... | 78 |
| V.3 | Variante proposée (2) :..... | 98 |
| V.3.1 | Simulation du réseau de la deuxième variante: | 98 |
| | Conclusion :..... | 114 |

Chapitre VI : Etude Quantitative Et Financière Et Organisation Des Chantiers

| | | |
|--------|---|-----|
| VI. | Introduction :..... | 116 |
| VI.1 | Chiffrage des aménagements proposés :..... | 116 |
| VI.1.1 | Les hypothèses de chiffrage :..... | 116 |
| VI.2 | Chiffrage des variantes retenues :..... | 116 |
| VI.3 | Les informations sur les réseaux publics existants :..... | 117 |
| VI.4 | Exécution des travaux :..... | 117 |
| VI.4.1 | Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :..... | 117 |
| VI.4.2 | Matérialisation : | 117 |
| VI.4.3 | Nivellement :..... | 118 |
| VI.4.4 | Calcul du volume de terrassements pour le réseau :..... | 118 |
| VI.5 | Pose De La Canalisation :..... | 119 |
| VI.5.1 | Aménagement du lit de pose des conduites :..... | 120 |
| VI.6 | Planification des travaux :..... | 139 |
| | Conclusion | 143 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| Conclusion générale..... | 114 |
| Références bibliographiques..... | 115 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau I. 1 Répartition mensuelle de la température de la Mitidja Orientale (1980-2010) . | 6 |
| Tableau I. 2 Répartition mensuelle de la vitesse des vents..... | 7 |
| Tableau I. 3 Précipitations moyennes mensuelles (1990-2016) | 7 |
| Tableau I. 4 Recensement de l'année 2016 | 8 |
| Tableau I. 5 Estimation du nombre d'habitants | 8 |
| Tableau I. 6 Les équipements des agglomérations | 9 |
| Tableau I. 7 Les productions de forages de Guerouaou..... | 10 |
| | |
| Tableau II. 1 Présente le nombre d'habitant pour les différents horizons | 14 |
| Tableau II. 2 Proposition de dotations de l'atelier MRE du 26 avril 2009..... | 15 |
| Tableau II. 3 Typologie agglomération / Strates de population | 16 |
| Tableau II. 4 Table de coefficient de majoration géo-climatique..... | 16 |
| Tableau II. 5 Facteur De Majoration (Autres Usagers) | 17 |
| Tableau II. 6 Evaluation des besoins domestiques | 18 |
| Tableau II. 7 Evaluation des besoins scolaires | 18 |
| Tableau II. 8 Evaluation des besoins administratifs | 18 |
| Tableau II. 9 Evaluation des besoins sanitaires | 19 |
| Tableau II. 10 Evaluation des besoins socioculturels | 19 |
| Tableau II. 11 besoins actuels (2020) | 19 |
| Tableau II. 12 Récapitulatif des débits extrema en (m ³ /j) | 20 |
| Tableau II. 13 Variation des débits horaires (2020) | 21 |
| Tableau II. 14 Evaluation des besoins domestiques | 23 |
| Tableau II. 15 Tableau récapitulatif des besoins des équipements projetés (2050)..... | 23 |
| Tableau II. 16 Tableau récapitulatif des besoins futurs (2050) | 24 |
| Tableau II. 17 Variation des débits horaires (2050) | 25 |
| Tableau II. 18 Capacité horaire du réservoir | 27 |
| | |
| Tableau III. 1 les débits en route et les débits aux nœuds | 35 |
| Tableau III. 2 Vitesse et perte de charge dans le réseau existant..... | 42 |
| Tableau III. 3 Charge et pression dans le réseau existant..... | 46 |
| Tableau III. 4 Vitesse et perte de charge dans le réseau | 52 |
| Tableau III. 5 Charge et pression dans le réseau | 55 |
| Tableau III. 6 les débits en route et les débits aux nœuds | 63 |
| Tableau III. 7 Vitesse et perte de charge | 70 |
| Tableau III. 8 Charge et pression..... | 74 |
| Tableau IV. 1 Calcul de la HMT | 103 |
| Tableau IV. 2 Frais d'investissement | 103 |
| Tableau IV. 3 Frais d'exploitation..... | 104 |
| Tableau IV. 4 Bilan..... | 104 |

| | |
|---|-----|
| Tableau V. 1 Vitesse et perte de charge..... | 108 |
| Tableau V. 2 Charge et pression dans le réseau existant | 109 |
| Tableau V. 3 Vitesse et perte de charge..... | 115 |
| Tableau V. 4 Charge et pression | 117 |
| Tableau V. 5 Vitesse et perte de charge..... | 124 |
| Tableau V. 6 Charge et pression | 125 |
| Tableau V. 7 Vitesse et perte de charge..... | 129 |
| Tableau V. 8 Charge et pression | 131 |
| | |
| Tableau VI. 1 Devis estimatif variante 1 | 138 |
| Tableau VI. 2 Devis estimatif variante 2 | 139 |
| Tableau VI. 3 volumes des travaux variante 1..... | 147 |
| Tableau VI. 4 volumes des travaux variante 2..... | 147 |
| Tableau VI. 5 Devis estimatif variante 1 | 148 |
| Tableau VI. 6 Devis estimatif variante 2 | 149 |

Table des figures

| | |
|---|-----|
| Figure I. 1 communes limitrophes de Guerrouaou | 3 |
| Figure I. 2 plan de situation de la commune de Guerrouaou | 3 |
| Figure I. 3 Carte topographique de la commune de Guerrouaou..... | 4 |
| Figure I. 4 Carte de zonage sismique du territoire national RPA99 | 5 |
| Figure II. 1 Graphique de consommation des agglomérations (2020) | 22 |
| Figure II. 2 Courbe intégrale de consommation (2020)..... | 22 |
| Figure II. 3 Graphique de consommation des agglomérations 2050 | 26 |
| Figure II. 4 Courbe intégrale de consommation (2050)..... | 26 |
| | |
| Figure III. 1 Courbe de Distribution de Vitesses | 49 |
| Figure III. 2 Courbe de Distribution de Pressions | 50 |
| Figure III. 3 Simulation en cas de pointe..... | 51 |
| Figure III. 4 Courbe de Distribution de Vitesses | 59 |
| Figure III. 5 Courbe de Distribution de Pressions | 59 |
| Figure III. 6 simulation en cas de pointe + incendie..... | 61 |
| Figure III. 7 Courbe de Distribution de Vitesses | 78 |
| Figure III. 8 Courbe de Distribution de Pressions | 78 |
| Figure III. 9 simulation en cas de pointe | 80 |
| Figure III. 10 Courbe de Distribution de Vitesses | 88 |
| Figure III. 11 Courbe de Distribution de Pressions | 88 |
| Figure III. 12 Simulation en cas de pointe + incend | 90 |
| | |
| Figure IV. 1 Bilan total | 105 |
| | |
| Figure V. 1 Courbe de Distribution de Vitesses | 113 |
| Figure V. 2 Courbe de Distribution de Pressions | 113 |
| Figure V. 3 simulation en cas de pointe..... | 114 |
| Figure V. 4 Courbe de Distribution de Vitesses | 120 |
| Figure V. 5 Courbe de Distribution de Pressions | 121 |
| Figure V. 6 simulation en cas de pointe + incendie..... | 122 |
| Figure V. 7 Courbe de Distribution de Vitesses | 127 |
| Figure V. 8 Courbe de Distribution de Pressions | 127 |
| Figure V. 9 simulation en cas de pointe..... | 128 |
| Figure V. 10 Courbe de Distribution de Vitesses | 133 |
| Figure V. 11 Courbe de Distribution de Pressions | 133 |
| Figure V. 12 Simulation pointe + incendie..... | 134 |
| | |
| Figure VI. 1 Pose de canalisation | 142 |
| Figure VI. 2 Réseau de planification des taches par la méthode CPM variante 1 | 153 |
| Figure VI. 3 Réseau de planification des taches par la méthode CPM variante 2..... | 153 |

Liste des planches

Planche 1 : Tracé du réseau existant

Planche 2 : Tracé du réseau projeté de la première variante

Planche 3 : Tracé du réseau projeté de la deuxième variante

Planche 4 : Profil en long de l'adduction

Planche 5 : Profil en long de la conduite principale

Planche 6 : Coupe détaillée du réservoir 500 m³

Planche 7 : Coupe détaillée du réducteur de pression

Introduction générale

L'eau, source de la vie et de développement, compte parmi les richesses naturelles les plus précieuses, ayant une importance considérable pour le développement social et économique du pays.

Le réseau d'eau potable constitue un élément important dans la vie des sociétés. La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau est de satisfaire les besoins des usagers en eau qui doit être de bonne qualité respectant les normes de potabilité et à une pression et quantité suffisantes.

Les centres urbains HARAZA, SIDI AISSA et ABADI de la wilaya de Blida souffrent énormément du problème de manque d'eau malgré que les ouvrages du système fonctionnent tous, Il y'a des anomalies qui engendrent un mauvais fonctionnement.

Pour remédier au problème, Nous sommes appelés à diagnostiquer et trouver des solutions pour satisfaire les besoins en utilisant les différents logiciels tel que EPANET.

Le logiciel EPANET est utilisé pour voir le comportement hydraulique des réseaux pour les horizons 2020; 2050, puis projeter un nouveau réseau.

C'est dans ce cadre que notre étude aura comme objectif l'optimisation du réseau pour satisfaire les besoins en eau de la région d'étude actuellement et à l'horizon 2050.

Pour bien mener cette étude nous avons scindé en 5 chapitres :

1. Présentation de la zone d'étude : analyse de la zone d'étude de différent contexte en exploitant toutes données disponibles.
2. Calcul des besoins en eaux de la zone d'étude : estimation des besoins en eau des différents secteurs de la zone d'étude.
3. Diagnostic Hydraulique du système actuel : modélisation et diagnostic du système pour la détection des anomalies et les problèmes à résoudre.
4. étude de l'adduction: dimensionnement de la conduite d'adduction.
5. Devis et management du projet : conclure avec un plan de réalisation et une évaluation financière des projections.

Chapitre I :

**Présentation De
La Zone D'étude**

I. Introduction :

Ce premier chapitre va porter sur la description générale de toutes les données qui concerne notre zone du point de vue géographique, topographique, climatologique... etc. Afin de connaître ses caractéristiques et pouvoir entamer notre projet de diagnostic.

I.1 Situation géographique :

La commune de Guerrouaou est située, à environ 6 km au nord-est de Blida .La commune de Guerrouaou est limitée :

- Au Nord, par la commune de Boufarik
- Au nord-ouest, par Beni Mered
- Au nord-est, par Soumaa
- Au sud-ouest, par Ouled Yaïch

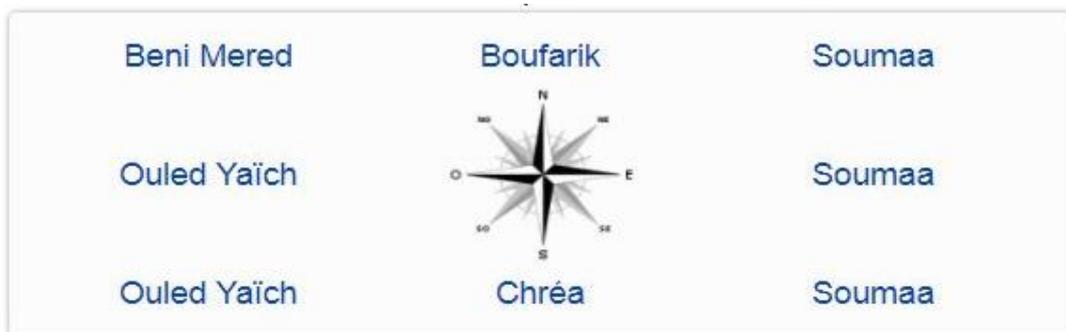


Figure I. 1 communes limitrophes de Guerrouaou



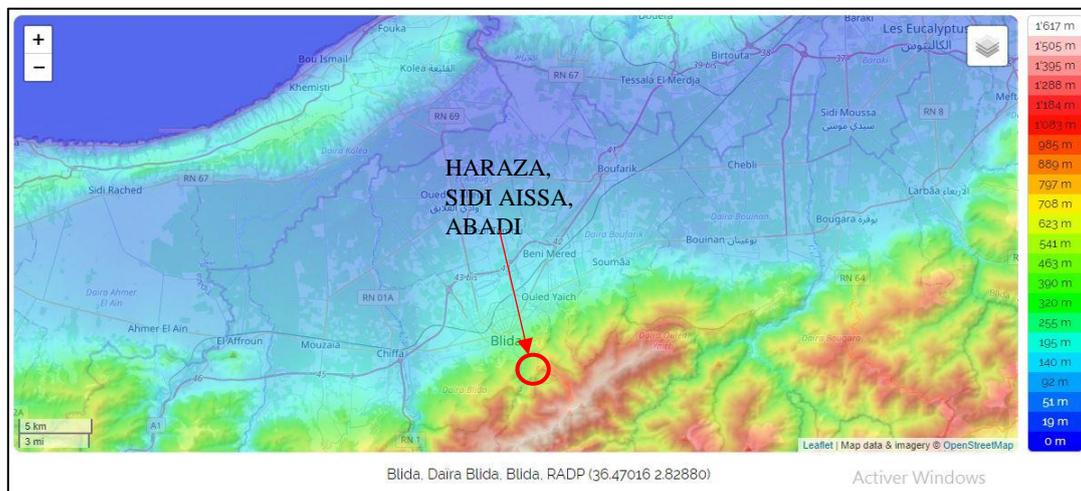
Figure I. 2 plan de situation de la commune de Guerrouaou

I.2 Situation topographique :

La Topographie : le levé topographique est le support indispensable pour l'exécution du projet, il a pour objet la détermination des profils en long, le choix des tracés, et les lieux propices d'implantation des réservoirs tampons.

Les agglomérations de Haraza, Sidi Aissa (les zones éparses) et Abadi sont situées au cœur de la riche plaine de la Mitidja, d'où sa vocation agricole dominante. Elles sont situées à 15 Km environ à l'Est de la ville de Blida, Au carrefour d'un axe routier d'importance nationale vers la wilaya de Blida.

Cette commune possède un territoire, l'un dans la plaine de la Mitidja et l'autre dans l'atlas Blidéen. L'altitude moyenne est environ 150 m.



Topographic-map.com

Figure I. 3 Carte topographique de la commune de Guerrouaou

I.3 La lithologie:

Les zones d'étude de la ville de **Guerrouaou** appartiennent à deux ensembles physiques très différenciés :

Au Nord d'une vaste plaine (la Mitidja) formée essentiellement de dépôts quaternaires et comprenant l'essentiel du potentiel hydro-agricole de la commune.

Au sud et au sud-Ouest : Un ensemble montagneux composé de formation variée du crétacé et de l'éocène.

Les terrains de la plaine sont surtout constitués par les formations alluviales (gravier, sable, argile graveleuse et limons).

I.4 L'hydrologie de la région :

La Mitidja est une vaste plaine d'Algérie du nord qui couvre une superficie de 1300km², soit 100 km de longueur et une largeur variant entre 8 et 18 km avec une altitude moyenne de 100m, notre zone d'étude est située en plein centre de la plaine alluviale de la Mitidja.

I.5 La sismicité :

Après avoir consulté le document réglementaire DTR-BC.248 de règles parasismiques algériennes R.P.A (édition 99) élaboré par CGS (centre national de recherche appliquée en génie parasismique), le territoire national est divisé en cinq (05) zones de sismicité croissante, c'est-à-dire :

- Zone 0 : sismicité négligeable
- Zone I : sismicité faible
- Zone IIa : sismicité moyenne
- Zone IIb : sismicité moyenne
- Zone III : sismicité élevée

Sur la base de ce qui précède, le site étudié se situe dans **la zone II-b** de moyenne sismicité caractérisée par une période de retour de 30 à 40 ans.

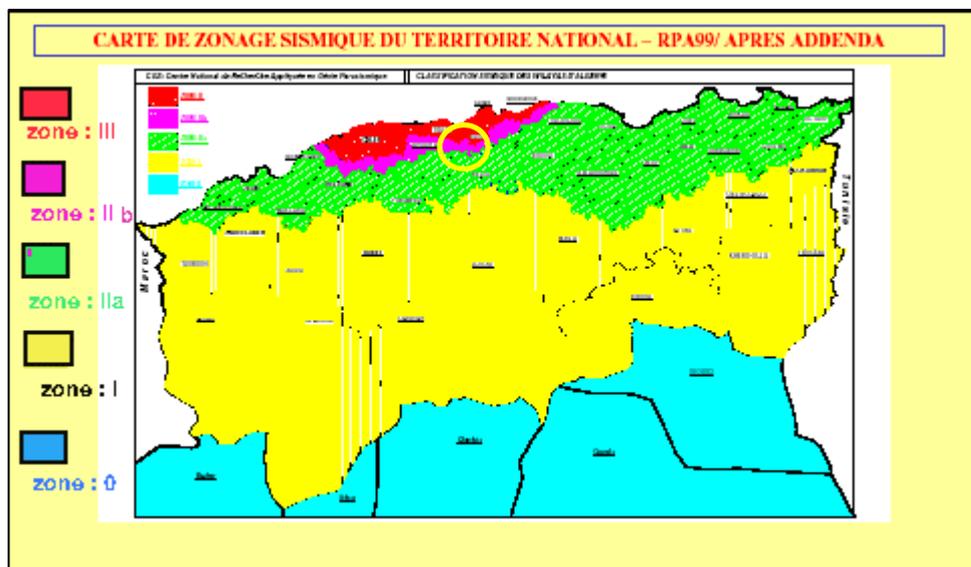


Figure I. 4 Carte de zonage sismique du territoire national RPA99

I.6 Situation climatique :

L'étude de la climatologie est indispensable dans tout projet hydraulique, Elle comprend : la pluviométrie, les températures, le taux d'humidité, les vents ...

I.6.1 Climat :

La ville de Guerrouaou possède un climat méditerranéen semi-aride, qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

I.6.2 Température :

La température est parmi les facteurs à prendre en considération, car elle a une influence importante sur la viscosité de l'eau.

Les observations des températures de la Mitidja orientale durant la période 1980-2010, effectuées à la station de Dar El Beida par l'office national de la météorologie, sont les plus complètes et les plus régulières. (Tableau I.1).

Tableau I. 1 Répartition mensuelle de la température de la Mitidja Orientale (1980-2010)

| Mois | Sept | Oct | Nov | Déc | Janv | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Moyenne inter-annuelle (°C) |
|-----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----------------------------|
| Moy (° C) | 23.57 | 20.12 | 15.44 | 12.5 | 11.13 | 11.65 | 13.25 | 15.05 | 18.33 | 22.25 | 25.2 | 26.11 | 17.88 |
| Min (° C) | 17.6 | 14.2 | 10 | 6.9 | 5.6 | 5.1 | 7.1 | 9.4 | 13 | 16.5 | 19 | 20.1 | 12.04 |
| Max (° C) | 29.54 | 26.04 | 20.88 | 18.1 | 16.66 | 18.2 | 19.4 | 20.7 | 23.66 | 28 | 31.4 | 32.12 | 23.72 |

Source : ANRH Blida (2017)

I.6.3 Humidité :

Concernant la région de Guerrouaou, et selon l'ANRH de Blida, l'humidité relative de l'air varie entre 77% et 80% pour la période hivernale. C'est un taux considérable.

I.6.4 Vents :

Les vents sont généralement accompagnés d'orage et de pluies. La moyenne annuelle de la vitesse du vent est de 11.37 km/h, donc ils ne sont pas assez puissants.

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent généralement :

- Dans la direction Ouest Nord-ouest, durant la période allant d'Octobre jusqu'à Mai.
- Dans la direction Est Sud-est, durant la période de Juin jusqu'à Septembre.

Tableau I. 2 Répartition mensuelle de la vitesse des vents

| Mois | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai | Jui. | Juil. | Aou. |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| V (Km/h) | 10.44 | 11.52 | 11.16 | 13.32 | 10.08 | 12.6 | 11.52 | 11.88 | 11.88 | 10.80 | 10.44 | 10.8 |

Source : DRE Blida (2019)

I.6.5 Pluviométrie :

Selon les données de la station de Soumaa, on note que les pluies sont généralement irrégulières et peuvent être torrentielles.

Le tableau suivant (Tableau I-3) présente les précipitations moyennes mensuelles sur une période d'observation de 26 ans (1990-2016) :

| Mois | Sept | Oct | Nov | Déc | Janv | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Jui | Aout | Total |
|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| P (mm) | 30.2 | 59.2 | 93.5 | 89.8 | 110.7 | 84.1 | 69 | 65.9 | 54.2 | 6.4 | 1.7 | 7.7 | 672.4 |
| P (%) | 4.49 | 8.8 | 13.91 | 13.36 | 16.46 | 12.51 | 10.26 | 9.80 | 8.06 | 0.95 | 0.25 | 1.15 | 100 |

Tableau I. 3 Précipitations moyennes mensuelles (1990-2016)

Source : ANRH Blida (2017)

I.7 Population et évaluation démographique :

D'après l'APC de Blida, la population a été évaluée à partir du dernier recensement (recensement de l'année 2016) ; 16369 habitants suivant le tableau :

Tableau I. 4 Recensement de l'année 2016

| Agglomération | Population 2016 (habitant) |
|---------------|----------------------------|
| Haraza | 650 |
| Sidi Aissa | 615 |
| Abadi | 1870 |
| Total | 3135 |

Source : DRE Blida

L'évolution démographique en Algérie est calculée suivant la loi des accroissements géométriques donnée par la relation suivante :

$$P_N = P_0 (1 + T)^N$$

Avec :

P_N : Population future à l'horizon (hab.) ;

P_0 : Population de l'année de référence 2016 (hab.) ;

T : Taux d'accroissement : T= 2%

N : l'écart entre l'année de référence et l'année de l'horizon.

Du fait du caractère semi-rural des centres urbains situés à la commune de Guerrouaou, nous préconisons pour un taux d'accroissement de 2% pour l'horizon d'étude long terme (2050) ; le nombre d'habitant estimé pour ces horizons par la formule précédente et est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau I. 5 Estimation du nombre d'habitants

| Horizon | 2016 | 2020 | 2030 | 2050 |
|------------|------|------|------|------|
| Population | 3135 | 3394 | 4137 | 6147 |

Source : DRE Blida

I.8 Equipements :

D'après les données fournies par l'assemblée populaire communale (A.P.C) les équipements quel que soit leur nature se répartissent comme suit :

a. Actuels

Tableau I. 6 Les équipements des agglomérations

| Equipements | Nature d'équipement |
|---|---|
| Sanitaires | - 2 Centres de santé |
| Scolaires | - 5 écoles fondamentales - 2 C.E.M - Centre de formation professionnelle |
| Socioculturels, commerciales et sportifs | - 2 Mosquée - Stade -2 Stades combinés - Bibliothèque municipale. - Jardin - Hammam - Locaux de commerce divers - Maison de jeunes - Salle polyvalente |
| Administratifs | - Brigade de garde communale - Brigade de gendarmerie - Antenne APC- Bureau de poste - Parc APC |

b. Projetés :

| | |
|----------------------|--|
| - 1 mosquée | - Centre culturel |
| - Salle de soin | - Agence bancaire |
| - Gendarmerie | - Cabinet médecine et chirurgie dentaire |
| - Station de service | - Terrain de sport |
| - Place public | |

I.9 Données hydrauliques :

I.9.1 Schéma actuel d'alimentation :

Actuellement la ville de Guerouaou est alimentée par 06 forages en exploitation et un captage de source (source de SIDI AISSA). Un septième nouveau forage en cours de réalisation d'un débit de **10 l/s**.

Les productions de forages de Guerouaou sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau I. 7 Les productions de forages de Guerouaou

| Désignation des Forages | Débit d'exploitation (l/s) | Production horaire (m3/h) | Production journalière (m3/j) |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| F01 | 8,5 | 30,6 | 734,4 |
| F02 | 2,4 | 8,64 | 207,36 |
| F03 | 3,0 | 10,8 | 259,2 |
| F04 | 0,7 | 2,52 | 60,48 |
| F05 | 5,0 | 18 | 432 |
| F06 | 3,84 | 13,82 | 331,77 |
| TOTAL | 23,44 | 84,38 | 2025,21 |

SOURCE : STATISTIQUE DU DRE JANVIER 2017

Actuellement le captage des eaux de Sidi Aissa est de production journalière de $Q=2000\text{m}^3/\text{j}$ qui équivalent un débit d'exploitation de $Q=23,15\text{ l/s}$ refoule l'eau vers la station de traitement (monobloc) de SIDI AISSA à l'aide d'une conduite de **DN400 PVC**.

Au niveau de la station de traitement de Sidi Aissa, on a deux Réservoirs de stockage d'une capacité total de $(2 \times 100)\text{ m}^3$.

La distribution vers les abonnés de la ville de Guerouaou se fait à partir du R $(2 \times 100)\text{ m}^3$ à l'aide d'une conduite de **DN300 PVC** puis une réduction en **DN200 PVC** vers les deux réservoirs 500 et 1000m^3 de quatre fermes.

Aussi ces deux réservoirs R $(2 \times 100)\text{ m}^3$ du captage de SIDI AISSA refoulent l'eau vers le Réservoir 350m^3 de l'ENSH par une conduite de **DN200 PVC**. Aussi refoulent l'eau vers le réservoir $(2 \times 2000)\text{ m}^3$ de l'université par une conduite de **DN300A** puis une réduction en **DN160PVC**.

Le Réservoir 350m^3 de l'ENSH alimente les cités 5,6,7,3 et ENSH avec une conduite de **DN200PVC**. Aussi les deux autres cités 1 et 2 par une conduite **DN50 A/G**.

On constate que les deux réservoirs 500m^3 et 1000m^3 fait la distribution vers les abonnés de GUEROUOU et SOUMMA avec conduite **DN300, DN200** en **BONNA** successivement.

On signale qu'à partir de cette conduite de distribution **DN300 PVC** des réservoirs $(2 \times 100)\text{ m}^3$ de la station de traitement SIDI AISSA il y a un **piquage** de **DN200PVC** vers des habitants de la partie inférieure de HARAZA et le centre de SIDI.

Durant la période de l'été : On constate un manque d'eau important pour les fractions d'études (HARAZA+SIDI AISSA et ABADI).

D'après toutes ces explications, on constate que le système d'AEP actuel (adduction et distribution) est très compliqué et liées.

Pour cela il est obligé de projeter un système de sécurisation de l'AEP des fractions d'études.

Durant la saison de l'hiver, l'alimentation des fractions d'étude se fait à partir du captage de SIDI AISSA mais dans la période sèche de la saison d'été, on est obligé de renforcer le système d'AEP à partir des eaux des forages de GUEROUAOU (Réservoir 500m^3 et 1000 m^3).

Donc on doit projeter une conduite d'adduction à partir le captage de SIDI AISSA vers le Réservoir de distribution des fractions HARAZA, SIDI AISSA et ABADI.

I.9.2 Le réseau d'AEP de l'agglomération :

Les réseaux de distributions d'eau potable des fractions d'étude (HARAZA, ABADI et SIDI AISSA) sont de type ramifié, alimentés par piquage de DN200PVC vers les habitants à partir du captage de SIDI AISSA, conçus en PEHD, PVC, A/G et A/C.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons représenté la localité, la topographie, le climat la géologie, et la situation démographique et hydraulique de la commune de Guerrouaou. Ces différentes informations représentent les données de base pour l'élaboration de notre travail des agglomérations de HARAZA, ABADI et SIDI AISSA.

D'après tout explications, on constate que le système d'AEP actuel (adduction et distribution) est très compliqué et lié.

Chapitre II :

**Estimation Des
Besoins En Eau**

II. Introduction :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération doit être fixée pour chaque catégorie de consommateur. Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (de l'évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population...). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à autre.

L'étude présente, se base sur le recensement de l'A.P.C, les orientations du plan d'urbanisation et des équipements.

II.1 Evolution de la population

L'évolution démographique de la population est calculée par la formule des intérêts composés :

$$P_n = P_0 (1 + \tau)^N$$

P_n : population à l'horizon de calcul (2050) ;

P_0 : population de l'année de référence (2016) ;

τ : taux d'accroissement naturel de la population ; $\tau = 2$ % qui dépend de plusieurs facteurs:

- mode de vie.
- L'éducation (planning familial) ;
- Le développement socioculturel ;

N : nombre d'années séparant l'année de référence et l'horizon de calcul $N = 30$ ans

Tableau II. 1 Présente le nombre d'habitant pour les différents horizons

| Horizon | 2016 | 2020 | 2030 | 2050 |
|------------|------|------|------|------|
| Population | 3135 | 3394 | 4137 | 6147 |

II.2 Evaluation des débits :

II.2.1 Catégories des besoins :

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Mais avant tout projet d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de procéder à une analyse de toutes les catégories de consommateurs rencontrés au niveau d'une agglomération.

Pour notre étude il est nécessaire de se pencher sur les différentes catégories de besoins en eau :

- Besoins domestiques.
- Besoins commerciaux.
- Besoins collectifs (sanitaires, administratifs, éducations, publics socioculturels et sportifs...).

II.2.2 Consommation unitaire et choix de la dotation :

La norme unitaire « dotation » est définie comme une quantité d'eau moyenne journalière nécessaire à l'alimentation d'une agglomération, généralement estimée en litre par habitant et par 24 heures, par mètre cube, par mètre carré de surface de végétaux, par tonne de produits fabriqués, par tête d'animal, par voiture, par poste ...etc.

L'estimation de l'évolution des dotations unitaires domestiques est complexe car elle doit satisfaire les habitudes culturelles relatives à l'usage de l'eau et en même temps une sagesse à mettre en œuvre pour consommer rationnellement sans gaspillage.

Les définitions suivantes seront donc utilisées dans la suite:

- La dotation unitaire domestique : elle correspond à la dotation nette, et est définie comme étant la quantité d'eau potable, par jour, que doit recevoir effectivement un habitant « au niveau de son robinet » pour couvrir ses besoins domestiques journaliers. En couplant population et dotation unitaire, on peut évaluer la consommation domestique annuelle.
 - Les 'autres usages' désignent conventionnellement la consommation des administrations, des commerces et des zones d'artisanat + petite industrie. On verra ci-après qu'elle est calculée comme une fraction de la consommation domestique.
 - La surconsommation touristique a un statut particulier : elle rend compte de l'activité touristique d'une agglomération et en plus est définie sur une base saisonnière.

Tableau II. 2 Proposition de dotations de l'atelier MRE du 26 avril 2009

| EVOLUTION DOTATIONS UNITAIRES DOMESTIQUES (en l/j/hab) | HYPOTHESE TENDANCIELLE | | | | |
|---|------------------------|------|------------------------|------|------|
| | Gestion par l'offre | | Gestion par la demande | | |
| HORIZON | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| métropoles à statut particulier de délégation (SPE) | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 |
| métropoles | 90 | 95 | 100 | 110 | 120 |
| urbain supérieur | 85 | 85 | 90 | 100 | 110 |
| urbain | 80 | 85 | 90 | 100 | 110 |
| Semi urbain | 80 | 80 | 85 | 90 | 100 |
| Semi rural | 75 | 80 | 85 | 90 | 100 |
| Rural aggloméré | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| DOTATION MOYENNE PONDEREE de la population agglomérée | 82 | 85 | 90 | 98 | 107 |
| Eparse | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |

Source : Etude d'actualisation du PNE Algérie

Tableau II. 3 Typologie agglomération / Strates de population

| Désignation | Caractéristique |
|---|--|
| Les métropoles à statut particulier de délégation | Alger ; Oran ; Constantine ; Annaba |
| Les métropoles | villes de plus de 300.000 habitants |
| L'urbain dit « supérieur » | 100.000 < pop < 300.000 habitants |
| L'urbain | 20.000 < pop < 100.000 habitants |
| Semi urbain | 5.000 < pop < 20.000 habitants |
| Semi rural | 3.000 < pop < 5.000 habitants |
| Rural aggloméré | 600 < pop < 3.000 habitants |
| Rural éparse | Population inférieure à 600 habitants (100 unités d'habitation). |

Source : PNE 2010

- **Majoration climatique :**

Les coefficients de majoration climatique prennent en compte les variations de standard dans l'usage de l'eau entre, respectivement, le Nord, les Hauts Plateaux et le Sud. Ils s'établissent comme suit :

Tableau II. 4 Table de coefficient de majoration géo-climatique

| Unité : % | MAJORATION GEOCLIMATIQUE |
|----------------------|--------------------------|
| REGION SNAT | TAUX DE MAJORATION |
| Région Nord | 0 |
| Région Haut Plateaux | 5 |
| Région Sud | 15 |

Source PNE 2010

Pour la wilaya de Blida située dans le Nord de l'Algérie, le coefficient est égal à **Zéro**.

- **Majoration autres usagés :**

Les besoins administratifs, des commerces et de l’artisanat et petites industries sont considérés comme étroitement liés à la typologie de l’agglomération et sont estimés par application directe aux dotations unitaires domestiques, de coefficients de majoration spécifiques à chaque catégorie d’usagers :

Tableau II. 5 Facteur De Majoration (Autres Usagers)

| | Taux de majoration des autres usagers | | | |
|---|---------------------------------------|----------|-------------------------------|-------|
| | Administration | Commerce | Artisanat et petite industrie | total |
| métropoles à statut particulier de délégation (SPE) | 35 | 17,5 | 17,5 | 70 |
| Métropoles urbain supérieur | 30 | 15 | 15 | 60 |
| Urbain | 25 | 12,5 | 12,5 | 50 |
| Semi urbain | 20 | 10 | 10 | 40 |
| Semi rural | 15 | 10 | 10 | 35 |
| Rural aggloméré | 10 | 7,5 | 7,5 | 25 |
| Rural | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Eparse | 0 | 0 | 0 | 0 |

Source PNE 2010

II.2.3 Détermination de la consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière Q_{moy} est définie comme étant le produit de la dotation moyenne journalière par le nombre de consommateurs d’où :

$$Q_{moy} = \text{Dot} \times N / 1000 \text{ (m}^3\text{/j)}$$

Avec :

Dot : Dotation journalière en l/j/hab.

N : Nombre d’habitant

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps, parmi lesquelles nous avons :

- Variation annuelle et saisonnière qui dépend du niveau de vie et de développement de l'agglomération.
- Variation mensuelle qui dépend de l'importance de la ville.
- Variation journalière qui dépend du jour de la semaine où la consommation est la plus importante.
- Variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population durant la journée, tel que au levée du jour la consommation est faible et commence à augmenter d'une heure à l'autre jusqu'à la pointe.

II.2.4 Consommation maximale journalière ($Q_{max\ j}$) et minimale journalière ($Q_{min\ j}$) :

Pour l'agglomération ; les établissements publics la consommation maximale et minimale journalière est calculée par la formule :

$$Q_{max.\ j} = K_{max.\ j} * Q_{moy.\ j}$$

$$Q_{min.\ j} = K_{min.\ j} * Q_{moy.\ j}$$

Avec :

$Q_{moy.\ j}$: débit moyen journalier

$Q_{max.\ j}$: débit maximum journalier

$K_{max.\ j}$: coefficient d'irrégularité de la consommation journalière maximum

Coefficient d'irrégularité journalière maximum varie entre 1.1 à 1.3

- Dans notre cas nous prenons $K_{max\ j} = 1,25$

$Q_{min.\ j}$: débit minimum journalier

$K_{min.\ j}$: coefficient d'irrégularité de la consommation journalière minimum

Coefficient d'irrégularité journalière minimum ; varie entre 0,7 à 0,9

- Dans notre cas $K_{min\ j} = 0,85$

II.2.5 Etude de la consommation horaire :

- Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière et l'habitude quotidienne des habitants. La variation des débits horaires dans une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants.

II.3 Les besoins en eau actuels 2020 :

On a : $P_{2020} = 3311$ habitants

Donc :

$3000 < P_{2020} < 5000$ habitants → **Semi rural**

Selon le tableau d'évolution des dotations du PNE, de la désignation semi urbain :

$$\text{Dot}_{2020} = 85 \text{ l/j/hab.}$$

- **Majoration climatique :**

Pour la wilaya de Blida située dans le Nord de l'Algérie, le coefficient est égal à **Zéro**.

- **Majoration des différents usagers :**

Pour notre cas, le coefficient de majoration égale à **25**.

Donc :

$$\text{Dot}_{2020} = 85 + (0 \cdot 85) + (0.25 \cdot 85) = 106 \text{ l/j/hab.}$$

On prend : **Dot₂₀₂₀ = 120 l/j/hab.**

II.3.1 Besoins en eau des différents usagers (2020) :

- **Débit moyen des différents consommateurs :**

L'ensemble des équipements présents et projetés au niveau des agglomérations HARAZA, SIDI AISSA et ABADI sont résumés dans les tableaux suivants :

- **Besoins domestiques :**

Tableau II. 6 Evaluation des besoins domestiques

| Année | Population | dot (l/j/hab.) | Qmoy j (m ³ /j) |
|-------|------------|-----------------|----------------------------|
| 2016 | 3135 | 100 | 313.5 |
| 2020 | 3394 | 120 | 407.28 |

- **Besoins scolaires :**

Tableau II. 7 Evaluation des besoins scolaires

| Equipement | Unité | Nombre | Dot(l/j/hab) | Qmoy j (m ³ /j) |
|-------------------------------------|-------|--------|---------------|----------------------------|
| 5 écoles fondamentales | élève | 650 | 10 | 6,5 |
| 2 CEM | élève | 800 | 10 | 8 |
| Centre de formation professionnelle | élève | 800 | 10 | 8 |
| | | | tot | 22,5 |

- **Besoins administratifs :**

Tableau II. 8 Evaluation des besoins administratifs

| Equipement | Unité | Nombre | Dot(l/j/hab) | Qmoy j (m ³ /j) |
|----------------------------|---------|--------|---------------|----------------------------|
| Brigade de garde communale | agent | 40 | 15 | 0,6 |
| Brigade de gendarmerie | agent | 12 | 15 | 0,18 |
| Siège APC | employé | 30 | 10 | 0,3 |
| Siège PTT | employé | 12 | 10 | 0,12 |
| Parc APC | agent | 20 | 10 | 0,2 |
| | | | tot | 1,4 |

- **Besoins sanitaires :**

Tableau II. 9 Evaluation des besoins sanitaires

| Equipement | Unité | Nombre | Dot(l/j/hab) | Qmoy j (m ³ /j) |
|--------------------|-------|--------|---------------|----------------------------|
| 2 centres de santé | lit | 80 | 15 | 1,2 |
| | | | tot | 1,2 |

- **Besoins socioculturels :**

Tableau II. 10 Evaluation des besoins socioculturels

| Equipement | Unité | Nombre | Dot(l/j/hab) | Qmoyj (m ³ /j) |
|---------------------------|----------------|--------|---------------|---------------------------|
| 2 mosquées | fidèle | 400 | 20 | 8 |
| maison de jeune | personne | 50 | 15 | 0,75 |
| stade | personne | 40 | 100 | 4 |
| 2 stades combinés | personne | 80 | 100 | 8 |
| Bibliothèque municipale | personne | 50 | 10 | 0,5 |
| Hammam | personne | 50 | 10 | 0,5 |
| Locaux de commerce divers | personne | 15 | 10 | 0,15 |
| Salle polyvalente | personne | 50 | 100 | 5 |
| Jardin | m ² | 300 | 15 | 4,5 |
| tot | | | | 31,4 |

- **Tableau récapitulatif :**

Tableau II. 11 besoins actuels (2020)

| Besoins | Qmoy j (m ³ /j) |
|----------------|----------------------------|
| Domestiques | 407,28 |
| Scolaires | 22,5 |
| Administratifs | 1,4 |
| Sanitaires | 1,2 |
| Socioculturels | 31,4 |
| tot | 463,75 |

Tableau II. 12 Récapitulatif des débits extrema en (m³/j)

| | |
|--------|----------|
| Qmoy.j | 463,75 |
| Kmax.j | 1,25 |
| Qmax.j | 579,6875 |
| Kmin.j | 0,85 |
| Qmin.j | 394,19 |

II.3.2 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants :

Puisque le nombre d'habitants en 2020 est 16 545 hab. La répartition convenable est celle de la deuxième colonne (Moins de 10000 **hab.**)

Pour notre cas, les résultats de calcul sont obtenus dans le tableau suivant :

Tableau II. 13 Variation des débits horaires (2020)

| heures | C _h (%) | Q _h (m ³ /h) | cumul C _h (%) | cumul Q _h (m ³ /h) |
|--------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|--|
| 0-1 | 1,00 | 5,80 | 1,00 | 5,80 |
| 1-2 | 1,00 | 5,80 | 2,00 | 11,59 |
| 2-3 | 1,00 | 5,80 | 3,00 | 17,39 |
| 3-4 | 1,00 | 5,80 | 4,00 | 23,19 |
| 4-5 | 2,00 | 11,59 | 6,00 | 34,78 |
| 5-6 | 3,00 | 17,39 | 9,00 | 52,17 |
| 6-7 | 5,00 | 28,98 | 14,00 | 81,16 |
| 7-8 | 6,50 | 37,68 | 20,50 | 118,84 |
| 8-9 | 6,50 | 37,68 | 27,00 | 156,52 |
| 9-10 | 5,50 | 31,88 | 32,50 | 188,40 |
| 10-11 | 4,50 | 26,09 | 37,00 | 214,49 |
| 11-12 | 5,50 | 31,88 | 42,50 | 246,37 |
| 12-13 | 7,00 | 40,58 | 49,50 | 286,95 |
| 13-14 | 7,00 | 40,58 | 56,50 | 327,52 |
| 14-15 | 5,50 | 31,88 | 62,00 | 359,41 |
| 15-16 | 4,50 | 26,09 | 66,50 | 385,49 |
| 16-17 | 5,00 | 28,98 | 71,50 | 414,48 |
| 17-18 | 6,50 | 37,68 | 78,00 | 452,16 |
| 18-19 | 6,50 | 37,68 | 84,50 | 489,84 |
| 19-20 | 5,00 | 28,98 | 89,50 | 518,82 |
| 20-21 | 4,50 | 26,09 | 94,00 | 544,91 |
| 21-22 | 3,00 | 17,39 | 97,00 | 562,30 |
| 22-23 | 2,00 | 11,59 | 99,00 | 573,89 |
| 23-24 | 1,00 | 5,80 | 100,00 | 579,69 |

D'après les valeurs de tableau précédent l'heure de pointe est située de 12h à 13h et le débit correspondant est :

$$Q_{\max h} = 40,58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Connaissant les débits en chaque heure nous pouvons tracer le graphe de consommation et la courbe intégrale de la consommation.

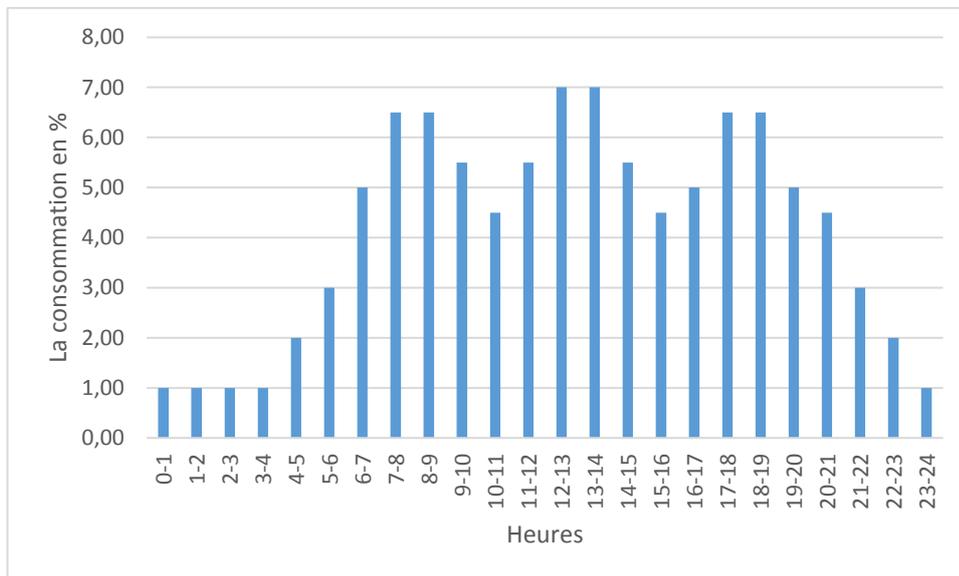


Figure II. 1 Graphique de consommation des agglomérations (2020)

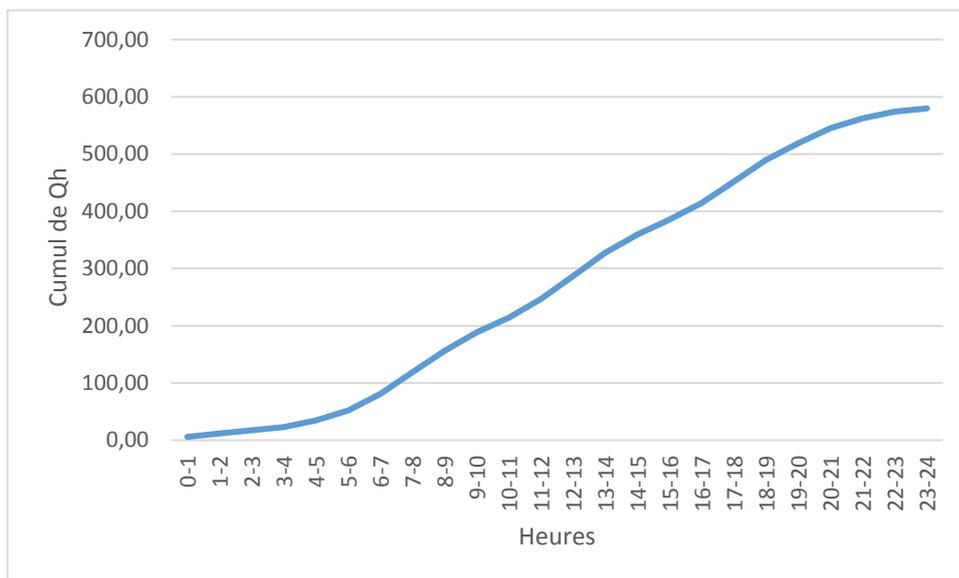


Figure II. 2 Courbe intégrale de consommation (2020)

II.4 Besoins en eau des différents usagers (2050) :

Nous allons toujours utiliser les mêmes formules pour les calculs des débits mais seule la dotation va changer car les habitudes de consommations vont changer avec l'évolution de la mentalité et les confort que procure l'évolution technologique, aussi le nombre d'habitants.

On a la population à l'horizon est 6147 hab. et d'après le PNE la désignation de ce nombre est « **semi urbain** » donc la dotation selon ce programme est :

$$\text{Dot}_{2050} = 130 \text{ l/j/hab.}$$

- Majoration climatique :

Pour la wilaya de Blida située dans le Nord de l'Algérie, le coefficient est égal à **Zéro**.

- Majoration autres usagés :

Pour notre cas, le coefficient de majoration égale à **35**.

Donc :

$$\text{Dot}_{2050} = 130 + (0 \cdot 130) + (0,35 \cdot 130) = 175 \text{ l/j/hab.}$$

$$\text{Dot}_{2050} = \mathbf{180 \text{ l/j/hab.}}$$

- Besoins domestiques :

Tableau II. 14 Evaluation des besoins domestiques

| Année | Population | dot (l/j/hab.) | Qmoy j (m ³ /j) |
|-------|------------|-----------------|----------------------------|
| 2020 | 3135 | 120 | 376,2 |
| 2050 | 6147 | 180 | 1106,46 |

- **Besoins des équipements projetés**

Tableau II. 15 Tableau récapitulatif des besoins des équipements projetés (2050)

| Equipement | Unité | Nombre | Dot | Qmoy j (m ³ /j) |
|--|----------------|--------|------------|----------------------------|
| Lycée | élève | 800 | 10 | 8 |
| Gendarmerie | agent | 20 | 15 | 0,3 |
| Agence bancaire | employé | 8 | 10 | 0,08 |
| salle de soin | patient | 50 | 15 | 0,75 |
| Cabinet médecine et chirurgie dentaire | lit | 100 | 30 | 3 |
| 1 mosquée | fidèle | 200 | 20 | 4 |
| station de service | m ² | 800 | 15 | 12 |
| centre culturel | personne | 50 | 10 | 0,5 |
| place public | m ² | 500 | 15 | 7,5 |
| terrain de sport | personne | 50 | 100 | 5 |
| | | | Tot | 41,13 |

- **Tableau récapitulatif :**

Tableau II. 16 Tableau récapitulatif des besoins futurs (2050)

| Besoins | Qmoy j (m ³ /j) |
|-------------|-----------------------------|
| Domestiques | 1106,46 |
| Existants | 56,5 |
| Projetés | 41,13 |
| Total | 1204,09 |

II.4.1 Consommation maximale journalière (Qmax j) et minimale journalière (Qmin j) :

Pour l'agglomération ; les établissements publics la consommation maximale et minimale journalière est calculée par la formule :

$$Q_{max. j} = K_{max. j} * Q_{moy. j}$$

$$Q_{min. j} = K_{min. j} * Q_{moy. j}$$

Avec :

$Q_{max.j}$ = débit maximum journalier.

$Q_{moy.j}$ = débit moyen journalier

$K_{max.j}$ = coefficient d'irrégularité de la consommation journalière maximum

- On le prend = 1.25

$Q_{min.j}$ = débit minimum journalier

$K_{min.j}$ = coefficient d'irrégularité de la consommation journalière minimum

- On le prend = 0.85

| | |
|---|---------|
| $Q_{moy.j}$ ((m³/j) | 1204,09 |
| $K_{max.j}$ | 1,25 |
| $Q_{max.j}$(m³/j) | 1505,11 |
| $K_{min.j}$ | 0,85 |
| $Q_{min.j}$(m³/j) | 1023,48 |

II.4.2 Etude de la consommation horaire :

- Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants :

La répartition convenable est celle de la 1^{ère} colonne (Moins de 10000 **hab.**)

Dans ce cas, les résultats de calcul sont obtenus dans le tableau suivant :

Tableau II. 17 Variation des débits horaires (2050)

| heures | C _h (%) | Q _h (m ³ /h) | cumul C _h (%) | cumul Q _h (m ³ /h) |
|--------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|--|
| 0-1 | 1,00 | 15,05 | 1,00 | 15,05 |
| 1-2 | 1,00 | 15,05 | 2,00 | 30,10 |
| 2-3 | 1,00 | 15,05 | 3,00 | 45,15 |
| 3-4 | 1,00 | 15,05 | 4,00 | 60,20 |
| 4-5 | 2,00 | 30,10 | 6,00 | 90,31 |
| 5-6 | 3,00 | 45,15 | 9,00 | 135,46 |
| 6-7 | 5,00 | 75,26 | 14,00 | 210,72 |
| 7-8 | 6,50 | 97,83 | 20,50 | 308,55 |
| 8-9 | 6,50 | 97,83 | 27,00 | 406,38 |
| 9-10 | 5,50 | 82,78 | 32,50 | 489,16 |
| 10-11 | 4,50 | 67,73 | 37,00 | 556,89 |
| 11-12 | 5,50 | 82,78 | 42,50 | 639,67 |
| 12-13 | 7,00 | 105,36 | 49,50 | 745,03 |
| 13-14 | 7,00 | 105,36 | 56,50 | 850,39 |
| 14-15 | 5,50 | 82,78 | 62,00 | 933,17 |
| 15-16 | 4,50 | 67,73 | 66,50 | 1000,90 |
| 16-17 | 5,00 | 75,26 | 71,50 | 1076,15 |
| 17-18 | 6,50 | 97,83 | 78,00 | 1173,99 |
| 18-19 | 6,50 | 97,83 | 84,50 | 1271,82 |
| 19-20 | 5,00 | 75,26 | 89,50 | 1347,07 |
| 20-21 | 4,50 | 67,73 | 94,00 | 1414,80 |
| 21-22 | 3,00 | 45,15 | 97,00 | 1459,96 |
| 22-23 | 2,00 | 30,10 | 99,00 | 1490,06 |
| 23-24 | 1,00 | 15,05 | 100,00 | 1505,11 |

D'après les valeurs de tableau précédent l'heure de pointe est située de 12h à 13h et le débit correspondant est :

$$Q_{\max,h} = 105,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

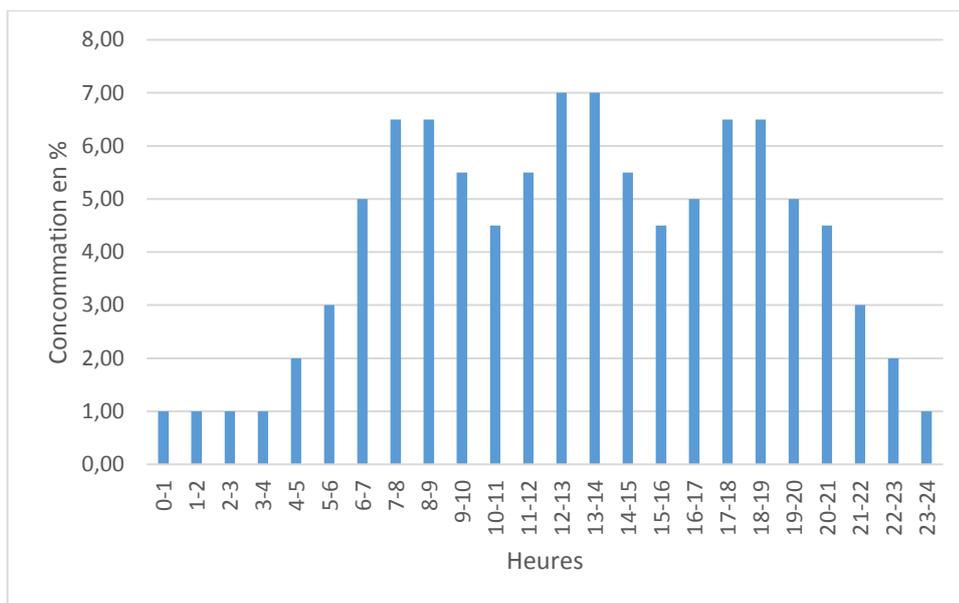


Figure II. 3 Graphique de consommation des agglomérations 2050

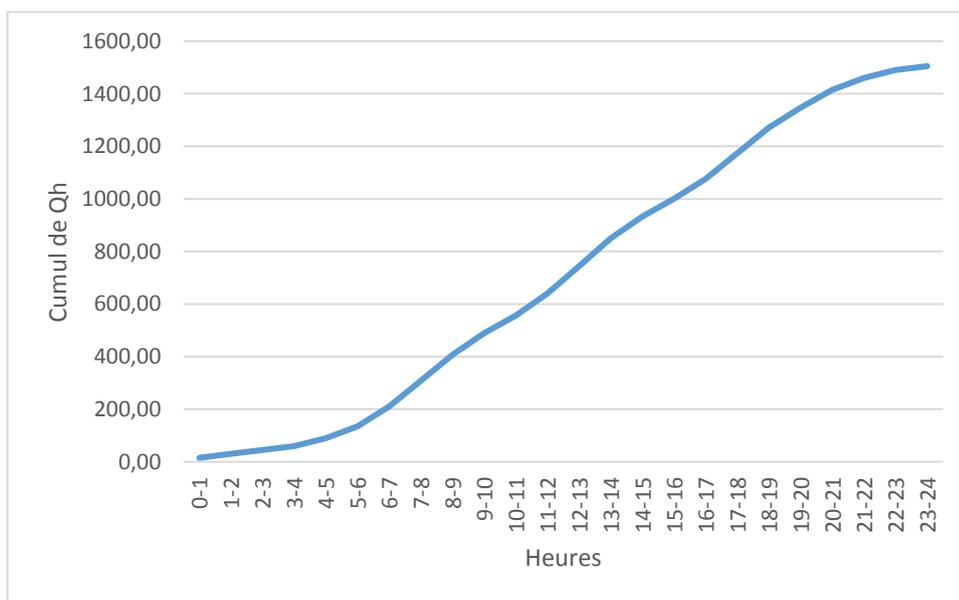


Figure II. 4 Courbe intégrale de consommation (2050)

II.5 Analyse de la capacité de stockage :

La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie ; c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et d'autre part de la variation de la demande. Le plus souvent, la capacité est calculée pour satisfaire aux variations journalières de débit de consommation en tenant compte bien entendu du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie. Pour notre projet et pour déterminer la capacité du réservoir on utilise la méthode analytique.

Tableau II. 18 Capacité horaire du réservoir

| heures | C _h (%) | refoulement (%) | arrivée | départ | reste dans le réservoir |
|---------|--------------------|-----------------|---------|--------|-------------------------|
| 0---1 | 1 | 0 | | 1 | 1 |
| 1---2 | 1 | 0 | | 1 | 0 |
| 2---3 | 1 | 0 | | 1 | -1 |
| 3---4 | 1 | 0 | | 1 | -2 |
| 4---5 | 2 | 5 | 3 | | 1 |
| 5---6 | 3 | 5 | 2 | | 3 |
| 6---7 | 5 | 5 | 0 | 0 | 3 |
| 7---8 | 6.5 | 5 | | 1,5 | 1,5 |
| 8---9 | 6.5 | 5 | | 1,5 | 0 |
| 9---10 | 5.5 | 5 | | 0,5 | -0,5 |
| 10---11 | 4.5 | 5 | 0,5 | | 0 |
| 11---12 | 5.5 | 5 | | 0,5 | -0,5 |
| 12---13 | 7 | 5 | | 2 | -2,5 |
| 13---14 | 7 | 5 | | 2 | -4,5 |
| 14---15 | 5.5 | 5 | | 0,5 | -5 |
| 15---16 | 4.5 | 5 | 0,5 | | -4,5 |
| 16---17 | 5 | 5 | 0 | 0 | -4,5 |
| 17---18 | 6.5 | 5 | | 1,5 | -6 |
| 18---19 | 6.5 | 5 | | 1,5 | -7,5 |
| 19---20 | 5.0 | 5 | 0 | 0 | -7,5 |
| 20---21 | 4.5 | 5 | 0,5 | | -7 |
| 21---22 | 3 | 5 | 2 | | -5 |
| 22---23 | 2 | 5 | 3 | | -2 |
| 23---24 | 1 | 5 | 4 | | 2 |

Pour le calcul de la capacité total du réservoir on utilise la formule suivante :

$$V_R = V_{\text{utile}} + V_{\text{inc}} = P_r^{\text{max}} \cdot Q_{\text{jmax}} + V_{\text{inc}} \text{ [m}^3\text{]}$$

Avec :

- V_R : volume du réservoir en m³;
- P_r^{max} : résidu maximum = 7,5 %;
- $Q_{\text{max j}}$: débit maximal journalier = 1505,11 m³/j;
- V_{inc} : réserve d'incendie, estimé pendant deux heures avec un débit de 60 m³/h (c'est un volume minimum), dans notre cas nous prenons :

$$V_{\text{inc}} = 120 \text{ m}^3$$

Donc :

Le volume utile est égal à :

$$V_u = \frac{7.5}{100} * Q_{\text{max j}} = \frac{7.5}{100} * 1505.11$$

$$V_u = 112,88 \text{ m}^3$$

La capacité totale du réservoir sera :

$$V_R = V_{\text{utile}} + V_{\text{inc}}$$

$$V_R = 112.88 + 120 = 232.88 \text{ m}^3$$

Après l'évaluation des besoins en stockage on a trouvé que :

- Le réservoir d'eau existant 500 m³ de HARAZA est suffisant pour l'alimentation des centres urbains HARAZA, SIDI AISSA et ABADI jusqu'à l'horizon 2050.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons réalisé le calcul de base, à savoir :

L'évaluation de la population à l'horizon de calcul ainsi que la détermination des débits de consommation des différentes catégories de consommateurs.

Et nous avons remarqué que la population à l'horizon 2050 a augmenté de presque 90% pour cela, il est nécessaire de vérifier le comportement de réseau pour l'état actuelle et à long terme dans le chapitre III.

Chapitre III :

**Diagnostic
hydraulique du
système d'AEP**

III. Introduction :

Dans ce chapitre nous effectuerons une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel EPANET afin de déterminer les différentes vitesses et pressions dans le réseau, ainsi faire une description sur son état actuel, pour proposer des solutions dans les cas défavorables, et redimensionner les tronçons où se trouve les anomalies. Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits de route pour chaque tronçon.

III.1 Type du système de distribution existant :

Le système de distribution existant est de type de réservoir en tête. Dans ce système le réservoir de stockage de 500 m³ est alimenté gravitairement par piquage de DN200PVC à partir la conduite de distribution DN300PVC des réservoirs (2*100) m³ de la station de traitement de SIDI AISSA.

III.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution :

On va simuler le réseau dans les deux cas de calcul suivant :

- Cas de pointe
- Cas de pointe + incendie

Mais avant simulation sur EPANET on doit calculer les débits aux nœuds.

III.2.1 Calcul des débits :

- Débit spécifique :

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle la répartition des habitants est uniforme sur la longueur du réseau de distribution.

Le débit spécifique se calcule comme suit :

$$qsp = \frac{Qr}{\sum Li}$$

$\sum Li$: somme des longueurs des tronçons du réseau (l/s/ml)

Qr : débit en route total avec :

$$Qr = Qmaxh - \sum Qconc$$

$\sum Qconc$: la Somme de débits concentrés (l/s)

- **Débit route :**

Il est défini comme étant le débit reparti uniformément le long d'un tronçon du réseau, il est donné aussi par la relation suivante :

$$Q_r = q_{sp} * L_i \quad (l/s)$$

- **Débit aux nœuds :**

Le débit au nœud est celui qui est concentré à chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_n = \frac{Q_r \text{ des tronçons lié au noeud}}{2} + \text{débit concentré débitant du noeud}$$

III.3 Besoins actuels 2020 :

III.3.1 Cas de pointe :

D'après le tableau II.12 de la consommation horaire de notre agglomération on constate que l'heure de pointe est entre 12h et 14h :

$$Q_{pte} = 40.58 \text{ m}^3/\text{h} = 11.27 \text{ l/s}$$

Q_{pte} : débit de Pointe de consommation

- **Débit spécifique :**

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum L_i} = \frac{Q_{maxh} - \sum Q_{conc}}{\sum L_i} = \frac{11.27}{11158.375}$$

$$q_{sp} = 1.01. 10^{-3} \text{ l/s/m}$$

- **Débit de route :**

Pour calculer le débit dans chaque tronçon on utilise la formule suivante :

$$Q_{r i} = q_{sp} * L_i \quad l/s$$

- **Débit aux nœuds :**

Le débit nodal se détermine par l'expression suivante :

$$Q_{n i} = 0.5 * q_{sp} * \sum L_i \quad l/s$$

Tableau III. 1 les débits en route et les débits aux nœuds

| N° de nœud | Tronçons | Tuyau | Longueur (m) | Qr (l/s) | Somme Li | Qn (l/s) |
|------------|----------|-------|--------------|------------|----------|----------|
| 1 | 1--13 | 2 | 123,5 | 0,07736472 | 436,361 | 0,136676 |
| | 1--29 | 1 | 1,761 | 0,00110315 | | |
| | 1--R1 | p1 | 311,1 | 0,19488393 | | |
| 2 | 2--3 | p2 | 35,39 | 0,02216953 | 86,85 | 0,027203 |
| | 2--7 | p29 | 31,21 | 0,01955104 | | |
| | 2--40 | p31 | 20,25 | 0,01268531 | | |
| 3 | 3--2 | p2 | 35,39 | 0,02216953 | 35,39 | 0,011085 |
| 4 | 4--5 | p3 | 52,15 | 0,03266859 | 229,04 | 0,071739 |
| | 4--40 | p40 | 23,79 | 0,01490289 | | |
| | 4--41 | p32 | 153,1 | 0,0959072 | | |
| 5 | 5--4 | p3 | 52,15 | 0,03266859 | 299,7 | 0,093871 |
| | 5--6 | p4 | 194,2 | 0,12165368 | | |
| | 5--48 | p41 | 53,35 | 0,03342031 | | |
| 6 | 6--5 | p4 | 194,2 | 0,12165368 | 194,2 | 0,060827 |
| 7 | 7--8 | p5 | 139,9 | 0,08763826 | 377,51 | 0,118243 |
| | 7--37 | p27 | 206,4 | 0,12929618 | | |
| | 7--2 | p29 | 31,21 | 0,01955104 | | |
| 8 | 8--7 | p5 | 139,9 | 0,08763826 | 228,28 | 0,071501 |
| | 8--9 | p6 | 32,38 | 0,02028397 | | |
| | 8--39 | p30 | 56 | 0,03508036 | | |
| 9 | 9--8 | p6 | 32,38 | 0,02028397 | 32,38 | 0,010142 |
| 10 | 10--11 | p7 | 62,44 | 0,0391146 | 317,48 | 0,099440 |
| | 10--47 | p37 | 83,24 | 0,05214445 | | |
| | 10--46 | p36 | 171,8 | 0,10762153 | | |
| 11 | 11--10 | p7 | 62,44 | 0,0391146 | 62,44 | 0,019557 |
| 12 | 12--38 | p28 | 17,51 | 0,01096888 | 157,5 | 0,049332 |
| | 12--141 | 136 | 62,78 | 0,03932759 | | |
| | 12--37 | p8 | 77,21 | 0,04836705 | | |
| 13 | 13--14 | p9 | 67,03 | 0,04198994 | 200,503 | 0,062801 |
| | 13--1 | 2 | 123,5 | 0,07736472 | | |
| | 13--121 | 130 | 9,973 | 0,00624744 | | |
| 14 | 14--13 | p9 | 67,03 | 0,04198994 | 457,94 | 0,143435 |
| | 14--15 | p10 | 340,9 | 0,21355169 | | |
| | 14--49 | p42 | 50,01 | 0,03132801 | | |
| 15 | 15--14 | p10 | 340,9 | 0,21355169 | 461,87 | 0,144666 |
| | 15--21 | p11 | 90,04 | 0,05640421 | | |
| | 15--52 | p48 | 30,93 | 0,01937563 | | |
| 16 | 16--17 | p12 | 55,28 | 0,03462933 | 531,14 | 0,166362 |
| | 16--74 | p71 | 73,68 | 0,04615573 | | |
| | 16--21 | p44 | 319 | 0,19983277 | | |
| | 16--75 | p72 | 83,18 | 0,05210686 | | |

Suite du tableau :

| | | | | | | |
|----|--------|------|-------|------------|---------|----------|
| 17 | 17--85 | p92 | 11,49 | 0,00719774 | 131,54 | 0,041201 |
| | 17--97 | p91 | 64,77 | 0,04057419 | | |
| | 17--16 | p12 | 55,28 | 0,03462933 | | |
| 18 | 18--98 | p13 | 33,59 | 0,02104195 | 248,91 | 0,077963 |
| | 18--96 | p90 | 51,82 | 0,03246186 | | |
| | 18--85 | p89 | 163,5 | 0,10242212 | | |
| 19 | 19--20 | p14 | 137,6 | 0,08619746 | 417,61 | 0,130803 |
| | 19--52 | p46 | 34,98 | 0,0219127 | | |
| | 19--24 | p17 | 83,23 | 0,05213819 | | |
| | 19--54 | p49 | 161,8 | 0,10135718 | | |
| 20 | 20--19 | p14 | 137,6 | 0,08619746 | 137,6 | 0,043099 |
| 21 | 21--22 | p15 | 57,06 | 0,03574438 | 466,1 | 0,145991 |
| | 21--15 | p11 | 90,04 | 0,05640421 | | |
| | 21--16 | p44 | 319 | 0,19983277 | | |
| 22 | 22--51 | p45 | 60,23 | 0,03773018 | 315,49 | 0,098817 |
| | 22--23 | p16 | 159,6 | 0,09997903 | | |
| | 22--50 | p43 | 38,6 | 0,02418039 | | |
| | 22--21 | p15 | 57,06 | 0,03574438 | | |
| 23 | 23--22 | p16 | 159,6 | 0,09997903 | 159,6 | 0,049990 |
| 24 | 24--19 | p17 | 83,23 | 0,05213819 | 83,23 | 0,026069 |
| 25 | 25--54 | p51 | 54,62 | 0,03421588 | 197,18 | 0,061760 |
| | 25--65 | p59 | 66,56 | 0,04169551 | | |
| | 25--26 | p18 | 76 | 0,04760906 | | |
| 26 | 26--25 | p18 | 76 | 0,04760906 | 76 | 0,023805 |
| 27 | 27--28 | p19 | 93,77 | 0,05874081 | 344,87 | 0,108019 |
| | 27--59 | p54 | 125,6 | 0,07868024 | | |
| | 27--60 | p56 | 125,5 | 0,07861759 | | |
| 28 | 28--27 | p19 | 93,77 | 0,05874081 | 93,77 | 0,029370 |
| 29 | 29--30 | p20 | 20,12 | 0,01260387 | 216,881 | 0,067931 |
| | 29--1 | 1 | 1,761 | 0,00110315 | | |
| | 29--37 | p26 | 195 | 0,12215483 | | |
| 30 | 30--29 | p20 | 20,12 | 0,01260387 | 84,06 | 0,026329 |
| | 30--33 | p24 | 36,37 | 0,02278344 | | |
| | 30--31 | p141 | 27,57 | 0,01727081 | | |
| 31 | 31--30 | p141 | 27,57 | 0,01727081 | 63,85 | 0,019999 |
| | 31--32 | p21 | 22,89 | 0,0143391 | | |
| | 31--36 | p25 | 13,39 | 0,00838796 | | |
| 32 | 32--31 | p21 | 22,89 | 0,0143391 | 22,89 | 0,007170 |

Suite du tableau :

| | | | | | | |
|----|---------|------|-------|------------|--------|----------|
| 33 | 33--34 | p22 | 52,82 | 0,0330883 | 160,72 | 0,050340 |
| | 33--35 | p23 | 71,53 | 0,0448089 | | |
| | 33--30 | p24 | 36,37 | 0,02278344 | | |
| 34 | 34--33 | p22 | 52,82 | 0,0330883 | 52,82 | 0,016544 |
| 35 | 35--33 | p23 | 71,53 | 0,0448089 | 71,53 | 0,022404 |
| 36 | 36--31 | p25 | 13,39 | 0,00838796 | 13,39 | 0,004194 |
| 37 | 37--29 | p26 | 195 | 0,12215483 | 564,48 | 0,176805 |
| | 37--126 | p118 | 85,87 | 0,05379197 | | |
| | 37--7 | p27 | 206,4 | 0,12929618 | | |
| | 37--12 | p8 | 77,21 | 0,04836705 | | |
| 38 | 38--12 | p28 | 17,51 | 0,01096888 | 17,51 | 0,005484 |
| 39 | 39--8 | p30 | 56 | 0,03508036 | 56 | 0,017540 |
| 40 | 40--4 | p40 | 23,79 | 0,01490289 | 151,84 | 0,047559 |
| | 40--2 | p31 | 20,25 | 0,01268531 | | |
| | 40--46 | p39 | 107,8 | 0,06752969 | | |
| 41 | 41--4 | p32 | 153,1 | 0,0959072 | 153,1 | 0,047954 |
| 42 | 42--43 | p33 | 41,09 | 0,02574021 | 41,09 | 0,012870 |
| 43 | 43--42 | p33 | 41,09 | 0,02574021 | 110,22 | 0,034523 |
| | 43--45 | p35 | 22,47 | 0,01407599 | | |
| | 43--44 | p34 | 46,66 | 0,02922946 | | |
| 44 | 44--43 | p34 | 46,66 | 0,02922946 | 46,66 | 0,014615 |
| 45 | 43 | p35 | 22,47 | 0,01407599 | 22,47 | 0,007038 |
| 46 | 46--43 | p38 | 67,85 | 0,04250361 | 347,45 | 0,108827 |
| | 46--40 | p39 | 107,8 | 0,06752969 | | |
| | 46--10 | p36 | 171,8 | 0,10762153 | | |
| 47 | 10 | p37 | 83,24 | 0,05214445 | 83,24 | 0,026072 |
| 48 | 48--5 | p41 | 53,35 | 0,03342031 | 53,35 | 0,016710 |
| 49 | 49--14 | p42 | 50,01 | 0,03132801 | 257,28 | 0,080584 |
| | 49--119 | p112 | 131,9 | 0,08262678 | | |
| | 49--120 | p113 | 75,37 | 0,04721441 | | |
| 50 | 50--22 | p43 | 38,6 | 0,02418039 | 38,6 | 0,012090 |
| 51 | 51--22 | p45 | 60,23 | 0,03773018 | 60,23 | 0,018865 |
| 52 | 52--15 | p48 | 30,93 | 0,01937563 | 163,16 | 0,051104 |
| | 52--53 | p47 | 97,25 | 0,0609208 | | |
| | 52--19 | p46 | 34,98 | 0,0219127 | | |
| 53 | 53--52 | p47 | 97,25 | 0,0609208 | 97,25 | 0,030460 |
| 54 | 54--19 | p49 | 161,8 | 0,10135718 | 304,56 | 0,095393 |
| | 54--55 | p50 | 88,14 | 0,05521398 | | |
| | 54--25 | p51 | 54,62 | 0,03421588 | | |
| 55 | 55--54 | p50 | 88,14 | 0,05521398 | 88,14 | 0,027607 |

Suite du tableau :

| | | | | | | |
|----|---------|------|-------|------------|---------|----------|
| 56 | 56--65 | p60 | 57,21 | 0,03583835 | 311,2 | 0,097473 |
| | 56--62 | p61 | 12,75 | 0,00798705 | | |
| | 56--57 | p52 | 24,34 | 0,01524743 | | |
| | 56--66 | p62 | 216,9 | 0,13587375 | | |
| 57 | 57--56 | p52 | 24,34 | 0,01524743 | 24,34 | 0,007624 |
| 58 | 58--65 | p53 | 28,72 | 0,01799121 | 28,72 | 0,008996 |
| 59 | 59--72 | p69 | 109,9 | 0,06884521 | 274,37 | 0,085937 |
| | 59--27 | p54 | 125,6 | 0,07868024 | | |
| | 59--73 | p70 | 38,87 | 0,02434953 | | |
| 60 | 60--61 | p55 | 52,31 | 0,03276881 | 271,61 | 0,085072 |
| | 60--27 | p56 | 125,5 | 0,07861759 | | |
| | 60--64 | p58 | 93,8 | 0,0587596 | | |
| 61 | 61--60 | p55 | 52,31 | 0,03276881 | 52,31 | 0,016384 |
| 62 | 62--63 | p57 | 18,34 | 0,01148882 | 39,802 | 0,012467 |
| | 62--64 | p68 | 8,712 | 0,0054575 | | |
| | 62--56 | p61 | 12,75 | 0,00798705 | | |
| 63 | 63--62 | p57 | 18,34 | 0,01148882 | 18,34 | 0,005744 |
| 64 | 64--62 | p68 | 8,712 | 0,0054575 | 172,142 | 0,053917 |
| | 64--69 | p65 | 69,63 | 0,04361867 | | |
| | 64--60 | p58 | 93,8 | 0,0587596 | | |
| 65 | 65--58 | p53 | 28,72 | 0,01799121 | 152,49 | 0,047762 |
| | 65--25 | p59 | 66,56 | 0,04169551 | | |
| | 65--56 | p60 | 57,21 | 0,03583835 | | |
| 66 | 66--67 | p63 | 30,79 | 0,01928793 | 416,69 | 0,130514 |
| | 66--68 | p64 | 169 | 0,10586752 | | |
| | 66--56 | p62 | 216,9 | 0,13587375 | | |
| 67 | 67--66 | p63 | 30,79 | 0,01928793 | 30,79 | 0,009644 |
| 68 | 68--66 | p64 | 169 | 0,10586752 | 169 | 0,052933 |
| 69 | 69--64 | p65 | 69,63 | 0,04361867 | 241,89 | 0,075764 |
| | 69--70 | p66 | 56,46 | 0,03536852 | | |
| | 69--71 | p67 | 115,8 | 0,07254117 | | |
| 70 | 70--69 | p66 | 56,46 | 0,03536852 | 56,46 | 0,017684 |
| 71 | 71--69 | p67 | 115,8 | 0,07254117 | 115,8 | 0,036270 |
| 72 | 72--138 | p132 | 78,73 | 0,04931923 | 394,03 | 0,123416 |
| | 72--137 | p131 | 205,4 | 0,12866975 | | |
| | 72--59 | p69 | 109,9 | 0,06884521 | | |
| 73 | 73--59 | p70 | 38,87 | 0,02434953 | 38,87 | 0,012175 |
| 74 | 74--16 | p71 | 73,68 | 0,04615573 | 73,68 | 0,023078 |
| 75 | 75--16 | p72 | 83,18 | 0,05210686 | 318,75 | 0,099837 |
| | 75--136 | p129 | 34,42 | 0,02156189 | | |
| | 75--131 | p123 | 117,2 | 0,07341818 | | |
| | 75--130 | p122 | 83,95 | 0,05258922 | | |

Suite du tableau :

| | | | | | | |
|----|---------|------|-------|------------|--------|----------|
| 76 | 76--78 | p74 | 104,3 | 0,06533717 | 324,43 | 0,101616 |
| | 76--77 | p73 | 129,3 | 0,08099805 | | |
| | 76--131 | p137 | 90,83 | 0,05689909 | | |
| 77 | 77--76 | p73 | 129,7 | 0,08124862 | 129,7 | 0,040624 |
| 78 | 78--76 | p74 | 104,3 | 0,06533717 | 104,3 | 0,032668 |
| 79 | 79--83 | p78 | 34,48 | 0,02159948 | 145,71 | 0,045639 |
| | 79--80 | p133 | 18,17 | 0,01138232 | | |
| | 79--131 | p75 | 93,06 | 0,05829604 | | |
| 80 | 80--79 | p133 | 18,17 | 0,01138232 | 216,78 | 0,067899 |
| | 80--81 | p76 | 92,71 | 0,05807679 | | |
| | 80--82 | p77 | 105,9 | 0,06633947 | | |
| 81 | 81--80 | p76 | 92,71 | 0,05807679 | 92,71 | 0,029038 |
| 82 | 82--80 | p77 | 105,9 | 0,06633947 | 105,9 | 0,033169 |
| 83 | 83--84 | p79 | 61,58 | 0,03857587 | 258,76 | 0,081048 |
| | 83--87 | p80 | 162,7 | 0,10192097 | | |
| | 83--79 | p78 | 34,48 | 0,02159948 | | |
| 84 | 84--83 | p79 | 61,58 | 0,03857587 | 61,58 | 0,019288 |
| 85 | 85--86 | p81 | 34,55 | 0,02164333 | 209,54 | 0,065631 |
| | 85--17 | p92 | 11,49 | 0,00719774 | | |
| | 85--18 | p89 | 163,5 | 0,10242212 | | |
| 86 | 86--85 | p81 | 34,55 | 0,02164333 | 34,55 | 0,010822 |
| 87 | 87--88 | p82 | 122,7 | 0,07686357 | 308,16 | 0,096520 |
| | 87--89 | p83 | 22,76 | 0,01425766 | | |
| | 87--83 | p80 | 162,7 | 0,10192097 | | |
| 88 | 88--87 | p82 | 122,7 | 0,07686357 | 122,7 | 0,038431 |
| 89 | 89--90 | p84 | 30,01 | 0,01879931 | 310,17 | 0,097150 |
| | 89--95 | p88 | 133,7 | 0,08375436 | | |
| | 89--87 | p83 | 22,76 | 0,01425766 | | |
| | 89--92 | p86 | 123,7 | 0,07749001 | | |
| 90 | 90--89 | p84 | 30,01 | 0,01879931 | 257,98 | 0,080803 |
| | 90--91 | p85 | 159,5 | 0,09991638 | | |
| | 90--93 | p139 | 68,47 | 0,042892 | | |
| 91 | 91--90 | p85 | 159,5 | 0,09991638 | 159,5 | 0,049958 |
| 92 | 92--89 | p86 | 123,7 | 0,07749001 | 123,7 | 0,038745 |
| 93 | 93--90 | p139 | 68,47 | 0,042892 | 129,59 | 0,040590 |
| | 93--94 | p87 | 23,66 | 0,01482145 | | |
| | 93--142 | p138 | 37,46 | 0,02346626 | | |
| 94 | 94--93 | p87 | 23,66 | 0,01482145 | 23,66 | 0,007411 |
| 95 | 95--89 | p88 | 133,7 | 0,08375436 | 133,7 | 0,041877 |
| 96 | 96--18 | p90 | 51,82 | 0,03246186 | 51,82 | 0,016231 |
| 97 | 97--17 | p91 | 64,77 | 0,04057419 | 64,77 | 0,020287 |

Suite du tableau :

| | | | | | | |
|-----|----------|------|-------|------------|--------|----------|
| 98 | 98--99 | p93 | 39,57 | 0,02478803 | 96,15 | 0,030116 |
| | 98--100 | p94 | 22,99 | 0,01440174 | | |
| | 98--18 | p13 | 33,59 | 0,02104195 | | |
| 99 | 99--98 | p93 | 39,57 | 0,02478803 | 39,57 | 0,012394 |
| 100 | 100--101 | p95 | 42,78 | 0,02679889 | 288,47 | 0,090353 |
| | 100--102 | p111 | 222,7 | 0,13950707 | | |
| | 100--98 | p94 | 22,99 | 0,01440174 | | |
| 101 | 101--100 | p95 | 42,78 | 0,02679889 | 42,78 | 0,013399 |
| 102 | 102--103 | p96 | 28,83 | 0,01806012 | 271,61 | 0,085072 |
| | 102--104 | p105 | 20,08 | 0,01257881 | | |
| | 102--100 | p111 | 222,7 | 0,13950707 | | |
| 103 | 103--102 | p96 | 28,83 | 0,01806012 | 28,83 | 0,009030 |
| 104 | 104--102 | p105 | 20,08 | 0,01257881 | 259,03 | 0,081132 |
| | 104--105 | p97 | 58,71 | 0,036778 | | |
| | 104--115 | p104 | 145,6 | 0,09120894 | | |
| | 104--112 | p102 | 34,64 | 0,02169971 | | |
| 105 | 105--104 | p97 | 58,71 | 0,036778 | 58,71 | 0,018389 |
| 106 | 106--117 | p108 | 153,8 | 0,0963457 | 226,23 | 0,070859 |
| | 106--133 | p125 | 20,38 | 0,01276675 | | |
| | 106--107 | p98 | 34,7 | 0,02173729 | | |
| | 106--108 | p109 | 17,35 | 0,01086865 | | |
| 107 | 107--106 | p98 | 34,7 | 0,02173729 | 34,7 | 0,010869 |
| 108 | 108--106 | p109 | 17,35 | 0,01086865 | 106,7 | 0,033420 |
| | 108--109 | p99 | 32,57 | 0,02040299 | | |
| | 108--111 | p101 | 56,78 | 0,03556898 | | |
| 109 | 109--110 | p100 | 63,43 | 0,03973477 | 227,4 | 0,071225 |
| | 109--108 | p99 | 32,57 | 0,02040299 | | |
| | 109--113 | p106 | 131,4 | 0,08231356 | | |
| 110 | 110--109 | p100 | 63,43 | 0,03973477 | 63,43 | 0,019867 |
| 111 | 111--108 | p101 | 56,78 | 0,03556898 | 168,82 | 0,052877 |
| | 111--118 | p110 | 54,43 | 0,03409686 | | |
| | 111--143 | p140 | 57,61 | 0,03608892 | | |
| 112 | 112--104 | p102 | 34,64 | 0,02169971 | 88,4 | 0,027688 |
| | 112--134 | p126 | 32,75 | 0,02051575 | | |
| | 112--116 | p127 | 21,01 | 0,0131614 | | |
| 113 | 113--116 | p107 | 12,06 | 0,00755481 | 290,96 | 0,091133 |
| | 113--109 | p106 | 131,4 | 0,08231356 | | |
| | 113--114 | p103 | 147,5 | 0,09239916 | | |
| 114 | 114--144 | p142 | 23,9 | 0,0149718 | 221,24 | 0,069296 |
| | 114--132 | p124 | 49,84 | 0,03122152 | | |
| | 114--113 | p103 | 147,5 | 0,09239916 | | |
| 115 | 115--104 | p104 | 145,6 | 0,09120894 | 145,6 | 0,045604 |

Suite du tableau :

| | | | | | | |
|-----|----------|------|-------|------------|---------|----------|
| 116 | 116--135 | p128 | 47,35 | 0,0296617 | 80,42 | 0,025189 |
| | 116--113 | p107 | 12,06 | 0,00755481 | | |
| | 116--112 | p127 | 21,01 | 0,0131614 | | |
| 117 | 117--106 | p108 | 135,8 | 0,08506987 | 135,8 | 0,042535 |
| 118 | 118--111 | p110 | 54,43 | 0,03409686 | 54,43 | 0,017048 |
| 119 | 119--49 | p112 | 131,9 | 0,08262678 | 131,9 | 0,041313 |
| 120 | 120--49 | p113 | 75,37 | 0,04721441 | 75,37 | 0,023607 |
| 121 | 121--13 | p130 | 9,973 | 0,00624744 | 125,703 | 0,039372 |
| | 121--128 | p120 | 40,78 | 0,02554602 | | |
| | 121--122 | p114 | 74,95 | 0,0469513 | | |
| 122 | 122--121 | p114 | 74,95 | 0,0469513 | 190,72 | 0,059736 |
| | 122--123 | p115 | 43,5 | 0,02724992 | | |
| | 122--124 | p116 | 30,96 | 0,01939443 | | |
| | 122--125 | p117 | 41,31 | 0,02587803 | | |
| 123 | 123--122 | p115 | 43,5 | 0,02724992 | 43,5 | 0,013625 |
| 124 | 124--122 | p116 | 30,96 | 0,01939443 | 30,96 | 0,009697 |
| 125 | 125--122 | p117 | 41,31 | 0,02587803 | 152,53 | 0,047775 |
| | 125--129 | p121 | 88,92 | 0,0557026 | | |
| | 125--127 | p119 | 22,3 | 0,0139695 | | |
| 126 | 126--37 | p118 | 85,87 | 0,05379197 | 218,88 | 0,068556 |
| | 126--139 | p134 | 93,7 | 0,05869696 | | |
| | 126--140 | p135 | 39,31 | 0,02462516 | | |
| 127 | 127--125 | p119 | 22,3 | 0,0139695 | 22,3 | 0,006985 |
| 128 | 128--121 | p120 | 40,78 | 0,02554602 | 40,78 | 0,012773 |
| 129 | 129--125 | p121 | 88,92 | 0,0557026 | 88,92 | 0,027851 |
| 130 | 130--75 | p122 | 83,95 | 0,05258922 | 83,95 | 0,026294 |
| 131 | 131--76 | p137 | 90,83 | 0,05689909 | 301,09 | 0,094306 |
| | 131--79 | p75 | 93,06 | 0,05829604 | | |
| | 131--75 | p123 | 117,2 | 0,07341818 | | |
| 132 | 132--114 | p124 | 49,84 | 0,03122152 | 49,84 | 0,015611 |
| 133 | 133--106 | p125 | 20,38 | 0,01276675 | 20,38 | 0,006383 |
| 134 | 134--112 | p126 | 32,75 | 0,02051575 | 32,75 | 0,010258 |
| 135 | 135--116 | p128 | 47,35 | 0,0296617 | 47,35 | 0,014831 |
| 136 | 136--75 | p129 | 34,42 | 0,02156189 | 34,42 | 0,010781 |
| 137 | 137--72 | p131 | 205,4 | 0,12866975 | 205,4 | 0,064334 |
| 138 | 138--72 | p132 | 78,73 | 0,04931923 | 78,73 | 0,024659 |
| 139 | 139--126 | p134 | 93,7 | 0,05869696 | 93,7 | 0,029348 |
| 140 | 140--126 | p135 | 39,31 | 0,02462516 | 39,31 | 0,012312 |
| 141 | 141--12 | p136 | 62,78 | 0,03932759 | 62,78 | 0,019664 |
| 142 | 142--73 | p138 | 37,46 | 0,02346626 | 37,46 | 0,011733 |
| 143 | 143--111 | p140 | 57,61 | 0,03608892 | 57,61 | 0,018044 |
| 144 | 144--114 | p142 | 23,9 | 0,0149718 | 23,9 | 0,007486 |

III.3.2 Cas de pointe + incendie :

Le calcul de ce cas se fait par la même méthode de celle en cas de pointe sauf on doit localiser le débit d'incendie 17 l/s donné par le réservoir dans le point le plus défavorable (le plus loin du réservoir et le plus haut) qui est dans notre cas le nœud 137 avec une altitude de 305,77.

III.3.3 Simulation sur EPANET :

On a introduit les données du réseau tel que les diamètres, les longueurs des canalisations, les altitudes et les demandes de base pour les nœuds, ainsi les caractéristiques du réservoir, pour des valeurs de rugosité de $\epsilon = 0.1\text{mm}$

Dans ce qui suit les résultats de simulation : vitesse, perte de charge, pression et charge.

- Cas de pointe :

Tableau III. 2 Vitesse et perte de charge dans le réseau existant

| ID Arc | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|-----------|----------|----------|-------|---------|----------------------|
| | m | mm | LPS | m/s | m.c.e/km |
| Tuyau p1 | 311,1 | 250 | 6,89 | 0,14 | 0,1 |
| Tuyau p2 | 35,39 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p3 | 52,15 | 63 | 0,17 | 0,06 | 0,1 |
| Tuyau p4 | 194,2 | 50 | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p5 | 139,9 | 63 | 0,1 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p6 | 32,38 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p7 | 62,44 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p8 | 77,21 | 63 | 0,07 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p9 | 67,03 | 200 | 4,97 | 0,16 | 0,16 |
| Tuyau p10 | 340,9 | 200 | 4,68 | 0,15 | 0,14 |
| Tuyau p11 | 90,04 | 200 | 2,93 | 0,09 | 0,06 |
| Tuyau p12 | 55,28 | 160 | 1,22 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p13 | 33,59 | 160 | 0,99 | 0,05 | 0,03 |
| Tuyau p14 | 137,6 | 50 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p15 | 57,06 | 63 | 0,18 | 0,06 | 0,11 |
| Tuyau p16 | 159,6 | 50 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p17 | 83,23 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p18 | 76 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p19 | 93,77 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p20 | 20,12 | 90 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p21 | 22,89 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-----|-------|------|------|
| Tuyau p22 | 52,82 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p23 | 71,53 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p24 | 36,37 | 75 | 0,09 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p25 | 13,39 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| Tuyau p26 | 195 | 160 | 1,28 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p27 | 206,4 | 160 | 0,92 | 0,05 | 0,02 |
| Tuyau p28 | 17,51 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| Tuyau p29 | 31,21 | 160 | 0,7 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p30 | 56 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p31 | 20,25 | 110 | 0,66 | 0,07 | 0,08 |
| Tuyau p32 | 153,1 | 63 | 0,05 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p33 | 41,09 | 50 | -0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p34 | 46,66 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p35 | 22,47 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p36 | 171,8 | 63 | 0,14 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p37 | 83,24 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p38 | 67,85 | 75 | 0,07 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p39 | 107,8 | 90 | -0,32 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p40 | 23,79 | 90 | -0,29 | 0,05 | 0,05 |
| Tuyau p41 | 53,35 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p42 | 50,01 | 90 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p43 | 38,6 | 50 | -0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p44 | 319 | 160 | 2,61 | 0,13 | 0,15 |
| Tuyau p45 | 60,23 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p46 | 34,98 | 160 | -1,52 | 0,08 | 0,06 |
| Tuyau p47 | 97,25 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p48 | 30,93 | 160 | -1,6 | 0,08 | 0,06 |
| Tuyau p49 | 161,8 | 110 | 1,32 | 0,14 | 0,27 |
| Tuyau p50 | 88,14 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p51 | 54,62 | 110 | 1,2 | 0,13 | 0,22 |
| Tuyau p52 | 24,34 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p53 | 28,72 | 50 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Tuyau p54 | 125,6 | 63 | 0,31 | 0,1 | 0,3 |
| Tuyau p55 | 52,31 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p56 | 125,5 | 63 | 0,45 | 0,14 | 0,58 |
| Tuyau p57 | 18,34 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p58 | 93,8 | 90 | 0,55 | 0,09 | 0,15 |
| Tuyau p59 | 66,56 | 110 | 1,11 | 0,12 | 0,2 |
| Tuyau p60 | 57,21 | 110 | 1,05 | 0,11 | 0,18 |
| Tuyau p61 | 12,75 | 90 | 0,76 | 0,12 | 0,26 |
| Tuyau p62 | 216,9 | 50 | 0,19 | 0,1 | 0,4 |
| Tuyau p63 | 30,79 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p64 | 169 | 50 | 0,05 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p65 | 69,63 | 63 | 0,13 | 0,04 | 0,04 |
| Tuyau p66 | 56,46 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

| | | | | | |
|------------|-------|-----|-------|------|------|
| Tuyau p67 | 115,8 | 50 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p68 | 8,712 | 90 | 0,74 | 0,12 | 0,25 |
| Tuyau p69 | 109,9 | 50 | 0,21 | 0,11 | 0,47 |
| Tuyau p70 | 38,87 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p71 | 73,68 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p72 | 83,18 | 160 | 1,19 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p73 | 129,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p74 | 104,3 | 75 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p75 | 93,06 | 160 | 0,78 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p76 | 92,71 | 75 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p77 | 105,9 | 75 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p78 | 34,48 | 110 | 0,61 | 0,06 | 0,07 |
| Tuyau p79 | 61,58 | 75 | 0,02 | 0 | 0 |
| Tuyau p80 | 162,7 | 110 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |
| Tuyau p81 | 34,55 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p82 | 122,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p83 | 22,76 | 110 | 0,37 | 0,04 | 0,03 |
| Tuyau p84 | 30,01 | 110 | 0,19 | 0,02 | 0 |
| Tuyau p85 | 159,5 | 75 | -0,05 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p86 | 123,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p87 | 23,66 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p88 | 133,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p89 | 163,5 | 160 | 1,09 | 0,05 | 0,03 |
| Tuyau p90 | 51,82 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p91 | 64,77 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p92 | 11,49 | 160 | 1,16 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p93 | 39,57 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p94 | 22,99 | 160 | 0,95 | 0,05 | 0,02 |
| Tuyau p95 | 42,78 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p96 | 28,83 | 50 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Tuyau p97 | 58,71 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p98 | 34,7 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p99 | 32,57 | 90 | -0,25 | 0,04 | 0,03 |
| Tuyau p100 | 63,43 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p101 | 56,78 | 90 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p102 | 34,64 | 160 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p103 | 147,5 | 63 | 0,09 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p104 | 145,6 | 50 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p105 | 20,08 | 160 | -0,75 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p106 | 131,4 | 110 | -0,34 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p107 | 12,06 | 110 | 0,52 | 0,06 | 0,05 |
| Tuyau p108 | 153,8 | 63 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p109 | 17,35 | 90 | 0,13 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p110 | 54,43 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p111 | 222,7 | 160 | 0,85 | 0,04 | 0,02 |

| | | | | | |
|------------|-------|-----|-------|------|------|
| Tuyau p112 | 131,9 | 63 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p113 | 75,37 | 50 | -0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p114 | 74,95 | 90 | 0,17 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p115 | 43,5 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p116 | 30,96 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p117 | 41,31 | 90 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p118 | 85,87 | 90 | 0,11 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p119 | 22,3 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p120 | 40,78 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p121 | 88,92 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p122 | 83,95 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p123 | 117,2 | 160 | 1,05 | 0,05 | 0,03 |
| Tuyau p124 | 49,84 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p125 | 20,38 | 50 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Tuyau p126 | 32,75 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p127 | 21,01 | 110 | 0,56 | 0,06 | 0,06 |
| Tuyau p128 | 47,35 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p129 | 34,42 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p130 | 9,973 | 90 | -0,22 | 0,04 | 0,03 |
| Tuyau p131 | 205,4 | 50 | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p132 | 78,73 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p133 | 18,17 | 90 | 0,13 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p134 | 93,7 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p135 | 39,31 | 90 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p136 | 62,78 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p137 | 90,83 | 110 | 0,18 | 0,02 | 0 |
| Tuyau p138 | 37,46 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p139 | 68,47 | 90 | -0,06 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p140 | 57,61 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p141 | 27,57 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p142 | 23,9 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau 1 | 1,761 | 160 | -1,5 | 0,07 | 0,04 |
| Tuyau 2 | 123,5 | 200 | -5,25 | 0,17 | 0,17 |

Tableau III. 3 Charge et pression dans le réseau existant

| ID Nœud | Altitude | Demande Base | Charge | Pression |
|-----------|----------|--------------|--------|----------|
| | m | LPS | m.c.e | m.c.e |
| Noeud n1 | 297,092 | 0,137 | 367,08 | 69,99 |
| Noeud n2 | 280,508 | 0,027 | 367,06 | 86,56 |
| Noeud n3 | 276,039 | 0,011 | 367,06 | 91,03 |
| Noeud n4 | 281,841 | 0,072 | 367,06 | 85,22 |
| Noeud n5 | 272,565 | 0,094 | 367,06 | 94,49 |
| Noeud n6 | 266,743 | 0,061 | 367,05 | 100,31 |
| Noeud n7 | 281,688 | 0,118 | 367,07 | 85,38 |
| Noeud n8 | 266,072 | 0,072 | 367,06 | 100,99 |
| Noeud n9 | 261,790 | 0,0101 | 367,06 | 105,27 |
| Noeud n10 | 302,726 | 0,099 | 367,05 | 64,32 |
| Noeud n11 | 298,130 | 0,0196 | 367,05 | 68,92 |
| Noeud n12 | 297,997 | 0,049 | 367,07 | 69,07 |
| Noeud n13 | 272,382 | 0,063 | 367,06 | 94,68 |
| Noeud n14 | 261,261 | 0,143 | 367,05 | 105,79 |
| Noeud n15 | 242,480 | 0,145 | 367 | 124,52 |
| Noeud n16 | 253,668 | 0,166 | 366,95 | 113,28 |
| Noeud n17 | 250,080 | 0,041 | 366,94 | 116,86 |
| Noeud n18 | 241,407 | 0,078 | 366,94 | 125,53 |
| Noeud n19 | 244,594 | 0,13 | 366,99 | 122,4 |
| Noeud n20 | 248,969 | 0,043 | 366,99 | 118,02 |
| Noeud n21 | 243,120 | 0,146 | 366,99 | 123,87 |
| Noeud n22 | 252,605 | 0,099 | 366,99 | 114,38 |
| Noeud n23 | 260,964 | 0,05 | 366,98 | 106,02 |
| Noeud n24 | 254,208 | 0,026 | 366,99 | 112,78 |
| Noeud n25 | 254,086 | 0,0618 | 366,94 | 112,85 |
| Noeud n26 | 260,479 | 0,024 | 366,94 | 106,46 |
| Noeud n27 | 290,603 | 0,108 | 366,82 | 76,22 |
| Noeud n28 | 298,799 | 0,0294 | 366,82 | 68,02 |
| Noeud n29 | 297,188 | 0,068 | 367,08 | 69,89 |
| Noeud n30 | 292,262 | 0,0263 | 367,08 | 74,82 |
| Noeud n31 | 292,286 | 0,02 | 367,08 | 74,79 |
| Noeud n32 | 292,686 | 0,0072 | 367,08 | 74,39 |
| Noeud n33 | 295,951 | 0,05 | 367,08 | 71,13 |
| Noeud n34 | 291,858 | 0,0165 | 367,08 | 75,22 |
| Noeud n35 | 298,694 | 0,022 | 367,08 | 68,38 |
| Noeud n36 | 289,415 | 0,0042 | 367,08 | 77,66 |
| Noeud n37 | 284,981 | 0,177 | 367,07 | 82,09 |
| Noeud n38 | 297,427 | 0,005 | 367,07 | 69,64 |
| Noeud n39 | 268,938 | 0,018 | 367,06 | 98,12 |

| | | | | |
|-----------|---------|--------|--------|--------|
| Noeud n40 | 281,538 | 0,0476 | 367,06 | 85,53 |
| Noeud n41 | 278,190 | 0,048 | 367,06 | 88,87 |
| Noeud n42 | 292,128 | 0,0129 | 367,06 | 74,93 |
| Noeud n43 | 296,647 | 0,035 | 367,06 | 70,41 |
| Noeud n44 | 298,931 | 0,0146 | 367,06 | 68,12 |
| Noeud n45 | 296,243 | 0,007 | 367,06 | 70,81 |
| Noeud n46 | 297,896 | 0,11 | 367,06 | 69,16 |
| Noeud n47 | 311,723 | 0,026 | 367,05 | 55,32 |
| Noeud n48 | 264,951 | 0,017 | 367,06 | 102,11 |
| Noeud n49 | 262,072 | 0,081 | 367,05 | 104,97 |
| Noeud n50 | 242,115 | 0,012 | 366,99 | 124,87 |
| Noeud n51 | 258,527 | 0,019 | 366,99 | 108,46 |
| Noeud n52 | 242,617 | 0,051 | 367 | 124,38 |
| Noeud n53 | 250,783 | 0,0304 | 366,99 | 116,21 |
| Noeud n54 | 252,212 | 0,095 | 366,95 | 114,74 |
| Noeud n55 | 259,085 | 0,028 | 366,95 | 107,86 |
| Noeud n56 | 265,220 | 0,097 | 366,92 | 101,7 |
| Noeud n57 | 261,938 | 0,008 | 366,92 | 104,98 |
| Noeud n58 | 266,181 | 0,009 | 366,93 | 100,74 |
| Noeud n59 | 303,673 | 0,086 | 366,79 | 63,11 |
| Noeud n60 | 282,233 | 0,085 | 366,9 | 84,66 |
| Noeud n61 | 284,932 | 0,0164 | 366,9 | 81,96 |
| Noeud n62 | 266,407 | 0,0125 | 366,91 | 100,51 |
| Noeud n63 | 266,055 | 0,006 | 366,91 | 100,86 |
| Noeud n64 | 267,704 | 0,054 | 366,91 | 99,21 |
| Noeud n65 | 260,783 | 0,05 | 366,93 | 106,14 |
| Noeud n66 | 288,417 | 0,131 | 366,83 | 78,41 |
| Noeud n67 | 287,241 | 0,01 | 366,83 | 79,59 |
| Noeud n68 | 298,959 | 0,053 | 366,82 | 67,86 |
| Noeud n69 | 277,568 | 0,076 | 366,91 | 89,34 |
| Noeud n70 | 279,701 | 0,018 | 366,91 | 87,21 |
| Noeud n71 | 279,404 | 0,04 | 366,9 | 87,5 |
| Noeud n72 | 308,503 | 0,123 | 366,73 | 58,23 |
| Noeud n73 | 305,333 | 0,012 | 366,79 | 61,45 |
| Noeud n74 | 244,874 | 0,023 | 366,94 | 122,07 |
| Noeud n75 | 264,031 | 0,1 | 366,94 | 102,91 |
| Noeud n76 | 282,711 | 0,102 | 366,94 | 84,23 |
| Noeud n77 | 287,725 | 0,041 | 366,94 | 79,21 |
| Noeud n78 | 284,134 | 0,033 | 366,94 | 82,8 |
| Noeud n79 | 271,628 | 0,046 | 366,94 | 95,31 |
| Noeud n80 | 273,737 | 0,068 | 366,94 | 93,2 |
| Noeud n81 | 275,368 | 0,03 | 366,94 | 91,57 |
| Noeud n82 | 280,623 | 0,033 | 366,94 | 86,31 |
| Noeud n83 | 267,769 | 0,081 | 366,94 | 99,17 |
| Noeud n84 | 259,319 | 0,02 | 366,94 | 107,62 |

| | | | | |
|------------|---------|--------|--------|--------|
| Noeud n85 | 249,142 | 0,066 | 366,94 | 117,8 |
| Noeud n86 | 248,446 | 0,011 | 366,94 | 118,5 |
| Noeud n87 | 266,011 | 0,097 | 366,93 | 100,92 |
| Noeud n88 | 261,304 | 0,04 | 366,93 | 105,62 |
| Noeud n89 | 262,366 | 0,097 | 366,93 | 104,56 |
| Noeud n90 | 257,444 | 0,08 | 366,93 | 109,48 |
| Noeud n91 | 252,880 | 0,05 | 366,93 | 114,05 |
| Noeud n92 | 258,160 | 0,04 | 366,93 | 108,77 |
| Noeud n93 | 249,562 | 0,04 | 366,93 | 117,36 |
| Noeud n94 | 253,187 | 0,007 | 366,93 | 113,74 |
| Noeud n95 | 271,736 | 0,042 | 366,93 | 95,19 |
| Noeud n96 | 246,501 | 0,016 | 366,94 | 120,44 |
| Noeud n97 | 244,341 | 0,02 | 366,94 | 122,6 |
| Noeud n98 | 239,478 | 0,03 | 366,94 | 127,46 |
| Noeud n99 | 243,986 | 0,0124 | 366,94 | 122,95 |
| Noeud n100 | 238,116 | 0,09 | 366,94 | 128,82 |
| Noeud n101 | 243,514 | 0,013 | 366,94 | 123,42 |
| Noeud n102 | 242,998 | 0,085 | 366,93 | 123,93 |
| Noeud n103 | 245,141 | 0,009 | 366,93 | 121,79 |
| Noeud n104 | 246,304 | 0,081 | 366,93 | 120,63 |
| Noeud n105 | 249,611 | 0,018 | 366,93 | 117,32 |
| Noeud n106 | 271,617 | 0,07 | 366,93 | 95,31 |
| Noeud n107 | 274,841 | 0,01 | 366,93 | 92,08 |
| Noeud n108 | 270,722 | 0,033 | 366,93 | 96,2 |
| Noeud n109 | 268,776 | 0,071 | 366,93 | 98,15 |
| Noeud n110 | 273,913 | 0,02 | 366,93 | 93,01 |
| Noeud n111 | 264,017 | 0,053 | 366,93 | 102,91 |
| Noeud n112 | 247,410 | 0,03 | 366,93 | 119,52 |
| Noeud n113 | 248,878 | 0,09 | 366,93 | 118,05 |
| Noeud n114 | 259,163 | 0,07 | 366,93 | 107,76 |
| Noeud n115 | 258,552 | 0,05 | 366,93 | 108,38 |
| Noeud n116 | 248,857 | 0,025 | 366,93 | 118,07 |
| Noeud n117 | 272,367 | 0,043 | 366,92 | 94,56 |
| Noeud n118 | 255,668 | 0,017 | 366,92 | 111,26 |
| Noeud n119 | 264,649 | 0,04 | 367,04 | 102,39 |
| Noeud n120 | 260,586 | 0,024 | 367,04 | 106,46 |
| Noeud n121 | 271,518 | 0,04 | 367,06 | 95,54 |
| Noeud n122 | 269,502 | 0,06 | 367,06 | 97,55 |
| Noeud n123 | 274,455 | 0,013 | 367,06 | 92,6 |
| Noeud n124 | 263,892 | 0,01 | 367,06 | 103,16 |
| Noeud n125 | 269,478 | 0,05 | 367,06 | 97,58 |
| Noeud n126 | 280,280 | 0,07 | 367,07 | 86,79 |
| Noeud n127 | 267,456 | 0,007 | 367,06 | 99,6 |
| Noeud n128 | 277,620 | 0,013 | 367,06 | 89,44 |
| Noeud n129 | 277,154 | 0,03 | 367,05 | 89,9 |

| | | | | |
|--------------|---------|-------------|--------|--------|
| Noeud n130 | 258,508 | 0,03 | 366,94 | 108,43 |
| Noeud n131 | 273,900 | 0,094 | 366,94 | 93,04 |
| Noeud n132 | 252,888 | 0,016 | 366,93 | 114,04 |
| Noeud n133 | 269,514 | 0,006 | 366,93 | 97,41 |
| Noeud n134 | 241,803 | 0,01 | 366,93 | 125,13 |
| Noeud n135 | 245,605 | 0,015 | 366,93 | 121,33 |
| Noeud n136 | 265,863 | 0,01 | 366,94 | 101,08 |
| Noeud n137 | 305,773 | 0,064 | 366,73 | 60,95 |
| Noeud n138 | 302,933 | 0,025 | 366,73 | 63,8 |
| Noeud n139 | 272,121 | 0,03 | 367,07 | 94,95 |
| Noeud n140 | 276,031 | 0,012 | 367,07 | 91,04 |
| Noeud n141 | 308,554 | 0,02 | 367,07 | 58,51 |
| Noeud n142 | 248,727 | 0,012 | 366,93 | 118,2 |
| Noeud n143 | 263,135 | 0,018 | 366,92 | 103,79 |
| Noeud n144 | 259,779 | 0,007 | 366,93 | 107,15 |
| Réservoir R1 | 363,108 | Sans Valeur | 367,11 | 4 |

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de graphique :



Figure III. 1 Courbe de Distribution de Vitesses (cas de pointe)

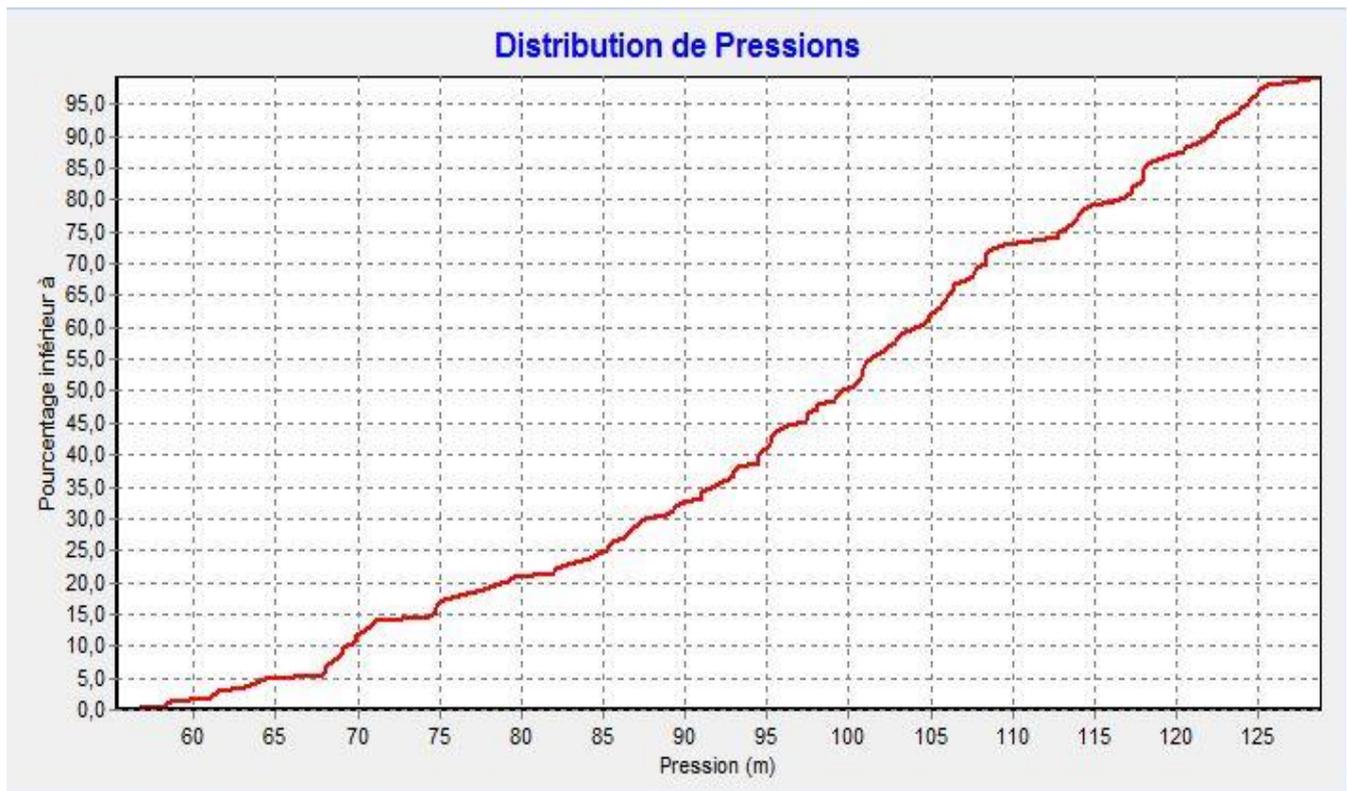


Figure III. 2 Courbe de Distribution de Pressions (cas de pointe)

Interprétation des résultats :

Après simulation on remarque que le réseau présente un déséquilibre du point de vue : vitesse, pression et perte de charge.

- La majorité des nœuds ont des fortes pressions qui dépassent les 7 bars ; ce genre de fortes pressions mènent à une augmentation des casses dans le réseau
- Des faibles et presque nulles pertes de charge sur tout le réseau
- La majorité des tuyaux ont une vitesse d'écoulement inférieure à 0.1 m/s et 12 tuyaux ont une vitesse entre 0.1 et 0.5 m/s.

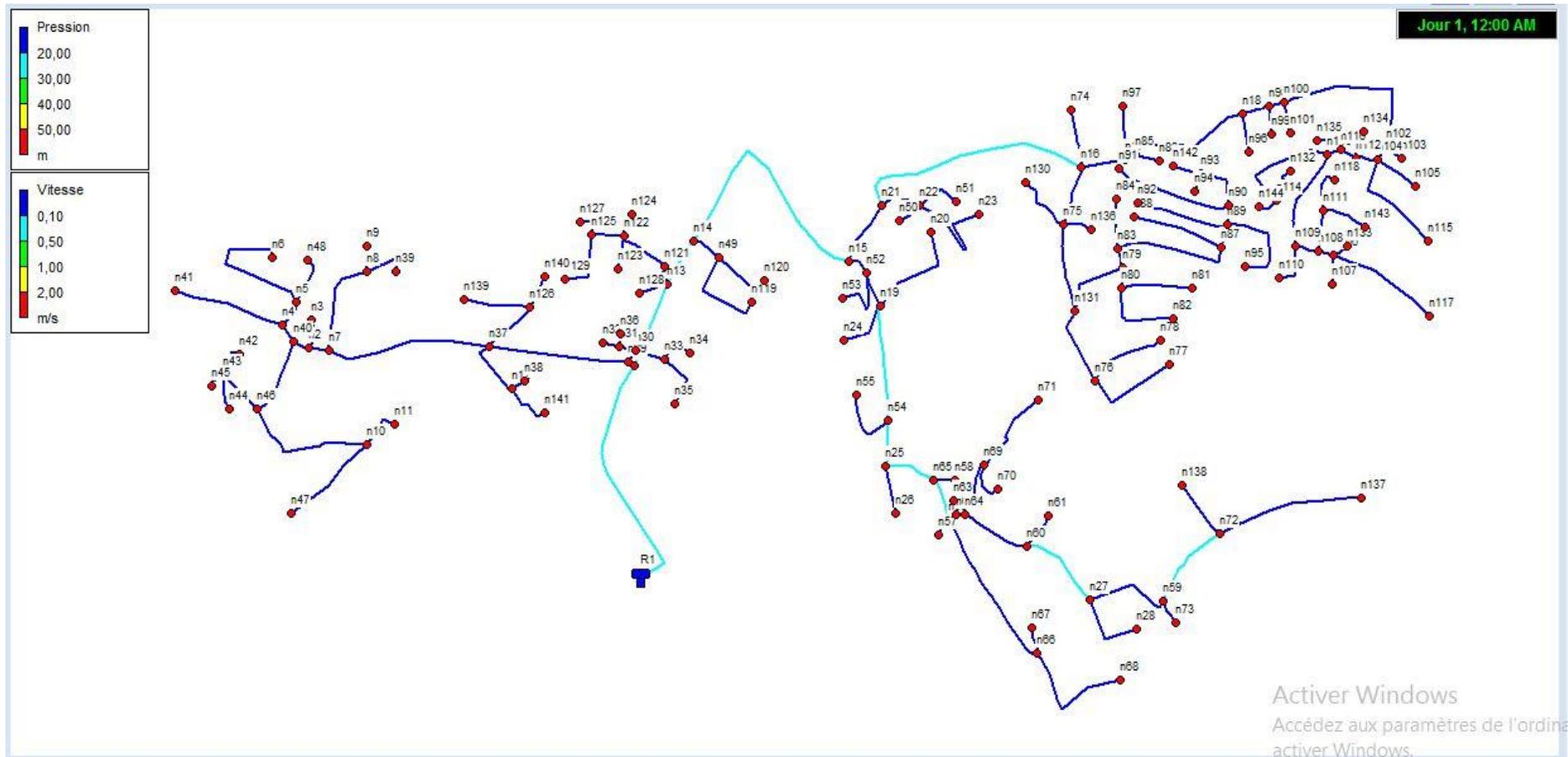


Figure III. 3 Simulation en cas de pointe

- Cas de pointe + incendie :

Tableau III. 4 Vitesse et perte de charge dans le réseau

| ID Arc | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|-----------|----------|----------|-------|---------|----------------------|
| | m | mm | LPS | m/s | m.c.e/km |
| Tuyau p1 | 311,1 | 250 | 23,89 | 0,49 | 0,94 |
| Tuyau p2 | 35,39 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p3 | 52,15 | 63 | 0,17 | 0,06 | 0,1 |
| Tuyau p4 | 194,2 | 50 | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p5 | 139,9 | 63 | 0,1 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p6 | 32,38 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p7 | 62,44 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p8 | 77,21 | 63 | 0,07 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p9 | 67,03 | 200 | 21,97 | 0,7 | 2,45 |
| Tuyau p10 | 340,9 | 200 | 21,68 | 0,69 | 2,39 |
| Tuyau p11 | 90,04 | 200 | 2,93 | 0,09 | 0,06 |
| Tuyau p12 | 55,28 | 160 | 1,22 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p13 | 33,59 | 160 | 0,99 | 0,05 | 0,03 |
| Tuyau p14 | 137,6 | 50 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p15 | 57,06 | 63 | 0,18 | 0,06 | 0,11 |
| Tuyau p16 | 159,6 | 50 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p17 | 83,23 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p18 | 76 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p19 | 93,77 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p20 | 20,12 | 90 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p21 | 22,89 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p22 | 52,82 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p23 | 71,53 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p24 | 36,37 | 75 | 0,09 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p25 | 13,39 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| Tuyau p26 | 195 | 160 | 1,28 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p27 | 206,4 | 160 | 0,92 | 0,05 | 0,02 |
| Tuyau p28 | 17,51 | 50 | 0 | 0 | 0 |
| Tuyau p29 | 31,21 | 160 | 0,7 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p30 | 56 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p31 | 20,25 | 110 | 0,66 | 0,07 | 0,08 |
| Tuyau p32 | 153,1 | 63 | 0,05 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p33 | 41,09 | 50 | -0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p34 | 46,66 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p35 | 22,47 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-----|--------|------|---------|
| Tuyau p36 | 171,8 | 63 | 0,14 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p37 | 83,24 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p38 | 67,85 | 75 | 0,07 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p39 | 107,8 | 90 | -0,32 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p40 | 23,79 | 90 | -0,29 | 0,05 | 0,05 |
| Tuyau p41 | 53,35 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p42 | 50,01 | 90 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p43 | 38,6 | 50 | -0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p44 | 319 | 160 | 2,61 | 0,13 | 0,15 |
| Tuyau p45 | 60,23 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p46 | 34,98 | 160 | -18,52 | 0,92 | 5,44 |
| Tuyau p47 | 97,25 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p48 | 30,93 | 160 | -18,6 | 0,93 | 5,49 |
| Tuyau p49 | 161,8 | 110 | 18,32 | 1,93 | 35,77 |
| Tuyau p50 | 88,14 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p51 | 54,62 | 110 | 18,2 | 1,92 | 35,3 |
| Tuyau p52 | 24,34 | 50 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Tuyau p53 | 28,72 | 50 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Tuyau p54 | 125,6 | 63 | 17,31 | 5,55 | 568,72 |
| Tuyau p55 | 52,31 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p56 | 125,5 | 63 | 17,45 | 5,6 | 577,66 |
| Tuyau p57 | 18,34 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p58 | 93,8 | 90 | 17,55 | 2,76 | 92,17 |
| Tuyau p59 | 66,56 | 110 | 18,11 | 1,91 | 34,98 |
| Tuyau p60 | 57,21 | 110 | 18,05 | 1,9 | 34,76 |
| Tuyau p61 | 12,75 | 90 | 17,76 | 2,79 | 94,3 |
| Tuyau p62 | 216,9 | 50 | 0,19 | 0,1 | 0,4 |
| Tuyau p63 | 30,79 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p64 | 169 | 50 | 0,05 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p65 | 69,63 | 63 | 0,13 | 0,04 | 0,05 |
| Tuyau p66 | 56,46 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p67 | 115,8 | 50 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p68 | 8,712 | 90 | 17,74 | 2,79 | 94,11 |
| Tuyau p69 | 109,9 | 50 | 17,21 | 8,77 | 1876,69 |
| Tuyau p70 | 38,87 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p71 | 73,68 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p72 | 83,18 | 160 | 1,19 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p73 | 129,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p74 | 104,3 | 75 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p75 | 93,06 | 160 | 0,78 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p76 | 92,71 | 75 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p77 | 105,9 | 75 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p78 | 34,48 | 110 | 0,61 | 0,06 | 0,07 |
| Tuyau p79 | 61,58 | 75 | 0,02 | 0 | 0 |
| Tuyau p80 | 162,7 | 110 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |

| | | | | | |
|------------|-------|-----|-------|------|------|
| Tuyau p81 | 34,55 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p82 | 122,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p83 | 22,76 | 110 | 0,37 | 0,04 | 0,03 |
| Tuyau p84 | 30,01 | 110 | 0,19 | 0,02 | 0 |
| Tuyau p85 | 159,5 | 75 | -0,05 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p86 | 123,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p87 | 23,66 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p88 | 133,7 | 75 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p89 | 163,5 | 160 | 1,09 | 0,05 | 0,03 |
| Tuyau p90 | 51,82 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p91 | 64,77 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p92 | 11,49 | 160 | 1,16 | 0,06 | 0,04 |
| Tuyau p93 | 39,57 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p94 | 22,99 | 160 | 0,95 | 0,05 | 0,02 |
| Tuyau p95 | 42,78 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p96 | 28,83 | 50 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| Tuyau p97 | 58,71 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p98 | 34,7 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p99 | 32,57 | 90 | -0,25 | 0,04 | 0,03 |
| Tuyau p100 | 63,43 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p101 | 56,78 | 90 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p102 | 34,64 | 160 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p103 | 147,5 | 63 | 0,09 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p104 | 145,6 | 50 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p105 | 20,08 | 160 | -0,75 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p106 | 131,4 | 110 | -0,34 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p107 | 12,06 | 110 | 0,52 | 0,06 | 0,05 |
| Tuyau p108 | 153,8 | 63 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p109 | 17,35 | 90 | 0,13 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p110 | 54,43 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p111 | 222,7 | 160 | 0,85 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p112 | 131,9 | 63 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p113 | 75,37 | 50 | -0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p114 | 74,95 | 90 | 0,17 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p115 | 43,5 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p116 | 30,96 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p117 | 41,31 | 90 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p118 | 85,87 | 90 | 0,11 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p119 | 22,3 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p120 | 40,78 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p121 | 88,92 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p122 | 83,95 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p123 | 117,2 | 160 | 1,05 | 0,05 | 0,03 |
| Tuyau p124 | 49,84 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p125 | 20,38 | 50 | 0,01 | 0 | 0,01 |

| | | | | | |
|------------|-------|-----|--------|------|---------|
| Tuyau p126 | 32,75 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p127 | 21,01 | 110 | 0,56 | 0,06 | 0,06 |
| Tuyau p128 | 47,35 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p129 | 34,42 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p130 | 9,973 | 90 | -0,22 | 0,04 | 0,02 |
| Tuyau p131 | 205,4 | 50 | 17,06 | 8,69 | 1844,87 |
| Tuyau p132 | 78,73 | 50 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p133 | 18,17 | 90 | 0,13 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p134 | 93,7 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p135 | 39,31 | 90 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p136 | 62,78 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p137 | 90,83 | 110 | 0,18 | 0,02 | 0 |
| Tuyau p138 | 37,46 | 63 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau p139 | 68,47 | 90 | -0,06 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p140 | 57,61 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p141 | 27,57 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p142 | 23,9 | 50 | 0,01 | 0 | 0 |
| Tuyau 1 | 1,761 | 160 | -1,5 | 0,07 | 0,04 |
| Tuyau 2 | 123,5 | 200 | -22,25 | 0,71 | 2,51 |

Tableau III. 5 Charge et pression dans le réseau

| ID Nœud | Altitude | Demande Base | Charge | Pression |
|-----------|----------|--------------|--------|----------|
| | m | LPS | m.c.e | m.c.e |
| Noeud n1 | 297,092 | 0,137 | 366,82 | 69,72 |
| Noeud n2 | 280,508 | 0,027 | 366,8 | 86,29 |
| Noeud n3 | 276,039 | 0,011 | 366,8 | 90,76 |
| Noeud n4 | 281,841 | 0,072 | 366,8 | 84,96 |
| Noeud n5 | 272,565 | 0,094 | 366,79 | 94,23 |
| Noeud n6 | 266,743 | 0,061 | 366,79 | 100,04 |
| Noeud n7 | 281,688 | 0,118 | 366,8 | 85,11 |
| Noeud n8 | 266,072 | 0,072 | 366,8 | 100,73 |
| Noeud n9 | 261,790 | 0,0101 | 366,8 | 105,01 |
| Noeud n10 | 302,726 | 0,099 | 366,78 | 64,06 |
| Noeud n11 | 298,130 | 0,0196 | 366,78 | 68,65 |
| Noeud n12 | 297,997 | 0,049 | 366,81 | 68,81 |
| Noeud n13 | 272,382 | 0,063 | 366,51 | 94,12 |
| Noeud n14 | 261,261 | 0,143 | 366,34 | 105,08 |
| Noeud n15 | 242,480 | 0,145 | 365,53 | 123,05 |
| Noeud n16 | 253,668 | 0,166 | 365,47 | 111,81 |
| Noeud n17 | 250,080 | 0,041 | 365,47 | 115,39 |
| Noeud n18 | 241,407 | 0,078 | 365,47 | 124,06 |
| Noeud n19 | 244,594 | 0,13 | 365,17 | 120,57 |
| Noeud n20 | 248,969 | 0,043 | 365,16 | 116,19 |

| | | | | |
|-----------|---------|--------|--------|---------|
| Noeud n21 | 243,120 | 0,146 | 365,52 | 122,4 |
| Noeud n22 | 252,605 | 0,099 | 365,51 | 112,91 |
| Noeud n23 | 260,964 | 0,05 | 365,51 | 104,55 |
| Noeud n24 | 254,208 | 0,026 | 365,17 | 110,96 |
| Noeud n25 | 254,086 | 0,0618 | 357,45 | 103,36 |
| Noeud n26 | 260,479 | 0,024 | 357,45 | 96,97 |
| Noeud n27 | 290,603 | 0,108 | 269,97 | -20,63 |
| Noeud n28 | 298,799 | 0,0294 | 269,97 | -28,83 |
| Noeud n29 | 297,188 | 0,068 | 366,82 | 69,63 |
| Noeud n30 | 292,262 | 0,0263 | 366,81 | 74,55 |
| Noeud n31 | 292,286 | 0,02 | 366,81 | 74,53 |
| Noeud n32 | 292,686 | 0,0072 | 366,81 | 74,13 |
| Noeud n33 | 295,951 | 0,05 | 366,81 | 70,86 |
| Noeud n34 | 291,858 | 0,0165 | 366,81 | 74,96 |
| Noeud n35 | 298,694 | 0,022 | 366,81 | 68,12 |
| Noeud n36 | 289,415 | 0,0042 | 366,81 | 77,4 |
| Noeud n37 | 284,981 | 0,177 | 366,81 | 81,83 |
| Noeud n38 | 297,427 | 0,005 | 366,81 | 69,38 |
| Noeud n39 | 268,938 | 0,018 | 366,8 | 97,86 |
| Noeud n40 | 281,538 | 0,0476 | 366,8 | 85,26 |
| Noeud n41 | 278,190 | 0,048 | 366,8 | 88,61 |
| Noeud n42 | 292,128 | 0,0129 | 366,79 | 74,66 |
| Noeud n43 | 296,647 | 0,035 | 366,79 | 70,15 |
| Noeud n44 | 298,931 | 0,0146 | 366,79 | 67,86 |
| Noeud n45 | 296,243 | 0,007 | 366,79 | 70,55 |
| Noeud n46 | 297,896 | 0,11 | 366,79 | 68,9 |
| Noeud n47 | 311,723 | 0,026 | 366,78 | 55,06 |
| Noeud n48 | 264,951 | 0,017 | 366,79 | 101,84 |
| Noeud n49 | 262,072 | 0,081 | 366,34 | 104,27 |
| Noeud n50 | 242,115 | 0,012 | 365,51 | 123,4 |
| Noeud n51 | 258,527 | 0,019 | 365,51 | 106,99 |
| Noeud n52 | 242,617 | 0,051 | 365,36 | 122,74 |
| Noeud n53 | 250,783 | 0,0304 | 365,35 | 114,57 |
| Noeud n54 | 252,212 | 0,095 | 359,38 | 107,17 |
| Noeud n55 | 259,085 | 0,028 | 359,38 | 100,29 |
| Noeud n56 | 265,220 | 0,097 | 353,13 | 87,91 |
| Noeud n57 | 261,938 | 0,008 | 353,13 | 91,2 |
| Noeud n58 | 266,181 | 0,009 | 355,12 | 88,94 |
| Noeud n59 | 303,673 | 0,086 | 198,54 | -105,13 |
| Noeud n60 | 282,233 | 0,085 | 342,47 | 60,23 |
| Noeud n61 | 284,932 | 0,0164 | 342,47 | 57,53 |
| Noeud n62 | 266,407 | 0,0125 | 351,93 | 85,52 |
| Noeud n63 | 266,055 | 0,006 | 351,93 | 85,88 |
| Noeud n64 | 267,704 | 0,054 | 351,11 | 83,41 |
| Noeud n65 | 260,783 | 0,05 | 355,12 | 94,34 |

| | | | | |
|------------|---------|--------|--------|---------|
| Noeud n66 | 288,417 | 0,131 | 353,05 | 64,63 |
| Noeud n67 | 287,241 | 0,01 | 353,05 | 65,81 |
| Noeud n68 | 298,959 | 0,053 | 353,04 | 54,08 |
| Noeud n69 | 277,568 | 0,076 | 351,11 | 73,54 |
| Noeud n70 | 279,701 | 0,018 | 351,11 | 71,41 |
| Noeud n71 | 279,404 | 0,04 | 351,11 | 71,7 |
| Noeud n72 | 308,503 | 0,123 | -7,71 | -316,21 |
| Noeud n73 | 305,333 | 0,012 | 198,54 | -106,79 |
| Noeud n74 | 244,874 | 0,023 | 365,47 | 120,6 |
| Noeud n75 | 264,031 | 0,1 | 365,47 | 101,44 |
| Noeud n76 | 282,711 | 0,102 | 365,47 | 82,76 |
| Noeud n77 | 287,725 | 0,041 | 365,47 | 77,74 |
| Noeud n78 | 284,134 | 0,033 | 365,47 | 81,33 |
| Noeud n79 | 271,628 | 0,046 | 365,47 | 93,84 |
| Noeud n80 | 273,737 | 0,068 | 365,47 | 91,73 |
| Noeud n81 | 275,368 | 0,03 | 365,47 | 90,1 |
| Noeud n82 | 280,623 | 0,033 | 365,47 | 84,84 |
| Noeud n83 | 267,769 | 0,081 | 365,46 | 97,69 |
| Noeud n84 | 259,319 | 0,02 | 365,46 | 106,14 |
| Noeud n85 | 249,142 | 0,066 | 365,47 | 116,33 |
| Noeud n86 | 248,446 | 0,011 | 365,47 | 117,03 |
| Noeud n87 | 266,011 | 0,097 | 365,46 | 99,45 |
| Noeud n88 | 261,304 | 0,04 | 365,46 | 104,15 |
| Noeud n89 | 262,366 | 0,097 | 365,46 | 103,09 |
| Noeud n90 | 257,444 | 0,08 | 365,46 | 108,01 |
| Noeud n91 | 252,880 | 0,05 | 365,45 | 112,57 |
| Noeud n92 | 258,160 | 0,04 | 365,45 | 107,3 |
| Noeud n93 | 249,562 | 0,04 | 365,46 | 115,89 |
| Noeud n94 | 253,187 | 0,007 | 365,45 | 112,27 |
| Noeud n95 | 271,736 | 0,042 | 365,45 | 93,72 |
| Noeud n96 | 246,501 | 0,016 | 365,47 | 118,97 |
| Noeud n97 | 244,341 | 0,02 | 365,47 | 121,13 |
| Noeud n98 | 239,478 | 0,03 | 365,47 | 125,99 |
| Noeud n99 | 243,986 | 0,0124 | 365,47 | 121,48 |
| Noeud n100 | 238,116 | 0,09 | 365,47 | 127,35 |
| Noeud n101 | 243,514 | 0,013 | 365,47 | 121,95 |
| Noeud n102 | 242,998 | 0,085 | 365,46 | 122,46 |
| Noeud n103 | 245,141 | 0,009 | 365,46 | 120,32 |
| Noeud n104 | 246,304 | 0,081 | 365,46 | 119,16 |
| Noeud n105 | 249,611 | 0,018 | 365,46 | 115,85 |
| Noeud n106 | 271,617 | 0,07 | 365,45 | 93,84 |
| Noeud n107 | 274,841 | 0,01 | 365,45 | 90,61 |
| Noeud n108 | 270,722 | 0,033 | 365,45 | 94,73 |
| Noeud n109 | 268,776 | 0,071 | 365,46 | 96,68 |
| Noeud n110 | 273,913 | 0,02 | 365,45 | 91,54 |

| | | | | |
|--------------|---------|----------------|---------|---------|
| Noeud n111 | 264,017 | 0,053 | 365,45 | 101,44 |
| Noeud n112 | 247,410 | 0,03 | 365,46 | 118,05 |
| Noeud n113 | 248,878 | 0,09 | 365,46 | 116,58 |
| Noeud n114 | 259,163 | 0,07 | 365,45 | 106,29 |
| Noeud n115 | 258,552 | 0,05 | 365,46 | 106,9 |
| Noeud n116 | 248,857 | 0,025 | 365,46 | 116,6 |
| Noeud n117 | 272,367 | 0,043 | 365,45 | 93,08 |
| Noeud n118 | 255,668 | 0,017 | 365,45 | 109,79 |
| Noeud n119 | 264,649 | 0,04 | 366,34 | 101,69 |
| Noeud n120 | 260,586 | 0,024 | 366,34 | 105,75 |
| Noeud n121 | 271,518 | 0,04 | 366,5 | 94,99 |
| Noeud n122 | 269,502 | 0,06 | 366,5 | 97 |
| Noeud n123 | 274,455 | 0,013 | 366,5 | 92,05 |
| Noeud n124 | 263,892 | 0,01 | 366,5 | 102,61 |
| Noeud n125 | 269,478 | 0,05 | 366,5 | 97,03 |
| Noeud n126 | 280,280 | 0,07 | 366,81 | 86,53 |
| Noeud n127 | 267,456 | 0,007 | 366,5 | 99,05 |
| Noeud n128 | 277,620 | 0,013 | 366,5 | 88,88 |
| Noeud n129 | 277,154 | 0,03 | 366,5 | 89,35 |
| Noeud n130 | 258,508 | 0,03 | 365,47 | 106,96 |
| Noeud n131 | 273,900 | 0,094 | 365,47 | 91,57 |
| Noeud n132 | 252,888 | 0,016 | 365,45 | 112,57 |
| Noeud n133 | 269,514 | 0,006 | 365,45 | 95,94 |
| Noeud n134 | 241,803 | 0,01 | 365,46 | 123,66 |
| Noeud n135 | 245,605 | 0,015 | 365,46 | 119,85 |
| Noeud n136 | 265,863 | 0,01 | 365,47 | 99,61 |
| Noeud n137 | 305,773 | 17,064 | -386,65 | -692,42 |
| Noeud n138 | 302,933 | 0,025 | -7,71 | -310,64 |
| Noeud n139 | 272,121 | 0,03 | 366,81 | 94,68 |
| Noeud n140 | 276,031 | 0,012 | 366,81 | 90,78 |
| Noeud n141 | 308,554 | 0,02 | 366,8 | 58,25 |
| Noeud n142 | 248,727 | 0,012 | 365,45 | 116,73 |
| Noeud n143 | 263,135 | 0,018 | 365,45 | 102,32 |
| Noeud n144 | 259,779 | 0,007 | 365,45 | 105,68 |
| Réservoir R1 | 363,108 | Sans Valeur | 367,11 | 4 |

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de graphique :

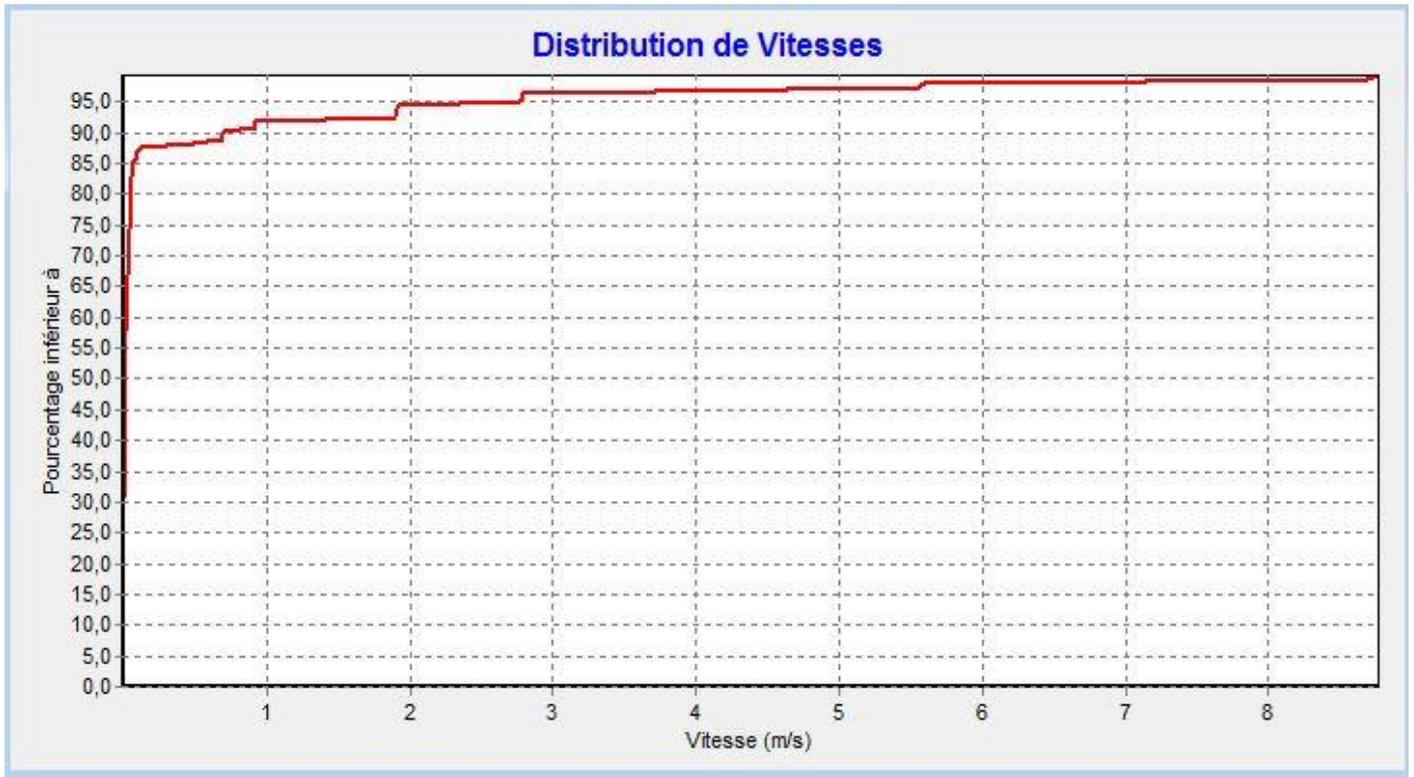


Figure III. 4 Courbe de Distribution de Vitesses (cas de pointe + incendie)

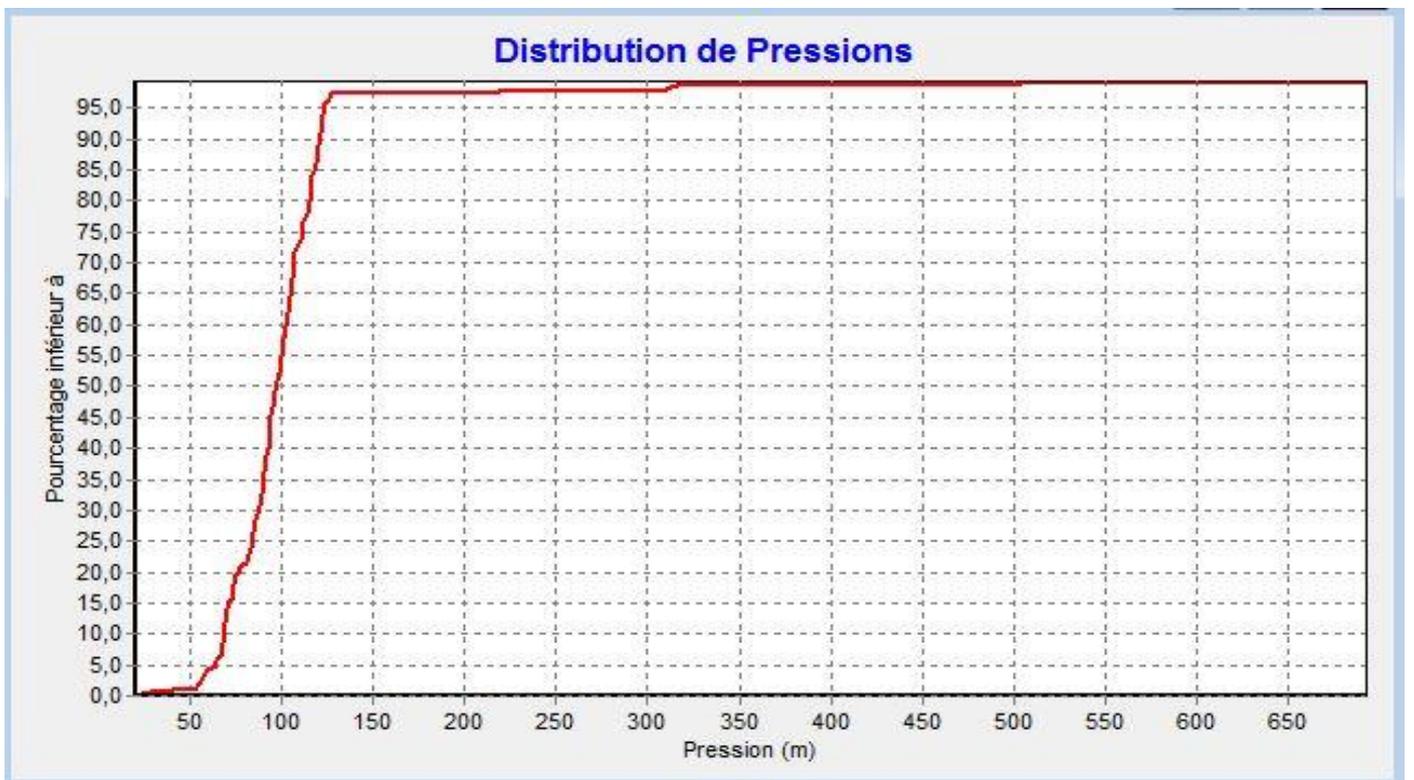


Figure III. 5 Courbe de Distribution de Pressions (cas de pointe + incendie)

Interprétation des résultats :

- La majorité des nœuds ont des fortes pressions qui dépassent les 7 bars ; toujours ce genre de fortes pressions mènent à une augmentation des casses dans le réseau
- L'existence des nœuds avec des pressions négatives donc l'eau n'arrive pas jusqu'à ces nœuds (N27, 28, 59, 72, 73, 137, 138)
- Des faibles et presque nulles pertes de charge sur la majorité du réseau, et des grandes pertes de charge au niveau des tuyaux 49, 51, 56, 58, 69, 131.
- La majorité des tuyaux ont une vitesse d'écoulement inférieure à 0.1 m/s et 12 tuyaux ont une vitesse entre 0.1 et 0.5 m/s.

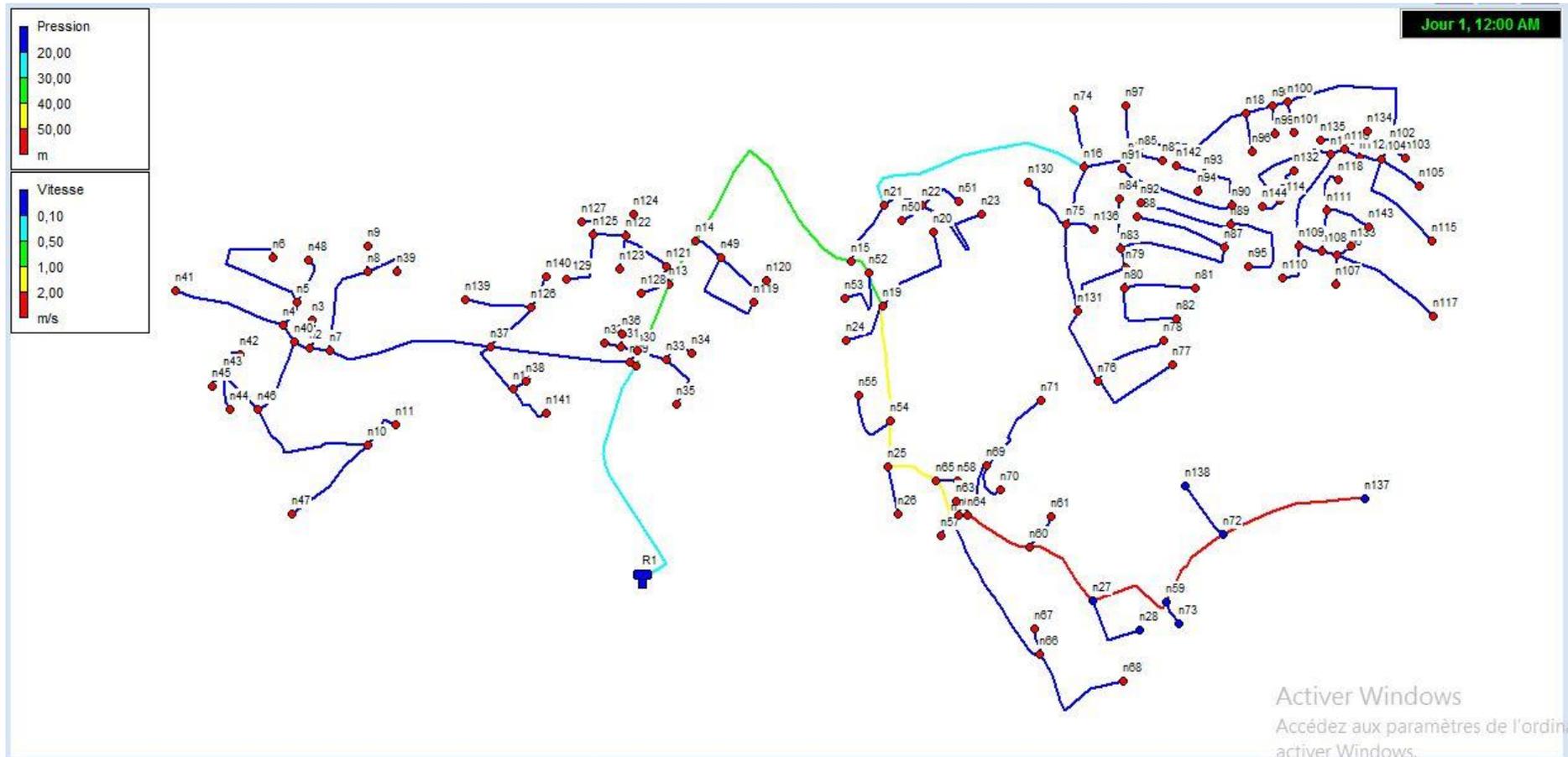


Figure III. 6 simulation en cas de pointe + incendie

Conclusion :

Après la simulation de 2020 on a constaté que le réseau est très déséquilibré pour cette année donc ça va être déséquilibré à long terme. Nous remarquons qu'il y'a des dépressions et des excès de pression et on remarque qu'une bonne partie du réseau fonctionne avec des vitesses faibles.

Chapitre IV :

Etude d'adduction

IV. Introduction :

Le transport de l'eau se fait par pompage, gravitaire ou mixte à l'aide d'une adduction. Le transfert d'eau à partir de la station de traitement de SIDI AISSA vers le réservoir de stockage projeté de 500 m³ de HARAZA nécessite le choix du tracé d'adduction. C'est dans ce contexte qu'entre l'objectif de ce chapitre.

IV.1 Types d'adduction :

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- Adduction gravitaire ;
- Adduction par refoulement ;
- Adduction mixte ;

IV.1.1 Adduction gravitaire :

Dans une adduction gravitaire, le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de l'agglomération et l'écoulement se fait gravitairement c'est-à-dire sous l'effet de la gravité.

IV.1.2 Adduction par refoulement :

Dans une adduction par refoulement, le point à alimenter se trouve à une altitude supérieure à celle du captage donc l'écoulement est en charge par pompage.

IV.1.3 Adduction mixte :

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon ou relais.

IV.2 Choix du tracé :

Le choix du tracé de la conduite doit tenir compte de certaines conditions qui sont :

- ❖ Avoir un itinéraire aussi direct que possible,
- ❖ Eviter le passage par des points hauts nécessitant davantage le pompage.
- ❖ Condition, de poses à priori plus faciles en absence d'une topographie plus précise et de données géotechniques.
- ❖ Conditions d'accès aisées (travaux, entretien, surveillance).
- ❖ Il est préférable de passer la conduite à côté des routes pour faciliter la pose des tuyaux et leur exploitation (détection des fuites, des vannes défectueuses, de tous les dommages subit par l'installation) et permettre un accès rapide pour l'entretien, la réparation ainsi que l'acheminement du matériel.
- ❖ Eviter le maximum possible les pentes et contres pentes, qui peuvent donner lieu à des contournements d'air, suite à l'arrêt inopiné du groupe électropompe difficilement évacuables.
- ❖ Le tracé en plan tient compte de la réalisation du profil en long idéal, avec des coudes largement ouverts afin d'éviter les butées importantes.

IV.3 Choix des matériaux de canalisation :

De nombreux types de tuyaux sont disponibles pour constituer une conduite. Parmi les matériaux utilisés, nous pouvons citer : L'acier- la fonte - le béton -le PVC (polychlorure de vinyle non plastifié) -le PEHD (polyéthylène à haute densité) et PRV (Polyester Renforcé de fibre de Verre).

IV.3.1 Fonte :

La fonte est un matériau noble apte à prendre en charge les grandes pressions, il n'est pas sensible à la corrosion et sa pose se fait sans grande contrainte. Néanmoins elle nécessite beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite.

IV.3.2 Acier :

L'acier est un matériau apte à prendre en charge les grandes pressions, il est très sensible à la corrosion surtout qu'il s'agit de sol agressif, une protection cathodique est indispensable.

Pour une conduite maitresse alimentant une ville, l'acier n'est pas recommandé pour éviter la perturbation de l'alimentation en cas de fuite.

IV.3.3 PVC (Polychlorure de vinyle) et PEHD (polyéthylène) :

Les tuyaux en matière plastique sont les plus légers de tous les tuyaux. Ils sont faciles à couper, à poser et à assembler si certaines précautions sont prises. Ils ont de très bonnes propriétés hydrauliques et ne sont pas sujets à la corrosion. Toutefois leur résistance mécanique présente une limitation plus sévère que les autres matériaux (Casse pour le PVC, écrasement pour le PEHD).

Le PVC, avec une densité de 1.4 est un matériau particulièrement léger en comparaison aux autres matériaux.

IV.3.4 PRV (Polyester Renforcé de fibre de Verre) :

Le tuyau en polyester renforcé en fibre de verre est une technique assez ancienne environ (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 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 insuffisant causé par un matériau trop faible ou un compactage inefficace peut engendrer des résultats qui se révèlent très mauvais sur le moyen et le long terme.

Depuis de nombreuses années, les constructeurs proposent des conduites de grands diamètres et de fortes pressions, mais ces dernières restent peu utilisées dans ce type d'application.

Dans notre étude nous avons choisi des conduites en PEHD qui sont plus économique que celle en fonte et en acier, et vu les avantages qu'elles présentent :

- Ils sont disponibles sur le marché.
- Peuvent supporter des pressions importantes.
- Économique de point de vu transport.
- Leur continuité et leur souplesse permettent d'opérer la mise en force de fouille de tronçon de grande longueur préalablement assemblée au-dessous du sol dans les meilleures conditions d'exécution et de contrôle.
- Par leur élasticité s'adoptent aux reliefs plus au moins accidentés.

IV.4 La variante :

Vu le manque d'eau observé en été dans la région d'étude, on va projeter une conduite d'adduction qui refoule l'eau par pompage à partir de la station de traitement existante (réservoirs de capacité (2*100) m³ de SIDI AISSA) d'un linéaire de L= 1618,14 m avec projection d'une station de pompage qui refoule l'eau vers le réservoir projeté de SIDI AISSA (R 500 m³) au voisinage de R500m³ à réaliser.

IV.5 Calcul hydraulique :

Le dimensionnement de la conduite d'adduction s'établit en cherchant le diamètre économique qui permet de donner un coût de revient minimum entre les dépenses de fonctionnement et celle d'investissement, donc une étude technico-économique s'avère indispensable. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus les pertes de charge seront plus importantes. Il est donc impératif de déterminer un même diamètre économique pour la conduite de refoulement.

Le diamètre économique des conduites de refoulement sera déterminé comme suit :

- Cas de refoulement :

Le choix de la gamme des diamètres sur laquelle portera notre étude sera donné par les relations :

- Formule de BRESSE :

$$D_{éc.} = 1,5 * \sqrt{Q}$$

$$D_{éc.} = 1,5 * \sqrt{9.81 * 10^{-3}} = 0.149 \text{ m} \approx 150 \text{ mm}$$

- Formule de BONNIN :

$$D_{éc.} = \sqrt{Q}$$

$$D_{éc.} = \sqrt{9.81 * 10^{-3}} = 0.099 \approx 0.1 \text{ m} \approx 100 \text{ mm}$$

Avec :

Déc : diamètre économique de la conduite (m) ;

Q : débit véhiculé par la conduite (m³/s).

- Formule de MUNIER :

$$D_{éc.} = \sqrt{Q}(1 + 0.02 n)$$

$$D_{éc.} = \sqrt{9.81 * 10^{-3}}(1 + 0.02 (20)) = 0.139 m = 140 mm$$

Avec :

n : nombre d'heures de pompage.

Q: débit en m³/s.

- Formule de VIBERT (en 1948, pour les conduites en fonte) :

$$D_{éc.} = 1,35 \times (e/f) 0,154 \times Q^{0,46} \text{ (pompage de 10h/24h)}$$

$$D_{éc.} = 1.547 (e/f) 0.154 Q^{0.46} \text{ (pompage continue)}$$

Avec :

Q : représente le débit refoulé en m³/s ;

e: prix du kWh d'énergie ;

f : prix de 1kg de fonte en DA ;

- **Remarque :**

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

La formule de BRESS n'est valable que pour les petits projets (longueur ≤ 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, et nous donne un diamètre calculé et lorsque on normalise ce dernier on perd la vitesse économique.

Donc nous allons utiliser pour le calcul des diamètres économiques la méthode de détermination du diamètre économique suivante :

IV.5.1 Méthode de détermination du diamètre économique :

Cette méthode a pour avantage de remédier aux problèmes des autres formules qui donnent des diamètres économiques calculés, Pour cela dans cette méthode on considère plusieurs diamètres (généralement une gamme de diamètres normalisés au voisinage du diamètre économique calculé), et on calcule d'une part les dépenses d'amortissement de la conduite et d'autre part, les frais d'exploitations et on pourra tracer une courbe d'optimisation.

IV.5.1.1 Perte de charge :

On rencontre deux types de pertes de charge dans les conduites d'adduction.

- Pertes de charge linéaires ;
- Pertes de charge singulières.

IV.5.1.2 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 K_s exprimée en mm;
- La longueur du tronçon L en (m).

Elles sont déterminées à partir de la formule de DARCY –WEISBECH suivante :

$$\Delta H_l = \frac{8 \lambda L_{ref} Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

Avec :

ΔH_l : Perte de charge linéaire ;

Q : Débit d'écoulement de l'eau dans la conduite (m/s) ;

g : Accélération de la pesanteur ($g= 9,81 \text{ m/s}^2$) ;

λ : Coefficient de frottement linéaire adimensionnel qui dépend du régime d'écoulement ;

D : Diamètre intérieur de la conduite en (m) ;

L : Longueur de la conduite d'adduction en mètre (m).

IV.5.1.3 Pertes de charge singulières :

On appelle pertes de charges singulières, celles occasionnées par des singularités dans une conduite (coudes, vannes, clapets, etc.). Ces pertes sont estimées à 10 % des pertes de charges linéaires.

$$\Delta H_s = 10\% \Delta H_l$$

IV.5.1.4 Pertes de charge totales :

Les pertes de charge totales (ΔH_t) à considérer, représentent la somme des pertes de charge linéaires et singulières, alors:

$$\Delta H_t = \Delta H_l + 0.15 \Delta H_l$$

IV.5.1.5 Détermination du coefficient de frottement linéaire :

Pour le calcul de λ il existe deux méthodes :

- **Méthode graphique :**

Elle est basée sur diagramme de Moody qui donne la valeur du coefficient de frottement λ en fonction de la rugosité relative $\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)$ et le nombre de Reynolds Re.

- **Méthode analytique :**

Elle dépend du régime d'écoulement comme suit :

En régime turbulent rugueux, λ est donné par la formule de NIKURADZE :

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln\left(\frac{\varepsilon}{D}\right))^{-2}$$

Avec :

ε : Rugosité de la conduite en mm

D : Diamètre de la conduite (mm)

En régime transitoire ($2000 \leq Re \leq 4000$), λ est déterminé par la formule de COLEBROOK qui s'exprime par :

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

A la première approximation λ est donné par la formule de NIKURADZE. Par des itérations successives on calcule la valeur approchée du coefficient de frottement.

- **Vérification du régime d'écoulement par le nombre de Reynolds :**

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

$$Re = \frac{4 Q}{\pi D v}$$

Avec :

Re : Nombre de REYNOLDS ;

v : Viscosité cinématique de l'eau $v = 10^{-6}$ m²/s à une Température de 20°C.

IV.5.1.6 Calcul de la hauteur manométrique totale :

$$HMT = H_g + \Delta H_a + \Delta H_{ref} = H_g + \Delta H_t$$

Avec :

H_g: la hauteur géométrique (m)

ΔH_a: pertes de charge à l'aspiration (m)

ΔH_r: pertes de charge au refoulement (m)

IV.5.2 Frais d'exploitation :

Il faut d'abord déterminer les pertes de charge (ΔH) engendrées dans les canalisations (D1, D2, Dn). Connaissant la hauteur géométrique (H_g), on peut déterminer les hauteurs manométriques totales (H_{mt}) correspondant à chaque canalisation D1, D2, Dn.

Les frais d'exploitation sont définis comme suit :

$$F_{ex} = E * e \text{ [DA]}$$

$$E = P * t * n \text{ [KWh]}$$

P : C'est la puissance fournie à la pompe, définie comme suit :

$$P = \frac{\rho g Q HMT}{\eta} \quad [\text{W}]$$

Avec :

Fex : Fraix d'exploitation (DA)

E: énergie consommée par la pompe en (KWh))

e: prix unitaire d'un KWh imposé par la SONELGAZ (4,812DA).

P: puissance absorbée par la pompe en (kW)

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas t =20h

n : nombre des jours.

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

g: pesanteur (9.81 m/s²) Fex

Q: débit refoulé par la pompe (d'exploitation) en (m³/s)

HMT : Hauteur Manométrique Totale (m.c.e)

η : rendement de la pompe (75 %)

IV.5.3 Investissement amorti :

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. 11 est déterminé par la relation suivante :

$$A = \frac{i}{(i + 1)^n - 1} + i$$

Avec :

A: Frais d'amortissement (DA);

i : Taux d'annuité ; i = 8 % ;

n: Durée de l'amortissement de la conduite, n = 30 ans.

A.N :

$$A = \frac{8\%}{(8\% + 1)^{30} - 1} + 8\% = 0.0888 = 8.88\%$$

Et on dresse un tableau des frais d'amortissement en fonction de chaque diamètre (D1, D2, Dn).

Les frais d'amortissement sont donnés comme suit :

$$F_{am} = Prc * A \text{ [DA]}$$

Avec :

F_{am} : Frais d'amortissement en (DA)

Prc : prix de la conduite en (DA)

A : Amortissement annuel (Annuité)

Tableau IV. 1 Calcul de la HMT

| Dext (mm) | Epaisseur (mm) | Diamètre (mm) | Vitesse (m/s) | Nbre de Reynolds | λ Colebrook | Longueur (m) | Hg (m) | $\Delta H L$ (m) | $\Delta H S$ (m) | $\Delta H T$ (m) | HMT (m.c.e.) |
|-----------|----------------|---------------|---------------|------------------|---------------------|--------------|--------|------------------|------------------|------------------|--------------|
| 90 | 8,2 | 73,6 | 2,3 | 171178,34 | 0,0215 | 1618,14 | 67,37 | 130,433 | 19,565 | 149,998 | 217,37 |
| 110 | 10 | 90 | 1,6 | 139985,85 | 0,0205 | 1618,14 | 67,37 | 45,373 | 6,806 | 52,179 | 119,55 |
| 125 | 11,4 | 102,2 | 1,2 | 123275,21 | 0,0198 | 1618,14 | 67,37 | 23,296 | 3,494 | 26,790 | 94,16 |
| 160 | 14,6 | 130,8 | 0,7 | 96320,54 | 0,0187 | 1618,14 | 67,37 | 6,396 | 0,959 | 7,355 | 74,72 |
| 200 | 18,2 | 163,6 | 0,5 | 77009,33 | 0,0178 | 1618,14 | 67,37 | 1,984 | 0,298 | 2,281 | 69,65 |
| 315 | 28,6 | 257,8 | 0,2 | 48870,16 | 0,0160 | 1618,14 | 67,37 | 0,184 | 0,028 | 0,212 | 67,58 |
| 400 | 36,3 | 327,4 | 0,1 | 38481,14 | 0,0152 | 1618,14 | 67,37 | 0,053 | 0,008 | 0,061 | 67,43 |

Tableau IV. 2 Frais d'investissement

| Dext (mm) | Pression nominale PN | Prix de ml (DA) | Longueur (m) | Annuité (%) | Investissement amorti (DA) |
|-----------|----------------------|-----------------|--------------|-------------|----------------------------|
| 90 | 25 | 1937,98 | 1618,14 | 8,88 | 278469,9586 |
| 110 | 16 | 2 188,00 | 1618,14 | 8,88 | 314395,5404 |
| 125 | 10 | 2 001,84 | 1618,14 | 8,88 | 287646,0551 |
| 160 | 10 | 3 183,16 | 1618,14 | 8,88 | 457390,9088 |
| 200 | 10 | 4 933,47 | 1618,14 | 8,88 | 708894,4089 |
| 315 | 10 | 11 865,51 | 1618,14 | 8,88 | 1704965,004 |
| 400 | 10 | 18 943,29 | 1618,14 | 8,88 | 2721977,101 |

Tableau IV. 3 Frais d'exploitation

| Dext (mm) | HMT (m) | P (KW) | E (KWh) | Prix de KWh (DA) | Frais d'exploitation (DA) |
|-----------|---------|-----------|---------------|------------------|---------------------------|
| 90 | 217,366 | 28118,713 | 205266604,695 | 4,179 | 857809141,020 |
| 110 | 119,547 | 15464,715 | 112892417,568 | 4,179 | 471777413,017 |
| 125 | 94,158 | 12180,389 | 88916838,596 | 4,179 | 371583468,493 |
| 160 | 74,723 | 9666,311 | 70564066,949 | 4,179 | 294887235,778 |
| 200 | 69,649 | 9009,905 | 65772308,510 | 4,179 | 274862477,264 |
| 315 | 67,580 | 8742,243 | 63818371,536 | 4,179 | 266696974,650 |
| 400 | 67,429 | 8722,695 | 63675670,963 | 4,179 | 266100628,953 |

Tableau IV. 4 Bilan

| Dext (mm) | Investissement amorti (DA) | Frais d'exploitation (DA) | Bilan |
|-----------|----------------------------|---------------------------|-------------|
| 90 | 278469,9586 | 857809141 | 858087611 |
| 110 | 314395,5404 | 471777413 | 472091808,6 |
| 125 | 287646,0551 | 371583468,5 | 371871114,5 |
| 160 | 457390,9088 | 294887235,8 | 295344626,7 |
| 200 | 708894,4089 | 274862477,3 | 275571371,7 |
| 315 | 1704965,004 | 266696974,6 | 268401939,7 |
| 400 | 2721977,101 | 266100629 | 268822606,1 |

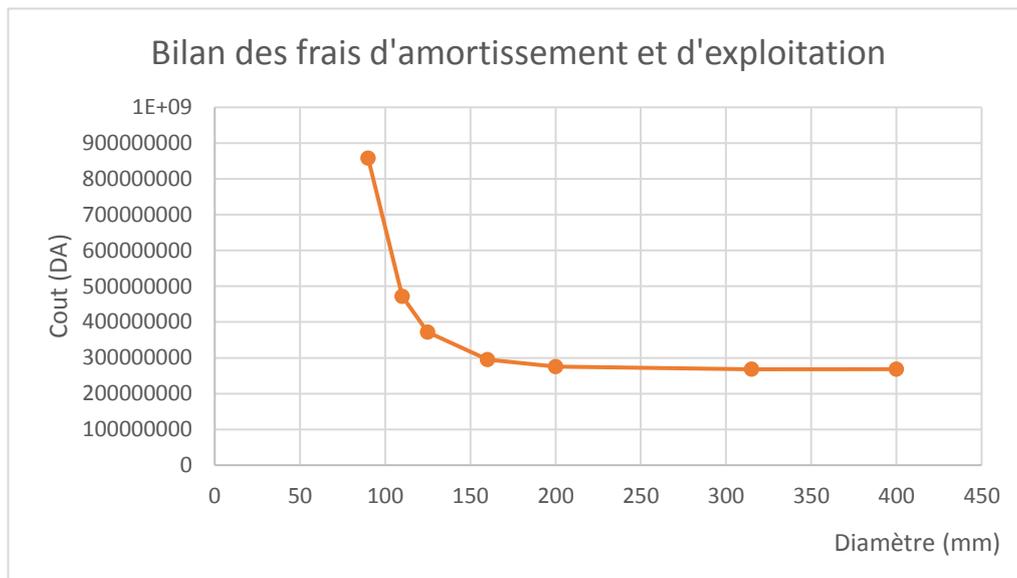


Figure IV. 1 Bilan total

On va prendre un diamètre de **160 mm PN10** offrant une vitesse de **0.7 m/s**, ce n'est pas le diamètre le moins cher retenu, mais les autres diamètres avec des prix plus bas et économiques n'assurent pas des vitesses acceptables.

Conclusion :

Une étude technico-économique a été faite dans ce chapitre afin de déterminer le diamètre approprié des conduites d'adduction par refoulement projetées. Cette étude technico-économique a pris en considération à la fois les frais d'amortissement et les frais d'exploitation ce qui a permis une meilleure estimation des diamètres.

Chapitre V :

**Conception D'un
Nouveau Système
D'AEP**

V. Introduction :

Le diagnostic fait sur le réseau de distribution de la région de HARAZA, ABADI, SIDI AISSA et les problèmes et résultats trouvés nous mène à redimensionner le réseau d'AEP de localité afin de satisfaire les besoins en terme de pression et de vitesse, pour cette raison, on a vue de procéder à une projection d'un nouveau réseau qui permettra de satisfaire les besoins de notre agglomération et cela jusqu'à l'horizon 2050.

V.1 L'état du réseau :

Les réseaux de distributions d'eau potable des fractions d'étude (HARAZA, ABADI et SIDI AISSA) sont de type ramifié, alimentés par piquage de DN200PVC vers les habitants à partir du captage de SIDI AISSA, conçus en PEHD, PVC, A/G et A/C.

Le réseau existant des zones HARAZA, ABADI et SIDI AISSA n'assure pas des pressions et des vitesses acceptables à l'horizon 2050, il y a toujours un excès des pressions et des vitesses très faibles au niveau des ramifications.

V.2 Variante proposée (1) :

Afin de mettre notre réseau en bon état et assurer un bon fonctionnement hydraulique en termes de vitesses et pressions, je propose de rendre le réseau ramifié maillé en raccordant quelques nœuds. Et changer quelques diamètres.

n 14 → n 41

n 10 → n 1

n 76 → n105

n 71 → n135

n 135 → n66

V.2.1 Simulation du réseau :**- Cas de pointe :**

Tableau V. 1 Vitesse et perte de charge

| ID Arc | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|-----------|----------|----------|-------|---------|----------------------|
| | m | mm | LPS | m/s | m.c.e/km |
| Tuyau p1 | 35,39 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p2 | 52,15 | 50 | 0,41 | 0,49 | 12,38 |
| Tuyau p3 | 194,2 | 50 | 0,14 | 0,11 | 0,65 |
| Tuyau p4 | 139,9 | 50 | 0,24 | 0,28 | 4,56 |
| Tuyau p5 | 32,38 | 50 | 0,02 | 0,03 | 0,09 |
| Tuyau p6 | 62,44 | 50 | 0,05 | 0,06 | 0,18 |
| Tuyau p7 | 77,21 | 50 | 0,18 | 0,22 | 2,8 |
| Tuyau p8 | 67,03 | 250 | 14,75 | 0,45 | 1,04 |
| Tuyau p9 | 90,04 | 125 | 7,36 | 0,9 | 9,03 |
| Tuyau p10 | 55,28 | 75 | 2,51 | 0,85 | 15,4 |
| Tuyau p11 | 33,59 | 75 | 1,95 | 0,66 | 9,58 |
| Tuyau p12 | 137,6 | 50 | 0,1 | 0,12 | 1,03 |
| Tuyau p13 | 57,06 | 50 | 0,43 | 0,51 | 13,53 |
| Tuyau p14 | 159,6 | 50 | 0,12 | 0,09 | 0,44 |
| Tuyau p15 | 83,23 | 50 | 0,06 | 0,07 | 0,25 |
| Tuyau p16 | 76 | 50 | 0,06 | 0,07 | 0,22 |
| Tuyau p17 | 93,77 | 50 | 0,07 | 0,08 | 0,34 |
| Tuyau p18 | 20,12 | 50 | 0,35 | 0,66 | 28,96 |
| Tuyau p19 | 22,89 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,07 |
| Tuyau p20 | 52,82 | 50 | 0,04 | 0,05 | 0,15 |
| Tuyau p21 | 71,53 | 50 | 0,05 | 0,06 | 0,2 |
| Tuyau p22 | 36,37 | 50 | 0,21 | 0,25 | 3,76 |
| Tuyau p23 | 13,39 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,04 |
| Tuyau p24 | 195 | 63 | 1,87 | 0,9 | 21,77 |
| Tuyau p25 | 206,4 | 50 | 1,01 | 0,77 | 21,83 |
| Tuyau p26 | 17,51 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p27 | 31,21 | 50 | 0,49 | 0,38 | 5,78 |
| Tuyau p28 | 56 | 50 | 0,04 | 0,05 | 0,16 |
| Tuyau p29 | 20,25 | 50 | 0,4 | 0,31 | 3,99 |
| Tuyau p30 | 153,1 | 50 | -0,36 | 0,44 | 10,08 |
| Tuyau p31 | 41,09 | 50 | -0,03 | 0,04 | 0,12 |
| Tuyau p32 | 46,66 | 50 | 0,04 | 0,04 | 0,13 |
| Tuyau p33 | 22,47 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,06 |
| Tuyau p34 | 171,8 | 50 | -0,35 | 0,65 | 28,39 |
| Tuyau p35 | 83,24 | 63 | 0,06 | 0,07 | 0,25 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-----|-------|------|-------|
| Tuyau p36 | 67,85 | 63 | 0,17 | 0,2 | 2,4 |
| Tuyau p37 | 107,8 | 63 | -0,08 | 0,09 | 0,44 |
| Tuyau p38 | 23,79 | 50 | -0,21 | 0,26 | 3,82 |
| Tuyau p39 | 53,35 | 50 | 0,04 | 0,05 | 0,15 |
| Tuyau p40 | 50,01 | 90 | 0,35 | 0,08 | 0,17 |
| Tuyau p41 | 38,6 | 50 | -0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p42 | 319 | 110 | 6,59 | 1,04 | 13,9 |
| Tuyau p43 | 60,23 | 50 | 0,05 | 0,03 | 0,07 |
| Tuyau p44 | 34,98 | 160 | -5,03 | 0,37 | 1,29 |
| Tuyau p45 | 97,25 | 50 | 0,07 | 0,06 | 0,11 |
| Tuyau p46 | 30,93 | 125 | -5,23 | 0,64 | 4,73 |
| Tuyau p47 | 161,8 | 160 | 4,56 | 0,34 | 1,08 |
| Tuyau p48 | 88,14 | 50 | 0,07 | 0,05 | 0,1 |
| Tuyau p49 | 54,62 | 90 | 4,27 | 1 | 16,84 |
| Tuyau p50 | 24,34 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Tuyau p51 | 28,72 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p52 | 125,6 | 63 | 0,99 | 0,48 | 6,56 |
| Tuyau p53 | 52,31 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Tuyau p54 | 125,5 | 63 | 1,32 | 0,63 | 11,17 |
| Tuyau p55 | 18,34 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p56 | 93,8 | 63 | 1,56 | 0,75 | 15,32 |
| Tuyau p57 | 66,56 | 90 | 4,06 | 0,95 | 15,34 |
| Tuyau p58 | 57,21 | 90 | 3,93 | 0,92 | 14,39 |
| Tuyau p59 | 12,75 | 110 | 2,71 | 0,43 | 2,62 |
| Tuyau p60 | 216,9 | 50 | 0,97 | 0,74 | 20,1 |
| Tuyau p61 | 30,79 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p63 | 69,63 | 50 | 0,98 | 0,75 | 20,58 |
| Tuyau p64 | 56,46 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Tuyau p65 | 115,8 | 50 | 0,76 | 0,58 | 12,73 |
| Tuyau p66 | 8,712 | 110 | 2,66 | 0,42 | 2,54 |
| Tuyau p67 | 109,9 | 63 | 0,76 | 0,36 | 4 |
| Tuyau p68 | 38,87 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p69 | 73,68 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p70 | 83,18 | 75 | 3,63 | 1,23 | 31,07 |
| Tuyau p71 | 104,3 | 75 | 0,08 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p72 | 93,06 | 63 | 1,86 | 0,9 | 21,47 |
| Tuyau p73 | 92,71 | 75 | 0,07 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p74 | 105,9 | 75 | 0,08 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p75 | 34,48 | 63 | 1,44 | 0,69 | 13,25 |
| Tuyau p76 | 61,58 | 75 | 0,05 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p77 | 162,7 | 63 | 1,2 | 0,58 | 9,38 |
| Tuyau p78 | 34,55 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p79 | 122,7 | 50 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p80 | 22,76 | 50 | 0,88 | 0,67 | 16,69 |
| Tuyau p81 | 30,01 | 50 | 0,45 | 0,54 | 15,09 |

| | | | | | |
|------------|-------|----|-------|------|-------|
| Tuyau p82 | 159,5 | 75 | -0,12 | 0,04 | 0,04 |
| Tuyau p83 | 123,7 | 75 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p84 | 23,66 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p85 | 133,7 | 75 | 0,1 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p86 | 163,5 | 75 | 2,18 | 0,74 | 11,77 |
| Tuyau p87 | 51,82 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p88 | 64,77 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p89 | 11,49 | 75 | 2,36 | 0,8 | 13,73 |
| Tuyau p90 | 39,57 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p91 | 22,99 | 75 | 1,85 | 0,62 | 8,67 |
| Tuyau p92 | 42,78 | 75 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p93 | 28,83 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p94 | 58,71 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |
| Tuyau p95 | 34,7 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p96 | 32,57 | 50 | -0,19 | 0,23 | 3,23 |
| Tuyau p97 | 63,43 | 63 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p98 | 56,78 | 50 | 0,21 | 0,25 | 3,69 |
| Tuyau p99 | 34,64 | 63 | 1,04 | 0,5 | 7,15 |
| Tuyau p100 | 147,5 | 50 | 0,22 | 0,26 | 4,02 |
| Tuyau p101 | 145,6 | 50 | 0,11 | 0,08 | 0,33 |
| Tuyau p102 | 20,08 | 63 | -1,38 | 0,67 | 12,23 |
| Tuyau p103 | 131,4 | 50 | -0,41 | 0,5 | 12,7 |
| Tuyau p104 | 12,06 | 63 | 0,85 | 0,41 | 4,97 |
| Tuyau p105 | 17,35 | 75 | -0,1 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p106 | 54,43 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p107 | 222,7 | 75 | 1,6 | 0,54 | 6,63 |
| Tuyau p108 | 131,9 | 63 | 0,1 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p109 | 75,37 | 50 | -0,06 | 0,04 | 0,09 |
| Tuyau p110 | 74,95 | 50 | 0,39 | 0,3 | 3,82 |
| Tuyau p111 | 43,5 | 63 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p112 | 30,96 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p113 | 41,31 | 90 | 0,2 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p114 | 85,87 | 90 | 0,26 | 0,06 | 0,11 |
| Tuyau p115 | 22,3 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p116 | 40,78 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p117 | 88,92 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p118 | 83,95 | 50 | 0,06 | 0,05 | 0,1 |
| Tuyau p119 | 117,2 | 75 | 3,3 | 1,12 | 25,96 |
| Tuyau p120 | 49,84 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p121 | 20,38 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p122 | 32,75 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p123 | 21,01 | 63 | 0,95 | 0,46 | 6,05 |
| Tuyau p124 | 47,35 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| Tuyau p125 | 34,42 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p126 | 9,973 | 90 | -0,52 | 0,12 | 0,35 |

| | | | | | |
|------------|-------------|-------|--------|------|-------|
| Tuyau p127 | 205,4 | 63 | 0,4 | 0,19 | 1,28 |
| Tuyau p128 | 78,73 | 50 | 0,06 | 0,05 | 0,09 |
| Tuyau p129 | 18,17 | 50 | 0,31 | 0,95 | 79,24 |
| Tuyau p130 | 93,7 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p131 | 39,31 | 90 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p132 | 62,78 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p133 | 90,83 | 63 | 1,22 | 0,59 | 9,69 |
| Tuyau p134 | 37,46 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p135 | 68,47 | 50 | -0,14 | 0,17 | 1,86 |
| Tuyau p136 | 57,61 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p137 | 27,57 | 63 | 0,08 | 0,04 | 0,04 |
| Tuyau p138 | 23,9 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Tuyau p139 | 1,761 | 160 | -2,39 | 0,18 | 0,32 |
| Tuyau p140 | 123,5 | 250 | -15,42 | 0,47 | 1,12 |
| Tuyau p141 | 311,1 | 250 | 19,11 | 0,58 | 1,68 |
| Tuyau p144 | 390,61 | 50 | -0,69 | 0,53 | 10,71 |
| Tuyau p145 | 874,01 | 63 | 1,13 | 0,54 | 8,41 |
| Tuyau p146 | 451,13 | 63 | -0,67 | 0,32 | 3,23 |
| Tuyau p147 | 366,82 | 50 | -0,3 | 0,23 | 2,4 |
| Tuyau p148 | 340,9 | 200 | 12,93 | 0,62 | 2,47 |
| Tuyau p149 | 588,02 | 125 | -0,64 | 0,08 | 0,1 |
| Vanne 4 | Sans Valeur | 163,6 | 36,12 | 1,72 | 30 |

Tableau V. 2 Charge et pression dans le réseau existant

| ID Nœud | Altitude | Demande Base | Charge | Pression |
|-----------|------------|--------------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| Noeud n1 | 297,091606 | 0,62 | 331,58 | 34,49 |
| Noeud n2 | 280,507867 | 0,065 | 322,65 | 42,14 |
| Noeud n3 | 276,039017 | 0,026 | 322,65 | 46,61 |
| Noeud n4 | 281,840653 | 0,171 | 322,48 | 40,64 |
| Noeud n5 | 272,564645 | 0,223 | 321,84 | 49,27 |
| Noeud n6 | 266,743018 | 0,145 | 321,71 | 54,97 |
| Noeud n7 | 281,688255 | 0,281 | 322,83 | 41,14 |
| Noeud n8 | 266,071794 | 0,17 | 322,2 | 56,12 |
| Noeud n9 | 261,790357 | 0,024 | 322,19 | 60,4 |
| Noeud n10 | 302,725954 | 0,236 | 327,4 | 24,67 |
| Noeud n11 | 298,130359 | 0,047 | 327,39 | 29,26 |
| Noeud n12 | 297,996502 | 0,117 | 327,12 | 29,13 |
| Noeud n13 | 272,381523 | 0,149 | 331,45 | 59,06 |
| Noeud n14 | 261,260736 | 0,341 | 331,38 | 70,12 |
| Noeud n15 | 242,479919 | 0,344 | 330,54 | 88,06 |
| Noeud n16 | 253,667854 | 0,396 | 325,29 | 71,62 |

| | | | | |
|-----------|------------|-------|--------|-------|
| Noeud n17 | 250,080015 | 0,098 | 324,44 | 74,36 |
| Noeud n18 | 241,406856 | 0,185 | 322,35 | 80,95 |
| Noeud n19 | 244,594364 | 0,311 | 330,45 | 85,85 |
| Noeud n20 | 248,96917 | 0,102 | 330,31 | 81,34 |
| Noeud n21 | 243,119888 | 0,347 | 329,72 | 86,6 |
| Noeud n22 | 252,605014 | 0,235 | 328,95 | 76,35 |
| Noeud n23 | 260,963587 | 0,119 | 328,88 | 67,92 |
| Noeud n24 | 254,208497 | 0,062 | 330,43 | 76,22 |
| Noeud n25 | 254,086471 | 0,147 | 330,22 | 76,13 |
| Noeud n26 | 260,479056 | 0,057 | 330,2 | 69,73 |
| Noeud n27 | 288,602993 | 0,257 | 329,89 | 41,29 |
| Noeud n28 | 298,799249 | 0,07 | 329,89 | 31,09 |
| Noeud n29 | 297,187621 | 0,162 | 331,58 | 34,4 |
| Noeud n30 | 292,262465 | 0,063 | 331 | 38,74 |
| Noeud n31 | 292,286417 | 0,048 | 331 | 38,71 |
| Noeud n32 | 292,685884 | 0,017 | 331 | 38,31 |
| Noeud n33 | 295,951433 | 0,12 | 330,86 | 34,91 |
| Noeud n34 | 291,857662 | 0,039 | 330,86 | 39 |
| Noeud n35 | 298,694431 | 0,053 | 330,85 | 32,16 |
| Noeud n36 | 289,415205 | 0,01 | 331 | 41,58 |
| Noeud n37 | 284,980951 | 0,42 | 327,34 | 42,36 |
| Noeud n38 | 297,426511 | 0,013 | 327,12 | 29,7 |
| Noeud n39 | 268,93751 | 0,042 | 322,19 | 53,25 |
| Noeud n40 | 281,53776 | 0,113 | 322,57 | 41,03 |
| Noeud n41 | 278,189932 | 0,765 | 324,02 | 45,83 |
| Noeud n42 | 292,12789 | 0,031 | 322,36 | 30,23 |
| Noeud n43 | 296,646793 | 0,082 | 322,36 | 25,71 |
| Noeud n44 | 298,931327 | 0,035 | 322,35 | 23,42 |
| Noeud n45 | 296,24254 | 0,017 | 322,36 | 26,12 |
| Noeud n46 | 297,89609 | 0,258 | 322,52 | 24,63 |
| Noeud n47 | 311,723 | 0,062 | 327,38 | 15,66 |
| Noeud n48 | 264,950671 | 0,04 | 321,83 | 56,88 |
| Noeud n49 | 262,071712 | 0,192 | 331,37 | 69,3 |
| Noeud n50 | 242,1154 | 0,029 | 328,95 | 86,83 |
| Noeud n51 | 258,5273 | 0,045 | 328,95 | 70,42 |
| Noeud n52 | 242,616972 | 0,122 | 330,49 | 87,88 |
| Noeud n53 | 250,783491 | 0,072 | 330,48 | 79,7 |
| Noeud n54 | 252,211658 | 0,227 | 330,27 | 78,06 |
| Noeud n55 | 259,084906 | 0,066 | 330,26 | 71,18 |
| Noeud n56 | 265,22028 | 0,232 | 330,12 | 64,9 |
| Noeud n57 | 261,937919 | 0,018 | 330,12 | 68,18 |
| Noeud n58 | 266,181061 | 0,021 | 330,16 | 63,98 |
| Noeud n59 | 290,673356 | 0,204 | 329,89 | 39,22 |
| Noeud n60 | 282,232976 | 0,202 | 329,9 | 47,66 |
| Noeud n61 | 284,931743 | 0,039 | 329,89 | 44,96 |

| | | | | |
|------------|------------|-------|--------|-------|
| Noeud n62 | 266,407322 | 0,03 | 330,1 | 63,7 |
| Noeud n63 | 266,054811 | 0,014 | 330,1 | 64,05 |
| Noeud n64 | 267,704081 | 0,128 | 330,1 | 62,39 |
| Noeud n65 | 260,783116 | 0,114 | 330,16 | 69,38 |
| Noeud n66 | 288,417023 | 0,31 | 330,06 | 41,64 |
| Noeud n67 | 287,240754 | 0,023 | 330,05 | 42,81 |
| Noeud n69 | 277,567866 | 0,18 | 329,97 | 52,4 |
| Noeud n70 | 279,701206 | 0,042 | 329,97 | 50,27 |
| Noeud n71 | 279,404049 | 0,086 | 329,96 | 50,56 |
| Noeud n72 | 308,503 | 0,293 | 329,9 | 21,39 |
| Noeud n73 | 293,332655 | 0,029 | 329,89 | 36,56 |
| Noeud n74 | 244,873646 | 0,05 | 325,28 | 80,41 |
| Noeud n75 | 264,031166 | 0,237 | 322,7 | 58,67 |
| Noeud n76 | 282,71144 | 0,837 | 318,78 | 36,07 |
| Noeud n77 | 284,133876 | 0,078 | 318,78 | 34,64 |
| Noeud n78 | 271,627906 | 0,109 | 317,66 | 46,03 |
| Noeud n79 | 273,736867 | 0,161 | 316,22 | 42,49 |
| Noeud n80 | 275,367523 | 0,07 | 316,22 | 40,85 |
| Noeud n81 | 280,623208 | 0,08 | 316,22 | 35,6 |
| Noeud n82 | 267,769465 | 0,193 | 317,21 | 49,44 |
| Noeud n83 | 259,319204 | 0,05 | 317,2 | 57,89 |
| Noeud n84 | 249,142232 | 0,156 | 324,28 | 75,14 |
| Noeud n85 | 248,446234 | 0,03 | 324,28 | 75,83 |
| Noeud n86 | 266,010513 | 0,23 | 315,68 | 49,67 |
| Noeud n87 | 261,303622 | 0,091 | 315,68 | 54,37 |
| Noeud n88 | 262,365639 | 0,231 | 315,3 | 52,93 |
| Noeud n89 | 257,443674 | 0,192 | 314,85 | 57,4 |
| Noeud n90 | 252,879532 | 0,119 | 314,84 | 61,96 |
| Noeud n91 | 258,159521 | 0,092 | 315,3 | 57,14 |
| Noeud n92 | 249,562421 | 0,097 | 314,72 | 65,16 |
| Noeud n93 | 253,187357 | 0,018 | 314,72 | 61,53 |
| Noeud n94 | 271,73627 | 0,1 | 315,3 | 43,56 |
| Noeud n95 | 246,500896 | 0,04 | 322,35 | 75,85 |
| Noeud n96 | 244,340598 | 0,05 | 324,43 | 80,09 |
| Noeud n97 | 239,477626 | 0,072 | 322,03 | 82,55 |
| Noeud n98 | 243,985852 | 0,03 | 322,03 | 78,05 |
| Noeud n99 | 238,116183 | 0,215 | 321,83 | 83,72 |
| Noeud n100 | 243,513558 | 0,032 | 321,83 | 78,32 |
| Noeud n101 | 242,998065 | 0,202 | 320,36 | 77,36 |
| Noeud n102 | 245,140527 | 0,02 | 320,36 | 75,21 |
| Noeud n103 | 246,303682 | 0,193 | 320,11 | 73,81 |
| Noeud n104 | 249,611186 | 0,044 | 320,11 | 70,5 |
| Noeud n105 | 271,617049 | 0,168 | 317,9 | 46,28 |
| Noeud n106 | 274,840894 | 0,026 | 317,9 | 43,06 |
| Noeud n107 | 270,722491 | 0,08 | 317,9 | 47,18 |

| | | | | |
|-----------------|------------|----------------|--------|-------|
| Noeud n108 | 268,775884 | 0,169 | 318,01 | 49,23 |
| Noeud n109 | 273,912872 | 0,05 | 318 | 44,09 |
| Noeud n110 | 264,01708 | 0,126 | 317,69 | 53,67 |
| Noeud n111 | 247,410194 | 0,066 | 319,86 | 72,45 |
| Noeud n112 | 248,878275 | 0,217 | 319,68 | 70,8 |
| Noeud n113 | 259,163189 | 0,165 | 319,08 | 59,92 |
| Noeud n114 | 258,551897 | 0,108 | 320,06 | 61,51 |
| Noeud n115 | 248,856788 | 0,06 | 319,74 | 70,88 |
| Noeud n116 | 255,668235 | 0,041 | 317,69 | 62,02 |
| Noeud n117 | 264,649481 | 0,098 | 331,36 | 66,71 |
| Noeud n118 | 260,586336 | 0,056 | 331,36 | 70,78 |
| Noeud n119 | 271,518285 | 0,093 | 331,44 | 59,92 |
| Noeud n120 | 269,502058 | 0,142 | 331,16 | 61,65 |
| Noeud n121 | 274,455273 | 0,032 | 331,16 | 56,7 |
| Noeud n122 | 263,891545 | 0,023 | 331,16 | 67,26 |
| Noeud n123 | 269,478105 | 0,114 | 331,15 | 61,68 |
| Noeud n124 | 280,280275 | 0,163 | 327,33 | 47,05 |
| Noeud n125 | 267,455853 | 0,017 | 331,15 | 63,7 |
| Noeud n126 | 277,619834 | 0,03 | 331,44 | 53,82 |
| Noeud n127 | 277,154177 | 0,066 | 331,15 | 54 |
| Noeud n128 | 258,508204 | 0,063 | 322,69 | 64,19 |
| Noeud n129 | 273,90037 | 0,224 | 319,66 | 45,76 |
| Noeud n130 | 252,887645 | 0,037 | 319,08 | 66,19 |
| Noeud n131 | 269,513777 | 0,015 | 317,9 | 48,39 |
| Noeud n132 | 241,80261 | 0,024 | 319,86 | 78,06 |
| Noeud n133 | 245,604519 | 0,035 | 319,73 | 74,13 |
| Noeud n134 | 265,863141 | 0,026 | 322,7 | 56,84 |
| Noeud n135 | 305,773 | 1,71 | 329,93 | 24,16 |
| Noeud n136 | 302,933 | 0,06 | 329,89 | 26,96 |
| Noeud n137 | 272,120634 | 0,07 | 327,33 | 55,21 |
| Noeud n138 | 276,031149 | 0,03 | 327,33 | 51,3 |
| Noeud n139 | 308,554307 | 0,05 | 327,12 | 18,56 |
| Noeud n140 | 248,726764 | 0,028 | 314,72 | 65,99 |
| Noeud n141 | 263,135295 | 0,043 | 317,69 | 54,55 |
| Noeud n142 | 259,778789 | 0,018 | 319,08 | 59,3 |
| Noeud n143 | 297,091606 | 0 | 366,58 | 69,49 |
| Réservoir R1 | 363,108 | Sans Valeur | 367,11 | 4 |

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de graphique :

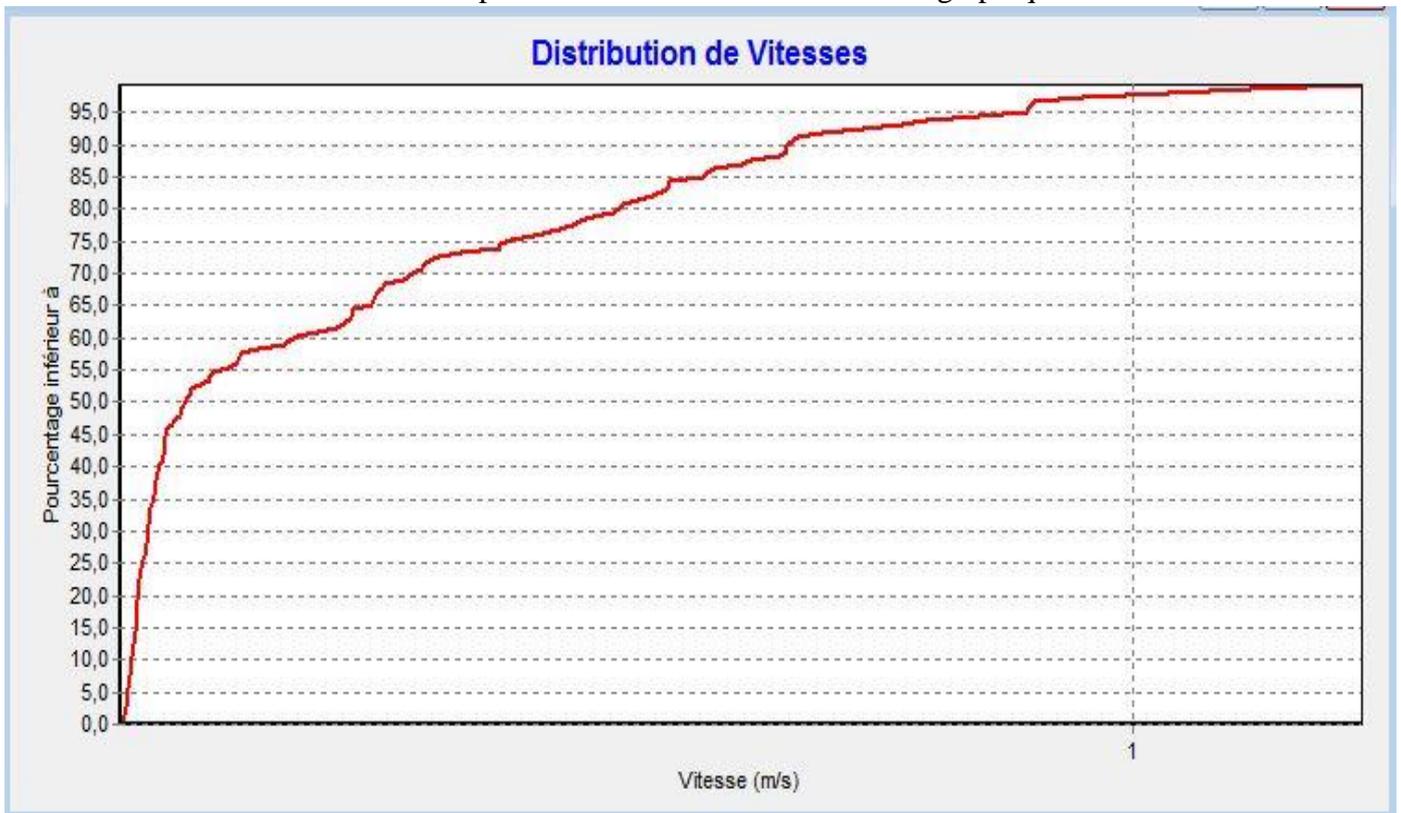


Figure V. 1 Courbe de Distribution de Vitesses (cas de pointe)

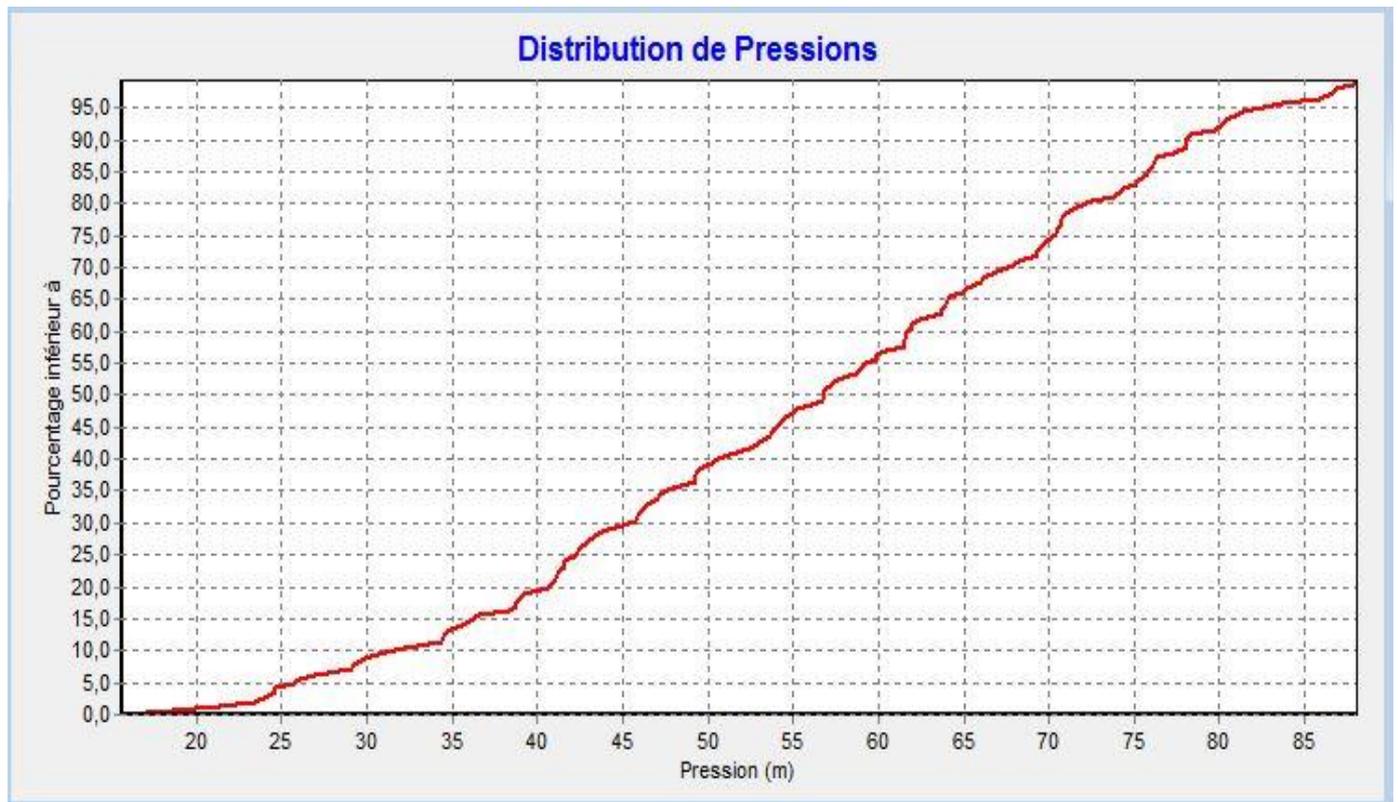


Figure V. 2 Courbe de Distribution de Pressions (cas de pointe)

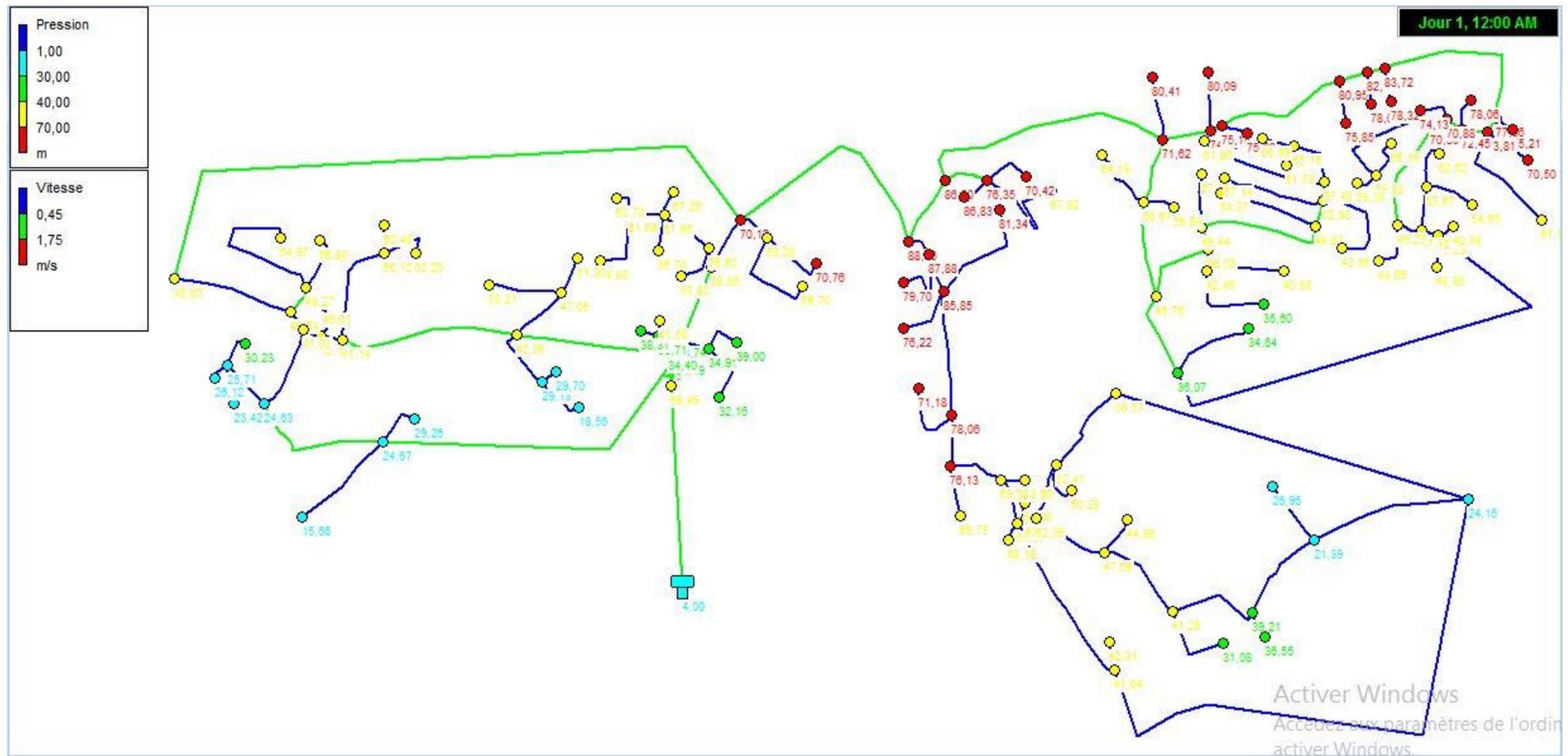


Figure V. 3 simulation en cas de pointe

- Cas de pointe + incendie :

Tableau V. 3 Vitesse et perte de charge

| ID Arc | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|-----------|----------|----------|-------|---------|----------------------|
| | m | mm | LPS | m/s | m.c.e/km |
| Tuyau p1 | 35,39 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p2 | 52,15 | 50 | 0,41 | 0,49 | 12,38 |
| Tuyau p3 | 194,2 | 50 | 0,14 | 0,11 | 0,65 |
| Tuyau p4 | 139,9 | 50 | 0,24 | 0,28 | 4,56 |
| Tuyau p5 | 32,38 | 50 | 0,02 | 0,03 | 0,09 |
| Tuyau p6 | 62,44 | 50 | 0,05 | 0,06 | 0,18 |
| Tuyau p7 | 77,21 | 50 | 0,18 | 0,22 | 2,8 |
| Tuyau p8 | 67,03 | 250 | 31,73 | 0,97 | 4,39 |
| Tuyau p9 | 90,04 | 125 | 7,36 | 0,9 | 9,03 |
| Tuyau p10 | 55,28 | 75 | 2,51 | 0,85 | 15,4 |
| Tuyau p11 | 33,59 | 75 | 1,95 | 0,66 | 9,58 |
| Tuyau p12 | 137,6 | 50 | 0,1 | 0,12 | 1,03 |
| Tuyau p13 | 57,06 | 50 | 0,43 | 0,51 | 13,53 |
| Tuyau p14 | 159,6 | 50 | 0,12 | 0,09 | 0,44 |
| Tuyau p15 | 83,23 | 50 | 0,06 | 0,07 | 0,25 |
| Tuyau p16 | 76 | 50 | 0,06 | 0,07 | 0,22 |
| Tuyau p17 | 93,77 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p18 | 20,12 | 50 | 0,35 | 0,66 | 28,96 |
| Tuyau p19 | 22,89 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,06 |
| Tuyau p20 | 52,82 | 50 | 0,04 | 0,05 | 0,15 |
| Tuyau p21 | 71,53 | 50 | 0,05 | 0,06 | 0,2 |
| Tuyau p22 | 36,37 | 50 | 0,21 | 0,25 | 3,76 |
| Tuyau p23 | 13,39 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,04 |
| Tuyau p24 | 195 | 63 | 1,89 | 0,91 | 22,12 |
| Tuyau p25 | 206,4 | 50 | 1,03 | 0,79 | 22,48 |
| Tuyau p26 | 17,51 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p27 | 31,21 | 50 | 0,51 | 0,39 | 6,12 |
| Tuyau p28 | 56 | 50 | 0,04 | 0,05 | 0,16 |
| Tuyau p29 | 20,25 | 50 | 0,42 | 0,32 | 4,28 |
| Tuyau p30 | 153,1 | 50 | -0,34 | 0,41 | 9,03 |
| Tuyau p31 | 41,09 | 50 | -0,03 | 0,04 | 0,12 |
| Tuyau p32 | 46,66 | 50 | 0,04 | 0,04 | 0,13 |
| Tuyau p33 | 22,47 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,06 |
| Tuyau p34 | 171,8 | 50 | -0,35 | 0,66 | 29,24 |
| Tuyau p35 | 83,24 | 50 | 0,06 | 0,07 | 0,25 |
| Tuyau p36 | 67,85 | 50 | 0,17 | 0,2 | 2,4 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-----|--------|------|-------|
| Tuyau p37 | 107,8 | 50 | -0,07 | 0,09 | 0,36 |
| Tuyau p38 | 23,79 | 50 | -0,24 | 0,28 | 4,53 |
| Tuyau p39 | 53,35 | 50 | 0,04 | 0,05 | 0,15 |
| Tuyau p40 | 50,01 | 90 | 0,35 | 0,08 | 0,17 |
| Tuyau p41 | 38,6 | 63 | -0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p42 | 319 | 110 | 6,59 | 1,04 | 13,9 |
| Tuyau p43 | 60,23 | 63 | 0,05 | 0,03 | 0,07 |
| Tuyau p44 | 34,98 | 160 | -22,03 | 1,65 | 21,59 |
| Tuyau p45 | 97,25 | 50 | 0,07 | 0,06 | 0,11 |
| Tuyau p46 | 30,93 | 160 | -22,23 | 1,65 | 21,45 |
| Tuyau p47 | 161,8 | 160 | 21,56 | 1,6 | 20,22 |
| Tuyau p48 | 88,14 | 50 | 0,07 | 0,05 | 0,1 |
| Tuyau p49 | 54,62 | 160 | 21,27 | 1,58 | 19,7 |
| Tuyau p50 | 24,34 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Tuyau p51 | 28,72 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p52 | 125,6 | 110 | 2,29 | 0,36 | 1,91 |
| Tuyau p53 | 52,31 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Tuyau p54 | 125,5 | 110 | 2,61 | 0,41 | 2,45 |
| Tuyau p55 | 18,34 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p56 | 93,8 | 63 | 2,86 | 1,38 | 48,56 |
| Tuyau p57 | 66,56 | 160 | 21,06 | 1,57 | 19,33 |
| Tuyau p58 | 57,21 | 160 | 20,93 | 1,56 | 19,1 |
| Tuyau p59 | 12,75 | 110 | 7,73 | 1,21 | 18,87 |
| Tuyau p60 | 216,9 | 160 | 12,95 | 0,96 | 7,61 |
| Tuyau p61 | 30,79 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p63 | 69,63 | 75 | 4,7 | 1,59 | 51,03 |
| Tuyau p64 | 56,46 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |
| Tuyau p65 | 115,8 | 125 | 4,48 | 0,55 | 3,54 |
| Tuyau p66 | 8,712 | 110 | 7,68 | 1,21 | 18,66 |
| Tuyau p67 | 109,9 | 110 | 2,05 | 0,32 | 1,57 |
| Tuyau p68 | 38,87 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p69 | 73,68 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p70 | 83,18 | 75 | 3,63 | 1,23 | 31,07 |
| Tuyau p71 | 104,3 | 75 | 0,08 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p72 | 93,06 | 63 | 1,86 | 0,9 | 21,47 |
| Tuyau p73 | 92,71 | 75 | 0,07 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p74 | 105,9 | 75 | 0,08 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p75 | 34,48 | 63 | 1,44 | 0,69 | 13,25 |
| Tuyau p76 | 61,58 | 75 | 0,05 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p77 | 162,7 | 63 | 1,2 | 0,58 | 9,38 |
| Tuyau p78 | 34,55 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p79 | 122,7 | 75 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p80 | 22,76 | 50 | 0,88 | 0,67 | 16,69 |

| | | | | | |
|------------|-------|----|-------|------|-------|
| Tuyau p81 | 30,01 | 50 | 0,45 | 0,54 | 15,09 |
| Tuyau p82 | 159,5 | 75 | -0,12 | 0,04 | 0,04 |
| Tuyau p83 | 123,7 | 75 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p84 | 23,66 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p85 | 133,7 | 75 | 0,1 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p86 | 163,5 | 75 | 2,18 | 0,74 | 11,77 |
| Tuyau p87 | 51,82 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p88 | 64,77 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p89 | 11,49 | 75 | 2,36 | 0,8 | 13,73 |
| Tuyau p90 | 39,57 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p91 | 22,99 | 75 | 1,85 | 0,62 | 8,67 |
| Tuyau p92 | 42,78 | 63 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p93 | 28,83 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p94 | 58,71 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |
| Tuyau p95 | 34,7 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p96 | 32,57 | 50 | -0,19 | 0,23 | 3,23 |
| Tuyau p97 | 63,43 | 63 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p98 | 56,78 | 50 | 0,21 | 0,25 | 3,69 |
| Tuyau p99 | 34,64 | 63 | 1,04 | 0,5 | 7,15 |
| Tuyau p100 | 147,5 | 50 | 0,22 | 0,26 | 4,02 |
| Tuyau p101 | 145,6 | 50 | 0,11 | 0,08 | 0,33 |
| Tuyau p102 | 20,08 | 63 | -1,38 | 0,67 | 12,23 |
| Tuyau p103 | 131,4 | 50 | -0,41 | 0,5 | 12,7 |
| Tuyau p104 | 12,06 | 63 | 0,85 | 0,41 | 4,97 |
| Tuyau p105 | 17,35 | 90 | -0,1 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p106 | 54,43 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p107 | 222,7 | 75 | 1,6 | 0,54 | 6,63 |
| Tuyau p108 | 131,9 | 63 | 0,1 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p109 | 75,37 | 50 | -0,06 | 0,04 | 0,09 |
| Tuyau p110 | 74,95 | 50 | 0,39 | 0,3 | 3,82 |
| Tuyau p111 | 43,5 | 63 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p112 | 30,96 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p113 | 41,31 | 90 | 0,2 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p114 | 85,87 | 90 | 0,26 | 0,06 | 0,11 |
| Tuyau p115 | 22,3 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p116 | 40,78 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p117 | 88,92 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p118 | 83,95 | 50 | 0,06 | 0,05 | 0,1 |
| Tuyau p119 | 117,2 | 75 | 3,3 | 1,12 | 25,96 |
| Tuyau p120 | 49,84 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p121 | 20,38 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p122 | 32,75 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p123 | 21,01 | 63 | 0,95 | 0,46 | 6,05 |

| | | | | | |
|------------|-------------|-------|--------|------|-------|
| Tuyau p124 | 47,35 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| Tuyau p125 | 34,42 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p126 | 9,973 | 90 | -0,52 | 0,12 | 0,35 |
| Tuyau p127 | 205,4 | 110 | 1,7 | 0,27 | 1,11 |
| Tuyau p128 | 78,73 | 63 | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p129 | 18,17 | 50 | 0,31 | 0,95 | 79,24 |
| Tuyau p130 | 93,7 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p131 | 39,31 | 90 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p132 | 62,78 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p133 | 90,83 | 63 | 1,22 | 0,59 | 9,69 |
| Tuyau p134 | 37,46 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p135 | 68,47 | 50 | -0,14 | 0,17 | 1,86 |
| Tuyau p136 | 57,61 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p137 | 27,57 | 63 | 0,08 | 0,04 | 0,05 |
| Tuyau p138 | 23,9 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Tuyau p139 | 1,761 | 160 | -2,4 | 0,18 | 0,34 |
| Tuyau p140 | 123,5 | 250 | -32,4 | 0,99 | 4,57 |
| Tuyau p141 | 311,1 | 250 | 36,12 | 1,1 | 5,62 |
| Tuyau p144 | 390,61 | 50 | -0,7 | 0,53 | 10,87 |
| Tuyau p145 | 874,01 | 63 | 1,11 | 0,53 | 8,12 |
| Tuyau p146 | 451,13 | 125 | -4,39 | 0,54 | 3,42 |
| Tuyau p147 | 366,82 | 50 | -0,3 | 0,23 | 2,4 |
| Tuyau p148 | 340,9 | 200 | 29,93 | 1,42 | 12,19 |
| Tuyau p149 | 588,02 | 160 | -12,62 | 0,94 | 7,24 |
| Vanne 4 | Sans Valeur | 163,6 | 36,12 | 1,72 | 30 |

Tableau V. 4 Charge et pression

| ID Nœud | Altitude | Demande Base | Charge | Pression |
|-----------|------------|--------------|--------|----------|
| | m | LPS | m.c.e | m.c.e |
| Noeud n1 | 297,091606 | 0,62 | 330,36 | 33,27 |
| Noeud n2 | 280,507867 | 0,065 | 321,21 | 40,71 |
| Noeud n3 | 276,039017 | 0,026 | 321,21 | 45,17 |
| Noeud n4 | 281,840653 | 0,171 | 321,02 | 39,18 |
| Noeud n5 | 272,564645 | 0,223 | 320,37 | 47,81 |
| Noeud n6 | 266,743018 | 0,145 | 320,25 | 53,51 |
| Noeud n7 | 281,688255 | 0,281 | 321,41 | 39,72 |
| Noeud n8 | 266,071794 | 0,17 | 320,77 | 54,7 |
| Noeud n9 | 261,790357 | 0,024 | 320,77 | 58,98 |
| Noeud n10 | 302,725954 | 0,236 | 326,11 | 23,39 |
| Noeud n11 | 298,130359 | 0,047 | 326,1 | 27,97 |
| Noeud n12 | 297,996502 | 0,117 | 325,83 | 27,83 |

| | | | | |
|-----------|------------|-------|--------|-------|
| Noeud n13 | 272,381523 | 0,149 | 329,79 | 57,41 |
| Noeud n14 | 261,260736 | 0,341 | 329,5 | 68,24 |
| Noeud n15 | 242,479919 | 0,344 | 325,35 | 82,87 |
| Noeud n16 | 253,667854 | 0,396 | 320,1 | 66,43 |
| Noeud n17 | 250,080015 | 0,098 | 319,25 | 69,17 |
| Noeud n18 | 241,406856 | 0,185 | 317,16 | 75,76 |
| Noeud n19 | 244,594364 | 0,311 | 323,93 | 79,33 |
| Noeud n20 | 248,96917 | 0,102 | 323,79 | 74,82 |
| Noeud n21 | 243,119888 | 0,347 | 324,53 | 81,41 |
| Noeud n22 | 252,605014 | 0,235 | 323,76 | 71,16 |
| Noeud n23 | 260,963587 | 0,119 | 323,69 | 62,73 |
| Noeud n24 | 254,208497 | 0,062 | 323,91 | 69,7 |
| Noeud n25 | 254,086471 | 0,147 | 319,58 | 65,49 |
| Noeud n26 | 260,479056 | 0,057 | 319,56 | 59,08 |
| Noeud n27 | 288,602993 | 0,257 | 311,93 | 23,33 |
| Noeud n28 | 298,799249 | 0,07 | 311,93 | 13,13 |
| Noeud n29 | 297,187621 | 0,162 | 330,36 | 33,17 |
| Noeud n30 | 292,262465 | 0,063 | 329,78 | 37,51 |
| Noeud n31 | 292,286417 | 0,048 | 329,77 | 37,49 |
| Noeud n32 | 292,685884 | 0,017 | 329,77 | 37,09 |
| Noeud n33 | 295,951433 | 0,12 | 329,64 | 33,69 |
| Noeud n34 | 291,857662 | 0,039 | 329,63 | 37,77 |
| Noeud n35 | 298,694431 | 0,053 | 329,62 | 30,93 |
| Noeud n36 | 289,415205 | 0,01 | 329,77 | 40,36 |
| Noeud n37 | 284,980951 | 0,42 | 326,05 | 41,06 |
| Noeud n38 | 297,426511 | 0,013 | 325,83 | 28,4 |
| Noeud n39 | 268,93751 | 0,042 | 320,76 | 51,82 |
| Noeud n40 | 281,53776 | 0,113 | 321,13 | 39,59 |
| Noeud n41 | 278,189932 | 0,765 | 322,4 | 44,21 |
| Noeud n42 | 292,12789 | 0,031 | 320,92 | 28,79 |
| Noeud n43 | 296,646793 | 0,082 | 320,93 | 24,28 |
| Noeud n44 | 298,931327 | 0,035 | 320,92 | 21,99 |
| Noeud n45 | 296,24254 | 0,017 | 320,93 | 24,68 |
| Noeud n46 | 297,89609 | 0,258 | 321,09 | 23,19 |
| Noeud n47 | 311,723 | 0,062 | 326,09 | 14,37 |
| Noeud n48 | 264,950671 | 0,04 | 320,37 | 55,42 |
| Noeud n49 | 262,071712 | 0,192 | 329,49 | 67,42 |
| Noeud n50 | 242,1154 | 0,029 | 323,76 | 81,64 |
| Noeud n51 | 258,5273 | 0,045 | 323,76 | 65,23 |
| Noeud n52 | 242,616972 | 0,122 | 324,68 | 82,07 |
| Noeud n53 | 250,783491 | 0,072 | 324,67 | 73,89 |
| Noeud n54 | 252,211658 | 0,227 | 320,65 | 68,44 |
| Noeud n55 | 259,084906 | 0,066 | 320,65 | 61,56 |
| Noeud n56 | 265,22028 | 0,232 | 317,2 | 51,98 |
| Noeud n57 | 261,937919 | 0,018 | 317,2 | 55,26 |

| | | | | |
|------------|------------|-------|--------|-------|
| Noeud n58 | 266,181061 | 0,021 | 318,29 | 52,11 |
| Noeud n59 | 290,673356 | 0,204 | 311,69 | 21,02 |
| Noeud n60 | 282,232976 | 0,202 | 312,24 | 30,01 |
| Noeud n61 | 284,931743 | 0,039 | 312,24 | 27,31 |
| Noeud n62 | 266,407322 | 0,03 | 316,96 | 50,55 |
| Noeud n63 | 266,054811 | 0,014 | 316,96 | 50,9 |
| Noeud n64 | 267,704081 | 0,128 | 316,8 | 49,09 |
| Noeud n65 | 260,783116 | 0,114 | 318,29 | 57,51 |
| Noeud n66 | 288,417023 | 0,31 | 315,55 | 27,13 |
| Noeud n67 | 287,240754 | 0,023 | 315,55 | 28,31 |
| Noeud n69 | 277,567866 | 0,18 | 313,24 | 35,68 |
| Noeud n70 | 279,701206 | 0,042 | 313,24 | 33,54 |
| Noeud n71 | 279,404049 | 0,086 | 312,83 | 33,43 |
| Noeud n72 | 308,503 | 0,293 | 311,52 | 3,02 |
| Noeud n73 | 293,332655 | 0,029 | 311,69 | 18,36 |
| Noeud n74 | 244,873646 | 0,05 | 320,09 | 75,22 |
| Noeud n75 | 264,031166 | 0,237 | 317,51 | 53,48 |
| Noeud n76 | 282,71144 | 0,837 | 313,59 | 30,88 |
| Noeud n77 | 284,133876 | 0,078 | 313,59 | 29,45 |
| Noeud n78 | 271,627906 | 0,109 | 312,47 | 40,84 |
| Noeud n79 | 273,736867 | 0,161 | 311,03 | 37,3 |
| Noeud n80 | 275,367523 | 0,07 | 311,03 | 35,66 |
| Noeud n81 | 280,623208 | 0,08 | 311,03 | 30,41 |
| Noeud n82 | 267,769465 | 0,193 | 312,02 | 44,25 |
| Noeud n83 | 259,319204 | 0,05 | 312,01 | 52,7 |
| Noeud n84 | 249,142232 | 0,156 | 319,09 | 69,95 |
| Noeud n85 | 248,446234 | 0,03 | 319,09 | 70,64 |
| Noeud n86 | 266,010513 | 0,23 | 310,49 | 44,48 |
| Noeud n87 | 261,303622 | 0,091 | 310,49 | 49,18 |
| Noeud n88 | 262,365639 | 0,231 | 310,11 | 47,74 |
| Noeud n89 | 257,443674 | 0,192 | 309,66 | 52,21 |
| Noeud n90 | 252,879532 | 0,119 | 309,65 | 56,77 |
| Noeud n91 | 258,159521 | 0,092 | 310,11 | 51,95 |
| Noeud n92 | 249,562421 | 0,097 | 309,53 | 59,97 |
| Noeud n93 | 253,187357 | 0,018 | 309,53 | 56,34 |
| Noeud n94 | 271,73627 | 0,1 | 310,11 | 38,37 |
| Noeud n95 | 246,500896 | 0,04 | 317,16 | 70,66 |
| Noeud n96 | 244,340598 | 0,05 | 319,24 | 74,9 |
| Noeud n97 | 239,477626 | 0,072 | 316,84 | 77,36 |
| Noeud n98 | 243,985852 | 0,03 | 316,84 | 72,86 |
| Noeud n99 | 238,116183 | 0,215 | 316,64 | 78,53 |
| Noeud n100 | 243,513558 | 0,032 | 316,64 | 73,13 |
| Noeud n101 | 242,998065 | 0,202 | 315,17 | 72,17 |
| Noeud n102 | 245,140527 | 0,02 | 315,17 | 70,02 |
| Noeud n103 | 246,303682 | 0,193 | 314,92 | 68,62 |

| | | | | |
|--------------|------------|-------------|--------|-------|
| Noeud n104 | 249,611186 | 0,044 | 314,92 | 65,31 |
| Noeud n105 | 271,617049 | 0,168 | 312,71 | 41,09 |
| Noeud n106 | 274,840894 | 0,026 | 312,71 | 37,87 |
| Noeud n107 | 270,722491 | 0,08 | 312,71 | 41,99 |
| Noeud n108 | 268,775884 | 0,169 | 312,82 | 44,04 |
| Noeud n109 | 273,912872 | 0,05 | 312,81 | 38,9 |
| Noeud n110 | 264,01708 | 0,126 | 312,5 | 48,48 |
| Noeud n111 | 247,410194 | 0,066 | 314,67 | 67,26 |
| Noeud n112 | 248,878275 | 0,217 | 314,49 | 65,61 |
| Noeud n113 | 259,163189 | 0,165 | 313,89 | 54,73 |
| Noeud n114 | 258,551897 | 0,108 | 314,87 | 56,32 |
| Noeud n115 | 248,856788 | 0,06 | 314,55 | 65,69 |
| Noeud n116 | 255,668235 | 0,041 | 312,5 | 56,83 |
| Noeud n117 | 264,649481 | 0,098 | 329,48 | 64,83 |
| Noeud n118 | 260,586336 | 0,056 | 329,49 | 68,9 |
| Noeud n119 | 271,518285 | 0,093 | 329,79 | 58,27 |
| Noeud n120 | 269,502058 | 0,142 | 329,5 | 60 |
| Noeud n121 | 274,455273 | 0,032 | 329,5 | 55,05 |
| Noeud n122 | 263,891545 | 0,023 | 329,5 | 65,61 |
| Noeud n123 | 269,478105 | 0,114 | 329,5 | 60,02 |
| Noeud n124 | 280,280275 | 0,163 | 326,04 | 45,76 |
| Noeud n125 | 267,455853 | 0,017 | 329,5 | 62,05 |
| Noeud n126 | 277,619834 | 0,03 | 329,79 | 52,17 |
| Noeud n127 | 277,154177 | 0,066 | 329,5 | 52,34 |
| Noeud n128 | 258,508204 | 0,063 | 317,5 | 59 |
| Noeud n129 | 273,90037 | 0,224 | 314,47 | 40,57 |
| Noeud n130 | 252,887645 | 0,037 | 313,89 | 61 |
| Noeud n131 | 269,513777 | 0,015 | 312,71 | 43,2 |
| Noeud n132 | 241,80261 | 0,024 | 314,67 | 72,87 |
| Noeud n133 | 245,604519 | 0,035 | 314,54 | 68,94 |
| Noeud n134 | 265,863141 | 0,026 | 317,51 | 51,65 |
| Noeud n135 | 305,773 | 18,71 | 311,29 | 5,52 |
| Noeud n136 | 302,933 | 0,06 | 311,52 | 8,59 |
| Noeud n137 | 272,120634 | 0,07 | 326,03 | 53,91 |
| Noeud n138 | 276,031149 | 0,03 | 326,04 | 50 |
| Noeud n139 | 308,554307 | 0,05 | 325,82 | 17,27 |
| Noeud n140 | 248,726764 | 0,028 | 309,53 | 60,8 |
| Noeud n141 | 263,135295 | 0,043 | 312,5 | 49,36 |
| Noeud n142 | 259,778789 | 0,018 | 313,89 | 54,11 |
| Noeud n143 | 297,091606 | 0 | 365,36 | 68,27 |
| Réservoir R1 | 363,108 | Sans Valeur | 367,11 | 4 |

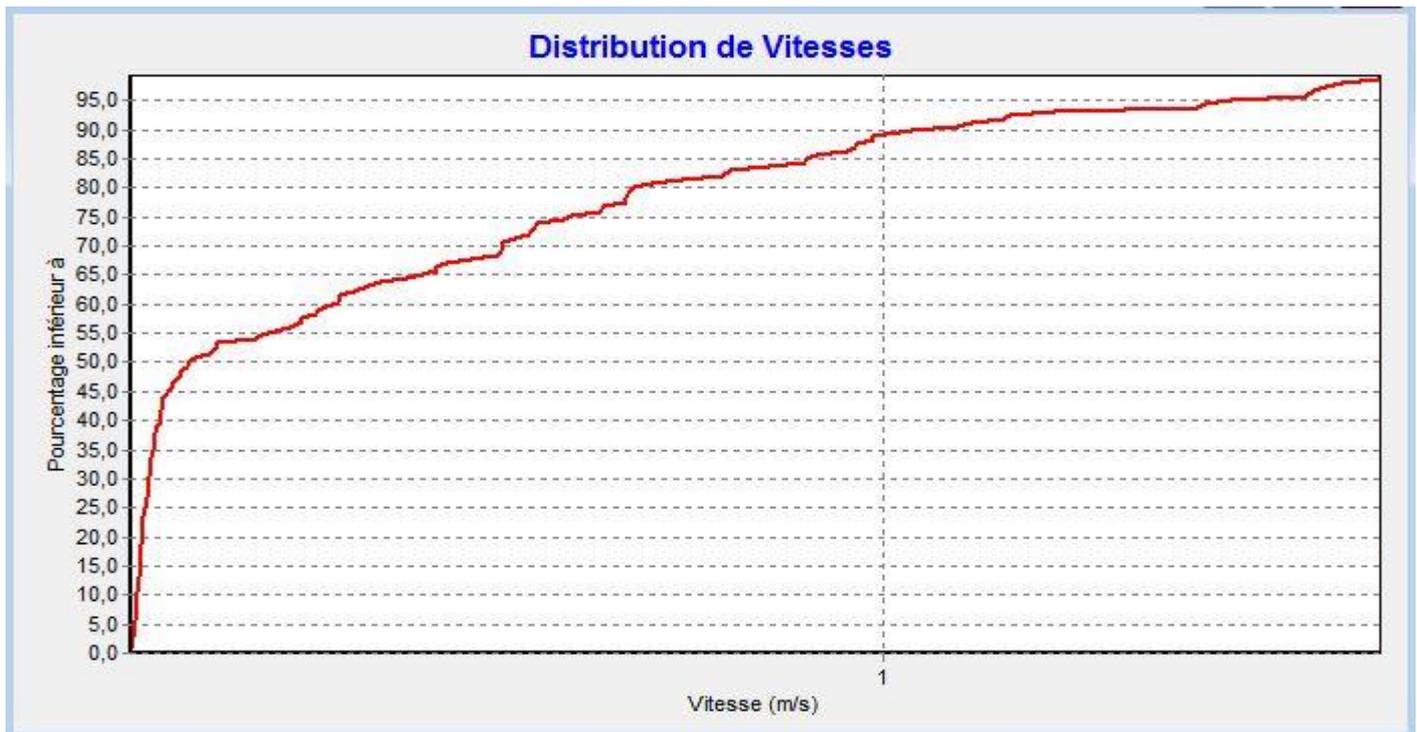


Figure V. 4 Courbe de Distribution de Vitesses (cas de pointe + incendie)



Figure V. 5 Courbe de Distribution de Pressions

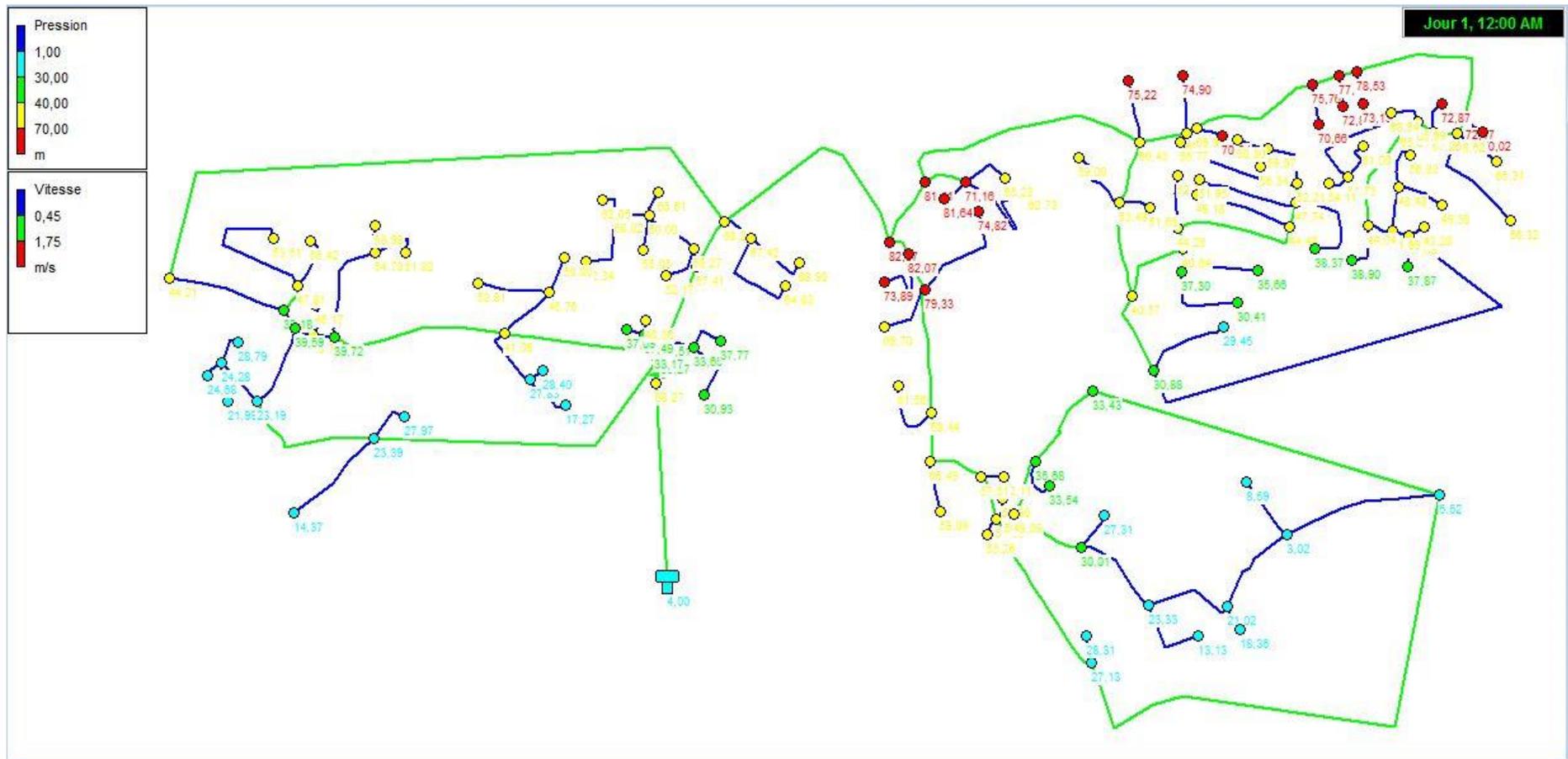


Figure V. 6 simulation en cas de pointe + incendie

- **Remarques et commentaires :**

- On remarque qu'il y a une amélioration et un équilibrage dans le réseau du point de vue pression.
- Par contre en terme de vitesse, il y a toujours des très faibles vitesses au niveau des ramifications et ce à cause du petit réseau avec trop des ramifications, mais cela sera équilibré quand il est accordé avec le réseau d'alimentation en eau potable de toute la ville de Guerrouaou.

V.3 Variante proposée (2) :

Comme une deuxième proposition de solution pour notre réseau, on a essayé de tracer un réseau totalement différent de l'existant (maillage) pour avoir un réseau qui assure des pressions et des vitesses convenables, avec l'ajout de deux réducteurs de pressions au niveau des tuyaux p1 et p72.

V.3.1 Simulation du réseau de la deuxième variante:

- Cas de pointe :

Tableau V. 5 Vitesse et perte de charge

| ID Arc | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|-----------|----------|----------|-------|---------|-------------------|
| | m | mm | LPS | m/s | m.c.e/km |
| Tuyau p2 | 376,6 | 125 | 21,12 | 0,72 | 5,01 |
| Tuyau p3 | 62,58 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p4 | 176,1 | 90 | 8,2 | 0,54 | 4,46 |
| Tuyau p5 | 29,55 | 110 | 0,1 | 0 | 0 |
| Tuyau p6 | 481,2 | 110 | 6,04 | 0,26 | 0,99 |
| Tuyau p7 | 30,73 | 75 | 0,1 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p8 | 82,66 | 110 | 5,05 | 0,22 | 0,72 |
| Tuyau p9 | 49,06 | 75 | 0,1 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p10 | 209,1 | 110 | 4,44 | 0,19 | 0,58 |
| Tuyau p11 | 261,1 | 110 | 0,4 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p12 | 223,2 | 110 | 2,99 | 0,13 | 0,29 |
| Tuyau p13 | 318,7 | 50 | -1,13 | 0,24 | 2,27 |
| Tuyau p14 | 149 | 75 | 7,45 | 0,7 | 8,99 |
| Tuyau p15 | 331,2 | 75 | 6,05 | 0,57 | 6,19 |
| Tuyau p17 | 542,5 | 75 | 3,69 | 0,35 | 2,58 |
| Tuyau p18 | 100 | 200 | 6,98 | 0,06 | 0,03 |
| Tuyau p19 | 34,17 | 200 | 1,48 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p20 | 39,37 | 110 | 0,18 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p21 | 240,7 | 110 | 0,8 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p22 | 37,99 | 110 | 4,5 | 0,2 | 0,59 |
| Tuyau p23 | 91,69 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p24 | 136,9 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p25 | 21,68 | 110 | 3 | 0,13 | 0,29 |
| Tuyau p26 | 120,9 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p28 | 60,18 | 50 | 0,6 | 0,13 | 0,77 |
| Tuyau p29 | 243,2 | 125 | 18,64 | 0,63 | 4,01 |
| Tuyau p30 | 258,8 | 110 | 5,2 | 0,23 | 0,76 |
| Tuyau p31 | 27,06 | 63 | 1,5 | 0,2 | 1,25 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-----|--------|------|-------|
| Tuyau p32 | 145,6 | 50 | 0,5 | 0,11 | 0,57 |
| Tuyau p33 | 165 | 50 | 0,5 | 0,11 | 0,57 |
| Tuyau p34 | 87,33 | 110 | 1,3 | 0,06 | 0,07 |
| Tuyau p35 | 100,1 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p36 | 31,97 | 110 | 0,4 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p37 | 72,69 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p38 | 139,1 | 63 | 1,6 | 0,21 | 1,4 |
| Tuyau p39 | 109,6 | 50 | 0,6 | 0,13 | 0,77 |
| Tuyau p40 | 183,8 | 50 | 0,5 | 0,11 | 0,57 |
| Tuyau p41 | 154,2 | 110 | -9,52 | 0,42 | 2,22 |
| Tuyau p42 | 123,4 | 50 | 0,2 | 0,04 | 0,09 |
| Tuyau p43 | 35,43 | 110 | -10,22 | 0,45 | 2,52 |
| Tuyau p44 | 70,02 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p45 | 94,22 | 110 | -10,72 | 0,47 | 2,74 |
| Tuyau p46 | 126 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p47 | 145,3 | 90 | -11,62 | 0,51 | 3,17 |
| Tuyau p48 | 88,32 | 90 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p49 | 79,56 | 90 | -12,42 | 0,54 | 3,57 |
| Tuyau p50 | 69,27 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p51 | 170,8 | 50 | 1,1 | 0,23 | 2,18 |
| Tuyau p52 | 91,17 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p53 | 113,5 | 63 | -4,42 | 0,59 | 8,35 |
| Tuyau p54 | 60,42 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p55 | 61,21 | 63 | -5,32 | 0,71 | 11,61 |
| Tuyau p56 | 67,48 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p57 | 57,42 | 75 | -6,02 | 0,57 | 6,16 |
| Tuyau p58 | 29,03 | 110 | 1,7 | 0,07 | 0,11 |
| Tuyau p59 | 122,4 | 110 | 0,5 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p61 | 248,1 | 110 | 0,5 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p62 | 367,5 | 50 | 1,8 | 0,38 | 5,15 |
| Tuyau p63 | 237,2 | 75 | -8,32 | 0,78 | 10,98 |
| Tuyau p64 | 24,68 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p65 | 62,37 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p66 | 44,05 | 110 | 5,66 | 0,25 | 0,88 |
| Tuyau p67 | 42,33 | 110 | 0,2 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p68 | 331 | 125 | 4,86 | 0,16 | 0,37 |
| Tuyau p69 | 99,99 | 63 | 2,1 | 0,28 | 2,24 |
| Tuyau p70 | 65,72 | 50 | 0,4 | 0,08 | 0,34 |
| Tuyau p71 | 120,3 | 110 | 0,5 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p72 | 94,92 | 110 | -16,08 | 0,7 | 5,67 |
| Tuyau p73 | 53,78 | 110 | -6,56 | 0,29 | 1,15 |
| Tuyau p74 | 76,21 | 90 | 8,92 | 0,58 | 5,19 |
| Tuyau 1 | 300,6 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |

| | | | | | |
|------------|-------------|------|--------|------|-------|
| Tuyau 2 | 204,8 | 90 | 6,42 | 0,28 | 1,1 |
| Tuyau 3 | 274,5 | 110 | -10,68 | 0,47 | 2,72 |
| Tuyau 4 | 171,5 | 160 | 43,29 | 0,89 | 5,57 |
| Vanne 5 | Sans Valeur | 160 | 43,29 | 0,89 | 30 |
| Tuyau p77 | 162,7 | 63 | 1,2 | 0,58 | 9,38 |
| Tuyau p78 | 34,55 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p79 | 122,7 | 75 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p80 | 22,76 | 50 | 0,88 | 0,67 | 16,69 |
| Tuyau p81 | 30,01 | 50 | 0,45 | 0,54 | 15,09 |
| Tuyau p82 | 159,5 | 75 | -0,12 | 0,04 | 0,04 |
| Tuyau p83 | 123,7 | 75 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p84 | 23,66 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p85 | 133,7 | 75 | 0,1 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p86 | 163,5 | 75 | 2,18 | 0,74 | 11,77 |
| Tuyau p87 | 51,82 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p88 | 64,77 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p89 | 11,49 | 75 | 2,36 | 0,8 | 13,73 |
| Tuyau p90 | 39,57 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p91 | 22,99 | 75 | 1,85 | 0,62 | 8,67 |
| Tuyau p92 | 42,78 | 63 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p93 | 28,83 | 40,8 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p94 | 58,71 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |
| Tuyau p95 | 34,7 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p96 | 32,57 | 50 | -0,19 | 0,23 | 3,23 |
| Tuyau p97 | 63,43 | 63 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p98 | 56,78 | 50 | 0,21 | 0,25 | 3,69 |
| Tuyau p99 | 34,64 | 63 | 1,04 | 0,5 | 7,15 |
| Tuyau p100 | 147,5 | 50 | 0,22 | 0,26 | 4,02 |
| Tuyau p101 | 145,6 | 50 | 0,11 | 0,08 | 0,33 |
| Tuyau p102 | 20,08 | 63 | -1,38 | 0,67 | 12,23 |
| Tuyau p103 | 131,4 | 50 | -0,41 | 0,5 | 12,7 |
| Tuyau p104 | 12,06 | 63 | 0,85 | 0,41 | 4,97 |
| Tuyau p105 | 17,35 | 90 | -0,1 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p106 | 54,43 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p107 | 222,7 | 75 | 1,6 | 0,54 | 6,63 |
| Tuyau p108 | 131,9 | 63 | 0,1 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p109 | 75,37 | 50 | -0,06 | 0,04 | 0,09 |
| Tuyau p110 | 74,95 | 50 | 0,39 | 0,3 | 3,82 |
| Tuyau p111 | 43,5 | 63 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p112 | 30,96 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p113 | 41,31 | 90 | 0,2 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p114 | 85,87 | 90 | 0,26 | 0,06 | 0,11 |

| | | | | | |
|------------|----------------|-----|--------|------|-------|
| Tuyau p115 | 22,3 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p116 | 40,78 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p117 | 88,92 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p118 | 83,95 | 50 | 0,06 | 0,05 | 0,1 |
| Tuyau p119 | 117,2 | 75 | 3,3 | 1,12 | 25,96 |
| Tuyau p120 | 49,84 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p121 | 20,38 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p122 | 32,75 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p123 | 21,01 | 63 | 0,95 | 0,46 | 6,05 |
| Tuyau p124 | 47,35 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| Tuyau p125 | 34,42 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p126 | 9,973 | 90 | -0,52 | 0,12 | 0,35 |
| Tuyau p127 | 205,4 | 110 | 1,7 | 0,27 | 1,11 |
| Tuyau p128 | 78,73 | 63 | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p129 | 18,17 | 50 | 0,31 | 0,95 | 79,24 |
| Tuyau p130 | 93,7 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p131 | 39,31 | 90 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p132 | 62,78 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p133 | 90,83 | 63 | 1,22 | 0,59 | 9,69 |
| Tuyau p134 | 37,46 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p135 | 68,47 | 50 | -0,14 | 0,17 | 1,86 |
| Tuyau p136 | 57,61 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p137 | 27,57 | 63 | 0,08 | 0,04 | 0,05 |
| Tuyau p138 | 23,9 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Tuyau p139 | 1,761 | 160 | -2,4 | 0,18 | 0,34 |
| Tuyau p140 | 123,5 | 250 | -32,4 | 0,99 | 4,57 |
| Tuyau p141 | 311,1 | 250 | 36,12 | 1,1 | 5,62 |
| Tuyau p144 | 390,61 | 50 | -0,7 | 0,53 | 10,87 |
| Tuyau p145 | 874,01 | 63 | 1,11 | 0,53 | 8,12 |
| Tuyau p146 | 451,13 | 125 | -4,39 | 0,54 | 3,42 |
| Tuyau p147 | 366,82 | 50 | -0,3 | 0,23 | 2,4 |
| Tuyau p148 | 340,9 | 200 | 29,93 | 1,42 | 12,19 |
| Tuyau p149 | 588,02 | 160 | -12,62 | 0,94 | 7,24 |
| Vanne 4 | Sans Valeur | 200 | 36,12 | 1,72 | 30 |

Tableau V. 6 Charge et pression

| ID Nœud | Altitude | Demande Base | Charge | Pression |
|-----------|------------|--------------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| Noeud n1 | 327,79242 | 1,73 | 344,15 | 16,36 |
| Noeud n2 | 254,130521 | 1,64 | 340,91 | 86,78 |
| Noeud n3 | 259,80801 | 0,6 | 340,91 | 81,1 |
| Noeud n4 | 265,099738 | 0,93 | 337,62 | 72,52 |
| Noeud n5 | 262,839181 | 0,1 | 337,62 | 74,78 |
| Noeud n6 | 300,811789 | 0,89 | 331,7 | 30,89 |
| Noeud n7 | 299,349594 | 0,1 | 331,7 | 32,35 |
| Noeud n8 | 296,999666 | 0,1 | 330,75 | 33,75 |
| Noeud n9 | 300,32 | 0,51 | 330,75 | 30,43 |
| Noeud n10 | 308,408 | 1,05 | 328,47 | 20,07 |
| Noeud n11 | 301,07 | 0,4 | 328,47 | 27,4 |
| Noeud n12 | 288,77299 | 1,53 | 326,31 | 37,54 |
| Noeud n13 | 289,341 | 0,9 | 324,65 | 35,31 |
| Noeud n14 | 273,659 | 1,76 | 321,99 | 48,33 |
| Noeud n15 | 241,417026 | 1,13 | 319,89 | 78,48 |
| Noeud n16 | 251,731034 | 0,4 | 319,89 | 68,16 |
| Noeud n17 | 252,072925 | 0,5 | 319,89 | 67,82 |
| Noeud n18 | 258,986761 | 0,18 | 319,89 | 60,9 |
| Noeud n19 | 268,213388 | 0,8 | 319,88 | 51,67 |
| Noeud n20 | 258,048865 | 0,9 | 319,87 | 61,82 |
| Noeud n21 | 248,653093 | 0,6 | 319,89 | 71,24 |
| Noeud n22 | 254,113964 | 0,6 | 319,87 | 65,75 |
| Noeud n23 | 261,6025 | 0,7 | 319,86 | 58,26 |
| Noeud n24 | 274,818214 | 0,6 | 319,86 | 45,04 |
| Noeud n25 | 246,250337 | 0,9 | 343,55 | 68,3 |
| Noeud n26 | 242,889976 | 0,6 | 343,51 | 67,62 |
| Noeud n27 | 285,053415 | 1,02 | 343,76 | 58,7 |
| Noeud n28 | 281,893238 | 1,6 | 343,56 | 61,67 |
| Noeud n29 | 281,893052 | 0,5 | 343,53 | 61,63 |
| Noeud n30 | 271,751107 | 0,5 | 343,44 | 71,69 |
| Noeud n31 | 277,970173 | 0,5 | 343,43 | 65,46 |
| Noeud n32 | 253,439631 | 0,7 | 321,27 | 67,83 |
| Noeud n33 | 264,230289 | 0,6 | 321,26 | 57,03 |
| Noeud n34 | 256,729126 | 0,3 | 321,26 | 64,54 |
| Noeud n35 | 268,68238 | 0,4 | 321,26 | 52,58 |
| Noeud n36 | 244,62057 | 0,3 | 321,27 | 76,65 |
| Noeud n37 | 261,341795 | 0,5 | 343,36 | 68,02 |
| Noeud n38 | 263,054026 | 0,6 | 343,28 | 80,22 |
| Noeud n39 | 268,317641 | 0,5 | 343,26 | 74,94 |
| Noeud n40 | 243,728715 | 0,5 | 343,58 | 82,85 |

| | | | | |
|-----------------|------------|----------------|--------|-------|
| Noeud n41 | 265,143817 | 0,2 | 343,57 | 78,43 |
| Noeud n42 | 257,459953 | 0,2 | 343,59 | 86,13 |
| Noeud n43 | 266,227507 | 0,3 | 343,58 | 77,35 |
| Noeud n44 | 267,101379 | 0,6 | 343,62 | 76,52 |
| Noeud n45 | 271,407871 | 0,3 | 343,6 | 72,2 |
| Noeud n46 | 280,858661 | 0,5 | 343,7 | 62,84 |
| Noeud n47 | 272,314971 | 0,3 | 343,7 | 71,38 |
| Noeud n48 | 302,593889 | 0,5 | 342,96 | 40,37 |
| Noeud n49 | 293,80243 | 0,3 | 342,95 | 49,15 |
| Noeud n50 | 311,721 | 0,3 | 342,95 | 31,23 |
| Noeud n51 | 246,129109 | 0,6 | 320,51 | 74,38 |
| Noeud n52 | 243,305316 | 0,3 | 320,51 | 77,2 |
| Noeud n53 | 250,001432 | 0,4 | 321,01 | 71,01 |
| Noeud n54 | 244,061215 | 0,3 | 321,01 | 76,95 |
| Noeud n55 | 266,056264 | 0,7 | 319,86 | 53,8 |
| Noeud n56 | 261,211436 | 0,5 | 319,86 | 58,65 |
| Noeud n57 | 262,747741 | 0,6 | 321,99 | 59,24 |
| Noeud n58 | 264,828923 | 0,5 | 319,86 | 55,03 |
| Noeud n59 | 296,613978 | 1,8 | 342,26 | 45,65 |
| Noeud n60 | 251,076388 | 0,3 | 323,37 | 72,29 |
| Noeud n61 | 249,985749 | 0,3 | 323,37 | 73,38 |
| Noeud n62 | 252,614162 | 0,6 | 323,97 | 71,36 |
| Noeud n63 | 258,435812 | 0,3 | 323,97 | 65,53 |
| Noeud n64 | 258,153511 | 0,6 | 324,23 | 66,07 |
| Noeud n65 | 260,895983 | 0,2 | 324,23 | 63,33 |
| Noeud n66 | 298,714816 | 0,6 | 343,34 | 44,62 |
| Noeud n67 | 295,245848 | 0,4 | 343,31 | 48,07 |
| Noeud n68 | 282,85009 | 0,5 | 324,65 | 41,8 |
| Noeud n69 | 246,542198 | 0,6 | 323,69 | 77,15 |
| Noeud n70 | 243,969052 | 1,02 | 343,56 | 77,59 |
| Noeud 3 | 363,108 | - | 345,11 | -18 |
| Noeud 1 | 243,969052 | - | 323,56 | 79,59 |
| Réservoir R1 | 363,108 | Sans Valeur | 365,11 | 2 |

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de graphique :

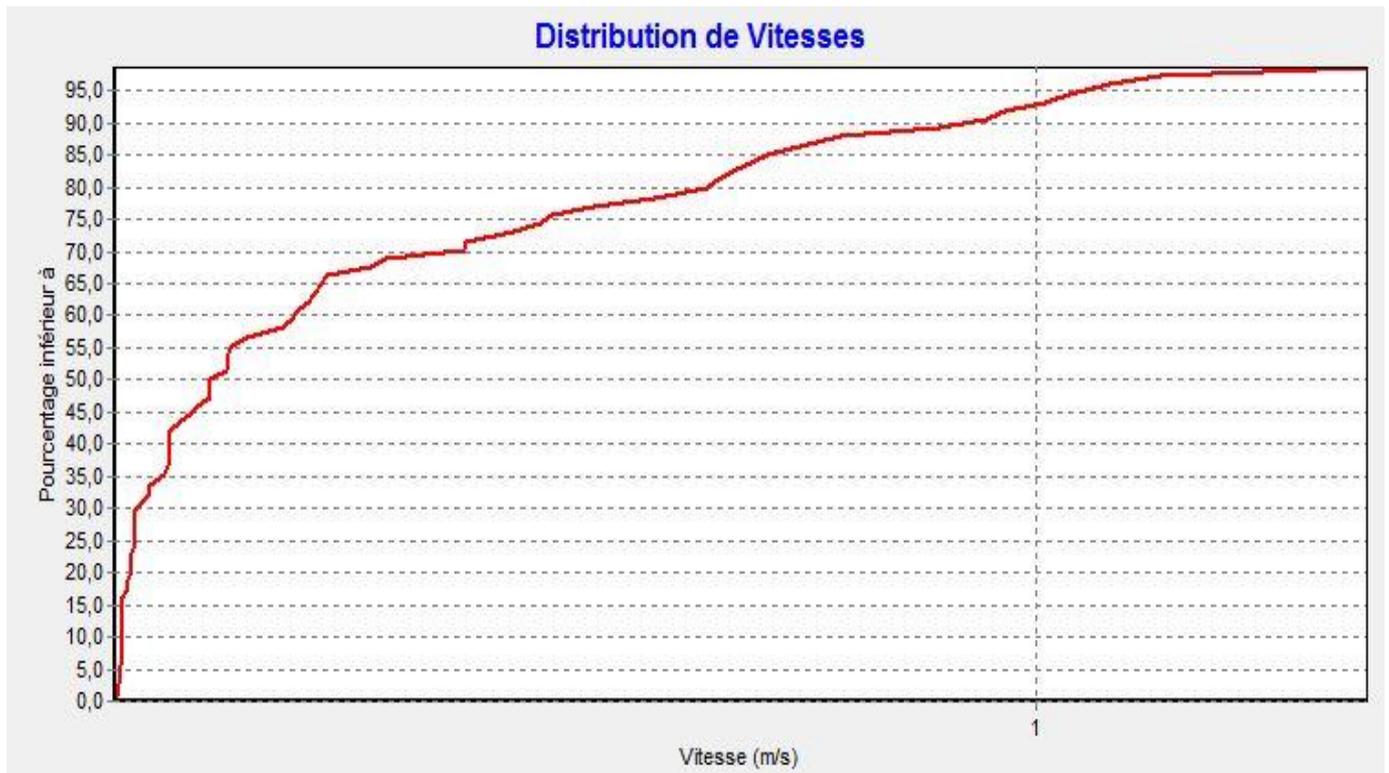


Figure V. 7 Courbe de Distribution de Vitesses (cas de pointe)

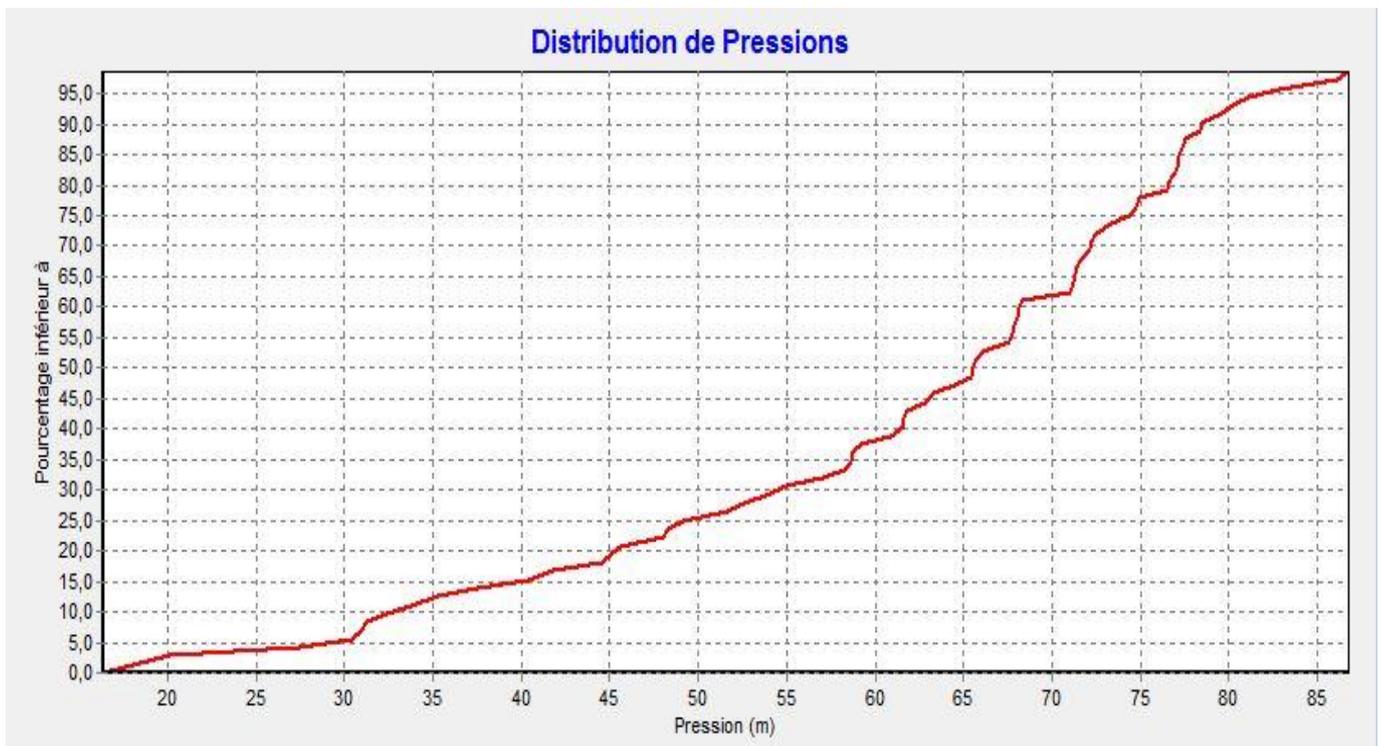


Figure V. 8 Courbe de Distribution de Pressions (cas de pointe)

- Cas de pointe + incendie :

Tableau V. 7 Vitesse et perte de charge

| ID Arc | Longueur | Diamètre | Débit | Vitesse | Pert.Charge Unit. |
|-----------|----------|----------|-------|---------|----------------------|
| | m | Mm | LPS | m/s | m.c.e/km |
| Tuyau p2 | 376,6 | 125 | 32,18 | 1,09 | 10,74 |
| Tuyau p3 | 62,58 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p4 | 176,1 | 90 | 14,76 | 0,96 | 12,83 |
| Tuyau p5 | 29,55 | 110 | 0,1 | 0 | 0 |
| Tuyau p6 | 481,2 | 110 | 11,76 | 0,51 | 3,23 |
| Tuyau p7 | 30,73 | 75 | 0,1 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p8 | 82,66 | 110 | 10,77 | 0,47 | 2,76 |
| Tuyau p9 | 49,06 | 75 | 0,1 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p10 | 209,1 | 110 | 10,16 | 0,44 | 2,49 |
| Tuyau p11 | 261,1 | 110 | 17,4 | 0,76 | 6,53 |
| Tuyau p12 | 223,2 | 110 | -8,29 | 0,36 | 1,73 |
| Tuyau p13 | 318,7 | 50 | -1,97 | 0,42 | 6,02 |
| Tuyau p14 | 149 | 75 | 7,03 | 0,66 | 8,11 |
| Tuyau p15 | 331,2 | 75 | 5,63 | 0,53 | 5,46 |
| Tuyau p17 | 542,5 | 75 | 3,27 | 0,31 | 2,09 |
| Tuyau p18 | 100 | 200 | 6,98 | 0,06 | 0,03 |
| Tuyau p19 | 34,17 | 200 | 1,48 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p20 | 39,37 | 110 | 0,18 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p21 | 240,7 | 110 | 0,8 | 0,03 | 0,02 |
| Tuyau p22 | 37,99 | 110 | 4,5 | 0,2 | 0,59 |
| Tuyau p23 | 91,69 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p24 | 136,9 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p25 | 21,68 | 110 | 3 | 0,13 | 0,29 |
| Tuyau p26 | 120,9 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau p28 | 60,18 | 50 | 0,6 | 0,13 | 0,77 |
| Tuyau p29 | 243,2 | 125 | 24,58 | 0,83 | 6,59 |
| Tuyau p30 | 258,8 | 110 | 5,2 | 0,23 | 0,76 |
| Tuyau p31 | 27,06 | 63 | 1,5 | 0,2 | 1,25 |
| Tuyau p32 | 145,6 | 50 | 0,5 | 0,11 | 0,57 |
| Tuyau p33 | 165 | 50 | 0,5 | 0,11 | 0,57 |
| Tuyau p34 | 87,33 | 110 | 1,3 | 0,06 | 0,07 |
| Tuyau p35 | 100,1 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p36 | 31,97 | 110 | 0,4 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p37 | 72,69 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p38 | 139,1 | 63 | 1,6 | 0,21 | 1,4 |
| Tuyau p39 | 109,6 | 50 | 0,6 | 0,13 | 0,77 |
| Tuyau p40 | 183,8 | 50 | 0,5 | 0,11 | 0,57 |

| | | | | | |
|-----------|-------------|-----|--------|------|-------|
| Tuyau p41 | 154,2 | 110 | -15,46 | 0,67 | 5,28 |
| Tuyau p42 | 123,4 | 50 | 0,2 | 0,04 | 0,09 |
| Tuyau p43 | 35,43 | 110 | -16,16 | 0,71 | 5,72 |
| Tuyau p44 | 70,02 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p45 | 94,22 | 110 | -16,66 | 0,73 | 6,04 |
| Tuyau p46 | 126 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p47 | 145,3 | 90 | -17,56 | 0,77 | 6,64 |
| Tuyau p48 | 88,32 | 90 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p49 | 79,56 | 90 | -18,36 | 0,8 | 7,19 |
| Tuyau p50 | 69,27 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p51 | 170,8 | 50 | 1,1 | 0,23 | 2,18 |
| Tuyau p52 | 91,17 | 50 | 0,3 | 0,06 | 0,15 |
| Tuyau p53 | 113,5 | 63 | -4,84 | 0,65 | 9,79 |
| Tuyau p54 | 60,42 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p55 | 61,21 | 63 | -5,74 | 0,77 | 13,28 |
| Tuyau p56 | 67,48 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p57 | 57,42 | 75 | -6,44 | 0,6 | 6,93 |
| Tuyau p58 | 29,03 | 110 | 1,7 | 0,07 | 0,11 |
| Tuyau p59 | 122,4 | 110 | 0,5 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p61 | 248,1 | 110 | 0,5 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p62 | 367,5 | 50 | 1,8 | 0,38 | 5,15 |
| Tuyau p63 | 237,2 | 75 | -8,74 | 0,82 | 11,98 |
| Tuyau p64 | 24,68 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p65 | 62,37 | 110 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p66 | 44,05 | 110 | 15,68 | 0,68 | 5,42 |
| Tuyau p67 | 42,33 | 110 | 0,2 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p68 | 331 | 125 | 14,88 | 0,5 | 2,67 |
| Tuyau p69 | 99,99 | 63 | 2,1 | 0,28 | 2,24 |
| Tuyau p70 | 65,72 | 50 | 0,4 | 0,08 | 0,34 |
| Tuyau p71 | 120,3 | 110 | 0,5 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p72 | 94,92 | 110 | -26,52 | 1,16 | 14 |
| Tuyau p73 | 53,78 | 110 | -16,58 | 0,72 | 5,99 |
| Tuyau p74 | 76,21 | 90 | 9,34 | 0,61 | 5,63 |
| Tuyau 1 | 300,6 | 110 | 0,6 | 0,03 | 0,01 |
| Tuyau 2 | 204,8 | 90 | 12,36 | 0,54 | 3,53 |
| Tuyau 3 | 274,5 | 110 | -15,18 | 0,66 | 5,11 |
| Tuyau 4 | 171,5 | 160 | 60,29 | 1,25 | 10,18 |
| Vanne 5 | Sans Valeur | 160 | 60,29 | 1,25 | 30 |
| Tuyau p77 | 162,7 | 63 | 1,2 | 0,58 | 9,38 |
| Tuyau p78 | 34,55 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p79 | 122,7 | 75 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p80 | 22,76 | 50 | 0,88 | 0,67 | 16,69 |

| | | | | | |
|------------|-------|------|-------|------|-------|
| Tuyau p81 | 30,01 | 50 | 0,45 | 0,54 | 15,09 |
| Tuyau p82 | 159,5 | 75 | -0,12 | 0,04 | 0,04 |
| Tuyau p83 | 123,7 | 75 | 0,09 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p84 | 23,66 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p85 | 133,7 | 75 | 0,1 | 0,03 | 0,03 |
| Tuyau p86 | 163,5 | 75 | 2,18 | 0,74 | 11,77 |
| Tuyau p87 | 51,82 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p88 | 64,77 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p89 | 11,49 | 75 | 2,36 | 0,8 | 13,73 |
| Tuyau p90 | 39,57 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p91 | 22,99 | 75 | 1,85 | 0,62 | 8,67 |
| Tuyau p92 | 42,78 | 63 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p93 | 28,83 | 40,8 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p94 | 58,71 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,07 |
| Tuyau p95 | 34,7 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p96 | 32,57 | 50 | -0,19 | 0,23 | 3,23 |
| Tuyau p97 | 63,43 | 63 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p98 | 56,78 | 50 | 0,21 | 0,25 | 3,69 |
| Tuyau p99 | 34,64 | 63 | 1,04 | 0,5 | 7,15 |
| Tuyau p100 | 147,5 | 50 | 0,22 | 0,26 | 4,02 |
| Tuyau p101 | 145,6 | 50 | 0,11 | 0,08 | 0,33 |
| Tuyau p102 | 20,08 | 63 | -1,38 | 0,67 | 12,23 |
| Tuyau p103 | 131,4 | 50 | -0,41 | 0,5 | 12,7 |
| Tuyau p104 | 12,06 | 63 | 0,85 | 0,41 | 4,97 |
| Tuyau p105 | 17,35 | 90 | -0,1 | 0,02 | 0,01 |
| Tuyau p106 | 54,43 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p107 | 222,7 | 75 | 1,6 | 0,54 | 6,63 |
| Tuyau p108 | 131,9 | 63 | 0,1 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p109 | 75,37 | 50 | -0,06 | 0,04 | 0,09 |
| Tuyau p110 | 74,95 | 50 | 0,39 | 0,3 | 3,82 |
| Tuyau p111 | 43,5 | 63 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p112 | 30,96 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p113 | 41,31 | 90 | 0,2 | 0,05 | 0,06 |
| Tuyau p114 | 85,87 | 90 | 0,26 | 0,06 | 0,11 |
| Tuyau p115 | 22,3 | 63 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Tuyau p116 | 40,78 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| Tuyau p117 | 88,92 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p118 | 83,95 | 50 | 0,06 | 0,05 | 0,1 |
| Tuyau p119 | 117,2 | 75 | 3,3 | 1,12 | 25,96 |
| Tuyau p120 | 49,84 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Tuyau p121 | 20,38 | 50 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p122 | 32,75 | 50 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p123 | 21,01 | 63 | 0,95 | 0,46 | 6,05 |

| | | | | | |
|------------|----------------|-----|--------|------|-------|
| Tuyau p124 | 47,35 | 50 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| Tuyau p125 | 34,42 | 50 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Tuyau p126 | 9,973 | 90 | -0,52 | 0,12 | 0,35 |
| Tuyau p127 | 205,4 | 110 | 1,7 | 0,27 | 1,11 |
| Tuyau p128 | 78,73 | 63 | 0,06 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p129 | 18,17 | 50 | 0,31 | 0,95 | 79,24 |
| Tuyau p130 | 93,7 | 63 | 0,07 | 0,03 | 0,04 |
| Tuyau p131 | 39,31 | 90 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Tuyau p132 | 62,78 | 50 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| Tuyau p133 | 90,83 | 63 | 1,22 | 0,59 | 9,69 |
| Tuyau p134 | 37,46 | 63 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Tuyau p135 | 68,47 | 50 | -0,14 | 0,17 | 1,86 |
| Tuyau p136 | 57,61 | 63 | 0,04 | 0,02 | 0,03 |
| Tuyau p137 | 27,57 | 63 | 0,08 | 0,04 | 0,05 |
| Tuyau p138 | 23,9 | 50 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Tuyau p139 | 1,761 | 160 | -2,4 | 0,18 | 0,34 |
| Tuyau p140 | 123,5 | 250 | -32,4 | 0,99 | 4,57 |
| Tuyau p141 | 311,1 | 250 | 36,12 | 1,1 | 5,62 |
| Tuyau p144 | 390,61 | 50 | -0,7 | 0,53 | 10,87 |
| Tuyau p145 | 874,01 | 63 | 1,11 | 0,53 | 8,12 |
| Tuyau p146 | 451,13 | 125 | -4,39 | 0,54 | 3,42 |
| Tuyau p147 | 366,82 | 50 | -0,3 | 0,23 | 2,4 |
| Tuyau p148 | 340,9 | 200 | 29,93 | 1,42 | 12,19 |
| Tuyau p149 | 588,02 | 160 | -12,62 | 0,94 | 7,24 |
| Vanne 4 | Sans Valeur | 200 | 36,12 | 1,72 | 30 |

Tableau V. 8 Charge et pression

| ID Nœud | Altitude | Demande Base | Charge | Pression |
|-----------|------------|--------------|--------|----------|
| | m | LPS | m | m |
| Noeud n1 | 327,79242 | 1,73 | 343,36 | 15,57 |
| Noeud n2 | 254,130521 | 1,64 | 338,42 | 84,29 |
| Noeud n3 | 259,80801 | 0,6 | 338,42 | 78,61 |
| Noeud n4 | 265,099738 | 0,93 | 333,9 | 68,8 |
| Noeud n5 | 262,839181 | 0,1 | 333,9 | 71,06 |
| Noeud n6 | 300,811789 | 0,89 | 325,44 | 24,63 |
| Noeud n7 | 299,349594 | 0,1 | 325,44 | 26,09 |
| Noeud n8 | 296,999666 | 0,1 | 324,08 | 27,08 |
| Noeud n9 | 300,32 | 0,51 | 324,08 | 23,76 |
| Noeud n10 | 308,408 | 1,05 | 320,75 | 12,35 |
| Noeud n11 | 301,07 | 17,4 | 319,05 | 17,98 |
| Noeud n12 | 288,77299 | 1,53 | 320,21 | 31,44 |
| Noeud n13 | 289,341 | 0,9 | 318,8 | 29,46 |
| Noeud n14 | 273,659 | 1,76 | 316,6 | 42,94 |
| Noeud n15 | 241,417026 | 1,13 | 315,05 | 73,63 |
| Noeud n16 | 251,731034 | 0,4 | 315,04 | 63,31 |
| Noeud n17 | 252,072925 | 0,5 | 315,04 | 62,97 |
| Noeud n18 | 258,986761 | 0,18 | 315,04 | 56,06 |
| Noeud n19 | 268,213388 | 0,8 | 315,04 | 46,82 |
| Noeud n20 | 258,048865 | 0,9 | 315,02 | 56,97 |
| Noeud n21 | 248,653093 | 0,6 | 315,04 | 66,39 |
| Noeud n22 | 254,113964 | 0,6 | 315,02 | 60,9 |
| Noeud n23 | 261,6025 | 0,7 | 315,01 | 53,41 |
| Noeud n24 | 274,818214 | 0,6 | 315,01 | 40,19 |
| Noeud n25 | 275,250337 | 0,9 | 340,18 | 64,93 |
| Noeud n26 | 275,889976 | 0,6 | 340,13 | 64,24 |
| Noeud n27 | 285,053415 | 1,02 | 342,17 | 57,12 |
| Noeud n28 | 281,893238 | 1,6 | 341,97 | 60,08 |
| Noeud n29 | 281,893052 | 0,5 | 341,94 | 60,05 |
| Noeud n30 | 271,751107 | 0,5 | 341,86 | 70,11 |
| Noeud n31 | 277,970173 | 0,5 | 341,85 | 63,88 |
| Noeud n32 | 253,439631 | 0,7 | 316,89 | 63,45 |
| Noeud n33 | 264,230289 | 0,6 | 316,88 | 52,65 |
| Noeud n34 | 256,729126 | 0,3 | 316,88 | 60,15 |
| Noeud n35 | 268,68238 | 0,4 | 316,88 | 48,2 |
| Noeud n36 | 244,62057 | 0,3 | 316,89 | 72,27 |
| Noeud n37 | 275,341795 | 0,5 | 339,98 | 64,64 |
| Noeud n38 | 263,054026 | 0,6 | 339,9 | 76,85 |
| Noeud n39 | 268,317641 | 0,5 | 339,88 | 71,56 |
| Noeud n40 | 260,728715 | 0,5 | 340,67 | 79,95 |

| | | | | |
|-----------------|------------|----------------|--------|-------|
| Noeud n41 | 265,143817 | 0,2 | 340,66 | 75,52 |
| Noeud n42 | 257,459953 | 0,2 | 340,8 | 83,34 |
| Noeud n43 | 266,227507 | 0,3 | 340,79 | 74,56 |
| Noeud n44 | 267,101379 | 0,6 | 341,16 | 74,06 |
| Noeud n45 | 271,407871 | 0,3 | 341,14 | 69,74 |
| Noeud n46 | 280,858661 | 0,5 | 341,79 | 60,93 |
| Noeud n47 | 272,314971 | 0,3 | 341,79 | 69,47 |
| Noeud n48 | 302,593889 | 0,5 | 341,38 | 38,78 |
| Noeud n49 | 293,80243 | 0,3 | 341,37 | 47,56 |
| Noeud n50 | 311,721 | 0,3 | 341,36 | 29,64 |
| Noeud n51 | 246,129109 | 0,6 | 315,9 | 69,78 |
| Noeud n52 | 243,305316 | 0,3 | 315,9 | 72,6 |
| Noeud n53 | 250,001432 | 0,4 | 316,56 | 66,56 |
| Noeud n54 | 244,061215 | 0,3 | 316,56 | 72,5 |
| Noeud n55 | 266,056264 | 0,7 | 315,01 | 48,95 |
| Noeud n56 | 261,211436 | 0,5 | 315,01 | 53,8 |
| Noeud n57 | 262,747741 | 0,6 | 316,6 | 53,85 |
| Noeud n58 | 264,828923 | 0,5 | 315,01 | 50,18 |
| Noeud n59 | 296,613978 | 1,8 | 341,47 | 44,86 |
| Noeud n60 | 251,076388 | 0,3 | 319,36 | 68,29 |
| Noeud n61 | 249,985749 | 0,3 | 319,36 | 69,38 |
| Noeud n62 | 252,614162 | 0,6 | 319,78 | 67,16 |
| Noeud n63 | 258,435812 | 0,3 | 319,78 | 61,34 |
| Noeud n64 | 258,153511 | 0,6 | 319,82 | 61,67 |
| Noeud n65 | 260,895983 | 0,2 | 319,82 | 58,92 |
| Noeud n66 | 298,714816 | 0,6 | 341,75 | 43,03 |
| Noeud n67 | 295,245848 | 0,4 | 341,73 | 46,48 |
| Noeud n68 | 282,85009 | 0,5 | 318,8 | 35,95 |
| Noeud n69 | 246,542198 | 0,6 | 319,74 | 73,2 |
| Noeud n70 | 265,969052 | 1,02 | 339,8 | 73,83 |
| Noeud 3 | 363,108 | 0 | 345,11 | -18 |
| Noeud 1 | 243,969052 | 0 | 319,8 | 75,83 |
| Réservoir R1 | 363,108 | Sans Valeur | 365,11 | 2 |

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de graphique :

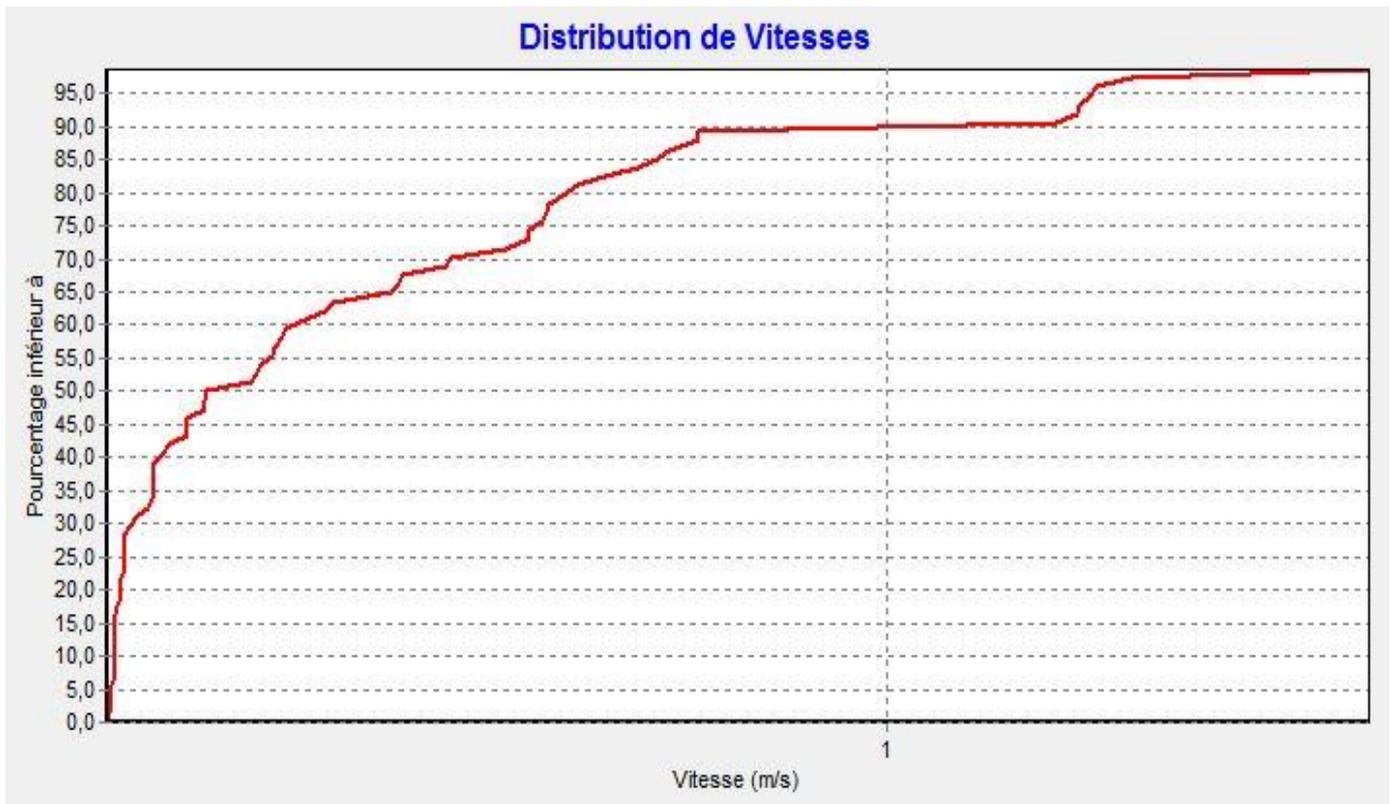


Figure V. 10 Courbe de Distribution de Vitesses

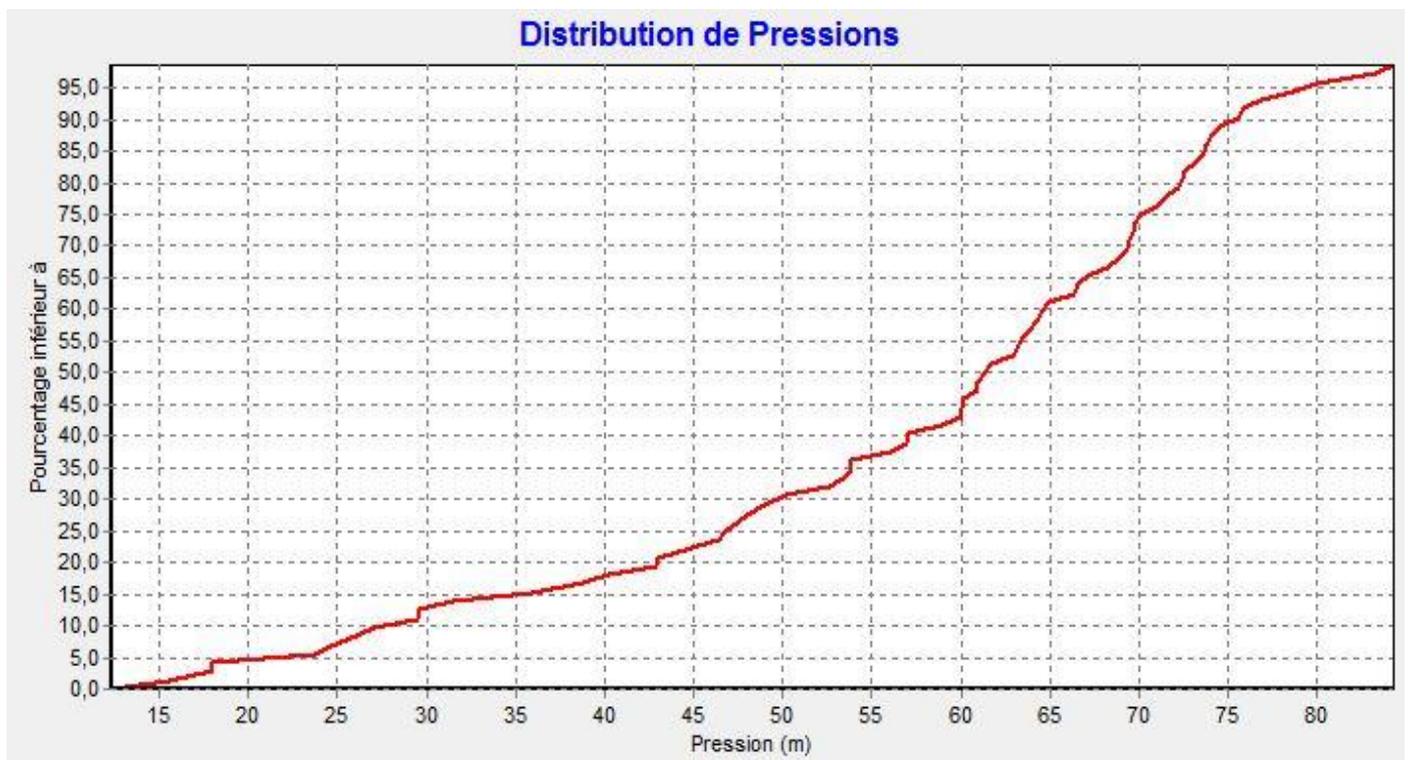


Figure V. 11 Courbe de Distribution de Pressions

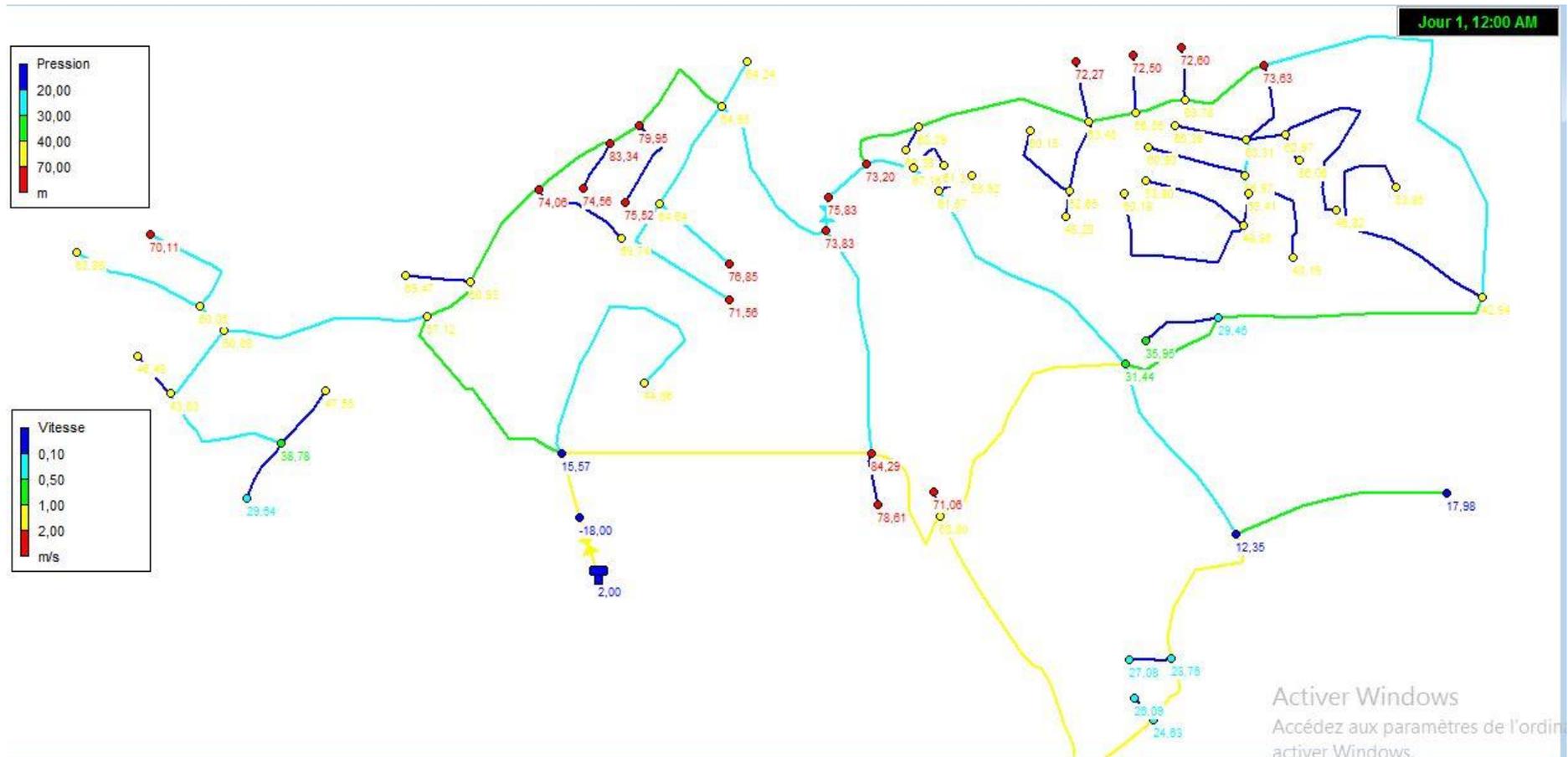


Figure V. 12 Simulation pointe + incendie

Conclusion :

Dans ce chapitre on a redimensionné le réseau en changeant les diamètres de quelques canalisations et en ajoutant quelques conduites pour créer les mailles en deux variantes afin d'assurer un bon fonctionnement du réseau à long terme.

Chapitre VI :

**Etude Quantitative Et
Financière Et
Organisation Des
Chantiers**

VI. Introduction :

Dans ce chapitre, nous effectuerons une évaluation quantitative et financière des prévisions du système d'AEP projeté, puis procéder à un phasage des travaux. A ce stade de la recherche, nous disposons de suffisamment de détails pour estimer le coût et introduire l'organisation du chantier. Le but ultime de cette partie est d'obtenir le coût total du projet et sa durée.

VI.1 Chiffrage des aménagements proposés :

VI.1.1 Les hypothèses de chiffrage :

Le présent chapitre propose une estimation financière du cout de l'aménagement retenu, les estimations des prix des ouvrages et aménagements donnés :

- Prix unitaire des terrassements.
- Prix unitaire de fourniture et pose de (béton, gabionnage, éventuelles installations annexes...).

VI.2 Chiffrage des variantes retenues :

Les tableaux suivant donnent les montants de réalisation de chaque variante :

VI.3 Les informations sur les réseaux publics existants :

Le sous - sol des voiries reçoit l'ensemble des canalisations et réseaux qui concernent: l'eau potable, les égouts, électricité, gaz et télécommunications.

Devant cette situation, avant de faire la pose de nos conduites, il convient de préparer une étude très détaillée sur l'encombrement du sous-sol, afin d'éviter de détruire les revêtements des chaussées et les autres conduites.

VI.4 Exécution des travaux :

Les différentes étapes des travaux à faire concernent la mise en place des conduites de réseau d'AEP sont :

- Implantation du tracé des tranchées sur le terrain.
- Décapage de la couche de goudron ou celle de la végétation.
- Exécution des tranchées.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Assemblage des tuyaux.
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Remblai des tranchées.
- Nivellement et compactage.

VI.4.1 Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

L'implantation proprement dit étant exécuter et réceptionné en début de chantier, les travaux topographiques réalisés concernent essentiellement les alignements et piquetage.

Exécutés au fur et à mesure que la fouille et pose des conduites.

VI.4.2 Matérialisation :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de 50m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminée.

VI.4.3 Nivellement :

Le nivellement consiste à déterminer par rapport au plan horizontal de référence qui est le niveau moyen de la mer, la hauteur des points visés et la différence d'altitude entre ces points.

Etant donné que la distance choisie entre deux points visés est de 30m, le mode de nivellement approprié et utilisé est le nivellement direct par cheminement.

VI.4.4 Calcul du volume de terrassements pour le réseau :

C'est tout mouvement de terre (remblai ou déblai), les travaux de terrassement sont précédés par des opérations d'implantation et de piquetage destinés à matérialiser les mouvements de terres en fonction des nivellements définitifs à obtenir.

- Décapage de la couche végétale ou la couche du goudron:

Le volume de la couche à décaper est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

h : hauteur de la couche (h=0.1m)

L : longueur totale des tranchées (m).

- Excavation des tranchées :

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver est de 1 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y a lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

1- La profondeur de la tranchée(h)

$$H = \emptyset + 1 + 0,1 ;$$

2- La largeur de la tranchée(b)

$$B = 0,6 + \emptyset ;$$

Avec :

$$S = B * H$$

Volume de la tranchée (déblai) (Vd)

$$Vd = S * L \text{ (m}^3\text{)}.$$

VI.5 Pose De La Canalisation :

La Pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

- Aménagement du lit de pose ;
- Introduction de canalisation dans les tranchées ;

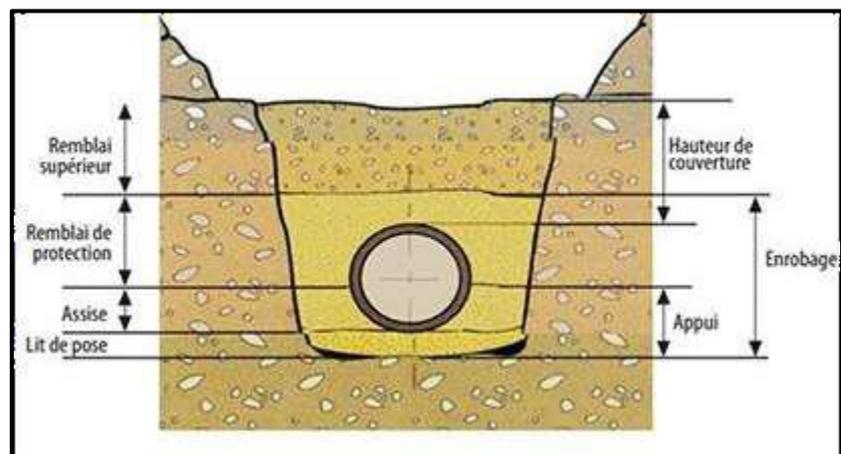


Figure VI. 1 Pose de canalisation

VI.5.1 Aménagement du lit de pose des conduites :

Les conduites seront posées sur un lit de sable d'épaisseur égale au moins à 10 cm ce dernier doit être nivelé selon les côtes du profil en long ; le lit de pose doit être constitué de sable contenant au moins 12% des particules inférieures à 0.1mm

Si le terrain est instable ou agressif des travaux spéciaux se révèlent nécessaires.

Avant la pose de la conduite on procède aux opérations suivantes :

- Eliminer les grosses pierres sur les côtes de la tranchée.
- Respecter les côtes du profil en long.
- Nivelé soigneusement le fond de la tranchée pour que la pression soit constante entre les points de changement de pente prévue.
- Etablir en suite le niveau du fond de la fouille en confectionnant un lit de pose bien donnée avec la terre meuble du sable.

On calcul ce volume en utilisant la formule suivante :

$$S = e * B * L$$

Avec :

e: l'épaisseur de la couche de sable (0.1 m)

B : largeur de la tranchée.

L : longueur de la conduite.

- Pose de conduite :

Les éléments d'une canalisation forment une chaîne. Si un seul élément mal posé ou un joint défectueux, constituent un point faible préjudiciable à la qualité de la conduite entière.

On doit s'assurer au préalable qu'aucun corps étranger (terre, pierre, chiffon, etc.) ne se trouve à l'intérieur des tuyaux.

Lorsque les tuyaux en sont dotés, on vérifie le bon état des revêtements intérieurs et extérieurs, en cas de détérioration, on met à coter le tuyau défectueux pour réparation du revêtement ou coupe de la partie abîmée.

On utilise un engin de puissance et de dimensions suffisantes pour la pose des conduites.

Toutes les opérations de pose doivent être conduites dans l'ordre avec méthode et en s'attachant à sauvegarder la propreté. Au cours de la pose, on vérifie régulièrement l'alignement des tuyaux.

- Remplissage :

Le remplissage des conduites, mise en eau et essai de pression se font au fur et à mesure que la pose par tronçon de 500ml.

Le remplissage de la conduite exige l'évacuation complète de l'air. On remplit la conduite lentement, avec un débit de l'ordre de 1/20 à 1/15 de son débit prévu. Cette précaution est indispensable pour donner à l'air le temps de s'accumuler au point haut et enfin de s'échapper par les ventouses.

On veille à l'ouverture des robinets-vannes placés à la base de ces appareils. On utilise des robinets-vannes de vidange pour vérifier l'arrivée progressive de l'eau.

- Epreuve de joint et de la canalisation :

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement. Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bars.

Pour assurer l'étanchéité des joints en essai à la poussée hydraulique est effectué sur la canalisation quand elle est mise en place pour y procéder, l'aval de la canalisation est clôturé par une plaque d'extrémité sur laquelle une pompe est branchée. Quand les joints sont d'un type tel qu'ils cessent d'être visibles sous un revêtement ne permettant plus d'avoir les fuites, un premier essai est fait avant l'application du lit de revêtement cet essai peut avoir lieu à l'air sous une pression de 6 bars.

- Remblaiement de la tranchée :

Une fois les épreuves réussies, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée par un engin, choisissant le chargeur, en utilisant la terre des déblais.

Après la pose des canalisations et l'exécution des remblais, soit on fait le remballage des fouilles avec tout le volume de déblai, et dans ce cas on a le volume de déblai égale au volume de remblai, il est tassé avec le temps.

C'est on a dans une région au il faut transporter le volume excédentaire, on utilise des camions pour le transporter vers la zone de décharge. Pour charger les camions on utilise le chargeur.

Jusqu'à la hauteur du diamètre horizontal pour les tuyaux circulaires, le matériau de remblai doit être poussé sous les flancs de la canalisation.

Au –dessus de l'assise et après les essais, le remblaiement et le damage doivent être poursuivis par couches successives jusqu'à une hauteur de 0.10m, au-dessus de la génératrice supérieure de l'assemblage.

L'exécution de l'assis et de l'enrobage doit être effectuée avec des matériaux purgés des éléments supérieurs à 30mm.

La seconde fraction du remblai peut être effectuée à l'aide d'engins mécaniques étant précisé que cette terre, qui doit être ré pondue par couches successives et légèrement damée, ne doit contenir ni blocs de roche, ni débris végétaux ou animaux.

Ce volume est déduit à partir du volume du déblai et le volume qu'occupe la conduite et le volume occupé par lit de sable.

$$V_r = V_d - (V_{cdt} + V_s).$$

Avec :

V_r : Volume du remblai compacté (m³);

V_d : Volume du déblai (m³) ;

V_s : Volume du sable ;

V_{cdt} : Volume occuper par la conduite (m³) ;

Calcul de volume excédentaire :

$$V_{\text{exc}} = V_f - V_r$$

Avec :

V_{exc} : Volume du sol excédentaire en (m³).

V_f : Volume du sol foisonné en (m³).

Avec : **$V_f = V_d \cdot K_f$**

V_d : Volume du déblai en (m³)

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol pour notre cas on a :

$K_f = 1,25$.

Chapitre VI Etude Quantitative Et Financière Et Organisation Des Chantiers

- Calcul des volumes des travaux :

Variante (1) :

Tableau VI. 1 volumes des travaux variante 1

| \varnothing (mm) | L (m) | b(m) | H _{tranchée} (m) | V _{sable} (m3) | V _{déblai} (m3) | V _{conduite} (m3) | V _{remblai} (m3) | V _{foisonné} (m3) | V _{excédentaire} (m3) |
|--------------------|---------|-------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Ø40 | 2340,91 | 0,64 | 1,14 | 149,81 | 1707,93 | 2,940183 | 1555,16951 | 2134,9099 | 579,74 |
| Ø50 | 3281,53 | 0,65 | 1,15 | 213,30 | 2452,94 | 6,4400026 | 2233,20422 | 3066,1796 | 832,97 |
| Ø63 | 3508,65 | 0,663 | 1,163 | 232,62 | 2705,41 | 10,931778 | 2461,85597 | 3381,7641 | 919,91 |
| Ø75 | 1614,02 | 0,675 | 1,175 | 108,95 | 1280,12 | 7,1269071 | 1164,04636 | 1600,1495 | 436,10 |
| Ø90 | 359,623 | 0,69 | 1,19 | 24,81 | 295,29 | 2,2866628 | 268,185795 | 369,10806 | 100,92 |
| Ø110 | 464,232 | 0,71 | 1,21 | 32,96 | 398,82 | 4,4095077 | 361,451732 | 498,52714 | 137,08 |
| Ø125 | 678,06 | 0,725 | 1,225 | 49,16 | 602,20 | 8,3168297 | 544,725858 | 752,75255 | 208,03 |
| Ø160 | 284,091 | 0,76 | 1,26 | 21,59 | 272,05 | 5,7090927 | 244,745533 | 340,05693 | 95,31 |
| Ø200 | 407,93 | 0,8 | 1,3 | 32,63 | 424,25 | 12,809002 | 378,803798 | 530,309 | 151,51 |
| Ø250 | 434,6 | 0,85 | 1,35 | 36,94 | 498,70 | 21,322563 | 440,439938 | 623,379 | 182,94 |

Variante (2) :

Tableau VI. 2 volumes des travaux variante 2

| \varnothing (mm) | L (m) | b(m) | H _{tranchée} (m) | V _{sable} (m3) | V _{déblai} (m3) | V _{conduite} (m3) | V _{remblai} (m3) | V _{foisonné} (m3) | V _{excédentaire} (m3) |
|--------------------|---------|-------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Ø50 | 2066,76 | 0,65 | 1,15 | 134,3394 | 1544,90 | 4,0560165 | 1406,50768 | 1931,1289 | 524,6211 |
| Ø63 | 715,36 | 0,663 | 1,163 | 47,42837 | 551,59 | 2,2288221 | 501,93473 | 689,4899 | 187,5551 |
| Ø75 | 1397,11 | 0,675 | 1,175 | 94,30493 | 1108,08 | 6,1691138 | 1007,60883 | 1385,1036 | 377,4947 |
| Ø90 | 76,21 | 0,69 | 1,19 | 5,25849 | 62,576 | 0,4845813 | 56,8329597 | 78,220039 | 21,38707 |
| Ø110 | 5168,9 | 0,71 | 1,21 | 366,9919 | 4440,60 | 49,096797 | 4024,51329 | 5550,7525 | 1526,239 |
| Ø125 | 619,8 | 0,725 | 1,225 | 44,9355 | 550,459 | 7,6022344 | 497,922141 | 688,07484 | 190,1527 |
| Ø160 | 171,5 | 0,76 | 1,26 | 13,034 | 164,22 | 3,446464 | 147,747936 | 205,2855 | 57,53756 |
| Ø200 | 134,17 | 0,8 | 1,3 | 10,7336 | 139,53 | 4,212938 | 124,590262 | 174,421 | 49,8307 |

- **Calcul des devis estimatif :**

1- Variante (1) :

Tableau VI. 3 Devis estimatif variante 1

| n° | Désignation | Unité | Quantité | P.U (DA) | Montant (DA) |
|--------------------------------|--|-------|-------------|----------|----------------------|
| Travaux de terrassement | | | | | |
| 1 | Décapage de la couche végétal et goudron | m3 | 1433,435 | 500 | 716717,5 |
| 2 | Déblayage des fouilles | m3 | 10637,70891 | 500 | 5318854,453 |
| 3 | Le lit de pose en sable | m3 | 902,78766 | 1500 | 1354181,49 |
| 4 | Remblayage des tranchées | m3 | 9652,628718 | 400 | 3861051,487 |
| 5 | Evacuation des terres excédentaires | m3 | 3644,507415 | 200 | 728901,4829 |
| Canalisations | | | | | |
| 1 | Conduite PEHD PN 16 Ø40 | ml | 2340,91 | 97,69 | 228683,4979 |
| 2 | Conduite PEHD PN 16 Ø50 | ml | 3281,53 | 150,53 | 493968,7109 |
| 3 | Conduite PEHD PN 16 Ø63 | ml | 3508,65 | 238,48 | 836742,852 |
| 4 | Conduite PEHD PN 16 Ø75 | ml | 1614,02 | 338,61 | 546523,3122 |
| 5 | Conduite PEHD PN 16 Ø90 | ml | 359,623 | 446,8 | 160679,5564 |
| 6 | Conduite PEHD PN 16 Ø110 | ml | 464,232 | 665,64 | 309011,3885 |
| 7 | Conduite PEHD PN 16 Ø125 | ml | 678,06 | 843,99 | 572275,8594 |
| 8 | Conduite PEHD PN 16 Ø160 | ml | 284,091 | 1 382,45 | 392741,603 |
| 9 | Conduite PEHD PN 16 Ø200 | ml | 407,93 | 2 162,92 | 882319,9556 |
| 10 | Conduite PEHD PN 16 Ø250 | ml | 434,6 | 3 357,81 | 1459304,226 |
| Total en HT) DA(| | | | | 17861957,37 |
| TVA 19% | | | | | 3393771,901 |
| Total en TTC (DA) | | | | | 21 255 729,28 |

2- Variante (2) :

Tableau VI. 4 Devis estimatif variante 2

| n° | Désignation | Unité | Quantité | P.U (DA) | Montant (DA) |
|--------------------------------|--|-------|-------------|----------|----------------------|
| Travaux de terrassement | | | | | |
| 1 | Décapage de la couche végétal et goudron | m3 | 1366,99 | 500 | 683495 |
| 2 | Déblayage des fouilles | m3 | 8561,980985 | 500 | 4280990,492 |
| 3 | Le lit de pose en sable | m3 | 717,026183 | 1500 | 1075539,275 |
| 4 | Remblayage des tranchées | m3 | 7767,657835 | 400 | 3107063,134 |
| 5 | Evacuation des terres excédentaires | m3 | 2934,818396 | 200 | 586963,6792 |
| Canalisations | | | | | |
| 1 | Conduite PEHD PN 16 Ø50 | MI | 2066,76 | 150,53 | 311109,3828 |
| 2 | Conduite PEHD PN 16 Ø63 | MI | 715,36 | 238,48 | 170599,0528 |
| 3 | Conduite PEHD PN 16 Ø75 | MI | 1397,11 | 338,61 | 473075,4171 |
| 4 | Conduite PEHD PN 16 Ø90 | MI | 76,21 | 446,8 | 34050,628 |
| 5 | Conduite PEHD PN 16 Ø110 | MI | 5168,9 | 665,64 | 3440626,596 |
| 6 | Conduite PEHD PN 16 Ø125 | MI | 619,8 | 843,99 | 523105,002 |
| 7 | Conduite PEHD PN 16 Ø160 | MI | 171,5 | 1 382,45 | 237090,175 |
| 8 | Conduite PEHD PN 16 Ø200 | MI | 134,17 | 2 162,92 | 290198,9764 |
| Total en HT) DA(| | | | | 15213906,81 |
| TVA 19% | | | | | 2890642,294 |
| Total en TTC (DA) | | | | | 18 104 549,10 |

VI.6 Planification des travaux :

Elle consiste à chercher le meilleur procédé d'utiliser la main d'œuvre et les autres moyens de mise en œuvre, d'une façon économique. Il existe deux principales méthodes de planification :

- Méthodes basées sur le réseau
- Méthodes basées sur le graphique

Les principales opérations pour la conception des collecteurs d'un projet d'AEP :

- A. Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de la végétation.
- B. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- C. Aménagement du lit de pose.
- D. La mise en place des canalisations en tranchée.
- E. Construction des regards et les vannes.
- F. Assemblage des tuyaux.
- G. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- H. Remblai des tranchées.
- I. Travaux de finition.

Variante (1) :

| Opération | TR | Précède | Succède |
|-----------|----|---------|---------|
| A | 20 | - | B |
| B | 55 | A | C, D, E |
| C | 20 | B | F |
| D | 30 | B | F |
| E | 26 | B | F |
| F | 20 | C, D, E | G |
| G | 5 | F | H |
| H | 20 | G | I |
| I | 7 | H | - |

| | |
|------|------|
| DCP | TR |
| DFP | DCPP |
| DFPP | MT |

Avec :

TR : temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt ;

DFP : date de finition au plus tôt

DCPP : date de commencement au plus tard ;

DFPP : date de finition au plus tard ;

MT : marge totale.

| Opération | Tr | DP | | DPP | | Mt |
|-----------|----|-----|-----|------|------|----|
| | | DCP | DFP | DCPP | DFPP | |
| A | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 |
| B | 55 | 20 | 75 | 20 | 75 | 0 |
| C | 20 | 75 | 95 | 85 | 105 | 10 |
| D | 30 | 75 | 105 | 75 | 105 | 0 |
| E | 26 | 75 | 101 | 79 | 105 | 4 |
| F | 20 | 105 | 125 | 105 | 125 | 0 |
| G | 5 | 125 | 130 | 125 | 130 | 0 |
| H | 20 | 130 | 150 | 130 | 150 | 0 |
| I | 7 | 150 | 157 | 150 | 157 | 0 |

La durée totale du projet est égale à la somme des durées des travaux du chemin critique A-B-D-F-J-H-I, C'est-à-dire : 157 jours ou bien 5 mois et 7 jours.

Variante (2) :

| Opération | TR | Précède | Succède |
|-----------|----|---------|---------|
| A | 25 | - | B |
| B | 60 | A | C, D, E |
| C | 35 | B | F |
| D | 45 | B | F |
| E | 41 | B | F |
| F | 35 | C, D, E | G |
| G | 15 | F | H |
| H | 35 | G | I |
| I | 20 | H | - |

| | |
|------|------|
| DCP | TR |
| DFP | DCPP |
| DFPP | MT |

Avec :

- TR : temps de réalisation.
- DCP : date de commencement au plus tôt ;
- DFP : date de finition au plus tôt
- DCPP : date de commencement au plus tard ;
- DFPP : date de finition au plus tard ;
- MT : marge totale.

| Opération | Tr | DP | | DPP | | Mt |
|-----------|----|-----|-----|------|------|----|
| | | DCP | DFP | DCPP | DFPP | |
| A | 25 | 0 | 25 | 0 | 25 | 0 |
| B | 60 | 25 | 85 | 25 | 85 | 0 |
| C | 35 | 85 | 120 | 95 | 130 | 10 |
| D | 45 | 85 | 130 | 85 | 130 | 0 |
| E | 41 | 85 | 126 | 89 | 130 | 4 |
| F | 35 | 130 | 165 | 130 | 165 | 0 |
| G | 15 | 165 | 180 | 165 | 180 | 0 |
| H | 35 | 180 | 215 | 180 | 215 | 0 |
| I | 20 | 215 | 235 | 215 | 235 | 0 |

La durée totale du projet est égale à la somme des durées des travaux du chemin critique A-B-D-F-J-H-I, C'est-à-dire : 235 jours ou bien 7 mois et 15 jours

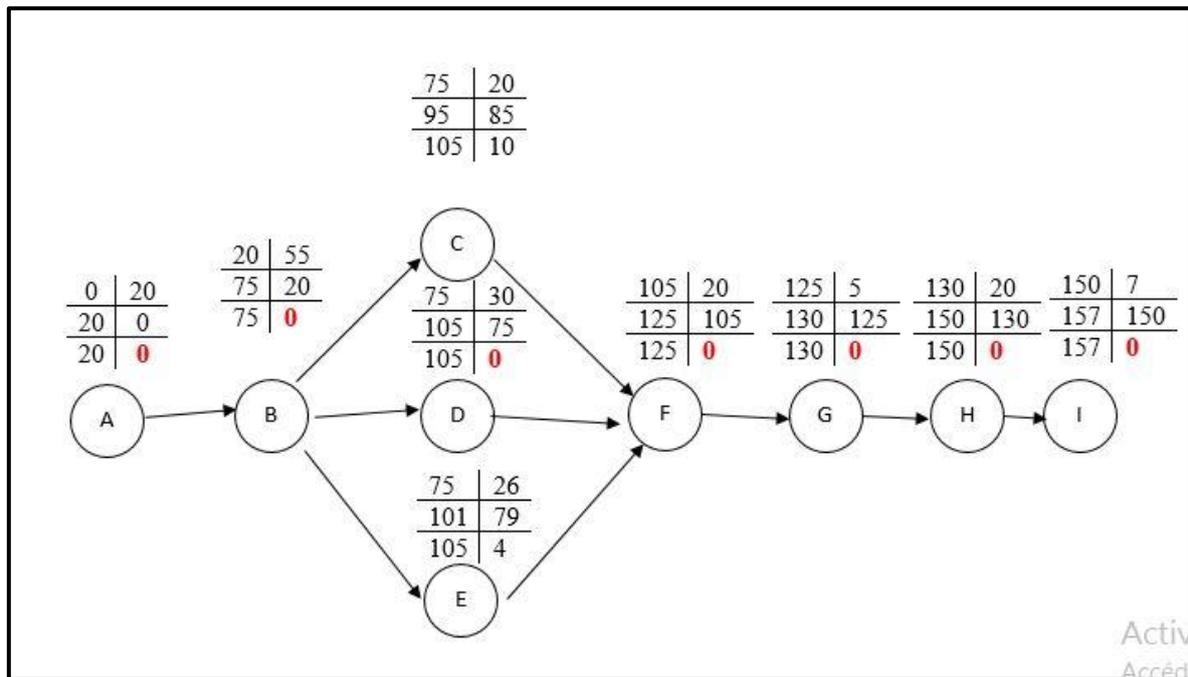


Figure VI. 2 Réseau de planification des tâches par la méthode CPM variante 1

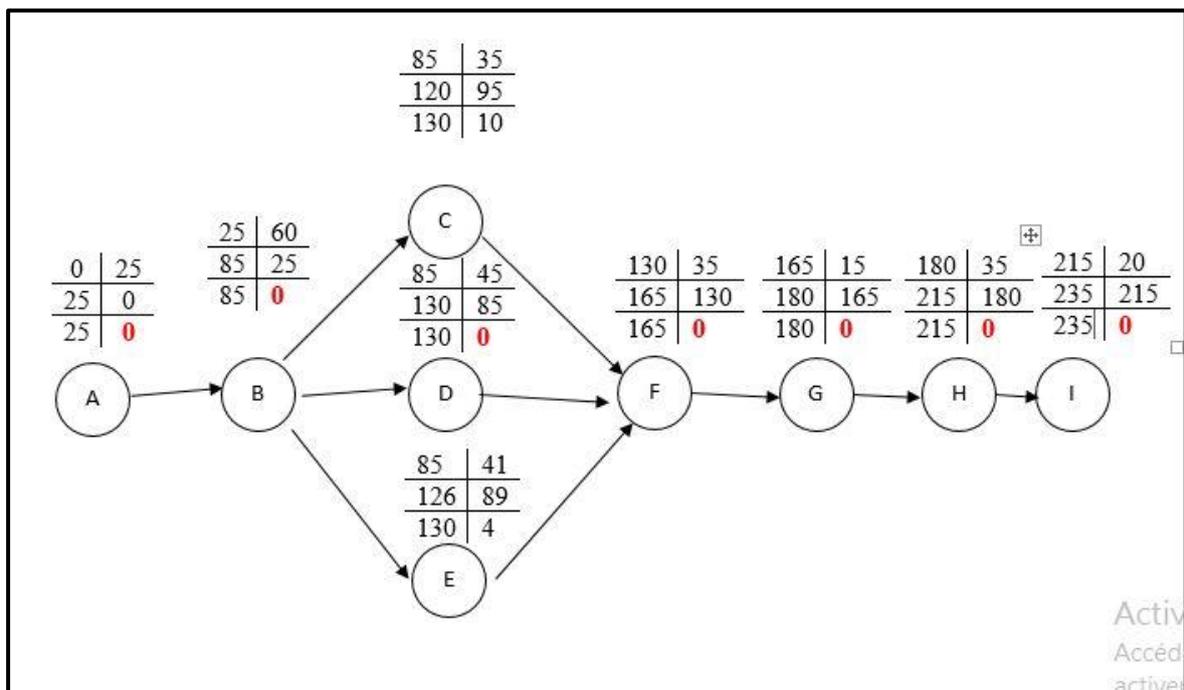


Figure VI. 3 Réseau de planification des tâches par la méthode CPM variante 2

Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons présenté les étapes à suivre lors de la réalisation d'un réseau d'alimentation en eau potable et la nécessité d'un personnel qualifié pour la pose des conduites.

Ce chapitre nous permet de conclure que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement de la réalisation car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux, le temps de réalisation ainsi que le cout total du projet.

L'estimation du prix nécessaire pour le projet pour les deux variantes est de :

Variante1 : **21 255 729,28 DA**

Variante2 : **18 104 549,10 DA**

Conclusion générale

Pour mener à bien le diagnostic du système d'AEP de la région d'étude, il a été nécessaire de connaître l'état du système de distribution existant ainsi que la vérification de la capacité de la source. L'étude menée sur le réseau de distribution nous a permis de constater :

D'abord ; Le calcul de la capacité du réservoir nous a permis de déduire qu'il suffit jusqu'à l'an 2050.

Ensuite ; d'après le diagnostic du réseau on a vu qu'il y'a des anomalies tel que les pressions négatives et les vitesses trop faibles qui ne permettent pas l'écoulement ce qui fait que l'eau n'arrive pas aux abonnés.

Après avoir proposé deux variantes de calcul, on a remarqué que la situation s'est améliorée les pressions devenues acceptables ainsi que les vitesses. Lorsqu'on a fait la simulation on a remarqué qu'il fonctionne bien.

Et pour finir nous avons fait les calculs de devis estimatif et quantitatif du projet, pour les deux variantes, ainsi que la planification c'est à dire une estimation du coût et du temps.

L'estimation de la durée du projet pour les deux variantes est de :

Variante1 : 157 jours ou bien 5 mois et 7 jours avec un linéaire de 13 373.646 mètre linéaire de conduite.

Variante2 : 235 jours ou bien 7 mois et 15 jours avec un linéaire de 10 349.81 mètre linéaire de conduite.

Références bibliographiques

1. B. Salah (2014), Alimentation en eau potable, polycopié, ENSH, Blida.
2. BOUSALAA & BENBEKHTI, Etude diagnostic d'un réseau d'AEP à l'aide du logiciel Epanet- Cas du chef-lieu de la ville de Hennaya –
3. CHEMIDI & KADDOUR, Etude Diagnostique Du Réseau d'AEP De M'DIG et SIDI AISSA, CHETOUANE
4. D.KAHLERRAS : polycopie organisation de chantier ENSH, Soumaa2018.
5. Guide EPANET
6. Kadi L, Pose de canalisation dans un terrain ordinaire », polycopié, cours d'AEP, Pose de canalisation 2020.
7. PNE Plan National de l'Eau de 2010.