



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : CONCEPTION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

THEME :

**DIAGNOSTIC ET REHABILITATION DU SYSTEME
D'ASSAINISSEMENT DU CHEF-LIEU DE LA COMMUNE
D'OULED SELLAM (W. BATNA)**

Présenté par :

SOUHER Ziad

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DJOUDAR Dahbia	M.C.A	Présidente
TOUAHIR Sabah	M.A.A	Examinatrice
DERNOUNI Youcef	M.A.A	Examineur
DEHMANE Mouloud	M.C.B	Examineur
BOUZIANE Omar	M.A.A	Promoteur

Session 2022/2023

Dédicace

Tout ce que j'ai accompli dans ma vie est un résultat de mes efforts, mes sacrifices et mon travail. Oui, c'est moi, mais ça ne sera jamais réalisé si j'étais seul.

*Il y avait toujours des personnes qui m'ont supporté chaque jour, chaque semaine, chaque mois et chaque année ; dans tous les côtés, tous les problèmes et toutes les difficultés. Oui, ce sont **mes parents** que je dédie en premier, non seulement pour ce travail mes pour tout ce que j'ai fait jusqu'à le moment.*

***Mon grand frère et ma sœur** qu'ils étaient toujours ma lumière dans l'obscurité de la vie.*

***Mon oncle Pouïher Rachid**, le premier soutien dans mon stage pratique et ce qui m'a aidé en premier lieu vers ce thème.*

***Mes amis d'enfance Abderrahmane, Bahi, Rédha et Zako**, mes organes que je ne peux jamais avancer sans eux.*

***Mes collègues de l'ENPH et de l'ENPI**, les soldats que j'ai combattu la guerre du cursus avec.*

REMERCIEMENT

D'ABORD JE TIEN LE GRAND MERCI POUR DIEU POUR ME DONNER LA SANTÉ, ME GUIDER SUR LE BON CHEMIN, MA ARRANGER TOUS LES CHOSES POUR QUE JE SERAI CAPABLE DE FAIRE TOUT ÇA.

⌘ MES EXPRESSIONS INFINIES DE REMERCIEMENTS ET DE RESPECTS POUR MON PROMOTEUR **MR. BOUZIANE OMAR** POUR ME DONNER LES CONSEILS ET ME FACILITER LE TRAVAIL POUR TERMINER LE MÉMOIRE.

⌘ UN GRAND MERCI AUSSI POUR **LES MEMBRES DE JURY** QUI VONT ÉVALUER MES EFFORTS ET ME NOTER LE TRAVAIL.

⌘ SANS OUBLIER TOUS LES ENSEIGNANTS AINSI QUE TOUS LES TRAVAILLEURS DE L'ÉCOLE QUI NOUS A ARRANGÉ LES CONDITIONS POUR VIVRE CETTE EXPÉRIENCE.

ملخص:

إن طرح مياه الصرف الصحي ضروري لأي منطقة حضرية، لضمان حماية البيئة والكائنات الحية من الأمراض المختلفة التي تنتشر من هذه النفايات. يركز هذا العمل على إعادة تأهيل شبكة الصرف الصحي في مدينة أولاد سلام (باتنة)، مع التأكد من تطهير جميع مناطق المدينة بشكل جيد، بمراعاة البيئة الطبيعية وحمايتها بأفضل طريقة ممكنة. **كلمات مفتاحية:** شبكة الصرف الصحي, النفايات, حماية البيئة, الامراض المائية.

Abstract:

The evacuation of wastewater is essential for any urban area, aiming to protect the environment and living beings from various types of diseases spread by these discharges. This thesis focuses on rehabilitating the sanitation network of the city of Ouled Sellam (BATNA), ensuring effective sanitation of every corner of the city, while meticulously considering the natural ecosystem and protecting it in the best possible way.

Key words: wastewater, urban areas, discharges, ecosystem, rehabilitate.

Résumé :

L'évacuation des eaux usées est essentielle dans toute zone urbanisée, visant à protéger l'environnement et les êtres vivants contre les diverses maladies propagées par ces rejets. Ce mémoire se concentre sur la réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville d'OULED SELLAM (BATNA), en veillant à assainir efficacement chaque coin de la cité, tout en respectant scrupuleusement l'écosystème naturel et en le préservant de la meilleure manière possible.

Mots clés : assainissement, environnement, eaux usées, réhabilitation.

SOMMAIRE :

Introduction générale : 1

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude.

I.1. Introduction : 2

I.2. Situation géographique : 2

I.3. Situation géomorphologique : 3

I.4. Situation climatique : 4

I.3.1. Précipitation : 4

I.3.2. Température : 4

I.3.3. Vents : 5

I.5. Situation géologique : 5

I.6. Ressources en sol : 6

I.7. Situation hydrographique : 6

I.8. Séismicité : 7

I.9. Situation hydraulique : 7

I.10. Conclusion : 8

CHAPITRE II : Diagnostique et réhabilitation du réseau.

II.1. Introduction : 9

II.2. Buts du diagnostic du réseau : 9

II.1.1. Les défauts possibles dans le réseau : 9

II.3. L'état générale du réseau d'OULED SELLAM : 10

II.4. L'état des conduites : 10

II.5. État des regards: 12

II.6. État des bouches d'égout : 13

II.7. État des rejets : 14

II.8. Constatation : 14

<i>II.9. Conclusion :</i>	15
---------------------------------	----

CHAPITRE III : Étude hydrologique et Calcul de base.

<i>III.1. Introduction :</i>	16
<i>III.2. Les averses :</i>	16
<i>III.3. Période de retour :</i>	16
<i>III.4. Temps de concentration :</i>	17
<i>III.5. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation :</i>	17
<i>III.4.1 Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement :</i>	17
<i>III.4.2 Test d'homogénéité :</i>	20
<i>III.4.3 Les caractéristiques empiriques de la série :</i>	20
<i>III.6. Ajustement statistique :</i>	21
<i>III.5.1. Critères de choix :</i>	21
<i>III.5.2. Ajustement à la loi de GUMBEL :</i>	22
<i>III.5.2.1. Procédés d'ajustement :</i>	22
<i>III.5.2.2. Calcul des paramètres d'ajustement de la droite de GUMBEL :</i>	23
<i>III.5.3. Ajustement à la loi de GALTON :</i>	26
<i>III.5.3.1. Procédés d'ajustement à la loi GALTON :</i>	26
<i>III.5.3.2. Résultats de l'ajustement par la loi de GALTON :</i>	27
<i>III.5.4. Comparaison entre les deux lois :</i>	30
<i>III.5.5. Application du test pour les deux lois :</i>	31
<i>III.7. Calcul de l'intensité pluviale :</i>	32
<i>III.8. Calcul de base :</i>	34
<i>III.7.1 Le système d'évacuation :</i>	34
<i>III.7.1.1 Le système unitaire :</i>	34
<i>III.7.1.2 Le système séparatif :</i>	35
<i>III.7.1.3 Le système pseudo-séparatif :</i>	35

III.7.2 Le schéma d'évacuation :	35
III.7.2.1 Schéma perpendiculaire :	35
III.7.2.2 Schéma par déplacement latéral :	36
III.7.2.3 Schéma par zones étagés :	36
III.7.2.4 Schéma radial :	36
III.7.3 Découpage en surfaces élémentaires :	37
III.7.4 Evaluation de coefficient de ruissellement :	37
III.7.4.1 Coefficient de ruissellement pondéré :	39
III.7.5 Evaluation de la population :	40
III.7.5.1 Calcul de population à l'horizon futur :	40
III.7.5.2 Population de chaque surface élémentaire :	40
III.9. Conclusion :	41

CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer.

IV.1. Introduction :	42
IV.2. Origines des eaux usées :	42
IV.3. Évaluation des débits des eaux usées :	44
IV.2.1. Calcul du débit moyen journalier rejeté :	44
IV.2.2. Calcul du débit de pointe :	44
IV.4. Évaluation des débits des eaux pluviales :	46
IV.3.1. La méthode rationnelle :	46
IV.3.2. Hypothèses de la méthode rationnelle :	46
IV.3.3. Coefficient réducteur d'intensité « α » :	46
IV.3.4. Temps de concentration :	47
IV.3.5. Résultats des débits pluviales :	48
IV.5. Les débits totaux des surface élémentaires :	48
IV.6. Conclusion :	49

CHAPITRE V : Calcul hydraulique du réseau.

<i>V.1. Introduction :</i>	<i>50</i>
<i>V.2. Conditions d'écoulement :</i>	<i>50</i>
<i>V.3. Conditions d'implantation :</i>	<i>50</i>
<i>V.4. Mode de calcul :</i>	<i>51</i>
<i>V.5. Les ouvrages hydrauliques du réseau :</i>	<i>52</i>
<i>V.4.1. Les conduites :</i>	<i>52</i>
<i>V.4.2. Assemblage des conduites :</i>	<i>54</i>
<i>V.4.3. Choix des conduites :</i>	<i>55</i>
<i>V.4.4. Les bouches d'égout :</i>	<i>55</i>
<i>V.4.5. Les regards :</i>	<i>56</i>
<i>V.4.6. Déversoir d'orage :</i>	<i>58</i>
<i>V.4.6.1. Déversoir à seuil latéral à conduite étranglée :</i>	<i>58</i>
<i>V.4.6.2. Calcul de déversoir :</i>	<i>59</i>
<i>V.6. Conclusion :</i>	<i>60</i>

CHAPITRE VI : Organisation De Chantier.

<i>VI.1. Introduction :</i>	<i>61</i>
<i>VI.2. Emplacement des canalisations dans le chaussé :</i>	<i>61</i>
<i>VI.3. Les tâches principales des travaux :</i>	<i>61</i>
<i>VI.4. Stockage des matériaux :</i>	<i>62</i>
<i>VI.5. Chargement et transport :</i>	<i>62</i>
<i>VI.6. Le piquetage :</i>	<i>62</i>
<i>VI.7. Travaux de terrassement :</i>	<i>62</i>
<i>VI.6.1. Décapage :</i>	<i>62</i>
<i>VI.6.2. Excavation des tranchées :</i>	<i>63</i>
<i>VI.6.3. Production en terrassement des engins :</i>	<i>64</i>
<i>VI.8. Le lit de sable :</i>	<i>64</i>

<i>VI.9. La pose des conduites :</i>	64
<i>VI.10. Assemblage des conduites :</i>	65
<i>VI.11. Remblaiement et compactage des tranchées :</i>	65
<i>VI.12. Les engins :</i>	65
<i>VI.11.1. Le Bulldozer ou Bouteur :</i>	65
<i>VI.11.2. La chargeuse :</i>	66
<i>VI.11.3. La chargeuse pelleteuse (rétro chargeur) :</i>	67
<i>VI.11.4. La niveleuse ou grader :</i>	67
<i>VI.11.5. La pelle hydraulique :</i>	68
<i>VI.11.6. Les rouleaux à cylindres lisses :</i>	68
<i>VI.13. Devis quantitatif :</i>	69
<i>VI.13.1. Calcul des volumes :</i>	69
<i>VI.14. Délais de réalisation du projet :</i>	72
<i>VI.15. Conclusion :</i>	72
<i>Conclusion générale :</i>	73
<i>Références bibliographiques :</i>	74
<i>Annexe -I-</i>	75
<i>Annexe -II-</i>	76
<i>Annexe-III-</i>	76
<i>Annexe-IV-</i>	90

Liste des tableaux :

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude.

Tab I.1. Précipitations maximales de la région en (mm)..... Error! Bookmark not defined.

Tab I.2. Valeurs moyennes de températures pour la période 1991-2020 . Error! Bookmark not defined.

Tab I.3. Vitesse de vent maximales pour la période 1991-2020..... Error! Bookmark not defined.

CHAPITRE II : Diagnostique et réhabilitation du réseau.

Tab II.1. Les tronçons à rénover..... 11

CHAPITRE III : Étude hydrologique et Calcul de base.

Tab III.1. Série pluviométrique station de RAS EL AIOUN en (mm)..... 19

Tab III.2. Ajustement par la loi de GUMBEL..... 24

Tab III.3. Quantiles des différentes périodes de retour de la loi de GUMBEL. 25

Tab III.4. Test d'ajustement par la loi de GALTON 28

Tab III.5. Quantiles des différents périodes de retour de la loi de GALTON. 29

Tab III.6. Valeurs du coefficient de ruissellement selon la nature de surface..... 38

Tab III.7. Coefficients de ruissellement selon la densité. 38

Tab III.8. Aires élémentaires et ses coefficients de ruissellement. 39

Tab III.9. Résultats des calculs pour les différents horizons..... 40

Tab III.10. Densités et populations correspondants à chaque surface élémentaire..... 41

CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer.

<i>Tab IV.1. Les quantités unitaires rejetés par chaque type d'établissement.</i>	<i>43</i>
<i>Tab IV.2. Les rejets domestiques</i>	<i>45</i>
<i>Tab IV.3. Les rejets des services publiques.</i>	<i>45</i>
<i>Tab IV.4. Les débits pluviaux de chaque aire élémentaire.....</i>	<i>48</i>
<i>Tab IV.5. Calcul des débits totaux.....</i>	<i>48</i>

CHAPITRE VI : Organisation De Chantier.

<i>Tab VI.1. Résultats des volumes.</i>	<i>70</i>
<i>Tab VI.2. Devis quantitatif estimatif.</i>	<i>71</i>
<i>Tab VI.3. Calcul du délai de projet.....</i>	<i>72</i>

Listes des figures :

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude.

<i>fig I.1. Situation géographique de la commune de OULED SELLAM.</i>	<i>3</i>
<i>fig I.2. Carte topographique OULED SELLAM, altitude, relief.....</i>	<i>4</i>
<i>fig I.3. Coupe géologique</i>	<i>5</i>
<i>fig I.4. Carte géologique de la wilaya de BATNA.</i>	<i>6</i>

CHAPITRE II : Diagnostique et réhabilitation du réseau.

<i>fig II.1. Exemples des regards avec des défauts à résoudre :.....</i>	<i>10</i>
<i>fig II.2. Exemples des états des bouches d'égout.....</i>	<i>11</i>
<i>fig II.3. Deux différentes photos du même rejet.....</i>	<i>12</i>

CHAPITRE III : Étude hydrologique et Calcul de base.

<i>fig III.1. Graphe d'ajustement à la loi de GUMBEL réalisé avec HYFRANPLUS.</i>	<i>24</i>
<i>fig III.2. Graphe d'ajustement à la loi de GALTON.....</i>	<i>28</i>
<i>fig III.3. Test χ^2 pour la loi de GUMBEL.....</i>	<i>29</i>
<i>fig III.4. Test de χ^2 pour la loi de GALTON.</i>	<i>30</i>

<i>fig III.5. Types des schémas.....</i>	<i>34</i>
<i>fig III.6. Découpage des sous bassins en surfaces élémentaires.....</i>	<i>35</i>

CHAPITRE V : Calcul hydraulique du réseau.

<i>fig V.1. Conduites ovoïdes.....</i>	<i>52</i>
<i>fig V.2. Différents matériaux des conduites.....</i>	<i>53</i>
<i>fig V.3. Joint torique.</i>	<i>54</i>
<i>fig V.4. Deux types des bouches d'égout.</i>	<i>55</i>
<i>fig V.5. Schéma regard simple.....</i>	<i>56</i>
<i>fig V.6. Schéma regard latéral.....</i>	<i>57</i>
<i>fig V.7. Schéma regard de jonction.</i>	<i>57</i>
<i>fig V.8. Schéma regard de chute.....</i>	<i>57</i>

CHAPITRE VI : Organisation De Chantier.

<i>fig VI.1. Coupe transversale de la tranchée.....</i>	<i>64</i>
<i>fig VI.2. Un bulldozer.....</i>	<i>66</i>
<i>fig VI.3. La chargeuse sur pneus.....</i>	<i>67</i>
<i>fig VI.4. Un rétro chargeur.....</i>	<i>67</i>
<i>fig VI.5. MOTORGRADER.....</i>	<i>68</i>
<i>fig VI.6. Pelle hydraulique.....</i>	<i>68</i>
<i>fig VI.7. Un rouleau compacteur.....</i>	<i>69</i>

Introduction générale :

La ville d'OULED SELLAM située dans la région de BATNA, fait face à des défis cruciaux en matière de gestion des eaux usées et des systèmes d'assainissement. Au fil des années, la croissance démographique et l'urbanisation rapide ont exercé une pression considérable sur les infrastructures existantes, entraînant une dégradation du réseau d'assainissement et, par conséquent, une détérioration de la qualité de vie des résidents.

Cette étude a pour objectif de comprendre les problèmes actuels du réseau d'assainissement, d'évaluer leur ampleur et leur impact sur la population et l'environnement, ainsi que de proposer des solutions viables et durables pour la réhabilitation du réseau. L'amélioration des systèmes d'assainissement revêt une importance cruciale pour la préservation de l'environnement et le développement durable de la ville d'OULED SELLAM.

Alors, on a projeté deux réseaux dans deux zones d'extension au nord et au nord-ouest de la ville, un branchement au milieu de la conduite principale et l'autre réseau est raccordé à la fin de cette dernière juste avant d'implanter le déversoir d'orage qui va évacuer le débit vers la STEP qui va être réaliser dans le futur proche, en supprimant le bassin de décantation qui est une procédure épurative insuffisante pour la ville de OULED SELLAM.

CHAPITRE I :

Présentation de la zone d'étude.

CHAPITRE 1 :

Présentation de la zone d'étude.

I.1. Introduction :

Pour faire n'importe quelle étude d'une zone, il est nécessaire d'avoir une présentation générale de la zone pour bien connaître le site sur les différents cotés (relief, climat, ressources ...).

Une présentation de zone d'étude est un outil essentiel pour établir le contexte, montrer la pertinence de l'étude, identifier les enjeux, préparer la recherche et communiquer les conclusions. Cela contribue à une compréhension approfondie de la ville étudiée et à des prises de décisions éclairées.

I.2. Situation géographique :

OULED SELLAM ou bien « AYTH SELLAM » est une commune située au nord-ouest la wilaya de Batna. Il s'agit également d'une des grandes tribus Chaouias des Aurès inférieures, elle a comme ancêtres SELLAM, un Romain chrétien.

La commune de OULED SELLAM est située dans la partie sud des hauts plateaux de l'est au nord Est de la wilaya de BATNA, et représentant la commune frontalière entre les deux wilaya SETIF et BATNA.

Elle est limitée :

- Au nord par : la commune de BAIDA BORJ (wilaya de SETIF).
- Au sud par : la commune de TALKHEMT.
- A l'est par : la commune de KSAR BELEZMA et EL HASSI.
- A l'ouest : la commune de ZRAYA (wilaya de SETIF).



fig I.1. Situation géographique de la commune de OULED SELLAM.

Source : Google Maps

Son chef-lieu « M'CILLE » objet de notre étude se situe à 20km au nord de la ville de MAROUANA au bord de la RN77 et a 65km au sud-ouest de son siège de daïra RAS EL AOUN.

La superficie totale du projet « M'CILLE » est de 96.20 ha.

I.3. Situation géomorphologique :

Le site présente une surface caractérisée par des terrains relativement plats dont la pente ne dépasse pas 2%, et des terrains légèrement ondulés dont les pentes varient entre 3% et 5%.

- Altitude minimum : 864 m
- Altitude maximum : 928 m
- Altitude moyenne : 892 m



fig I.2. Carte topographique OULED SELLAM, altitude, relief.

Source : OpenStreetMap

I.4. Situation climatique :

La commune d’OULED SELLAM est soumise à un régime climatique irrégulier en général. Bio climatiquement elle se situe dans l’étage semi-aride, froid en hiver et chaud en été.

I.3.1. Précipitation :

Les précipitations de la ville varient entre 80mm et 27mm selon les données obtenues par l’ANRH d’ALGER, le tableau suivant présente les moyennes des précipitations mensuelles.

Tab I.1. Précipitations maximales de la région en (mm).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Max	44.50	39.00	58.00	79.10	48.60	27.00	40.00	44.00	52.00	44.20	27.70	33.60

Source : ANRH Alger

I.3.2. Température :

La température varie selon l’attitude de la région, la période chaude s’étale sur (04) mois de juin à septembre, mais les mois de juillet et août sont les plus chauds de l’année (plus de 33°C).

Tab I.2. Valeurs moyennes de températures pour la période 1991-2020

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Tempé. Max (C°)	11,5	13,1	16,6	20,6	26,2	30,9	36,0	35,3	29,4	24,1	17,2	13,0
Tempé. Moy (C°)	6,4	7,1	10,3	13,4	18,0	23,2	26,8	26,3	21,9	17,0	11,0	7,3
Tempé. Min (C°)	0,5	0,6	3,2	6,2	9,9	14,4	17,6	17,3	14,4	9,9	4,8	1,6

Source : infoclimat.fr

I.3.3. Vents :

OULED SELLAM est soumise à des vents froids, venant du nord et des vents sec et chauds venant du sud, et la fréquence des vents est variable selon l'année.

Tab I.3. Vitesse de vent maximales pour la période 1991-2020

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Rafale (km/h)	98,2	107,6	175,9	174,1	181,5	156,4	77,8	127,8	116,4	196,8	116,5	109,5

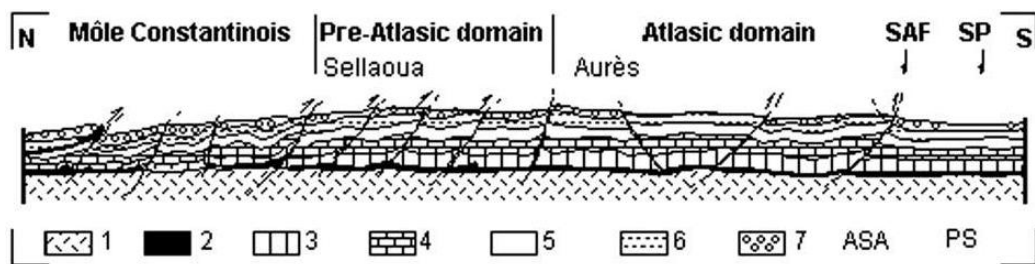
Source : infoclimat.fr

I.5. Situation géologique :

La région d'OULED SELLAM, est caractérisée par une géologie complexe et variée. Le bassin de l'Oued Mya, dans lequel se trouve la région, est une dépression remplie de sédiments qui s'est formée au cours de plusieurs millions d'années.

Les roches les plus anciennes de la région sont des roches sédimentaires de l'Ordovicien, qui ont environ 450 millions d'années. Ces roches sont constituées de calcaires, de dolomies et de schistes. Elles sont recouvertes par des roches sédimentaires du Carbonifère, qui ont environ 300 millions d'années. Ces roches sont constituées de grès, de schistes et de calcaires. Au-dessus des roches sédimentaires se trouvent des roches volcaniques du Crétacé, qui ont environ 100 millions d'années. Ces roches sont constituées de basaltes, de gabbros et de dolomies.

La région d'OULED SELLAM est également caractérisée par la présence des failles et des chevauchements. Ces structures géologiques ont été causées par des mouvements tectoniques au cours du temps.^{[1],[2],[3]}



1-Paléozoïque. 2-Triasique. 3-Jurassique. 4-Crétacé inférieur. 5-Crétacé supérieur. 6-Paléogène. 7-Néogène.

fig I.3. Coupe géologique .

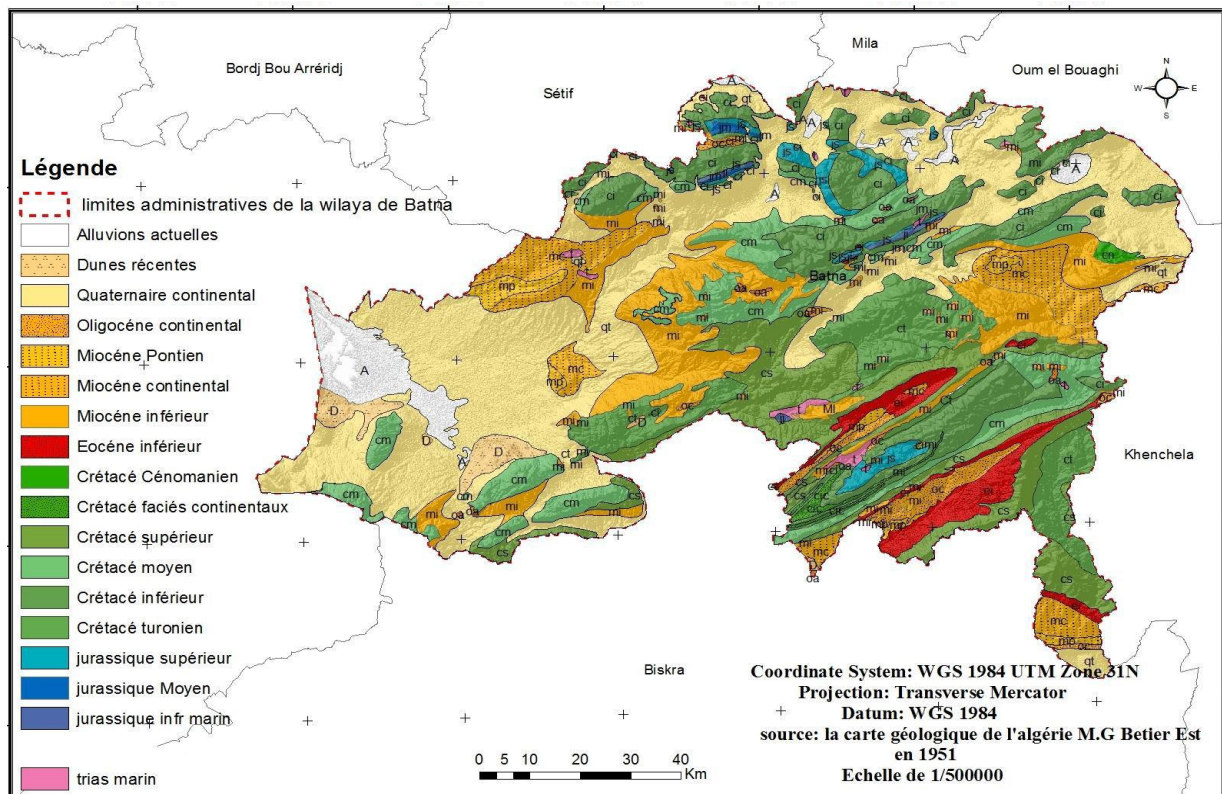


fig I.3. Carte géologique de la wilaya de BATNA.

I.6. Ressources en sol :

Les principales ressources en sol d'OULED SELLAM sont les suivantes :

- **Sols bruns ferralitiques** : Ces sols sont les plus répandus dans la région. Ils sont riches en fer et en aluminium et sont généralement fertiles.
- **Sols minéraux** : Ces sols sont moins fertiles que les sols bruns ferralitiques, mais ils peuvent être utilisés pour la culture de certaines cultures.[4],[5],[6]

I.7. Situation hydrographique :

OULED SELLAM est traversée par plusieurs cours d'eau, les principaux étant :

- ⌘ **L'Oued El Abiod** : C'est le plus important cours d'eau de la commune. Il prend sa source dans les Aurès et se jette dans le barrage de Beni Haroun.
- ⌘ **L'Oued El Kébir** : C'est un affluent de l'Oued El Abiod. Il prend sa source dans les Aurès et traverse la commune avant de se jeter dans l'Oued El Abiod.
- ⌘ **L'Oued El Haria** : C'est un autre affluent de l'Oued El Abiod. Il prend sa source dans les Aurès et traverse la commune avant de se jeter dans l'Oued El Abiod.

En plus de ces cours d'eau principaux, il existe de nombreux autres cours d'eau secondaires, ainsi que des sources et des fontaines. Ces cours d'eau ont une grande importance pour la

commune d'OULED SELLAM, car ils permettent l'irrigation des terres agricoles et l'alimentation en eau potable de la population. Ils jouent également un rôle important dans l'écosystème local, en abritant une grande variété de faune et de flore.

Cependant, ces cours d'eau sont également menacés par la pollution et le changement climatique. Il est donc important de prendre des mesures pour les protéger et les préserver.

I.8. Séismicité :

Selon l'Institut national de recherche en géophysique (INGR), la zone d'OULED SELLAM est située dans une zone de failles actives, qui ont déjà été responsables de séismes importants dans le passé. Le dernier séisme majeur à avoir frappé la région a eu lieu en 1980, avec une magnitude de 5,9 sur l'échelle de Richter. Ce séisme a causé d'importants dégâts matériels et des pertes humaines.

L'INGR a classé OULED SELLAM en zone à risque sismique élevé. Cela signifie que la commune est susceptible d'être touchée par un séisme majeur dans les années à venir.

I.9. Situation hydraulique :

La situation hydraulique de la commune d'OULED SELLAM est globalement satisfaisante, mais elle reste fragile. En effet, la commune est située dans une région semi-aride, où les précipitations sont faibles et erratiques. De plus, la population est en croissance, ce qui augmente la demande en eau.

Pour répondre à cette demande, la commune dispose de plusieurs ressources en eau, dont les principales sont :

- ❖ **Les eaux de surface :** Elles proviennent des cours d'eau qui traversent la commune, ainsi que des barrages situés à proximité.
- ❖ **Les eaux souterraines :** Elles proviennent des nappes phréatiques qui se trouvent sous la commune.

La commune dispose également d'un réseau de distribution d'eau potable qui permet d'alimenter l'ensemble de la population. Cependant, ce réseau est vieillissant et nécessite des travaux de rénovation.

I.10. Conclusion :

La présentation de la zone d'étude nous a permis de découvrir les caractéristiques essentielles de cet environnement géographique. Nous avons exploré ses frontières, sa géographie physique, sa géologie, son climat et sa composition de sol. Cette immersion préliminaire dans la zone d'étude nous a offert un aperçu complet de l'espace que nous allons examiner plus en détail tout au long de notre étude. Nous avons également mis en lumière l'importance de cette zone, tant d'un point de vue local que global. Les informations présentées dans ce chapitre constituent la base solide sur laquelle nous allons construire notre recherche, en nous aidant à comprendre l'importance de cette région et les défis qui s'y posent. Dans les chapitres suivants, nous plongerons davantage dans l'analyse et l'exploration de cette zone, en nous appuyant sur les connaissances que nous avons acquises ici.

CHAPITRE II :

*Diagnostic et réhabilitation du
réseau.*

CHAPITRE 2

Diagnostique et réhabilitation du réseau.

II.1. Introduction :

Ce chapitre se concentre sur l'examen minutieux du système d'assainissement, de ses composants et de ses performances. Le diagnostic de ce réseau vital revêt une importance capitale, visant à garantir son bon fonctionnement, son efficacité, et à anticiper toute détérioration.

II.2. Buts du diagnostic du réseau :

C'est mener une réflexion approfondie sur les cas suivants :

- ⌘ La sensibilité des milieux récepteurs et l'incidence des pollutions urbaines (déversement des non raccordés, exfiltrations, rejets directs) de façon à diminuer la fréquence des déversements ou supprimer tous les risques sur les zones sensibles.
- ⌘ L'état et le fonctionnement du système d'assainissement pour mettre en évidence son fonctionnement.
- ⌘ Les besoins présents et à venir en termes d'évacuation des eaux usées et pluviales pour adapter au fur et à mesure l'offre de transit que proposent les réseaux à la demande des usagers et industriels raccordés (flux de temps sec) et aux évènements pluviaux (déversement).
- ⌘ Les performances de l'épuration afin de juger de l'aptitude des installations à satisfaire aux nouvelles exigences et directives administratives, des améliorations visant des rendements élevés.

(Boualem SALAH,2014)

II.1.1. Les défauts possibles dans le réseau :

Les défauts sur le réseau étudié peut se présenter sur deux façons :

- ▲ **Défauts de structure** : ce type qui touche l'état des ouvrages constitutifs de réseau tel que les regards, les collecteurs, les déversoirs d'orage ...etc.
- ▲ **Défauts de fonction** : ceux qui concerne les calculs et les différents paramètres hydrauliques.

Ces deux catégories de défauts sont étroitement interconnectées. En effet, elles se complètent mutuellement, car les problèmes hydrauliques peuvent influencer la structure, et réciproquement.

II.3. L'état générale du réseau d'OULED SELLAM :

D'après les informations recueillies auprès de *la subdivision de l'hydraulique* de la daïra de RAS EL AIOUN, il a été constaté que le chef-lieu de la commune est doté d'un réseau d'assainissement de type unitaire. Le diamètre du collecteur principal est de (600 mm), il traverse l'agglomération du *NORD AU SUD* et est implanté sur la chaussée gauche de la route nationale N°77, constituant l'axe principal du village. A la fin du village le collecteur est orienté vers la partie EST ou ce dernier achemine les eaux collectées vers une fosse septique puis déversées dans un bassin de décantation.

Après avoir analysé le plan de masse obtenue et en utilisant les photos satellitaires, On arrive aussi à dire que la ville possède des zones d'extensions qu'il faut les assainir, ceux sont situés au *NORD OUEST* (surfaces élémentaires 1 et 2), *NORD EST* (surface élémentaire 5) et au *SUD OUEST* de la ville.

II.4. L'état des conduites :

Le chapitre des calculs hydrauliques nous permet de déterminer les conduites à rénover et à conserver en prenant compte des changements de diamètre après le dimensionnement.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Conduite	Longueur (m)	Type	État
N121—N168	56.4	CR8-400	À rénover
N168—N118	49.5	CR8-400	À rénover
N118—N169	50.9	CR8-500	À rénover
N131—N132	66.7	CR8-400	À rénover
N132—N133	64.4	CR8-400	À rénover
N133—N134	62.8	CR8-400	À rénover
N134—N153	17.5	CR8-500	À rénover
N153—N154	56.2	CR8-500	À rénover
N154—N145	58.0	CR8-500	À rénover
N77—N78	55.1	CR8-400	À rénover
N78—N79	52.5	CR8-400	À rénover
N79—N80	56.2	CR8-500	À rénover
N80—N81	48.7	CR8-500	À rénover
N81—N97	54.2	CR8-500	À rénover
N97—N85	37.1	CR8-500	À rénover
N85—N181	18.9	CR8-600	À rénover
N160—N161	33.2	CR8-400	À rénover
N161—N162	30.0	CR8-400	À rénover
N162—N163	29.8	CR8-500	À rénover
N163—N164	33.2	CR8-500	À rénover
N145—N146	31.1	CR8-600	À rénover
N146—N147	27.8	CR8-600	À rénover
N147—N148	32.9	135A-800	À rénover
N148—N149	29.2	135A-800	À rénover
N149—N185	35.7	135A-800	À rénover
N164—N191	47.4	135A-800	À rénover
N191—N185	56.8	135A-800	À rénover
N169—N170	38.5	135A-800	À rénover
N170—N171	56.9	135A-800	À rénover
N171—N172	38.2	135A-800	À rénover
N172—N173	29.4	135A-800	À rénover
N173—N174	44.3	135A-800	À rénover
N174—N175	31.9	135A-800	À rénover
N175—N176	32.2	135A-800	À rénover
N176—N177	50.0	135A-1000	À rénover
N177—N178	60.4	135A-1000	À rénover
N178—N179	55.0	135A-1000	À rénover
N179—N180	55.3	135A-1000	À rénover
N180—N181	53.9	135A-1000	À rénover
N181—N182	40.2	135A-1200	À rénover
N182—N183	57.6	135A-1200	À rénover
N183—N184	60.3	135A-1200	À rénover

Tab II.1. Les tronçons à rénover.

II.5. État des regards:

Les regards de la ville sont de type carré avec (1.60×1.60) où (1.30×1.30) de dimension avec un tampon circulaire en métal de 60cm de diamètre où une dalle en fonte, la profondeur et l'espacement des regards varient selon la pente et la longueur des collecteurs.




	<p><i>Tampon en métal détruit</i></p>
	<p><i>Regard asphalté (goudronné)</i></p>
	<p><i>Dalle en béton cassée</i></p>

fig II.1. Exemples des regards avec des défauts à résoudre :

Source : DRE Ras El Aioun

II.6. État des bouches d'égout :

Nombreuse des bouches d'égout dans la ville sont en mauvais état, bouché et stagné avec des déchets de différentes natures et dimensions, ceci est la conséquence d'absence de nettoyage et d'entretien du réseau.

	<p><i>Bouche d'égout détruite</i></p>
	<p><i>Bouche d'égout bouchée</i></p>
	<p><i>Bouche d'égout latérale bouchée</i></p>

fig II.2. Exemples des états des bouches d'égout

Source : DRE Ras El Aioun

II.7. État des rejets :*fig II.3. Le rejet en milieu naturel.**Source : DRE Ras El Aioun*

La photo accompagnée présente l'état du rejet, on remarque les cassures de la dernière conduite. En plus, les eaux rejetées sont très polluées qui présente des dangers sur l'environnement et la santé des différents éléments de l'écosystème.

II.8. Constatation :

De cette analyse du réseau d'assainissement d'OULED SELLAM on peut conclure les points suivants :

- ▲ Stagnation et colmatage des eaux usées au niveau de la plupart des regards et des bouches d'égout.
- ▲ Un sous dimensionnement dans quelques parties du réseau.
- ▲ Des zones d'extension non assainis.
- ▲ Absence de nettoyage et entretien du réseau.
- ▲ Les rejets ne sont pas bien traités avec le bassin de décantation.
- ▲ Plusieurs regards et bouches d'égout sont besoin des rénovations.

II.9. Conclusion :

Ce chapitre nous facilite de bien comprendre les problèmes et les anomalies du réseau d'assainissement de la ville d'OULED SELLAM.

La ville comporte beaucoup de zones non assainies qu'il faut les projeter un réseau, ce qui impose une augmentation de débits à l'exutoire, donc on voit qu'il est primordial de changer le type de traitement (bassin de décantation) et voir à faire une station d'épuration ce qui va aider l'irrigation de région sachant que la zone étudiée est zone agricole.

CHAPITRE III :

Étude hydrologique et calcul de base.

CHAPITRE 3

Étude hydrologique et Calcul de base.

III.1. Introduction :

Dans la première partie de ce chapitre, on se concentre sur l'importance de l'analyse hydrologique dans le contexte de l'assainissement urbain et à fournir une compréhension approfondie des processus hydrologiques clés qui influencent le comportement des eaux pluviales dans les zones urbaines.

L'objectif principal est de déterminer les caractéristiques des précipitations, d'évaluer les débits de crue, d'analyser les régimes hydrologiques et de mieux saisir les impacts des aménagements hydrauliques sur l'environnement.

III.2. Les averses :

Les averses désignent des périodes de précipitations intenses et relativement courtes qui se produisent lors de conditions météorologiques spécifiques. Elles se caractérisent par une augmentation soudaine et marquée du taux de précipitation, les averses peuvent varier en intensité et en durée, allant d'une pluie légère à une averse torrentielle.

Les averses considérées dans les études se caractérisent soit par :

- Une hauteur d'eau importante.
- Une forte intensité par unité de temps.
- Une transformation pluie brute/pluie nette générant le débit.
- Une érosion ou un apport de pollution liés au ruissellement.

III.3. Période de retour :

Elle est définie comme étant le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester, elle est déterminée suite à une étude technico-économique basée sur un compromis entre le coût de construction du réseau et celui de son entretien.

Pour les projets d'assainissement, dans les zones fortement urbanisées, le concepteur n'hésitera pas à dimensionner les collecteurs principaux en vue de déterminer les débits maximums de période de retour de 20 ans, voir 50 ans.

En Algérie, nous optons généralement pour une période de retour décennale ($T=10$ ans).

(Régis BOURRIER,1981)

III.4. Temps de concentration :

C'est une caractéristique d'un bassin, définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloignée en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considéré. **(Boualem, SALAH,2014)**

III.5. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation :

“L'analyse de cette intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout, des systèmes de drainage et des aménagements antiérosifs. A égalité d'intensité, les pluies qui occasionnent le débit maximum en un point du réseau d'écoulement sont celles dont la durée de précipitation est au moins égale au temps de concentration des eaux.

L'ingénieur chargé d'un projet d'assainissement devra estimer l'intensité moyenne maximale afférente à un intervalle de temps Δt , de différents points du réseau et qui sera atteinte ou dépassée une fois en 10, 20 ou 50 ans.” **(TOUAIBIA, Bénina, 2004).**

Lors de l'étude des averses, il convient donc de déterminer les valeurs des intensités moyennes maximales pour plusieurs valeurs échelonnées de l'intervalle de référence Δt .

L'intensité moyenne se définit par rapport à la hauteur d'eau tombée pendant une durée donnée. Soit :

$$I_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} \left(\frac{mm}{h} \right) \quad (III. 1)$$

Pour le calcul de l'intensité, nous devons :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.
- Calculer les paramètres de la loi choisie.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

(CHARAD, Mohamed Amir,2019)

III.4.1 Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement :

L'étude des averses revêt une importance capitale en hydrologie non seulement dans le dimensionnement des ouvrages en assainissement urbain et rural mais aussi dans l'étude des crues et la construction des hydrogrammes probables.

Donc il est nécessaire d'avoir une série pluviométrique des précipitations maximales journalières sur une longue durée, enregistré dans une station proche de la zone à étudier.

On prend pour réaliser notre analyse, la série pluviométrique de la station de RAS EL AIOUN fournie par l'ANRH d'ALGER qui prend les spécifications suivantes :

- CODE : 120501
- X = 1006,5 km
- Y = 261,2 km
- Z = 995 m (NGA)

Tab III.1. Série pluviométrique station de RAS EL AIOUN en (mm).

<i>Années</i>	<i>Sept</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dec</i>	<i>Janv</i>	<i>Fev</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil</i>	<i>Aout</i>	<i>Annuel</i>
1983	22	20	51	11	2	0,7	8,7	0	14	0,4	0	13	51
1984	12,3	15	0	39,4	3,5	20,9	27	10,5	52	0	0	0	52
1985	18,8	20	58	15	15,5	6,4	14,8	1	24,4	13,9	14,3	8	58
1986	8,8	6,4	18,3	9,4	7	11,4	20,7	0	14	12	1,4	6,5	20,7
1987	2	20,5	13,1	10	8	3	22	24	40	0	0	0	40
1988	0	0	10	28	2	11	2,8	7	6	8	0	29	29
1989	4,3	3,6	9,6	9,7	27,6	0	10,4	6,1	24,6	9,8	0	11,3	27,6
1990	12	12,5	24,5	30	21,6	20,5	40	27,5	20,5	4,1	0	0	40
1991	17	15,7	32	9	13	17,5	10,1	14,6	36,5	18,5	2,5	2,3	36,5
1992	12	0,8	42,5	16,1	4,6	8,5	10	1	14,8	4	0	6,5	42,5
1993	10,5	1,7	7	11,3	13,7	12	17,1	8,5	18	0	9,3	0	18
1994	2,6	15,7	0,6	0,7	9,4	0	4,5	6,1	0	33,5	3	5	33,5
1995	16,6	9,2	8,4	5	7	14	12	12,6	23,2	7	10,5	15	23,2
1996	3,1	0	0	5,3	9,6	4,7	10	12,3	17,9	2,8	7	10,2	17,9
1997	12	13	15,3	12,5	12,5	2,3	11,2	11,9	9,3	21,7	0	5,6	21,7
1998	14,4	15,7	35,6	2,2	30	2,4	7	4	3,4	10,5	10,1	8,8	35,6
1999	12	9,9	25,1	26	0,7	9,5	4	10,2	25,5	7	0	0	26
2000	24	5	8,3	4	10,5	5	16,8	2,9	18,1	0	0	4,5	24
2001	16	9,5	10	2,5	7,5	4,5	2	22,7	16	9,6	27,7	32,8	32,8
2002	14,4	22,4	10,6	8	48,6	21,7	12,8	28,5	9	19,5	0	14	48,6
2003	20,4	32,3	10,4	79,1	11,4	0	20,9	5,5	13,5	31	0	33,6	79,1
2004	12,4	0	39	65	21	21,5	7,7	7,9	0	13,2	7,4	32	65
2005	11	16	22,9	23,2	15	11,8	0	23,7	16,5	16,5	0	0	23,7
2006	0	0	0	31	0	9	29	33,5	9,3	3	0	1,3	33,5
2007	11	0	1,8	12,5	6,5	0	7,5	22,7	9,2	0	0	7,1	22,7
2008	44,5	32	5	19,5	34	0,7	8	44	19,5	0	0	9	44,5
2009	25	24	2	14	11,3	6,5	0	44	15,5	44,2	0	24	44,2
2010	30	22,5	44,5	0	10,6	13,5	28	7,5	38	0	0	16	44,5
2011	8	39	6	6,5	32	27	27,5	10	8	3	6	12	39
2012	32,5	19	4,5	6	9,5	3,9	15	25,5	14	0	16	12	32,5

III.4.2 Test d'homogénéité :

En général, il n'est pas nécessaire de tester l'homogénéisation d'une série des données maximales journalières. Le processus d'homogénéisation est utilisé pour ajuster les données brutes en vue de supprimer les incohérences ou les biais qui pourraient affecter la série temporelle, généralement causés par des changements dans les conditions de mesure ou d'autres facteurs externes.

III.4.3 Les caractéristiques empiriques de la série :

- La somme des $P_{j,\max}$ durant $N=30$ ans :

$$\sum_{i=1}^N P_i = 1107,3 \text{ mm} \quad (\text{III. 2})$$

- La moyenne arithmétique :

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N} = 36,91 \text{ mm} \quad (\text{III. 3})$$

- La médiane :

$$\tilde{P} = \frac{P_{\frac{N}{2}} + P_{\frac{N}{2}+1}}{2} = 34,55 \text{ mm} \quad (\text{III. 4})$$

- L'écart-type :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2} = 14,47 \quad (\text{III. 5})$$

- Le coefficient de variation :

$$C_v = \frac{\sigma_x}{\bar{P}} = 0,392 \quad (\text{III. 6})$$

- Le coefficient d'asymétrie :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^3}{(N-1) * \sigma^3} = 0,997 \quad (\text{III. 7})$$

III.6. Ajustement statistique :

L'application de certaines lois statistiques peut aider à comprendre et à modéliser le comportement de ces séries, ce qui est essentiel pour la gestion des ressources en eau, la prévision des crues, et d'autres études hydrologiques.

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions (*Homogénéité – Stationnarité*) sont réunies parmi lesquelles :

- Loi de Fuller ou loi Exponentielle.
- Loi Gamma, Lois de Pearson I et III.
- Loi de GUMBEL ou Loi doublement exponentielle.
- Loi de Goodrich.
- Loi de Fréchet.
- Loi de WEIBULL.

III.5.1. Critères de choix :

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test de dispersion. L'allure des points sur du papier à probabilité permet à prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (doute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement). Le test de dispersion permet d'accepter ou de rejeter l'appartenance d'une population de débits à une loi donnée en fonction d'un seuil de tolérance fixé a priori (en général 5%).

Lorsque plusieurs d'entre elles sont adéquates, on peut retenir les critères suivants :

- A qualité égale, la loi qui a le moins de paramètres est à retenir.
- A qualité égale et nombre de paramètres égal, il faut comparer les estimations des 2 lois. Si ces estimations sont voisines, il faut retenir la plus simple : si elles sont nettement différentes, il faut prendre une nouvelle loi quitte à prendre un paramètre supplémentaire.

Quelle que soit la loi théorique d'ajustement à un échantillon, le procédé de calcul est toujours le même, Il consiste à :

- 1) Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant ou décroissant selon que nous travaillons à la fréquence au dépassement ou au non dépassement.
- 2) Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées.
- 3) Calculer la fréquence expérimentale par une formule empirique.
- 4) Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon à savoir : moyenne, écart type ou coefficient de variation, coefficient d'asymétrie.

- 5) Reporter les points sur papier à probabilité approprié à chaque loi.
- 6) Tracer la droite ou la courbe théorique appropriée.
- 7) Lire ou calculer la valeur extrême (quantile), c'est-à-dire la valeur correspondante à une probabilité donnée.
- 8) Tester l'adéquation de la loi d'ajustement.
- 9) Calculer l'intervalle de confiance en général à 95% sur les caractéristiques empiriques de l'échantillon et sur le ou les valeurs extrêmes.

(TOUAIBIA, Bénina, 2004)

On choisit pour notre ajustement les lois qui ont le moins de paramètres, parmi les plus utilisées :

- ❖ Loi doublement exponentielle (GUMBEL).
- ❖ Loi log Normale (GALTON).

III.5.2. Ajustement à la loi de GUMBEL :

Cette loi s'exprime sous la relation suivante :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad (III.7)$$

Tel que : $y = \frac{x-x_0}{\alpha}$ est la variable réduite de GUMBEL, avec :

- α : le paramètre d'échelle différent de zéro et positif «gradex».
- x_0 : le paramètre de position (mode).
- $F(x)$: fréquence au dépassement de la valeur x .

III.5.2.1. Procédés d'ajustement :

- ✓ Classement des valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre.
- ✓ Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de HAZEN qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

$$F(x) = \frac{m - 0,5}{N} \quad (III.8)$$

Avec :

- m : rang de précipitation.
- N : la taille de la série.

- ✓ Calculer les caractéristiques empiriques de la série.
- ✓ Calculer la variable de GUMBEL pour chaque valeur observée.

$$y = -[\ln(-\ln F(x))] \quad (III. 9)$$

- ✓ Reporter les valeurs observées sur papier GUMBEL.
- ✓ Calculer le coefficient de corrélation entre les valeurs observées et la variable de GUMBEL dont la formule générale est :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (III. 10)$$

\bar{x} et \bar{y} sont respectivement les moyennes arithmétiques de x et y .

- ✓ Calculer les paramètres $1/\alpha$ et x_0 .
- ✓ Tracer la droite de régression sur papier GUMBEL.
- ✓ Calculer l'intervalle de confiance.

III.5.2.2. Calcul des paramètres d'ajustement de la droite de GUMBEL :

D'abord l'équation de la droite est donnée par la formule :

$$x = \frac{1}{\alpha}y + x_0 \quad (III. 11)$$

$\frac{1}{\alpha}$: est la pente de la droite et x_0 : est l'ordonnée à l'origine.

$$- \frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma_x = \frac{\sqrt{6}}{\pi} (14,47) = 11,28$$

σ_x : est l'écart-type.

$$- x_0 = \bar{X} - \frac{1}{\alpha} \bar{Y}$$

\bar{Y} : la moyenne de la variable de GUMBEL.

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{n} = 0,567$$

$$x_0 = \bar{X} - \frac{1}{\alpha} \bar{Y} = 36,91 - 11,28(0,567) = 30,51 \text{mm}$$

Alors l'équation de la droite devient :

$$x = 11,28y + 30,51$$

D'où : $P_{maxj}(p\%) = 11,28y + 30,51$

Le coefficient de corrélation $r = 0,995$.

Tab III.2. Ajustement par la loi de GUMBEL

Valeur de pluie (mm)	Rang	F(x)	Y
17,9	1	0,0167	- 1,40912
18	2	0,05	- 1,09719
20,7	3	0,0833	- 0,9104
21,7	4	0,1167	- 0,76461
22,7	5	0,15	- 0,64034
23,2	6	0,1833	- 0,52864
23,7	7	0,2167	- 0,42477
24	8	0,25	- 0,32663
26	9	0,2833	- 0,2321
27,6	10	0,3167	- 0,13959
29	11	0,35	- 0,04862
32,5	12	0,3833	0,04193
32,8	13	0,4167	0,133087
33,5	14	0,45	0,225011
33,5	15	0,4833	0,318667
35,6	16	0,5167	0,415072
36,5	17	0,55	0,514437
39	18	0,5833	0,61794
40	19	0,6167	0,726968
40	20	0,65	0,842151
42,5	21	0,6833	0,965425
44,2	22	0,7167	1,099319
44,5	23	0,75	1,245899
44,5	24	0,7833	1,409606
48,6	25	0,8167	1,597097
51	26	0,85	1,816961
52	27	0,8833	2,086745
58	28	0,9167	2,442134
65	29	0,95	2,970195
79,1	30	0,9833	4,083938

Avec :

- F(x) : fréquence expérimentale,
- Y : variable réduite,

Tab III.3. Quantiles des différentes périodes de retour de la loi de GUMBEL.

<i>T (ans)</i>	<i>q</i>	<i>XT (mm)</i>	<i>Écart - type</i>	<i>Intervalle de confiance</i>
10000	0,9999	133	15,8	102 - 164
2000	0,9995	115	13,2	89,3 - 141
1000	0,999	108	12,1	83,8 - 131
200	0,995	89,5	9,51	70,8 - 108
100	0,99	81,7	8,41	65,2 - 98,2
50	0,98	73,9	7,31	59,6 - 88,2
20	0,95	63,5	5,86	52 - 75
10	0,9	55,5	4,77	46,1 - 64,8
5	0,8	47,1	3,7	39,8 - 54,3
3	0,6667	40,4	2,94	34,6 - 46,2
2	0,5	34,4	2,39	29,7 - 39,1
1,4286	0,3	28,2	2,07	24,2 - 32,3
1,25	0,2	25	2,05	21 - 29
1,1111	0,1	21	2,17	16,7 - 25,2
1,0526	0,05	18	2,35	13,4 - 22,6
1,0204	0,02	15,1	2,59	9,99 - 20,1
1,0101	0,01	13,2	2,76	7,83 - 18,7
1,005	0,005	11,7	2,92	5,95 - 17,4
1,001	0,001	8,71	3,24	2,35 - 15,1
1,0005	0,0005	7,64	3,37	1,04 - 14,2
1,0001	0,0001	5,49	3,62	- 1,61 - 12,6

Avec :

- T : période de retour.
- q: fréquence au non dépassement.
- XT : valeur de la pluie maximale.

Alors la pluie de la période T=10ans est **55.5mm**.

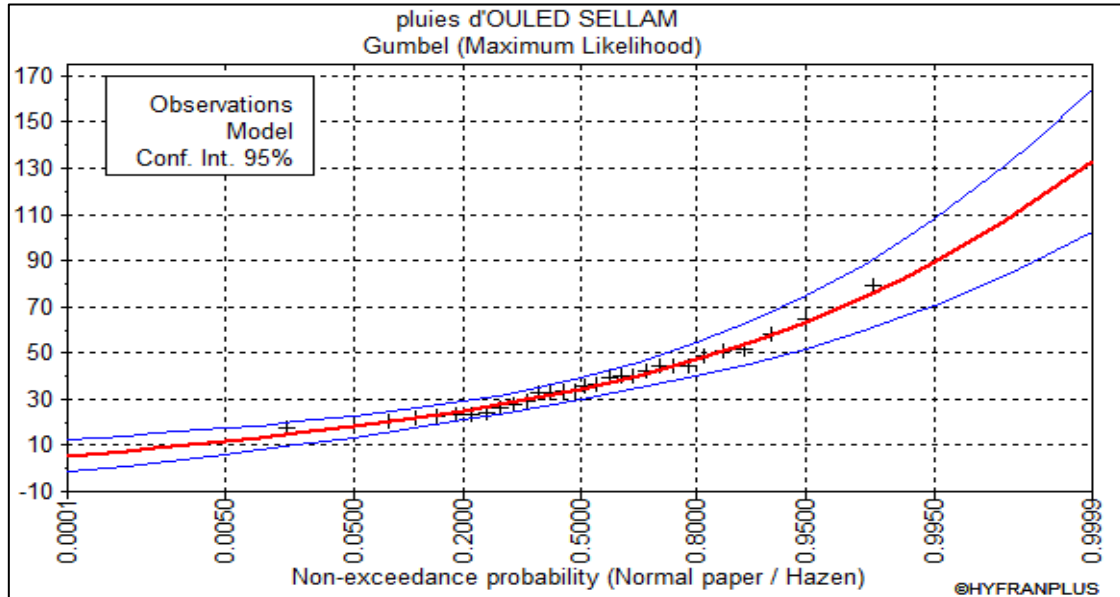


fig III.1. Graphe d'ajustement à la loi de GUMBEL réalisé avec HYFRANPLUS.

Source : HYFRANPLUS

III.5.3. Ajustement à la loi de GALTON :

Sa fonction de répartition est définie par :

$$F(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non - dépassement}) \quad (III.12)$$

La variable réduite u s'écrit sous la forme :

$$u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}} \quad (III.13)$$

L'équation de la variable réduite sous la forme précédente est l'équation d'une droite sur papier GAUSSO - LOGARITHMIQUE avec en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique. (TOUAIBIA, Bénina, 2004)

III.5.3.1. Procédés d'ajustement à la loi GALTON :

- ✓ Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement).
- ✓ Calcul de la fréquence expérimentale.
- ✓ Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale \bar{x} et σ .
- ✓ Calcul des caractéristiques de la série transformée en logarithme $\overline{\ln x}$ et $\sigma_{\ln x}$.
- ✓ Report des valeurs sur papier gaussio - logarithmique.
- ✓ Détermination de la droite de Galton : $\ln x = \overline{\ln x} + \sigma_{\ln x} u$

✓ Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$x_{p\%} = e^{\ln p\%} = e^{\overline{\ln x} + \sigma_{\ln x} u\%} \quad (\text{III. 13})$$

III.5.3.2. Résultats de l'ajustement par la loi de GALTON :

Après les calculs on obtient les caractéristiques suivantes :

- $\overline{\ln x} = 1.536578$
- $\sigma_{\ln x} = 0.162463$

Donc l'équation de la droite devienne :

$$\ln x = 1.536578 + 0.162463u \quad (\text{III. 14})$$

Tab III.4. Test d'ajustement par la loi de GALTON

Valeur (mm)	Rang	F(x)	ln(x)	u
17.9	1	0.0167	1.252853	- 1.7464
18	2	0.05	1.255273	- 1.73151
20.7	3	0.0833	1.31597	- 1.3579
21.7	4	0.1167	1.33646	- 1.23178
22.7	5	0.15	1.356026	- 1.11135
23.2	6	0.1833	1.365488	- 1.0531
23.7	7	0.2167	1.374748	- 0.9961
24	8	0.25	1.380211	- 0.96248
26	9	0.2833	1.414973	- 0.74851
27.6	10	0.3167	1.440909	- 0.58887
29	11	0.35	1.462398	- 0.4566
32.5	12	0.3833	1.511883	- 0.152
32.8	13	0.4167	1.515874	- 0.12744
33.5	14	0.45	1.525045	- 0.07099
33.5	15	0.4833	1.525045	- 0.07099
35.6	16	0.5167	1.55145	0.09154
36.5	17	0.55	1.562293	0.158281
39	18	0.5833	1.591065	0.335379
40	19	0.6167	1.60206	0.403058
40	20	0.65	1.60206	0.403058
42.5	21	0.6833	1.628389	0.565119
44.2	22	0.7167	1.645422	0.669964
44.5	23	0.75	1.64836	0.688047
44.5	24	0.7833	1.64836	0.688047
48.6	25	0.8167	1.686636	0.923647
51	26	0.85	1.70757	1.0525
52	27	0.8833	1.716003	1.104409
58	28	0.9167	1.763428	1.39632
65	29	0.95	1.812913	1.700915
79.1	30	0.9833	1.898176	2.225732

Le logiciel HYFRAN PLUS nous a donné les quantiles de la loi log-normale représentées dans le tableau ci-dessous aussi que le graphe représentant.

Tab III.5. Quantiles des différents périodes de retour de la loi de GALTON.

T (ans)	q	XT (mm)	écart - type	Intervalle de confiance
10000	0.9999	142	28.1	142 - 28.1
2000	0.9995	120	21.5	120 - 21.5
1000	0.999	111	18.9	111 - 18.9
200	0.995	91.7	13.4	91.7 - 13.4
100	0.99	83.4	11.3	83.4 - 11.3
50	0.98	75.2	9.31	75.2 - 9.31
20	0.95	64.3	6.92	64.3 - 6.92
10	0.9	56	5.29	56 - 5.29
5	0.8	47.4	3.85	47.4 - 3.85
3	0.6667	40.5	2.95	40.5 - 2.95
2	0.5	34.4	2.39	34.4 - 2.39
1.4286	0.3	28.2	2.09	28.2 - 2.09
1.25	0.2	25	2.03	25 - 2.03
1.1111	0.1	21.1	2	21.1 - 2
1.0526	0.05	18.4	1.98	18.4 - 1.98
1.0204	0.02	15.7	1.95	15.7 - 1.95
1.0101	0.01	14.2	1.92	14.2 - 1.92
1.005	0.005	12.9	1.89	12.9 - 1.89
1.001	0.001	10.6	1.8	10.6 - 1.8
1.0005	0.0005	9.84	1.76	9.84 - 1.76
1.0001	0.0001	8.36	1.66	8.36 - 1.66

D'où on prend la pluie de la période de retour T= 10ans qui est : **56mm**.

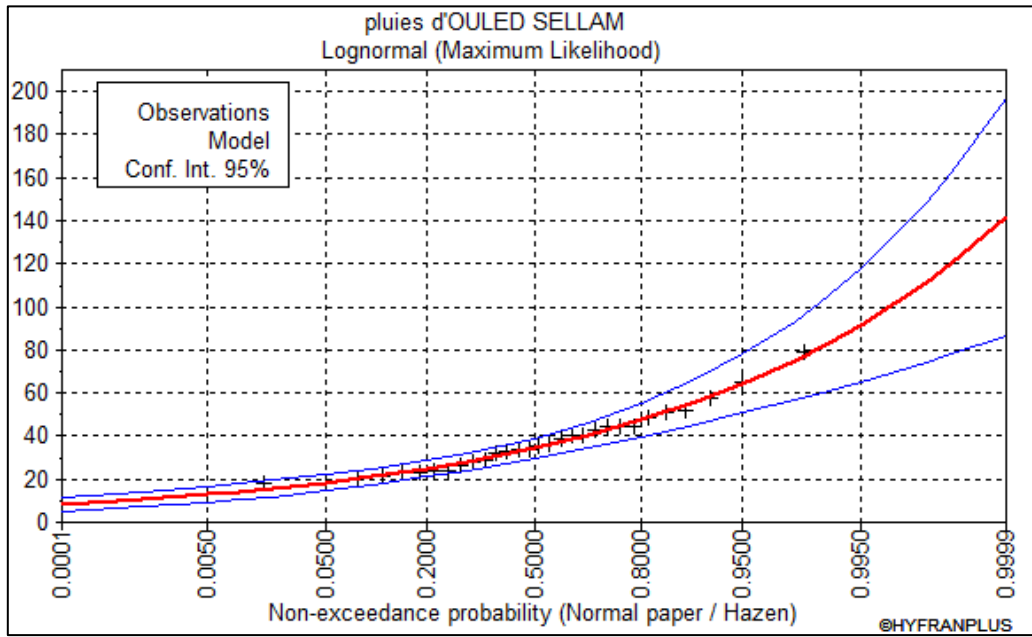


fig III.2. Graphe d'ajustement à la loi de GALTON.

Source : HYFRANPLUS

III.5.4. Comparaison entre les deux lois :

On remarque dans nos deux graphes d'ajustement des deux lois (GUMBEL et GALTON), qu'ils ajustent bien d'une façon presque identique, c'est pour ça qu'on opte à faire le test d'adéquation de χ^2 « khi carré » pour choisir entre les deux lois.

La démarche de ce test est la suivante :

- Nous divisons l'intervalle de variation en k classes de façon que chacune d'elles contienne au minimum 5 données expérimentales.
- La classe i est borné par les valeurs x_{i-1} et x_i (respectivement borne inférieure et borne supérieure).
- Nous déterminons la fréquence absolue observée ou l'effectif de chaque classe :

$f_{01}, f_{02}, \dots, f_{0k}$ avec $\sum f_{0i} = N$; N : taille de l'échantillon.

- Nous pouvons obtenir les fréquences théoriques : $f_{i1} = N_{P1}, f_{i2} = N_{P2}, \dots, f_{ik} = N_{Pk}$

où P_i représente la probabilité que la variable étudiée prenne une valeur appartenant la classe i, c'est

à dire que : $P_1 = FND_i - FND_{i-1}$ on a aussi : $\sum f_{ti} = N$.

- Pour évaluer l'ampleur de l'écart entre les fréquences absolues observées et les fréquences théoriques obtenues à partir de la loi théorique que nous supposons adéquate, on utilise la quantité :

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_{0i} - f_{ti})^2}{f_{ti}} \tag{III. 15}$$

- Une fois le χ^2 relatif à notre échantillon est déterminé, nous le comparons au χ^2_{data} , donné par la table pour un degré de liberté connu y et une probabilité au dépassement a , seuil de signification.

Deux cas peuvent se présenter :

❖ Si $\chi^2 < \chi^2_{data}$

Nous acceptons l'hypothèse que le phénomène étudié suit la distribution théorique choisie et que les écarts entre les fréquences observées et les fréquences théoriques ne sont pas significatifs.

❖ $\chi^2 > \chi^2_{data}$

Nous rejetons l'hypothèse considérée car les écarts sont significatifs, ce qui veut dire que les données expérimentales suivent une loi autre que celle de notre hypothèse, et nous essayons une autre loi d'ajustement. (TOUAIBIA, Bénina, 2004)

III.5.5. Application du test pour les deux lois :

Le test d'adéquation est réalisé avec le logiciel HYFRANPLUS et les résultats sont montrés comme suivant :

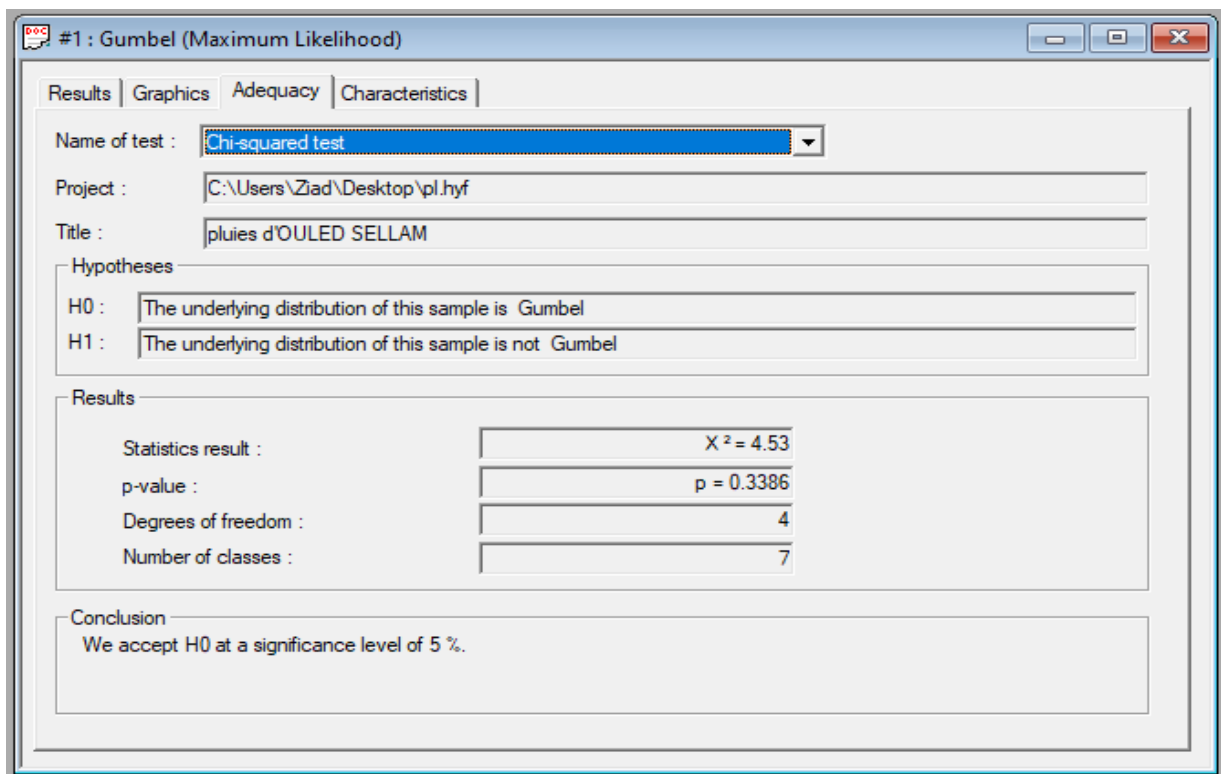


fig III.3. Test χ^2 pour la loi de GUMBEL.

Source : HYFRANPLUS

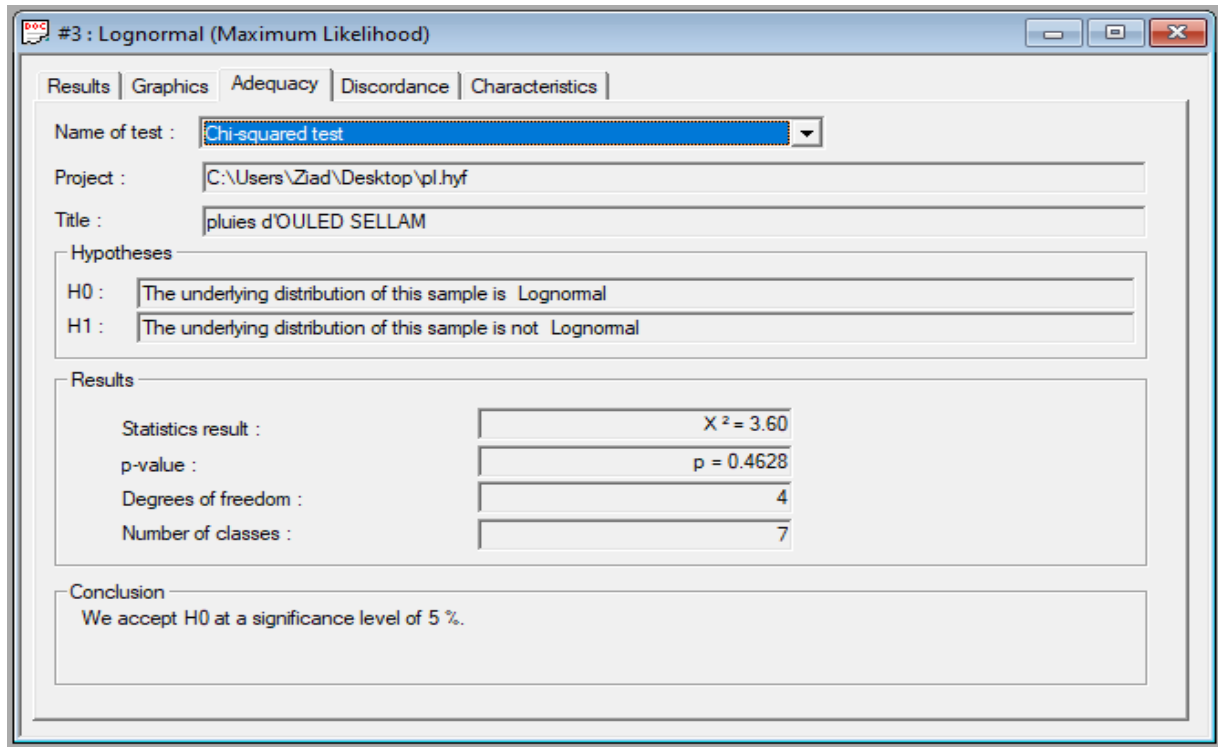


fig III.4. Test de χ^2 pour la loi de GALTON.

Source : HYFRANPLUS

Observation : Pour un seuil de signification égale à 5% et un degré de liberté de 4, on a la valeur de $\chi^2_{ddl\alpha} = 9.49$ selon la table de « χ^2 » et qu'elle est supérieure aux résultats du test sur les deux lois GUMBEL et GALTON respectivement $\chi^2 = 4.53$ et $\chi^2 = 3.60$, ce qui assure l'adéquation des deux lois.

III.7. Calcul de l'intensité pluviale :

On utilise la formule de MONATANARI pour calculer une intensité d'une averse pour une durée t et une période de retour T .

Soit :

$$I_{t,T} = I_t + \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \quad (III.16)$$

Avec :

- I_t : Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence donnée.
- b : Exposant climatique $b=0.27$. (Source : ANRH Batna)
- $I_{t,T}$: Intensité moyenne de précipitation pour une averse de période de retour.

Pour l'estimation de l'intensité, nous admettons qu'une averse ayant lieu une fois tous les 10 ans durant 15 min, l'équation précédente devienne :

$$I_{15min,10\%} = I_{24,10\%} + \left(\frac{t}{24}\right)^{0.27-1} = \frac{P_{24,10\%}}{24} + \left(\frac{t}{24}\right)^{-0.73}$$

❖ Pour la loi de GUMBEL :

$$I_{15min,10\%} = \frac{55.5}{24} + \left(\frac{0.25}{24}\right)^{-0.73} = 30.30 \text{ mm/h}$$

❖ Pour la loi de GALTON :

$$I_{15min,10\%} = \frac{56}{24} + \left(\frac{0.25}{24}\right)^{-0.73} = 30.32 \text{ mm/h}$$

III.8. Calcul de base :

Cette deuxième partie consiste à traiter toutes paramètres possibles qui a une relation ou une influence sur le débit évacuer par notre réseau, que ce soit de la part des eaux de ruissellement ou bien la part des eaux usées des différents origines (industrielles, domestiques, services publiques ...).

III.7.1 Le système d'évacuation :

Projeter un réseau d'assainissement doit suivre quelques critères essentiels pour assurer le bon fonctionnement de notre réseau et éviter les problèmes et les anomalies possibles sur le réseau ou sur l'environnement, ces critères sont :

- Tenir compte des perspectives de développement de l'agglomération.
- Respecter la qualité des rejets dans le milieu nature.
- Tenir compte des contraintes techniques : topographie, pluviométrie, type d'habitat, imperméabilisation des sols, protection contre les inondations.
- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation après les averses.
- Voir l'aspect économique et choisir la variante la plus avantageuse.

Il existe trois types de systèmes d'évacuation :

- ✧ Système unitaire.
- ✧ Système séparatif.
- ✧ Système pseudo-séparatif.

(Boualem, SALAH, 2014)

III.7.1.1 Le système unitaire :

Ce système évacue les eaux d'égout ménagères et industrielle avec les eaux pluviales dans une seule canalisation, ce qui nécessite des ouvrages relativement importants pour bien évacuer les pointes de ruissellement.

Avantages : la facilité de la conception plus les avantages économiques.

Inconvénients :

- Le fonctionnement de la station d'épuration peut être compromis par l'arrivée d'un mélange des différentes compositions de celles des eaux usées.
- La pollution du milieu naturel récepteur par le mélange des eaux pluviales avec les eaux usées.

III.7.1.2 Le système séparatif :

Ce système assure l'évacuation des eaux pluviales dans une conduite séparément de celle des eaux usées. Ces deux peuvent avoir des tracés complètement différents, sauf pour certains tronçons.

Avantages : assurer bien la résolution des inconvénients du système précédent (le bon fonctionnement de la STEP plus la protection du milieu naturel).

Inconvénients : Ce système présente des défis liés à l'encombrement ainsi qu'à des branchements incorrects. Sa conception et sa réalisation nécessitent des compétences particulières, ce qui pourrait engendrer des coûts supérieurs à ceux d'un système unitaire.

III.7.1.3 Le système pseudo-séparatif :

Ce système est conçu à recevoir les eaux usées et une fraction des eaux de ruissellement dans une conduite, et dans une autre conduite les eaux de ruissellement transitent par le caniveau et les ouvrages.

Avantages : ce système élimine le problème d'encombrement et les branchements incorrects.

Inconvénients : le dysfonctionnement de la station d'épuration à cause des eaux pluviales qui change la quantité et la qualité de la charge polluante.

Remarque : Nous optons pour le réseau unitaire dans le cadre de notre projet, et cette décision découle de l'analyse des éléments suivants :

- ✦ Le réseau existant est déjà de même type.
- ✦ L'aspect économique de la commune.
- ✦ Les quartiers sont relativement étroits.
- ✦ La simplicité du réseau.

III.7.2 Le schéma d'évacuation :

La détermination du schéma approprié pour le réseau d'évacuation dépend généralement des considérations techniques et autres spécifiques au lieu : notamment du système existant, de la topographie du terrain, de la répartition géographique des résidents à desservir, des facteurs économiques (coûts, dépenses d'investissement et d'entretien) ainsi que des paramètres environnementaux tels que la nature des rejets et du milieu récepteur.

III.7.2.1 Schéma perpendiculaire :

L'écoulement se fait directement dans le cours d'eau. Ce type de schéma ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration et rend celle-ci difficile.

Il n'est guère utilisable que pour les réseaux d'eaux pluviales dans les systèmes séparatifs, avec un rejet dans un cours d'eau. Il permet par contre un tracé très économique, ne nécessitant pas de grosses sections. En fonction de la direction des collecteurs par rapport à celle du cours d'eau, on distingue le schéma perpendiculaire et étagé. (Boualem, SALAH, 2014)

III.7.2.2 Schéma par déplacement latéral :

Dans le cas où une épuration est nécessaire, on a tout intérêt à transporter les eaux vers une station unique ; ceci peut être obtenu soit par un tracé oblique, soit par un collecteur latéral.

III.7.2.3 Schéma par zones étagés :

C'est un réseau de collecteurs à déplacement avec des collecteurs secondaires longitudinaux. Le réseau (2) est utilisé pour ne pas trop charger le réseau (1).

III.7.2.4 Schéma radial :

Ce schéma est utilisé dans les terrains plats, pour collecter tous les effluents en un point (puits de collecte) par la suite un relevage. Il est nécessaire pour le transit vers le cours d'eau récepteur.

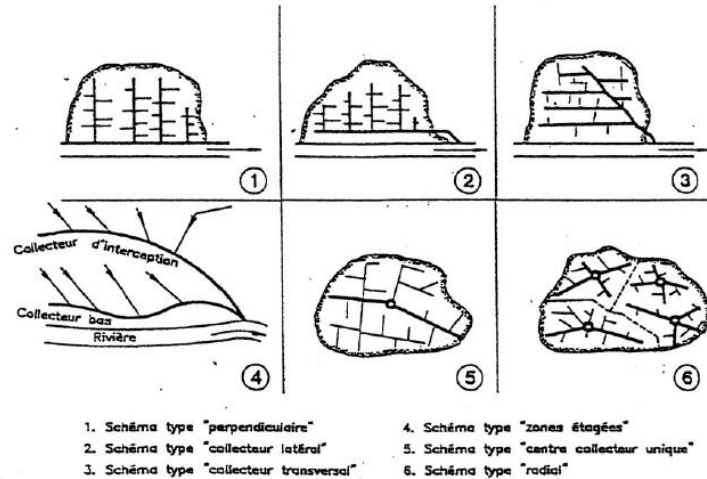


fig III.5. Types des schémas.

Source : (KERLOC'H Bruno et MAELSTAF Damien)

Remarque : on a choisi pour notre projet le schéma par zones étagées, pour respecter la forme du réseau existant.

III.7.3 Découpage en surfaces élémentaires :

Cette opération suit quelques paramètres pour déterminer les surfaces élémentaires (sous-bassins), ses paramètres sont les suivants :

- ▲ La nature du sol.
- ▲ Densité d'habitation.
- ▲ Les pentes et les contre pentes.
- ▲ Les limites naturelles.
- ▲ Les routes et les voiries existantes.
- ▲ Les courbes de niveau.

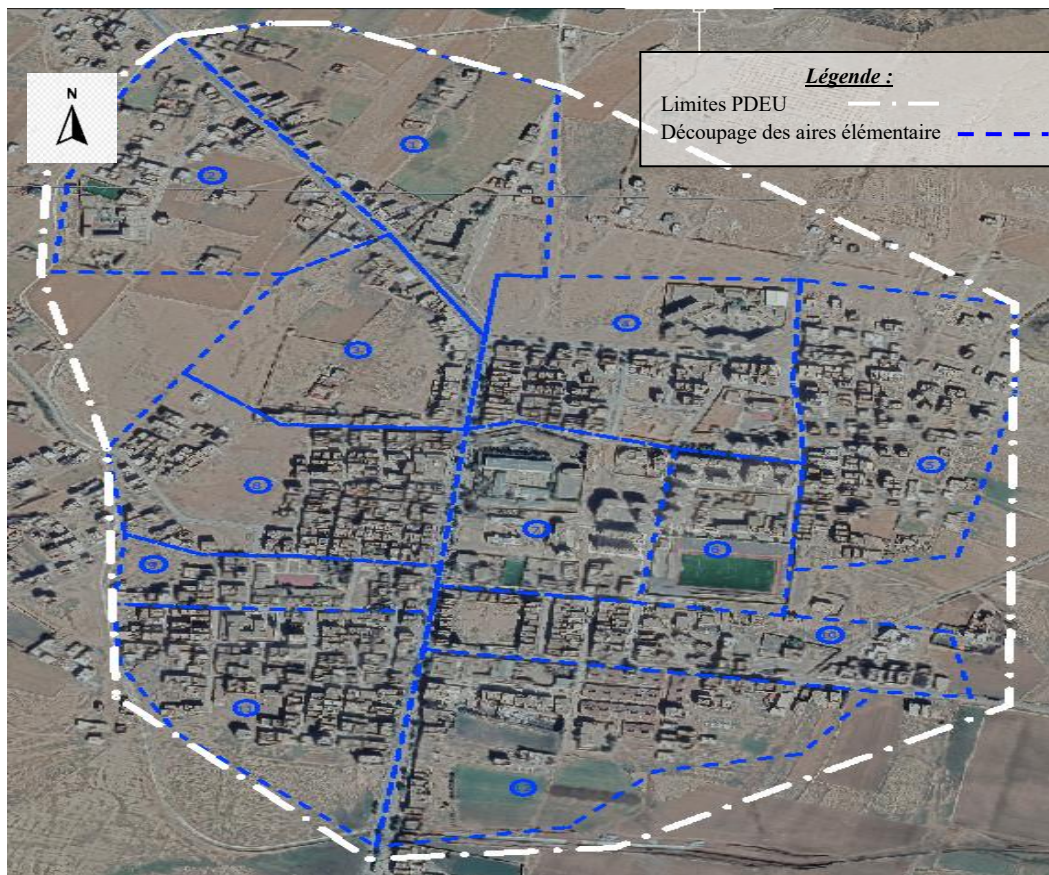


fig III.6. Découpage des sous bassins en surfaces élémentaires.

Source : google earth

III.7.4 Evaluation de coefficient de ruissellement :

C'est le rapport caractérisant le volume d'eau qui ruisselle de cette surface, au volume d'eau tombée sur cette surface.

La valeur du coefficient de ruissellement dépend de l'inclinaison, du genre et de la densité de la surface à drainer (terre limoneuse, avec ou sans végétation, sable, rocher...), l'humidité de l'air, l'humidité de la surface, la durée de la pluie. Le coefficient de ruissellement est estimé suivant deux cas :

⌘ **Premier cas :** En fonction de la nature des surfaces à drainer. Les valeurs du coefficient de ruissellement de ces surfaces sont estimées d'une façon approchée, vu l'hétérogénéité de la nature de ces surfaces.

Tab III.6. Valeurs du coefficient de ruissellement selon la nature de surface.

Nature de la surface	Valeurs du coefficient de ruissellement C_r
Toit en métal, tuile, ardoise	0.9
Chaussée avec peu de joints	0.85 - 0.9
Pavés en pierres naturelles, briques avec joints cimenté.	0.75 – 0.85
Pavage en blocages	0.4 – 0.5
Surfaces goudronnées	0.25 – 0.6
Chemin en gravier	0.25 – 0.3
Gare, terrain de sport	0.1 – 0.3
Parcs, jardin, gazons	0.05 – 0.25
Forêts	0.1 – 0.2

(Boualem, SALAH, 2014)

⌘ **Deuxième cas :** La densité de population influe énormément sur le coefficient de ruissellement, étant donné que les surfaces habitables sont revêtues (toitures ou surfaces goudronnées).

Il a été constaté que plus la densité de population est importante plus le coefficient de ruissellement augmente. Pour ce cas, il est difficile d'estimer la valeur du coefficient de ruissellement, pour des sous bassins préurbains vu la densité de population très éparse et faible.

Tab III.7. Coefficients de ruissellement selon la densité.

Densité de population par hectare	Valeurs du coefficient C_r
20	0.23
30 – 80	0.2 – 0.27
60 – 150	0.25 - 0.34
150 – 200	0.3 – 0.45
200 – 300	0.6 – 0.62
300 – 400	0.6 – 0.8
400 – 600	0.7 – 0.9

(Boualem, SALAH, 2014)

III.7.4.1 Coefficient de ruissellement pondéré :

En pratique, le découpage en aires élémentaires d'une agglomération montre que ces dernières présentent des natures du sol très hétérogènes au sein même d'un sous bassin ; et qu'il est très difficile d'estimer leurs propres coefficients de ruissellement.

La détermination d'un coefficient de ruissellement pondéré permet d'y remédier à cette difficulté. Néanmoins cette pondération a tendance à sous-estimer ou surestimer le coefficient de ruissellement et par conséquent le débit.

Ce coefficient pondéré est obtenu à partir de la relation ci-après, en délimitant les surfaces élémentaires « S_i » et déterminant ainsi un coefficient de ruissellement moyen « C_{rm} » correspondant à la surface totale « S », c'est-à-dire :

$$C_{rm} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ri} S_i}{S} \quad (III.17)$$

- n : nombre des aires élémentaires.
- C_{ri} : coefficient de ruissellement partiel.

(Boualem, SALAH, 2014)

Pour notre projet on se base sur les photos satellitaires et le plan de masse pour estimer le coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire.

Tab III.8. Aires élémentaires et ses coefficients de ruissellement.

N° Aire	S_i (ha)	C_i
1	9.5	0.56
2	8.85	0.62
3	7.34	0.6
4	9.82	0.7
5	9.17	0.67
6	4.01	0.74
7	6.41	0.68
8	9.00	0.71
9	3.23	0.8
10	6.68	0.83
11	9.16	0.85
12	9.58	0.78
Total	92.75	

Après calcul on trouve que $C_{rm} = 0,7033$.

III.7.5 Evaluation de la population :

III.7.5.1 Calcul de population à l'horizon futur :

On va calculer le nombre d'habitants à des différents horizons futur, en s'appuyant sur la relation suivante :

$$P_N = P_0 \times (T + 1)^n \quad (III.18)$$

- P_N : nombre d'habitants à l'horizon futur.
- P_0 : nombre d'habitants à l'année de base 2012. ($P_0=19635$ hab selon l'APC)
- T : taux d'accroissement. ($T=1.9\%$ selon l'APC)
- n : l'écart entre les horizons.

Tab III.9. Résultats des calculs pour les différents horizons.

Horizon	2012	2023	2038	2053
Nombre d'habitants	19635	24152	32030	42479

Pour notre cas, on prend $n=30ans$ donc à l'horizon 2053 on a $P_{2053}=42479$ hab.

III.7.5.2 Population de chaque surface élémentaire :

Pour calculer de la population de chaque surface élémentaire, on doit d'abord déterminer la densité de chaque surface, en utilisant la relation qui suit :

$$D_i = \frac{C_{ri} \times P_t}{C_{rp} \times S} \quad (III.19)$$

- P_t : population à l'horizon d'étude.
- C_{rp} : coefficient de ruissellement pondéré.
- S : surface totale.
- D_i : densité de chaque surface élémentaire.

Après la détermination de chaque densité partielle, on procède ensuite au calcul de la population pour chaque surface élémentaire « P_i », avec la relation :

$$P_i = D_i \times S_i \quad (III.20)$$

Tab III.10. Densités et populations correspondants à chaque surface élémentaire.

<i>N° surface élémentaire</i>	<i>S_i (ha)</i>	<i>C_{ri}</i>	<i>D_i</i>	<i>P_i (hab)</i>
1	9.5	0.56	353	3709
2	8.85	0.62	391	3461
3	7.34	0.6	378	2778
4	9.82	0.7	442	4336
5	9.17	0.67	423	4298
6	4.01	0.74	467	1872
7	6.41	0.68	429	2750
8	9	0.71	448	4031
9	3.23	0.8	505	1630
10	6.68	0.83	524	3497
11	9.16	0.85	536	4911
12	9.58	0.78	492	5206

III.9. Conclusion :

Avec l'aide de l'étude hydrologique menée dans la première partie de ce chapitre, nous avons pu estimer le débit le plus important, à savoir le débit pluvial. Les deux valeurs obtenues après les analyses étaient presque égales. Par conséquent, nous avons retenu la valeur obtenue grâce à la loi de Galton, qui nous a donné une intensité de **30.32 mm/h**, équivalente à **84.22 l/s/ha**.

Dans la deuxième partie, le choix du système d'évacuation et du schéma a facilité la subdivision de la surface totale d'étude en surfaces élémentaires. Les calculs et l'évaluation des différents paramètres de chaque surface nous permettront de mieux estimer les débits à évacuer dans le chapitre suivant.

CHAPITRE IV :

Estimation des débits à évacuer.

CHAPITRE 4

Estimation des débits à évacuer.

IV.1. Introduction :

Ce chapitre vise à calculer la quantité des eaux usées et les eaux pluviales à évacuer dans les conduites. Ceci va nous aider ensuite pour dimensionner les conduites d'évacuation vers l'exutoire. La détermination de la qualité et de la quantité des eaux à évacuer est très importante pour notre réseau. Elle diffère d'une zone à une autre selon plusieurs facteurs.

IV.2. Origines des eaux usées :

⌘ *Les eaux pluviales :*

L'eau de pluie qui tombe du ciel et s'écoule à la surface du sol. Lorsqu'il pleut, l'eau peut s'accumuler sur les surfaces imperméables telles que les routes, les trottoirs et les toits, ou être absorbée par le sol.

Le ruissellement de l'eau peut être trop chargé par des différentes natures (les huiles, les graisses, des matières organiques, du sable ...).

⌘ *Les eaux industrielles :*

Ces eaux proviennent de diverses usines de fabrication (brasserie, tanneries...). Elles contiennent des substances chimiques, souvent toxiques suivant leur origine. Ces eaux peuvent contenir des substances acides, alcalines, corrosives ou entartrées à température élevée souvent odorantes et colorées.

Vue la composition de ces eaux rejetées, il est nécessaire de faire un prétraitement en usine car il faut éviter d'accueillir dans le réseau des eaux de nature nocive. **(Boualem, SALAH, 2014)**

⌘ *Les eaux usées domestiques :*

Les eaux de ménage trouvent leur origine dans les centres d'agglomérations. Les eaux doivent être collectées d'une façon adéquate du milieu naturel et évacuées à travers le réseau.

Parmi ces eaux nous distinguons :

- Les eaux vannes.
- Les eaux de vaisselle, de lavage, de bains et de douches.
- Les eaux usées des cours.

Ces eaux sont évacuées à travers des canalisations à normes respectées.

⌘ *Les eaux usées de service public :*

Les eaux de lavage (marchés, rues), des espaces publics, sont recueillies par les ouvrages de collecte des eaux pluviales, sauf dans le cas d'un système unitaire.

Les autres besoins publics seront pris en compte avec les besoins domestiques. Les quantités à évacuer dépendent des surfaces des marchés et des rues. Ces eaux de lavage sont produites par les bouches de lavage et qui sont estimées à 5 l/m².

Tab IV.1. Les quantités unitaires rejetés par chaque type d'établissement.

Type d'établissement	Quantité d'eau rejeté (Litre/unité/jour)
Hôpital	300 à 600 L/lit/j
Hospice-caserne	200 à 300 L/lit/j
Aéroport	50 L/employé/j
Hôtel	240 L/chambre/j
Restaurant	20 L/place/j
Camping	500 à 1000 L/place/j
Ecoles	30 à 60 L/élève/j
Internat	180 à 200 L/ élève /j
Théâtre-cinéma	10 L/place/j
Magasin	1000 L/WC/j
Piscine	20 L/baigneur/j
Usine (eaux industrielles exclus)	40 à 80 L/employé/j
Bureaux	50 L/employé/j

(Boualem, SALAH, 2014)

⌘ *Les eaux parasites claires :*

Ce sont le plus souvent des eaux provenant des infiltrations après une chute de pluie ou de la remontée de la nappe. Ces eaux pénètrent dans les collecteurs à travers les joints mal confectionnés ou déboîtés, ou bien à travers les fissures. Le débit de ces eaux est difficilement déterminé ; seule la modélisation qui peut donner une approche d'estimation. En pratique, Nous estimons ce débit à environ 0,15 l/s/ha. La présence de ces eaux perturbe le fonctionnement de la station d'épuration. (Boualem, SALAH, 2014)

IV.3. Évaluation des débits des eaux usées :

Les écoulements d'eaux usées ou de temps sec se composent des écoulements d'eaux usées (domestiques, artisanales et industrielles) et des écoulements parasites (eaux pluviales injectées dans le réseau). Les débits d'eaux usées sont estimés en général d'après les consommations moyennes par habitant pour les eaux d'origines domestiques ou par activité pour les effluents industriels.

Ces calculs sont simples et leur programmation ne nécessite pas des algorithmes complexes.

(KERLOC'H Bruno et MAELSTAF Damien)

IV.2.1. Calcul du débit moyen journalier rejeté :

Le calcul du débit moyen journalier se fait par la relation suivante :

$$Q_{moy.j} = \frac{K_r \times Dot \times N}{86400} \quad (IV.1)$$

- $Q_{moy.j}$: le débit moyen journalier (l/s).
- K_r : coefficient de rejet. (On prend 80%)
- Dot : dotation journalière. (Pour notre agglomération dot = 150 l/hab/j)
- N : nombre d'habitant.

IV.2.2. Calcul du débit de pointe :

Durant le jour, on peut voir des variations des rejets, ce qui nous oblige à introduire le coefficient de pointe pour calculer le débit de pointe :

$$Q_p = K_p \times Q_{moy.j} \quad (l/s) \quad (IV.2)$$

- K_p coefficient de pointe.

Le coefficient de pointe va être calculer par la manière suivante :

- Si $Q_{moy.j} \geq 2.81 \text{ l/s}$ donc $K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy.j}}}$.
- Sinon $K_p = 3$.

On présente dans les tableaux suivants les résultats de calcul sur chaque aire élémentaire :

Tab IV.2. Les rejets domestiques

N° d'aire	Nombre d'habitants	$Q_{moy,j}$ (l/s)	K_p	Q_p (l/s)
1	3709	5.152	2.601	13.402
2	3461	4.807	2.640	12.692
3	2778	3.858	2.773	10.698
4	4336	6.022	2.519	15.169
5	4298	5.970	2.523	15.063
6	1872	2.600	3	7.799
7	2750	3.819	2.779	10.614
8	4031	5.598	2.557	14.313
9	1630	2.264	3	6.792
10	3497	4.858	2.634	12.796
11	4911	6.821	2.457	16.762
12	5206	7.230	2.430	17.567

Tab IV.3. Les rejets des services publics.

N° d'aire	Équipements	Quantité rejetée	Unité	Nombre	Q_{moy} (l/s)	Q_p (l/s)	Q_u (l/s)
1	CEM	50	L/élève/j	400	0.231	0.694	0.694
2	CEM	50	L/élève/j	400	0.231	0.694	0.694
3	/	/	/	/	/	/	/
4	Lycée	50	L/élève/j	800	0.463	1.389	2.500
	École	40	L/élève/j	200	0.093	0.278	
	Mosquée	80	L/fidèle/j	300	0.278	0.833	
5	/	/	/	/	/	/	/
6	CEM	50	L/élève/j	450	0.260	0.781	0.806
	STADE	40	L/baigneur/j	18	0.008	0.025	
7	APC	50	L/employé/j	20	0.012	0.035	0.938
	CEM	50	L/élève/j	450	0.260	0.781	
	Hôpital	40	L/lit/j	50	0.023	0.069	
	Gendarmerie	50	L/personne/j	30	0.017	0.052	
8	Mosquée	80	L/fidèle/j	450	0.417	1.250	1.250
9	École	40	L/élève/j	200	0.093	0.278	0.278
10	Maison des jeunes	40	L/baigneur/j	10	0.005	0.014	0.014
11	Polyclinique	80	L/WC/j	4	0.004	0.011	0.011
12	École	40	L/élève/j	200	0.093	0.278	0.278

IV.4. Évaluation des débits des eaux pluviales :

En fonction de l'étendue du bassin et de son urbanisation, nous considérons différentes méthodes pour l'évaluation du débit pluvial. Pour notre travail, on a choisi la méthode rationnelle vu que les surfaces obtenues sont assez faibles.

IV.3.1. La méthode rationnelle :

Cette méthode est utilisée pour des surfaces limitées (généralement inférieures à 10 ha). Le résultat est meilleur pour des aires encore plus faibles, du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement. Le débit déterminé par la relation ci-dessous, est proportionnel à l'intensité moyenne des précipitations au coefficient de ruissellement et à l'aire balayée.

$$Q = C_r \times S \times \alpha \times I \quad (IV.3)$$

- Q : le débit pluvial en (L/s).
- C_r : coefficient de ruissellement.
- S : surface d'apport en (ha).
- α : coefficient réducteur d'intensité.
- I : intensité moyenne de précipitation en (L/s/ha)

IV.3.2. Hypothèses de la méthode rationnelle :

Trois hypothèses fondent la méthode rationnelle :

- ✧ Le débit de pointe Q_p est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps t, de concentration du bassin versant.
- ✧ Le débit Q_p est proportionnel à l'intensité moyenne maximale « i » sur une durée égale au temps t de concentration du bassin versant.
- ✧ L'intensité « i » et le débit Q qui en résulte ont la même période de retour T. Ceci suppose donc que le coefficient de ruissellement « C_r » du bassin versant soit constant.

(Boualem, SALAH, 2014)

IV.3.3. Coefficient réducteur d'intensité « α » :

Coefficient minorateur déterminé d'après la répartition de la pluie et sa distribution dans l'espace. Nous supposons, vu le découpage des sous-bassins en surfaces très faible que la répartition de la pluie dans chaque sous-bassin est régulière et constante durant la chute de pluie. Les valeurs du coefficient réducteur α s'approchent de l'unité, par conséquent sera pris égal à 1. **(Boualem, SALAH, 2014)**

IV.3.4. Temps de concentration :

C'est une caractéristique d'un bassin, définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considérée.

Le temps de concentration t_c , se compose :

⌘ Du temps t_1 , en minutes mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations de longueur L

avec une vitesse v : $t_1 = \frac{L}{60v}$

⌘ Du temps t_2 mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement. Ce temps varie de 2 à 20 min.

⌘ Du temps t_3 de ruissellement dans un bassin de pente I en %, ne comportant pas de canalisation autrement dit le parcours superficiel du bassin de longueur L_s exprimé en Km.

$$t_3 = \frac{L_s}{11\sqrt{I}} \quad (IV.4)$$

Trois aspects sont à considérer :

- Le bassin ne comporte pas de canalisation ; nous considérons : $t_c = t_3$.
- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation, nous considérons :

$$t_c = t_3 + t_1$$

- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation, nous considérons : $t_c = t_2 + t_1$.

Dans le cas général, pour les zones peu allongées caractérisées par un plus long parcours L (km) de l'eau, le temps de concentration est donné par la relation suivante :

$$t_c = 3.98 \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0.77} \quad (IV.5)$$

(Boualem, SALAH, 2014)

IV.3.5. Résultats des débits pluviales :

Tab IV.4. Les débits pluviaux de chaque aire élémentaire.

N° d'aire	S_i (ha)	C_{ri}	α	I (l/s/ha)	Q_{pluv} (l/s)
1	10.5	0.56	1	84.22	495.214
2	8.85	0.62	1	84.22	462.115
3	7.34	0.6	1	84.22	370.905
4	9.82	0.7	1	84.22	578.928
5	10.17	0.67	1	84.22	573.867
6	4.01	0.74	1	84.22	249.914
7	6.41	0.68	1	84.22	367.098
8	9	0.71	1	84.22	538.166
9	3.23	0.8	1	84.22	217.624
10	6.68	0.83	1	84.22	466.949
11	9.16	0.85	1	84.22	655.737
12	10.58	0.78	1	84.22	695.017

IV.5. Les débits totaux des surface élémentaires :

Pour calculer le débit total d'une surface élémentaire, on fait la somme du débit des eaux usées domestiques et des services publics, d'eau pluviale et la quantité des eaux claires parasites mentionnée précédemment.

Le tableau suivant présente les résultats des calculs pour chaque surface.

Tab IV.5. Calcul des débits totaux

N° d'aire	S_i (ha)	Q_{pluv} (l/s)	$Q_{s.p}$ (l/s)	Q_{epc} (l/s)	Q_{dom} (l/s)	Q_t (l/s)	Q_t (m ³ /s)
1	10.5	495.214	0.694	1.575	13.402	510.885	0.5109
2	8.85	462.115	0.694	1.3275	12.692	476.829	0.4768
3	7.34	370.905	/	1.101	10.698	382.704	0.3827
4	9.82	578.928	2.500	1.473	15.169	598.070	0.5981
5	10.17	573.867	/	1.5255	15.063	590.455	0.5905
6	4.01	249.914	0.806	0.6015	7.799	259.122	0.2591
7	6.41	367.098	0.938	0.9615	10.614	379.611	0.3796
8	9	538.166	1.250	1.35	14.313	555.079	0.5551
9	3.23	217.624	0.278	0.4845	6.792	225.178	0.2252
10	6.68	466.949	0.014	1.002	12.796	480.762	0.4808
11	9.16	655.737	0.011	1.374	16.762	673.884	0.6739
12	10.58	695.017	0.278	1.587	17.567	714.449	0.7144

- Q_{pluv} : le débit pluvial.
- $Q_{\text{s,p}}$: les rejets des services publics.
- Q_{epc} : la quantité des eaux parasites claires.
- Q_{dom} : les rejets domestiques.
- Q_t : le débit total de la surface élémentaire.

IV.6. Conclusion :

En conclusion de ce chapitre, nous avons pris des décisions cruciales concernant le schéma et le tracé de l'évacuation, en plus de réaliser une découpe méthodique des sous-bassins en fonction des particularités de la région. Ce processus nous a conduit à identifier et définir 12 sous-bassins, sur lesquels nous avons minutieusement calculé les coefficients de ruissellement et de densité partiels. Ces calculs méticuleux sont fondamentaux pour obtenir une estimation précise des débits à évacuer, une étape qui sera abordée dans le chapitre suivant. Ces préparatifs solides constituent une base essentielle pour la gestion efficace et durable du système d'évacuation des eaux.

CHAPITRE V :

Calcul hydraulique du réseau.

CHAPITRE 5

Calcul hydraulique du réseau.

V.1. Introduction :

On s'intéresse dans ce chapitre au calcul des paramètres hydrauliques de chaque tronçon de notre réseau d'assainissement. L'écoulement dans toutes ouvrages et conduite existants ou projetés, faut satisfaire certaines conditions pour assurer le bon fonctionnement et la durabilité du réseau.

On doit garantir que les vitesses d'écoulement et les niveaux d'eau sont appropriés pour éviter les problèmes d'abrasion, de sédiments et de débordements.

V.2. Conditions d'écoulement :

Le réseau d'assainissement du type unitaire doit être auto-curer ; c'est-à-dire :

- Evacuation du sable avec des débits couramment atteints.
- Evacuation des vases fermentescibles avec le débit moyen d'eaux usées.

La satisfaction de ces deux conditions n'est pas très bien satisfaite pour l'évacuation du ruissellement de fréquence décennale avec :

⌘ 0.6 m/s pour (1/10) Q_{ps} .

⌘ 0.3 m/s pour (1/100) Q_{ps} .

Ces vitesses sont obtenues avec :

- ✓ Une vitesse de 1 m/s en pleine section circulaire.
- ✓ Une vitesse de 0.9 m/s en pleine section ovoïde.

(Boualem, SALAH,2014)

V.3. Conditions d'implantation :

Lors de l'implantation du réseau, il faut prendre la précaution de donner à la canalisation d'amont des pentes qui permettent l'auto-curage. La pente minimale est de 0.005. Si le réseau est doté de bouches sélectives, Cette pente pourra être diminuée. La profondeur du collecteur doit être de telle manière à ce que la conduite de branchement des immeubles ait une pente d'environ 3%. De préférence le raccordement avec le collecteur doit se faire par le haut et incliné.

V.4. Mode de calcul :

D'abord notre calcul est basé sur des hypothèses qu'on doit admettre :

- ❖ L'écoulement est permanent, uniforme à surface libre.
- ❖ Le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- ❖ La perte de la ligne d'énergie est assimilée à celle du radier du collecteur (réseau auto-curer qui satisfait les conditions d'auto-curage).

Le débit d'un écoulement à surface libre s'exprime avec la relation :

$$Q = V \times S_m \quad (V.1)$$

- Q : débit en [m³/s].
- V : vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
- S_m : section mouillée (m²) ; c'est la section transversale de la conduite occupée par l'eau (m²).

La vitesse moyenne d'écoulement peut s'exprimer avec la loi **Manning-strickler** :

$$V = K \times R^{\frac{2}{3}} \times I_m^{\frac{1}{2}} \left(\frac{m}{s} \right) \quad (V.2)$$

K : coefficient de rugosité qui dépend de la nature de la surface.

- R : le rayon hydraulique ; c'est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé (m).
- I_m : la pente motrice.

Donc la formule du débit sera :

$$Q = K \times S_m \times R^{\frac{2}{3}} \times I_m^{0.5} \left(\frac{m^3}{s} \right) \quad (V.3)$$

(Boualem, SALAH,2014)

On tire de cette formule l'équation du diamètre calculé :

$$D_{cal} = \left(\frac{4^{\frac{5}{3}} \times Q}{\pi \times K \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} (mm) \quad (V.4)$$

On définit les paramètres de formes suivant :

- R_Q : rapport des débits tel que : $R_Q = \frac{Q}{Q_{ps}}$.
- R_v : rapport des vitesses ; $R_v = \frac{V}{V_{ps}}$.

- R_h : rapport des hauteurs $R_h = \frac{h}{D}$.

Tel que la vitesse (V_{ps}) et le débit (Q_{ps}) pleine section sont donnés par les relation suivantes :

$$V_{ps} \left(\frac{m}{s} \right) = K \times \left(\frac{D_{nor}}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \sqrt{I_m} \quad (V.5)$$

$$Q_{ps} \left(\frac{m^3}{s} \right) = V_{ps} \times \frac{\pi D_{nor}^2}{4} \quad (V.6)$$

La vitesse moyenne et la hauteur de remplissage seront calculées à partir des paramètres de forme cités déjà.

Remarque : les tableaux dans l'ANNEXE-III présentent le calcul hydraulique dans les différents tronçons de notre réseau, faites à l'aide du EXCEL et COVADIS.

V.5. Les ouvrages hydrauliques du réseau :

V.4.1. Les conduites :

Les conduites représentent la partie principale du système d'évacuation des eaux usées et pluviales. On distingue :

- Les conduites cylindriques.
- Les conduites ovoïdes préfabriquées.
- Les ouvrages visitables.

Les conduites à section circulaire sont désignées par leurs diamètres nominaux en (mm). Les conduites ovoïdes sont désignées par leurs hauteurs intérieures, nominales exprimées en (cm).

(Boualem, SALAH,2014)

*fig V.1. Conduites ovoïdes.**Source : archiexpo.fr*

En assainissement, nous rencontrons

- Les conduites métalliques.
- Les conduites en amiante ciment.
- Les conduites en béton armé et non armé.
- Les conduites en gré.
- Les conduites en polyéthylène (haute densité).
- Les conduites en polychlorure de vinyle non plastifié.

L'utilisation des conduites circulaires est réservée pour les faibles sections. Par rapport aux autres formes de sections, la forme circulaire est très simple à fabriquer. Elle peut être utilisée pour les grandes sections avec certains inconvénients.

- Largeur importante de la tranchée.
- Vitesse d'écoulement faible pour des tirants d'eau faibles dans les sections de la canalisation, d'où surgit la difficulté du curage et d'entretien. (Boualem, SALAH,2014)

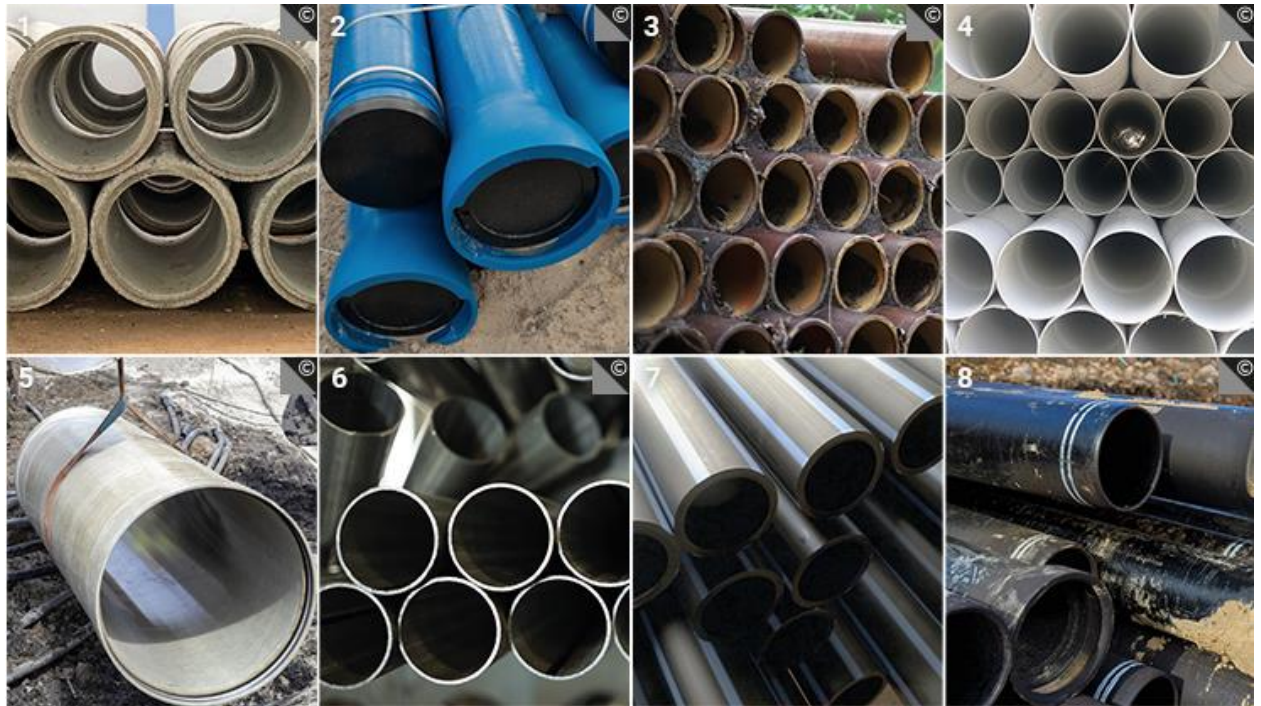


fig V.2. Différents matériaux des conduites

Source : tpdemain.com

V.4.2. Assemblage des conduites :

➤ En plastique :

Les conduites sont assemblées par collage où par bagues d'étanchéité.

➤ En béton armé :

- *Joint type ROCLA* : c'est un joint à emboîtement où l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce joint s'adapte pour les terrains en pente grâce à l'immobilité de cet anneau dans un logis. Le jeu de 1 cm permet la non transmission des contraintes longitudinales. Il est valable pour tous les diamètres.
- *Joint torique* : Il est remplacé dans la plupart des cas par le Rocla. Il s'adapte pour les sols faibles, à condition que la pression ne soit pas trop élevée. Il s'adapte également pour les terrains en pente, grâce au jeu de 1 cm.
- *Joint à demi-emboîtement* : La liaison entre les deux bouts se fait par bourrage de ciment utilisé uniquement pour les terrains durs et la canalisation sans charge. Le déboîtement est très facile pour les terrains qui tassent et en pente.
- *Joint à collet* : C'est un joint à emboîtement rigide, avec collage en ciment utilisé que dans les bons sols, à éviter dans les terrains argileux.

- *Joint plastique* : C'est un joint étanche et résistant même s'il est en charge. La présence du cordon de butée en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribuent à la bonne étanchéité. Il s'adapte presque tous les sols si la confection est bien faite.



fig V.3. Joint torique.

Source : baekelite.com

V.4.3. Choix des conduites :

Ces types de canalisations étant appelées à être placées dans les excavations profondes.

Dans certains cas le choix du matériau doit répondre aux trois points :

- Résistance aux actions chimiques du sol
- Bonne étanchéité (fuites d'eaux usées augmentant l'agressivité du terrain).
- Résistance aux actions mécaniques dues aux charges externes.

En pratique, deux matériaux sont utilisés pour confectionner les conduites d'égout :

- **Le P.V.C** : excellente étanchéité, très grande facilité de pose, très bonne caractéristique hydraulique, bonne résistance mécanique.
- **Béton armé** : Il est indispensable pour les grandes sections, mais son étanchéité est faible.

(Boualem, SALAH,2014)

V.4.4. Les bouches d'égout :

Elles servent à l'absorption de l'eau de surface (pluviale et de l'eau de lavage des chaussées).

Elles sont utilisées aux points bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption du côté latéral) soit dans la chaussée (absorption par le haut).

La distance entre les bouches d'égout est en moyenne de 50 m. La section d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

(Boualem, SALAH,2014)



fig V.4. Deux types des bouches d'égout.

Source : shutterstock.com

V.4.5. Les regards :

“Leur rôle est de permettre l'accès aux ouvrages visitables, pour le débouage, le nettoyage des canaux, et l'aération des canaux.

La fonction doit respecter la forme du canal. L'emplacement et la distance entre deux regards varient avec la topographie du site et la nature des ouvrages.

Un regard doit être installé sur les canalisations :

- ✓ À tous les points de jonction
- ✓ Au changement de direction
- ✓ Au changement de pente de canaux.
- ✓ Aux points de chute.
- ✓ Pour les canalisations plus petites et non praticables.

Dans le cas des grands ouvrages visitables (par exemple les canaux à banquettes), la distance entre les deux regards varie entre 200 et 300 m. Dans le cas des terrains à pentes régulières (ligne droite) l'espacement varie de 50 à 80 m (surtout pour les canalisations non praticables). En général pour les canalisations visitables le regard doit être placé sur le côté latéral. Ce dernier sera placé à cheval sur la canalisation (axe) non praticable en général. “

(Boualem, SALAH,2014)

- ⌘ **Les regards simples** : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.

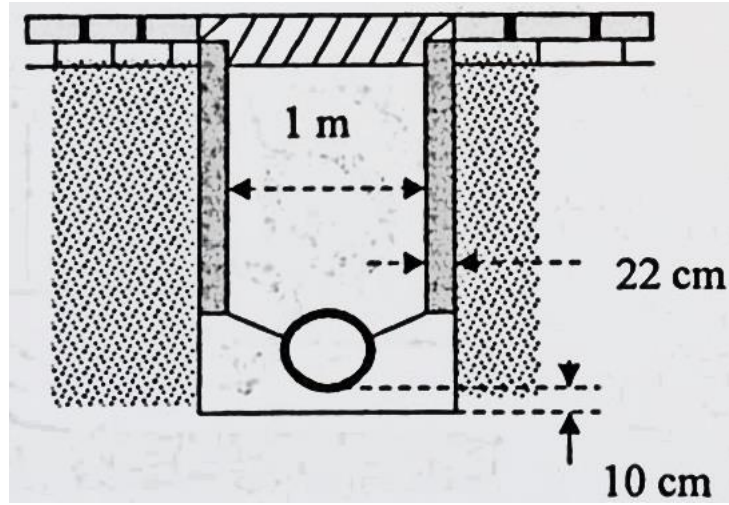


fig V.5. Schéma regard simple.

Source : Assainissement des eaux usées et pluviale par SALAH Boualem.

- ⌘ **Regard latéral** : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important.

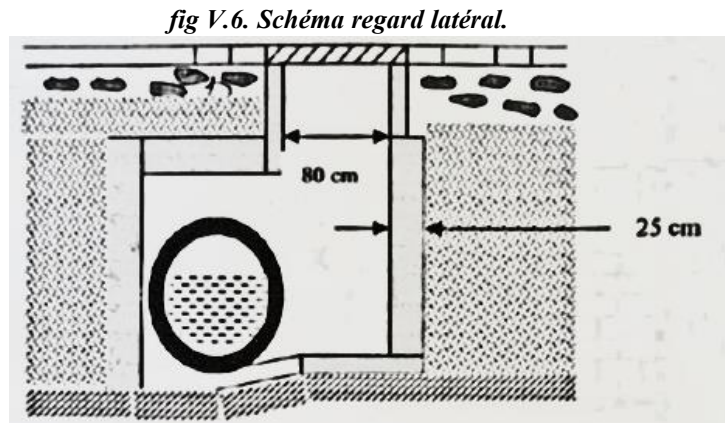


fig V.6. Schéma regard latéral.

Source : Assainissement des eaux usées et pluviale par SALAH Boualem.

- ⌘ **Regard de jonction** : Il sert à unir deux collecteurs de même ou de différentes sections.

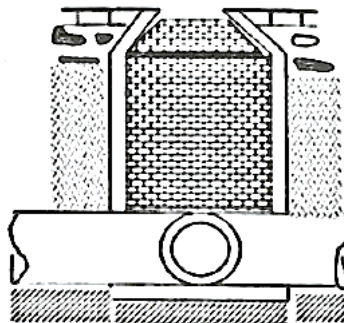


fig V.7. Schéma regard de jonction.

Source : Assainissement des eaux usées et pluviale par SALAH Boualem.

- ⌘ **Regard de chute** : C'est l'ouvrage le plus répandu en Assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté.

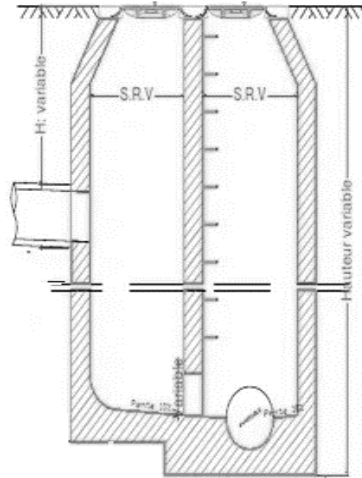


fig V.8. Schéma regard de chute.

V.4.6. Déversoir d'orage :

Un déversoir d'orage est un ensemble de dispositifs permettant d'évacuer vers le milieu naturel les pointes de ruissellement de manière à décharger le réseau d'aval. Quel que soit le type d'ouvrage, un déversoir doit assurer trois fonctions essentielles :

- Évacuer sans surverse et sans remous le débit d'eaux usées de temps sec.
- Évacuer sans surverse le débit critique.
- Surverser le débit excédentaire de pluie et d'orage sans mise en remous nuisible du réseau amont et sans surcharge excessive en débit du réseau aval.
- Assurer le partage du flux polluant entre milieu naturel et collecteur aval. Ce partage est différent suivant le type du déversoir d'orage, sa position sur le réseau et, les ouvrages annexes.
- Assurer la fonction de by-pass ou ouvrage d'échange : envoyer les eaux excédentaires lors des orages vers un autre collecteur en assurant un rôle de maillage du réseau pour avoir la capacité de transport.

(Boualem, SALAH,2014)

V.4.6.1. Déversoir à seuil latéral à conduite étranglée :

Le déversoir classique à seuil haut ou bas peut être partialisé et équipé de dispositif de vannage. Il présente l'intérêt majeur de permettre la conception d'un seuil long sans occuper beaucoup de place.

PS : C'est le type qu'on choisit pour notre projet, situé à l'amont de la STEP qu'elle sera réalisée.

V.4.6.2. Calcul de déversoir :

On a comme données de départ les paramètres suivants :

- Diamètre de la conduite d'arrivée : $D_N=1200\text{mm}$.
- $Q_t = 4.6 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_{pte} = 0.28 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_{PS} = 5.01 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $t_c = 3.98 \left[\frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0.77} = 23.08 \text{ min}$.

➤ **Calcul de débit critique :**

$$Q_{cr} = Q_t \times \left(1 - \frac{t_c}{100} \right) = 4.6 \times \left(1 - \frac{23.08}{100} \right) = 3.44 \text{ m}^3/\text{s} .$$

➤ **Calcul de débit de STEP :**

On prend une dilution de 2 :

$$Q_{STEP} = Q_{pte}(1 + 1) = 2 \times 0.28 = 0.56 \text{ m}^3/\text{s}.$$

➤ **Calcul du débit déversé :**

$$Q_{dév} = Q_{cr} - Q_{STEP} = 3.44 - 0.96 = 2.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ **Calcul des hauteurs :**

☒ h^{STEP} :

$$r_Q^{STEP} = \frac{Q_{STEP}}{Q_{PS}} = \frac{0.56}{5.01} = 0.11. \text{ De l'abaque de l'ANNEXE-I- on tire : } r_H^{STEP} = 0.09$$

Donc :0

$$h^{STEP} = r_H^{STEP} \times D_N = 0.09 \times 1.2 = 0.108\text{m}.$$

☒ h^{cr} :

$$r_Q^{cr} = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \frac{3.44}{5.01} = 0.68 \text{ de la même façon on détermine } r_H^{cr} = 0.6$$

Alors :

$$h^{cr} = r_H^{cr} \times D_N = 0.6 \times 1.2 = 0.72\text{m}.$$

☒ $h^{dév}$:

$$h^{dév} = h^{cr} - h^{STEP} = 0.72 - 0.108 = 0.612\text{m}$$

➤ **Calcul de la longueur de seuil :**

En appliquant la formule :

$$Q_{dev} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = mL_{dev} h_{dev} \sqrt{2gh} \Rightarrow L_{dev} = \frac{Q_{dev}}{mh_{dev} \sqrt{2gh}}$$

Avec :

- m : coefficient de débit dépend de la hauteur de la pelle, de la vitesse d'approche et d'obliquité de déversoir, on a $m=0.325$.
- L_{dev} : longueur de déversoir en (m).

En faisant l'application numérique on trouve $L_{dev}=3.5m$.

Remarque :

On a $Q^{STEP}=0.96 \text{ m}^3/\text{s}$ en dimensionnant la conduite vers STEP de la même façon des autres canalisations, on trouve : $D_{STEP} = 600 \text{ mm}$ avec $I=0.03$.

Aussi, la conduite vers le milieu naturel $Q_{dev}=2.48 \text{ m}^3/\text{s}$ ce qui va nous donner $D_{dev}= 1000 \text{ mm}$ avec $I=0.012$.

V.6. Conclusion :

Après avoir calculer les paramètres hydrauliques de tous les tronçons du réseau en vérifiant les conditions d'écoulement, on a obtenu les résultats suivants :

- ✓ 42 tronçons à rénover d'un métrage de **1896.2 ml**.
- ✓ 97 tronçons à projeté de **3790.0 ml**.
- ✓ 139 tronçons à maintenir.

Aussi que le calcul de déversoir nous a donné les résultats suivants :

- $h^{dev}=0.62m$.
- $L_{dev}=3.5m$.

CHAPITE VI :

Organisation de chantier.

CHAPITRE 6

Organisation De Chantier.

VI.1. Introduction :

L'optimisation de l'impact économique des ouvrages hydrauliques est indissociable d'une organisation méthodique et efficiente. Cette organisation requiert une planification précise, une coordination adéquate et une mise en œuvre diligente des ressources nécessaires, visant à garantir la réalisation et l'exécution des travaux dans des conditions optimales et des délais minimaux.

Parallèlement, la conception et la mise en place d'un système d'assainissement se trouvent encadrées par des normes légales applicables à tous les chantiers, qu'ils se situent en milieu urbain ou rural, s'inscrivant dans une démarche essentielle pour préserver l'environnement et la santé publique. Afin de parvenir à une exécution optimale de ces projets, le respect des principes d'organisation du chantier est crucial.

VI.2. Emplacement des canalisations dans le chaussé :

L'emplacement de la canalisation est variable suivant la chaussée et le système de réseau. Dans le cas où la largeur des rues ne dépasse pas 10 à 15 m, la canalisation est posée dans l'axe de la chaussée. Dans le cas où la chaussée est plus large, la pose de la canalisation sous chaque trottoir est à envisager. Les canalisations peuvent être placées :

- Dans le terrain naturel, solution la plus courante.
- Dans les galeries accessibles.
- Dans le terrain de fouille.

VI.3. Les tâches principales des travaux :

Les tâches sont les suivants :

- Vérification, manutention des conduites.
- Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de végétation.
- Emplacement des jalons des piquets.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Assemblage des tuyaux.
- Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Remblai des tranchées.

VI.4. Stockage des matériaux :

Aire de stockage est située de préférence proche des accès, est doit être protégée (pour éviter les vols de matériaux), elle sert à stocker les matériaux, les éléments préfabriqués et matériels.

(D, KAHLERRAS, 2018)

Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation ; Éviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques.

VI.5. Chargement et transport :

Le chargement des véhicules doit être effectuée de façon à ce qu'aucune détérioration ou déformation des tubes et des accessoires ne se produise pendant le transport.

Nous devons éviter :

- ▲ Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- ▲ Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes.
- ▲ Les emboitures doivent dépasser la pile.

VI.6. Le piquetage :

Suivant les tracés du plan de masse, les jalons des piquets doivent être placés dans chaque point d'emplacement d'un regard à chaque changement de direction ou de pente et à chaque branchement ou jonction de canalisation.

VI.7. Travaux de terrassement :

D'une façon générale, tout mouvement de terres (remblai ou déblai) constitue un terrassement ; creuser une fouille, une rigole ou plus généralement modifier le relief du sol représente en soi des terrassements.

Les travaux de terrassement sont généralement précédés par des opérations d'implantation et de piquetage destinés à matérialiser les mouvements de terres en fonction des nivellements définitifs à obtenir. (D, KAHLERRAS, 2018)

VI.6.1. Décapage :

C'est l'opération qui permet de retirer du sol, les souches des arbres abattues. Cette opération peut se faire à l'aide de pousseur si le nombre de souches est important et leur taille modeste ou encore avec une pelle hydraulique lorsque le nombre de souches est modeste.

Lors de l'opération de décapage, on retire la couche de sol organique qui se trouve sur le site des travaux de terrassement. Ce sol organique est soit entassé pour servir ultérieurement lors de l'aménagement final, soit transporté à l'extérieur du site des travaux. (D, KAHLERRAS, 2018)

VI.6.2. Excavation des tranchées :

Les travaux d'excavation des tranchées se font mécaniquement, on doit suivre les pentes des conduites même si les tranchées sont très profondes (3 à 4 m), il faut veiller à ce que la conduite d'assainissement soit plus basse que celle d'eau potable, pour éviter la contamination de l'eau en cas de fuite d'eau usée. Pour les regards et les autres ouvrages, la tranchée sera généralement creusée de façon qu'entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée y'aura un espace libre. (D, KAHLERRAS, 2018)

➤ ***Largeur du fond de la tranchée :***

$$B = d + (2 \times 0.3)(m) \quad (VI.1)$$

- B : largeur d'ouverture de tranchée.
- d : diamètre de la conduite.

➤ ***Profondeur de la tranchée :***

$$H = e + d + h(m) \quad (VI.2)$$

- H : profondeur de la tranchée. (m)
- e : épaisseur de lit de pose.(m)
- d : diamètre de la conduite.

- h : la hauteur du remblai.

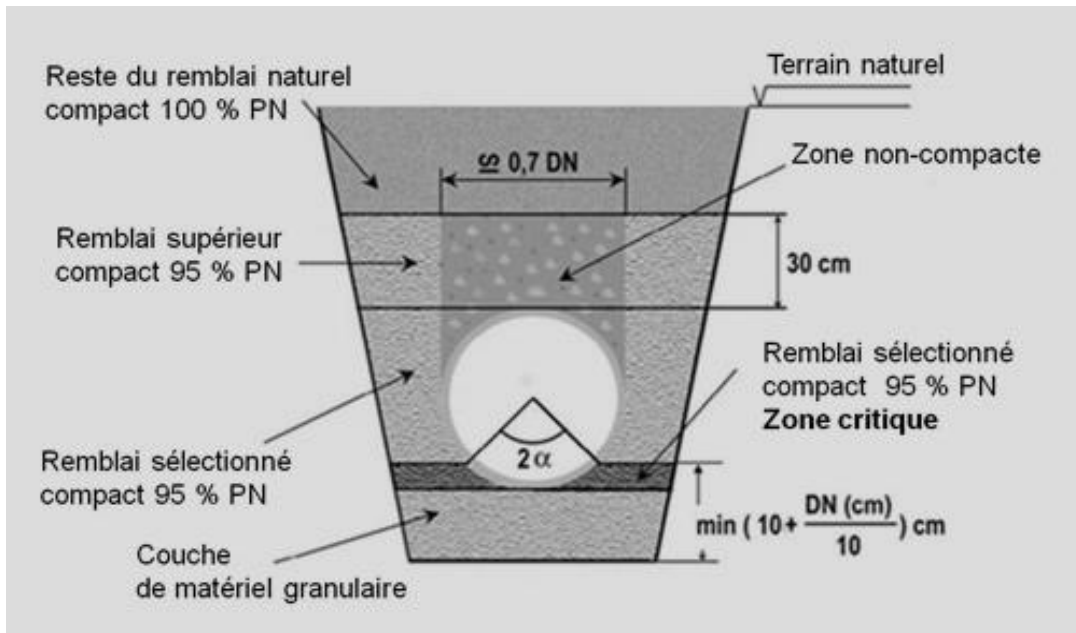


fig VI.1. Coupe transversale de la tranchée.

Source : soudure-plastique.com

VI.6.3. Production en terrassement des engins :

C'est le taux horaire auquel on déplace le matériau. Il s'exprime à l'aide d'unités diverses :

- Mètre cube en place : mètre cube de matériau mesuré à l'état normal dans le sol avant l'excavation.
- Mètre cube foisonné : mètre cube de matériau après excavation, et par conséquent, affecté par le foisonnement.
- Mètre cube compacté : mètre cube de matériau après le compactage qui a réduit son volume antérieur.

(D, KAHLERRAS, 2018)

VI.8. Le lit de sable :

Les conduites seront posées sur un lit de pose de sable d'épaisseur égale au moins à 10 cm. Le lit de sable devra être bien nivelé suivant les côtes du profil en long et doit être constitué de sable contenant au moins 12 % de particules inférieures à 0,1mm.

Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaire : exécution d'un béton de propreté, des berceaux ou même des dalles de répétition. (CHARAD, Mohamed Amir,2019)

VI.9. La pose des conduites :

La pose de canalisation d'assainissement s'opère de l'aval vers l'amont. Avant la mise en place des conduites en fouilles on procède au triage des conduite de façon à remplacer celles

qui ont subi des chocs importants, ou des fissurations, on doit s'assurer au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur des conduites. On doit vérifier l'état de revêtement intérieur et extérieur des tuyaux.

Une conduite doit toujours être posée avec une légère pente afin de créer des points pour évacuer l'air entrainé, soit lors du remplissage, ou pendant le fonctionnement des conduites.

Les tuyaux seront posés en fouilles au moyen d'une grue ou d'une pose tube, la descente des tuyaux doit être faite lentement et dans l'ordre. Il faut aussi vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux. (CHARAD, Mohamed Amir, 2019)

VI.10. Assemblage des conduites :

Il existe différents assemblages de tuyaux. Méthodes autorisées :

- ✓ ***Avec Chaînes Et Élingues*** : Le tuyau est suspendu par des chaînes ou des élingues et déposé dans le fond de la tranchée ; dès que l'embout mâle est positionné à hauteur du manchon, le tuyau est inséré par traction d'une grue. La chaîne ou l'élingue est serrée au plus près sur le tuyau à insérer et une force de traction est appliquée par le bras de la grue.
- ✓ ***Avec Des Outils De Traction (Tire-Fort)*** : Cette méthode convient surtout pour les tuyaux de grandes dimensions : on utilise un ou plusieurs tirefort ou un système de serrage pour tirer les tuyaux l'un dans l'autre. L'avantage majeur de ce système est que la force est appliquée dans l'axe de la canalisation en l'absence de tout mouvement incontrôlé.

(CHARAD, Mohamed Amir, 2019)

VI.11. Remblaiement et compactage des tranchées :

Après la pose des canalisations, le remblaiement des tranchées est effectué afin de reconstituer le terrain naturel ; les remblais sont effectués par couches de 20cm soigneusement compactées et damées. Le remblaiement des tranchées et leur compactage est effectué avec des engins généralement : le chargeur et le rouleau lisse. (D, KAHLERRAS, 2018)

VI.12. Les engins :

VI.11.1. Le Bulldozer ou Bouteur :

Le bulldozer est un engin d'excavation et de refoulement qui se compose d'un tracteur sur chenilles ou sur pneus, muni à l'avant d'une lame horizontale perpendiculaire à l'axe longitudinal du tracteur (sens de la marche). La lame est fixée au châssis par deux forts

longerons autorisant un mouvement de montée et de descente commandé par vérins hydrauliques :

- L'angle d'attaque de la lame est réglé par un vérin d'inclinaison.
- Le levage de la lame est assuré par deux vérins fixés au châssis à l'avant du tracteur.

(D, KAHLERRAS, 2018)



fig VI.2. Un bulldozer.

Source : topmarkfunding.com

VI.11.2. La chargeuse :

C'est un engin qui est sur pneus ou sur chenilles. Les chargeuses à chenilles sont utilisées sur des terrains où les conditions du sol sont très mauvaises. Les chargeuses sur pneus sont employées de plus en plus à cause de leur grande mobilité (rapidité de manœuvre, plus grande facilité de déplacement).

La chargeuse se compose d'un tracteur équipé d'un godet ou benne relevable au moyen de deux bras latéraux articulés. Le godet est basculant. La commande du levage et du basculement du godet est hydraulique.

Les chargeuses sont des engins de chargement les plus couramment utilisés, et font la même fonction que les pelles mécaniques. (D, KAHLERRAS, 2018)



fig VI.3. La chargeuse sur pneus.

Source : omniamachinery.com

VI.11.3. La chargeuse pelleuse (rétro chargeur) :

Engin automoteur sur pneus équipé à l'avant d'un godet large et à l'arrière d'une pelle-rétro. Destiné en particulier aux petits chantiers de VRD, il assure donc les fonctions d'une chargeuse et d'une pelle hydraulique.



fig VI.4. Un rétro chargeur.

Source : enmtp.com

VI.11.4. La niveleuse ou grader :

La niveleuse est un engin utilisé pour les terrassements légers. Elle est soit tractée, et on l'appelle GRADER, soit automotrice, et on l'appelle MOTORGRADER. Cette dernière est beaucoup plus utilisée. La niveleuse comporte un châssis sur 4 à 6 roues à pneus au centre duquel est fixée une lame mobile.

Pour les petits engins, la lame est généralement commandée à la main, par l'intermédiaire de volants. Pour les modèles plus lourds, les opérations sont commandées par des manettes (vérins).

(D, KAHLERRAS, 2018)



fig VI.5. MOTORGRADER

Source : constrofacilitator.com

VI.11.5. La pelle hydraulique :

La pelle est un engin de terrassement qui travaille en station. Elle est aussi appelée pelle mécanique, ou excavateur pour chargement stationnaire. Elle est soit :

- Portée (sur camion, wagon, ...)
- Automotrice sur chenilles, pneus ou rail
- À poste fixe sur socle

(D, KAHLERRAS, 2018)



fig VI.6. Pelle hydraulique.

Source : fr.wikipedia.org

VI.11.6. Les rouleaux à cylindres lisses :

Ils sont toujours très employés. Les bandages en acier sont disposés en tricycle, avec recouvrement d'une voie sur l'autre d'environ 10 cm. Ces rouleaux qui sont tractés ont de la peine à monter sur un remblai de quelque hauteur. Leur effet de tassement s'exerce de haut en bas. Les cylindres rigides présentent le désavantage de provoquer un bourrelet mouvant devant eux, lorsque le soubassement n'est pas rigide. Ils ont tendance à accentuer les ondulations de la surface remblayée.

(D, KAHLERRAS, 2018)



fig VI.7. Un rouleau compacteur

Source : equipementscooper.ca

VI.13. Devis quantitatif :

Afin d'avoir une idée sur le cout de réalisation de notre projet, il faut passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant.

Les différentes tâches effectuées par ordre chronologique sont :

- ✦ Les travaux de décapage de la Couche de terre végétale.
- ✦ L'exécution des tranchées.
- ✦ La fourniture et la pose du lit de sable.
- ✦ La fourniture et la pose des buses en béton ou en béton arme.
- ✦ La construction des regards et des déversoirs d'orage en béton arme.
- ✦ Les Tavaux de remblaiement de la tranchée.
- ✦ Le transport des sols excédentaires.

Le logiciel Covadis permet de faire le bordereau des prix et d'établir le devis quantitatif et estimatif. (CHARAD, Mohamed Amir,2019)

VI.13.1. Calcul des volumes :

❖ Volume de décapage :

$$V_{d\acute{e}c} = H_{d\acute{e}c} \times L \times b(m3) \quad (VI.3)$$

- $H_{d\acute{e}c}$: Profondeur de la couche à décaper (10cm).
- L : Longueur de la tranchée en (m).
- b : Largeur de la couche à décaper.

❖ Volume de déblai :

$$V_{d\acute{e}b} = B \times L \times H(m3) \quad (VI.4)$$

- B : Largeur de la tranchée. (m)
- L : Longueur de la tranchée. (m)
- H : profondeur de la tranchée. (m)

❖ Volume de lit de sable :

$$V_{lit} = B \times L \times e(m3) \quad (VI.5)$$

- B : Largeur de la tranchée. (m)
- L : Longueur de la tranchée. (m)
- e : épaisseur de la couche de sable. (m)

❖ **Volume occupé par la canalisation :**

$$V_{cond} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L(m^3) \quad (VI.6)$$

- L : Longueur de la tranchée. (m)
- D : diamètre de la conduite. (m)

❖ **Volume de remblai :**

$$V_{rem} = V_{déb} - (V_{con} + V_{lit})(m^3) \quad (VI.7)$$

❖ **Volume excédentaire :**

$$V_{exc} = V_f - V_{rem}(m^3) \quad (VI.8)$$

- V_f : volume foisonné :

$$V_f = V_{déb} \times K_f \quad (VI.9)$$

-

Tel que K_f coefficient de foisonnement.

Les résultats des calculs sont les suivants :

Les résultats sont en (m³).

Tab VI.1. Résultats des volumes.

<i>Volume décapage</i>	<i>Volume déblai</i>	<i>Volume conduite</i>	<i>Volume lit de sable</i>	<i>Volume de remblai</i>	<i>Volume excédentaire</i>
596.80	11936.07	2921.27	596.80	8417.99	6382.73

Tab VI.2. Devis quantitatif estimatif.

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix unitaire DA	Montant
A	Travaux de terrassement				
1	Décapage de la terre végétale	m3	596.80372	250	149200.9295
2	Déblai de tranché	m3	11936.074	350	4177626.025
3	Pose de lit de sable	m3	596.80372	1500	895205.5768
4	Remblai de tranché	m3	8417.9948	300	5008560
5	Evacuation du déblai excédentaire	m3	6382.7374	500	3191368.707
B	Canalisation				
	Fourniture, transport et pose de canalisation				
1	Canalisation :				
PVC	CR8-300	ml	2877	1734	4989351.295
	CR8-400	ml	891	2700	2404725.543
	CR8-500	ml	925	3100	592465.3398
	CR8-600	ml	191	4228	3911774.564
Béton armé	135A-800	ml	369	7630	2816775.73
	135A-1000	ml	275	8429.08	2314236.371
	135A-1200	ml	158	11015.82	1741568.625
C	Construction				
1	Construction des regards en béton armé	u	230	45000	10350000
2	Déversoir d'orage	u	1	300000	300000
	THT				42842858.71
	TVA 19%				8,140,143
	TTC				50,983,002

Remarque : La source des prix des conduites en PVC est CHIALI (2022), pour les prix de celles en béton armé et les prix des regards sont pris du catalogue de *Sarl FABP Sadoudi Nacer*,

VI.14. Délais de réalisation du projet :

Opération	TR	DCP	DFP
Piquetage	5	0	5
Décapage	10	5	15
Excavation des tranchés	16	15	31
Lit de sable	10	31	41
Construction des ouvrages	24	41	65
Mise en place des ouvrages	14	65	79
Pose des conduites	10	79	89
Assemblage des conduites	12	89	101
Remblais	18	101	119
Finition	5	119	124

Tab VI.3. Calcul du délai de projet.

- TR : temps de réalisation.
- DCP : date de commencement de projet.
- DFP : date de finition de projet.

D'après les calculs on arrive à estimer le temps de réalisation du projet qui est proche de : **3 mois.**

VI.15. Conclusion :

On arrive enfin de ce chapitre à estimer une valeur du coût de projet proche de 51000000DA, et après avoir faire les calculs des temps de réalisation des différentes opérations, on est arrivé à estimer un délai de réalisation de ce projet qui est proche de 3 mois.

Conclusion générale :

La croissance démographique rapide et l'urbanisation sans planification adéquate ont entraîné une surcharge et une détérioration progressive des infrastructures d'assainissement, mettant en péril la santé publique, l'environnement et la qualité de vie des habitants.

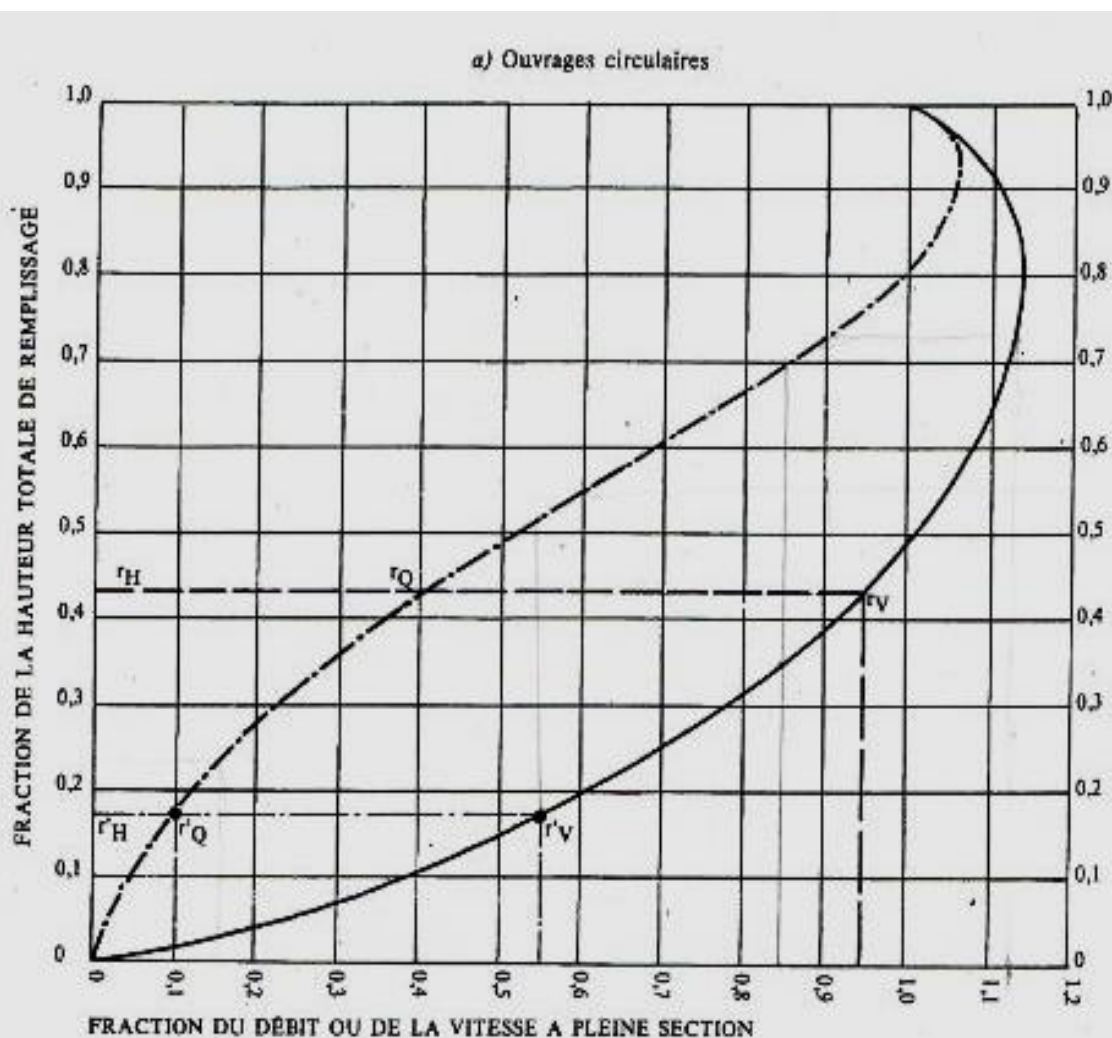
Le nouveau tracé projeté dans notre étude possède un coût un peut élever, mais il a une grande importance pour la couverture de la majorité des coins du site, ainsi que le déversoir d'orage qui est un élément hydraulique très essentiel dans le réseau vu qu'ils vont construire une STEP, ceci va bien aider la performance de cette dernière.

La réhabilitation du réseau d'assainissement revêt une importance cruciale pour la préservation de la santé publique en réduisant les risques sanitaires liés à la contamination des eaux et en garantissant un traitement adéquat des eaux usées.

Références bibliographiques :

- ❖ [1] : Ait-Hamouda, M., et al. (2019). La géologie de la région d'Ouled Sellam (Algérie). *Journal of African Earth Sciences*, 153, 103-114.
- ❖ [2] : Ait-Hamouda, M., et al. (2019). La géologie de la région d'Ouled Sellam (Algérie). *Journal of African Earth Sciences*, 153, 103-114.
- ❖ [3] : Boudjelal, M., et al. (2017). Le paysage d'Ouled Sellam (Algérie). *Géographie physique et environnement*, 56, 1-12.
- ❖ [4] : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie. (2023). Atlas des sols d'Algérie. Alger : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- ❖ [5] : Université de Constantine 2, Algérie. (2021). Étude des ressources en sol de la région d'Ouled Sellam. Constantine : Université de Constantine 2.
- ❖ [6] : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2022). Rapport sur les ressources en sol du monde.
- ❖ Régis, BOURRIER, 1981 : « ***les réseaux d'assainissement, calculs, applications et perspectives*** ». Lavoisier. Paris.
- ❖ Boualem, SALAH, 2014 : « ***Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomération*** ». ENSH. BLIDA.
- ❖ Bénina, TOUAIBIA, 2004 : « ***manuel pratique d'hydrologie*** ». ENSH. BLIDA.
- ❖ CHARAD, Mohamed Amir, 2019 : MFE « ***INTERCEPTION DES REJETS D'EAUX USEES DE LA ZONE NORD-OUEST DE LA WILAYA DE L'EULMA*** ». ENSH. BLIDA.
- ❖ KERLOC'H Bruno et MAELSTAF Damien : « ***LE DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT DES AGGLOMERATIONS*** ».
- ❖ D. KAHLERRAS, 2018 : « ***Organisation de chantier*** ». ENSH. BLIDA.

Variation des débits et des vitesses en fonction du remplissage.



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

Pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$.

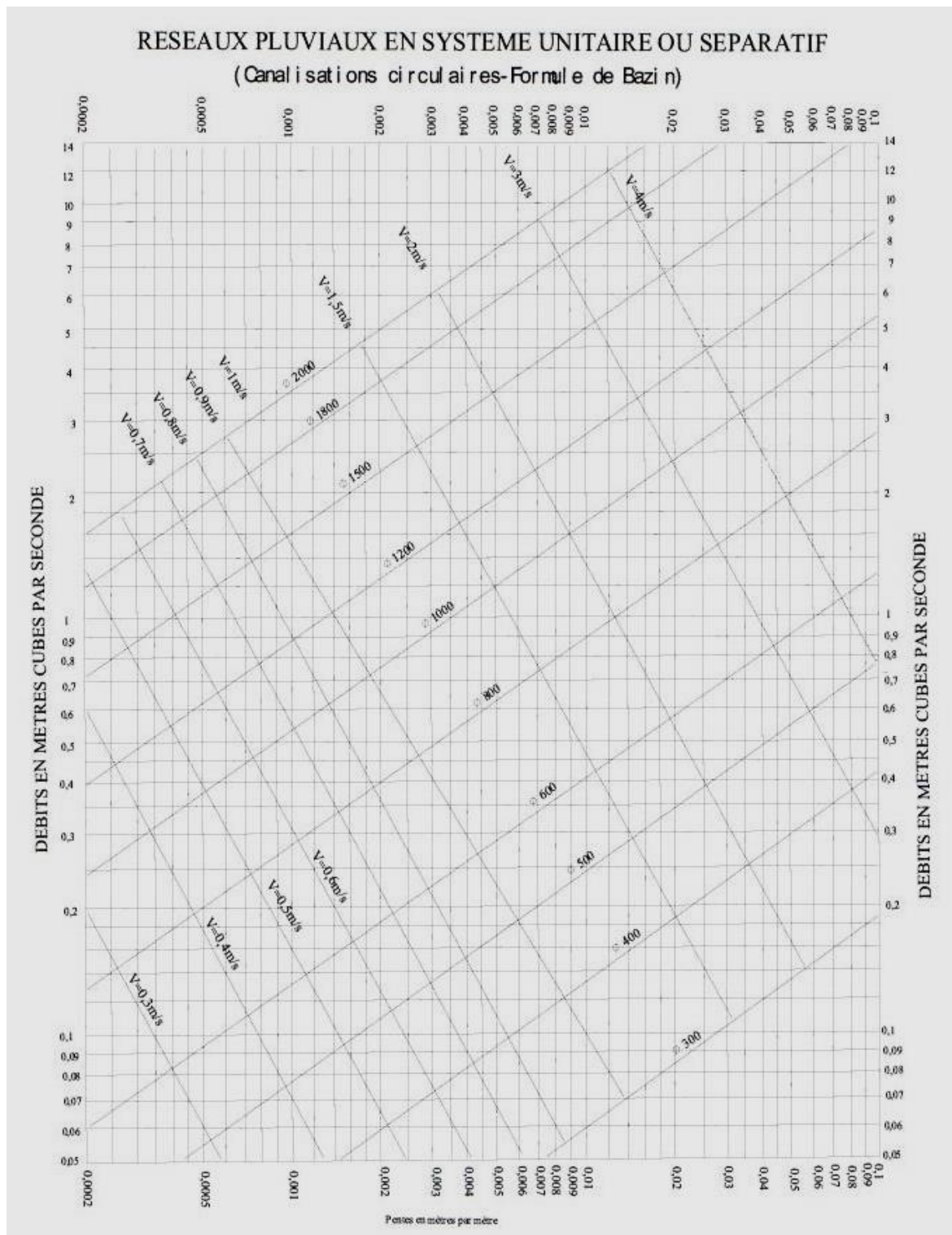
Pour $Q_{ps}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$ (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport $r_Q = 1,00$ est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

La vitesse maximum ($r_V = 1,14$) est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Dimensionnement des canalisations circulaires d'après la formule de Bazin.



Annexe -III-

SB	Tronçon	Cote AM (m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{PS} (mm)	Q _{PS} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage
SB1	N98 N98-1	911.45	911.00	34.55	0.03	0.05	0.001	0.05	100	167.37	300	3.05	0.22	0.21	0.72	0.27	2.20	79.76	Auto curage vérifié
	N98-1 N192	911.00	910.00	40.22	0.03	0.05	0.001	0.09	100	212.02	300	3.25	0.23	0.40	0.93	0.42	3.01	126.62	Auto curage vérifié
	N192 N192-1	910.00	910.00	53.58	0.03	0.05	0.001	0.14	100	249.66	300	3.15	0.22	0.62	1.04	0.57	3.30	171.84	Auto curage vérifié
	N192-1 N192-2	910.00	910.90	39.82	0.03	0.05	0.001	0.18	100	274.96	300	3.25	0.23	0.80	1.10	0.68	3.56	202.57	Auto curage vérifié
	N192-2 N193	910.90	907.30	44.34	0.04	0.05	0.001	0.23	100	297.34	300	3.30	0.23	0.99	1.13	0.81	3.74	243.34	Auto curage vérifié
	N194 N195	913.00	912.11	60.23	0.04	0.05	0.001	0.05	100	160.12	300	3.44	0.24	0.19	0.68	0.24	2.35	73.49	Auto curage vérifié
	N195 N195-1	912.11	914.88	48.06	0.03	0.05	0.001	0.09	100	215.73	300	3.10	0.22	0.42	0.94	0.44	2.92	131.04	Auto curage vérifié
	N195-1 N196	914.88	913.48	48.06	0.04	0.05	0.001	0.14	100	240.57	300	3.48	0.25	0.56	1.02	0.54	3.56	161.06	Auto curage vérifié
	N196 N193	913.48	907.49	58.96	0.04	0.05	0.001	0.18	100	273.47	300	3.30	0.23	0.79	1.09	0.67	3.61	200.58	Auto curage vérifié
SB2	N209 N203	911.20	912.25	60.00	0.03	0.09	0.003	0.09	100	226.54	300	2.79	0.20	0.48	0.98	0.48	2.73	144.11	Auto curage vérifié
	N201 N202	913.14	911.34	59.06	0.03	0.09	0.003	0.19	100	291.63	300	2.84	0.20	0.94	1.12	0.77	3.20	230.10	Auto curage vérifié
	N202 N203	911.34	912.25	56.31	0.03	0.09	0.003	0.28	100	324.68	400	3.88	0.49	0.58	1.03	0.55	4.00	219.28	Auto curage vérifié
	N204 N205	909.00	909.03	50.42	0.04	0.05	0.001	0.05	100	159.27	300	3.61	0.26	0.19	0.68	0.24	2.45	72.78	Auto curage vérifié
	N205 N206	909.03	909.41	57.34	0.04	0.05	0.001	0.10	100	207.49	300	3.57	0.25	0.38	0.91	0.40	3.24	121.28	Auto curage vérifié
	N206 N207	909.41	908.88	60.07	0.04	0.05	0.001	0.14	100	242.68	300	3.53	0.25	0.57	1.03	0.55	3.62	163.58	Auto curage vérifié
	N207 N208	908.88	905.01	51.20	0.04	0.05	0.001	0.19	100	266.68	300	3.66	0.26	0.74	1.08	0.64	3.95	192.00	Auto curage vérifié
	N208 N208-1	905.01	903.03	36.22	0.04	0.05	0.001	0.24	100	293.92	300	3.53	0.25	0.96	1.13	0.78	3.98	235.08	Auto curage vérifié
SB3	N193 N197	907.49	907.00	44.65	0.02	0.04	0.001	0.45	100	449.13	500	3.04	0.60	0.76	1.09	0.65	3.30	325.40	Auto curage vérifié
	N197 N198	907.00	906.00	43.71	0.02	0.04	0.001	0.49	100	457.45	500	3.14	0.62	0.80	1.10	0.67	3.44	336.13	Auto curage vérifié
	N198 N199	906.00	901.95	54.11	0.01	0.04	0.001	0.53	100	496.60	500	2.72	0.53	0.99	1.14	0.81	3.09	407.44	Auto curage vérifié
	N199 N200	901.95	900.38	47.56	0.01	0.04	0.001	0.57	100	527.51	600	2.81	0.79	0.72	1.08	0.63	3.02	376.36	Auto curage vérifié
	N200 N169	900.38	900.31	65.74	0.01	0.04	0.001	0.61	100	514.64	600	3.20	0.90	0.67	1.06	0.60	3.40	361.14	Auto curage vérifié

	Tronçon	Cote AM(m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
SB4	N241 N242	912.01	910.52	48.13	0.03	0.02	0.001	0.02	100	122.13	300	2.79	0.20	0.09	0.48	0.15	1.34	44.65	Auto curage vérifie
	N242 N99	910.52	907.01	36.12	0.03	0.02	0.001	0.04	100	156.12	300	2.90	0.20	0.18	0.66	0.23	1.92	70.18	Auto curage vérifie
	N99 N100	907.01	910.76	61.93	0.03	0.02	0.001	0.05	100	180.52	300	2.95	0.21	0.26	0.79	0.31	2.32	92.06	Auto curage vérifie
	N100 N101	910.76	910.39	55.21	0.03	0.02	0.001	0.07	100	202.46	300	2.90	0.20	0.35	0.89	0.38	2.57	115.47	Auto curage vérifie
	N101 N102	910.39	908.00	55.04	0.03	0.02	0.001	0.09	100	214.50	300	3.10	0.22	0.41	0.94	0.43	2.90	129.57	Auto curage vérifie
	N102 N103	908.00	903.63	45.13	0.02	0.02	0.001	0.11	100	244.94	300	2.62	0.18	0.59	1.03	0.55	2.70	166.26	Auto curage vérifie
	N107 N107-1	903.00	904.62	35.66	0.03	0.02	0.001	0.02	100	122.13	300	2.79	0.20	0.09	0.48	0.15	1.34	44.65	Auto curage vérifie
	N107-1 N108	904.62	906.93	35.66	0.03	0.02	0.001	0.04	100	153.07	300	3.05	0.22	0.17	0.65	0.23	1.97	67.71	Auto curage vérifie
	N113 N114	907.25	904.71	39.23	0.02	0.02	0.001	0.02	100	123.07	300	2.73	0.19	0.09	0.48	0.15	1.32	45.31	Auto curage vérifie
	N114 N115	904.71	905.36	48.58	0.02	0.02	0.001	0.04	100	160.89	300	2.67	0.19	0.19	0.69	0.25	1.84	74.14	Auto curage vérifie
	N122 N123	903.46	902.25	41.11	0.03	0.02	0.001	0.02	100	120.39	300	2.90	0.20	0.09	0.47	0.14	1.36	43.40	Auto curage vérifie
	N123 N116	902.25	903.00	49.26	0.03	0.02	0.001	0.04	100	157.23	300	2.84	0.20	0.18	0.67	0.24	1.90	71.09	Auto curage vérifie
	N124 N125	899.00	900.00	36.13	0.02	0.02	0.001	0.02	100	125.10	300	2.62	0.18	0.10	0.50	0.16	1.30	46.76	Auto curage vérifie
	N125 N117	900.00	902.00	49.31	0.03	0.02	0.001	0.04	100	156.12	300	2.90	0.20	0.18	0.66	0.23	1.92	70.18	Auto curage vérifie
	N115 N116	905.36	903.00	44.64	0.03	0.02	0.001	0.05	100	183.05	300	2.84	0.20	0.27	0.80	0.32	2.27	94.58	Auto curage vérifie
	N116 N117	903.00	902.00	45.62	0.03	0.02	0.001	0.11	100	239.14	300	2.79	0.20	0.55	1.02	0.53	2.84	159.34	Auto curage vérifie
	N117 N118	902.00	900.00	49.73	0.03	0.02	0.001	0.16	100	270.77	300	3.00	0.21	0.77	1.09	0.66	3.27	197.08	Auto curage vérifie
	N106 N119	905.51	904.00	48.30	0.02	0.02	0.001	0.02	100	124.06	300	2.67	0.19	0.10	0.49	0.15	1.31	46.02	Auto curage vérifie
	N119 N120	904.00	903.00	40.85	0.03	0.02	0.001	0.04	100	158.39	300	2.79	0.20	0.18	0.67	0.24	1.88	72.05	Auto curage vérifie
	N120 N121	903.00	903.00	31.91	0.03	0.02	0.001	0.05	100	179.34	300	3.00	0.21	0.26	0.78	0.30	2.35	90.90	Auto curage vérifie
N121 N168	903.00	901.58	56.41	0.02	0.02	0.001	0.31	100	388.33	400	2.62	0.33	0.93	1.12	0.76	2.94	305.45	Auto curage vérifie	
N168 N118	901.58	900.00	49.55	0.02	0.02	0.001	0.32	100	375.94	400	3.02	0.38	0.86	1.11	0.71	3.35	283.38	Auto curage vérifie	

	Tronçon	Cote AM(m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{usé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
	N118 N169	901.58	900.31	50.90	0.02	0.02	0.001	0.51	100	452.77	500	3.33	0.65	0.77	1.09	0.66	3.63	330.01	Auto curage vérifie
SB5	N234 N230	904.91	905.10	44.77	0.02	0.02	0.0005	0.02	100	122.85	300	2.56	0.18	0.09	0.48	0.15	1.24	45.15	Auto curage vérifie
	N233 N230	906.00	905.10	31.38	0.02	0.02	0.0005	0.02	100	123.98	300	2.49	0.18	0.10	0.49	0.15	1.22	45.96	Auto curage vérifie
	N230 N231	905.10	903.44	40.15	0.02	0.02	0.0005	0.05	100	182.34	300	2.67	0.19	0.27	0.80	0.31	2.13	93.87	Auto curage vérifie
	N231 N232	903.44	902.28	35.27	0.03	0.02	0.0005	0.07	100	193.24	300	3.05	0.22	0.31	0.85	0.35	2.59	105.22	Auto curage vérifie
	N263 N255	900.00	901.05	30.79	0.03	0.02	0.0005	0.02	100	118.90	300	2.79	0.20	0.09	0.46	0.14	1.29	42.34	Auto curage vérifie
	N232 N255	902.28	901.05	12.26	0.03	0.02	0.0005	0.08	100	214.30	300	2.90	0.20	0.41	0.93	0.43	2.71	129.33	Auto curage vérifie
	N255 N256	901.05	901.00	35.10	0.03	0.02	0.0005	0.12	100	244.84	300	2.84	0.20	0.59	1.03	0.55	2.94	166.15	Auto curage vérifie
	N256 N257	901.00	901.00	44.23	0.02	0.02	0.0005	0.13	100	265.61	300	2.62	0.18	0.73	1.08	0.64	2.82	190.69	Auto curage vérifie
	N257 N258	901.00	901.00	27.27	0.02	0.02	0.0005	0.15	100	282.61	300	2.49	0.18	0.86	1.11	0.71	2.77	213.71	Auto curage vérifie
	N253 N254	906.00	906.00	33.85	0.03	0.02	0.0005	0.02	100	118.03	300	2.84	0.20	0.08	0.46	0.14	1.30	41.72	Auto curage vérifie
	N254 N259	906.00	904.27	39.62	0.02	0.02	0.0005	0.03	100	157.93	300	2.62	0.18	0.18	0.67	0.24	1.76	71.67	Auto curage vérifie
	N259 N260	904.27	903.44	34.75	0.02	0.02	0.0005	0.05	100	183.87	300	2.62	0.18	0.27	0.80	0.32	2.10	95.40	Auto curage vérifie
	N260 N261	903.44	901.00	34.68	0.02	0.02	0.0005	0.07	100	206.60	300	2.56	0.18	0.37	0.90	0.40	2.31	120.25	Auto curage vérifie
	N261 N262	901.00	900.00	34.50	0.03	0.02	0.0005	0.08	100	215.82	300	2.84	0.20	0.42	0.94	0.44	2.67	131.15	Auto curage vérifie
	N262 N267	900.00	901.00	39.82	0.03	0.02	0.0005	0.10	100	227.90	300	2.95	0.21	0.49	0.98	0.49	2.90	145.76	Auto curage vérifie
	N264 N265	904.74	900.02	48.72	0.03	0.02	0.0005	0.02	100	117.19	300	2.90	0.20	0.08	0.45	0.14	1.31	41.13	Auto curage vérifie
	N265 N266	900.02	900.98	60.97	0.03	0.02	0.0005	0.03	100	154.19	300	2.79	0.20	0.17	0.65	0.23	1.82	68.62	Auto curage vérifie
	N245 N246	900.00	900.00	24.98	0.02	0.02	0.0005	0.02	100	123.98	300	2.49	0.18	0.10	0.49	0.15	1.22	45.96	Auto curage vérifie
	N243 N251	906.00	906.23	42.39	0.02	0.02	0.0005	0.02	100	123.98	300	2.49	0.18	0.10	0.49	0.15	1.22	45.96	Auto curage vérifie
	N251 N252	906.23	906.00	25.87	0.02	0.02	0.0005	0.03	100	156.62	300	2.67	0.19	0.18	0.66	0.24	1.78	70.59	Auto curage vérifie
N252 N244	906.00	903.72	35.45	0.03	0.02	0.0005	0.05	100	175.74	300	2.95	0.21	0.24	0.76	0.29	2.25	87.43	Auto curage vérifie	

Annexe -III-

Tronçon	Cote AM(m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie	
N244 N246	903.72	900.00	51.51	0.02	0.02	0.0005	0.07	100	208.50	300	2.49	0.18	0.38	0.91	0.41	2.27	122.47	Auto curage vérifie	
N246 N247	900.00	899.00	38.27	0.02	0.02	0.0005	0.10	100	236.46	300	2.67	0.19	0.54	1.01	0.52	2.70	156.13	Auto curage vérifie	
N247 N248	899.00	898.89	32.69	0.02	0.02	0.0005	0.12	100	248.55	300	2.73	0.19	0.61	1.04	0.57	2.85	170.52	Auto curage vérifie	
N270 N258	901.31	901.00	21.09	0.02	0.02	0.0005	0.02	100	120.77	300	2.67	0.19	0.09	0.47	0.15	1.26	43.67	Auto curage vérifie	
N258 N267	901.00	901.00	37.88	0.02	0.02	0.0005	0.19	100	321.58	400	2.62	0.33	0.56	1.02	0.54	2.68	215.58	Auto curage vérifie	
N267 N266	901.00	900.98	34.17	0.02	0.02	0.0005	0.20	100	317.84	400	2.95	0.37	0.55	1.01	0.53	2.99	211.11	Auto curage vérifie	
N266 N248	900.98	898.89	42.36	0.02	0.02	0.0005	0.25	100	349.10	400	2.87	0.36	0.70	1.07	0.62	3.07	248.06	Auto curage vérifie	
N248 N249	898.89	894.00	70.00	0.02	0.02	0.0005	0.39	100	401.78	500	3.51	0.69	0.56	1.02	0.54	3.59	269.11	Auto curage vérifie	
N249 N250	894.00	892.00	47.05	0.02	0.02	0.0005	0.40	100	420.88	500	3.24	0.64	0.64	1.05	0.58	3.40	291.69	Auto curage vérifie	
N271 N272	901.00	900.00	32.07	0.02	0.02	0.0005	0.02	100	123.98	300	2.49	0.18	0.10	0.49	0.15	1.22	45.96	Auto curage vérifie	
N272 N273	900.00	894.39	69.78	0.02	0.02	0.0005	0.03	100	155.37	300	2.73	0.19	0.17	0.66	0.23	1.80	69.57	Auto curage vérifie	
N273 N274	894.39	894.99	56.78	0.03	0.02	0.0005	0.05	100	174.58	300	3.00	0.21	0.24	0.76	0.29	2.27	86.35	Auto curage vérifie	
N274 N250	894.99	892.00	59.26	0.03	0.02	0.0005	0.07	100	199.96	300	2.79	0.20	0.34	0.88	0.38	2.44	112.64	Auto curage vérifie	
SB6	N268 N269	902.29	903.26	28.77	0.02	0.02	0.0005	0.02	100	123.98	300	2.49	0.18	0.10	0.49	0.15	1.22	45.96	Auto curage vérifie
	N269 N126	903.26	903.00	39.16	0.03	0.02	0.0005	0.03	100	153.06	300	2.84	0.20	0.17	0.65	0.23	1.84	67.71	Auto curage vérifie
	N137 N130	897.59	898.00	36.31	0.04	0.04	0.001	0.04	100	147.59	300	3.44	0.24	0.15	0.62	0.21	2.12	63.40	Auto curage vérifie
	N126 N127	903.00	900.40	59.92	0.04	0.04	0.001	0.07	100	190.10	300	3.35	0.24	0.30	0.83	0.34	2.78	101.85	Auto curage vérifie
	N127 N128	900.40	892.00	66.93	0.04	0.04	0.001	0.11	100	222.59	300	3.35	0.24	0.46	0.96	0.46	3.23	139.32	Auto curage vérifie
	N128 N129	892.00	895.57	55.61	0.04	0.04	0.001	0.14	100	246.14	300	3.44	0.24	0.60	1.04	0.56	3.56	167.68	Auto curage vérifie
	N129 N130	895.57	898.00	56.51	0.04	0.04	0.001	0.18	100	269.42	300	3.39	0.24	0.76	1.09	0.65	3.68	195.38	Auto curage vérifie
	N130 N131	898.00	896.41	38.09	0.02	0.04	0.001	0.26	100	350.54	400	2.87	0.36	0.71	1.07	0.62	3.08	249.77	Auto curage vérifie
SB7	N131 N132	896.41	898.65	66.65	0.04	0.04	0.001	0.30	100	321.10	400	4.22	0.53	0.56	1.02	0.54	4.31	215.00	Auto curage vérifie

Annexe -III-

	Tronçon	Cote AM(m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
	N135 N136	902.33	901.00	54.77	0.04	0.04	0.001	0.04	100	154.24	300	3.48	0.25	0.17	0.65	0.23	2.27	68.66	Auto curage vérifie
	N136 N132	901.00	898.65	50.21	0.04	0.04	0.001	0.08	100	199.08	300	3.53	0.25	0.34	0.87	0.37	3.08	111.65	Auto curage vérifie
	N132 N133	898.65	894.29	64.37	0.04	0.04	0.001	0.42	100	366.66	400	4.22	0.53	0.80	1.10	0.67	4.63	269.98	Auto curage vérifie
	N133 N134	894.29	890.73	62.79	0.04	0.04	0.001	0.47	100	378.12	400	4.28	0.54	0.87	1.11	0.72	4.75	286.84	Auto curage vérifie
SB8	N1 N2	897.02	898.00	25.85	0.02	0.01	0.003	0.01	100	109.01	300	2.49	0.18	0.07	0.41	0.12	1.02	35.36	Auto curage vérifie
	N2 N3	898.00	899.00	28.24	0.02	0.01	0.003	0.02	100	147.40	300	2.23	0.16	0.15	0.62	0.21	1.37	63.26	Auto curage vérifie
	N3 N4	899.00	899.00	27.48	0.01	0.01	0.003	0.04	100	175.96	300	2.09	0.15	0.24	0.76	0.29	1.59	87.65	Auto curage vérifie
	N4 N5	899.00	899.13	52.31	0.02	0.01	0.003	0.05	100	183.32	300	2.49	0.18	0.27	0.80	0.32	2.00	94.86	Auto curage vérifie
	N5 N6	899.13	898.00	35.64	0.02	0.01	0.003	0.06	100	194.17	300	2.67	0.19	0.32	0.85	0.35	2.28	106.22	Auto curage vérifie
	N6 N7	898.00	897.74	44.59	0.02	0.01	0.003	0.07	100	215.49	300	2.43	0.17	0.42	0.94	0.44	2.28	130.76	Auto curage vérifie
	N26 N10	899.00	900.05	19.83	0.02	0.01	0.003	0.01	100	115.05	300	2.16	0.15	0.08	0.44	0.13	0.95	39.61	Auto curage vérifie
	N27 N10	900.93	900.05	18.87	0.02	0.01	0.003	0.01	100	113.66	300	2.23	0.16	0.08	0.43	0.13	0.97	38.64	Auto curage vérifie
	N28 N12	899.00	900.00	19.97	0.02	0.01	0.003	0.01	100	111.18	300	2.37	0.17	0.07	0.42	0.12	1.00	36.89	Auto curage vérifie
	N29 N12	899.77	900.00	19.96	0.02	0.01	0.003	0.01	100	113.66	300	2.23	0.16	0.08	0.43	0.13	0.97	38.64	Auto curage vérifie
	N8 N9	898.00	898.00	18.96	0.02	0.01	0.003	0.01	100	111.18	300	2.37	0.17	0.07	0.42	0.12	1.00	36.89	Auto curage vérifie
	N9 N10	898.00	900.05	39.76	0.02	0.01	0.003	0.02	100	141.36	300	2.49	0.18	0.14	0.58	0.20	1.45	58.65	Auto curage vérifie
	N10 N11	900.05	900.00	23.46	0.02	0.01	0.003	0.06	100	207.84	300	2.23	0.16	0.38	0.91	0.41	2.03	121.69	Auto curage vérifie
	N11 N12	900.00	900.00	32.05	0.02	0.01	0.003	0.07	100	220.03	300	2.30	0.16	0.44	0.96	0.45	2.20	136.22	Auto curage vérifie
	N12 N13	900.00	900.00	24.63	0.02	0.01	0.003	0.11	100	248.48	300	2.49	0.18	0.61	1.04	0.57	2.60	170.45	Auto curage vérifie
	N13 N14	900.00	900.00	30.78	0.02	0.01	0.003	0.12	100	253.91	300	2.62	0.18	0.65	1.05	0.59	2.76	176.83	Auto curage vérifie
	N14 N15	900.00	897.26	43.12	0.02	0.01	0.003	0.13	100	260.97	300	2.67	0.19	0.70	1.07	0.62	2.86	185.14	Auto curage vérifie
N15 N16	897.26	897.32	38.12	0.02	0.01	0.003	0.14	100	279.46	300	2.43	0.17	0.84	1.10	0.70	2.68	208.91	Auto curage vérifie	

Annexe -III-

Tronçon	Cote AM(m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m³/s)	Q _{total} (m³/s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m³/s)	Rq	Rv	Rh	V (m²/s)	H (m²/s)	Auto curage vérifie
N25 N18	899.00	899.00	20.98	0.02	0.01	0.003	0.01	100	115.05	300	2.16	0.15	0.08	0.44	0.13	0.95	39.61	Auto curage vérifie
N17 N18	898.00	899.00	34.66	0.02	0.01	0.003	0.01	100	109.01	300	2.49	0.18	0.07	0.41	0.12	1.02	35.36	Auto curage vérifie
N18 N19	899.00	902.00	40.27	0.02	0.01	0.003	0.04	100	166.17	300	2.43	0.17	0.21	0.71	0.26	1.74	78.69	Auto curage vérifie
N19 N20	902.00	901.73	24.00	0.02	0.01	0.003	0.05	100	177.16	300	2.73	0.19	0.25	0.77	0.30	2.10	88.80	Auto curage vérifie
N20 N21	901.73	898.16	27.87	0.02	0.01	0.003	0.06	100	207.84	300	2.23	0.16	0.38	0.91	0.41	2.03	121.69	Auto curage vérifie
N21 N22	898.16	896.13	28.58	0.02	0.01	0.003	0.07	100	213.43	300	2.49	0.18	0.41	0.93	0.43	2.32	128.29	Auto curage vérifie
N22 N23	896.13	894.14	16.76	0.02	0.01	0.003	0.08	100	228.32	300	2.43	0.17	0.49	0.98	0.49	2.39	146.27	Auto curage vérifie
N23 N24	894.14	892.97	15.40	0.02	0.01	0.003	0.10	100	242.49	300	2.37	0.17	0.57	1.03	0.54	2.43	163.34	Auto curage vérifie
N30 N31	898.73	896.12	22.72	0.02	0.01	0.003	0.01	100	109.01	300	2.49	0.18	0.07	0.41	0.12	1.02	35.36	Auto curage vérifie
N31 N24	896.12	892.97	21.64	0.02	0.01	0.003	0.02	100	149.20	300	2.16	0.15	0.16	0.63	0.22	1.35	64.65	Auto curage vérifie
N36 N32	892.77	892.03	15.81	0.02	0.01	0.003	0.01	100	113.66	300	2.23	0.16	0.08	0.43	0.13	0.97	38.64	Auto curage vérifie
N37 N38	898.28	896.25	24.51	0.02	0.01	0.003	0.01	100	109.01	300	2.49	0.18	0.07	0.41	0.12	1.02	35.36	Auto curage vérifie
N38 N33	896.25	894.00	27.90	0.02	0.01	0.003	0.02	100	147.40	300	2.23	0.16	0.15	0.62	0.21	1.37	63.26	Auto curage vérifie
N39 N33	894.00	894.00	19.94	0.02	0.01	0.003	0.01	100	113.66	300	2.23	0.16	0.08	0.43	0.13	0.97	38.64	Auto curage vérifie
N40 N34	897.00	895.00	41.88	0.02	0.01	0.003	0.01	100	110.06	300	2.43	0.17	0.07	0.42	0.12	1.01	36.10	Auto curage vérifie
N24 N32	892.97	892.03	9.49	0.02	0.01	0.003	0.13	100	267.90	300	2.49	0.18	0.75	1.08	0.64	2.70	193.49	Auto curage vérifie
N32 N33	892.03	894.00	36.07	0.03	0.01	0.003	0.16	100	271.53	300	2.84	0.20	0.77	1.09	0.66	3.10	198.05	Auto curage vérifie
N33 N34	894.00	895.00	36.82	0.01	0.01	0.003	0.20	100	359.18	400	2.14	0.27	0.76	1.09	0.65	2.32	260.29	Auto curage vérifie
N34 N35	895.00	893.59	36.80	0.01	0.01	0.003	0.22	100	366.96	400	2.14	0.27	0.80	1.10	0.68	2.34	270.38	Auto curage vérifie
N41 N7	903.11	897.74	43.93	0.02	0.01	0.003	0.01	100	109.01	300	2.49	0.18	0.07	0.41	0.12	1.02	35.36	Auto curage vérifie
N7 N16	897.74	897.32	35.93	0.02	0.01	0.003	0.10	100	240.04	300	2.43	0.17	0.56	1.02	0.53	2.48	160.42	Auto curage vérifie
N16 N42	897.32	896.83	34.20	0.01	0.01	0.003	0.25	100	375.73	400	2.34	0.29	0.85	1.11	0.71	2.59	283.05	Auto curage vérifie

Annexe -III-

Tronçon	Cote AM(m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
N44 N42	897.00	896.83	20.00	0.03	0.01	0.003	0.01	100	102.34	300	2.95	0.21	0.06	0.38	0.10	1.11	30.69	Auto curage vérifie
N42 N35	896.83	893.59	43.88	0.01	0.01	0.003	0.28	100	388.77	400	2.34	0.29	0.94	1.12	0.77	2.63	306.35	Auto curage vérifie
N35 N43	893.59	894.00	33.32	0.01	0.01	0.003	0.23	100	374.48	400	2.14	0.27	0.85	1.11	0.70	2.37	281.13	Auto curage vérifie
N214 N215	897.00	895.75	37.15	0.02	0.01	0.003	0.01	100	109.01	300	2.49	0.18	0.07	0.41	0.12	1.02	35.36	Auto curage vérifie
N215 N216	895.75	894.22	29.80	0.02	0.01	0.003	0.02	100	147.40	300	2.23	0.16	0.15	0.62	0.21	1.37	63.26	Auto curage vérifie
N216 N213	894.22	895.50	27.19	0.02	0.01	0.003	0.04	100	167.86	300	2.37	0.17	0.21	0.72	0.27	1.71	80.19	Auto curage vérifie
N213 N217	895.50	893.95	67.74	0.01	0.01	0.003	0.29	100	394.52	400	2.34	0.29	0.97	1.13	0.80	2.65	319.28	Auto curage vérifie
N217 N218	893.95	895.00	47.52	0.03	0.01	0.003	0.30	100	333.33	400	3.82	0.48	0.62	1.05	0.57	4.00	229.50	Auto curage vérifie
N218 N220	895.00	894.00	43.94	0.03	0.01	0.003	0.31	100	340.30	400	3.76	0.47	0.66	1.06	0.59	3.98	237.69	Auto curage vérifie
N235 N236	900.88	897.10	24.95	0.02	0.01	0.003	0.01	100	109.01	300	2.49	0.18	0.07	0.41	0.12	1.02	35.36	Auto curage vérifie
N236 N237	897.10	894.46	24.64	0.02	0.01	0.003	0.02	100	144.18	300	2.37	0.17	0.14	0.60	0.20	1.42	60.78	Auto curage vérifie
N237 N238	894.46	893.52	15.77	0.02	0.01	0.003	0.04	100	171.61	300	2.23	0.16	0.23	0.74	0.28	1.66	83.58	Auto curage vérifie
N238 N239	893.52	893.00	24.71	0.02	0.01	0.003	0.05	100	189.00	300	2.30	0.16	0.29	0.83	0.34	1.90	100.69	Auto curage vérifie
N240 N239	893.55	893.00	34.09	0.02	0.01	0.003	0.01	100	113.66	300	2.23	0.16	0.08	0.43	0.13	0.97	38.64	Auto curage vérifie
N239 N220	893.00	894.00	17.08	0.02	0.01	0.003	0.07	100	225.26	300	2.16	0.15	0.47	0.97	0.48	2.10	142.55	Auto curage vérifie
N220 N219	894.00	894.45	56.34	0.02	0.01	0.003	0.08	100	226.13	300	2.49	0.18	0.48	0.98	0.48	2.44	143.61	Auto curage vérifie
N54 N46	902.00	902.00	40.89	0.02	0.01	0.003	0.01	100	115.05	300	2.16	0.15	0.08	0.44	0.13	0.95	39.61	Auto curage vérifie
N55 N48	895.77	896.82	19.97	0.02	0.01	0.003	0.01	100	112.38	300	2.30	0.16	0.07	0.43	0.13	0.98	37.73	Auto curage vérifie
N45 N46	900.00	902.00	34.72	0.02	0.01	0.003	0.01	100	113.66	300	2.23	0.16	0.08	0.43	0.13	0.97	38.64	Auto curage vérifie
N46 N47	902.00	899.93	35.52	0.02	0.01	0.003	0.04	100	167.86	300	2.37	0.17	0.21	0.72	0.27	1.71	80.19	Auto curage vérifie
N47 N48	899.93	896.82	18.90	0.02	0.01	0.003	0.05	100	183.32	300	2.49	0.18	0.27	0.80	0.32	2.00	94.86	Auto curage vérifie
N48 N49	896.82	893.35	36.28	0.02	0.01	0.003	0.07	100	222.55	300	2.23	0.16	0.46	0.96	0.46	2.15	139.27	Auto curage vérifie

Annexe -III-

	Tronçon	Cote AM(m)	Cote AV(m)	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
	N49 N50	893.35	895.00	35.34	0.02	0.01	0.003	0.08	100	228.32	300	2.43	0.17	0.49	0.98	0.49	2.39	146.27	Auto curage vérifie
	N50 N51	895.00	895.00	36.65	0.02	0.01	0.003	0.10	100	245.10	300	2.30	0.16	0.59	1.03	0.55	2.38	166.45	Auto curage vérifie
	N51 N43	895.00	894.00	36.57	0.02	0.01	0.003	0.11	100	259.10	300	2.23	0.16	0.68	1.07	0.61	2.38	182.92	Auto curage vérifie
	N43 N52	894.00	893.00	23.40	0.02	0.01	0.003	0.35	100	401.81	500	3.14	0.62	0.56	1.02	0.54	3.21	269.15	Auto curage vérifie
	N52 N53	893.00	894.09	29.89	0.02	0.01	0.003	0.36	100	406.95	500	3.14	0.62	0.58	1.03	0.55	3.24	275.27	Auto curage vérifie
	N53 N56	894.09	895.00	29.23	0.02	0.01	0.003	0.37	100	411.98	500	3.14	0.62	0.60	1.04	0.56	3.26	281.23	Auto curage vérifie
SB9	N64 N63	893.00	894.44	35.82	0.02	0.01	0.001	0.02	100	115.60	300	2.67	0.19	0.08	0.44	0.13	1.19	40.01	Auto curage vérifie
	N65 N62	896.58	895.00	25.97	0.03	0.01	0.001	0.02	100	113.81	300	2.79	0.20	0.08	0.44	0.13	1.21	38.74	Auto curage vérifie
	N66 N60	897.14	896.00	20.20	0.02	0.01	0.001	0.02	100	115.60	300	2.67	0.19	0.08	0.44	0.13	1.19	40.01	Auto curage vérifie
	N57 N58	902.10	897.14	42.11	0.03	0.01	0.001	0.02	100	112.97	300	2.84	0.20	0.07	0.43	0.13	1.22	38.15	Auto curage vérifie
	N58 N59	897.14	897.06	33.87	0.03	0.01	0.001	0.03	100	142.63	300	3.05	0.22	0.14	0.59	0.20	1.80	59.60	Auto curage vérifie
	N59 N60	897.06	896.00	34.89	0.02	0.01	0.001	0.05	100	173.14	300	2.73	0.19	0.23	0.75	0.28	2.05	85.00	Auto curage vérifie
	N60 N61	896.00	895.00	33.74	0.03	0.01	0.001	0.06	100	191.40	300	2.79	0.20	0.30	0.84	0.34	2.34	103.24	Auto curage vérifie
	N61 N62	895.00	895.00	38.95	0.02	0.01	0.001	0.08	100	215.02	300	2.56	0.18	0.42	0.94	0.43	2.40	130.19	Auto curage vérifie
	N62 N63	895.00	894.44	49.51	0.02	0.01	0.001	0.11	100	243.93	300	2.56	0.18	0.58	1.03	0.55	2.63	165.07	Auto curage vérifie
	N63 N56	894.44	895.00	29.99	0.03	0.01	0.001	0.14	100	255.70	300	2.90	0.20	0.66	1.06	0.60	3.07	178.93	Auto curage vérifie
	N56 N177	895.00	895.43	15.94	0.01	0.01	0.001	0.52	100	521.27	600	2.66	0.75	0.69	1.07	0.61	2.84	368.94	Auto curage vérifie
	N219 N221	894.45	895.00	30.15	0.02	0.01	0.001	0.10	100	236.29	300	2.62	0.18	0.53	1.01	0.52	2.64	155.91	Auto curage vérifie
	N221 N222	895.00	895.00	29.56	0.03	0.01	0.001	0.11	100	235.08	300	3.05	0.22	0.53	1.01	0.51	3.07	154.46	Auto curage vérifie
	N228 N229	896.00	895.52	45.57	0.03	0.01	0.001	0.01	100	110.75	300	2.90	0.20	0.07	0.42	0.12	1.21	36.58	Auto curage vérifie
	N229 N222	895.52	895.00	36.52	0.03	0.01	0.001	0.03	100	141.73	300	3.05	0.22	0.14	0.59	0.20	1.79	58.92	Auto curage vérifie
SB10	N276 N276-1	889.80	891.00	35.35	0.03	0.02	0.001	0.50	100	419.91	500	4.00	0.79	0.63	1.05	0.58	4.20	290.56	Auto curage vérifie

Annexe -III-

	Tronçon	Cote AM	Cote AV	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
	N276-1 N277	891.00	890.00	39.90	0.03	0.02	0.001	0.52	100	406.81	500	4.58	0.90	0.58	1.03	0.55	4.72	275.10	Auto curage vérifie
	N277 N278	890.00	891.27	44.46	0.03	0.02	0.001	0.55	100	423.91	500	4.30	0.84	0.65	1.06	0.59	4.54	295.26	Auto curage vérifie
	N279 N280	889.80	889.00	40.63	0.03	0.02	0.001	0.03	100	138.42	300	2.79	0.20	0.13	0.57	0.19	1.58	56.45	Auto curage vérifie
	N280 N278	889.00	891.27	59.77	0.03	0.02	0.001	0.05	100	175.73	300	2.95	0.21	0.24	0.76	0.29	2.25	87.43	Auto curage vérifie
	N281 N278	892.00	891.27	51.65	0.03	0.02	0.001	0.03	100	134.62	300	3.00	0.21	0.12	0.55	0.18	1.64	53.65	Auto curage vérifie
	N138 N139	895.00	894.74	46.76	0.03	0.02	0.001	0.03	100	138.42	300	2.79	0.20	0.13	0.57	0.19	1.58	56.45	Auto curage vérifie
	N139 N140	894.74	893.73	39.63	0.03	0.02	0.001	0.05	100	173.47	300	3.05	0.22	0.23	0.75	0.28	2.30	85.31	Auto curage vérifie
	N140 N141	893.73	896.00	52.57	0.04	0.02	0.001	0.08	100	195.17	300	3.35	0.24	0.32	0.86	0.36	2.86	107.32	Auto curage vérifie
	N141 N142	896.00	895.02	60.33	0.03	0.02	0.001	0.10	100	226.40	300	3.00	0.21	0.48	0.98	0.48	2.94	143.94	Auto curage vérifie
	N134 N153	890.73	890.24	17.46	0.02	0.02	0.001	0.49	100	439.21	500	3.51	0.69	0.71	1.07	0.63	3.77	313.30	Auto curage vérifie
	N153 N154	890.24	895.81	56.25	0.02	0.02	0.001	0.52	100	466.67	500	3.14	0.62	0.84	1.10	0.70	3.47	349.07	Auto curage vérifie
	N154 N145	895.81	894.43	58.03	0.02	0.02	0.001	0.54	100	460.04	500	3.42	0.67	0.81	1.10	0.68	3.76	339.63	Auto curage vérifie
	N143 N144	895.15	896.00	48.34	0.03	0.02	0.001	0.03	100	137.40	300	2.84	0.20	0.13	0.56	0.19	1.60	55.70	Auto curage vérifie
	N144 N142	896.00	895.02	48.02	0.03	0.02	0.001	0.05	100	173.47	300	3.05	0.22	0.23	0.75	0.28	2.30	85.31	Auto curage vérifie
	N142 N145	895.02	894.43	48.61	0.03	0.02	0.001	0.18	100	283.03	300	2.90	0.20	0.87	1.11	0.71	3.22	214.40	Auto curage vérifie
	N155 N156	891.44	893.59	24.04	0.03	0.02	0.001	0.03	100	133.77	300	3.05	0.22	0.12	0.54	0.18	1.66	53.03	Auto curage vérifie
	N156 N157	893.59	895.00	53.55	0.03	0.02	0.001	0.05	100	179.51	300	2.79	0.20	0.26	0.78	0.30	2.18	91.07	Auto curage vérifie
	N157 N158	895.00	894.18	34.48	0.03	0.02	0.001	0.08	100	207.45	300	2.84	0.20	0.38	0.91	0.40	2.58	121.24	Auto curage vérifie
	N158 N159	894.18	894.28	27.11	0.03	0.02	0.001	0.10	100	229.45	300	2.90	0.20	0.49	0.99	0.49	2.86	147.65	Auto curage vérifie
	N159 N160	894.28	892.00	46.21	0.03	0.02	0.001	0.13	100	241.66	300	3.15	0.22	0.57	1.02	0.54	3.23	162.36	Auto curage vérifie
SB11	N86 N68	896.78	897.00	36.29	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
	N87 N69	897.00	897.43	33.07	0.03	0.02	0.001	0.02	100	126.79	300	2.84	0.20	0.10	0.50	0.16	1.43	47.98	Auto curage vérifie

Annexe -III-

Tronçon	Cote AM	Cote AV	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{usc} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
N88 N70	895.75	896.75	39.94	0.03	0.02	0.001	0.02	100	125.04	300	2.95	0.21	0.10	0.50	0.16	1.46	46.72	Auto curage vérifie
N89 N90	894.81	895.00	44.18	0.03	0.02	0.001	0.02	100	124.22	300	3.00	0.21	0.10	0.49	0.15	1.47	46.13	Auto curage vérifie
N90 N73	895.00	893.00	47.59	0.02	0.02	0.001	0.04	100	168.25	300	2.67	0.19	0.22	0.73	0.27	1.94	80.54	Auto curage vérifie
N67 N68	895.00	897.00	52.31	0.02	0.02	0.001	0.02	100	131.97	300	2.56	0.18	0.11	0.53	0.17	1.36	51.72	Auto curage vérifie
N68 N69	897.00	897.43	69.75	0.03	0.02	0.001	0.06	100	186.36	300	3.05	0.22	0.28	0.81	0.33	2.49	97.95	Auto curage vérifie
N69 N70	897.43	896.75	36.77	0.03	0.02	0.001	0.10	100	231.84	300	2.84	0.20	0.51	1.00	0.50	2.83	150.55	Auto curage vérifie
N70 N71	896.75	896.79	10.76	0.02	0.02	0.001	0.14	100	267.00	300	2.73	0.19	0.74	1.08	0.64	2.96	192.39	Auto curage vérifie
N71 N72	896.79	894.00	45.33	0.03	0.02	0.001	0.16	100	276.53	300	2.84	0.20	0.81	1.10	0.68	3.12	204.72	Auto curage vérifie
N72 N73	894.00	893.00	40.08	0.03	0.02	0.001	0.18	100	279.64	300	3.10	0.22	0.84	1.10	0.70	3.43	209.17	Auto curage vérifie
N73 N74	893.00	890.73	32.10	0.02	0.02	0.001	0.25	100	356.92	400	2.62	0.33	0.75	1.08	0.64	2.84	257.48	Auto curage vérifie
N74 N75	890.73	891.46	21.95	0.02	0.02	0.001	0.27	100	363.37	400	2.70	0.34	0.78	1.09	0.66	2.95	265.62	Auto curage vérifie
N96 N75	893.20	891.46	36.74	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
N75 N81	891.46	889.35	26.41	0.03	0.02	0.001	0.31	100	345.21	400	3.58	0.45	0.68	1.07	0.61	3.81	243.45	Auto curage vérifie
N96 N75	893.20	891.46	36.74	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
N75 N81	891.46	889.35	26.41	0.02	0.02	0.001	0.31	100	371.24	400	2.95	0.37	0.83	1.10	0.69	3.25	276.35	Auto curage vérifie
N227 N224	894.00	893.90	37.37	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
N76 N77	897.00	897.00	25.64	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
N91 N78	897.00	896.00	25.53	0.02	0.02	0.001	0.02	100	128.71	300	2.73	0.19	0.11	0.51	0.16	1.41	49.36	Auto curage vérifie
N92 N79	896.00	894.81	25.71	0.03	0.02	0.001	0.02	100	125.90	300	2.90	0.20	0.10	0.50	0.16	1.45	47.33	Auto curage vérifie
N93 N80	891.58	890.22	23.46	0.03	0.02	0.001	0.02	100	123.43	300	3.05	0.22	0.09	0.49	0.15	1.49	45.57	Auto curage vérifie
N94 N83	892.00	892.00	34.69	0.02	0.02	0.001	0.02	100	130.82	300	2.62	0.18	0.11	0.53	0.17	1.38	50.89	Auto curage vérifie
N222 N225	895.00	894.00	30.67	0.03	0.02	0.001	0.16	100	276.77	300	2.84	0.20	0.82	1.10	0.68	3.13	205.06	Auto curage vérifie

Annexe -III-

Tronçon	Cote AM	Cote AV	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
N225 N224	894.00	893.90	33.99	0.03	0.02	0.001	0.18	100	279.86	300	3.10	0.22	0.84	1.10	0.70	3.43	209.50	Auto curage vérifie
N224 N226	893.90	894.00	50.25	0.02	0.02	0.001	0.23	100	334.06	400	2.87	0.36	0.62	1.05	0.58	3.00	230.37	Auto curage vérifie
N226 N223	894.00	894.10	44.53	0.02	0.02	0.001	0.25	100	352.83	400	2.70	0.34	0.72	1.08	0.63	2.91	252.51	Auto curage vérifie
N223 N77	894.10	895.00	51.68	0.02	0.02	0.001	0.27	100	352.04	400	2.95	0.37	0.72	1.08	0.63	3.17	251.56	Auto curage vérifie
N77 N78	897.00	896.00	55.14	0.02	0.02	0.001	0.31	100	375.20	400	2.87	0.36	0.85	1.11	0.71	3.18	282.23	Auto curage vérifie
N78 N79	896.00	894.81	52.53	0.02	0.02	0.001	0.35	100	375.55	400	3.24	0.41	0.85	1.11	0.71	3.59	282.77	Auto curage vérifie
N79 N80	894.81	890.22	56.16	0.01	0.02	0.001	0.39	100	429.72	500	2.94	0.58	0.67	1.06	0.60	3.12	302.07	Auto curage vérifie
N80 N81	890.22	889.35	48.69	0.01	0.02	0.001	0.43	100	452.38	500	2.83	0.56	0.77	1.09	0.66	3.09	329.51	Auto curage vérifie
N81 N97	889.35	887.00	54.18	0.01	0.02	0.001	0.45	100	460.34	500	2.83	0.56	0.81	1.10	0.68	3.11	340.04	Auto curage vérifie
N97 N85	887.00	886.05	37.07	0.01	0.02	0.001	0.47	100	491.67	500	2.48	0.49	0.96	1.13	0.79	2.80	395.23	Auto curage vérifie
N94 N83	892.00	892.00	34.69	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
N95 N84	890.94	890.00	37.73	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
N82 N83	893.80	892.00	41.14	0.02	0.02	0.001	0.02	100	129.74	300	2.67	0.19	0.11	0.52	0.17	1.39	50.10	Auto curage vérifie
N83 N84	892.00	890.00	41.14	0.02	0.02	0.001	0.04	100	166.91	300	2.73	0.19	0.21	0.72	0.26	1.96	79.35	Auto curage vérifie
N84 N85	890.00	886.05	61.57	0.02	0.02	0.001	0.04	100	171.14	300	2.56	0.18	0.23	0.74	0.28	1.89	83.16	Auto curage vérifie
N85 N181	886.05	886.90	18.88	0.01	0.02	0.001	0.53	100	514.83	600	2.81	0.79	0.67	1.06	0.60	2.98	361.36	Auto curage vérifie
N150 N151	894.84	894.40	37.91	0.03	0.03	0.001	0.03	100	142.17	300	3.05	0.22	0.14	0.59	0.20	1.79	59.26	Auto curage vérifie
N151 N152	894.40	893.00	45.66	0.03	0.03	0.001	0.06	100	186.77	300	2.95	0.21	0.29	0.82	0.33	2.41	98.38	Auto curage vérifie
N152 N147	893.00	893.00	47.73	0.03	0.03	0.001	0.09	100	220.49	300	2.84	0.20	0.44	0.96	0.46	2.72	136.77	Auto curage vérifie
N165 N161	893.59	891.42	42.24	0.03	0.03	0.001	0.03	100	144.02	300	2.95	0.21	0.14	0.60	0.20	1.76	60.66	Auto curage vérifie
N166 N162	893.81	891.85	43.96	0.03	0.03	0.001	0.03	100	142.17	300	3.05	0.22	0.14	0.59	0.20	1.79	59.26	Auto curage vérifie
N167 N163	893.49	892.28	42.61	0.03	0.03	0.001	0.03	100	138.87	300	3.25	0.23	0.13	0.57	0.19	1.85	56.79	Auto curage vérifie

Annexe -III-

	Tronçon	Cote AM	Cote AV	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
	N282 N283	891.00	891.01	33.53	0.03	0.03	0.001	0.03	100	146.04	300	2.84	0.20	0.15	0.61	0.21	1.73	62.20	Auto curage vérifie
	N283 N160	891.01	892.00	27.38	0.03	0.03	0.001	0.06	100	188.05	300	2.90	0.20	0.29	0.82	0.33	2.38	99.70	Auto curage vérifie
	N160 N161	892.00	891.42	33.16	0.02	0.03	0.001	0.22	100	336.22	400	2.70	0.34	0.64	1.05	0.58	2.84	232.90	Auto curage vérifie
	N161 N162	891.42	891.85	29.97	0.02	0.03	0.001	0.28	100	360.34	400	2.87	0.36	0.76	1.09	0.65	3.12	261.75	Auto curage vérifie
	N162 N163	891.85	892.28	29.81	0.01	0.03	0.001	0.33	100	425.30	500	2.60	0.51	0.66	1.06	0.59	2.75	296.88	Auto curage vérifie
	N163 N164	892.28	890.76	33.18	0.01	0.03	0.001	0.39	100	460.37	500	2.48	0.49	0.81	1.10	0.68	2.73	340.08	Auto curage vérifie
	N145 N146	894.43	893.00	31.12	0.01	0.03	0.001	0.75	100	566.00	600	3.07	0.87	0.86	1.11	0.71	3.41	427.90	Auto curage vérifie
	N146 N147	893.00	893.00	27.81	0.01	0.03	0.001	0.78	100	565.77	600	3.20	0.90	0.86	1.11	0.71	3.55	427.54	Auto curage vérifie
	N147 N148	893.00	892.00	32.86	0.01	0.03	0.001	0.90	75	615.75	800	3.57	1.79	0.50	0.99	0.50	3.54	397.51	Auto curage vérifie
	N148 N149	892.00	891.00	29.16	0.01	0.03	0.001	0.93	75	634.56	800	3.40	1.71	0.54	1.01	0.53	3.45	420.20	Auto curage vérifie
	N149 N185	891.00	889.00	35.72	0.01	0.03	0.001	0.96	75	654.93	800	3.23	1.62	0.59	1.03	0.56	3.34	444.49	Auto curage vérifie
	N164 N191	890.76	890.00	47.40	0.01	0.03	0.001	0.42	100	473.10	500	2.48	0.49	0.87	1.11	0.72	2.76	359.07	Auto curage vérifie
	N191 N185	890.00	889.00	56.84	0.01	0.03	0.001	0.45	100	468.98	500	2.72	0.53	0.85	1.11	0.71	3.01	352.56	Auto curage vérifie
COL PR1	N169_N170	900.31	902.21	38.46	0.01	0.04	0.001	1.15	75	688.50	800	3.40	1.71	0.68	1.06	0.60	3.62	483.95	Auto curage vérifie
	N170_N171	902.21	897.94	56.93	0.01	0.04	0.001	1.20	75	664.34	800	3.88	1.95	0.61	1.04	0.57	4.04	455.60	Auto curage vérifie
	N171_N172	897.94	895.89	38.22	0.01	0.04	0.001	1.24	75	663.74	800	4.02	2.02	0.61	1.04	0.57	4.19	454.90	Auto curage vérifie
	N172_N173	895.89	896.61	29.40	0.01	0.04	0.001	1.28	75	730.19	800	3.23	1.62	0.79	1.09	0.67	3.53	534.94	Auto curage vérifie
	N173_N174	896.61	895.16	44.28	0.01	0.04	0.001	1.32	75	755.62	800	3.04	1.53	0.87	1.11	0.71	3.38	571.63	Auto curage vérifie
	N174_N175	895.16	894.39	31.90	0.01	0.04	0.001	1.36	75	783.95	800	2.85	1.43	0.95	1.13	0.78	3.21	625.09	Auto curage vérifie
	N175_N176	894.39	894.00	32.24	0.01	0.04	0.001	1.41	75	741.66	800	3.40	1.71	0.82	1.10	0.69	3.75	550.61	Auto curage vérifie
	N176_N177	894.00	895.43	50.02	0.01	0.02	0.001	1.43	75	915.28	1000	2.29	1.80	0.79	1.10	0.67	2.51	671.71	Auto curage vérifie
	N177_N178	895.43	893.86	60.36	0.01	0.02	0.001	1.98	75	938.86	1000	2.96	2.33	0.85	1.11	0.71	3.28	705.25	Auto curage vérifie

Tronçon	Cote AM	Cote AV	Dis (mm)	I pente	Q pluv	Q _{uscé} (m ³ /s)	Q _{total} (m ³ /s)	KS	D _{cal} (mm)	D _{norm} (mm)	V _{ps} (mm)	Q _{ps} (m ³ /s)	Rq	Rv	Rh	V (m ² /s)	H (m ² /s)	Auto curage vérifie
N178_N179	893.86	892.11	54.96	0.01	0.03	0.001	2.01	75	962.97	1000	2.81	2.21	0.91	1.12	0.75	3.15	746.01	Auto curage vérifie
N179_N180	892.11	888.53	55.27	0.01	0.03	0.001	2.04	75	932.54	1000	3.11	2.44	0.84	1.10	0.70	3.43	695.77	Auto curage vérifie
N180_N181	888.53	886.90	53.95	0.01	0.03	0.001	2.07	75	973.58	1000	2.81	2.21	0.94	1.12	0.77	3.16	767.00	Auto curage vérifie
N181_N182	886.90	885.86	40.21	0.01	0.03	0.001	2.63	75	1089.10	1200	2.99	3.38	0.78	1.09	0.66	3.27	793.63	Auto curage vérifie
N182_N183	885.86	885.68	57.58	0.01	0.03	0.001	2.66	75	1093.71	1200	2.99	3.38	0.79	1.09	0.67	3.27	799.61	Auto curage vérifie
N183_N184	885.68	887.77	60.30	0.01	0.03	0.001	2.69	75	1126.13	1200	2.80	3.17	0.85	1.11	0.70	3.10	845.13	Auto curage vérifie
N184_N186	887.77	890.48	57.14	0.01	0	0.001	2.7	75.00	1053.28	1200	3.35	3.78	0.71	1.07	0.62	3.60	749.55	Auto curage vérifie
N186_N187	890.48	890.00	71.17	0.02	0	0.001	3.8	75.00	1053.03	1200	4.73	5.35	0.71	1.07	0.62	5.08	749.26	Auto curage vérifie
N187_N188	890.00	889.00	45.08	0.02	0	0.001	3.8	75.00	1111.39	1200	4.10	4.63	0.82	1.10	0.69	4.51	823.56	Auto curage vérifie
N188_N189	889.00	888.00	56.19	0.02	0	0.001	4.6	75.00	1131.25	1200	4.73	5.35	0.86	1.11	0.71	5.25	853.06	Auto curage vérifie
N189_N190	888.00	888.13	86.17	0.02	0	0.001	4.6	75.00	1142.18	1200	4.61	5.22	0.88	1.11	0.73	5.14	870.90	Auto curage vérifie

Table de khi 2

P \ γ	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877
10	4.865	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	5.578	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	6.304	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	7.042	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	7.790	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	8.547	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578	37.697
16	9.312	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	10.085	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	10.865	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	11.651	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	12.443	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	13.240	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	14.041	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	14.848	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	15.659	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980	51.179
25	16.473	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314	52.620
26	17.292	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	18.114	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	18.939	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	54.419	48.278	56.893
29	19.768	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	20.599	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892	59.703

La table donne la probabilité α pour que χ^2 égale ou dépasse une valeur donnée en fonction du nombre de degré de liberté γ