



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option: SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT ET D'EPURATION DES
EAUX USEES**

THEME :

**DIAGNOSTIC DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE LA
COMMUNE DE BIAZID (W.DJELFA)**

Présenté par :

DIB Aya

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
DJOUDAR Dahbia	M.C.A	Présidente
TOUAHIR Sabah	M.A.A	Examinatrice
BOUNNAH Younes	M.A. A	Examineur
DERNOUNI Youcef	M.A.A	Examineur
SALAH Boualem	Professeur	Promoteur

Session septembre.2025

Remerciements

Tout d'abord, je remercie ALLAH le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à Monsieur SALLAH Boualem, mon encadrant universitaire, pour sa confiance, sa disponibilité et ses précieux conseils tout au long de cette période. Son accompagnement rigoureux et ses orientations ont été essentiels à l'élaboration de ce mémoire.

Mes remerciements les plus chaleureux vont également à Monsieur MOUAOUIA Saadi, mon encadrant de stage, pour son encadrement professionnel, son écoute, et l'intérêt qu'il a porté à mon travail. Son appui sur le terrain a grandement contribué à enrichir cette expérience.

Je remercie également toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce travail, que ce soit par leur aide technique, leurs conseils ou leur soutien moral.

Enfin, je tiens à remercier sincèrement le président et les membres du jury, pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'évaluer ce mémoire et d'assister à ma soutenance.

DIB Aya

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

À mes chers parents, ma mère et mon père, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leurs prières et leur soutien sans faille. Ce travail est avant tout le fruit de leur patience et de leur confiance.

À mes adorables sœurs, Douaa, Hidaya et Sourour, pour leur tendresse, leur encouragement et leur présence rassurante dans ma vie.

À mon oncle maternel Abd El Hak, pour son appui, ses sages conseils et l'affection qu'il m'a toujours témoignée.

À toute ma famille, la famille DIB, pour leur soutien moral et leur présence à mes côtés.

À mes précieuses amies Ahlem, Rahma, Hanane et mouna, pour leur amitié sincère, leur écoute et leur soutien tout au long de ce parcours.

À toutes les personnes qui m'ont soutenue, encouragée ou inspirée, de près ou de loin.

Avec toute ma reconnaissance, mon respect et mon affection.

ملخص:

بلدية بايزيد، الواقعة في ولاية الجلفة، تحتوي حاليًا على شبكة صرف صحي لا تلبي بالكامل احتياجات تصريف جميع المياه المستعملة بسبب عجزها الهيدروليكي. هذا العجز يعود أساسًا إلى نقص في الأبعاد وتصميم الشبكة، بالإضافة إلى غياب بعض المنشآت الفرعية الضرورية. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو ضمان تصريف جميع المياه المستعملة والمياه الأمطار وإطلاقها في المجاري الطبيعية بطريقة تتوافق مع متطلبات الصحة العامة وحماية البيئة، مع اعتماد هيكل مناسب لشبكة الصرف الصحي يتم تصميمه بشكل يتوافق مع البيانات والمعلومات التي تم جمعها من الموقع.

الكلمات المفتاحية: الصرف الصحي، المياه المستعملة، التصريف، مياه الأمطار، المجاري

Résumé :

La commune de Baizid, située dans la wilaya de Djelfa, dispose actuellement d'un réseau d'assainissement qui ne répond pas pleinement aux exigences nécessaires pour gérer l'ensemble des effluents, en raison de son sous-dimensionnement et de certaines défaillances techniques. Ce manque d'efficacité est principalement dû à l'insuffisance de capacité hydraulique et à l'absence de certains ouvrages annexes nécessaires à une gestion optimale des eaux usées. L'objectif principal de cette étude est d'assurer l'évacuation complète des eaux usées et pluviales et leur rejet dans les exutoires naturels, tout en respectant les normes de santé publique et de protection de l'environnement. Pour ce faire, il est proposé de redimensionner le réseau et de renforcer les ouvrages existants en tenant compte des données techniques et des caractéristiques spécifiques de la commune.

Mots clés : Assainissement, effluents, rejet, eaux usées, exutoire.

Abstract:

The municipality of Baizid, located in the DJELFA province, currently has a sanitation system that does not fully meet the requirements for managing all wastewater due to its hydraulic incapacity. This limitation is mainly due to the under-dimensioning of the system and the absence of certain ancillary works. The main objective of this study is to ensure the full evacuation of both wastewater and stormwater, and their discharge into natural outlets in a manner consistent with public health and environmental standards. To achieve this, it is proposed to redesign the network and reinforce the existing infrastructure based on the data and site-specific information collected.

Keywords: Sanitation, wastewater, discharge, stormwater, outlet.

Table des matières

Introduction générale :	12
CHAPITRE -I- PRESENTATION DE L'AGGLOMERATION	14
Introduction :	14
I.1. Situation géographique :	14
I.2. Situation topographique de la commune de Sidi Baizid :	15
I .2.1. Relief et montagnes :	15
I.2.2. Les pentes :	15
I.2.3. Les sols :	15
I.2.4 .Les oueds et le drainage :	16
I.2.5. Les plaines :	16
I.2.6. Les piémonts :	16
I.3. Situation climatique :	17
I.4. Situation démographique :	17
I.5. Situation hydraulique	18
I.5.1. Infrastructures hydrauliques existantes	18
I.5.2.Réseau d'assainissement existant	18
I.5.3. Alimentation en eau potable	18
Conclusion :	19
CHAPITRE-II- ETUDE HYDROLOGIQUE	21
Introduction :	21
II.1. Les Averses	21
II.2. Les Petites Pluies	21
II.3. Période de Retour	21
II.4. Temps de Concentration	21
II.5. Détermination de l'intensité moyenne maximale de précipitation	21
II.6. Recueil des données :	22
II.6.2. Analyse des données pluviométriques et sélection du type de loi d'ajustement	23
III.6.2.1. Analyse statistique des données	23
II.6.2.2. Test d'homogénéité :	24
II.6.2.3. Choix de la loi d'ajustement :	24
Conclusion :	31
CHAPITRE-III-DIAGNOSTIC DU SYSTE D'ASSAINISSEMENT EXISTANT	33
Introduction :	33
III.1. Objectif de l'étude du diagnostic	33
III.2. Phases principales d'une étude de diagnostic	33
III.2.1. Présentation du système d'Assainissement de la commune :	33

III.3. Pré-diagnostic.....	35
III.3.1. État physique du réseau.....	35
III.3.2. Statistique Du Diagnostic du Réseau de l'agglomération de Sidi Baizid.....	36
III.3.3. Classement des priorités relatives aux résultats du diagnostic :.....	36
Conclusion et recommandation :.....	39
CHAPITRE -IV- SYSTEME ET SCHEMA D'EVACUATION PROPOSES.....	41
Introduction :.....	41
IV.1. Situation démographique	41
IV.2. Découpage de la superficie urbanisée en surfaces élémentaires :	42
IV.3. Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales	42
IV.3.1. Le système unitaire	43
IV.3.2. Système séparatif	43
IV.3.3. Le système pseudo-séparatif.....	44
IV.4. Choix du système d'assainissement	44
IV.5. Présentation des Différents schémas d'évacuation	46
IV.5.1. Schéma perpendiculaire	46
IV.5.2. Schéma à déplacement latéral	46
IV.5.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique	47
IV.5.4. Schéma à réseau étagé.....	47
IV.5.5. Schéma radial	47
IV.6. Choix du schéma du réseau d'évacuation à projeter	48
IV.7. Principe du tracé du réseau	48
IV.8. Réseau existant.....	49
IV.8.1. Amélioration du schéma existant :	50
Conclusion :.....	51
CHAPITRE -V- ESTIMATION DES DEBITS A EVACUER.....	53
Introduction :.....	53
V.1. Estimation des débits d'eaux usées	53
V.1.1. Généralités.....	53
V.1.2. Nature des eaux usées à évacuer.....	53
V.2. Consommation en eau potable :	54
V.3. Débit des eaux usées :	55
V.3.1. Estimation des débits d'eaux usées domestiques :	55
V.3.2. Évaluation du débit moyen journalier :	55
V.4. Évaluation des débits d'eaux pluviales.....	58
V.4.1. Hypothèses de la méthode rationnelle :	59
V.4.2. Validité de la méthode rationnelle :.....	59

V.5.Évaluation du coefficient de ruissellement :	59
V.5.1. Coefficient de ruissellement selon le niveau d'urbanisation :	60
V.5.2. Coefficient de ruissellement selon le type de surface :	60
V.6. Coefficient de ruissellement pondéré total :	61
V.7 Calcul de la population pour chaque surface élémentaire :	61
V.7.1 Calcul de la densité partielle :	61
V.8.Temps de concentration :	62
V.9. Coefficient réducteur α :	63
V.9.1. Évaluation du coefficient réducteur α :	63
V.10. Calcul des débits pluviaux :	63
Conclusion.....	64
CHAPITRE-VI- DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT.....	66
Introduction :	66
VI.1. Conception du schéma du réseau d'assainissement proposé :	66
VI.2. Calcul hydraulique des collecteurs du réseau	66
VI.2.1. Méthode de dimensionnement	67
VI.3. Les conditions d'Auto-curage	69
VI.4. Normes d'écoulement et d'implantation	69
VI.5. Évaluation des vitesses d'écoulement et adaptation des pentes pour assurer l'auto-curage	70
Conclusion :	70
CHAPITRE-VII-LES OUVRAGES ANNEXES.....	72
Introduction :	72
VII .1. Les ouvrages annexes	72
VII.1.1.les ouvrages normaux	72
VII.1.1.3. Les regards.....	74
VII.1.2.les ouvrages spéciaux.....	75
VII .2. Procédé de dimensionnement du déversoir d'orage	77
VII.2. Dimensionnement théorique d'un bassin de rétention des eaux pluviales (approche pédagogique)	80
VII.2.1. Principe de la méthode des pluies	80
VII.2.2. Application à notre cas d'étude (approche illustrative)	81
Conclusion :	82
CHAPITRE- VIII-ORGANISATION DE CHANTIER.....	84
Introduction :	84
VIII.1. Emplacement des canalisations	84
VIII.2. Exécution des travaux.....	84
VIII.3. Manutention et stockage des conduites	85

VIII.3.1. Chargement et transport.....	85
VIII.3.2. Stockage	85
VIII.3.3. Décapage	86
VIII.4. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards	86
VIII.5. Aménagement du lit de sable	86
VIII.6. Mise en place des canalisations.....	86
VIII.6.1. Confection des joints	87
VIII.6.2. Essais d'étanchéité.....	87
VIII.7. Remblaiement et compactage des tranchées	88
VIII.7.1. Les chargeurs.....	88
VIII.7.2. Le rouleau lisse.....	88
VIII.8. Construction des regards	89
VIII.9. Devis quantitatif	90
VIII.10.1. Détermination des différents volumes	90
Conclusion :.....	93
CONCLUSION GENERALE.....	94
Références bibliographiques :.....	95
ANNEXES.....	96
ANNEXES-I-coefficient de Manning-stricler.....	97
ANNEXES-II-Abaque de dimensionnement des canalisations circulaire d'après la formule de bazin	98
ANNEXES-III-les calculs hydrauliques.....	99

Liste des tableaux

Tableau I.1. Évaluation de la population future à l'horizon

Tableau II.1. Caractéristique géographiques des stations pluviométriques

Tableau II.2: Série d'observation de précipitations mensuelles et maximales journalières

Tableau II.3. Présente les principales caractéristiques de cette série d'observations, regroupant à la fois les précipitations mensuelles et les précipitations journalières maximales

Tableau II.4. Ajustement de la série à la loi de Gumbel à l'aide du logiciel Hyfran

Tableau II.5. Ajustement de la série à la loi de Galton à l'aide du logiciel Hyfran

Tableau II.6 : ajustement de la série à la loi de GEV à l'aide du logiciel Hyfran

Tableau II.7. Comparatif des trois lois — Gumbel, Galton et GEV — selon les critères AIC et BIC, établi à l'aide du logiciel Hyfran.

Tableau IV.1. Les résultats de calcul de la population future

Tableau IV.2. Avantages et inconvénients des différentes systèmes

Tableau V.1. Evaluation des équipements pour chaque surface élémentaire :

Tableau V.2. Estimation du nombre d'habitants pour chaque surface élémentaire

Tableau V.3. Estimation des débits domestiques

Tableau V.4.évaluation de coefficient de point

Tableau V.5. Valeurs du coefficient de ruissellement selon le type de zone urbaine.

Tableau V.6 . Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de surface.

Tableau V.8 . détermination des débits d'eaux usées totaux pour chaque surface élémentaire

Tableau V.9.Les valeurs du coefficient réducteur α

Tableau V.10. Estimation des débits totaux pour chaque surface élémentaire.

Tableau VII.1. Correspondance entre débits, rapports et hauteurs d'eau selon l'abaque de Bazin

Tableau VIII.1 . Devis quantitatif

Liste des figures

Figure I.1. Localisation de la commune dans la wilaya de Djelfa (google)

Figure I.2. Carte topographique de la région de Djelfa (ResearchGate)

Figure II.1. Graphe d'ajustement de la serie à la loi de Gumbel à l'aide du logiciel Hyfran.

Figure II.2. Graphe d'ajustement de la série à la loi de Galton à l'aide du logiciel Hyfran.

Figure II.3. Graphe d'ajustement de la série à la loi de GEV à l'aide du logiciel Hyfran.

Figure III.1 : vue en plan de réseau d'assainissement existant de sidi Baizid (Google Earth)

Figure III.2 : l'état actuelle de la majorité des regards

FigureIII.3 : état physique actuel de la majorité des collecteurs du réseau

Figure III.4: Rejet illicite des eaux usées dans la nature

Figure IV.1 : Schéma d'un système unitaire

Figure IV.2 : Schéma d'un système séparatif

Figure IV.3: Schéma d'un système pseudo-séparatif (Google)

Figure IV.4. Schéma perpendiculaire (Cours ENSH, 2014)

Figure IV.5. Schéma à déplacement latéral (Cours ENSH,2014)

Figure IV.6. Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique (Cours ENSH,2014)

Figure IV.7. Schéma à Collecteur Etagé (Cours ENSH)

Figure IV.8. Schéma Type Radial (Cours ENSH)

Figure IV.9 : Vue en plan du système d'assainissement (Google Earth)

Figure IV.10 : Vue en plan du système d'assainissement Sidi Baizid Chef-lieu système de transfère (Google Earth)

Figure IV.11: Vue en plan du système d'assainissement Sidi Baizid Chef-lieu système épuratoire (Google Earth)

Figures VII.1. Exemple d'un branchement simple (Source polycopie du Pr. SALAH Boualem)

Figures VII.2. Exemples de bouches d'égout par absorption verticale et absorption latérale(google)

Figures VIII. 3 : mise en place des canalisations

Figures VIII.1. Exemple d'un regard simple

Liste des planches

Planche 1 : plan de masse, découpage des surfaces élémentaires

Planche 2 : tracé du réseau d'assainissement

Planche 3 : les ouvrages annexes (regard et déversoir)

Planche 4 : profile en long de l'intercepteur

Introduction générale :

L'eau, source essentielle de vie, est un bien précieux de plus en plus menacé par des phénomènes naturels tels que les changements climatiques, la sécheresse prolongée et la surexploitation des ressources. Dans ce contexte, la gestion de l'eau et de ses usages devient primordiale, notamment en ce qui concerne le secteur de l'assainissement. L'assainissement est un élément clé pour assurer la salubrité publique et préserver l'environnement en traitant efficacement les eaux usées et pluviales avant leur rejet dans les milieux naturels.

Dans la commune de Baizid, située dans la wilaya de Djelfa, le réseau d'assainissement existant ne répond plus aux besoins actuels en matière de rejet des effluents de la population. Le système est obsolète, souffre d'un sous-dimensionnement et d'une absence de certaines infrastructures complémentaires, ce qui entraîne des dysfonctionnements et une difficulté de gestion inefficace des eaux usées. Ces insuffisances augmentent les risques sanitaires et environnementaux, mettant en péril la santé publique et la qualité de l'environnement.

Face à cette situation, il devient impératif de réaliser un diagnostic approfondi du réseau d'assainissement afin d'identifier les problèmes structurels et hydrauliques qui entravent son bon fonctionnement complète du réseau en vue d'optimiser son efficacité, en répondant à la fois aux exigences de la gestion des eaux usées et aux normes sanitaires en vigueur.

L'approche méthodologique de cette étude se divise en plusieurs étapes : une première phase d'observation et de diagnostic sur le terrain, suivie d'une étude hydrologique et d'une évaluation des débits des eaux usées afin de dimensionner correctement le système. Ce travail vise à offrir une solution durable pour la gestion des eaux usées dans la commune de Bayazid, tout en prenant en compte les enjeux environnementaux et de santé publique.

CHAPITRE-I-
PRESENTATION DE L'AGGLOMERATION

CHAPITRE -I- PRESENTATION DE L'AGGLOMERATION

Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons la situation de ladite agglomération du point de vue géographique, démographique et notamment hydraulique concernant son système d'évacuation déjà existant des eaux de toute nature confondue. La collecte de ces données et informations nous sont très utiles et nécessaires afin non seulement de diagnostiquer ce système mais également de procéder à son redimensionnement s'il s'avère nécessaire.

I.1. Situation géographique :

La commune de Sidi Baizid est située dans la wilaya de Djelfa, au centre du pays, dans la région nord du désert algérien. Elle se trouve à environ 50 kilomètres au sud-est de la ville de Djelfa, chef-lieu de la wilaya, et à environ 300 kilomètres au sud d'Alger, la capitale. La commune est située dans une région semi-aride, avec un climat méditerranéen continental qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers relativement froids. Le territoire de Sidi Baizid est principalement constitué de plaines et de collines légèrement ondulées, typiques des zones steppiques. La région bénéficie de la proximité des montagnes de l'Atlas saharien, ce qui influence les conditions climatiques et la végétation de la commune. La commune est traversée par plusieurs routes principales qui facilitent l'accès à la région. Elle est également située près de la vallée de l'Oued Djedi, ce qui a un impact direct sur les activités agricoles locales, bien que cette dernière soit peu alimentée en eau en raison des conditions climatiques souvent sèches.

Grâce à sa situation géographique, Sidi Baizid joue un rôle stratégique dans la connexion entre les zones agricoles et les régions urbaines de la wilaya, bien que ses ressources en eau restent limitées et dépendent de l'approvisionnement en eau potable de la wilaya de Djelfa. La figure 1 nous montre la localisation de ladite commune.

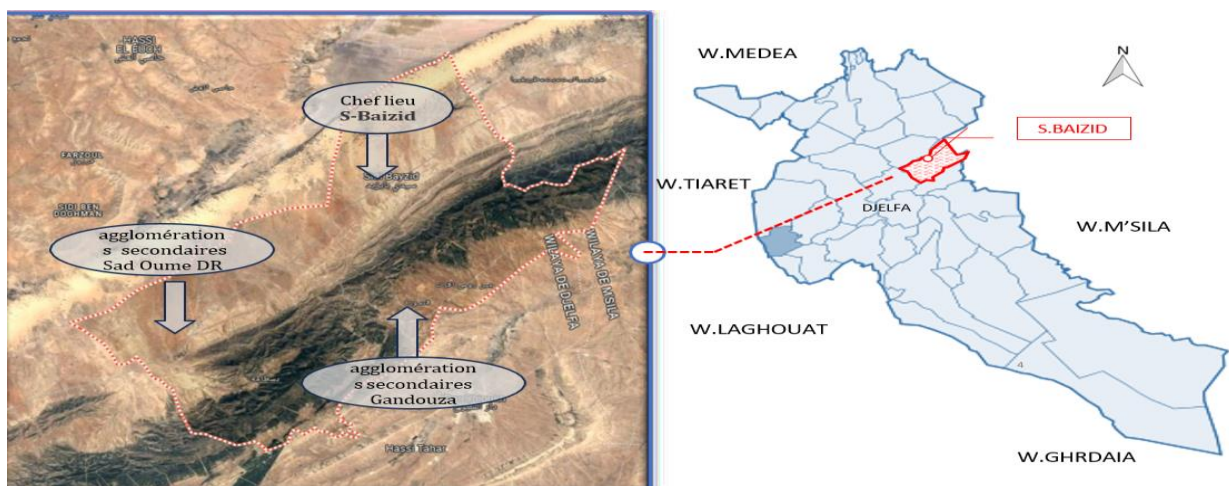


Figure I.1. Localisation de la commune dans la wilaya de Djelfa (google)

I.2. Situation topographique de la commune de Sidi Baizid :

La commune de Sidi Baizid, située dans la wilaya de Djelfa, présente un relief caractérisé par une grande variété de formes de terrain. Le territoire est principalement constitué de vastes plaines et de collines, avec une légère ondulation du terrain. Ce relief est influencé par la proximité des chaînes montagneuses de l'Atlas saharien au sud, qui font partie des grandes formations géologiques de la région. (Figure I-2)

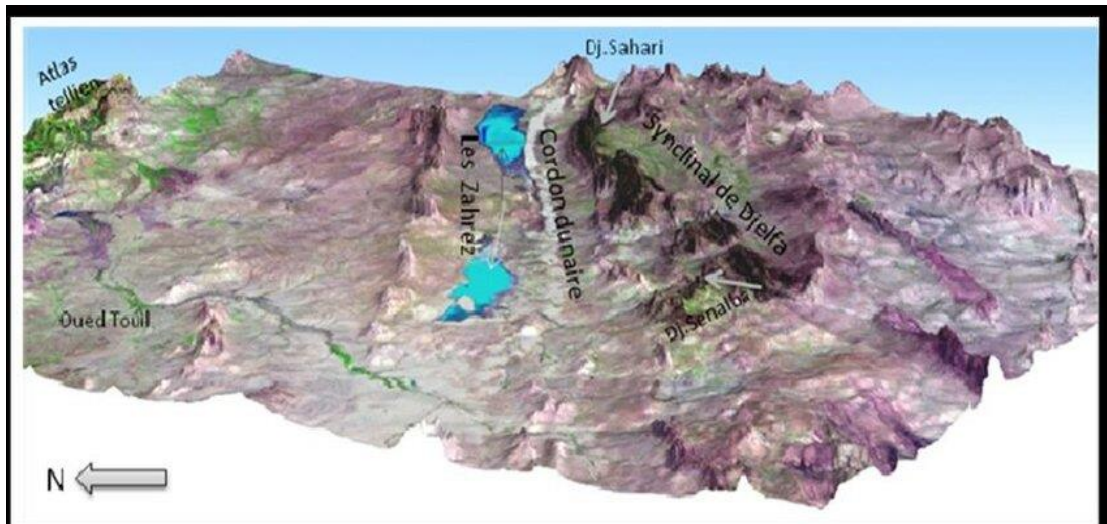


Figure I.2. Carte topographique de la région de Djelfa (ResearchGate)

I .2.1. Relief et montagnes :

Le relief de la commune est relativement modéré, avec des altitudes variantes entre 800 et 1 100 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les montagnes de l'Atlas saharien, situées plus au sud, influencent la topographie locale. Bien que Sidi Baizid elle-même ne soit pas directement située sur une chaîne montagneuse, elle est bordée par des collines et des petites montagnes qui marquent la transition entre les plateaux steppiques du nord et les montagnes plus marquées du sud. Ces montagnes présentent des pentes modérées et sont constituées de roches calcaires et schisteuses, typiques des régions de l'Atlas.

I.2.2. Les pentes :

Les pentes de Sidi Baizid sont généralement faibles, avec une inclinaison douce allant de 1% à 3% dans les zones plus ou moins plates. Cependant, dans les zones proches des collines et des petites montagnes, les pentes peuvent atteindre des valeurs plus élevées, allant jusqu'à 5% ou 6%. Cela influe sur le drainage naturel des eaux, en particulier lors des fortes pluies, où les eaux de ruissellement peuvent rapidement se concentrer dans les dépressions et vallées.

I.2.3. Les sols :

Les sols de la commune sont généralement peu fertiles, caractéristiques des régions semi-arides et steppiques de l'Algérie centrale. On y trouve principalement des sols argilo-sableux et des sols calcaires peu profonds, qui sont sensibles à l'érosion et à la désertification en raison des faibles précipitations annuelles. Les sols dans les zones de collines sont plus caillouteux et

moins propices à l'agriculture, tandis que les plaines sont constituées de sols plus sablonneux qui peuvent supporter certaines cultures, bien que l'irrigation soit souvent nécessaire pour maintenir une bonne productivité.

Les sols sont également sujets à la salinisation dans certaines zones, en raison de l'évaporation rapide de l'eau en raison du climat chaud et sec. Cela peut rendre certaines terres impropres à l'agriculture sans interventions appropriées, comme l'amendement du sol ou l'amélioration du drainage.

I.2.4. Les oueds et le drainage :

Le relief modéré de Sidi Baizid permet à plusieurs oueds temporaires de traverser la commune. Ces oueds, bien qu'ils ne soient généralement pas alimentés de façon continue, servent de canaux pour le drainage des eaux de pluie pendant la saison humide. Le réseau de ces cours d'eau saisonniers joue un rôle crucial dans la gestion de l'eau, mais leur caractère intermittent peut rendre leur gestion complexe, notamment en période de sécheresse prolongée.

I.2.5. Les plaines :

La commune de Sidi Baizid est largement dominée par des plaines étendues, typiques des régions steppiques et semi-arides de l'Algérie centrale. Ces plaines sont principalement formées de sols argilo-sableux et calcaires, et elles s'étendent sur une grande partie du territoire de la commune. Les plaines de Sidi Baizid présentent des surfaces relativement planes, avec une faible pente, ce qui favorise l'accumulation des eaux de pluie dans les zones plus basses et leur évaporation rapide sous l'effet du climat chaud et sec.

Les plaines sont constituées principalement de terres agricoles, bien que la qualité des sols varie en fonction des zones. Certaines parties des plaines sont sujettes à la salinisation en raison des faibles précipitations et du processus d'évaporation élevé. Malgré ces conditions difficiles, ces plaines peuvent être utilisées pour l'agriculture, principalement pour la culture de céréales et l'élevage, bien que l'irrigation reste nécessaire pour optimiser les rendements.

I.2.6. Les piémonts :

Les piémonts de la commune de Sidi Baizid sont les zones de transition entre les collines et montagnes environnantes et les plaines. Les piémonts sont caractérisés par des pentes modérées et une accumulation de débris rocheux et de matériaux sédimentaires transportés par l'érosion des montagnes. Ces zones ont une pente plus marquée que les plaines, mais elle reste généralement inférieure à 10% dans la majorité du territoire. Ces pentes modérées rendent le sol plus propice à l'agriculture, car elles favorisent un meilleur drainage des eaux de surface, réduisant ainsi les risques de stagnation des eaux.

Les piémonts sont souvent couverts de sols caillouteux et argileux, et l'érosion y est plus importante qu'en plaine, notamment en période de fortes pluies. Cependant, ces terres peuvent être fertiles, en particulier dans les zones où les matériaux déposés par l'érosion ont enrichi le sol en minéraux. Ces zones sont utilisées pour la culture de certaines plantes adaptées au climat semi-aride, ainsi que pour l'élevage, en raison de leur végétation plus dense comparée aux plaines.

Les piémonts servent également de zones de recharge pour les nappes phréatiques locales, en captant l'eau de pluie qui s'infiltre dans le sol. Cela a un impact positif sur l'approvisionnement en eau souterraine, qui est une ressource précieuse dans cette région aride.

I.3. Situation climatique :

La région est caractérisée par un climat semi-aride avec des hivers froids et rigoureux et des étés chauds et secs. Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 350 mm, mais elles varient du nord au sud de la wilaya

La wilaya de Djelfa marqué par des précipitations modérées à faibles et des températures contrastées entre l'été et l'hiver.

I.4. Situation démographique :

L'air d'étude comporte environ 4102 habitants. En 2025 Le réseau d'assainissement doit être dimensionné pour répondre au besoin de l'agglomération pendant certains temps pour cela il faut prendre en considération l'extension de la zone. La relation suivante peut être employé pour estimer le nombre d'habitant à l'horizon étudié :

$$P_n = P_o (1 + t)^n$$

Avec

- P_n : Population future (à l'horizon de calcul).
- P_o : Population actuelle.
- t : Taux d'accroissement (égal à 1.7%)
- n : Nombre d'années projetées.

Les résultats de calcul sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau I.1. Évaluation de la population future à l'horizon

Sidi baizid	Taux d'accroissement	NB d'habitants
2025	1.7%	4102
2035	1.7%	4856
2045	1.7%	5748
2055	1.7%	6804

I.5. Situation hydraulique

I.5.1. Infrastructures hydrauliques existantes

La commune de Sidi Baizid est confrontée à un déficit en infrastructures hydrauliques, notamment en matière d'épuration des eaux usées. Actuellement, il n'existe pas de station d'épuration fonctionnelle, et les eaux usées sont rejetées à l'air libre dans la nature (oueds et chaâbats environnants). Cette situation pose un problème d'hygiène pour la population et nécessite la mise en place urgente d'un réseau de collecte et de raccordement à une future station d'épuration.

I.5.2. Réseau d'assainissement existant

Le réseau d'assainissement de la commune est de type unitaire, avec des conduites de diamètres variables entre 400 et 600 mm en béton. Toutefois, l'absence de déversoirs d'orage et d'un exutoire adéquat aggrave le risque d'inondation et de pollution, vu que le rejet se fait en pleine nature. Les équipements annexes, tels que les regards et bouches d'égout, sont peu nombreux et nécessitent des travaux d'extension. Il est à noter l'inexistence de la station d'épuration.

I.5.3. Alimentation en eau potable

L'approvisionnement en eau potable de la commune de Sidi Baizid repose essentiellement sur des forages et des sources souterraines, dont la capacité est limitée en raison de la baisse du niveau des nappes phréatiques. Certains projets ont été initiés, comme la réalisation de nouveaux puits à El Argoube Lahmar et Ferchat Mansour, mais leur mise en œuvre reste incomplète.

Le système d'eau potable comprend :

Plusieurs forages de faible débit, dont certains en cours de réalisation.

Un réseau de distribution nécessitant des extensions et des réhabilitations pour améliorer la desserte en eau potable.

Une dotation en eau par habitant insuffisante, particulièrement en période estivale, nécessitant un renforcement des ressources et une meilleure gestion des infrastructures existantes.

L'exploitation et la gestion de ce réseau sont actuellement assurées par l'Algérienne des Eaux (ADE), mais le manque de moyens matériels et humains complique la maintenance et la réparation des conduites vétustes.

Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons pu recenser des informations et des données qui nous nécessairement utiles pour entamer notre étude d'abord sur l'estimation des besoins de rejets des effluents de la dite agglomération et par la suite sur le dimensionnement et la conception du système d'évacuation qui seront le résultat d'un diagnostic qui fera l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE -II-
ETUDE HYDROLOGIQUE

CHAPITRE-II- ETUDE HYDROLOGIQUE

Introduction :

L'hydrologie est une discipline scientifique qui s'intéresse à l'étude du cycle de l'eau sous toutes ses formes, ainsi qu'à son interaction avec l'environnement. Elle joue un rôle essentiel dans la compréhension des phénomènes climatiques et hydrologiques qui influencent directement l'aménagement du territoire et la gestion des ressources en eau.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à l'étude hydrologique de la zone de la commune de Baizid wilaya Djelfa. Cette analyse vise à caractériser les précipitations, les écoulements et les paramètres hydrologiques propres à cette région afin d'évaluer leur impact sur les infrastructures et les aménagements hydrauliques. L'objectif principal est de déterminer l'intensité des pluies de projet nécessaire au dimensionnement optimal du réseau, garantissant ainsi une gestion efficace des eaux pluviales et la prévention des risques liés aux inondations.

II.1. Les Averses

Les averses sont des précipitations associées à une perturbation météorologique, avec une durée variant de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures. Elles se caractérisent par :

- Une hauteur d'eau importante.
- Une forte intensité sur une courte durée.
- Une transformation de la pluie brute en pluie nette générant un débit.
- Une érosion ou un apport de pollution par ruissellement, nécessitant un système de drainage efficace.

II.2. Les Petites Pluies

Les petites pluies se situent entre les bruines et les averses orageuses. Elles ne provoquent du ruissellement qu'au-delà de 0.5 mm de hauteur d'eau et ne génèrent des débits dans les réseaux qu'avec une hauteur d'eau supérieure à 1 mm.

II.3. Période de Retour

La période de retour est le temps moyen entre deux averses d'une intensité donnée. Elle est choisie en fonction d'une analyse technico-économique. En Algérie, la période de retour adoptée est souvent d'une décennie ($T=10$ ans) pour l'assainissement.

II.4. Temps de Concentration

Le temps de concentration est la durée nécessaire à une goutte d'eau pour atteindre l'exutoire du bassin versant. Il est essentiel pour déterminer le dimensionnement du réseau de drainage.

II.5. Détermination de l'intensité moyenne maximale de précipitation

En hydrologie urbaine, l'analyse de l'intensité moyenne maximale des précipitations revêt une importance cruciale pour le dimensionnement des réseaux d'égouts, des dispositifs de

drainage et des ouvrages de lutte contre l'érosion. L'intensité d'une précipitation correspond au débit d'eau traversant une surface horizontale unitaire, exprimé généralement en millimètres par heure (mm/h).

Dans le cadre d'un projet d'assainissement, l'ingénieur doit évaluer cette intensité moyenne maximale pour un intervalle de temps Δt donné, en différents points du réseau. Cette estimation doit tenir compte des valeurs susceptibles d'être atteintes ou dépassées selon une période de retour déterminée, typiquement tous les 10, 20 ou 50 ans. (Bénina TOUAIBIA, 2004).

L'intensité moyenne d'une précipitation se définit comme le rapport entre la hauteur d'eau tombée et la durée de l'événement considéré. Elle s'exprime selon la relation suivante :

$$I_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} \dots\dots\dots \text{II.1}$$

I_m : intensité moyenne en mm/h

Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt pour le calcul de l'intensité, on doit :

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

II.6. Recueil des données :

La disponibilité des données météorologiques et la représentativité des stations nous ont amené à sélectionner la station Dar Chioukh wilaya de Djelfa pour l'étude.

Tableau II.1. Caractéristique géographiques des stations pluviométriques				
Station	Code	Coordonnée X	Coordonnée Y	Z (m)
Dar Chioukh	170503	412.35	372.25	1400
NB : Les coordonnées X et Y sont référencés dans le système Lambert (Km)				

Dar Chioukh wilaya de Djelfa

Tableau II.2: Série d’observation de précipitations mensuelles et maximales journalières

N°	Année	Pj max	N°	Année	Pj max
1	1981	45,2	20	2000	26,6
2	1982	26,5	21	2001	13,1
3	1983	14,4	22	2002	40
4	1984	19,2	23	2003	24
5	1985	36	24	2004	24
6	1986	32	25	2005	21,1
7	1987	24,4	26	2006	35,5
8	1988	41,5	27	2007	34,2
9	1989	30,4	28	2008	23,4
10	1990	42,6	29	2009	36,7
11	1991	36	30	2010	24,5
12	1992	28,2	31	2011	23,7
13	1993	18,5	32	2012	15,2
14	1994	18,6	33	2013	28,3
15	1995	34,8	34	2014	41,5
16	1996	14	35	2015	25,6
17	1997	26,4	36	2016	38,1
18	1998	24	37	2017	29,2
19	1999	31	38	2018	31,7

(Source DAR CHIOUKH)

II.6.2. Analyse des données pluviométriques et sélection du type de loi d’ajustement

III.6.2.1. Analyse statistique des données

L’analyse des données disponibles constitue généralement la première étape essentielle dans l’étude d’un projet d’assainissement. Elle permet de localiser précisément les événements pluvieux dans le temps, condition indispensable à une modélisation fiable.

Dans ce cadre, l’analyse statistique porte sur un échantillon de 38 années d’observations des précipitations mensuelles et des précipitations journalières maximales. L’objectif est d’en extraire les caractéristiques empiriques suivantes :

- **Moyenne interannuelle des précipitations maximales journalières :** Cette moyenne est calculée à partir des valeurs annuelles sur 38 ans :

$$\overline{P_{jmax}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{jmax}}{n} \dots \dots \dots \text{II.2}$$

$$\overline{P_{jmax}} = 28.4$$

P_{jmax} : les précipitation maximales journalière en (mm)

N : nombre d’années d’observation (38 ans)

- **Écart type σ_p**

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_{Jmax} - \bar{P}_{Jmax})^2}{N}} \dots\dots\dots \text{II.3}$$

$$\sigma_p = 8.54$$

- **Coefficient de variation** Ce coefficient permet d'évaluer la dispersion relative des données par rapport à la moyenne :

$$C_v = \frac{\sigma_p}{\bar{P}_{Jmax}} \dots\dots\dots \text{II.4}$$

$$C_v = 0.3$$

Tableau II.3. Présente les principales caractéristiques de cette série d'observations, regroupant à la fois les précipitations mensuelles et les précipitations journalières maximales.

Caractéristiques	Valeurs
Nombre d'années d'observation	38
Minimum des $P_{max\ j}$ en (mm)	13.1
Maximum des $P_{max\ j}$ en (mm)	45.2
La moyenne des $P_{max\ j}$ en (mm)	28.4
L'écart type en (mm)	8.54
Coefficient de variation	0.3

II.6.2.2. Test d'homogénéité :

Avant de faire une analyse hydrologique, il est important de vérifier si les données sont homogènes, c'est-à-dire qu'elles viennent du même endroit et qu'elles sont cohérentes entre elles. Ce test permet de s'assurer que les résultats de l'étude seront fiables. Cependant, dans mon cas, comme je travaille uniquement sur les valeurs maximales de pluies journalières, ce test n'est pas nécessaire (Bénina TOUAIBIA, 2004).

II.6.2.3. Choix de la loi d'ajustement :

Pour modéliser les données hydrologiques, plusieurs lois d'ajustement peuvent être utilisées, à condition que les données soient homogènes et stationnaires. Parmi les lois les plus couramment employées, on trouve :

- La loi de Fuller (ou loi exponentielle)
- La loi Gamma, les lois de Pearson type I et III
- La loi de Gumbel (ou loi doublement exponentielle)
- La loi de Goodrich

- La loi de Fréchet
- La loi de Weibull

Le choix de la loi d'ajustement repose d'abord sur une comparaison graphique, puis sur un test de dispersion. L'allure des points tracés sur un papier à probabilité permet de juger si une loi est adaptée ou non. Par exemple, une courbe irrégulière, cassée ou mal alignée indique un mauvais ajustement.

Face à ce type de problème, voici les critères que je retiens pour faire mon choix :

- Si plusieurs lois offrent une qualité d'ajustement similaire, je privilégie celle avec le moins de paramètres.
- Si les lois ont le même nombre de paramètres et une qualité comparable, je compare leurs estimations. Si elles sont proches, je choisis la plus simple ; sinon, je peux tester une autre loi, même si elle demande un paramètre de plus.

Quel que soit le type de loi utilisé, la méthode de calcul reste la même et se déroule comme suit :

1. Je commence par classer les valeurs de mon échantillon, soit par ordre croissant, soit décroissant, selon que j'analyse les fréquences de dépassement ou non-dépassement.
2. J'attribue un numéro d'ordre à chaque valeur.
3. Je calcule les fréquences expérimentales à l'aide d'une formule empirique.
4. Je détermine les caractéristiques statistiques de l'échantillon : moyenne, écart-type (ou coefficient de variation), et coefficient d'asymétrie.
5. Je reporte les points obtenus sur un papier à probabilité adapté à chaque loi.
6. Je trace ensuite la courbe ou la droite théorique correspondante.
7. Je lis ou je calcule les valeurs extrêmes (ou quantiles), c'est-à-dire celles associées à une certaine probabilité.
8. Je vérifie si la loi choisie correspond bien aux données (test d'adéquation).
9. Enfin, je calcule un intervalle de confiance à 95 % autour des caractéristiques de l'échantillon et des quantiles estimés.

Pour mon étude, je privilégie les lois les plus simples, c'est-à-dire celles avec peu de paramètres. Les plus utilisées dans ce cadre sont :

- La loi de Gumbel (loi doublement exponentielle)
- La loi Log-Normale (ou loi de Galton) (Bénina TOUAIBIA, 2004)

II.6.2.3.1. Ajustement à la loi de Gumbel :

➤ La fonction de la loi de Gumbel :

$$F(X) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots \text{II.5}$$

Étant donné que « y » est la variable réduite de la loi de Gumbel :

$$Y = \frac{X-X_0}{\alpha} = -Ln(-ln (F(X))) \dots\dots\dots II.6$$

Avec :

- x : variable étudiée (Pmax.j).
- x0 : paramètre de position (ordonnée à l'origine).
- α : paramètre de l'échelle (α > 0).

➤ L'expression de quantile est :

$$X = \alpha y + X_0 \dots\dots\dots II.7$$

➤ Les paramètres de la loi de Gumbel par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$\alpha = 7.94 \quad ; \quad x_0 = 24.174 \text{ mm}$$

Tableau II.4. Ajustement de la série à la loi de Gumbel à l'aide du logiciel Hyfran

Période de retour « T » (ans)	Probabilité « Q »	Valeur théorique « xt »(mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance 95%
100.0	0.9900	60.7	5.29	50.3 - 71.1
50.0	0.9800	55.2	4.60	46.2 - 64.2
20.0	0.9500	47.8	3.69	40.5 - 55.0
10.0	0.9000	42.0	3.01	36.2 - 47.9
5.0	0.8000	36.1	2.33	31.5 - 40.7
3.0	0.6667	31.3	1.85	27.7 - 35.0

II.6.2.3.2. Ajustement à la loi de Galton (log-normal) :

➤ La fonction de répartition de la loi log-normal :

$$F(X) = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^U e^{-\frac{u^2}{2}} du \dots\dots\dots II.8$$

Etant donné que « u » est la variable centrée réduite de Gauss :

$$\text{Avec :} \quad u = \frac{\ln(X) - \overline{\ln(x)}}{\sigma_{\ln(X)}} \dots\dots\dots II.9$$

- x : variable étudiée (P_{maxj})
- $\overline{\ln(x)}$: la moyenne des logarithmes de la variable x
- $\sigma_{\ln(x)}$: l'écart-type des logarithmes de la variable x

L'expression de quantile est alors

$$\ln(x) = u \sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)} \dots\dots\dots II.10$$

Paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblances :
 $\sigma \ln(x) = 0.32$ $\ln(x) = 3.3$

Tableau II.5. Ajustement de la série à la loi de Galton à l'aide du logiciel Hyfran

Période de retour « T » (ans)	Probabilité « Q »	Valeur théorique « xt »(mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance 95%
100.0	0.9900	57.7	5.92	46.1 - 69.3
50.0	0.9800	52.8	4.96	43.1 - 62.5
20.0	0.9500	46.2	3.77	38.8 - 53.6
10.0	0.9000	41.1	2.94	35.3 - 46.8
5.0	0.8000	35.6	2.19	31.3 - 39.9
3.0	0.6667	31.1	1.72	27.8 - 34.5

II.6.2.3.3. Ajustement à la loi GEV :

➤ La fonction de répartition de la loi d'extrémum généralisée :

$$F(X)=e^{-e^{-Y}} \dots\dots\dots \text{II.11}$$

Sachant que « y » est la variable réduite

$$Y=-\frac{1}{K} \ln(1 - \frac{K}{\alpha} (X - U)) \dots\dots\dots \text{II.12}$$

Avec

X : variable étudiée (P_{maxj})

U : paramètre de position

α : paramètre de dispersion ($\alpha > 0$)

K : paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

Pour les différentes périodes de retour. Les résultats de l'ajustement à la loi de GEV issus de logiciel (Hyfran), avec l'utilisation de la méthode du maximum de vraisemblance, sont représentés dans le tableau

U= 25.57 $\alpha = 8.4$ k=0.31

Tableau II.6 : ajustement de la série à la loi de GEV à l'aide du logiciel Hyfran

Période de retour « T » (ans)	Probabilité « Q »	Valeur théorique « xt »(mm)	Ecart-type	Intervalle de confiance 95%
100.0	0.9900	46.1	2.19	41.8 - 50.4
50.0	0.9800	44.5	1.94	40.7 - 48.3
20.0	0.9500	41.8	1.69	38.5 - 45.1
10.0	0.9000	39.1	1.59	36.0 - 42.3
5.0	0.8000	35.6	1.54	32.6 - 38.7
3.0	0.6667	32.2	1.51	29.2 - 35.1

II.6.2.3.4. Comparaison entre les lois d'ajustement :

Après avoir appliqué différentes lois de probabilité pour ajuster mes données, il est essentiel de vérifier laquelle offre le meilleur ajustement. Pour cela, je me suis basé sur deux types de critères : l'analyse graphique et le test de dispersion.

a) Test graphique :

Ce test repose sur une simple observation visuelle des courbes tracées sur papier à probabilité. Il s'agit d'évaluer si les points expérimentaux suivent bien la droite théorique. Un bon alignement, sans cassure, courbure irrégulière ou déviation notable, indique que la loi testée est adaptée aux données.

Interprétation des résultats graphiques :

En analysant les graphes d'ajustement présentés dans les figures II.1, II.2, II.3 et II.4, j'ai constaté que la loi Log-Normale offre le meilleur ajustement parmi celles testées. En effet, les points expérimentaux sont bien alignés avec la droite théorique, montrant une bonne correspondance et une convergence satisfaisante, contrairement aux autres lois.

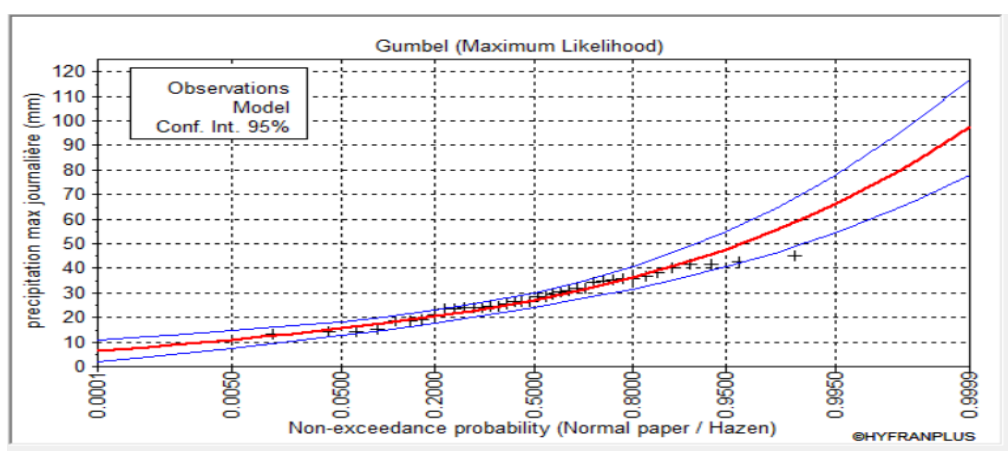


Figure II.1. Graphe d'ajustement de la série à la loi de Gumbel à l'aide du logiciel Hyfran.

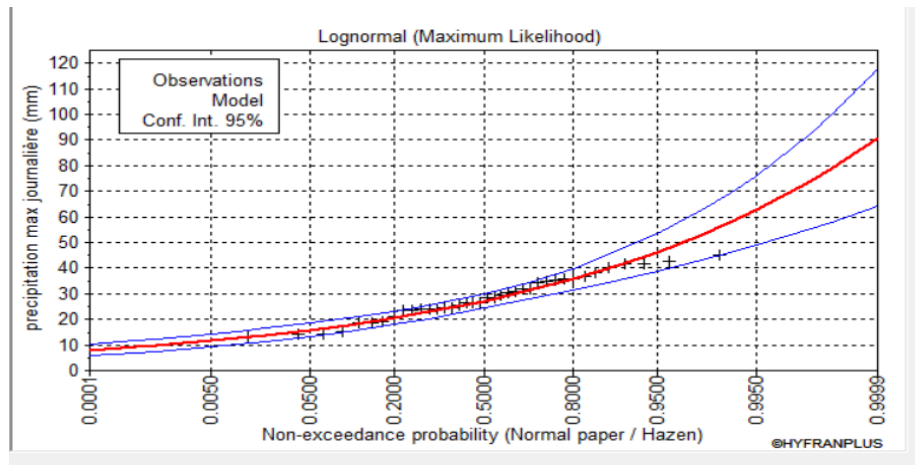


Figure II.2. Graphe d'ajustement de la série à la loi de Galton à l'aide du logiciel Hyfran.

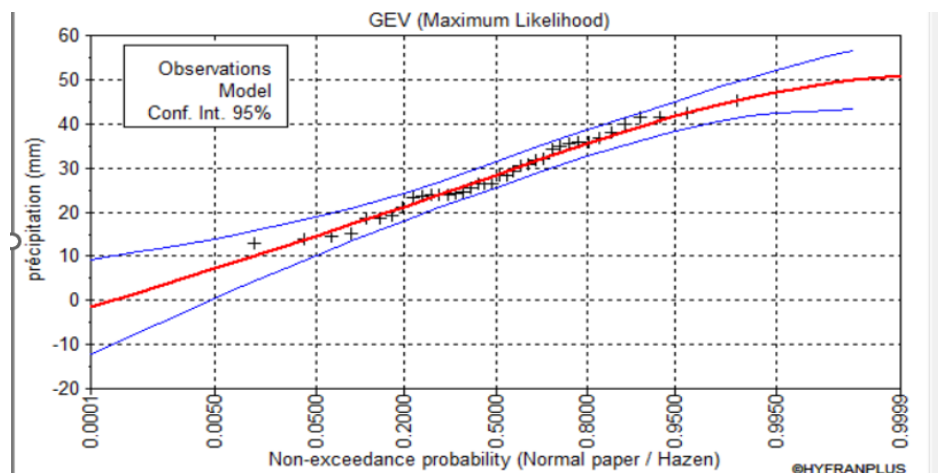


Figure II.3. Graphe d'ajustement de la série à la loi de GEV à l'aide du logiciel Hyfran.

c) Sélection de la loi : Même si les trois lois conviennent, la loi GEV offre un meilleur ajustement selon le test graphique. De plus, elle présente les valeurs les plus faibles des critères d'information d'Akaike (AIC) et bayésien (BIC), ce qui indique une meilleure performance du modèle. Ces valeurs ont été obtenues à l'aide du logiciel Hyfran.

Le tableau ci-dessous compare les lois Gumbel, Galton et GEV selon les critères AIC et BIC calculés avec Hyfran.

Comparison criteria of the distributions						
Return period :	T= 10	WARNING ! The decision-support system (comparison criteria as described in the HYFRAN menu) is still being developped. It should therefore only be used as an indication.				
Sample size :	38					
Model	Nb param.	XT	P(Mi)	P(Mi x)	BIC	AIC
Lognormal (Maximum Likelihood)	2	41.079	33.33	38.70	279.426	276.150
GEV (Maximum Likelihood)	3	39.150	33.33	32.89	279.751	274.839
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	42.049	33.33	28.41	280.044	276.769

Tableau II.7. Comparatif des trois lois — Gumbel, Galton et GEV — selon les critères AIC et BIC, établi à l’aide du logiciel Hyfran.

Ainsi, pour garantir une marge de sécurité raisonnable, on retient que la loi GEV offre le meilleur ajustement aux données des pluies maximales journalières.

II.6.2.3.5. Calcul des intensités de courte durée :

Dans cette section, nous allons estimer l’intensité, à partir des résultats obtenus avec l’ajustement à la loi GEV.

La détermination d’intensité moyenne repose sur les valeurs des pluies maximales journalières, en utilisant la relation de montanari :

$$I_{t,p\%} = \left(\frac{p_{max,j}}{24} \right) * \left(\frac{t}{24} \right)^{1-b} \dots\dots\dots \text{II.13}$$

$I_{t,p\%}$: l’intensité moyenne de courte durée correspondant a une fréquence de dépassement donnée (p%) .

$P_{max,j}$: pluie maximale journalière (mm) correspondante a une fréquence de dépassement donnée (p%).

b : l'exposant climatique selon ANRH b=0.4 .

t : durée de l’avers (h)

Dans les projets d'assainissement, l’estimation des débits pluviaux repose sur l’intensité moyenne maximale correspondant à une courte durée, généralement t = 15 minutes (soit 0,25 heure), et à une période de retour T = 10 ans. Ce choix est motivé par des considérations techniques, économiques et de sécurité.

Donc :

$$I_{15\text{min},10\%} = \left(\frac{39.1}{24}\right) * \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.4-1} = 25.196 \text{ mm/h}$$

$$I_{15 \text{ min},10\%} = 25.196 * \frac{10000}{3600} = 69.99 \text{ l/s/ha}$$

Conclusion :

Dans ce chapitre les données hydrologiques nous permettent de déterminer l'intensité nécessaire au dimensionnement du réseau, cette valeur qui égale 69.99 sera utilisée dans les calculs hydrauliques pour assurer un bon fonctionnement du réseau et éviter les risques d'inondation.

CHAPITRE -III-
DIAGNOSTIC DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT
EXISTANT

CHAPITRE-III-DIAGNOSTIC DU SYSTE D'ASSAINISSEMENT EXISTANT

Introduction :

Dans la commune de Sidi Bayazid, suite à des visites répétées sur site il a été constaté certaines anomalies qui présagent un dysfonctionnement du système existant d'évacuation caractérisées notamment par des débordements lors des fortes chutes de pluie, l'existence des odeurs et le déversement des eaux usées constaté au niveau de la nature vu l'absence de l'exutoire. Cette situation nous pousse à pratiquer un diagnostic approfondi afin de détecter en profondeur les causes multiples provoquant ces anomalies qui entravent le bon fonctionnement du système.

III.1. Objectif de l'étude du diagnostic

L'étude du diagnostic vise à évaluer l'état physique et le fonctionnement hydraulique du réseau d'assainissement afin d'identifier les anomalies et proposer des solutions d'amélioration. Cette démarche permet de :

- Analyser la performance et la fiabilité du réseau d'assainissement.
- Optimiser le rendement du réseau et minimiser les pertes hydrauliques.
- Prolonger la durée de vie des infrastructures et limiter les risques de détérioration.
- Assurer une gestion efficace et un entretien préventif du réseau.

III.2. Phases principales d'une étude de diagnostic

La pratique d'un diagnostic du réseau d'assainissement suit plusieurs étapes essentielles :

III.2.1. Présentation du système d'Assainissement de la commune :

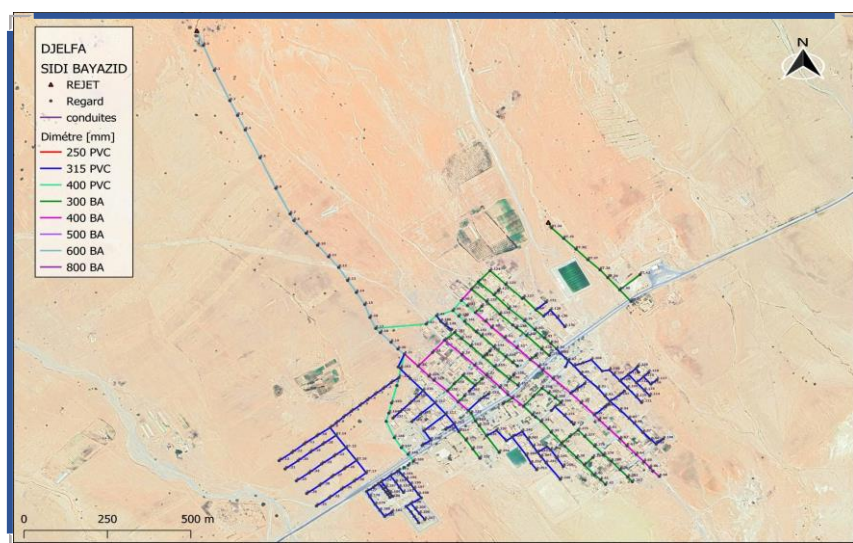


Figure III.1 : vue en plan de réseau d'assainissement existant de sidi Baizid (Google Earth)

Nous remarquons selon la figure que le réseau est conçu selon un système unitaire, où les eaux usées et les eaux pluviales sont collectées et évacuées conjointement dans une seule et même conduite. Le schéma perpendiculaire indique que les collecteurs sont disposés perpendiculairement au cours d'eau, permettant un écoulement direct vers ce dernier. Cette configuration est généralement utilisée pour les réseaux d'eaux pluviales, mais elle peut présenter des défis en termes de concentration des eaux vers un point unique d'épuration.

Dégradation du Système :

Le réseau est dans un état dégradé, avec plusieurs problèmes identifiés :

- **Regards Colmatés** : La majorité des regards sont obstrués, ce qui empêche l'accès pour l'entretien et l'inspection du réseau.
- **Dépôts dans les Canalisations** : L'absence d'entretien régulier a entraîné l'accumulation de dépôts, réduisant la capacité d'écoulement et augmentant le risque de blocages.
- **Zones Non Assainies** : Certaines zones ne sont pas couvertes par le réseau d'assainissement, exposant les habitants à des risques sanitaires.
- **Rejets Sauvages** : Deux points de rejet non autorisés ont été identifiés, déversant directement les eaux usées dans l'environnement sans traitement préalable.
- **Absence de Système Épuratoire** : Il manque une station d'épuration ou un système de traitement des eaux usées, ce qui compromet la qualité de l'eau rejetée et nuit à l'environnement.

Réseau d'eau pluvial :

Manque des Avaloires de drainage E.P dans les quartiers non aménagés

- Le nombre Total des avaloires existants inspectés dans la ville de Sidi Baizid est environ de 34 avaloires implantées au centre-ville.
- La majorité des avaloires sont colmatés.
- Les nouveaux quartiers sans aménagement extérieur demande un réseau des eaux pluviales estimé à 600 unités des avaloires projetés pour drainer le site.

Conséquences Environnementales et Sanitaires

Cette situation entraîne plusieurs impacts négatifs :

- **Pollution des Cours d'Eau** : Les rejets non traités contaminent les cours d'eau, affectant la faune et la flore aquatiques.
- **Risques Sanitaires Accrus** : L'absence d'assainissement adéquat favorise la propagation de maladies liées à l'eau.
- **Dégradation des Espaces Publics** : Les regards obstrués et les dépôts visibles nuisent à l'esthétique et à la salubrité des espaces urbains.

III.3. Pré-diagnostic

Cette étape consiste à effectuer un premier examen visuel du réseau et de ses ouvrages annexes afin d'identifier les principaux dysfonctionnements et orienter les interventions prioritaires.

- La nature du terrain de l'agglomération de Sidi Baizid et sa topographie caractérisée par des pentes moyenne entre 0.72% et 3.74 % ;
- L'ancien réseau de la vieille ville de Sidi Baizid est presque colmaté et dégradé.
- L'absence du système épuratoire des eaux usées, qui affecte directement et négativement la fertilité des terres agricoles et indirectement la santé des citoyens
- L'insuffisance des programmes d'entretien du réseau qui sont en général occasionnels et non périodiques a influé d'une manière désastreuse sur la fonctionnalité du réseau, se manifestant par des écoulements à pleine section et parfois des débordements au-dessus des tampons provoquant des risques sanitaires, des obstructions suite à des dépôts.

III.3.1. État physique du réseau

Le réseau d'assainissement de la ville de Sidi Baizid renferme dans sa totalité 334 regards (tous les regards sont en béton) de type carré. La profondeur varie de 0.74 et 3.20 m. L'espacement entre les regards et de 5 à 80 m selon l'emplacement. Après suivi le tracé des collecteurs et le périphérique, plusieurs constatations ont été faites, à savoir :

- Des regards qui ont disparu avec le temps, à cause des constructions qui ont été réalisées sur ces derniers ou des décharges illicites ;
- Des regards sont sous plusieurs couches de goudron ce qui rend l'intervention impossible ;
- Plusieurs regards à travers la commune présentent des couronnes « tampons » non scellées ou absence totale de ces tampons, L'absence de ces tampons crée alors une entrée potentielle d'eaux parasites en temps de pluie, ainsi que des déchets solides. Il convient donc de remplacer rapidement ces tampons.

D'après le constat, nous avons remarqué que les bouches d'égout existent sur quelques rues seulement. Elles sont toutes en mauvais état et obturées par les boues, ou par des déchets solides, cela est dû à l'absence de l'entretien et du nettoyage, elles sont dans leurs majorité de type simple (classique).

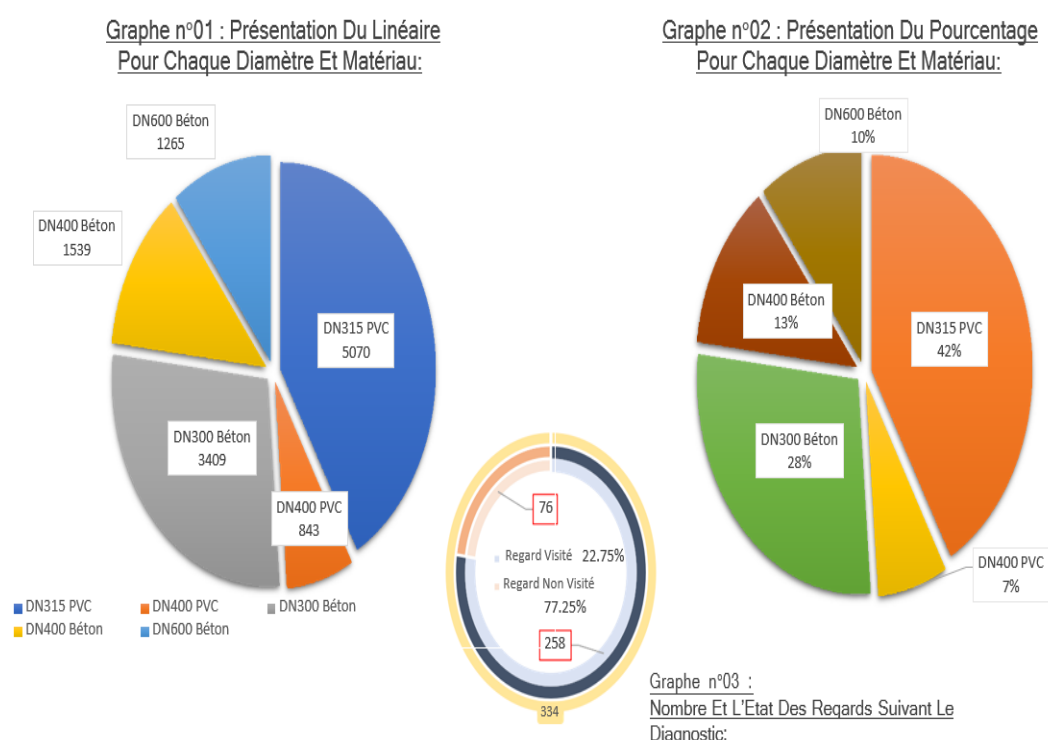
- Plusieurs tronçons présentent un rétrécissement des sections internes dû à l'accumulation de sédiments et de dépôts.
- L'absence de déversoirs d'orage entraîne une surcharge du réseau lors des fortes pluies.
- La présence de constructions sur certains collecteurs complique l'accès pour l'entretien.
- Les infiltrations d'eaux parasites par les joints défectueux aggravent les pertes et les risques de pollution de la nappe

- L'absence d'un programme de maintenance régulier favorise l'accumulation de matières organiques et la formation de gaz toxiques au niveau des collecteurs.

Les principales anomalies identifiées incluent également :

- Tassement du sol entraînant des variations de pente et des stagnations d'eau au niveau du collecteurs
- Présence des racines d'arbres à l'intérieur et au-dessous des collecteurs, fragilisant certaines sections du réseau.

III.3.2. Statistique Du Diagnostic du Réseau de l'agglomération de Sidi Baizid



DN(mm)	DN600	DN400	DN300	L/Tot
Béton	1265.00	1539.00	3409.00	6213.00
PVC	-	843.00	5070.00	5913.00

III.3.3. Classement des priorités relatives aux résultats du diagnostic :

L'étude diagnostique du système d'assainissement de ACL Baizid a permis de faire l'état des lieux de l'aménagement, de situer les contraintes et atouts et de proposer des solutions d'amélioration de ses performances. Les anomalies constatées ne nécessitent pas

d'interventions urgentes sauf les endroits non assaini. 334 regards sont concernés. Elles ont été hiérarchisées selon 2 niveaux de gravité

Gravité 1eme Degré : Regards concernés par des anomalies fonctionnelles et structurelles mineures, à surveiller :

Anomalies fonctionnelles : légers dépôts, dépôts, traces de mises en charge, eaux stagnantes, écoulements lents pouvant nécessiter un hydrocurage curatif ou préventif :

Anomalies structurelles mineures sans trace d'infiltrations (fissures).

Anomalies structurelles tient au l'absence des tampons de couverture.

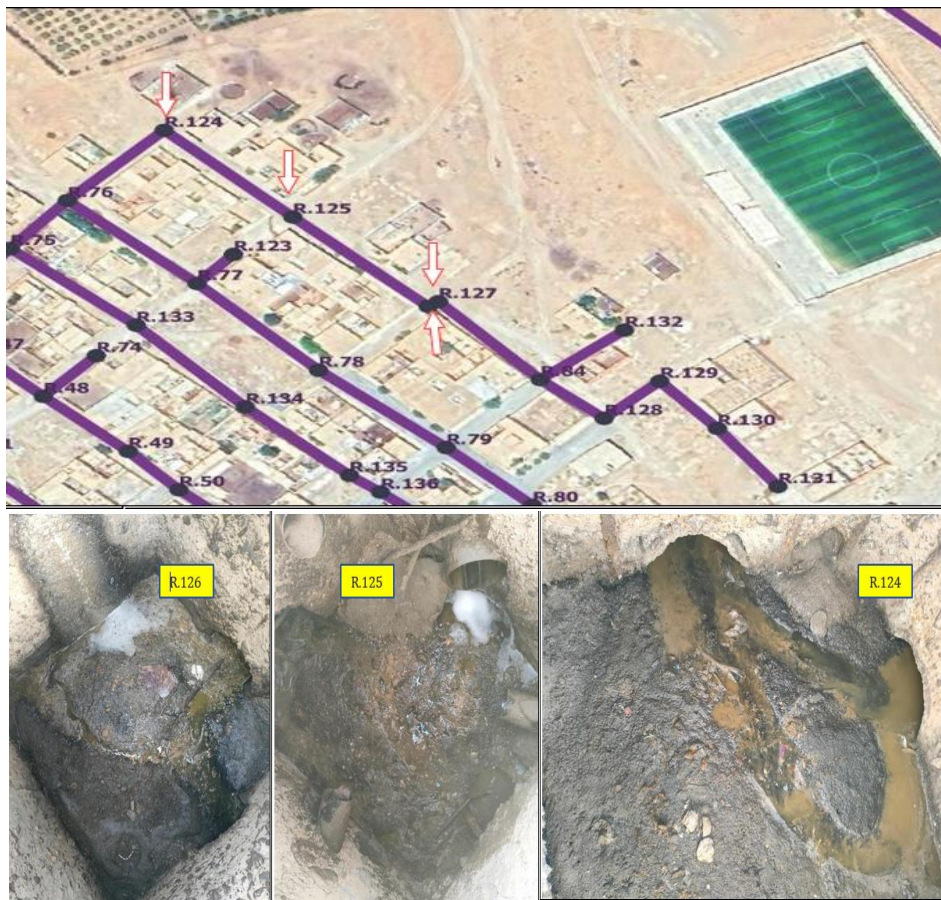


Figure III.2 : l'état actuelle de la majorité des regards

- Fonctionnement : L'état des regards est visuellement dégradé, ce qui signifie que des fissures, des cassures ou une détérioration des matériaux ont été observées (fissures, effritement, affaissement).
- Problème relevée : Présence de stagnation d'eau, ce qui peut indiquer un mauvais écoulement. Conduits colmatés (bouché), pouvant provoquer des obstructions et des risques d'inondation ou de débordement.
- Recommandation : Réparation ou remplacement des éléments détériorés.

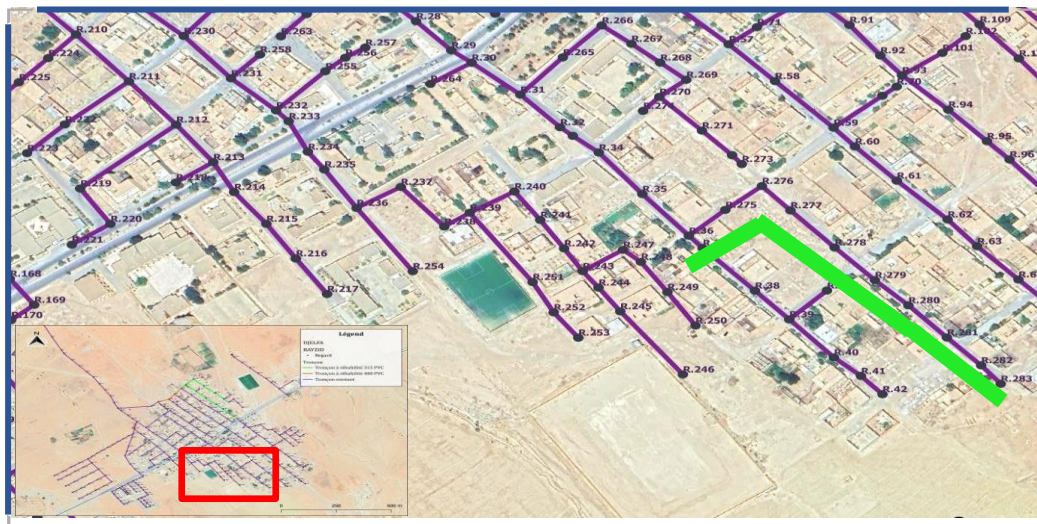


Figure III.3 : état physique actuel de la majorité des collecteurs du réseau

Fonctionnement

- Le collecteur indiqué en vert présente un état de colmatage important et une dégradation avancée, ce qui entrave l'écoulement des eaux et peut entraîner des dysfonctionnements hydrauliques.
- Le collecteur indiqué en orange est également colmaté et dégradé, nécessitant une intervention rapide pour éviter toute obstruction complète du réseau.

Gravité 2eme Degré : Regards concernés par des anomalies liées à l'accessibilité et à la sécurité en réseau :

Dégagement et mise à niveau des regards de visite situés sous bitume ou sous terrain naturel

Déverrouillage des tampons coincés et bitumés ;

Mise en place d'échelons de descente.



Figure III.4: Rejet illicite des eaux usées dans la nature

Regard débordé : L'eau usée ne s'écoule plus correctement, entraînant un débordement du regard.

- Colmatage de la conduite de rejet : L'obstruction empêche l'évacuation normale des eaux usées, ce qui peut provoquer des inondations locales, des mauvaises odeurs et un risque sanitaire.
- L'émissaire de rejet est totalement bouché (présence probable de dépôts solides, de racines ou de sédiments accumulés qui ont détérioré ce dernier.
- Un manque d'entretien régulier a probablement aggravé la situation : ce qui a rendu le réseau vétuste et dégradé

Conclusion et recommandation :

Notre visite effectuée sur site a détecté plusieurs anomalies d'ordre physique constatées au niveau de la majorité des collecteurs notamment ceux drainant les zones de forte densité d'habitation. Ces anomalies rencontrées, notamment les cassures, fissurations et les dislocations des joints, ont donné lieu à des extrusions des eaux usées pouvant polluer le milieu environnant. Il a été constaté également des changements de pente dus à certain affaissement sporadique des collecteurs. Hormis quelques tronçons, nous jugeons très utile de procéder à une rénovation de ce réseau.

Pour remédier à cette situation, les actions suivantes sont suggérées :

L'état physique descriptif du réseau existant désormais détérioré notamment les ouvrages de raccordement nous conduit à :

- Procéder à la rénovation de ce réseau tout en prenant garde à l'extension non desservie de l'agglomération dans le futur en optant à un système unitaire
- Suppression des Rejets illicites et Sauvages comme s'est indiqué dans la figure : Installation d'un Système d'Épuration des eaux usées rejetées Construire une station d'épuration pour traiter les eaux usées avant leur rejet dans l'environnement.

CHPITRE -IV-
SYSTEME ET SCHEMA D'EVACUATION PROPOSES

CHAPITRE -IV- SYSTEME ET SCHEMA D'EVACUATION PROPOSES

Introduction :

Afin de faciliter le diagnostic du réseau d'assainissement, il est essentiel de concevoir un système d'évacuation adapté aux caractéristiques du terrain, aux besoins de la population et aux contraintes techniques identifiées lors de l'analyse préalable. Ce chapitre présente les solutions proposées pour l'organisation du réseau d'assainissement, en tenant compte des résultats du diagnostic. L'objectif est de définir un schéma d'évacuation optimal, garantissant une collecte efficace des eaux usées et pluviales, tout en minimisant les risques de dysfonctionnement et d'impact environnemental.

Dans un premier temps, nous détaillerons les différents systèmes d'assainissement envisageables, tels que le système unitaire, le système séparatif et le système pseudo-séparatif, en exposant leurs avantages, inconvénients et domaines d'application. Ensuite, nous proposerons un schéma d'évacuation spécifique, adapté aux particularités du site étudié, en précisant les choix techniques retenus pour le tracé du réseau, le dimensionnement des canalisations et l'implantation des ouvrages annexes.

Cette approche permettra de répondre aux exigences sanitaires, environnementales et économiques, tout en assurant la pérennité et la performance du système d'assainissement proposé.

IV.1. Situation démographique

L'agglomération comporte environ 4102 habitants. En 2025 Le réseau d'assainissement doit être dimensionné pour répondre au besoin de l'agglomération pendant 30 ans pour cela il faut prendre en considération l'extension de la zone. La relation suivante peut être employé pour estimer le nombre d'habitant à l'horizon étudié :

$$P_n = P_0(1 + t)^n \text{ Avec}$$

- P_n : Population future (à l'horizon de calcul).
- P_0 : Population actuelle de référence.
- t : Taux d'accroissement (égal à 1.7%)
- n : Nombre d'années séparant l'année de référence et l'année du projet.

Les résultats de calcul sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau IV.1. Les résultats de calcul de la population future

Sidi baizid	Taux d'accroissement	NB d'habitants
2025	1.7%	4102
2055	1.7%	6804

IV.2. Découpage de la superficie urbanisée en surfaces élémentaires :

D'une manière générale, une surface élémentaire correspond à une zone géographique délimitée naturellement, soit par les lignes de crête, soit par les lignes de partage des eaux. Toute l'eau de ruissellement qui s'y accumule s'écoule ensuite vers un seul et même point.

Ainsi, pour diviser une superficie urbanisée en surfaces, plusieurs critères doivent être pris en compte, notamment :

- La nature des sols.
- La densité de d'habitations.
- Les courbes de niveau.
- La présence de routes et voiries.
- Les pentes et contre-pentes.
- Ainsi que les limites naturelles comme les oueds ou les talwegs.

Dans le cadre de notre projet, le découpage de la zone d'étude a été réalisé principalement en fonction de la nature du sol et de la densité de population. Cela nous a permis de diviser notre superficie en (11) surfaces élémentaires. Il a été constaté que tant les surfaces élémentaires sont réduites ce qui augmente le nombre de ces surfaces le coefficient de ruissellement sera bien estimé.

IV.3. Système d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales

La mise en place d'un réseau d'évacuation au sein d'une agglomération doit répondre à deux objectifs principaux :

- Assurer une évacuation efficace des eaux pluviales afin d'éviter toute inondation des zones urbanisées et de prévenir la stagnation des eaux après les précipitations ;
- Garantir l'évacuation des eaux usées domestiques, des eaux vannes, ainsi que des rejets industriels le cas échéant.

Pour ce faire, on peut envisager un ou plusieurs réseaux de canalisations, généralement conçus pour permettre un écoulement gravitaire des effluents.

Il existe trois types de systèmes d'évacuation susceptibles d'être adoptés :

- Le système unitaire
- Le système séparatif
- Le système pseudo-séparatif

IV.3.1. Le système unitaire

Dans ce type de réseau, une seule canalisation assure à la fois le transport des eaux usées et des eaux pluviales. En théorie, l'ensemble de ces eaux est dirigé vers la station d'épuration. Cependant, en pratique, pour éviter que la station soit submergée en période de fortes pluies, des ouvrages de déviation sont installés à différents points du réseau. Ces dispositifs permettent de limiter le volume d'eau acheminé vers la station, en ne lui faisant parvenir que ce qu'elle est en mesure de traiter.

Le principal avantage du système unitaire réside dans sa simplicité : une seule canalisation est nécessaire par voie publique, et un seul branchement par immeuble. Ce système est particulièrement adapté aux zones à forte densité de population et aux terrains présentant un relief suffisant pour permettre une évacuation gravitaire (figureIV.1).

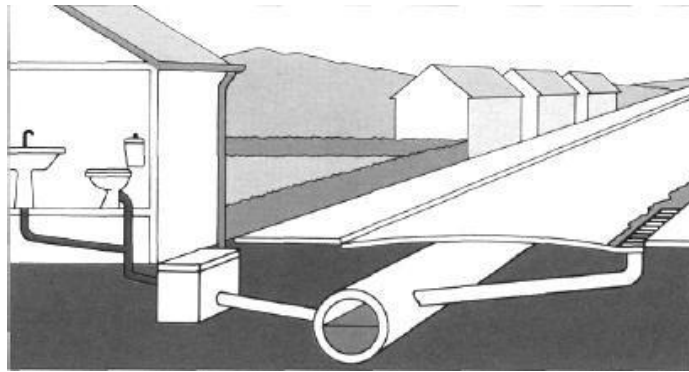


Figure IV.1 : Schéma d'un système unitaire

IV.3.2. Système séparatif

Ce système est composé de deux réseaux distincts : l'un dédié aux eaux usées domestiques et industrielles, l'autre aux eaux pluviales. Cette séparation permet de mieux gérer les flux d'eau, en évitant que les eaux de pluie ne surchargent les stations d'épuration. Ainsi, les eaux usées peuvent être traitées de manière optimale, et les eaux pluviales sont collectées séparément, souvent dans des bassins de rétention, pour être traitées avant leur rejet dans l'environnement. Cette approche contribue à préserver la qualité des milieux naturels et à prévenir les risques d'inondation (figureIV.2).

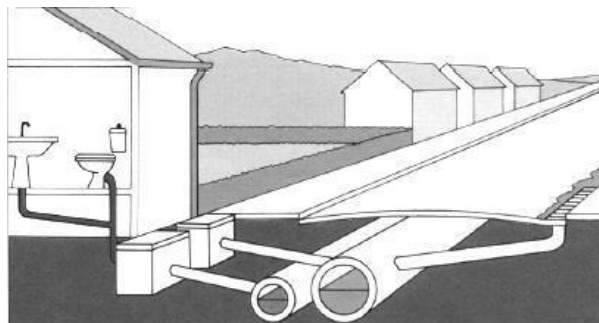


Figure IV.2 : Schéma d'un système séparatif

IV.3.3. Le système pseudo-séparatif

Ce système se caractérise par une séparation partielle des eaux pluviales. On distingue deux types de flux :

- D'un côté, les eaux de ruissellement issues des voiries (routes, trottoirs, etc.) sont évacuées par des ouvrages spécifiques relevant des services municipaux, tels que des caniveaux, aqueducs ou fossés, avec un rejet direct dans le milieu naturel.
- De l'autre, les eaux provenant des toitures et des cours intérieures sont, elles, raccordées au réseau d'assainissement par les mêmes branchements que les eaux usées domestiques. Autrement dit, les eaux pluviales issues d'un même bâtiment sont mélangées aux eaux usées avant d'être dirigées vers le réseau.

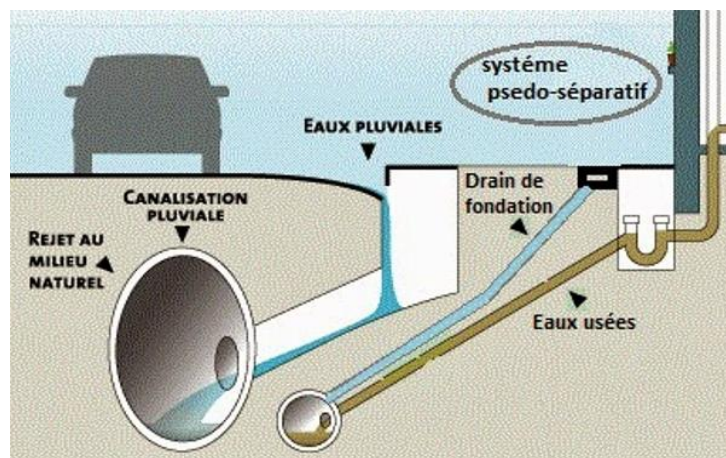


Figure IV.3: Schéma d'un système pseudo-séparatif

(Google)

IV.4. Choix du système d'assainissement

Le choix du système d'assainissement à adopter dépend de plusieurs facteurs clés, parmi lesquels :

- **La topographie du terrain** : le relief naturel influence directement la faisabilité technique du système, notamment pour assurer un écoulement gravitaire.
- **Le critère économique** : une comparaison des différentes options possibles doit être réalisée afin d'identifier la solution la plus rentable.
- **Les conditions de rejet** : il est essentiel de s'assurer que le système choisi respecte les normes environnementales en vigueur et les capacités de rejet du milieu naturel ;
- **L'existant** : en cas d'extension d'un réseau déjà en place, il convient de prendre en compte les caractéristiques du système actuel pour garantir une compatibilité et une continuité fonctionnelle.

Tableau IV.2. Avantages et inconvénients des différentes systèmes

Critères	Système unitaire	Système séparatif	Système pseudo-séparatif
Description	Un seul réseau pour toutes les eaux (usées, pluviales, industrielles, parasites).	Deux réseaux distincts : un pour les eaux usées, l'autre pour les eaux pluviales.	Combinaison partielle des deux précédents : certaines eaux pluviales sont collectées avec les eaux usées.
Avantages	- Coût initial réduit- Réseau compact- Moins d'erreurs de branchement	- Meilleure qualité des eaux traitées- Moins de pollution en cas de pluie- Réseau plus facile à entretenir	- Permet une transition progressive vers un système séparatif- Moins coûteux que le séparatif complet
Inconvénients	- Risque de débordement lors de fortes pluies- Pollution du milieu récepteur- Entretien complexe	- Coût d'installation élevé- Nécessite un doublement du réseau- Risque de pollution si les eaux pluviales sont polluées	- Moins efficace que le séparatif complet- Risque de pollution si les eaux collectées sont polluées
Exemples d'application	- Zones urbaines anciennes- Espaces à forte imperméabilisation	- Nouvelles zones urbaines- Zones avec faible débit d'étéage	- Zones périurbaines en développement- Espaces avec évolution progressive de l'assainissement

IV.5. Présentation des Différents schémas d'évacuation

Dans les réseaux d'assainissement, l'écoulement des eaux s'effectue généralement par gravité. Cependant, certaines situations particulières, liées au relief ou à la configuration topographique du terrain, peuvent nécessiter d'autres solutions techniques.

En fonction de ces contraintes, on distingue quatre principaux schémas d'évacuation adaptés aux différentes situations rencontrées sur le terrain.

IV.5.1. Schéma perpendiculaire

Ce schéma repose sur l'aménagement de collecteurs disposés perpendiculairement au cours d'eau. Chaque collecteur évacue directement les eaux vers la rivière, sans passer par un point unique de traitement.

Ce mode d'évacuation ne permet donc pas de centraliser les effluents vers une station d'épuration. Il est principalement utilisé dans les cas où le traitement des eaux n'est pas jugé nécessaire, notamment pour l'évacuation des eaux pluviales.

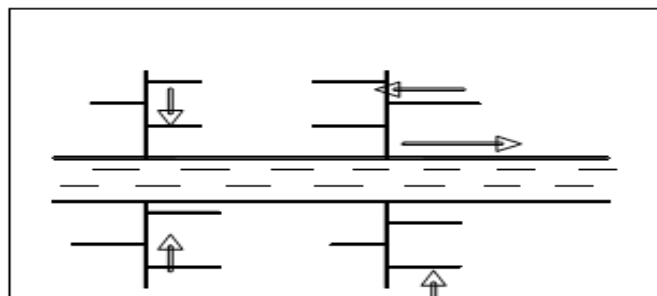


Figure IV.4. Schéma perpendiculaire (Cours ENSH, 2014)

IV.5.2. Schéma à déplacement latéral

Ce schéma remplace le schéma perpendiculaire avec un seul point de rejet hors agglomération pour éviter la pollution en pleine agglomération. Ce schéma est utilisé lorsqu'un traitement des eaux usées est obligatoire. Il consiste à orienter tous les effluents, autant que possible, vers un seul point de collecte, facilitant ainsi leur traitement centralisé généralement une station d'épuration.

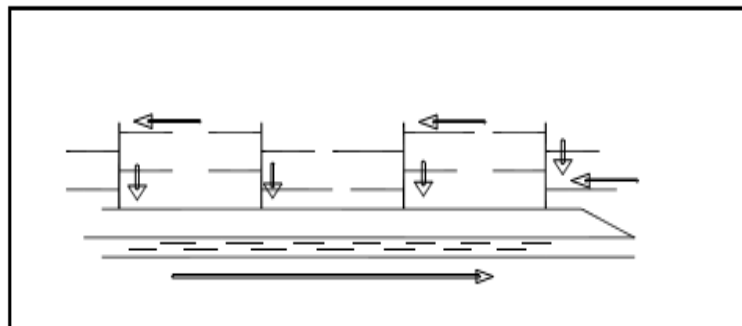


Figure IV.5. Schéma à déplacement latéral (Cours ENSH, 2014)

IV.5.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique

Ce schéma est utilisé lorsque la pente naturelle du terrain vers l'exutoire est trop importante. Dans ce cas, le collecteur est tracé de manière transversale ou oblique, afin de rester dans la fourchette de pente acceptable pour une vitesse acceptable et éviter la mise en charge (figure IV.6).

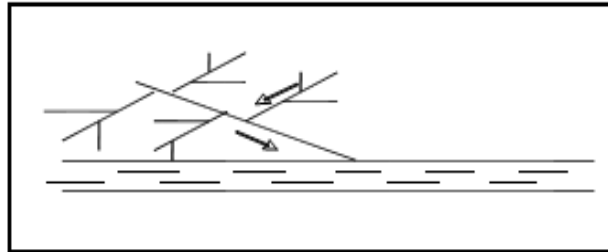


Figure IV.6. *Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique (Cours ENSH, 2014)*

IV.5.4. Schéma à réseau étagé

Ce schéma est adopté dans les cas d'un relief à forte pente où l'on souhaite éviter de mettre le réseau en charge. La superficie de l'agglomération sera divisée en zones étagées d'où le nom de réseau étagé (figure IV.7).

L'assainissement est alors organisé par niveaux successifs, avec plusieurs collecteurs disposés en étages, permettant un écoulement gravitaire progressif sur l'ensemble du territoire concerné

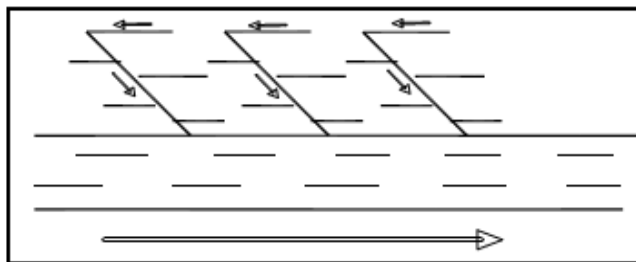


Figure IV.7. *Schéma à Collecteur Etagé (Cours ENSH)*

IV.5.5. Schéma radial

Ce schéma est particulièrement adapté aux agglomérations situées sur des terrains plats, où la pente naturelle est insuffisante pour assurer un écoulement gravitaire efficace.

Dans ce cas, les collecteurs sont disposés de manière radiale, convergeant vers un puits de collecte central. Pour créer une pente artificielle, on joue sur la profondeur des tranchées, en les creusant de plus en plus profondément à mesure que l'on s'approche du puits.

Une fois les eaux regroupées dans ce bassin, un système de relevage (pompage) devient nécessaire pour les acheminer vers la station d'épuration. Vu les inconvénients rencontrés en pratique, (odeurs, retour d'eau vers le puits, bruits des pompes...), ce schéma tend à disparaître.

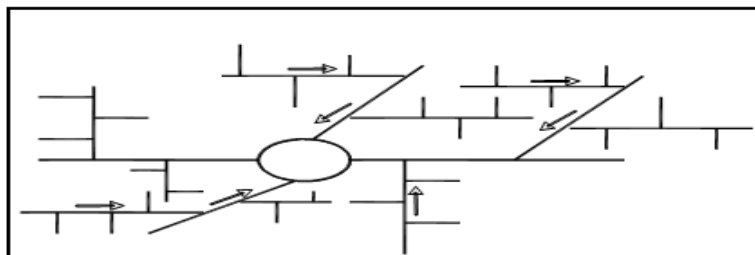


Figure IV.8. *Schéma Type Radial (Cours ENSH)*

IV.6. Choix du schéma du réseau d'évacuation à projeter

Le choix du schéma d'évacuation le plus approprié repose sur l'analyse de plusieurs paramètres, à la fois techniques, économiques et environnementaux. Les principaux critères à prendre en compte sont :

- Les conditions techniques et locales : cela inclut le type de système déjà en place, la topographie du terrain ainsi que la répartition géographique de la population à desservir ;
- Les aspects économiques : il s'agit d'évaluer le coût global du projet, y compris les frais d'investissement initiaux et les charges d'exploitation et d'entretien ;
- Les exigences environnementales : la nature des rejets (eaux usées, pluviales) et la sensibilité du milieu récepteur doivent être prises en considération pour garantir la conformité aux normes environnementales ;
- L'implantation des canalisations dans le domaine public : il est important de veiller à une intégration cohérente des réseaux dans l'espace urbain existant, en tenant compte des contraintes de voirie et d'urbanisme.

IV.7. Principe du tracé du réseau

Le tracé des collecteurs est défini en tenant compte de plusieurs paramètres essentiels :

- L'emplacement des cours d'eau et des talwegs.
- Les points de rejet des eaux usées, tels que les oueds, les stations d'épuration (STEP) ou les exutoires.
- La topographie du terrain.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public.
- La localisation des cours d'eau ou des stations d'épuration.
- La répartition des zones résidentielles.

La profondeur d'enfouissement des canalisations doit répondre à des critères spécifiques :

- Assurer la résistance des canalisations aux différents efforts mécaniques et aux risques de gel.
- Tenir compte de la profondeur des caves avoisinantes.

Dans le cas présent, le tracé du réseau est principalement influencé par la pente du terrain et l'existence des voiries.

IV.8. Réseau existant

Le réseau d'assainissement actuellement en place repose sur un système unitaire, dans lequel les eaux usées domestiques et les eaux pluviales sont collectées et évacuées conjointement dans une seule conduite. Ce choix technique présente l'avantage d'une infrastructure simplifiée, mais peut engendrer des risques de surcharge et de débordement en cas de fortes précipitations, ce qui complique la maîtrise des flux, la gestion de la pollution et le dimensionnement optimal des stations d'épuration. Le schéma de collecte perpendiculaire adopté dans ce réseau facilite l'adaptation au relief, assurant une évacuation efficace des eaux tout en minimisant les pentes et les risques de stagnation. Cependant, malgré ces choix techniques pertinents, l'état actuel du réseau est préoccupant. Les infrastructures sont vétustes et présentent de multiples signes de dégradation : fuites, obstructions fréquentes, corrosion des canalisations et affaissements localisés. Ces défaillances entraînent des dysfonctionnements tels que des refoulements, des odeurs nauséabondes et des risques sanitaires accrus. De plus, la maintenance du réseau devient de plus en plus complexe et coûteuse, avec des interventions régulières nécessaires pour assurer son bon fonctionnement. Dans ce contexte, bien que le système séparatif et le schéma de collecte perpendiculaire soient adaptés aux contraintes techniques et géographiques, l'état dégradé du réseau justifie pleinement une réhabilitation complète. Cette réhabilitation permettra non seulement de restaurer la fonctionnalité du réseau, mais aussi d'intégrer des solutions modernes et durables, répondant ainsi aux exigences environnementales et sanitaires actuelles. (Figure IV.9)

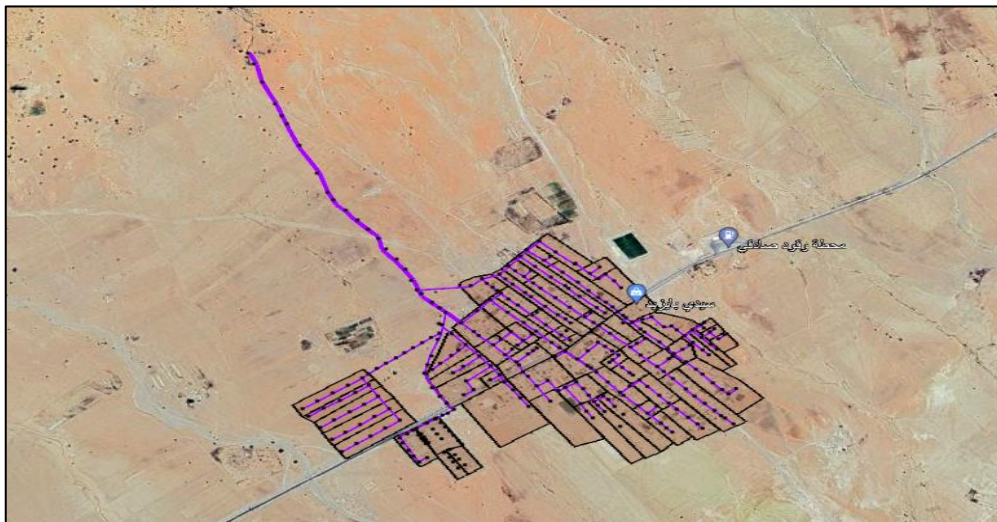


Figure IV.9 : Vue en plan du système d'assainissement (Google Earth)

IV.8.1. Amélioration du schéma existant :

La Figure IV.9 nous montre le schéma de l'agglomération existant qui es de type perpendiculaire par rapport au collecteur intercepteur. Ce schéma a été dessiné suivant la structure de l'agglomération et la disposition des routes sans tenir compte des extensions future. Après analyse du relief et des données, nous avons conservé ce type de schéma tout en projetant un collecteur émissaire reliant la zone nécessitant un réseau d'évacuation et le collecteur principal. Afin d'améliorer le fonctionnement du système projeté l'implantation d'un bassin de retenue s'avère nécessaire ainsi une station d'épuration qui sera également projeté. Comparativement au système existant, celui projeté présente une amélioration adéquate. Comme l'indique les Figures IV.10 et IV.11

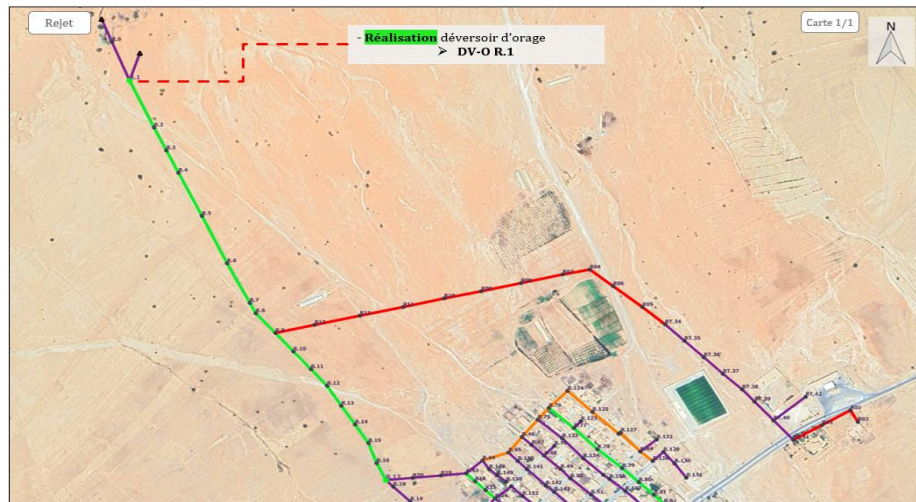


Figure IV.10 : Vue en plan du système d'assainissement Sidi Baizid
Chef-lieu système de transfère (Google Earth)

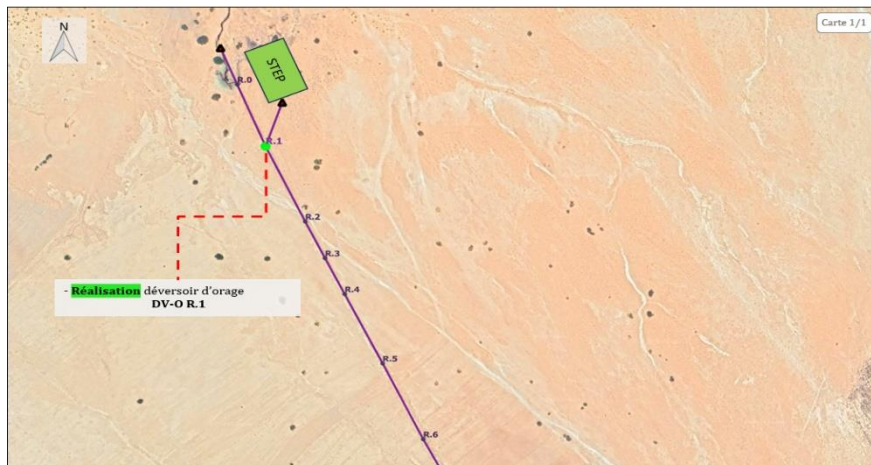


Figure IV.11: Vue en plan du système d'assainissement Sidi Baizid Chef-lieu système
épuration (Google Earth)

Conclusion :

A travers ce chapitre et après analyse du relief de notre agglomération, nous avons proposé un système et un schéma d'évacuation compatible avec la structure de l'agglomération dans le futur. Pour le bon fonctionnement de ce système, une amélioration du schéma d'évacuation a été proposé. Comparativement au schéma existant quelque ouvrages annexes ont été proposé afin d'assurer la compatibilité de fonctionnement entre la STEP et le nouveau réseau qui sera projeté et dimensionné.

CHAPITRE -V-
ESTIMATION DES DEBITS A EVACUER

CHAPITRE -V- ESTIMATION DES DEBITS A EVACUER

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons procéder à l'estimation des débits qui constitueront la base du dimensionnement de l'ensemble des ouvrages composant le système d'évacuation à projeter pour notre agglomération. Ce système a pour mission d'assurer l'évacuation des effluents produits par l'agglomération, dans des conditions optimales de fonctionnement.

V.1. Estimation des débits d'eaux usées

V.1.1. Généralités

L'estimation des débits d'eaux usées consiste principalement à quantifier les rejets liquides issus des habitations, afin de pouvoir les épurer efficacement. Ces eaux usées contiennent des polluants nocifs qui peuvent provoquer des maladies hydriques comme la fièvre typhoïde. Il est donc crucial de les évacuer hors des zones habitées pour préserver la santé publique et l'environnement.

V.1.2. Nature des eaux usées à évacuer

Les eaux usées à traiter peuvent provenir de différentes sources. Leur composition varie en fonction de leur origine :

A) Eaux usées domestiques :

Elles proviennent de l'usage quotidien de l'eau dans les habitations. On distingue :

- Les eaux ménagères : issues de la cuisine, des salles de bain, contenant détergents, graisses et solvants.
- Les eaux vannes : issues des WC, chargées en matières organiques et en germes pathogènes.

Quantité à évacuer : Elle dépend principalement de la consommation en eau potable, elle-même influencée par :

- La dotation journalière en eau
- Le type d'habitat et le niveau de confort
- Les habitudes de la consommation en eau potable (régime de consommation)
- Le climat

Il faut aussi intégrer les volumes provenant des services publics et des activités industrielles.

B) Eaux usées des services publiques

Elles proviennent du nettoyage des rues, marchés, places publiques, etc. En système unitaire (où eaux usées et eaux pluviales sont évacuées ensemble), elles sont acheminées par les mêmes canalisations que les autres effluents.

C) Eaux usées industrielles

Leur composition varie selon l'activité de l'entreprise. Elles peuvent contenir des substances organiques azotées ou phosphorées, mais aussi des produits toxiques comme solvants, métaux lourds ou micropolluants.

La quantité dépend de plusieurs paramètres :

- Le type d'activité (fabrication ou transformation)
- Le taux de recyclage de l'eau
- Le procédé de fabrication utilisé

Conditions à respecter :

- Ne pas contenir de substances corrosives ou toxiques
- Température inférieure à 35°C

Dans notre cas notre projet du système d'assainissement ne prévoit pas des industries

D) Eaux usées des équipements collectifs

Ces eaux proviennent d'établissements recevant du public (écoles, hôpitaux, etc.). Leur estimation repose sur la dotation en eau par type d'activité et le nombre d'usagers constituant les établissements publics.

E) Eaux parasites

Ce sont des eaux extérieures (infiltrations, entrées accidentelles) qui pénètrent dans le réseau d'assainissement. En l'absence de données mesurées, on estime leur débit entre 0,05 et 0,15 L/s/ha. À titre indicatif, pour une densité moyenne de 100 habitants/ha, cela correspond à un volume annuel compris entre 16 et 47 m³/habitant (cours d'assainissement ENSH, 2014).

V.2. Consommation en eau potable :

La quantité d'eau potable nécessaire pour alimenter une agglomération dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- La disponibilité de la ressource en eau,
- Le nombre d'habitants,
- Le niveau de développement urbain,
- Ainsi que le niveau de vie de la population.

Compte tenu du développement urbain qu'a connu la commune de Baizid, de l'évolution du mode de vie de ses habitants et de la disponibilité en ressources hydriques, une dotation en eau potable de 150 (l /J/ha) a été retenue.

V.3. Débit des eaux usées :

L'estimation du volume d'eaux usées à évacuer chaque jour se base sur la consommation quotidienne d'eau par habitant, en prenant comme référence les périodes de plus forte consommation au cours de l'année.

La quantité des rejets varie selon le type d'agglomération et l'utilisation du sol. Plus une zone est urbanisée, plus la proportion d'eau rejetée est importante. En général, le volume des eaux usées représente environ 70 % à 80 % de l'eau potable consommée.

V.3.1. Estimation des débits d'eaux usées domestiques :

Pour estimer le débit des eaux usées à évacuer, nous nous basons sur une dotation citée ci-dessus. On considère que 80 % de cette eau moyennement consommée est rejetée dans le réseau d'assainissement sous forme d'eaux usées.

V.3.2. Évaluation du débit moyen journalier :

Le débit moyen journalier des eaux usées (Q_{moyj}) représente la quantité moyenne d'eaux usées rejetées par la population sur une journée ou la consommation en eau potable est maximale. Une partie importante de cette eau consommée est rejetée dans le réseau d'assainissement.

Nous pouvons donc écrire la relation suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{Kr \times D \times N}{86400} \dots\dots\dots V.1$$

Où :

- Q_{moyj} ; débit moyen journalier des eaux usées (en litres par seconde),
- Kr : coefficient de rejet, représentant la proportion d'eau potable transformée en eaux usées. Ce coefficient est pris égal à 0,8.
- D : dotation journalière en eau potable, fixée à 150 l/j/ha
- N : nombre d'habitants à l'horizon de projet,
- 86 400 : nombre de secondes dans une journée (24 h × 60 min × 60 s), permettant la conversion en l/s.

La relation V.1 nous servira de base pour le dimensionnement du réseau d'évacuation. Ou les résultats sont portés dans le tableau V.1

Tableau V.1. Evaluation des équipements pour chaque surface élémentaire :

N°	Equipement	Nombre	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/unité)	$Q_{moy j}$ (l/s)
1	Primaire Guemmiche Rabah	1	Élève	500	50	0,231
	Cem Hamama ahmed	1	Élève	600	70	0,389
2	La Gendarmerie	1	Fonctionnaire	20	150	0,028
3	La Poste	1	Fonctionnaire	10	120	0,011
	APC Baizid	1	Fonctionnaire	30	100	0,028
5	Stade communal Baizid	1	2 douches	40	500	0,185
	Station naftal	1	Fonctionnaire	15	100	0,014
6	Mosquee ALI Iben Abi Taleb	1	Fidèle	300	15	0,042
8	Hôpital	1	Lit	50	800	0,370

- $Q_{moy j}$ (l/s) = (Nombre d'unités × Dotation journalière) / 86400
- Les estimations sont basées sur des normes algériennes approximatives ou des standards habituels

Tableau V.2. Estimation du nombre d'habitants pour chaque surface élémentaire.

N° SE	Surface (ha)	A_1	C_{r1}	A_2	C_{r2}	C_{rp}	D_I	Nombre d'habitants
1	9.6	5.6	0.8	4	0.5	0.68	82.86	796
2	7.69	4.2	0.4	3.49	0.87	0.61	74.33	572
3	5.32	1.82	0.05	3.5	0.9	0.61	74.33	396
4	6.93	3.45	0.8	3.48	0.8	0.8	97.49	676
5	9.51	4	0.5	5.51	0.75	0.64	77.99	860
6	5.73	3.20	0.8	2.53	0.75	0.77	93.83	538
7	4	2	0.8	2	0.8	0.8	97.49	389
8	8.54	4	0.4	4.54	0.87	0.64	78	667
9	7.08	4.04	0.77	3.04	0.77	0.77	93.83	665
10	8.51	2	0.4	6.51	0.8	0.7	85.30	726
11	5.75	1.5	0.4	4.25	0.87	0.74	90.17	519
A	78.64					0.71		6806

SE : surface élémentaire

C_r : coefficient de ruissellement de chaque surface

C_{rp} : coefficient de ruissellement pondéré

D_I : la densité partielle

Tableau V.3. Estimation des débits domestiques

N° SE	Nombre d'habitants	Q domestique	Q <i>équipement</i>	Qmoyj (l / s)
1	796	1,11	0,760	1,87
2	572	0,79	0,028	0,82
3	396	0,55	0,039	0,59
4	676	0,94	0,000	0,94
5	860	1,19	0,200	1,39
6	538	0,75	0,042	0,79
7	389	0,54	0,000	0,54
8	667	0,93	0,37	1,30
9	665	0,92	0,000	0,92
10	726	1,01	0,000	1,01
11	519	0,72	0,00	0,72

V.3.3. Évaluation du débit de pointe domestique

Le débit de pointe correspond au débit maximal instantané que peut recevoir le réseau d'assainissement lors des périodes de forte sollicitation (heures de pointe, événements particuliers, etc.). Il est essentiel pour le dimensionnement des canalisations et des ouvrages de traitement afin d'éviter les débordements ou les sous-dimensionnements.

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moyj} \dots\dots\dots V.2$$

Avec :

- K_p : coefficient de pointe, utilisé pour tenir compte des variations journalières et horaires du débit des eaux usées.

Etant donné que selon les statistiques les habitudes de la population sont mal connues d'après la non-détermination de son régime d'évacuation, nous pouvons estimer un coefficient de pointe selon la relation suivante (V.3) et déduire en conséquence le débit de pointe d'eau usée rejeté :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moyj}}} \dots\dots\dots V.3$$

Si $Q_{moyj} \leq 2,8$ (l / s)

$$K_p = 3$$

Si $Q_{moyj} > 2,8$ (l / s)

Tableau V.4.évaluation de coefficient de point

N° SE	Surface (ha)	Q_{moyj} (l / s)	K_p
1	9.6	1,87	2,84
2	7.69	0,82	4,54
3	5.32	0,59	5,74
4	6.93	0,94	4,16
5	9.51	1,39	3,29
6	5.73	0,79	4,67
7	4	0,54	6,13
8	8.54	1,30	3,43
9	7.08	0,92	4,21
10	8.51	1,01	3,98
11	5.75	0,72	4,97

V.4. Évaluation des débits d'eaux pluviales

Dans toute étude, la prise en compte des débits d'eaux pluviales est indispensable afin d'éviter les risques de débordement et d'inondations. Ces débits doivent être calculés pour un événement pluvial de fréquence décennale : ce qui correspond à une pluie d'une intensité susceptible de se produire en moyenne tous les 10 ans.

Deux méthodes principales permettent d'estimer les débits d'eaux pluviales :

- La méthode rationnelle,
- La méthode superficielle.

Dans le cas de notre agglomération, étant donné que la superficie urbanisée n'est pas assez importante avec une pente régulière , pour plus de simplicité nous optons la méthode rationnelle. Elle est particulièrement bien adaptée aux petites surfaces élémentaires, où les surfaces sont limitées et le coefficient de ruissellement bien défini. Cette méthode repose sur un découpage du bassin en sous-secteurs homogènes, permettant une évaluation localisée du débit.

La formule de la méthode rationnelle est la suivante :

$$Q = C_r \times i \times A \times \alpha \dots\dots\dots V.3$$

Où :

- Q : débit pluvial (en litres par seconde, l/s),
- C_r : coefficient de ruissellement (sans unité),
- i : intensité moyenne maximale de la pluie (en mm/h),
- A : surface élémentaire à drainer (en hectares, ha).
- α . Coefficient réducteur de l'intensité

V.4.1. Hypothèses de la méthode rationnelle :

- Le coefficient de ruissellement supposé constant durant toute la durée de chute de pluie.
- L'intensité est supposée constante dans le temps et répartie de façon uniforme sur toute la surface à drainer.
- Les zones étudiées doivent avoir des formes géométriquement remarquables et de nature du sol homogène.
- Le débit de pointe est obtenu lorsque la durée de chute de pluie égale au supérieure au temps de concentration.
- Le débit de pointe est directement lié à l'intensité maximale moyenne de la pluie (Régis BOURRIER, 1991).

V.4.2. Validité de la méthode rationnelle :

Cette méthode repose sur une bonne estimation du coefficient réducteur "alpha ». Elle donne de bons résultats lorsqu'elle est appliquée à de petites surfaces (inférieures à 10 hectares) lorsque ce coefficient égale à 1. Ce dernier prendra des valeurs inférieures à 1 pour des surfaces plus importantes. (Régis BOURRIER, 1991).

V.5.Évaluation du coefficient de ruissellement :

Lorsque la pluie commence, une petite quantité d'eau (environ 0,5 mm) est d'abord absorbée en surface sans provoquer d'écoulement. Le ruissellement débute seulement quand la quantité de pluie dépasse ce seuil, généralement entre 1 et 2 mm.

Le coefficient de ruissellement est le rapport entre l'eau qui s'écoule et l'eau totale tombée sur une surface. Ce coefficient influence fortement le débit des eaux pluviales, pouvant le multiplier par deux. C'est pourquoi il est essentiel que les zones étudiées soient homogènes pour éviter des erreurs dans le calcul global du ruissellement.

Ce coefficient dépend de plusieurs facteurs :

- Le type de sol
- La pente du terrain
- La nature de la surface (perméable ou non)
- L'humidité du sol
- La densité de population
- L'usage du sol (urbanisé, agricole, etc.)
- La durée de la pluie

V.5.1. Coefficient de ruissellement selon le niveau d'urbanisation :

Tableau V.5: Valeurs du coefficient de ruissellement selon le type de zone urbaine.

Catégorie d'urbanisation	Coefficient de ruissellement (Cr)
Habitations très dense	0.90
Habitations dense	0.60 – 0.70
Habitations moyennement denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – Jardin – prairie	0.05 – 0.20

(Source : Water Environnement Fédération, 1970)

V.5.2. Coefficient de ruissellement selon le type de surface :

Le coefficient de ruissellement varie selon la nature des surfaces à drainer (par exemple : toits, routes, sols naturels, etc.).

Tableau V.6 : Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type de surface.

Surface	Coefficient de ruissellement (Cr)
Chaussée en béton asphaltée	0.70 – 0.95
Chaussée en brique	0.70 – 0.85
Toiture	0.75 – 0.95
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %).	0.05 – 0.10
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.10 – 0.15
-Pente abrupte	0.15 – 0.20
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %).	0.13 – 0.17
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.18 – 0.22
-Pente abrupte	0.25 – 0.35
Entrée de garage en gravier	0.15 – 0.30

(Source : Guerree et Gomella, 1986)

Remarque :

Dans le cadre de notre projet, le coefficient de ruissellement est estimé en tenant compte à la fois du type de surface à drainer.

V.6. Coefficient de ruissellement pondéré total :

Pour estimer le coefficient de ruissellement pondéré d'une zone, on divise la surface totale A en n surface élémentaires ($A_1, A_2, \dots, A_n$). Chaque surface élémentaire est associée à un coefficient de ruissellement ($C_1, C_2, \dots, C_n$), en fonction de ses caractéristiques. (Cours d'assainissement ENSH, 2014)

Le coefficient de ruissellement pondéré (C_{rp}) s'obtient par la formule suivante :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} \times A_i}{A} \dots\dots\dots V.4$$

Avec :

- A_i : surface de chaque surface élémentaire (en hectares)
- C_i : coefficient de ruissellement de chaque sous-zone
- A : surface totale
- C_{rp} : coefficient de ruissellement pondéré de l'ensemble

V.7 Calcul de la population pour chaque surface élémentaire :

Pour estimer le nombre d'habitants de chaque sous-zone, on suit les étapes suivantes :

1. Estimer les coefficients de ruissellement pour chaque zone.
2. Calculer le coefficient de ruissellement pondéré total.
3. Déterminer la densité partielle de chaque surface élémentaire.
4. En déduire le nombre d'habitants de chaque sous-zone.

V.7.1 Calcul de la densité partielle :

La densité partielle (D_i) d'un sous-bassin est donnée par la formule :

$$D_i = \frac{C_{ri} \times P}{C_{rp} \times A} \dots\dots\dots V.5$$

Où :

- D_i : densité partielle du surface élémentaire (en habitants par hectare)
- C_{ri} : coefficient de ruissellement de la surface élémentaire
- C_{rp} : coefficient de ruissellement pondéré total
- P : population totale prévue
- A : surface totale urbanisée (en hectares)

Le nombre d'habitants dans chaque surface élémentaire (P_i) se calcule ensuite par :

$$P_i = D_i \times A_i \dots\dots\dots V.6$$

Où :

- P_i : population du sous-bassin
- A_i : surface du sous-bassin (en hectares)

Tableau V.8 : détermination des débits d'eaux usées totaux pour chaque surface élémentaire

N°	N°hab	$Q_{domestique}$	$Q_{équipement}$	$Q_{usée\ moy}(l/s)$	K_p	Q_{point}	$Q_{parasite}$	$Q_{point+parasite}$
1	796	1,11	0,76	1,87	2,84	5,30	1,4	6,74
2	572	0,79	0,02	0,82	4,54	3,73	1,2	4,89
3	396	0,55	0,03	0,59	5,74	3,38	0,8	4,18
4	676	0,94	0,0	0,94	4,16	3,91	1,0	4,95
5	860	1,19	0,20	1,39	3,29	4,59	1,4	6,02
6	538	0,75	0,04	0,79	4,67	3,68	0,9	4,54
7	389	0,54	0,0	0,54	6,13	3,31	0,6	3,91
8	667	0,93	0,37	1,30	3,43	4,44	1,3	5,73
9	665	0,92	0,0	0,92	4,21	3,89	1,1	4,95
10	726	1,01	0,0	1,01	3,98	4,01	1,3	5,29
11	519	0,72	0,0	0,72	4,97	3,58	0,9	4,44

V.8.Temps de concentration :

Le temps de concentration d'un bassin est le temps nécessaire pour que l'eau de pluie, tombée au point le plus éloigné, atteigne l'entrée du collecteur chargé de l'évacuation.

Il est calculé par la formule suivante :

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3 \dots\dots\dots V.7$$

- t_1 : temps que met l'eau à circuler dans les canalisations

$$t_1 = \frac{L}{60V} \dots\dots\dots V.8$$

Avec

L = longueur du trajet en canalisation (m),

V = vitesse d'écoulement (m/s)

- t_2 : temps que met l'eau à s'écouler des toits ou des surfaces vers la bouche d'égout la plus proche, en général on prend t_2 entre 2 et 20 minutes

- t_3 : temps de ruissellement sur des surfaces non canalisées

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \dots\dots\dots \text{V.9}$$

Avec

L = longueur de l'écoulement (m)

I = pente moyenne du parcours

Cas possibles :

- Si la surface élémentaire n'a pas de canalisation : $t_c = t_3$
- Si la surface élémentaire a un ruissellement de surface + canalisation : $t_c = t_1 + t_3$
- Si la surface élémentaire est urbanisée (avec canalisations) : $t_c = t_1 + t_2$, C'est le cas de notre agglomération

V.9. Coefficient réducteur α :

Le coefficient réducteur α est un facteur de correction qui tient compte de la répartition spatiale et temporelle des précipitations. Dans notre cas, étant donné que les surfaces élémentaires sont de dimensions variable ce coefficient α est inférieur à 1 et supérieur à 0,63, on considère que la pluie est uniformément répartie et constante sur chacune d'elles pendant toute la durée de l'événement pluvieux (Guerree et Gomella, 1986).

V.9.1. Évaluation du coefficient réducteur α :

En supposant que la surface élémentaire a la forme d'un rectangle de longueur X et de largeur moyenne Y , drainé par un collecteur, la valeur du coefficient réducteur α est déterminée à l'aide du Tableau V.9

Tableau V.9. Les valeurs du coefficient réducteur α

p-2 (m)	200	400	600	800	1000	1200	1400
$Y < x/2$	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77
$Y > x/2$	0,90	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76	0,75
p-2 (m)	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
$Y < x/2$	0,76	0,75	0,73	0,72	0,70	0,69	0,68
$Y > x/2$	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63

V.10. Calcul des débits pluviaux :

Les résultats des calculs des débits pluviaux, ainsi que les débits totaux, sont présentés dans les Tableaux V.10.

Tableau V.10 : Estimation des débits totaux pour chaque surface élémentaire.

N°	Surface élémentaire(ha)	C_r	α	I(l/s/ha)	$Q_{pluvial}(l/s)$	$Q_{pointe+parasite}$	$Q_{TOT}(\frac{l}{s})$
1	9,6	0,68	1	69,99	456,89	6,74	463,63
2	7,69	0,68	1	69,99	365,99	4,89	370,88
3	5,32	0,7	1	69,99	260,64	4,18	264,82
4	6,93	0,8	1	69,99	388,02	4,95	392,97
5	9,51	0,7	1	69,99	465,92	6,02	471,94
6	5,73	0,77	1	69,99	308,80	4,54	313,34
7	4	0,8	1	69,99	223,97	3,91	227,88
8	8,54	0,64	1	69,99	382,54	5,73	388,27
9	7,08	0,77	1	69,99	381,56	4,95	386,51
10	8,51	0,7	1	69,99	416,93	5,29	422,22
11	5,75	0,74	1	69,99	297,81	4,44	302,25

Conclusion

A travers ce chapitre nous avons procédé au calcul des paramètres qui nous serviront de base pour le dimensionnement de notre système d'évacuation à projeter. il a été constaté que le coefficient de ruissellement varie entre... ces débits ont été calculé à la base d'une dotation de 150 l/J/ha et une intensité de 69.9 on respectons les hypothèses de la méthode choisie. En absence de données nous avons estimé le débit d'eaux parasite a 0.15 l/S/ha qui es un débit inévitable.

CHAPITRE-VI-
DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

CHAPITRE-VI- DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons procéder au dimensionnement des collecteurs formant le réseau d'évacuation. Pour mener à bien nos calculs nous déterminons au préalable la pente motrice et en tenant compte des débits totaux que doit véhiculer chaque tronçon et déduire par la suite les diamètres en tenant compte des vitesses d'écoulement acceptables pour assurer un fonctionnement adéquat du réseau projeté.

VI.1. Conception du schéma du réseau d'assainissement proposé :

Dans le chapitre 4, suite à notre étude, nous avons opté pour un schéma latéral qui a été dicté par le relief de notre agglomération. Ce schéma d'évacuation se compose :

- Des collecteurs principaux recevant des collecteurs secondaires qui doit contenir chaque surface élémentaire : Ils doivent être dimensionnés pour pouvoir transporter tous les débits totaux provenant de ces surfaces élémentaires correspondantes. Le dimensionnement de ces collecteurs formant le réseau nous permet de déduire :
 - Le diamètre de chaque collecteur.
 - Leur emplacement selon le tracé adopté
 - Leur profondeur d'enfouissement en tenant compte de l'épaisseur du remblai compatible avec le diamètre et l'épaisseur du collecteur.
 - La pente de chaque collecteur pour permettre un bon écoulement avec une vitesse acceptable de telle façon à éviter le problème de dépôt (vitesse faible) et l'érosion mécanique (vitesse élevée).
- Les regards : Ce sont des ouvrages de raccordement des collecteurs de même diamètre au des diamètres différents implantés à des distances variables en fonction du relief .la profondeur et le type des regards varient en fonction des diamètres de la pente et la sur profondeur

Pour notre agglomération les regards sont de types simples de raccordement vu le relief de notre agglomération peu accidenté.

VI.2. Calcul hydraulique des collecteurs du réseau

Pour dimensionner notre réseau d'assainissement, nous nous basons sur certaines hypothèses :

- L'écoulement se fait à surface libre et supposé uniforme.
- Les pertes de charge sont équivalentes à la différence d'altitude entre l'amont et l'aval du réseau.

- Les canalisations sont dimensionnées pour un débit à pleine section (Q_{PS}), même si en pratique elles fonctionnent souvent en charge partielle, dans l'hypothèse que la différence entre le débit maximum et le débit en pleine section est négligeable.

VI.2.1. Méthode de dimensionnement

VI.2.1.1. Débit et vitesse

Le débit est donné par la formule de continuité :

$$Q = V \times S_m \dots \dots \dots \text{VI.1}$$

Avec :

- **Q** : débit (m^3/s).
- **S_m** : section mouillée (m^2).
- **V** : vitesse d'écoulement (m/s).

La vitesse s'exprime selon la formule de Chézy :

$$V = C \times \sqrt{R_H \times I} \dots \dots \dots \text{VI.2}$$

- **C** : coefficient de Chézy.
- **R_H** : rayon hydraulique = $\frac{S_m}{P_m}$
- **I** : pente motrice longitudinale (m/m).

VI.2.1.2. Formule de Manning-Strickler

Le coefficient de Chézy devient :

$$C = K \times R_H^{\frac{1}{6}} \dots \dots \dots \text{VI.3}$$

Avec :

$$V = K \times R_H^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots \text{VI.4}$$

Le débit devient :

$$Q = K \times R_H^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S_m \dots \dots \dots \text{VI.5}$$

VI.2.1.3. Étapes de calcul

1. Déterminer le débit (Q) (voir chapitre 5) et la pente (I) selon le tracé choisi .
2. Calculer un diamètre théorique (D_{cal}) selon la relation VI.6

$$D_{cal} = \left(\frac{3.2 \times Q}{K \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots \dots \dots \text{VI.6}$$

Choisir un diamètre normalisé (DN).

3. Calculer la vitesse à pleine section (V_{PS}).

$$V_{PS} = K \times \left(\frac{DN}{4}\right)^{2/3} \dots\dots\dots \text{VI.7}$$

4. Calculer le débit à pleine section (Q_{ps}) :

$$Q_{ps} = V_{PS} \times \frac{\pi \times DN^2}{4} \dots\dots\dots \text{VI.8}$$

5. Déterminer le rapport des débits :

$$r_Q = \frac{Q}{Q_{PS}} \dots\dots\dots \text{VI.9}$$

6. Dédurre la vitesse réelle :

$$V = r_v \times V_{PS} \dots\dots\dots \text{VI.10}$$

Avec:

r_v : Rapport des vitesses

7. Déterminer la hauteur de remplissage :

$$H = r_H \times DN \dots\dots\dots \text{VI.11}$$

Avec :

r_H : Rapport des hauteurs

VI.2.1.4. Formule de Bazin (alternative)

Le coefficient de Chézy est donné par :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_H}}} \dots\dots\dots \text{VI.12}$$

Avec :

γ : est un coefficient d'écoulement qui dépend du type de matériau utilisé pour la canalisation ainsi que des caractéristiques des eaux transportées (eaux usées, eaux pluviales, etc.).

Dans le cas des réseaux unitaire ou pluvial, on peut utiliser :

$$C = 60 \times R_H^{1/4} \dots\dots\dots \text{VI.13}$$

VI.2.1.4.1. Utilisation des abaques de Bazin

Les abaques présentés en annexe ont été élaborés à partir de la formule de Chézy-Bazin. Ils tiennent compte de plusieurs paramètres : la nature de l'effluent (eaux usées ou pluviales), le matériau des conduites, ainsi que le type de joint utilisé. Ces abaques sont conçus pour représenter le fonctionnement en pleine section, avec un rayon hydraulique $R_h = DN / 4$ (pour une canalisation circulaire).

- Abaque 1 : Conçu pour les réseaux unitaires avec conduites circulaires.
- Nomogramme 2 : Permet de visualiser l'évolution du débit et de la vitesse en fonction du niveau d'eau dans la conduite. Il est utile pour analyser la capacité d'écoulement des conduites et évaluer leur capacité d'auto-curage.

VI.2.1.4.2. Méthode d'utilisation des abaques

À partir de l'abaque 1 : En connaissant la pente et le débit à écouler, on peut déterminer:

- Le diamètre normalisé (DN).
- La vitesse à pleine section (V_{PS}).
- Le débit à pleine section (Q_{PS}).

À partir de ces données, on calcule ensuite le rapport des débits r_Q et à l'aide de l'abaque 2 : En utilisant le rapport des débits (r_Q) obtenu précédemment, on détermine :

- Le rapport des vitesses (r_V).
- Le rapport des hauteurs (r_H).

On en déduit alors :

- La vitesse réelle d'écoulement (V).

VI.3. Les conditions d'Auto-curage

Conditions d'auto-curage et limitations de vitesse

- Une vitesse minimale de 0,6 m/s est requise lorsque le débit représente 1/10 du débit à pleine section.
- Pour un débit équivalent à 1/100 du débit à pleine section, une vitesse minimale de 0,3 m/s est exigée, avec un diamètre de conduite d'au moins 315 mm.

Si ces vitesses ne peuvent pas être garanties, il devient nécessaire de prévoir :

- Des chasses automatiques,
- Ou des opérations de curage régulières.

À l'inverse des exigences d'auto-curage, il est également essentiel de limiter les vitesses trop élevées, afin de préserver les joints et le revêtement intérieur des conduites circulaires. Ainsi, on recommande de ne pas dépasser une vitesse de 5 à 6 m/s en écoulement à pleine section.

VI.4. Normes d'écoulement et d'implantation

- Diamètre minimal : 315 mm .
- Pente minimale : 0.2 %.
- Profondeur minimale de couverture : 80 cm pour des diamètres faibles.

- Regard de visite tous les 80 m au maximum.
- Un regard est obligatoire à chaque changement de pente ou de direction.
- Vitesse maximale autorisée : 4 m/s (pour éviter l'abrasion).

VI.5. Évaluation des vitesses d'écoulement et adaptation des pentes pour assurer l'auto-curage

Commentaire

L'analyse hydraulique effectuée sur l'ensemble de la zone d'étude a permis de vérifier que la majorité des vitesses d'écoulement calculées sont conformes au critère d'auto-curage, généralement fixé à un seuil minimal de 0,6 m/s. Ces vitesses assurent un bon fonctionnement du réseau en limitant les risques de dépôts.

Cependant, dans quelques tronçons localisés (C_{246} à C_{297}), les faibles pentes naturelles et les débits réduits ont conduit à des vitesses inférieures à ce seuil. Afin de garantir l'efficacité du réseau dans ces zones spécifiques, une augmentation ponctuelle de la pente a été appliquée, permettant d'atteindre les vitesses nécessaires à l'auto-curage.

Quelques valeurs représentatives avant et après ajustement sont présentées en **annexe [III]**

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons traité l'aspect hydraulique, en nous concentrant sur le dimensionnement du réseau d'évacuation des eaux usées et pluviales. Après avoir dimensionné les collecteurs principaux et secondaires, ainsi que déterminé leurs caractéristiques hydrauliques, nous avons vérifié que les vitesses d'auto-curage obtenues étaient conformes aux exigences.

CHAPITRE -VII-LES OUVRAGES ANNEXES

CHAPITRE-VII-LES OUVRAGES ANNEXES

Introduction :

Les ouvrages annexes, tels que les regards, les déversoirs d'orage ou encore les postes de relevage, jouent un rôle fondamental dans le bon fonctionnement d'un réseau d'assainissement. Bien qu'ils ne transportent pas directement les eaux, ces ouvrages permettent l'entretien, la régulation et la sécurité du système. Ce chapitre présente ces éléments, leurs fonctions, leurs principes de conception (le dimensionnement hydraulique, l'accessibilité pour la maintenance, et leur implantation dans le réseau), ainsi que leur intégration conforme aux normes en vigueur.

Dans le contexte spécifique de notre agglomération, la commune de Baïazid, le terrain présente une faible déclivité. Cette caractéristique rend inutile l'aménagement de regards de chute, qui sont habituellement utilisés dans les zones à fortes pentes pour dissiper l'énergie des écoulements. De plus, le réseau fonctionne entièrement par gravité, ce qui élimine la nécessité d'installer des stations de relevage. Toutefois, un déversoir d'orage de type latéral a été mis en place pour évacuer les eaux excédentaires lors des épisodes pluvieux intenses. Cet ouvrage joue un rôle essentiel dans la protection hydraulique du réseau, en limitant les risques de surcharge et de débordement, assurant ainsi la pérennité du système.

VII.1. Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes occupent une place tout aussi importante que les canalisations dans un réseau d'assainissement. On distingue généralement deux grandes catégories d'ouvrages annexes :

- Les ouvrages dits « normaux », qui sont couramment utilisés dans la majorité des installations (comme les regards de visite ou de branchement),
- Les ouvrages dits « spéciaux », conçus pour répondre à des besoins particuliers ou des contraintes spécifiques du réseau (tels que les déversoirs d'orage, les bassins de rétention, ou les postes de relevage).

VII.1.1.les ouvrages normaux

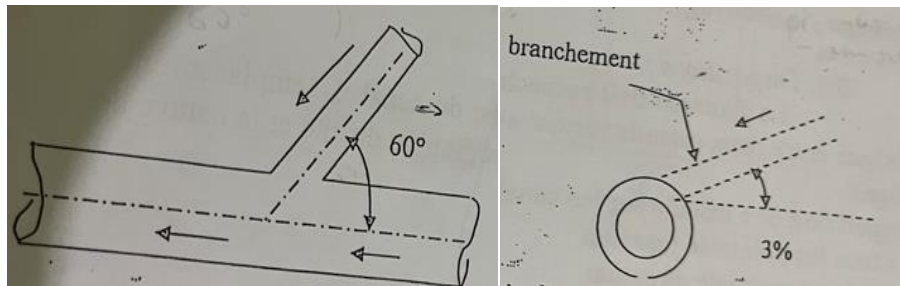
Les ouvrages dits « normaux » sont des éléments courants mais essentiels du réseau d'assainissement. Implantés en amont ou le long des canalisations, ils remplissent des fonctions clés telles que la collecte des effluents ou l'accès au réseau pour l'inspection et l'entretien. On peut les regrouper en trois grandes catégories, selon leur rôle spécifique dans le système.

VII.1.1.1.les branchements

Ce sont des conduites de diamètre inférieurs au diamètre de la canalisation publique (environ 7/10) reliant le réseau vertical d'eaux usées et pluviales des immeubles à cette dernière.

Le raccordement du coté égout peut être perpendiculaire en présence de galerie visitable et incliné en générale à 60° sur les canalisations et raccordés par le haut pour ne pas perturber l'écoulement.

Le tracé de la conduite de branchement doit avoir une pente d'environ 3% pour favoriser un écoulement avec rinçage interne de la conduite. A l'amont de cette conduite on implante un regard privé ou appelé regard de maison (Source polycopie du Pr. SALAH Boualem)



Figures VII.1. branchement simple (Source polycopie du Pr. SALAH Boualem)

VII.1.1.2. Les bouches d'égout

Les bouches d'égout, également appelées regards de chaussée, sont des ouvrages à la fois fonctionnels et sécuritaires. 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 coté 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 (Surface à drainer) afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont. Dans notre cas on les deux types des bouches d'égout. (Source polycopie Pr. SALAH Boualem)



Figures VII.2. Exemples de bouches d'égout par absorption verticale et absorption latérale(google)

VII.1.1.3. Les regards

Les regards sont des ouvrages qui permettent l'accès au réseau d'assainissement afin de faciliter les opérations de nettoyage, d'inspection et d'entretien. Ils se composent généralement d'un cul de sac, dans lequel peut se déposer le dépôt solide et d'une plaque de couverture, placée en surface, assurant à la fois la sécurité et l'étanchéité de l'ouvrage.

VII.1.1.3.1. Fonction :

Le regard joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement et la maintenance du réseau d'assainissement. Il remplit principalement les fonctions suivantes :

- Faciliter l'accès au réseau pour les opérations de nettoyage, d'inspection et d'entretien.
- Assurer le contrôle visuel et technique du bon fonctionnement des conduites en matière d'écoulement.
- Permettre la détection d'éventuelles fuites ou obstructions dans les canalisations au moyen des caméras de visite.
- Offrir un point d'introduction pour les équipements et outils de curage.
- Servir de point de changement de direction, notamment pour réaliser des coudes à 90° dans le tracé des canalisations.

VII.1.1.3.2. Emplacement :

Les regards doivent être positionnés à des endroits stratégiques du réseau d'assainissement, notamment aux points suivants :

- Aux jonctions entre les collecteurs de différents diamètres différentes canalisations,
- Aux changements de direction du tracé,
- Aux variations de pente des conduites,

VII.1.1.3.3. Type de regards :

Les regards sont classés selon trois critères principaux : l'encombrement disponible, la pente du terrain et le mode d'évacuation des eaux. En fonction de ces paramètres, on distingue les types de regards suivants :

- **Regard de visite :** Principalement utilisés pour les opérations courantes d'entretien et de curage, ces regards facilitent également la ventilation naturelle des canalisations. L'espacement entre deux regards de visite varie généralement entre 35 et 80 mètres.
Regard de jonction : Ce type d'ouvrage permet de raccorder deux collecteurs, qu'ils soient de même diamètre ou non. Il est conçu pour assurer une bonne aération, compenser les différences de niveau entre les radiers, éviter les reflux d'eau en période sèche et maintenir un niveau d'eau stable dans les collecteurs raccordés.
- **Regard de chute :** Fréquemment utilisé dans les zones à forte déclivité, ce regard permet de dissiper l'énergie cinétique des eaux usées, réduisant ainsi les risques d'érosion dans les conduites. Il est également utile pour la gestion hydraulique du

réseau, notamment pour mesurer les volumes d'eaux collectées. On distingue deux configurations principales :

- La chute verticale profonde : utilisée pour ralentir la vitesse des eaux dans des conduites de faible diamètre, en cas de débits importants.
- La chute en toboggan : employée dans les zones à changement de pente, elle permet d'éviter les remous et turbulences dans le flux.
- Regard de ventilation : Conçu pour permettre l'aération du réseau, ce regard assure l'évacuation des gaz et odeurs accumulés dans les canalisations. Il contribue ainsi à préserver le bon fonctionnement hydraulique et sanitaire de l'ensemble du système.

Tous les regards ont des rôles communs : de raccordement, de ventilation et aération, de changement de pente, contribuer à la gestion.

Les regards de chute : En plus de ces rôles, ils permettent de régler la pente en cas où elle est importante en diminuant la vitesse pour éviter l'érosion mécanique.

Les regards Toboggan : ont les mêmes rôles que les autres regards, ils permettent d'atténuer l'exhaussement des courbes de remous pour ne pas avoir des débordements

Dans le cadre de notre projet, le réseau d'assainissement est implanté sur un terrain présentant globalement une faible pente. Ce type de relief justifie l'utilisation majoritaire de regards simples, notamment les regards de visite, répartis à intervalles réguliers d'environ 50 mètres, ce qui reste conforme aux normes (35 à 80 mètres selon l'accessibilité et la configuration du terrain).

Concernant les dimensions des regards, celles-ci sont choisies en fonction des diamètres des canalisations :

- Pour des conduites de diamètre ≤ 300 mm : les regards ont un diamètre intérieur standard de 1000 mm.
- Pour des conduites de diamètre entre 300 mm et 600 mm : des regards de 1200 mm sont utilisés.
- Au-delà de 600 mm, les regards peuvent atteindre 1500 mm voire plus, selon les besoins d'accès et d'entretien.

VII.1.2.les ouvrages spéciaux

Ces ouvrages ont pour fonction de collecter, transporter, traiter ou évacuer les eaux usées et les eaux pluviales.

VII.1.2.1. Les stations de relevages :

Les stations de relevage sont utilisées dans les systèmes d'assainissement pour remonter les eaux usées d'un niveau bas vers un niveau plus élevé. Elles sont généralement mises en place lorsque le tracé gravitaire du réseau devient impossible, notamment en présence d'un obstacle naturel ou d'une contre-pente. Leur rôle est donc essentiel pour garantir la continuité hydraulique du réseau dans les zones où l'écoulement naturel ne peut plus être assuré.

VII.1.2.2. Les déversoirs d'orages

Le déversoir joue un rôle clé dans la gestion des débits excédentaires. Il s'agit d'un ouvrage conçu pour évacuer rapidement les pointes exceptionnelles de débit, en particulier lors des épisodes orageux, vers le milieu récepteur. Ainsi, ils permettent de soulager le réseau à l'aval et de limiter les risques de surcharge ou de débordement. Par son fonctionnement, le déversoir contribue également à optimiser la conception économique du réseau, notamment en réduisant les dimensions nécessaires des conduites en aval. (GOMELLA, C, GUEREE, H ,1986)

VII.1.2.2.3. Fonctions :

Un déversoir d'orage doit remplir trois fonctions principales :

Il doit laisser passer les eaux usées par temps sec sans déborder, tout en gardant une vitesse d'écoulement suffisante pour éviter que les matières en suspension ne se déposent.

- Il doit pouvoir faire passer les eaux usées et les faibles pluies sans débordement tant que le débit ne dépasse pas la limite de débit fixée en aval.
- En cas de fortes pluies, il doit évacuer le surplus d'eau

VII.1.2.2.4. Emplacement :

Les déversoirs d'orage peuvent être installés à différents endroits du réseau d'assainissement, selon les besoins :

- À l'entrée d'ouvrages spécifiques, comme les bassins d'orage, les siphons ou autres équipements hydrauliques, pour limiter les volumes transitant vers ces installations.
- À l'entrée des stations d'épuration, pour éviter toute surcharge hydraulique lors de fortes précipitations et garantir le bon fonctionnement du traitement.

VII.1.2.2.5. Types de déversoirs d'orage

Les déversoirs d'orage se différencient en fonction de la pente, du mode d'écoulement et de leur position par rapport à la station d'épuration (STEP). On distingue notamment :

- Le déversoir à seuil frontal.
- Le déversoir à seuil latéral.
- Le déversoir à double seuil latéral.
- Le déversoir à ouverture de fond.
- Le déversoir by-pass.

Dans notre cas, un déversoir d'orage à seuil latéral a été implanté dans la conduite C_329, située à l'aval du réseau, juste avant le raccordement à la station d'épuration. Ce déversoir a pour fonction principale de délester le réseau en cas de fortes précipitations, en évacuant l'excès d'eaux unitaires (mélange eaux usées + eaux pluviales) avant qu'elles n'atteignent la STEP. Cela permet de protéger la station contre les surcharges hydrauliques, de prévenir les débordements en amont, et d'assurer la continuité du fonctionnement du réseau même en période de pluie intense.

VII.1.2.2.6. Choix du type de déversoir d'orage

Le choix du type de déversoir ne se fera pas en fonction de la plus ou moins grande connaissance qu'on a de son mode de calcul mais en tenant compte des régimes d'écoulement, des niveaux d'eau de l'émissaire.

En zone relativement plate, les déversoirs à crête latérale prédominent ; alors qu'en zone à forte pente le déversoir à ouverture de fond se fera plus fréquent, d'autant plus que dans ce dernier cas les remous du cours d'eau ne sont généralement pas à craindre.

Le choix d'un déversoir à seuil bas sera exceptionnel car les risques de surverse même par temps sec à cause des remous dus à des dépôts sont importants.

De plus il ne faut pas oublier que les seuils hauts permettent de solliciter la capacité de stockage des canalisations. (Source polycopie Pr. SALAH Boualem)

Dans notre cas, un déversoir d'orage de type latéral à seuil bas a été choisi pour la conduite C_329, à l'aval du réseau unitaire de la commune de Baïazid, juste avant l'arrivée à la station d'épuration (STEP). Ce choix s'explique par les conditions suivantes :

- Le terrain est peu incliné, ce qui rend inefficace un seuil haut (le volume de stockage en amont étant limité).
- La canalisation en aval (vers la STEP) présente une capacité limitée, et il est donc crucial d'évacuer rapidement les eaux excédentaires lors des fortes pluies.
- La conception du seuil bas est ici contrôlée, avec un entretien régulier prévu, pour éviter les risques de dépôts et de surverse en temps sec.
- Enfin, ce choix permet une réactivité immédiate dès que le niveau monte, assurant une protection rapide du réseau contre les surcharges.

Ainsi, malgré les contraintes généralement associées aux seuils bas, leur usage dans ce contexte précis est justifié par les caractéristiques locales et les exigences hydrauliques de sécurité.

VII .2. Procédé de dimensionnement du déversoir d'orage

1. Temps de concentration (t_c)

C'est une caractéristique d'une surface définir comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour attendre l'entrée de collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface drainer. Il est calculé par la formule suivante :

$$t_c = t_1 + t_2 = t_2 + \frac{L}{60V} \dots \dots \dots \text{VII.1}$$

On calcule le temps t_1 pour connaître s'il y a une stagnation dans le collecteur.

$$t_1 = \frac{L}{60V}$$

Avec :

- t_2 : temps d'écoulement de surface, entre 2 et 20 minutes (ici : 15 min).

- **L** : longueur du collecteur principal (en mètres).
- **V** : vitesse moyenne d'écoulement (m/s), calculée sur l'ensemble des tronçons.

Application :

Dans le cadre de notre projet, le collecteur principal est formé de l'enchaînement des tronçons allant de C298 jusqu'au tronçon C330. Il constitue l'axe hydraulique principal du réseau d'assainissement et permet l'évacuation des eaux usées vers un déversoir, situé à l'aval du réseau. Donc le temps de concentration sera égal à la somme des temps des écoulement des tronçons en série :

$$t_c = t_2 + \frac{1}{60} \sum \frac{l_i}{v_i} = 15 + 8,23 = 23,23 \text{ min}$$

2. Coefficient de retardement (Z)

Le coefficient de retardement (Z) représente la capacité de la surface élémentaire à ralentir l'écoulement des eaux pluviales en fonction de ses caractéristiques physiques (occupation du sol, pente, rugosité, infiltration) Ce coefficient exprime l'atténuation du débit liée au temps de concentration :

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} \dots\dots\dots \text{VII.2}$$

$$Z = 1 - \frac{t_c}{100} = 1 - \frac{23,23}{100} = 0,77$$

3. Débit de dimensionnement (Q_c)

Il correspond au débit critique à prendre en compte pour le dimensionnement du déversoir :

$$Q_c = Z \times Q_t \dots\dots\dots \text{VII. 3}$$

Avec

Q_t : *debit total*(m^3/S)

$$Q_c = 0,77 \times 2,72 = 3,49 m^3/S$$

4. Débit admissible à la station d'épuration (Q_{step})

$$Q_{step} = c \times Q_{ts} \dots\dots\dots \text{VII. 4}$$

Avec :

- **$C_{dilution}$** : coefficient de dilution (ici : 3) Pour diluer la charge polluante.
- Q_{ts} : débit par temps sec (m^3/s)

$$Q_{ts} = 3 \times 0,236 = 0.71 m^3/s$$

5. Débit déversé (Q_{dev})

C'est le débit excédentaire qui sera déversé par le déversoir d'orage :

$$Q_{dev} = Q_c - Q_{step} \dots \dots \dots \text{VII.5}$$

$$Q_{dev} = 3,49 - 0,71 = 2,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

6. Hauteurs d'eau correspondantes aux débits à l'amont du déversoir

Pour déterminer la hauteur d'eau correspondant à ces débits, on utilise l'abaque des vitesses et débits selon la hauteur de remplissage, basé sur la formule de Bazin.

Les résultats de ces correspondances sont présentés dans le Tableau (VII.1)

Tableau VII.1. Correspondance entre débits, rapports et hauteurs d'eau selon l'abaque de Bazin

	Q	R_Q	R_H		H
Q_c	$3,49 \text{ m}^3/\text{s}$	0,78	0,63	h_c	0.25
Q_{step}	$0,71 \text{ m}^3/\text{s}$	0.16	0,25	h_{step}	0.10

7. Hauteur de déversement (H_{dev})

La hauteur de déversement correspond à la différence de niveau entre la ligne d'eau à l'amont du déversoir (H_c) et la ligne d'eau admissible vers la station d'épuration (H_{step}). Elle est donnée par la formule suivante :

$$R_{hcri} = \frac{H_{cr}}{H_{psc}}$$

$$H_{cr} = 0,63 \times 0,4 = 0,25 \text{ m}$$

$$R_{hstep} = \frac{H_{step}}{D}$$

$$H_{step} = 0,25 \times 0,315 = 0,1 \text{ m}$$

$$H_{dev} = H_c - H_{step} \dots \dots \dots \text{VII.6}$$

$$H_{dev} = 0,25 - 0,1 = 0,15 \text{ m}$$

8. Longueur du seuil du déversoir (L)

Le débit déversé (Q_{dev}) est également relié à la longueur du seuil à travers cette expression :

$$Q_{dev} = m \times L \times \sqrt{2 \times g} \times H_{dev}^{3/2} \dots \dots \dots \text{VII.7}$$

Avec :

- m : coefficient de débit (fonction du type de déversoir, ici 0,34 pour un seuil latéral),
- L : longueur du seuil (m).
- g : accélération de la pesanteur (9,81 m/s²).
- H_{dev} : hauteur de déversement (1,10 m).
- Q_{dev} : débit déversé (m³/s).

On isole L dans la formule :

$$L = \frac{Q_{dev}}{m \times H_{dev}^{3/2} \times \sqrt{2 \times g}}$$

$$L = \frac{2,78}{0,34 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times 0,15^{3/2}} = 3.17m$$

VII.2. Dimensionnement théorique d'un bassin de rétention des eaux pluviales (approche pédagogique)

Bien que le site étudié soit naturellement drainé par un oued à faible débit, il est proposé ici de réaliser à titre d'exercice un dimensionnement théorique d'un bassin de rétention des eaux pluviales. Cette démarche vise à renforcer la compréhension des méthodes de calcul hydrauliques, notamment la méthode des pluies, fréquemment utilisée dans la conception des ouvrages de régulation des eaux pluviales.

VII.2.1. Principe de la méthode des pluies

Cette méthode repose sur l'analyse de la réponse du bassin versant à une pluie de fréquence donnée. Elle permet d'estimer le volume d'eau à stocker temporairement, en se basant sur le débit de vidange, la durée de l'événement pluvieux et les caractéristiques du sol. Le calcul suit les étapes suivantes :

1. Estimation du volume à évacuer pendant une pluie, en fonction du débit Q de vidange (en m³/s) et du temps t (en heures), selon la formule :

$$V_1 = 3600 \times Q \times t \dots\dots\dots \text{VII.8}$$

2. Détermination de la hauteur d'eau évacuée par hectare de surface imperméable ou semi-imperméable. Cette hauteur est donnée par :

Où :

$$h = \frac{360 \times Q \times T}{S \times C_{ap}} \dots\dots\dots \text{VII.9}$$

- S est la surface contributive du bassin versant (en hectares),
 - Cap est le coefficient d'apport, dépendant de la perméabilité du sol (généralement entre 0.5 et 0.6),
 - h est la hauteur d'eau (en mm).
3. À l'aide de la courbe fréquence-hauteur des pluies, on identifie :
- le temps de remplissage t_1 ,
 - le temps de vidange t_2
 - la hauteur à stocker Δh , correspondant à la différence entre la pluie incidente et la capacité d'évacuation.
4. Enfin, le volume de rétention nécessaire peut être estimé par la formule simplifiée :

$$V_b = 10 \times \Delta h \times S_a \dots \dots \dots \text{VII.10}$$

Avec :

- Δh : hauteur à stocker en mm (issue de la courbe),
- S_a : surface active du bassin versant en ha,
- V_b : volume du bassin de rétention en m^3 .

VII.2.2. Application à notre cas d'étude (approche illustrative)

Bien que le site étudié soit déjà pourvu d'un exutoire naturel (oued), un exemple de dimensionnement est présenté ci-dessous à titre pédagogique. Les valeurs utilisées sont hypothétiques, à compléter lors de l'application pratique :

- Surface active du bassin $S = 8.5 \times 0.6 = 5.1$ ha
- Coefficient d'apport : Cap= 0.6
- Débit de vidange prévu : $Q = 2.78$ L/s
- Temps de vidange estimé : $t = 3$ heures
- Hauteur de pluie à stocker : $\Delta h = 50$ mm

À partir de ces données, on déduit :

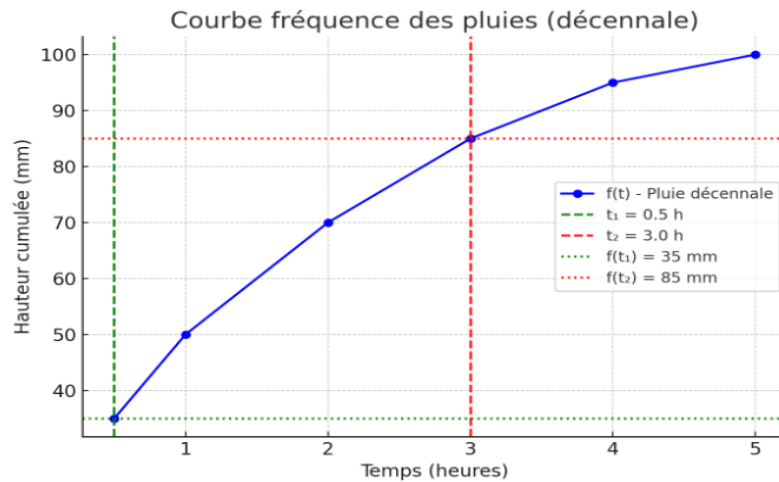
- Volume d'eau évacuée pendant l'événement pluvieux :

$$V1 = 3600 \times 0.00278 \times 3 = 30m^3$$

- Hauteur d'eau évacuée

$$h = \frac{3600 \times 0.00278 \times 3}{5.1 \times 0.6} = 0.98 \text{ mm}$$

- représentation graphique $h = f(t)$ et la courbe du classement fréquentiel des pluies qui correspond à la période de pluie de retour



$$t_1 = 0,5 \text{ h} \rightarrow f(t_1) = 35 \text{ mm}$$

$$t_2 = 3 \text{ h} \rightarrow f(t_2) = 85 \text{ mm}$$

$$\Delta h = 50 \text{ mm}$$

- Volume de stockage requis dans le bassin de rétention :

$$Vb = 0.05 \times 51000 = 2550 \text{ m}^3$$

Remarque :

Ce dimensionnement est réalisé uniquement dans un objectif d'apprentissage. Le projet, en l'état, ne justifie pas la création d'un bassin de rétention, étant donné la présence d'un écoulement naturel suffisant via l'oued. Cependant, cet exercice permet d'acquérir une maîtrise pratique des outils de calcul hydrologique.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié les ouvrages annexes indispensables au bon fonctionnement d'un réseau d'assainissement. Trois types d'ouvrages ont été mis en œuvre dans notre projet : les regards simples, les bouches d'égout et le déversoir d'orage de type latéral qui est implanté à la sortie de l'agglomération pour alimenter la STEP et envoyer le flot d'eau vers le milieu naturel en cas de forte pluie.

CHAPITRE -VIII-
ORGANISATION DE CHANTIER ET DEVIS

CHAPITRE- VIII–ORGANISATION DE CHANTIER

Introduction :

La réussite d'un projet d'assainissement ne dépend pas uniquement de la conception technique, mais aussi de la manière dont le chantier est organisé. Une bonne organisation permet de coordonner les différentes étapes des travaux, de gérer efficacement les ressources humaines et matérielles, et de respecter les délais impartis. Dans ce chapitre, nous aborderons les principaux aspects de l'organisation d'un chantier d'assainissement. Nous verrons comment planifier les différentes phases des travaux, établir un plan d'installation de chantier, définir les modes opératoires, et assurer le suivi et le contrôle de l'exécution des travaux. L'objectif est de garantir une réalisation optimale du projet, en termes de qualité, de sécurité et de respect des délais.

VIII.1. Emplacement des canalisations

Dans les rues de moins de 15 mètres de largeur, les canalisations sont généralement installées dans l'axe de la chaussée. Dans les rues plus larges, il est préférable de poser un égout sous chaque trottoir. Dans notre cas, le système d'évacuation adopté est un système unitaire, c'est-à-dire qu'une seule canalisation est utilisée pour l'évacuation simultanée des eaux usées et des eaux pluviales.

VIII.2. Exécution des travaux

Les étapes principales pour la pose des canalisations sont les suivantes :

1. Vérification et manutention des conduites : Les conduites utilisées dans notre réseau sont en PVC (pour les petites sections) et en béton armé (pour les grandes sections ou les fortes charges). Avant la pose, chaque élément est vérifié pour s'assurer de l'absence de défauts (fissures, éclats, déformations) et manipulé avec soin pour éviter tout endommagement.
2. Décapage de la couche de goudron ou de végétation : Cette étape consiste à retirer la couche superficielle de la chaussée ou du sol pour atteindre le niveau de terrassement.
3. Installation des jalons et piquets : Ils permettent de matérialiser l'alignement et la pente des canalisations.
4. Réalisation des tranchées et des fouilles pour les regards : Les tranchées sont creusées selon les dimensions prévues, en tenant compte de la profondeur, de la pente et de la largeur nécessaires à la pose.
5. Aménagement du lit de pose : Une couche de sable ou de gravier est mise en place au fond de la tranchée pour assurer une assise stable et régulière des conduites.
6. Mise en place des canalisations en tranchée : Les tuyaux sont déposés avec précaution sur le lit de pose, en respectant l'alignement et la pente.

7. Assemblage des tuyaux : Les éléments en PVC sont assemblés généralement par emboîtement avec joint. Les conduites en béton armé sont assemblées à l'aide de joints en caoutchouc ou de mortier, selon le type de raccord.
8. Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints : Des essais hydrauliques ou à l'air sont réalisés pour vérifier la bonne étanchéité du réseau.
9. Construction des regards : Les regards sont construits aux emplacements prévus pour permettre l'inspection et l'entretien des canalisations.
10. Remblaiement des tranchées : Après validation des essais, les tranchées sont remblayées par couches successives, en compactant soigneusement chaque couche.
11. Raccordement des branchements de service : Les branchements de service (domestiques ou industriels) sont réalisés à l'aide de raccords spécifiques, en PVC généralement, connectés à la conduite principale via des tés ou des boîtes de branchement, en respectant les pentes minimales nécessaires pour l'écoulement.

VIII.3. Manutention et stockage des conduites

VIII.3.1. Chargement et transport

Le chargement des véhicules doit être effectué de manière à éviter toute détérioration ou déformation des tubes et accessoires pendant le transport. Il est essentiel de :

- Éviter les manutentions brutales, les flèches importantes et les ballants.
- Éviter tout contact des tubes et raccords avec des pièces métalliques saillantes.
- S'assurer que les emboitures dépassent légèrement de la pile pour éviter les points de pression.

VIII.3.2. Stockage

L'aire de stockage des tubes et accessoires doit être nivelée et dégagée de tout obstacle. Les règles suivantes doivent être respectées :

- Les tubes doivent être empilés en alternant les emboitures, avec les emboitures dépassant légèrement de la pile. La hauteur de l'empilement ne doit pas dépasser 1,50 m.
- Les accessoires doivent être déballés uniquement au moment de leur utilisation.
- Éviter le contact des tubes avec des substances chimiques, de l'huile ou des solvants.
- Protéger les tubes de la chaleur excessive et des rayons UV en les couvrant si nécessaire.
- Pour le stockage provisoire le long du tracé, disposer les tuyaux perpendiculairement à la tranchée, à une distance suffisante du bord, sur un sol stable et dégagé.

VIII.3.3. Décapage

Lorsque les travaux de tranchée sont effectués sous les voies publiques, le décapage de la couche supérieure du sol doit être réalisé avec soin, en veillant à ne pas endommager les zones adjacentes. Cette opération consiste à retirer la couche de terre végétale sur une épaisseur de 10 cm, généralement à l'aide d'un bulldozer.

VIII.4. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards

Les tranchées sont excavées mécaniquement en suivant les pentes des conduites, même pour des profondeurs importantes (allant de 3 à 4 mètres selon le profil du terrain et les contraintes du réseau). Il est essentiel que la conduite d'assainissement soit positionnée au moins 30 centimètres plus bas que la conduite d'eau potable, conformément aux normes en vigueur, afin d'éviter tout risque de contamination en cas de fuite.

Pour les regards et autres ouvrages maçonnés (boîtes de branchement, chambres de visite, etc.), la tranchée est généralement élargie de manière à laisser un espace libre de 20 à 30 centimètres entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée, facilitant ainsi la mise en œuvre et le coffrage si nécessaire.

VIII.5. Aménagement du lit de sable

Les conduites sont posées sur un lit de sable d'une épaisseur minimale de 10 cm, soigneusement nivelé conformément aux côtes définies dans le profil en long. Ce lit de pose assure une répartition uniforme des charges et un bon appui pour les canalisations. Le sable utilisé doit contenir au moins 12 % de particules de diamètre inférieur à 0,1 mm, garantissant ainsi une bonne compacité et stabilité.

Dans notre cas, le sol est ordinaire, stable et homogène, ce qui permet la réalisation de tranchées à section rectangulaire, plus économiques et faciles à exécuter.

En revanche, dans les terrains instables (sols meubles, argileux, remaniés ou présentant des remontées d'eau), des mesures spécifiques doivent être prises :

- Exécution d'un béton de propreté pour stabiliser le fond de fouille.
- Réalisation de berceaux en béton pour envelopper partiellement la conduite.
- Mise en œuvre de dalles de répartition si les charges sont importantes ou si la portance du sol est insuffisante.
- Tranchées en forme trapézoïdale : cette forme permet une meilleure stabilité des parois et limite les risques d'éboulement dans les sols meubles.

La forme trapézoïdale est ainsi adoptée principalement pour assurer la sécurité du terrassement et prévenir les glissements de terrain.

VIII.6. Mise en place des canalisations

La pose des canalisations d'assainissement s'effectue de l'aval vers l'amont, afin de faciliter le contrôle de la pente et l'alignement des conduites.

Avant la pose, les tuyaux sont triés sur chantier pour écarter ceux présentant des chocs, des fissures ou des défauts de fabrication. Il est également vérifié qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur et que les revêtements intérieur et extérieur sont en bon état.

Les canalisations sont posées sur un lit de sable compacté de 10 cm, dans une tranchée rectangulaire (sol ordinaire et stable dans notre cas), en suivant les côtes du profil en long.

Chaque tuyau est descendu lentement en tranchée, à l'aide d'un équipement adapté (grue, pose-tube), et placé avec soin pour respecter l'alignement et la pente minimale, généralement de 3 à 5 ‰ (millimètres par mètre), permettant non seulement le bon écoulement des eaux, mais aussi l'évacuation de l'air lors du remplissage ou du fonctionnement du réseau.

Le centrage des conduites est assuré à l'aide de cales ou de dispositifs de guidage au moment de la pose, garantissant un bon positionnement longitudinal et latéral avant l'assemblage.

VIII.6.1. Confection des joints

Les tuyaux en PVC sont assemblés par emboîtement à joint élastomère (type joint à lèvres), assurant l'étanchéité sans colle. Pour les conduites en béton armé, les joints sont généralement réalisés à l'aide de manchons avec joint en caoutchouc ou avec du mortier, selon le type de canalisation.

Avant l'assemblage :

- Le joint est nettoyé et lubrifié si nécessaire.
- Les surfaces de contact sont propres et exemptes de gravillons.
- L'emboîtement est effectué en douceur, en évitant tout décalage.

Une fois les conduites posées, la vérification de l'alignement et de la pente est effectuée à l'aide d'un niveau laser ou d'une règle métallique et d'un niveau à bulle.

VIII.6.2. Essais d'étanchéité

Après la pose d'un tronçon, un essai d'étanchéité est réalisé avant le remblaiement final. Deux types d'essais sont couramment utilisés :

- Essai à l'air comprimé : une pression d'essai est appliquée dans le tronçon fermé, et la chute de pression est mesurée sur une durée donnée.
- Essai à l'eau : le tronçon est rempli d'eau, et l'on vérifie qu'il n'y a pas de baisse de niveau ou de fuite visible.

Ces essais permettent de garantir l'intégrité des joints et des tuyaux avant la mise en service du réseau.



Figures VIII. 3 : mise en place des canalisations

VIII.7. Remblaiement et compactage des tranchées

Après la pose des canalisations, les tranchées sont remblayées pour reconstituer le terrain naturel. Le remblaiement s'effectue par couches successives de 20 cm, soigneusement compactées et damées. Les engins utilisés pour cette opération sont généralement le chargeur et le rouleau lisse.

VIII.7.1. Les chargeurs

Un chargeur sur pneus est un engin de chantier comportant un corps automoteur articulé et une benne de grande taille à l'avant. Cette benne, également appelée godet, peut effectuer un mouvement vertical et pivoter autour de son axe porteur. Les roues imposantes du chargeur, mues par un moteur puissant, lui permettent de se déplacer sur divers types de terrain suffisamment durs et d'exercer une poussée importante vers l'avant.

VIII.7.2. Le rouleau lisse

Pour la préparation du sol avant les travaux de pose de canalisations, différents types de rouleaux sont utilisés en fonction de l'état du terrain et du degré de compactage souhaité.

Le rouleau lisse, parfois alourdi avec de l'eau, est utilisé pour aplanir et compacter légèrement la surface sans excès, notamment sur des sols déjà nivelés ou sensibles au tassement. Sa version ondulée permet de limiter l'effet d'écrasement tout en assurant une certaine cohésion en surface.

Les rouleaux cultitasseurs, composés de disques en fonte, sont employés pour des terrains plus grossiers ou contenant des mottes. Grâce à leur système de disques décalés, ils permettent un tassement plus uniforme du sol. Le poinçonnement exercé par les disques contribue à une meilleure fragmentation des mottes, améliorant ainsi les conditions de pose et de stabilité des tranchées.

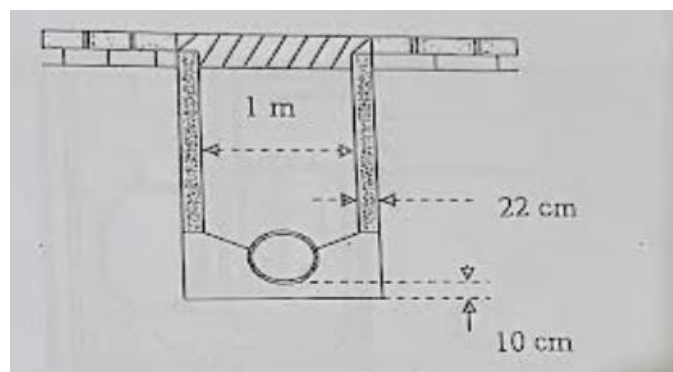
En cas de sols particulièrement compacts ou argileux, des disques lisses à l'avant et crénelés à l'arrière peuvent être utilisés pour optimiser la fragmentation avant la phase de terrassement.

VIII.8. Construction des regards

Les regards peuvent être constitués d'éléments préfabriqués, de maçonnerie en briques, de béton armé ou de matière plastique, selon les indications des plans et les normes spécifiées dans le bordereau de soumission. L'exécution des regards suit les détails renseignés dans les plans-types d'exécution et les profils en long, ou selon les indications du pouvoir adjudicateur. Les regards en maçonnerie sont réalisés conformément aux indications du bordereau de soumission. Tous les regards et ouvrages visitables (tels que les déversoirs d'orage) sont munis d'échelons, de crochets ou d'une échelle, selon les indications du bordereau de soumission.

Pendant l'exécution des travaux et jusqu'à la prise des bétons, la fouille est maintenue à sec. Les différentes étapes pour l'exécution d'un regard sont les suivantes :

1. Réglage du fond du regard.
2. Exécution de la couche de béton de propreté.
3. Ferrailage du radier du regard.
4. Bétonnage du radier.
5. Ferrailage des parois.
6. Coffrage des parois.
7. Bétonnage des parois.
8. Décoffrage des parois.
9. Ferrailage de la dalle.
10. Coffrage de la dalle.
11. Bétonnage de la dalle.
12. Décoffrage de la dalle.



Figures VIII.1. Exemple d'un regard simple

VIII.9. Devis quantitatif

Le calcul du devis quantitatif permet d'effectuer une estimation du coût du projet. Cette estimation est réalisée au stade du schéma de principe, par mètre linéaire de canalisation posée. Les différentes opérations effectuées sont :

- Fourniture et pose des buses.
- Travaux de remblai de la tranchée.
- Transport des terres excédentaires.
- Travaux de décapage à grande masse.
- Travaux de décapage de la tranchée.
- Fourniture et pose du lit de sable.

VIII.10.1. Détermination des différents volumes

VIII.10.1.1. Volume des déblais des tranchées (V_d)

Le volume des déblais est calculé en fonction de la forme de la tranchée. Pour une tranchée de forme rectangulaire, la formule est la suivante :

$$V_d = B \times L \times H_{tr} \dots \dots \dots \text{VII.1}$$

Où :

- B : largeur de la tranchée (m)
- L : longueur totale de la tranchée (m)
- H_{tr} : profondeur de la tranchée (m)

La largeur de la tranchée est déterminée par :

$$B = D + 2 \times a \dots \dots \dots \text{VII.2}$$

Avec :

- D : diamètre nominal de la conduite (m)
- a : distance entre la conduite et la paroi verticale de la fouille, généralement 0,30 m

La profondeur de la tranchée est calculée par :

$$H_{tr} = e + h + D \dots \dots \dots \text{VII.3}$$

Où :

- e : épaisseur de la couche du lit de pose (m), généralement = 0,10 m
- h : profondeur minimale au-dessus de la génératrice supérieure de la couche (m)
- D : diamètre nominal de la conduite (m)

VIII.10.1.2. Volume du découvert (V)

Le volume de la couche végétale à décaper est calculé par :

$$V=B \times h' \times L \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{VII.4}$$

Où :

- B: largeur de la couche végétale (m)
- h' : hauteur de la couche végétale (m), généralement = 0,20 m
- L : longueur totale de la tranchée (m)

VIII.10.1.3. Volume occupé par le lit de pose (V_{lp})

Le volume du lit de pose est donné par :

$$V_{lp}=e \times B \times L \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{VII.5}$$

Où :

- B : largeur de la tranchée (m) .
- L : longueur totale de la tranchée (m)

VIII.10.1.4. Volume de la conduite (V_C)

Le volume occupé par la conduite dans la tranchée est calculé par :

$$V_C=\frac{\pi D^2}{4} \times L \dots\dots\dots \text{VII.6}$$

Où :

- D : diamètre extérieur de la conduite (m)
- L : longueur totale de la tranchée (m)

VIII.10.1.5. Volume d'eurobanque tamisée (V_{et})

Le volume d'eurobanque tamisée est donné par :

$$V_{et}=b \times (D+0,20) \times L \times V_C \dots\dots\dots \text{VII.7}$$

Où :

- b : largeur de la tranchée (m)
- D : diamètre de la conduite (m)
- L : longueur totale de la tranchée (m)
- V_C : volume de la conduite (m³)

VIII.10.1.6. Volume du remblai (V_r)

Le volume du remblai est calculé par :

$$V_r = V_{DF} - V_{\text{évacué}}(m^3) \dots\dots\dots \text{VII.8}$$

Où :

- V_{DF} : volume des déblais (m^3)

$$V_{DF} = V_D \times K_r(m^3) \dots\dots\dots \text{VII.9}$$

- K_f : coefficient de foisonnement, généralement =1,25
- $V_{\text{évacué}}$: volume des éléments à évacuer (m^3), calculé par :

$$V_{\text{évacué}} = V_{Lp} + V_C + V_{e.t}(m^3) \dots\dots\dots \text{VII.10}$$

Où :

V_{Lp} : volume occupé par le lit de pose(m^3)

$V_{e.t}$: volume d'enrobage tamisé(m^3)

V_C : volume de la conduite(m^3)

Le tableau suivant représente le devis quantitatif et estimatif du projet :

Tableau VIII.1 : Devis quantitatif

N	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Travaux de terrassement					
1	Déblai	m ³	12000	500	6000000
2	Lit de pose	m ³	600	1200	720000
3	Enrobage	m ³	400	200	80000
4	Remblai de la tranchée	m ³	10000	150	1500000
5	Evacuation de terre excédentaire à la décharge	m ³	2500	300	750000
Canalisation					
1	BA DN ₃₁₅	ml	1000	6000	6000000
2	BA DN ₄₀₀	ml	1500	7500	11250000
3	BA DN ₆₀₀	ml	1200	11000	13200000
4	BA DN ₈₀₀	ml	300	15000	4500000
5	PVC DN ₄₀₀	ml	800	5000	4000000
6	PVC DN ₃₀₀	ml	2500	4000	10000000
7	PVC DN ₆₀₀	ml	500	10000	5000000
Construction					
1	Regard	unité	334	15000	5010000
2	Evacuation de déversoir d'orage	ml	30	10000	300000
3	Bassin pluvial	m ³	30	25000	750000
TOTAL EN DA					82000000 DA
TVA 19%					15580000 DA
TOTAL EN TTC					97580000 DA

Conclusion :

Dans le cadre du projet d'assainissement de la commune de Baïazid, une organisation de chantier bien structurée a été cruciale pour garantir la réussite des travaux. Le choix d'un réseau unitaire, combinant des conduites en PVC pour les petites sections et en béton armé pour les grandes sections, a permis d'adapter les matériaux aux contraintes techniques et économiques du projet. L'absence de regards de chute a nécessité une attention particulière à la pente et à l'alignement du réseau, afin d'assurer un écoulement gravitaire efficace. De plus, l'intégration d'un déversoir latéral a joué un rôle important dans la gestion des eaux en cas de surcharge. La nature stable et ordinaire du sol a facilité les travaux de terrassement et limité les risques géotechniques. En somme, une planification rigoureuse et une gestion adaptée aux spécificités locales ont permis de concilier qualité technique, maîtrise des coûts et respect des délais dans ce projet d'assainissement.

CONCLUSION GENERALE

L'étude que nous avons réalisée a porté sur le redimensionnement global du système d'évacuation des eaux usées, toutes natures confondues. Cette intervention s'est appuyée sur les données naturelles du site ainsi que sur les caractéristiques hydrauliques du réseau existant.

À la suite d'un diagnostic approfondi, plusieurs anomalies d'ordre physique et hydraulique ont été relevées au sein de l'ancien système. Ces dysfonctionnements étant à l'origine de nombreux problèmes opérationnels, un redimensionnement du réseau ainsi que de ses ouvrages annexes s'est avéré nécessaire afin d'en optimiser les performances hydrauliques.

Les données de base disponibles, bien que partiellement estimées, ont permis de calculer les débits de dimensionnement avec une marge de sécurité. Par précaution, un léger surdimensionnement de certains collecteurs a été retenu, dans le but de garantir la pérennité et la résilience du réseau face aux évolutions futures.

Pour assurer le bon fonctionnement du réseau projeté, des ouvrages complémentaires ont été intégrés tels que des regards, des bouches d'égout, ainsi que des dispositifs de contrôle, essentiels à l'efficacité de la future station d'épuration. En parallèle, compte tenu de l'importance croissante de la gestion des eaux pluviales, la mise en place d'un bassin de retenue a également été prévue.

Nous estimons que cette étude revêt un caractère stratégique et mérite pleinement d'être mise en œuvre sur le terrain.

Références bibliographiques :

- ♦ SALAH, B, 1993 « polycopier d'assainissement », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA
- ♦ REGIS, B, 1984 « Les réseaux d'assainissement, calculs application et perspective », Paris
- ♦ TOUAIBIA, B, 2003, « cours d'hydrologie » Ecole nationale supérieure hydraulique , BLIDA
- ♦ TOUAIBIA, B, 2004 « Manuel pratique d'hydrologie »
- ♦ GOMELLA, C, GUERREE, H, 1986 « Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales, Eyrolles, Paris perspective », Paris
- ♦ Régis, BOURRIER. 1981. Les réseaux d'assainissement, calculs, applications et perspectives. Lavoisier. Paris.
- ♦ BOUROUINA. B. Mémoire de fin d'études d'assainissement, Diagnostic et réhabilitation du système d'assainissement du centre de Amoucha Wilaya de Sétif, ENSH 2024.
- ♦ STMP CHIALI, Edition 2005, « catalogue technique des tubes en PVC »
- ♦ DAR CHOUKH de la wilaya de DJELFA « Rapport sur les données d'AEP et d'assainissement de la wilaya »
- ♦ Cours organisation de chantier. « 2017. Ecole Nationale Supérieure Hydraulique »

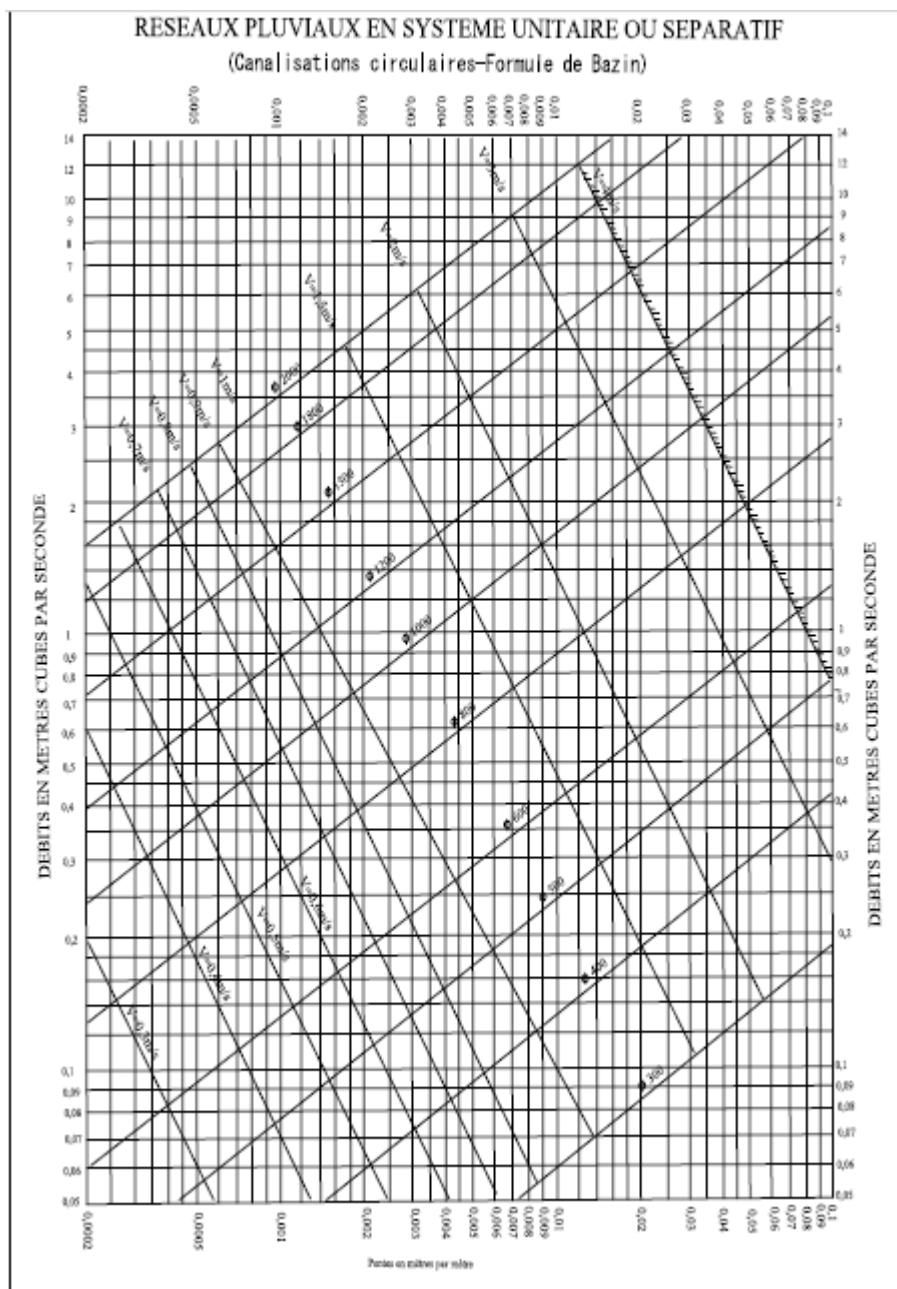
ANNEXES

ANNEXES-I-coefficient de Manning-strickler

Coefficient de Manning-strickler (ks).

Fossé à parois en herbe	30
Fossé à parois en terre	40
Canal en maçonnerie	60
Conduite en béton	75
Conduite en fibre ciment	80
Conduite en fonte ou en grés	90
Conduite en PVC	100

ANNEXES-II-Abaque de dimensionnement des canalisations circulaire d'après la formule de bazin



ANNEXES-III-les calculs hydrauliques

Trançon	from	To	L(m)	Cote amont	Cote aval	La pente	N	K	Q	D	DN
C,1	R,0	R,1	90,02	819,89	818,15	0,019	0,013	76,92	0,0259	0,6	600
C,2	R,1	R,2	111,87	850,05	848,25	0,016	0,013	76,92	0,0180	0,6	600
C,3	R,2	R,3	54,79	844,06	843,16	0,016	0,013	76,92	0,0187	0,6	600
C,4	R,3	R,4	53,82	863,7	862,75	0,018	0,013	76,92	0,0216	0,6	600
C,5	R,4	R,5	103,67	850,66	849,62	0,010	0,013	76,92	0,0070	0,6	600
C,6	R,5	R,6	113,16	858,12	857,07	0,009	0,013	76,92	0,0060	0,6	600
C,7	R,6	R,7	96,08	846,88	845,79	0,011	0,013	76,92	0,0089	0,6	600
C,8	R,7	R,8	25,21	858,86	857,76	0,044	0,013	76,92	0,1320	0,6	600
C,9	R,8	R,9	56,46	850,44	849,33	0,020	0,013	76,92	0,0268	0,6	600
C,10	R,9	R,10	52,65	850,47	849,35	0,021	0,013	76,92	0,0314	0,6	600
C,11	R,10	R,11	50,7	851,29	850,15	0,022	0,013	76,92	0,0351	0,6	600
C,12	R,11	R,12	47,05	851,19	850,04	0,024	0,013	76,92	0,0414	0,6	600
C,13	R,12	R,13	51,11	863,24	862,09	0,023	0,013	76,92	0,0351	0,6	600
C,14	R,13	R,14	48,19	853,23	852,07	0,024	0,013	76,92	0,0402	0,6	600
C,15	R,14	R,15	47,7	847,77	846,6	0,025	0,013	76,92	0,0417	0,6	600
C,16	R,15	R,16	46,09	820,69	819,52	0,025	0,013	76,92	0,0447	0,6	600
C,17	R,16	R,17	40,74	853,67	852,49	0,029	0,013	76,92	0,0582	0,6	600
C,18	R,17	R,18	30,94	846,89	845,69	0,039	0,013	76,92	0,1043	0,6	600
C,19	R,18	R,19	45,31	856,6	855,4	0,026	0,013	76,92	0,0486	0,6	600
C,20	R,19	R,20	30,89	858,91	857,71	0,039	0,013	76,92	0,1046	0,6	600
C,21	R,20	R,21	35,67	857,57	856,37	0,034	0,013	76,92	0,0785	0,6	600
C,22	R,21	R,22	57,88	857,67	856,47	0,021	0,013	76,92	0,0298	0,6	600
C,23	R,22	R,23	63,07	854,18	852,98	0,019	0,013	76,92	0,0112	0,4	400
C,24	R,23	R,24	54,51	847,95	846,75	0,022	0,013	76,92	0,0149	0,4	400
C,25	R,24	R,25	70,84	849,33	848,13	0,017	0,013	76,92	0,0088	0,4	400
C,26	R,25	R,26	52,6	851,7	850,5	0,023	0,013	76,92	0,0160	0,4	400
C,27	R,26	R,27	48,39	849,7	848,5	0,025	0,013	76,92	0,0190	0,4	400
C,28	R,27	R,28	57,13	851,71	850,51	0,021	0,013	76,92	0,0136	0,4	400
C,29	R,28	R,29	35,05	849,31	848,11	0,034	0,013	76,92	0,0361	0,4	400
C,30	R,29	R,30	17,41	852,09	850,89	0,069	0,013	76,92	0,1464	0,4	400
C,31	R,30	R,31	43,37	854,02	852,82	0,028	0,013	76,92	0,0236	0,4	400
C,32	R,31	R,32	39,33	856,15	854,95	0,031	0,013	76,92	0,0287	0,4	400
C,33	R,32	R,33	21,44	858,79	857,59	0,056	0,013	76,92	0,0543	0,3	315
C,34	R,33	R,34	22,88	850,75	849,55	0,052	0,013	76,92	0,0477	0,3	315
C,35	R,34	R,35	46,85	856,66	855,46	0,026	0,013	76,92	0,0114	0,3	315
C,36	R,35	R,36	48,37	851,54	850,32	0,025	0,013	76,92	0,0110	0,3	315
C,37	R,36	R,37	14,2	849,38	848,16	0,086	0,013	76,92	0,1280	0,3	315
C,38	R,37	R,38	51,6	857,1	855,86	0,024	0,013	76,92	0,0100	0,3	315
C,39	R,38	R,39	34,27	850,72	849,47	0,036	0,013	76,92	0,0231	0,3	315
C,40	R,39	R,40	45	851,13	849,88	0,028	0,013	76,92	0,0134	0,3	315
C,41	R,40	R,41	24,56	842,19	840,94	0,051	0,013	76,92	0,0449	0,3	315

C,42	R,41	R,42	21,64	863,89	862,64	0,058	0,013	76,92	0,0578	0,3	315
C,43	R,17	R,43	151,76	847,63	846,37	0,008	0,013	76,92	0,0012	0,3	315
C,44	R,43	R,44	41,81	845,5	844,24	0,030	0,009	111,11	0,0527	0,38	400
C,45	R,44	R,45	51,97	851,66	850,39	0,024	0,009	111,11	0,0347	0,38	400
C,46	R,45	R,46	42,27	843,8	842,53	0,030	0,009	111,11	0,0524	0,38	400
C,47	R,46	R,47	25,24	851,17	849,9	0,050	0,009	111,11	0,1469	0,38	400
C,48	R,47	R,48	33,19	861,37	860,09	0,039	0,009	111,11	0,0863	0,38	400
C,49	R,48	R,49	42,45	840,81	839,51	0,031	0,013	76,92	0,0261	0,38	400
C,50	R,49	R,50	27,5	859,3	858	0,047	0,013	76,92	0,0689	0,4	400
C,51	R,50	R,51	52,24	844,24	842,94	0,025	0,013	76,92	0,0191	0,4	400
C,52	R,51	R,52	49,48	844,36	843,06	0,026	0,013	76,92	0,0213	0,4	400
C,53	R,52	R,53	56,2	846,52	845,22	0,023	0,013	76,92	0,0165	0,4	400
C,54	R,53	R,54	34,72	846,16	844,86	0,037	0,013	76,92	0,0432	0,4	400
C,55	R,54	R,55	20,01	847,95	846,65	0,065	0,013	76,92	0,1301	0,4	400
C,56	R,55	R,56	41,84	850,86	849,56	0,031	0,013	76,92	0,0298	0,4	400
C,57	R,56	R,57	72,21	852,9	851,6	0,018	0,013	76,92	0,0100	0,4	400
C,58	R,57	R,58	45,01	851,15	849,85	0,029	0,013	76,92	0,0257	0,4	400
C,59	R,58	R,59	56,94	849,2	847,9	0,023	0,013	76,92	0,0161	0,4	400
C,60	R,59	R,60	21,98	849,03	847,73	0,059	0,013	76,92	0,1078	0,4	400
C,61	R,60	R,61	41,3	843,2	841,9	0,031	0,013	76,92	0,0305	0,4	400
C,62	R,61	R,62	48,37	851,27	849,96	0,027	0,013	76,92	0,0226	0,4	400
C,63	R,62	R,63	30,9	850,12	848,81	0,042	0,013	76,92	0,0554	0,4	400
C,64	R,63	R,64	40,45	852,96	851,64	0,033	0,013	76,92	0,0328	0,4	400
C,65	R,64	R,65	33,28	846,45	845,13	0,040	0,013	76,92	0,0485	0,4	400
C,66	R,65	R,66	26,84	851,48	850,14	0,050	0,013	76,92	0,0768	0,4	400
C,67	R,66	R,67	24,47	853,45	852,11	0,055	0,013	76,92	0,0924	0,4	400
C,68	R,67	R,68	26,5	853,76	852,42	0,051	0,013	76,92	0,0788	0,4	400
C,69	R,59	R,69	43,36	859,3	857,95	0,031	0,013	76,92	0,0299	0,4	400
C,70	R,69	R,70	22,6	851,39	850,04	0,060	0,013	76,92	0,0623	0,301	315
C,71	R,57	R,71	24,29	856,14	854,79	0,056	0,013	76,92	0,0539	0,301	315
C,72	R,71	R,72	28,31	856,14	854,79	0,048	0,013	76,92	0,0397	0,301	315
C,73	R,53	R,73	22,31	860,56	859,21	0,061	0,013	76,92	0,0639	0,301	315
C,74	R,48	R,74	28,93	849,5	848,14	0,047	0,013	76,92	0,0383	0,3	315
C,75	R,46	R,75	47,9	830,19	828,83	0,028	0,013	76,92	0,0140	0,3	315
C,76	R,75	R,76	32,87	850,69	849,32	0,042	0,013	76,92	0,0535	0,4	400
C,77	R,76	R,77	64,58	862,54	861,17	0,021	0,013	76,92	0,0078	0,3	315
C,78	R,77	R,78	63,73	849,55	848,18	0,021	0,013	76,92	0,0080	0,3	315
C,79	R,78	R,79	62,01	847,22	845,85	0,022	0,013	76,92	0,0085	0,3	315
C,80	R,79	R,80	43,87	849,13	847,75	0,031	0,013	76,92	0,0172	0,3	315
C,81	R,80	R,81	39,22	857,84	856,46	0,035	0,013	76,92	0,0215	0,3	315
C,82	R,81	R,82	27,23	852,1	850,71	0,051	0,013	76,92	0,0452	0,3	315
C,83	R,82	R,83	24,67	851,1	849,71	0,056	0,013	76,92	0,0550	0,3	315
C,84	R,83	R,85	20,22	829,68	828,28	0,069	0,013	76,92	0,0831	0,3	315
C,85	R,85	R,86	21,45	838,72	837,32	0,065	0,013	76,92	0,0743	0,301	315

C,86	R,86	R,87	21,6	843,97	842,57	0,065	0,013	76,92	0,0733	0,301	315
C,87	R,87	R,88	24,1	863,1	861,7	0,058	0,013	76,92	0,0589	0,301	315
C,88	R,88	R,89	34,22	866,97	865,57	0,041	0,013	76,92	0,0292	0,301	315
C,89	R,89	R,90	15,05	850,13	848,73	0,093	0,013	76,92	0,1510	0,301	315
C,90	R,90	R,91	54,8	860,12	858,72	0,026	0,013	76,92	0,0114	0,301	315
C,91	R,91	R,92	33,98	857,67	856,27	0,041	0,013	76,92	0,0296	0,301	315
C,92	R,92	R,93	22,74	848,53	847,13	0,062	0,009	111,11	0,1380	0,301	315
C,93	R,93	R,94	43,5	852,3	850,9	0,032	0,009	111,11	0,0377	0,301	315
C,94	R,94	R,95	38,14	851,52	850,12	0,037	0,009	111,11	0,0491	0,301	315
C,95	R,95	R,96	22,22	852,26	850,86	0,063	0,009	111,11	0,1445	0,301	315
C,96	R,96	R,97	40,71	851,7	850,3	0,034	0,009	111,11	0,0431	0,301	315
C,97	R,97	R,98	34,86	854,65	853,25	0,040	0,009	111,11	0,0587	0,301	315
C,98	R,98	R,99	20,64	847,44	846,04	0,068	0,009	111,11	0,1675	0,301	315
C,99	R,99	R,100	27,61	848,07	846,67	0,051	0,009	111,11	0,0936	0,301	315
C,100	R,93	R,101	33,66	849,02	847,62	0,042	0,009	111,11	0,0630	0,301	315
C,101	R,101	R,102	21,58	845,72	844,32	0,065	0,009	111,11	0,1532	0,301	315
C,102	R,88	R,103	29,1	855,1	853,7	0,048	0,009	111,11	0,0843	0,301	315
C,103	R,103	R,104	27,14	856,91	855,51	0,052	0,009	111,11	0,0969	0,301	315
C,104	R,104	R,105	49,46	858,9	857,5	0,028	0,009	111,11	0,0292	0,301	315
C,105	R,105	R,106	21,97	857,68	856,28	0,064	0,009	111,11	0,1479	0,301	315
C,106	R,106	R,107	19,97	865,42	864,02	0,070	0,009	111,11	0,1789	0,301	315
C,107	R,107	R,108	28,47	851,1	849,7	0,049	0,009	111,11	0,0880	0,301	315
C,108	R,108	R,109	32,46	826,02	824,62	0,043	0,009	111,11	0,0677	0,301	315
C,109	R,109	R,110	39,95	853,49	852,08	0,035	0,009	111,11	0,0454	0,301	315
C,110	R,110	R,111	24,88	859,82	858,4	0,057	0,009	111,11	0,1186	0,301	315
C,111	R,108	R,112	33,17	855,31	853,89	0,043	0,009	111,11	0,0667	0,301	315
C,112	R,112	R-,112	36,41	863,12	861,7	0,039	0,009	111,11	0,0554	0,301	315
C,113	R-,112	R,113	35,62	862,48	861,05	0,040	0,009	111,11	0,0587	0,301	315
C,114	R,113	R,114	23,57	845,58	844,14	0,061	0,009	111,11	0,1359	0,301	315
C,115	R-,112	R,115	29,33	861,76	860,31	0,049	0,009	111,11	0,0890	0,301	315
C,116	R,115	R,116	32,99	862,3	860,85	0,044	0,009	111,11	0,0703	0,301	315
C,117	R,116	R,117	22,55	856,74	855,29	0,064	0,009	111,11	0,1505	0,301	315
C,118	R,115	R,118	20,91	852,59	851,14	0,069	0,009	111,11	0,1751	0,301	315
C,119	R,112	R,119	30,3	846,54	845,09	0,048	0,009	111,11	0,0834	0,301	315
C,120	R,119	R,120	25	845,81	844,36	0,058	0,009	111,11	0,1225	0,301	315
C,121	R,119	R,121	25,02	847,64	846,19	0,058	0,009	111,11	0,1223	0,301	315
C,122	R,87	R,122	22,03	847,84	846,39	0,066	0,013	76,92	0,0756	0,301	315
C,123	R,77	R,123	20,31	848,01	846,56	0,071	0,013	76,92	0,0889	0,301	315
C,124	R,76	R,124	51,27	864,75	863,3	0,028	0,013	76,92	0,0140	0,301	315
C,125	R,124	R,125	65,59	845,57	844,12	0,022	0,013	76,92	0,0085	0,3	315
C,126	R,125	R,126	68,44	850,5	849,04	0,021	0,013	76,92	0,0079	0,3	315
C,127	R,126	R,127	40,49	859,14	857,67	0,036	0,013	76,92	0,0228	0,3	315
C,128	R,127	R,84	55,47	850,91	849,44	0,027	0,013	76,92	0,0122	0,3	315
C,129	R,84	R,128	31,07	855,12	853,65	0,047	0,009	111,11	0,0810	0,3	315

C,130	R,128	R,129	28,25	838,38	836,9	0,052	0,009	111,11	0,0993	0,3	315
C,131	R,129	R,130	32,6	856,08	854,6	0,045	0,009	111,11	0,0745	0,3	315
C,132	R,130	R,131	37,88	854,81	853,32	0,039	0,009	111,11	0,0563	0,301	315
C,133	R,84	R,132	40,4	864,3	862,81	0,037	0,013	76,92	0,0237	0,301	315
C,134	R,75	R,133	61,3	857,83	856,33	0,024	0,013	76,92	0,0104	0,301	315
C,135	R,133	R,134	58,78	824,3	822,8	0,026	0,013	76,92	0,0114	0,301	315
C,136	R,134	R,135	52,39	841,25	839,75	0,029	0,013	76,92	0,0142	0,3	315
C,137	R,135	R,136	24,4	842,19	840,69	0,061	0,013	76,92	0,0655	0,3	315
C,138	R,136	R,137	39,8	844,33	842,83	0,038	0,013	76,92	0,0246	0,3	315
C,139	R,137	R,138	64,37	844,95	843,45	0,023	0,013	76,92	0,0094	0,3	315
C,140	R,138	R,139	31,41	859,3	857,8	0,048	0,009	111,11	0,0825	0,3	315
C,141	R,45	R,140	25,52	854,77	853,27	0,059	0,009	111,11	0,1250	0,3	315
C,142	R,140	R,141	24,98	855	853,5	0,060	0,013	76,92	0,0625	0,3	315
C,143	R,141	R,142	49,47	859,02	857,52	0,030	0,013	76,92	0,0256	0,38	400
C,144	R,142	R,143	21,04	850,06	848,56	0,071	0,013	76,92	0,1414	0,38	400
C,145	R,143	R,144	52,44	847,72	846,22	0,029	0,013	76,92	0,0142	0,3	315
C,146	R,144	R,145	48,32	850,47	848,97	0,031	0,013	76,92	0,0167	0,3	315
C,147	R,145	R,146	28,54	851,96	850,46	0,053	0,013	76,92	0,0479	0,3	315
C,148	R,146	R,147	27,83	852,98	851,48	0,054	0,009	111,11	0,1051	0,3	315
C,149	R,44	R,148	22,8	847,27	845,77	0,066	0,009	111,11	0,1565	0,3	315
C,150	R,148	R,149	25,11	848,84	847,34	0,060	0,009	111,11	0,1291	0,3	315
C,151	R,149	R,150	21,92	852,59	851,09	0,068	0,013	76,92	0,0817	0,301	315
C,152	R,24	R,151	40,16	843,81	842,3	0,038	0,013	76,92	0,0247	0,301	315
C,153	R,151	R,152	29,82	861,02	859,51	0,051	0,013	76,92	0,0447	0,301	315
C,154	R,152	R,153	36,95	832,73	831,21	0,041	0,013	76,92	0,0295	0,301	315
C,155	R,153	R,154	52,06	847,89	846,37	0,029	0,013	76,92	0,0148	0,3	315
C,156	R,154	R,155	47,8	837,38	835,86	0,032	0,013	76,92	0,0175	0,3	315
C,157	R,155	R,156	60,52	858,4	856,88	0,025	0,013	76,92	0,0109	0,3	315
C,158	R,156	R,157	32,39	848,04	846,52	0,047	0,013	76,92	0,0382	0,3	315
C,159	R,156	R,158	19,79	842,94	841,41	0,077	0,013	76,92	0,1036	0,3	315
C,160	R,154	R,159	15,67	850,44	848,91	0,098	0,013	76,92	0,1653	0,3	315
C,161	R,159	R,160	33,27	847,61	846,07	0,046	0,009	111,11	0,0775	0,3	315
C,162	R,21	R,161	48,38	852,36	850,82	0,032	0,009	111,11	0,0366	0,3	315
C,163	R,161	R-,161	33,2	847,15	845,61	0,046	0,009	111,11	0,0778	0,3	315
C,164	R-,161	R,162	26,86	847,54	846	0,057	0,009	111,11	0,1189	0,3	315
C,165	R,162	R,163	60,98	865,26	863,72	0,025	0,009	111,11	0,0370	0,38	400
C,166	R,163	R,164	34,76	850,8	849,25	0,045	0,009	111,11	0,1154	0,38	400
C,167	R,164	R,165	38,75	836,05	834,5	0,040	0,009	111,11	0,0928	0,38	400
C,168	R,165	R,166	60,11	858,51	856,96	0,026	0,009	111,11	0,0386	0,38	400
C,169	R,166	R,167	39,6	850,36	848,81	0,039	0,009	111,11	0,0889	0,38	400
C,170	R,167	R,168	29,97	853,19	851,64	0,052	0,009	111,11	0,1552	0,38	400
C,171	R,168	R,169	32,28	851,13	849,58	0,048	0,009	111,11	0,1338	0,38	400
C,172	R,169	R,170	37,5	849,29	847,73	0,042	0,009	111,11	0,1004	0,38	400
C,173	R,170	R,171	35,08	866,01	864,45	0,044	0,009	111,11	0,1148	0,38	400

C,174	R,171	R,172	39,68	860,06	858,5	0,039	0,009	111,11	0,0897	0,38	400
C,175	R,172	R-,172	50	850,28	848,71	0,031	0,009	111,11	0,0572	0,38	400
C,176	R-,172	R,173	36,18	853,78	852,21	0,043	0,009	111,11	0,1093	0,38	400
C,177	R,173	R,174	33,4	847,78	846,21	0,047	0,009	111,11	0,1282	0,38	400
C,178	R,174	R,175	25	858,25	856,67	0,063	0,009	111,11	0,1454	0,301	315
C,179	R,175	R,176	29,2	856,76	855,17	0,054	0,009	111,11	0,1080	0,301	315
C,180	R,176	R,177	25,27	852,89	851,3	0,063	0,009	111,11	0,1441	0,301	315
C,181	R,177	R,178	25,46	846,62	845,03	0,062	0,009	111,11	0,1420	0,301	315
C,182	R,178	R,179	37,26	855,7	854,11	0,043	0,009	111,11	0,0663	0,301	315
C,183	R,179	R,180	24,47	857,52	855,93	0,065	0,009	111,11	0,1537	0,301	315
C,184	R,180	R,181	24,66	860,56	858,97	0,064	0,009	111,11	0,1514	0,301	315
C,185	R,181	R,182	26,46	834,83	833,23	0,060	0,009	111,11	0,1331	0,301	315
C,186	R,175	R,183	22,76	840,15	838,55	0,070	0,009	111,11	0,1799	0,301	315
C,187	R,183	R,184	25	845,98	844,38	0,064	0,009	111,11	0,1491	0,301	315
C,188	R,184	R,185	37	846,33	844,73	0,043	0,009	111,11	0,0681	0,301	315
C,189	R,185	R,186	28	846,58	844,98	0,057	0,009	111,11	0,1189	0,301	315
C,190	R,186	R,187	23,44	850,81	849,21	0,068	0,009	111,11	0,1696	0,301	315
C,191	R,187	R,188	33	849,92	848,32	0,048	0,009	111,11	0,0856	0,301	315
C,192	R,188	R,189	35	852,05	850,45	0,046	0,009	111,11	0,0761	0,301	315
C,193	R,189	R,190	40	854,63	853,03	0,040	0,009	111,11	0,0583	0,301	315
C,194	R,190	R,191	27,11	857,74	856,14	0,059	0,009	111,11	0,1268	0,301	315
C,195	R,191	R,192	28,3	848,81	847,21	0,057	0,009	111,11	0,1164	0,301	315
C,196	R,192	R,193	27,99	859,67	858,07	0,057	0,009	111,11	0,1190	0,301	315
C,197	R,193	R,194	29,95	847,1	845,5	0,053	0,009	111,11	0,1039	0,301	315
C,198	R,194	R,195	37,15	861,14	859,53	0,043	0,009	111,11	0,0684	0,301	315
C,199	R,195	R,196	31,67	845,72	844,11	0,051	0,009	111,11	0,0941	0,301	315
C,200	R,196	R,197	37,89	866,46	864,85	0,042	0,009	111,11	0,0657	0,301	315
C,201	R,197	R,198	23,46	847,4	845,78	0,069	0,009	111,11	0,1736	0,301	315
C,202	R,198	R,199	33,71	850,06	848,44	0,048	0,009	111,11	0,0841	0,301	315
C,203	R,199	R,200	35,98	851,26	849,64	0,045	0,009	111,11	0,0738	0,301	315
C,204	R,200	R,201	27,68	847,12	845,5	0,059	0,009	111,11	0,1247	0,301	315
C,205	R,201	R,202	28,52	847,23	845,61	0,057	0,009	111,11	0,1175	0,301	315
C,206	R,202	R,203	29,29	848,43	846,8	0,056	0,009	111,11	0,1128	0,301	315
C,207	R,203	R,204	24,62	851,69	850,06	0,066	0,009	111,11	0,1596	0,301	315
C,208	R,200	R,205	32,77	857,43	855,79	0,050	0,009	111,11	0,0912	0,301	315
C,209	R,205	R,206	25	850,33	848,69	0,066	0,009	111,11	0,1567	0,301	315
C,210	R,206	R,207	25,2	858,38	856,73	0,065	0,009	111,11	0,1561	0,301	315
C,211	R-,161	RT,1	27,83	856,18	854,53	0,059	0,009	111,11	0,1280	0,301	315
C,212	RT,1	RT,2	31,09	863,72	862,07	0,053	0,009	111,11	0,1026	0,301	315
C,213	RT,2	RT,3	30,69	848,89	847,24	0,054	0,009	111,11	0,1052	0,301	315
C,214	RT,3	RT,4	29,73	847,42	845,77	0,055	0,009	111,11	0,1122	0,301	315
C,215	RT,4	RT,5	29,07	847,51	845,86	0,057	0,009	111,11	0,1173	0,301	315
C,216	RT,5	RT,6	32,81	853,8	852,15	0,050	0,009	111,11	0,0921	0,301	315
C,217	RT,6	RT,7	30,54	846,5	844,84	0,054	0,009	111,11	0,1076	0,301	315

C,218	RT,7	RT,8	29,84	854,92	853,26	0,056	0,009	111,11	0,1127	0,301	315
C,219	RT,8	RT,9	23,84	851,36	849,7	0,070	0,009	111,11	0,1765	0,301	315
C,220	RT,9	RT,10	48,66	852,45	850,78	0,034	0,009	111,11	0,0429	0,301	315
C,221	RT,10	RT,11	45,75	850,26	848,59	0,037	0,009	111,11	0,0485	0,301	315
C,222	RT,11	RT,12	47,37	845,17	843,49	0,035	0,009	111,11	0,0458	0,301	315
C,223	RT,12	RT,13	47,47	844,88	843,2	0,035	0,009	111,11	0,0456	0,301	315
C,224	RT,9	RT,14	31,54	850,4	848,72	0,053	0,009	111,11	0,1033	0,301	315
C,225	RT,14	RT,15	51,62	839,72	838,02	0,033	0,009	111,11	0,0395	0,301	315
C,226	RT,15	RT,16	52,58	844,7	843	0,032	0,009	111,11	0,0381	0,301	315
C,227	RT,16	RT,17	51,01	853,5	851,8	0,033	0,009	111,11	0,0404	0,301	315
C,228	RT,17	RT,30	45,48	854,07	852,37	0,037	0,009	111,11	0,0509	0,301	315
C,229	RT,30	RT,31	45,75	846,42	844,72	0,037	0,009	111,11	0,0503	0,301	315
C,230	RT,31	RT,32	47,37	846,08	844,38	0,036	0,009	111,11	0,0469	0,301	315
C,231	RT,32	RT,33	47,47	847,32	845,62	0,036	0,009	111,11	0,0467	0,301	315
C,232	RT,14	RT,18	49,45	852,44	850,74	0,034	0,009	111,11	0,0430	0,301	315
C,233	RT,18	RT,19	45,75	852,97	851,27	0,037	0,009	111,11	0,0503	0,301	315
C,234	RT,19	RT,20	47,37	861,48	859,78	0,036	0,009	111,11	0,0469	0,301	315
C,235	RT,20	RT,21	47,46	845,25	843,55	0,036	0,009	111,11	0,0467	0,301	315
C,236	RT,15	RT,22	45,48	845,8	844,1	0,037	0,009	111,11	0,0509	0,301	315
C,237	RT,22	RT,23	45,75	846,88	845,17	0,037	0,009	111,11	0,0509	0,301	315
C,238	RT,23	RT,24	47,37	845,56	843,84	0,036	0,009	111,11	0,0480	0,301	315
C,239	RT,24	RT,25	47,47	845,55	843,83	0,036	0,009	111,11	0,0478	0,301	315
C,240	RT,16	RT,26	45,48	846,91	845,18	0,038	0,009	111,11	0,0527	0,301	315
C,241	RT,26	RT,27	45,75	854,77	853,02	0,038	0,009	111,11	0,0533	0,301	315
C,242	RT,27	RT,28	47,37	853,45	851,7	0,037	0,009	111,11	0,0497	0,301	315
C,243	RT,28	RT,29	47,47	850,3	848,55	0,037	0,009	111,11	0,0495	0,301	315
C,244	R,21	R,208	47,17	852,78	851,03	0,037	0,009	111,11	0,0501	0,301	315
C,245	R,208	R,209	53,2	851,02	849,27	0,033	0,009	111,11	0,0394	0,301	315
C,246	R,209	R,210	55,69	850,25	848,5	0,031	0,009	111,11	0,0360	0,301	315
C,247	R,210	R,211	24,56	858,46	846,71	0,478	0,301	3,32	0,0075	0,301	315
C,248	R,211	R,212	25,74	855,27	838,51	0,651	0,301	3,32	0,0138	0,301	315
C,249	R,212	R,213	25,38	854	832,24	0,857	0,301	3,32	0,0239	0,301	315
C,250	R,213	R,214	25	848,36	826,6	0,870	0,3	3,33	0,0248	0,301	315
C,251	R,214	R,215	25,41	857,37	845,6	0,463	0,3	3,33	0,0070	0,301	315
C,252	R,215	R,216	36,42	846,53	824,76	0,598	0,3	3,33	0,0117	0,301	315
C,253	R,216	R,217	37,7	852,01	830,23	0,578	0,301	3,32	0,0109	0,301	315
C,254	R,213	R,218	30,97	849,75	827,97	0,703	0,301	3,32	0,0161	0,301	315
C,255	R,212	R,219	35,89	857,3	835,52	0,607	0,301	3,32	0,0120	0,301	315
C,256	R,219	R,220	25,28	857,12	846,34	0,426	0,301	3,32	0,0059	0,3	315
C,257	R,220	R,221	31,88	857,01	840,23	0,526	0,301	3,32	0,0090	0,3	315
C,258	R,211	R,222	30,52	857,05	840,25	0,550	0,301	3,32	0,0098	0,3	315
C,259	R,222	R,223	28,97	833,72	821,92	0,407	0,301	3,32	0,0054	0,301	315
C,260	R,210	R,224	28,05	858,13	846,33	0,421	0,301	3,32	0,0058	0,301	315
C,261	R,224	R,225	25	859,9	850,1	0,392	0,301	3,32	0,0050	0,301	315

C,262	R,225	R,226	28	842,87	830,06	0,458	0,301	3,32	0,0068	0,301	315
C,263	R,226	R,227	29,79	839,03	820,22	0,631	0,4	2,50	0,0073	0,301	315
C,264	R,22	R,228	30	859,32	835,51	0,794	0,4	2,50	0,0116	0,301	315
C,265	R,228	R,229	20,42	850,53	835,72	0,725	0,4	2,50	0,0097	0,301	315
C,266	R,229	R,230	30	856,33	830,52	0,860	0,4	2,50	0,0136	0,301	315
C,267	R,230	R,231	30	852,45	830,63	0,727	0,4	2,50	0,0098	0,301	315
C,268	R,231	R,232	25	859,76	847,94	0,473	0,3	3,33	0,0073	0,301	315
C,269	R,232	R,233	25	846,14	840,32	0,233	0,3	3,33	0,0031	0,4	400
C,270	R,233	R,234	29,78	853,98	842,15	0,397	0,3	3,33	0,0091	0,4	400
C,271	R,234	R,235	19,14	854,42	842,59	0,618	0,3	3,33	0,0221	0,4	400
C,272	R,235	R,236	40,26	855,8	843,95	0,294	0,301	3,32	0,0050	0,4	400
C,273	R,236	R,237	35,13	853,58	841,73	0,337	0,301	3,32	0,0065	0,4	400
C,274	R,237	R,238	40	849,2	830,35	0,471	0,301	3,32	0,0072	0,3	315
C,275	R,238	R,239	21,09	848,78	840,93	0,372	0,301	3,32	0,0045	0,3	315
C,276	R,239	R,240	35,56	849,1	830,24	0,530	0,301	3,32	0,0091	0,3	315
C,277	R,240	R,241	30,48	854,86	842,99	0,389	0,301	3,32	0,0049	0,3	315
C,278	R,241	R,242	29,78	854,31	842,44	0,399	0,301	3,32	0,0052	0,301	315
C,279	R,242	R,243	23,57	856,24	844,36	0,504	0,301	3,32	0,0083	0,301	315
C,280	R,243	R,244	18,04	858,4	850,51	0,437	0,301	3,32	0,0062	0,301	315
C,281	R,244	R,245	25,54	858,05	846,15	0,466	0,301	3,32	0,0071	0,301	315
C,282	R,245	R,246	33	860,05	840,15	0,603	0,301	3,32	0,0118	0,301	315
C,283	R,243	R,247	33,21	849,42	836,52	0,388	0,301	3,32	0,0049	0,301	315
C,284	R,247	R,248	16,12	850,03	840,13	0,614	0,301	3,32	0,0123	0,301	315
C,285	R,248	R,249	31,94	859,74	844,84	0,466	0,301	3,32	0,0071	0,301	315
C,286	R,249	R,250	35,11	862,61	846,71	0,453	0,301	3,32	0,0067	0,301	315
C,287	R,239	R,251	34,3	857,55	840,65	0,493	0,301	3,32	0,0079	0,301	315
C,288	R,251	R,252	30,15	849,62	837,72	0,395	0,301	3,32	0,0051	0,301	315
C,289	R,252	R,253	25,82	858,8	848	0,418	0,3	3,33	0,0057	0,301	315
C,290	R,236	R,254	50,3	858,84	830,9	0,555	0,301	3,32	0,0100	0,301	315
C,291	R,232	R,255	40,93	858,81	840,86	0,439	0,301	3,32	0,0063	0,301	315
C,292	R,255	R,256	18	861,66	852,71	0,497	0,301	3,32	0,0080	0,301	315
C,293	R,256	R,257	16,18	850,29	840,34	0,615	0,3	3,33	0,0124	0,301	315
C,294	R,231	R,258	28,64	857,81	845,84	0,418	0,3	3,33	0,0057	0,301	315
C,295	R,230	R,259	35	859,34	844,35	0,428	0,3	3,33	0,0060	0,3	315
C,296	R,259	R,260	35	846,32	830,32	0,457	0,3	3,33	0,0068	0,301	315
C,297	R,260	R,261	49,31	844,11	842,11	0,041	0,013	76,92	0,0287	0,301	315
C,298	R,261	R,262	29,49	860,68	858,68	0,068	0,009	111,11	0,1675	0,301	315
C,299	R,261	R,263	26,18	856,01	854,01	0,076	0,013	76,92	0,1012	0,3	315
C,300	R,30	R,264	33,62	846,95	844,94	0,060	0,013	76,92	0,0620	0,3	315
C,301	R,31	R,265	43,6	849,97	847,92	0,047	0,013	76,92	0,0383	0,3	315
C,302	R,265	R,266	38,46	858,79	856,74	0,053	0,013	76,92	0,0493	0,3	315
C,303	R,266	R,267	25,74	859,58	857,53	0,080	0,013	76,92	0,1100	0,3	315
C,304	R,267	R,268	25,57	853,39	851,34	0,080	0,013	76,92	0,1114	0,3	315
C,305	R,268	R,269	23,24	851,29	849,23	0,089	0,013	76,92	0,1371	0,301	315

C,306	R,269	R,270	33,59	845,57	843,51	0,061	0,009	111,11	0,1360	0,3	315
C,307	R,270	R,271	41,43	856,66	854,56	0,051	0,009	111,11	0,0929	0,3	315
C,308	R,271	R,272	29,71	857,21	855,11	0,071	0,009	111,11	0,1807	0,3	315
C,309	R,272	R,273	40	849,15	847,04	0,053	0,009	111,11	0,1006	0,3	315
C,310	R,270	R,274	25	850,76	848,6	0,086	0,013	76,92	0,1294	0,3	315
C,311	R,36	R,275	33,53	847,22	845,06	0,064	0,013	76,92	0,0719	0,3	315
C,312	R,275	R,276	32,5	858,59	856,39	0,068	0,013	76,92	0,0794	0,3	315
C,313	R,276	R,277	28,81	858,21	856,01	0,076	0,013	76,92	0,1018	0,301	315
C,314	R,277	R,278	44,3	845,07	842,82	0,051	0,013	76,92	0,0450	0,301	315
C,315	R,278	R,279	39,43	845,71	843,46	0,057	0,013	76,92	0,0568	0,301	315
C,316	R,279	R,280	31,72	850,09	847,83	0,071	0,013	76,92	0,0886	0,301	315
C,317	R,280	R,281	38,51	858,4	856,08	0,060	0,013	76,92	0,0629	0,3	315
C,318	R,281	R,282	33,66	858,4	856,08	0,069	0,013	76,92	0,0824	0,3	315
C,319	R,282	R,283	25,96	847,93	845,58	0,091	0,013	76,92	0,1421	0,3	315
C,320	R,39	R,284	36	850,28	847,92	0,066	0,013	76,92	0,0745	0,3	315
C,321	REJET,1	RT,34	25,99	858,79	856,39	0,092	0,013	76,92	0,1478	0,3	315
C,322	RT,34	RT,35	50,99	848,77	846,36	0,047	0,013	76,92	0,0387	0,3	315
C,323	RT,35	RT,36	51,19	856,56	854,11	0,048	0,013	76,92	0,0397	0,3	315
C,324	RT,36	RT,37	50,74	847,46	844,98	0,049	0,013	76,92	0,0414	0,3	315
C,325	RT,37	RT,38	49,78	858,21	855,71	0,050	0,013	76,92	0,0437	0,3	315
C,326	RT,38	RT,39	35,25	850,14	847,64	0,071	0,013	76,92	0,0872	0,3	315
C,327	RT,39	RT,40	54,43	857,56	855,03	0,046	0,013	76,92	0,0375	0,3	315
C,328	RT,40	RT,41	51,29	845,34	842,71	0,051	0,013	76,92	0,0456	0,3	315
C,329	RT,40	RT,42	79,33	848,81	845,96	0,036	0,013	76,92	0,0224	0,3	315
Q ps	VPS	rq	rv	rh	V	1/10 Qps	rq min	rh min	rv min	v min	verification
1,58	5,58	0,0164	0,03	0,19	1,07	0,158	0,016	0,15	0,49	2,73	Vérifier
1,31	4,64	0,0137	0,06	0,18	0,85	0,131	0,014	0,07	0,35	1,62	Vérifier
1,34	4,74	0,0140	0,06	0,24	1,14	0,134	0,014	0,07	0,35	1,66	Vérifier
1,44	5,09	0,0150	0,04	0,25	1,25	0,144	0,015	0,07	0,36	1,83	Vérifier
0,82	2,89	0,0085	0,04	0,20	0,59	0,082	0,009	0,05	0,3	0,87	Vérifier
0,76	2,68	0,0079	0,04	0,20	0,53	0,076	0,008	0,05	0,29	0,78	Vérifier
0,92	3,27	0,0097	0,11	0,21	0,69	0,092	0,010	0,06	0,32	1,05	Vérifier
3,56	12,59	0,0371	0,06	0,34	4,22	0,356	0,037	0,13	0,46	5,79	Vérifier
1,60	5,67	0,0167	0,07	0,25	1,44	0,160	0,017	0,08	0,38	2,16	Vérifier
1,73	6,14	0,0181	0,07	0,26	1,60	0,173	0,018	0,08	0,39	2,39	Vérifier
1,83	6,49	0,0191	0,07	0,26	1,72	0,183	0,019	0,09	0,4	2,59	Vérifier
1,99	7,05	0,0208	0,07	0,27	1,92	0,199	0,021	0,1	0,42	2,96	Vérifier
1,83	6,49	0,0191	0,07	0,26	1,72	0,183	0,019	0,09	0,4	2,60	Vérifier
1,96	6,94	0,0205	0,07	0,27	1,88	0,196	0,020	0,09	0,41	2,85	Vérifier
2,00	7,08	0,0209	0,07	0,27	1,93	0,200	0,021	0,1	0,42	2,97	Vérifier
2,07	7,32	0,0216	0,08	0,28	2,02	0,207	0,022	0,1	0,42	3,08	Vérifier
2,36	8,36	0,0246	0,14	0,29	2,41	0,236	0,025	0,11	0,44	3,68	Vérifier
3,16	11,19	0,0330	0,08	0,37	4,14	0,316	0,033	0,18	0,52	5,82	Vérifier

2,16	7,64	0,0225	0,11	0,28	2,14	0,216	0,023	0,1	0,43	3,29	Vérifier
3,17	11,21	0,0330	0,12	0,32	3,60	0,317	0,033	0,12	0,45	5,04	Vérifier
2,74	9,70	0,0286	0,07	0,34	3,33	0,274	0,029	0,14	0,48	4,66	Vérifier
1,69	5,98	0,0176	0,11	0,26	1,54	0,169	0,018	0,08	0,39	2,33	Vérifier
0,31	2,44	0,0364	0,12	0,33	0,81	0,031	0,036	0,13	0,46	1,12	Vérifier
0,35	2,82	0,0421	0,11	0,35	0,99	0,035	0,042	0,15	0,5	1,41	Vérifier
0,27	2,17	0,0324	0,13	0,32	0,69	0,027	0,032	0,12	0,45	0,98	Vérifier
0,37	2,92	0,0437	0,13	0,36	1,04	0,037	0,044	0,15	0,49	1,43	Vérifier
0,40	3,18	0,0475	0,12	0,37	1,17	0,040	0,047	0,16	0,51	1,62	Vérifier
0,34	2,69	0,0402	0,16	0,35	0,93	0,034	0,040	0,14	0,48	1,29	Vérifier
0,55	4,39	0,0655	0,26	0,40	1,77	0,055	0,066	0,2	0,54	2,37	Vérifier
1,11	8,84	0,1319	0,14	0,51	4,49	0,111	0,132	0,3	0,64	5,66	Vérifier
0,45	3,55	0,0530	0,15	0,37	1,33	0,045	0,053	0,19	0,53	1,88	Vérifier
0,49	3,91	0,0584	0,44	0,39	1,51	0,049	0,058	0,2	0,54	2,11	Vérifier
0,35	4,45	0,1567	0,28	0,66	2,94	0,035	0,157	0,46	0,74	3,29	Vérifier
0,32	4,17	0,1468	0,17	0,53	2,20	0,032	0,147	0,28	0,62	2,59	Vérifier
0,16	2,04	0,0717	0,17	0,42	0,85	0,016	0,072	0,17	0,51	1,04	Vérifier
0,16	2,01	0,0706	0,39	0,41	0,83	0,016	0,071	0,17	0,5	1,00	Vérifier
0,53	6,83	0,2405	0,17	0,62	4,26	0,053	0,240	0,41	0,7	4,78	Vérifier
0,15	1,91	0,0673	0,22	0,41	0,78	0,015	0,067	0,16	0,5	0,96	Vérifier
0,23	2,90	0,1021	0,19	0,46	1,35	0,023	0,102	0,22	0,57	1,65	Vérifier
0,17	2,21	0,0778	0,27	0,43	0,95	0,017	0,078	0,18	0,52	1,15	Vérifier
0,32	4,05	0,1425	0,30	0,52	2,11	0,032	0,142	0,27	0,61	2,47	Vérifier
0,36	4,59	0,1617	0,08	0,55	2,52	0,036	0,162	0,29	0,63	2,89	Vérifier
0,05	0,66	0,0232	0,18	0,28	0,19	0,005	0,023	0,1	0,43	0,28	NON
0,70	5,58	0,0752	0,15	0,42	2,36	0,070	0,075	0,18	0,52	2,90	Vérifier
0,57	4,53	0,0610	0,18	0,39	1,78	0,057	0,061	0,15	0,49	2,22	Vérifier
0,70	5,56	0,0750	0,25	0,42	2,35	0,070	0,075	0,18	0,52	2,89	Vérifier
1,17	9,32	0,1255	0,21	0,50	4,63	0,117	0,126	0,26	0,6	5,59	Vérifier
0,90	7,14	0,0962	0,14	0,45	3,25	0,090	0,096	0,21	0,55	3,93	Vérifier
0,49	3,93	0,0529	0,20	0,37	1,47	0,049	0,053	0,19	0,53	2,08	Vérifier
0,76	6,06	0,0905	0,13	0,44	2,70	0,076	0,090	0,2	0,54	3,27	Vérifier
0,40	3,19	0,0476	0,14	0,37	1,17	0,040	0,048	0,16	0,5	1,60	Vérifier
0,42	3,37	0,0503	0,13	0,37	1,23	0,042	0,050	0,16	0,51	1,72	Vérifier
0,37	2,97	0,0443	0,17	0,36	1,06	0,037	0,044	0,15	0,49	1,45	Vérifier
0,60	4,80	0,0717	0,28	0,42	2,00	0,060	0,072	0,17	0,51	2,45	Vérifier
1,05	8,33	0,1243	0,15	0,53	4,39	0,105	0,124	0,28	0,62	5,16	Vérifier
0,50	3,98	0,0595	0,11	0,39	1,55	0,050	0,059	0,15	0,49	1,95	Vérifier
0,29	2,31	0,0345	0,14	0,33	0,75	0,029	0,034	0,12	0,43	0,99	Vérifier
0,47	3,70	0,0553	0,13	0,38	1,41	0,047	0,055	0,16	0,51	1,89	Vérifier
0,37	2,93	0,0437	0,23	0,36	1,04	0,037	0,044	0,15	0,49	1,43	Vérifier
0,95	7,58	0,1132	0,15	0,48	3,64	0,095	0,113	0,25	0,59	4,47	Vérifier
0,51	4,04	0,0602	0,14	0,39	1,58	0,051	0,060	0,15	0,5	2,02	Vérifier
0,44	3,47	0,0518	0,19	0,37	1,29	0,044	0,052	0,16	0,51	1,77	Vérifier

0,68	5,44	0,0811	0,15	0,43	2,36	0,068	0,081	0,19	0,53	2,88	Vérifier
0,53	4,18	0,0625	0,18	0,40	1,66	0,053	0,062	0,16	0,51	2,13	Vérifier
0,64	5,09	0,0759	0,20	0,42	2,16	0,064	0,076	0,18	0,52	2,64	Vérifier
0,80	6,40	0,0956	0,32	0,45	2,90	0,080	0,096	0,21	0,55	3,52	Vérifier
0,88	7,02	0,1048	0,21	0,57	3,98	0,088	0,105	0,32	0,66	4,63	Vérifier
0,81	6,48	0,0968	0,15	0,46	2,95	0,081	0,097	0,21	0,55	3,57	Vérifier
0,50	3,99	0,0596	0,44	0,39	1,55	0,050	0,060	0,15	0,5	2,00	Vérifier
0,37	4,75	0,1683	0,29	0,67	3,17	0,037	0,168	0,47	0,75	3,56	Vérifier
0,34	4,42	0,1566	0,26	0,54	2,39	0,034	0,157	0,3	0,64	2,83	Vérifier
0,30	3,79	0,1344	0,31	0,51	1,94	0,030	0,134	0,27	0,61	2,31	Vérifier
0,37	4,81	0,1705	0,26	0,56	2,69	0,037	0,171	0,32	0,66	3,18	Vérifier
0,29	3,74	0,1316	0,19	0,51	1,90	0,029	0,132	0,27	0,61	2,28	Vérifier
0,18	2,26	0,0795	0,19	0,43	0,97	0,018	0,079	0,18	0,52	1,17	Vérifier
0,67	5,34	0,0798	0,15	0,43	2,31	0,067	0,080	0,18	0,52	2,78	Vérifier
0,13	1,69	0,0594	0,15	0,39	0,65	0,013	0,059	0,15	0,49	0,83	Vérifier
0,13	1,71	0,0602	0,15	0,39	0,67	0,013	0,060	0,15	0,5	0,85	Vérifier
0,14	1,76	0,0618	0,19	0,40	0,69	0,014	0,062	0,16	0,51	0,90	Vérifier
0,19	2,50	0,0881	0,21	0,44	1,10	0,019	0,088	0,2	0,54	1,35	Vérifier
0,22	2,80	0,0985	0,27	0,46	1,28	0,022	0,098	0,21	0,55	1,54	Vérifier
0,32	4,06	0,1429	0,29	0,52	2,12	0,032	0,143	0,27	0,61	2,48	Vérifier
0,35	4,48	0,1577	0,34	0,54	2,43	0,035	0,158	0,31	0,64	2,87	Vérifier
0,43	5,50	0,1938	0,33	0,58	3,22	0,043	0,194	0,35	0,68	3,74	Vérifier
0,40	5,19	0,1839	0,48	0,57	2,97	0,040	0,184	0,34	0,67	3,48	Vérifier
0,40	5,15	0,1826	0,30	0,70	3,59	0,040	0,183	0,49	0,77	3,97	Vérifier
0,36	4,62	0,1637	0,23	0,55	2,54	0,036	0,164	0,31	0,65	3,00	Vérifier
0,25	3,25	0,1153	0,41	0,48	1,57	0,025	0,115	0,24	0,58	1,89	Vérifier
0,58	7,40	0,2621	0,17	0,64	4,75	0,058	0,262	0,43	0,72	5,33	Vérifier
0,16	2,03	0,0720	0,23	0,42	0,85	0,016	0,072	0,17	0,51	1,04	Vérifier
0,26	3,28	0,1161	0,40	0,48	1,59	0,026	0,116	0,25	0,59	1,93	Vérifier
0,55	7,07	0,2506	0,26	0,63	4,48	0,055	0,251	0,42	0,71	5,02	Vérifier
0,29	3,70	0,1310	0,28	0,51	1,88	0,029	0,131	0,27	0,61	2,25	Vérifier
0,33	4,22	0,1494	0,41	0,53	2,24	0,033	0,149	0,29	0,63	2,66	Vérifier
0,56	7,24	0,2565	0,27	0,64	4,61	0,056	0,256	0,43	0,72	5,21	Vérifier
0,31	3,95	0,1400	0,30	0,52	2,05	0,031	0,140	0,27	0,61	2,41	Vérifier
0,36	4,61	0,1635	0,43	0,55	2,54	0,036	0,163	0,3	0,64	2,95	Vérifier
0,61	7,79	0,2761	0,35	0,65	5,09	0,061	0,276	0,44	0,73	5,69	Vérifier
0,45	5,82	0,2064	0,31	0,60	3,47	0,045	0,206	0,35	0,68	3,96	Vérifier
0,37	4,78	0,1693	0,41	0,56	2,66	0,037	0,169	0,31	0,64	3,06	Vérifier
0,58	7,45	0,2641	0,34	0,64	4,79	0,058	0,264	0,43	0,72	5,36	Vérifier
0,43	5,53	0,1958	0,36	0,59	3,24	0,043	0,196	0,34	0,67	3,70	Vérifier
0,46	5,92	0,2100	0,23	0,60	3,55	0,046	0,210	0,34	0,67	3,97	Vérifier
0,25	3,25	0,1152	0,41	0,48	1,57	0,025	0,115	0,24	0,58	1,89	Vérifier
0,57	7,32	0,2594	0,43	0,64	4,68	0,057	0,259	0,43	0,72	5,27	Vérifier
0,63	8,05	0,2854	0,35	0,66	5,32	0,063	0,285	0,45	0,74	5,96	Vérifier

0,44	5,65	0,2002	0,32	0,59	3,33	0,044	0,200	0,34	0,67	3,78	Vérifier
0,39	4,95	0,1756	0,27	0,56	2,80	0,039	0,176	0,32	0,66	3,27	Vérifier
0,32	4,05	0,1437	0,38	0,52	2,12	0,032	0,144	0,27	0,61	2,47	Vérifier
0,51	6,55	0,2323	0,31	0,62	4,04	0,051	0,232	0,39	0,7	4,59	Vérifier
0,38	4,92	0,1742	0,29	0,56	2,77	0,038	0,174	0,32	0,66	3,24	Vérifier
0,35	4,48	0,1587	0,30	0,54	2,43	0,035	0,159	0,3	0,64	2,87	Vérifier
0,36	4,61	0,1634	0,40	0,55	2,54	0,036	0,163	0,3	0,64	2,95	Vérifier
0,55	7,02	0,2487	0,35	0,63	4,43	0,055	0,249	0,42	0,71	4,98	Vérifier
0,44	5,68	0,2012	0,32	0,59	3,36	0,044	0,201	0,34	0,67	3,80	Vérifier
0,39	5,05	0,1789	0,41	0,57	2,87	0,039	0,179	0,32	0,66	3,33	Vérifier
0,58	7,38	0,2617	0,43	0,64	4,73	0,058	0,262	0,43	0,72	5,32	Vérifier
0,62	7,96	0,2823	0,34	0,66	5,24	0,062	0,282	0,44	0,73	5,81	Vérifier
0,43	5,50	0,1948	0,76	0,59	3,22	0,043	0,195	0,34	0,67	3,68	Vérifier
0,52	6,66	0,2361	0,54	0,87	5,79	0,052	0,236	0,61	0,83	5,53	Vérifier
0,52	6,66	0,2359	0,33	0,73	4,89	0,052	0,236	0,54	0,78	5,19	Vérifier
0,41	5,23	0,1855	0,35	0,57	3,01	0,041	0,185	0,33	0,67	3,51	Vérifier
0,44	5,68	0,2012	0,19	0,59	3,36	0,044	0,201	0,34	0,67	3,80	Vérifier
0,18	2,25	0,0797	0,15	0,43	0,97	0,018	0,080	0,18	0,52	1,17	Vérifier
0,14	1,76	0,0619	0,15	0,40	0,69	0,014	0,062	0,16	0,51	0,90	Vérifier
0,13	1,70	0,0597	0,94	0,39	0,66	0,013	0,060	0,15	0,5	0,85	Vérifier
0,22	2,89	0,1016	0,18	0,97	2,80	0,022	0,102	0,94	0,96	2,77	Vérifier
0,16	2,11	0,0742	0,34	0,42	0,89	0,016	0,074	0,17	0,51	1,07	Vérifier
0,42	5,43	0,1913	0,36	0,58	3,16	0,042	0,191	0,33	0,67	3,64	Vérifier
0,47	6,02	0,2118	0,33	0,60	3,62	0,047	0,212	0,36	0,69	4,15	Vérifier
0,41	5,21	0,1836	0,30	0,57	2,99	0,041	0,184	0,33	0,67	3,49	Vérifier
0,35	4,52	0,1601	0,22	0,55	2,46	0,035	0,160	0,3	0,64	2,89	Vérifier
0,23	2,93	0,1039	0,17	0,47	1,37	0,023	0,104	0,23	0,57	1,67	Vérifier
0,15	1,95	0,0690	0,17	0,41	0,80	0,015	0,069	0,16	0,5	0,97	Vérifier
0,16	2,03	0,0719	0,19	0,42	0,85	0,016	0,072	0,17	0,51	1,03	Vérifier
0,18	2,28	0,0801	0,43	0,43	0,98	0,018	0,080	0,18	0,52	1,18	Vérifier
0,38	4,89	0,1721	0,22	0,66	3,22	0,038	0,172	0,46	0,74	3,62	Vérifier
0,23	3,00	0,1055	0,16	0,47	1,41	0,023	0,105	0,23	0,57	1,71	Vérifier
0,14	1,85	0,0652	0,34	0,40	0,75	0,014	0,065	0,16	0,5	0,93	Vérifier
0,43	5,48	0,1931	0,38	0,58	3,20	0,043	0,193	0,33	0,67	3,67	Vérifier
0,53	6,75	0,2377	0,31	0,62	4,19	0,053	0,238	0,4	0,7	4,73	Vérifier
0,37	4,77	0,1681	0,14	0,56	2,65	0,037	0,168	0,31	0,65	3,10	Vérifier
0,49	3,89	0,0524	0,25	0,37	1,44	0,049	0,052	0,16	0,51	1,98	Vérifier
1,15	9,14	0,1231	0,19	0,49	4,51	0,115	0,123	0,25	0,6	5,48	Vérifier
0,18	2,27	0,0801	0,19	0,43	0,98	0,018	0,080	0,18	0,52	1,18	Vérifier
0,19	2,47	0,0869	0,28	0,44	1,08	0,019	0,087	0,2	0,54	1,33	Vérifier
0,33	4,18	0,1471	0,48	0,53	2,21	0,033	0,147	0,28	0,62	2,59	Vérifier
0,48	6,19	0,2179	0,41	0,70	4,32	0,048	0,218	0,49	0,77	4,77	Vérifier
0,59	7,56	0,2660	0,44	0,65	4,88	0,059	0,266	0,44	0,73	5,52	Vérifier
0,53	6,86	0,2415	0,34	0,67	4,58	0,053	0,242	0,47	0,75	5,15	Vérifier

0,42	5,44	0,1928	0,22	0,58	3,17	0,042	0,193	0,33	0,67	3,65	Vérifier
0,23	2,99	0,1060	0,27	0,47	1,41	0,023	0,106	0,23	0,57	1,70	Vérifier
0,31	4,03	0,1427	0,24	0,52	2,10	0,031	0,143	0,27	0,61	2,46	Vérifier
0,25	3,27	0,1159	0,19	0,49	1,59	0,025	0,116	0,25	0,59	1,93	Vérifier
0,18	2,32	0,0817	0,20	0,44	1,01	0,018	0,082	0,19	0,53	1,23	Vérifier
0,20	2,53	0,0890	0,17	0,44	1,12	0,020	0,089	0,2	0,54	1,37	Vérifier
0,16	2,00	0,0703	0,26	0,41	0,83	0,016	0,070	0,16	0,5	1,00	Vérifier
0,29	3,73	0,1314	0,36	0,51	1,90	0,029	0,131	0,27	0,61	2,28	Vérifier
0,48	6,15	0,2164	0,42	0,60	3,71	0,048	0,216	0,36	0,69	4,24	Vérifier
0,60	7,76	0,2733	0,60	0,65	5,04	0,060	0,273	0,45	0,74	5,74	Vérifier
0,41	5,32	0,1872	0,25	0,77	4,12	0,041	0,187	0,58	0,81	4,31	Vérifier
0,28	3,66	0,1287	0,33	0,50	1,84	0,028	0,129	0,26	0,6	2,19	Vérifier
0,41	5,33	0,1876	0,38	0,58	3,07	0,041	0,188	0,33	0,67	3,57	Vérifier
0,51	6,58	0,2318	0,16	0,62	4,06	0,051	0,232	0,39	0,7	4,61	Vérifier
0,59	4,68	0,0630	0,23	0,40	1,86	0,059	0,063	0,16	0,5	2,34	Vérifier
1,04	8,26	0,1113	0,26	0,48	3,96	0,104	0,111	0,24	0,58	4,79	Vérifier
0,93	7,41	0,0998	0,16	0,51	3,81	0,093	0,100	0,27	0,61	4,52	Vérifier
0,60	4,78	0,0643	0,20	0,40	1,91	0,060	0,064	0,16	0,5	2,39	Vérifier
0,91	7,25	0,0977	0,25	0,45	3,25	0,091	0,098	0,21	0,55	3,99	Vérifier
1,20	9,58	0,1290	0,26	0,51	4,85	0,120	0,129	0,26	0,6	5,75	Vérifier
1,12	8,89	0,1198	0,33	0,52	4,60	0,112	0,120	0,28	0,62	5,51	Vérifier
0,97	7,70	0,1038	0,41	0,58	4,47	0,097	0,104	0,33	0,67	5,16	Vérifier
1,03	8,24	0,1110	0,34	0,64	5,25	0,103	0,111	0,43	0,72	5,93	Vérifier
0,91	7,28	0,0981	1,01	0,59	4,28	0,091	0,098	0,34	0,67	4,88	Vérifier
0,73	5,81	0,0783	0,28	0,53	0,28	0,073	0,078	1	1	5,81	Vérifier
1,01	8,04	0,1083	0,24	0,53	4,28	0,101	0,108	0,29	0,63	5,06	Vérifier
1,09	8,70	0,1173	0,72	0,49	4,24	0,109	0,117	0,25	0,59	5,14	Vérifier
0,57	7,26	0,2572	0,48	0,85	6,18	0,057	0,257	0,59	0,82	5,95	Vérifier
0,49	6,25	0,2216	0,41	0,70	4,36	0,049	0,222	0,48	0,77	4,82	Vérifier
0,56	7,23	0,2561	0,46	0,64	4,60	0,056	0,256	0,43	0,72	5,20	Vérifier
0,56	7,17	0,2542	0,36	0,68	4,89	0,056	0,254	0,46	0,74	5,31	Vérifier
0,38	4,90	0,1737	0,41	0,60	2,96	0,038	0,174	0,36	0,69	3,38	Vérifier
0,58	7,46	0,2645	0,41	0,64	4,80	0,058	0,264	0,43	0,72	5,37	Vérifier
0,58	7,40	0,2624	0,40	0,64	4,75	0,058	0,262	0,43	0,72	5,33	Vérifier
0,54	6,94	0,2461	0,43	0,63	4,37	0,054	0,246	0,41	0,71	4,93	Vérifier
0,63	8,07	0,2861	0,60	0,66	5,33	0,063	0,286	0,45	0,73	5,89	Vérifier
0,57	7,35	0,2605	0,78	0,77	5,67	0,057	0,261	0,57	0,81	5,95	Vérifier
0,39	4,97	0,1760	0,66	0,89	4,40	0,039	0,176	0,66	0,89	4,42	Vérifier
0,51	6,56	0,2326	0,43	0,81	5,33	0,051	0,233	0,61	0,85	5,58	Vérifier
0,61	7,84	0,2778	0,60	0,65	5,13	0,061	0,278	0,44	0,73	5,72	Vérifier
0,43	5,57	0,1973	0,76	0,77	4,31	0,043	0,197	0,58	0,81	4,51	Vérifier
0,41	5,25	0,1861	0,65	0,87	4,56	0,041	0,186	0,65	0,88	4,62	Vérifier
0,36	4,59	0,1628	0,39	0,80	3,67	0,036	0,163	0,6	0,85	3,90	Vérifier
0,53	6,78	0,2402	0,47	0,62	4,23	0,053	0,240	0,4	0,7	4,74	Vérifier

0,51	6,49	0,2301	0,46	0,68	4,44	0,051	0,230	0,47	0,75	4,87	Vérifier
0,51	6,56	0,2327	0,47	0,68	4,45	0,051	0,233	0,46	0,74	4,86	Vérifier
0,48	6,14	0,2174	0,53	0,69	4,22	0,048	0,217	0,48	0,76	4,66	Vérifier
0,39	4,98	0,1764	0,46	0,73	3,63	0,039	0,176	0,52	0,78	3,88	Vérifier
0,45	5,84	0,2069	0,52	0,67	3,93	0,045	0,207	0,47	0,75	4,38	Vérifier
0,38	4,88	0,1730	0,43	0,71	3,48	0,038	0,173	0,51	0,77	3,76	Vérifier
0,62	7,93	0,2811	0,60	0,65	5,19	0,062	0,281	0,45	0,74	5,87	Vérifier
0,43	5,52	0,1956	0,32	0,78	4,30	0,043	0,196	0,58	0,82	4,53	Vérifier
0,40	5,17	0,1833	0,52	0,57	2,96	0,040	0,183	0,33	0,67	3,46	Vérifier
0,52	6,72	0,2382	0,43	0,72	4,82	0,052	0,238	0,52	0,78	5,24	Vérifier
0,51	6,52	0,2312	0,48	0,66	4,31	0,051	0,231	0,45	0,74	4,83	Vérifier
0,50	6,39	0,2265	0,41	0,70	4,47	0,050	0,227	0,49	0,77	4,92	Vérifier
0,59	7,60	0,2695	0,44	0,64	4,85	0,059	0,269	0,44	0,73	5,55	Vérifier
0,45	5,75	0,2037	0,48	0,66	3,80	0,045	0,204	0,45	0,74	4,25	Vérifier
0,59	7,53	0,2670	0,42	0,70	5,25	0,059	0,267	0,48	0,76	5,73	Vérifier
0,59	7,52	0,2665	0,40	0,65	4,86	0,059	0,267	0,43	0,72	5,41	Vérifier
0,53	6,81	0,2413	0,36	0,62	4,22	0,053	0,241	0,4	0,7	4,77	Vérifier
0,47	6,09	0,2160	0,37	0,60	3,66	0,047	0,216	0,36	0,69	4,21	Vérifier
0,48	6,17	0,2188	0,37	0,60	3,72	0,048	0,219	0,37	0,69	4,26	Vérifier
0,50	6,37	0,2259	0,38	0,61	3,88	0,050	0,226	0,38	0,7	4,46	Vérifier
0,51	6,52	0,2310	0,35	0,61	3,99	0,051	0,231	0,39	0,7	4,56	Vérifier
0,45	5,78	0,2047	0,37	0,59	3,40	0,045	0,205	0,35	0,68	3,93	Vérifier
0,49	6,24	0,2212	0,38	0,61	3,78	0,049	0,221	0,37	0,69	4,31	Vérifier
0,50	6,39	0,2264	0,43	0,61	3,90	0,050	0,226	0,38	0,7	4,47	Vérifier
0,62	8,00	0,2834	0,27	0,66	5,26	0,062	0,283	0,45	0,74	5,92	Vérifier
0,31	3,94	0,1397	0,28	0,52	2,03	0,031	0,140	0,27	0,61	2,40	Vérifier
0,33	4,19	0,1486	0,28	0,53	2,22	0,033	0,149	0,29	0,63	2,64	Vérifier
0,32	4,07	0,1444	0,28	0,52	2,13	0,032	0,144	0,28	0,62	2,53	Vérifier
0,32	4,06	0,1441	0,36	0,52	2,13	0,032	0,144	0,28	0,62	2,52	Vérifier
0,48	6,12	0,2168	0,26	0,60	3,69	0,048	0,217	0,36	0,69	4,22	Vérifier
0,29	3,78	0,1340	0,25	0,51	1,93	0,029	0,134	0,26	0,6	2,27	Vérifier
0,29	3,71	0,1316	0,26	0,51	1,88	0,029	0,132	0,26	0,6	2,23	Vérifier
0,30	3,83	0,1357	0,28	0,51	1,96	0,030	0,136	0,27	0,61	2,33	Vérifier
0,33	4,29	0,1521	0,28	0,53	2,28	0,033	0,152	0,29	0,63	2,70	Vérifier
0,33	4,27	0,1512	0,28	0,53	2,26	0,033	0,151	0,29	0,63	2,69	Vérifier
0,32	4,12	0,1461	0,28	0,52	2,16	0,032	0,146	0,28	0,62	2,56	Vérifier
0,32	4,11	0,1458	0,28	0,52	2,15	0,032	0,146	0,28	0,62	2,55	Vérifier
0,31	3,95	0,1399	0,28	0,52	2,03	0,031	0,140	0,27	0,61	2,41	Vérifier
0,33	4,27	0,1512	0,28	0,53	2,26	0,033	0,151	0,29	0,63	2,69	Vérifier
0,32	4,12	0,1461	0,28	0,52	2,16	0,032	0,146	0,28	0,62	2,56	Vérifier
0,32	4,11	0,1458	0,28	0,52	2,15	0,032	0,146	0,28	0,62	2,55	Vérifier
0,33	4,29	0,1521	0,28	0,53	2,28	0,033	0,152	0,29	0,63	2,70	Vérifier
0,33	4,29	0,1521	0,28	0,53	2,28	0,033	0,152	0,29	0,63	2,70	Vérifier
0,32	4,17	0,1478	0,28	0,53	2,19	0,032	0,148	0,29	0,63	2,63	Vérifier

0,32	4,16	0,1475	0,28	0,52	2,18	0,032	0,147	0,28	0,62	2,58	Vérifier
0,34	4,37	0,1548	0,28	0,53	2,34	0,034	0,155	0,3	0,64	2,80	Vérifier
0,34	4,39	0,1557	0,28	0,54	2,35	0,034	0,156	0,3	0,64	2,81	Vérifier
0,33	4,24	0,1504	0,28	0,53	2,24	0,033	0,150	0,29	0,63	2,67	Vérifier
0,33	4,23	0,1501	0,28	0,53	2,24	0,033	0,150	0,29	0,63	2,67	Vérifier
0,33	4,26	0,1510	0,25	0,53	2,26	0,033	0,151	0,29	0,63	2,68	Vérifier
0,29	3,78	0,1339	0,25	0,51	1,92	0,029	0,134	0,26	0,6	2,27	Vérifier
0,28	3,61	0,1279	0,03	0,50	1,81	0,028	0,128	0,25	0,59	2,13	Vérifier
0,13	1,64	0,0582	0,03	0,16	0,26	0,013	0,058	0,08	0,38	0,62	Vérifier
0,17	2,24	0,0792	0,03	0,16	0,37	0,017	0,079	0,08	0,38	0,85	Vérifier
0,23	2,94	0,1043	0,05	0,17	0,51	0,023	0,104	0,09	0,41	1,21	Vérifier
0,23	3,00	0,1063	0,04	0,19	0,58	0,023	0,106	0,11	0,45	1,35	Vérifier
0,12	1,60	0,0566	0,04	0,18	0,29	0,012	0,057	0,1	0,43	0,69	Vérifier
0,16	2,06	0,0730	0,04	0,18	0,37	0,016	0,073	0,1	0,43	0,89	Vérifier
0,15	1,98	0,0703	0,05	0,18	0,35	0,015	0,070	0,1	0,43	0,85	Vérifier
0,19	2,41	0,0856	0,02	0,19	0,46	0,019	0,086	0,11	0,45	1,09	Vérifier
0,16	2,08	0,0739	0,04	0,14	0,28	0,016	0,074	0,07	0,36	0,75	Vérifier
0,11	1,46	0,0516	0,05	0,18	0,26	0,011	0,052	0,1	0,43	0,63	Vérifier
0,14	1,81	0,0636	0,02	0,19	0,34	0,014	0,064	0,11	0,45	0,81	Vérifier
0,15	1,89	0,0665	0,04	0,16	0,30	0,015	0,067	0,08	0,38	0,72	Vérifier
0,11	1,40	0,0496	0,05	0,18	0,25	0,011	0,050	0,1	0,43	0,60	Vérifier
0,11	1,44	0,0512	0,05	0,19	0,28	0,011	0,051	0,12	0,47	0,68	Vérifier
0,10	1,35	0,0477	0,04	0,19	0,26	0,010	0,048	0,12	0,47	0,63	Vérifier
0,12	1,57	0,0557	0,03	0,18	0,28	0,012	0,056	0,09	0,41	0,64	Vérifier
0,13	1,63	0,0578	0,02	0,17	0,28	0,013	0,058	0,09	0,41	0,67	Vérifier
0,16	2,05	0,0727	0,06	0,15	0,32	0,016	0,073	0,08	0,38	0,78	Vérifier
0,15	1,87	0,0664	0,02	0,20	0,37	0,015	0,066	0,12	0,47	0,88	Vérifier
0,17	2,22	0,0788	0,02	0,15	0,33	0,017	0,079	0,07	0,36	0,80	Vérifier
0,15	1,88	0,0666	0,04	0,15	0,28	0,015	0,067	0,07	0,36	0,68	Vérifier
0,13	1,63	0,0577	0,08	0,17	0,28	0,013	0,058	0,09	0,41	0,67	Vérifier
0,16	1,29	0,0193	0,04	0,23	0,30	0,016	0,019	0,13	0,48	0,62	Vérifier
0,28	2,21	0,0329	0,05	0,17	0,38	0,028	0,033	0,09	0,41	0,90	Vérifier
0,43	3,43	0,0513	0,02	0,19	0,65	0,043	0,051	0,12	0,47	1,61	Vérifier
0,20	1,63	0,0243	0,03	0,16	0,26	0,020	0,024	0,08	0,38	0,62	Vérifier
0,23	1,87	0,0279	0,03	0,16	0,30	0,023	0,028	0,08	0,38	0,71	Vérifier
0,13	1,62	0,0570	0,07	0,17	0,27	0,013	0,057	0,09	0,41	0,66	Vérifier
0,10	1,28	0,0450	0,04	0,22	0,28	0,010	0,045	0,13	0,48	0,61	Vérifier
0,14	1,82	0,0641	0,05	0,18	0,33	0,014	0,064	0,1	0,43	0,78	Vérifier
0,10	1,34	0,0471	0,05	0,19	0,25	0,010	0,047	0,11	0,45	0,60	Vérifier
0,11	1,37	0,0485	0,06	0,19	0,26	0,011	0,049	0,12	0,47	0,64	Vérifier
0,13	1,73	0,0613	0,08	0,20	0,35	0,013	0,061	0,13	0,48	0,83	Vérifier
0,12	1,50	0,0532	0,06	0,23	0,34	0,012	0,053	0,14	0,5	0,75	Vérifier
0,12	1,60	0,0567	0,02	0,20	0,32	0,012	0,057	0,12	0,47	0,75	Vérifier
0,16	2,07	0,0734	0,05	0,15	0,32	0,016	0,073	0,07	0,36	0,75	Vérifier

0,10	1,33	0,0473	0,09	0,19	0,25	0,010	0,047	0,11	0,45	0,60	Vérifier
0,16	2,11	0,0747	0,05	0,24	0,51	0,016	0,075	0,15	0,52	1,10	Vérifier
0,12	1,60	0,0568	0,05	0,19	0,31	0,012	0,057	0,11	0,45	0,72	Vérifier
0,12	1,56	0,0551	0,02	0,19	0,29	0,012	0,055	0,11	0,45	0,70	Vérifier
0,13	1,69	0,0600	0,05	0,15	0,25	0,013	0,060	0,07	0,36	0,61	Vérifier
0,11	1,36	0,0480	0,05	0,19	0,26	0,011	0,048	0,12	0,47	0,64	Vérifier
0,11	1,44	0,0511	0,02	0,20	0,28	0,011	0,051	0,12	0,47	0,68	Vérifier
0,15	1,91	0,0676	0,03	0,15	0,29	0,015	0,068	0,08	0,38	0,72	Vérifier
0,12	1,51	0,0534	0,08	0,17	0,26	0,012	0,053	0,09	0,41	0,62	Vérifier
0,13	1,71	0,0605	0,09	0,24	0,41	0,013	0,061	0,14	0,5	0,85	Vérifier
0,17	2,12	0,0751	0,05	0,25	0,52	0,017	0,075	0,15	0,52	1,10	Vérifier
0,11	1,44	0,0510	0,05	0,20	0,28	0,011	0,051	0,12	0,47	0,68	Vérifier
0,11	1,48	0,0520	0,04	0,19	0,28	0,011	0,052	0,12	0,47	0,69	Vérifier
0,12	1,58	0,0558	0,39	0,18	0,29	0,012	0,056	0,1	0,43	0,68	Vérifier
0,25	3,22	0,1143	0,46	0,62	1,99	0,025	0,114	0,24	0,58	1,87	Vérifier
0,61	7,79	0,2760	0,36	0,67	5,24	0,061	0,276	0,44	0,73	5,69	Vérifier
0,47	6,07	0,2138	0,32	0,60	3,67	0,047	0,214	0,36	0,69	4,19	Vérifier
0,37	4,75	0,1674	0,28	0,56	2,67	0,037	0,167	0,31	0,65	3,09	Vérifier
0,29	3,74	0,1316	0,28	0,52	1,96	0,029	0,132	0,26	0,6	2,24	Vérifier
0,33	4,24	0,1492	0,37	0,54	2,27	0,033	0,149	0,29	0,63	2,67	Vérifier
0,49	6,33	0,2229	0,37	0,61	3,84	0,049	0,223	0,39	0,7	4,43	Vérifier
0,50	6,37	0,2244	0,40	0,61	3,87	0,050	0,224	0,39	0,7	4,46	Vérifier
0,55	7,05	0,2498	0,51	0,63	4,43	0,055	0,250	0,42	0,71	5,00	Vérifier
0,55	7,04	0,2480	0,35	0,70	4,95	0,055	0,248	0,5	0,78	5,49	Vérifier
0,45	5,82	0,2049	0,43	0,59	3,43	0,045	0,205	0,35	0,68	3,96	Vérifier
0,63	8,12	0,2858	0,72	0,66	5,35	0,063	0,286	0,45	0,73	5,93	Vérifier
0,47	6,06	0,2133	0,51	0,85	5,14	0,047	0,213	0,89	0,97	5,88	Vérifier
0,54	6,87	0,2419	0,32	0,71	4,88	0,054	0,242	0,51	0,78	5,36	Vérifier
0,40	5,12	0,1803	0,33	0,57	2,92	0,040	0,180	0,33	0,66	3,38	Vérifier
0,42	5,38	0,1895	0,36	0,58	3,10	0,042	0,189	0,34	0,67	3,61	Vérifier
0,47	6,07	0,2152	0,28	0,60	3,67	0,047	0,215	0,36	0,69	4,19	Vérifier
0,31	4,04	0,1431	0,29	0,52	2,11	0,031	0,143	0,27	0,61	2,46	Vérifier
0,35	4,54	0,1608	0,35	0,54	2,47	0,035	0,161	0,3	0,64	2,90	Vérifier
0,44	5,66	0,2008	0,32	0,59	3,33	0,044	0,201	0,35	0,68	3,85	Vérifier
0,37	4,79	0,1686	0,34	0,56	2,67	0,037	0,169	0,31	0,65	3,11	Vérifier
0,43	5,48	0,1929	0,46	0,58	3,17	0,043	0,193	0,33	0,67	3,67	Vérifier
0,56	7,20	0,2534	0,33	0,68	4,90	0,056	0,253	0,47	0,75	5,40	Vérifier
0,41	5,21	0,1835	0,47	0,57	2,99	0,041	0,184	0,33	0,66	3,44	Vérifier
0,57	7,34	0,2585	0,26	0,68	5,02	0,057	0,258	0,47	0,75	5,51	Vérifier
0,29	3,76	0,1323	0,26	0,51	1,92	0,029	0,132	0,26	0,6	2,25	Vérifier
0,30	3,81	0,1340	0,26	0,51	1,95	0,030	0,134	0,26	0,6	2,28	Vérifier
0,30	3,89	0,1368	0,26	0,52	2,00	0,030	0,137	0,27	0,61	2,37	Vérifier
0,31	3,99	0,1406	0,34	0,52	2,08	0,031	0,141	0,28	0,62	2,48	Vérifier
0,44	5,64	0,1985	0,26	0,59	3,30	0,044	0,199	0,35	0,68	3,83	Vérifier

0,29	3,70	0,1301	0,28	0,51	1,88	0,029	0,130	0,25	0,59	2,18	Vérifier
0,32	4,08	0,1435	0,21	0,52	2,13	0,032	0,144	0,28	0,62	2,53	Vérifier
0,22	2,86	0,1006		0,47	1,35	0,022	0,101	0,22	0,56	1,60	Vérifier

