الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR HYDRAULICS

"The MujahidAbdellah ARBAOUI"

المدرسة الوطنية العليا للري

"المجاهد عبد الله عرباوي"

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

THEME :

Etude du système d'assainissement de la zone de Khodem (W.Blida)

Présenté par :

Achit Henni Nahida

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Salah Boualem	Professeur	Président
Ali Seghir Djamel	M.C.A	Examinateur
Benchiheb Nedjoua	M.C.B	Examinateur
Bellabas Charifi Salima	M.C.B	Promoteur

Session Septembre 2024

Dédicace

À mes parents,

Maman et Papa, pour votre amour inconditionnel et votre soutien sans faille tout au long de mon parcours. Vous avez toujours cru en moi et m'avez encouragé à poursuivre mes rêves, même dans les moments les plus difficiles. Je vous serai éternellement reconnaissant(e) pour les valeurs que vous m'avez transmises et pour avoir fait de moi la personne que je suis aujourd'hui. Ce mémoire est le fruit de vos sacrifices et de votre investissement.

À ma petite sœur, ma complice de toujours, qui a partagé mes joies et mes peines. Merci d'avoir été là pour moi, de m'avoir remonté le moral quand j'en avais besoin et d'avoir toujours cru en moi. Ton humour et ta bonne humeur ont illuminé mon quotidien et m'ont aidé à traverser cette aventure.

À mes amis, (Wafa, Chourouk, Sanae, Ahlem, Lamisse) pour les moments de rire, de soutien et de folie partagées. Vous avez rendu cette aventure encore plus mémorable et avez été là pour moi dans les bons comme dans les mauvais jours. Nos souvenirs resteront à jamais gravés dans mon cœur.

À tous ceux qui ont croisé mon chemin, pour les leçons apprises et les expériences partagées. Ce mémoire est le fruit de nos efforts collectifs et de toutes les rencontres qui ont façonné la personne que je suis aujourd'hui.

À mon cher ami Imad Eddine, pour ton soutien indéfectible et ta présence constante à mes côtés, je te dédie cette mémoire. Tu as été là dans les moments de doute, prêt à m'encourager et à me rappeler que chaque effort en valait la peine.

À mon partenaire, Depuis, tu es à mes côtés, dans les moments de joie comme dans les moments de doute. Ton soutien inconditionnel, tes mots d'encouragement m'ont portés jusqu'ici. Ce mémoire, je te le dédie. Merci d'avoir cru en mes rêves autant que j'ai cru aux tiens.

À mes amis (Issaad et Aimene), Merci pour votre soutien indéfectible, vos rires contagieux et votre présence réconfortante. Vous avez rendu ce parcours inoubliable

Remerciement

Avant tout, je tiens à rendre grâce à Dieu, le Tout-Puissant, pour sa guidance et sa bénédiction tout au long de mon parcours. Merci pour la force, la sagesse et la persévérance que vous m'avez accordées pour mener à bien ce projet.

Tout d'abord, je remercie chaleureusement mes professeurs, pour leurs conseils précieux et leur soutien tout au long de mon parcours académique. Votre passion pour votre matière a éveillé en moi l'envie d'apprendre et de me dépasser.

Je souhaite également remercier ma promotrice de mémoire, Mme Bellabas Charifi.S, pour sa disponibilité, sa patience et ses retours constructifs. Votre expertise et votre accompagnement m'ont été d'une aide inestimable dans la réalisation de ce travail.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude aux membres de mon jury, pour avoir pris le temps d'évaluer mon travail et pour leurs retours constructifs. Votre expertise et vos conseils précieux ont été d'une grande aide dans l'élaboration de cette mémoire. Je vous remercie pour vos observations pertinentes qui m'ont permis d'approfondir ma réflexion et d'améliorer la qualité de mon travail.

Je n'oublie pas ma famille, qui m'a toujours soutenue et encouragée dans mes études. Merci pour votre amour inconditionnel et votre confiance en moi.

Enfin, Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de cette mémoire.

ملخص

حاليا، يتوفر بتجمع خدام (ولاية البليدة) شبكة إخلاء لا تلبي احتياجات إخلاء النفايات السائلة. علاوة على ذلك، فإن هذه الشبكة في حالة سيئة وبعض الأقسام ذات أبعاد سيئة في هذه المذكرة لنهاية الدروس، قمنا بإجراء دراسة تهدف إلى تجهيز هذه المدينة بنظام صرف صحي أكيد ومناسب للسماح بإخلاء النفايات السائلة من هذه المدينة

الكلمات الافتتاحية : نظام صرف صحي، النفايات السائلة، شبكة، نظام الاخلاء

Résumé

Actuellement, l'agglomération de Khodem (W.Blida) dispose d'un réseau d'évacuation qui ne satisfait pas les besoins en termes d'évacuation des effluents. Par ailleurs, ce réseau est en mauvais état et certains tronçons sont mal dimensionnés. Dans cette étude, nous avons mené une étude visant à équiper cette ville d'un système d'assainissement fiable et approprié afin de permettre l'évacuation des effluents de cette ville.

Mots clé : réseau, évacuation, effluents, système d'assainissement

Abstract

Currently, the agglomeration of Khodem (W.Blida) has a drainage network that does not meet the needs in terms of effluent evacuation. Furthermore, this network is in poor condition and some sections are poorly sized. In this study, we conducted a study aimed at equipping this city with a reliable and appropriate sanitation system in order to allow the evacuation of effluents from this city.

Key words : network, evacuation, effluents, sanitation system

Sommaire

Introduction Générale 3

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Introduction 3

I.1. Situation géographique 3

I.2. Situation climatique 4

I.2.1. Le Climat 4

I.2.2. La température 4

I.2.3. La pluviométrie 4

I.2.4. L'humidité 5

I.2.5. Le vent 5

I.3. Situation géologique 5

I.3.1. Geologie 5

I.3.2. Hydrogéologie 5

I.3.3. Sismicité 6

I.4. Situation hydraulique 6

I.4.1. Le réseau d'assainissement 6

I.4.2. Réseau d'eau potable 7

Conclusion 7

CHAPITRE II : Etude Hydrologique

Introduction 9

II.1. Choix de période de retour 10

II.2. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation 10

II.2.1. Analyse des données pluviométriques et le choix du type de loi d'ajustement 11

II.2.2. Calcul de la valeur de l'intensité a une période de retour donnée 18
Conclusion 20

CHAPITRE III : Calcul de base

Introduction 22
III.1. Les systèmes d'évacuation 22
III.1.1. Définition d'un système d'évacuation 22
III.1.2. Les systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales 22
III.1.3. Choix du système d'assainissement 27
III.2. Les schémas d'évacuation 27
III.2.1. Le schéma perpendiculaire 27
III.2.2. Schéma d'équipement par déplacement latéral 27
III.2.3. Schéma d'équipement radial 28
III.2.4. Schéma par zones étagées 28
III.2.5. Choix du schéma d'évacuation 28
III.3. Découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires 28
III.4. Évaluation de la population 29
III.5. Evaluation du coefficient de ruissellement 30
III.6. Calcul de la population de chaque surface élémentaire 32
III.6.1 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total 32
III.6.2 Calcul de la densité partielle 32
III.6.3 Calcul du nombre d'habitants de chaque surface élémentaire 33
Conclusion 33

CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer

Introduction 35
IV.1. Évaluation des débits d'eaux usées 35
IV.1.1. Nature des eaux usées à évacuer 35
IV.1.2. Évaluation des débits des eaux pluviales 41

Conclusion 46

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Introduction 48

V.1. Conception du réseau 48

V.2. Conditions d'écoulement et de dimensionnement 49

V.3. Mode de calcul 49

V.3.1. Débit 49

V.3.2. Pente 50

V.3.3. Diamètre 50

V.3.4. Vitesse 51

V.4. Résultats du dimensionnement (Annexe 04) 52

Conclusion 52

CHAPITRE VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU

Introduction 54

VII.1. Les ouvrages principaux 54

VII.2. Les canalisations 54

VII.2.1. Types de canalisations 54

VII.2.2. Critères de sélection du matériau de la canalisation 56

VII.2.4. Protection des conduites 56

VII.2.5. Les tests des conduites préfabriquées 57

VI.3. Les ouvrages annexes : 58

VI.3.1. Ouvrages normaux 58

VI.3.2. Ouvrages spéciaux 60

VI.3.3. Dimensionnement des déversoirs d'orage 62

VI.3.3.1. Mode de calcul 62

Conclusion 65

CHAPITRE VII : Organisation de chantier et devis

Introduction 67

VII.1. Informations sur les réseaux publics existants 67

VII.2. Exécution des travaux 67

VII.2.1. Vérification de la manutention des conduites. 68

VII.2.2. Décapage de la couche de terre végétale 68

VII.2.3. Emplacement des jalons des piquets (piquetage) 68

VII.2.4. Exécutions des tranchées et des fouilles pour les regards 68

VII.2.5. Aménagement du lit de pose 70

VII.2.6. Mise en place des conduites 71

VII.2.7. Assemblage des conduites 72

VII.2.8. Essaie d'étanchéité pour les conduites et les joints 72

VII.2.9. Construction des regards et des boites de branchement 72

VII.2.10. Exécution des ouvrages spéciaux 73

VII.2.11. Remblaiement et compactage de la tranchée 74

VII.3. Devis quantitatif et estimatif 74

VII.3.1. Détermination des différents volumes 74

Conclusion 78

Conclusion générale 79

Bibliographie 81

Liste des figures

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Figure I. 01: Présentation de l'aire de l'étude 4
Figure I. 02: Carte de zonage sismique de nord d'Algérie 6

CHAPITRE II : Etude Hydrologique

Figure II. 01 : Ajustement à la loi de Gumbel 15
Figure II. 02 : Ajustement à la loi de log normale. 17
Figure II. 03 : Comparaison entre les deux graphes d'ajustement de la série à l'aide du logiciel 18

CHAPITRE III : Calcul de base

Figure III. 01 : fonctionnement d'un réseau unitaire 23
Figure III. 02 : fonctionnement d'un réseau séparatif 24
Figure III. 03 : système pseudo-séparatif 26
Figure III. 04 : schéma d'écoulement perpendiculaire 27
Figure III. 05 : schéma par déplacement latéral 27
Figure III. 06 : schéma radial 28
Figure III. 07 : schéma du collecteur par zone étagée 28

CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer

Figure IV. 01 : Principe schématique de détermination du coefficient réducteur d'intensité .. 43

CHAPITRE VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU

Figure VI.01 : Conduites en béton non armé 55
Figure VI.02 : Conduites en béton armé 55
Figure VI.03 : Les bouches d'égout 59
Figure VI.04 : Schéma de principe du déversoir d'orage 61

CHAPITRE VII : Organisation de chantier et devis

Figure VII.01: Bulldozer 68
Figure VII.02 : coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite 70
Figure VII.03 : schéma de Pose du lit de sable 71
Figure VII.04 : Pose de la canalisation sur terrain. 71

Figure VII.05 : Assemblage des conduites 72
Figure VII.06 : Regard au cours de réalisation 73

Liste des tableaux

CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I. 01 : température moyenne mensuelles 4
Tableau I. 02 : présentation des moyennes mensuelles des précipitations (1993-2021) 5
Tableau I.03: Répartition mensuelle de la vitesse des vents 5

CHAPITRE II : Etude Hydrologique

Tableau II. 01 : identification de la station pluviométrique de Soumaa. 11
Tableau II. 02 : precipitaion maximales journailieres pour la station de soumaa 12
Tableau II. 03 : les caractéristique empiriques de l'échantillon 13
Tableau II. 04 : Résultat de l'ajustement à la loi Gumbel (Hyfran). 15
Tableau II. 05 : Résultat de l'ajustement à la loi de log normale(Hyfran). 16
Tableau II. 06 : Résultat de Khi 2 théorique et calculé pour les deux lois. 18
Tableau II. 07 : les paramètres de la loi de Gumbel 19

CHAPITRE III : Calcul de base

Tableau III. 01 : les surfaces de sous-bassins 29
Tableau III. 02 : Répartition de la population de la commune de Chebli 30
Tableau III. 03 : évolution de la population à l'horizon de calcul 30
Tableau III. 04 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon le type d'utilisation du sol (Satin et al ,2006) 30
Tableau III. 05 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon la catégorie d'urbanisation (Water Environment Federation, 1970) 31
Tableau III. 06 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon la densité de population (Water Environment Federation, 1970) 31
Tableau III. 07 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon les caractéristique des surfaces (b. Salah,2014) 31
Tableau III. 08 : coefficient de ruissellement, la densité partielle et la population pour chaque surface élémentaire 33

CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer

Tableau IV. 01 : estimation des debits des eaux usées domestiques moyennes 37

Tableau IV. 02 : Estimation des débits des eaux usées du service public 37
Tableau IV. 03 : Estimation des débits des eaux industrielles 39
Tableau IV. 04 : Estimation des débits d'eaux parasite. 40
Tableau IV. 05 : Estimation des débits d'eaux usées. 40
Tableau IV. 06 : Valeurs de coefficient réducteur d'intensité α 43
Tableau IV. 07 : Valeurs de coefficient réducteur d'intensité α de chaque surface élémentaire 44
Tableau IV. 08 : Estimation des débits pluviales 45
Tableau IV. 09 : les débits totaux de chaque surface élémentaire 46

CHAPITRE VII : Organisation de chantier et devis

Tableau VII. 01 : coefficients de foisonnement pour différente nature de sol 76
Tableau VII. 02 : résultats de calcul de devis 77

Liste des planches

Planche 01 : plan de masse de l'agglomération de Khodem

Planche 02 : plan de masse avec le réseau projeté d'assainissement

Planche 03 : profil en long des collecteurs principaux

Planche 04 : les ouvrages annexes

Liste des annexes

Annexe 01: Table de distribution de χ^2 (loi de K.Pearson).

Annexe 02: Réseau pluviaux en système unitaire ou séparatif (canalisations circulaires).

Annexe 03: coefficient de Manning Strickler.

Annexe 04: Dimensionnement des collecteurs

INTRODUCTION GENERALE

Aujourd'hui, la pollution s'intensifie, le littoral algérien risque d'un grand problème de pollution, car les eaux usées domestiques et industrielles sont rejeté directement dans la mer. L'oued est devenue une décharge à ciel ouvert lorsque des centaines de collecteurs d'eaux usées non traitées se déversent dans la grande bleue. L'une de ces situations est la ville de Khodem (W.Blida) qui se situe dans la commune de Chebli. L'urbanisation et l'industrialisation, ainsi que l'évolution des modes de consommation, ont entraîné une évolution significative des rejets d'eaux usées, tant en termes de quantité que de qualité. Lorsque les eaux usées ne sont pas traitées, les cours d'eau sont dépassés dans leur capacité naturelle d'épuration et se retrouvent pollués.

De nos jours, l'assainissement est essentiel pour les communes. Cela implique la mise en place d'un système d'assainissement qui permet de contrôler le réseau existant et de recommander des travaux pour optimiser son fonctionnement à moyen et long terme.

L'assainissement vise à atteindre divers objectifs :

- Assurer une évacuation optimale des eaux usées et des eaux pluviales pour des raisons sanitaires.
- Réduire la fréquence des inondations.

Il offre la possibilité de dresser un bilan global de la situation actuelle et future du territoire en fonction de la capacité du milieu de réception. C'est aussi l'opportunité de réfléchir au type d'assainissement (collectif ou nom) à instaurer en fonction des secteurs. Il s'agit également d'une manière d'évaluer la politique d'assainissement actuelle et de la réorienter en fonction des priorités nécessaires, ainsi que d'adapter les règles de gestion adéquates (surveillances, contrôles de branchement, surveillance réseau automatique, etc.).

La ville de Khodem a connu une croissance significative, tout le réseau d'assainissement rejette les eaux usées vers l'oued sans aucun traitement, ce qui entraîne des dommages considérables à l'environnement. Face à cette situation, la ville de Khodem a présenté le projet d'étude du système d'assainissement afin d'assainir la commune conformément aux normes techniques en vigueur et d'unifier les rejets afin de rediriger les eaux usées directement vers la station d'épuration prévue.

CHAPITRE I :

Présentation de la zone d'étude

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Introduction

Avant de commencer un projet d'assainissement, il est important de prendre en compte les caractéristiques de la ville. Il est essentiel de collecter des données avec précision et prudence afin de déterminer correctement les caractéristiques physiques du lieu ainsi que les facteurs qui influencent la conception de ce projet.

En effet, chaque site a ses particularités, c'est-à-dire les informations :

- Naturelles du site.
- Liées à l'agglomération et à son évolution Futur.
- Spécifiques à l'assainissement déjà en place.

Ce chapitre vise à présenter la commune de Khodem (W.Blida) et ses agglomérations, en mettant en évidence leur situation géographique, hydraulique et climatique.

I.1. Situation géographique

L'aire de l'étude s'agit d'un centre urbain nommé Khodem (W.Blida). Le site se situe à l'Ouest du chef-lieu de la commune de Chebli à environs **02 km**. Et à l'Est de la ville de Boufarik à environs **11 km**.

La localité de Khodem est délimitée :

- ✓ Au Nord par la Ouled Chebel.
- ✓ Au Sud par la commune de Bouinan.
- ✓ A l'Est par la commune de Boufarik.
- ✓ A l'Ouest la commune de Chebli.



Figure I. 01: Présentation de l'aire de l'étude (Google earth, 2024)

I.2. Situation climatique

I.2.1. Le Climat

La situation géographique de Khodem (W.Blida) entraîne une double influence de la mer et de la montagne, ce qui entraîne presque les mêmes variations que les zones côtières.

Le climat est principalement méditerranéen, avec une saison hivernale humide et froide, et une saison estivale sèche et chaude.

I.2.2. La température

La moyenne des températures oscille entre 5°C en janvier et 33 °C en août.

Tableau I. 01 : température moyenne mensuelles

T °C	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T_{min}	5.8	7.6	9,4	10,6	13,4	17.3	19,2	20,4	19,1	14,6	11,7	6,8
T_{max}	15.6	17.2	19.6	21,2	25,3	28,8	32,1	33,3	30,5	25,3	20,5	17,6
T_{moy}	10,7	12,4	14,5	15,9	19,4	23	25,7	26,9	24,8	20	16,1	12,2

Source : ANRH Blida

I.2.3. La pluviométrie

Le facteur climatologique essentiel reste la pluviométrie, il constitue à lui seul un grand volume d'informations. L'étude des précipitations vise plusieurs objectifs et notamment : l'évaluation des moyens pluviométriques inters-annuel pour apprécier les potentialités en eau de la zone d'étude, le régime des précipitations pour la programmation des travaux agricoles et autres travaux publics et de la construction, l'évaluation des pluies maximales journalières et leurs caractéristiques pour le dimensionnement de réseau d'assainissement.

En analysant les données recueillies à la station de SOUMAA, on remarque que les précipitations sont souvent irrégulières et peuvent se manifester sous forme de fortes averses. Afin d'approfondir cette observation, le tableau I-2 présente les moyennes mensuelles des précipitations sur une période de 28 ans, couvrant la période de 1993 à 2021.

Tableau I. 02 : présentation des moyennes mensuelles des précipitations (1993-2021) .

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Annuelle
Pmoy (mm)	16.8	29.2	34	27.5	30	24.6	24.3	25.2	25.7	5.5	1.0	6.0	249.7

Source:ANRH BLIDA ,2024

I.2.4. L'humidité

En ce qui concerne la ville de Khodem (W.Blida), l'ANRH de Blida estime que l'humidité relative de l'air oscille entre 77 % et 80 %. C'est une proportion importante.

I.2.5. Le vent

Le tableau I.03 présente une variation irrégulière de la répartition mensuelle du vent d'un mois à l'autre.

Tableau I.03: Répartition mensuelle de la vitesse des vents

Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
V(Km/h)	10,1	12,5	11,5	11,9	11,9	10,9	10,5	10,7	10,5	11,5	11,2	13,3

Source : DRE Blida (2024)

En général, les vents sont accompagnés d'orage et de précipitations. La vitesse moyenne annuelle du vent est de 11,38 km/h, ce qui signifie qu'ils ne sont pas suffisamment puissants.

Les vents dominants humides sont souvent : Ouest Nord-ouest, d'octobre à mai ; Est Sud-est, de juin à septembre.

I.3. Situation géologique

I.3.1. Geologie

Le sol est étudié par la géologie, qui définit le type de tranchées et les engins à utiliser. Les faciès géologiques du périmètre d'étude sont constitués d'une couche épaisse de sédiments alluvionnaires, quaternaires d'alluvions des terrasses basses et des terrasses de vallées, avec la partie sud occupée par des montagnes dont la composition géologique varie : roches argileuses, marneuses.

I.3.2. Hydrogéologie

Du point de vue hydrogéologique, les formations plio-quaternaires (graviers, galets, sables et les limons sableux) constituent l'essentiel réservoir aquifère de cette nappe alluviale.

Le niveau statique de la nappe au niveau de la zone d'étude ne dépasse pas 40m d'après la carte piézométrique [source ANRH- Blida] et l'écoulement se fait de Sud vers le Nord.

L'alimentation de la nappe se produit directement par les précipitations et les infiltrations efficaces.

I.3.3. Sismicité

La région étudiée se trouve au-dessus de la faille tectonique qui sépare le continent africain du continent européen et présente une instabilité géologique. D'après le Centre national de recherche appliquée en génie parasismique (CGS), elle fait partie de la zone II-b de sismicité moyenne avec une période de retour de 30 à 40 ans. Les régions sismiques du nord d'Algérie sont illustrées dans la figure ci-dessous :

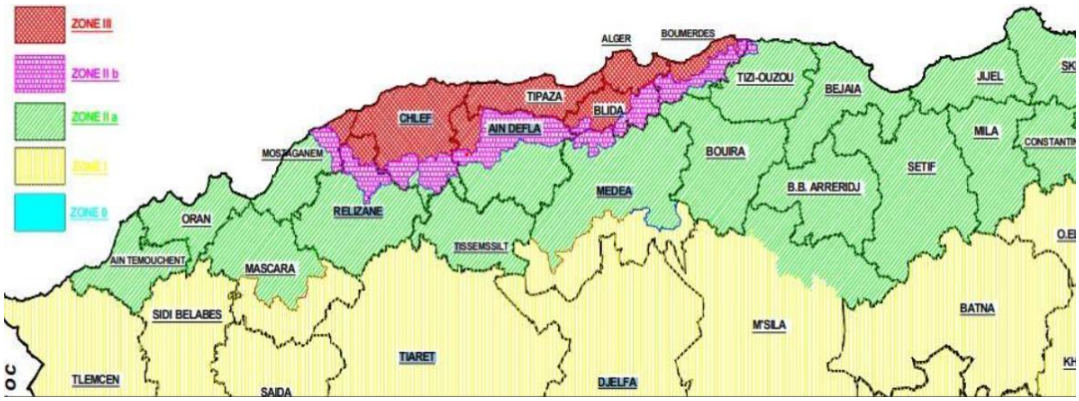


Figure I. 02: Carte de zonage sismique de nord d'Algérie (https://slideplayer.fr)

I.4. Situation hydraulique

I.4.1. Le réseau d'assainissement

Selon les informations collectées à la DRE de Blida, nous pouvons en déduire ce qui suit:

- Le réseau d'assainissement actuel est composé d'un système d'assainissement unitaire composé de canalisations en Béton et en Polychlorure de Vinyle (P.V.C) de forme circulaire, avec des diamètres standardisés de 300 mm, 315 mm et 400 mm. Ces canalisations sont reliées par des regards d'égouts rectangulaires en bêton armé.
- Il convient de noter que ce système d'assainissement ne comprend pas d'ouvrages de déversement, de relevage et de réseau de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement.
- La présence de collecteurs d'assainissement installés sur des terrains privés (Exploitation insuffisante).

- Il existe des logements qui ne sont pas connectés au réseau d'assainissement.
- Logements construits à proximité de collecteurs d'assainissement (Risques pour les logements).
- Déversement d'eau usée à ciel ouvert dans un tronçon de collecteurs d'assainissement obstrués.
- Eaux pluviales non recueillies.
- Le réseau est entièrement obsolète. Il convient de souligner que le réseau nécessite une rénovation complète.

I.4.2. Réseau d'eau potable

Il existe déjà un réseau d'alimentation en eau potable sur place qui a une dotation de 150 l/J/Hab.

Conclusion

Dans cette section, nous avons établi les informations requises sur notre agglomération en ce qui concerne sa géologie, sa climatologie et sa situation hydraulique. Nous utiliserons ces données comme fondement pour élaborer le projet visant à étudier l'assainissement de cette agglomération.

CHAPITRE II

Etude Hydrologique

CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE

Introduction

On peut définir l'hydrologie de manière succincte comme la discipline qui examine le cycle de l'eau dans la nature et son évolution à la surface de la terre et dans le sol. L'hydrologie appliquée se concentre sur les précipitations, sur la présence et le déplacement des eaux gelées, stagnantes ou courantes (à la surface ou en sous-sol) et sur l'évaporabilité.

L'hydrologie permet à l'ingénieur d'utiliser des outils d'inventaire et d'analyse des données afin de satisfaire des besoins d'aménagement, que ce soit pour la conception des éléments ou pour l'exploitation des systèmes.

L'objectif de l'estimation des débits des eaux pluviales est de pouvoir évaluer la taille du réseau d'assainissement et des infrastructures connexes (station d'épuration, déversoir d'orage, bassin de retenue, bassin piège...) ainsi que les conditions de fonctionnement dans le temps.

L'objectif principal des réseaux d'assainissement est de préserver la ville des inondations, ce qui signifie que leur conception doit prendre en considération le risque de surcapacité des installations. En effet, étant donné que la taille de ces derniers est directement liée à la pluviométrie, qui est très aléatoire, la protection offerte par les infrastructures d'assainissement ne peut être que partielle. Il est donc nécessaire de les élaborer en fonction d'un risque spécifique appelé période de retour de faille.

L'objectif de cette étude hydrologique est de déterminer l'intensité des précipitations avec laquelle notre réseau sera dimensionné.

Dans cette situation, certains paramètres doivent être définis, à savoir :

- Les petites précipitations : Les petites précipitations se distinguent généralement par des précipitations qui se situent entre les averses orageuses et les bruines, avec une hauteur d'eau très faible et sans ruissellement. C'est la caractéristique principale des petites précipitations.
- Les précipitations : Ces précipitations sont formées par toutes les précipitations provenant d'une même perturbation météorologique ; leur durée peut varier de quelques minutes à plusieurs dizaines d'heures. Ces averses se distinguent par leur intensité élevée et leur ruissellement considérable.

Les orages sont les averses les plus dangereuses, car ils sont caractérisés par une pluie intense dans un court laps de temps, ce qui entraîne un ruissellement important et rapide d'une eau généralement très chargée.

II.1. Choix de période de retour

Le temps de retour est déterminé en fonction du temps requis pour qu'une averse d'une intensité donnée se produise. Ce calcul est le résultat d'une étude technico-économique visant à concilier les dépenses liées à la construction du réseau d'assainissement avec les dépenses liées à son entretien. Si les projets d'assainissement sont réalisés dans des zones fortement urbanisées, le concepteur tient compte de la taille des collecteurs principaux pour évaluer les débits maximums en utilisant des périodes de retour de 20 à 50 ans. En Algérie, on utilise généralement une période de retour de dix ans (T=10 ans) pour effectuer de tels calculs.

II.2. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation

Lors de la conception des réseaux d'assainissement, des systèmes de drainage et des dispositifs de protection contre l'érosion, il est essentiel d'évaluer cette intensité moyenne maximum. En cas d'intensité équivalente, les pluies qui génèrent le débit maximal en un endroit donné du réseau d'écoulement sont celles dont la durée de précipitation est au moins égale au temps nécessaire à l'eau pour atteindre ce point, c'est-à-dire le temps de concentration. Il sera nécessaire pour l'ingénieur responsable d'un projet d'assainissement d'évaluer l'intensité moyenne maximale qui s'applique à un intervalle de temps Δt, à différents points du réseau, et qui sera atteint ou dépassé une fois en 10, 20 ou 50 ans.

Ainsi, lors de l'analyse des averses, il est nécessaire de calculer les intensités moyennes maximales pour différentes valeurs échelonnées de l'intervalle de référence Δt.

La moyenne d'intensité est calculée en fonction de la quantité d'eau tombée pendant une période donnée :

$$Soit : \qquad \mathbf{I}_{\boldsymbol{moy\ maximale}} = \frac{\Delta \boldsymbol{h}}{\Delta \boldsymbol{t}} \qquad (\mathbf{II.1})$$

Afin d'évaluer l'intensité des précipitations, il est essentiel de suivre plusieurs étapes :

- Étudier les données de précipitations et choisir la loi statistique adéquate afin d'adapter nos résultats.
- Évaluer les paramètres de la loi sélectionnée en utilisant les informations disponibles.

- Enfin, calculer l'intensité moyenne des précipitations en utilisant les résultats de l'analyse statistique.

II.2.1. Analyse des données pluviométriques et le choix du type de loi d'ajustement

II.2.1.1. Analyse statistiques des données pluviométriques

Pour étudier les précipitations en assainissement, il est nécessaire d'avoir une série contenant les précipitations maximales quotidiennes sur une période maximale.

Les cordonnées en degrés décimal longitude / latitude sont :

N 36.514051 E 2.917557

Tableau II. 01 : identification de la station pluviométrique de Soumaa.

Station	Code	X (Km)	Y(Km)	Z(m)	période d'obs
Station SOUMAA	021234	517.45	355.9	177	1993-2021

Dans le cadre de l'analyse statistique des données pluviométriques, il est nécessaire d'évaluer les caractéristiques empiriques d'un échantillon de données qui couvre 28 années d'observations mensuelles de précipitations ainsi que les maximes journalières. Le tableau II-2 présente les informations concernant les précipitations quotidiennes maximales.

Tableau II. 02 : precipitaion maximales journailieres pour la station de soumaa

Années	Sep	Oct	nev	dec	jan	fev	Mars	avr	mai	juin	juil	aout	P_{jMax}
1993	28,5	28,3	43,8	10,5	68,6	26,6	1,4	20,1	1,2	0	0	0	68,6
1994	37,4	39,8	24,4	22,4	45,4	53,3	44,7	8,4	0	13	0	24,5	53,3
1995	14,5	11,7	24,4	20,3	40	53,3	24,1	94,4	11,1	1,9	1,6	0,8	94,4
1996	25,6	53,1	5,4	15,5	13,5	17,1	7,6	21,3	10,4	1,6	1,9	12,9	53,1
1997	32,5	68,5	64,3	39,4	27,6	20,1	16,4	31,3	57,7	0,8	0	11,9	68,5
1998	9,9	9,3	29,5	24,2	30,3	33,7	26,9	5,6	1,3	1,1	0	0,3	33,7
1999	14,6	3,3	32,1	39,5	5,2	6,1	12,4	14,9	28	0	0	4,2	39,5
2000	7,9	38	32,4	27,7	39,2	16	0,5	15,5	5,5	0,5	0	0	39,2
2001	16,2	7,6	35,3	27,9	21	14,6	23,5	16,2	20,3	0,7	12	10,5	35,3
2002	18,8	18	58,2	37,1	24,5	60,5	12,3	26,3	21,1	0,3	0,8	1,8	60,5
2003	20,4	9,2	28,2	30	40,9	21,4	28,5	30,6	63,4	2,5	5	2,5	63,4
2004	7,6	27,8	54,1	44	32,8	27,2	30,6	25,6	4,8	1,9	0	1,6	54,1
2005	37,9	27,3	24	34,2	24,7	32,4	9,9	3,2	89,5	0	0	1,6	89,5
2006	19,4	9,4	39,2	36,1	5,1	15,5	37,7	20,4	5,1	11,3	2,3	10	39,2
2007	34,5	33,5	49,1	16	13	9,2	22,5	14	26,8	2,8	2,1	1,4	49,1
2008	24,3	72	30,4	30,9	32,1	5,9	16,3	16,3	13,9	0,3	1,4	1,1	72
2009	30,7	6,5	23,7	31,5	26,6	33,8	41	15,4	17,9	18,7	0	23,4	41
2010	3	26,5	23,5	32,5	23,7	49,4	12,4	28	33,5	9,5	0	1	49,4
2011	5	38	28,5	22,3	19,4	53,1	45	68,6	13,1	0	0	24	68,6
2012	6	12,5	41	9,3	32	32,5	17	51,3	108	1	0,4	16,5	108
2013	9,5	14	30	21,5	27	20	50	2	8	35,5	0	0	50
2014	28	23,5	19,5	47	35	15,5	36	0	9,5	7,5	0	0	47
2015	14,5	32,7	23,8	0	48,5	23,5	37	27,5	11,5	0	1,5	0	48,5
2016	6,5	4,9	16	55	60	12	43,5	6,8	1,5	3,8	0	23	60
2017	22,5	25,5	33	21	16	27	18	81	33	44	0	0	81
2018	10,5	49	36,5	71	43	12	14	20	16,5	1	0	5,7	71
2019	25	12	48	13,3	9,5	0	27,5	24,3	63	6	0	6	63
2020	2	19,5	10	21,8	14,5	8,3	23,5	22	13,8	5	0,5	1	23,5
2021	7	14,5	73	31,5	9,5	28	21,4	31	25,6	0,8	0	1,8	73

Source : [ANRH Blida]

II.2.1.2.1. Les caractéristiques empiriques

- La somme des précipitations maximales journalières durant 30 ans d'observation

$$\sum_{i=1}^{N} X_i = 1697{,}4\ mm \qquad (\mathbf{II.2})$$

X_i : Précipitation maximale journalière de l'année i

- La moyenne des précipitations maximales journalière

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N} = \frac{1697,4}{28} = 60,62\ mm \qquad (\mathbf{II.3})$$

$\bar{X}$: Moyenne des précipitations maximales journalières

X_i : Précipitation maximale journalière de l'année i

N : le nombre d'années d'observation (N = 28 ans)

- L'écart type « σ_X »

Pour N ≤ 30 on a :

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2}{N-1}} = 19,31 \qquad (\mathbf{II.4})$$

- Le coefficient de variation « C_v »

$$C_v = \frac{\sigma_X}{\bar{X}} = \frac{19,31}{60,62} = 0,319 \qquad (\mathbf{II.5})$$

Les caractéristiques de la série pluviométrique sont résumées dans le tableau II.3.

Tableau II. 03 : les caractéristique empiriques de l'échantillon

Nombres d'années d'observation	28
Valeur maximale (mm)	108
Valeur Minimale (mm)	23.5
Médiane (mm)	54.1
Moyenne (mm)	60.62
Ecart-type (mm)	19.31
Coefficient de variation	0.319

II.2.1.3. L'Ajustement statistique

Il existe de nombreuses lois d'ajustement qui ne peuvent être mis en œuvre sur un échantillon que si les conditions d'homogénéité et de stationnarité sont remplies.

Les critères de sélection d'une loi sont associés à une modification graphique initiale, puis à un test de dispersion.

En Algérie, les valeurs moyennes sont généralement représentées par la loi de Galton, tandis que les événements météorologiques exceptionnellement rares sont représentés par la lois de Gumbel. On considère que ces lois sont les plus appropriées pour décrire les propriétés des précipitations dans ce contexte précis.

Dans notre étude, nous allons utiliser les lois couramment employées telles que :

- La loi de Gumbel

- La loi de log normal.

Afin de simplifier la tâche, l'ajustement sera effectué à l'aide du logiciel « Hyfran ».

II.2.1.3.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel

On recourt fréquemment à la loi de Gumbel afin d'évaluer les valeurs extrêmes au-delà des données observées et d'évaluer les chances de dépasser des seuils critiques. Elle est couramment utilisée pour étudier les risques d'inondation, concevoir des infrastructures hydrauliques, planifier la gestion des ressources en eau et d'autres applications en hydrologie où il est nécessaire de modéliser des événements extrêmes. Deux paramètres principaux la déterminent : la localisation (μ) et l'échelle (β).

La fonction de répartition de cette loi est exprimée de la manière suivante :

$$\boldsymbol{F(x) = e^{e^{-y}}} \qquad \textbf{(II. 6)}$$

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

$$\boldsymbol{y = \frac{x - x_0}{\alpha} = -\ln\left(-\ln\left(F(x)\right)\right)} \qquad \textbf{(II. 7)}$$

Avec :

x : variable étudiée (Pmax,j);

x_0 : paramètre de position (ordonnée à l'origine).

α : Paramètre de l'échelle (α>0) appelé aussi « gradex »

Alors l'expression de quantile est :

$$\boldsymbol{X = \alpha\, y + x_0} \qquad \textbf{(II. 8)}$$

La méthode du maximum de vraisemblance permet de définir les paramètres de la loi de Gumbel lesquelles :

$$u = 49{,}0853 \qquad \alpha = 16{,}6614$$

- Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel :

Ainsi, pour cette étape, nous avons employé le logiciel Hyfran, les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II. 04 : Résultat de l'ajustement à la loi Gumbel (Hyfran).

T	Q	XT	Ecart- type	Intervalle de confiance
100.0	0.9900	126	12.8	101 - 151
50.0	0.9800	114	11.1	92.4 - 136
20.0	0.9500	98.6	8.89	81.1 - 116
10.0	0.9000	86.6	7.24	72.4 - 101
5.0	0.8000	74.1	5.61	63.1 - 85.1
3.0	0.6667	64.1	4.45	55.4 - 72.9
2.0	0.5000	55.2	3.62	48.1 - 62.3

Avec :

- ✓ q : probalité au non-dépacement .
- ✓ T :la période de retour.
- ✓ Xt : les précipitations maximales

Ainsi, pendant une période de 10 ans, la pluviométrie maximale est de 86,6 mm.

En utilisant le logiciel Hyfran, nous traçons le graphe de la loi Gumbel en utilisant les valeurs de la série.

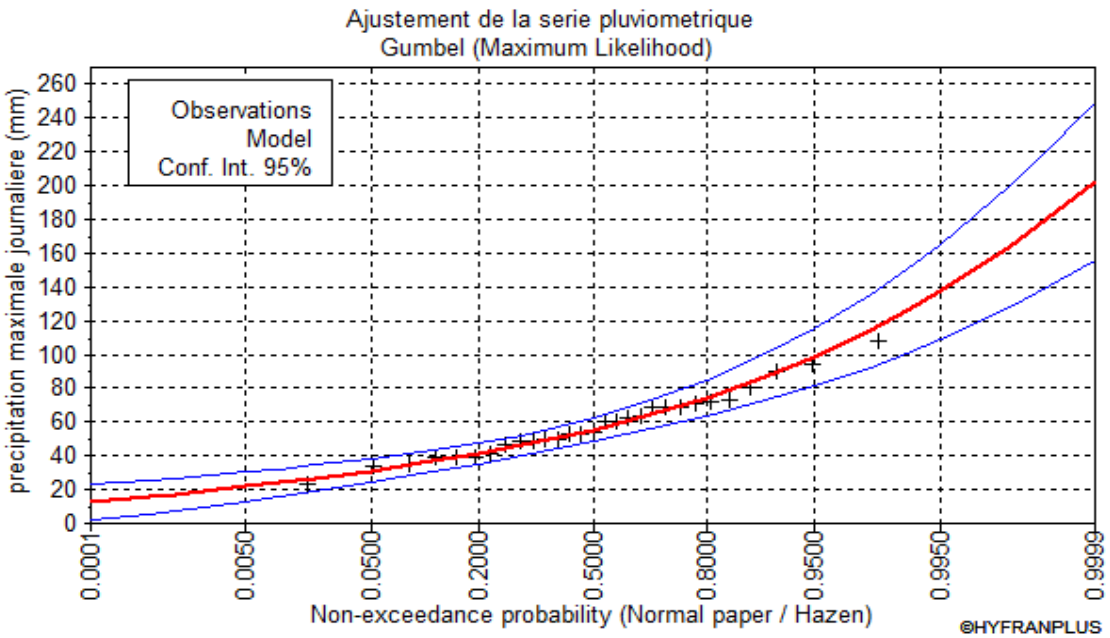


Figure II. 01 : Ajustement à la loi de Gumbel

II.2.1.3.2. Ajustement à loi de log normale

Ainsi, lors de cette étape, nous avons utilisé le logiciel Hyfran, les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau II. 05 : Résultat de l'ajustement à la loi de log normale(Hyfran).

T	q	XT	Ecart- type	Intervalle de confiance
100.0	0.9900	122	15.2	92.6 - 152
50.0	0.9800	111	12.6	86.7 - 136
20.0	0.9500	96.9	9.54	78.2 - 116
10.0	0.9000	85.6	7.39	71.1 - 100
5.0	0.8000	73.6	5.47	62.9 - 84.3
3.0	0.6667	63.9	4.25	55.6 - 72.3
2.0	0.5000	55.2	3.51	48.3 - 62.1

Avec :

- ✓ q : probalité au non-dépacement .
- ✓ T :la période de retour.
- ✓ Xt : les précipitations maximales

Ainsi, pendant une période de 10 ans, la pluviométrie maximale est de 85,6 mm.

En utilisant le logiciel Hyfran, nous traçons le graphe de la loi log normale en utilisant les valeurs de la série.

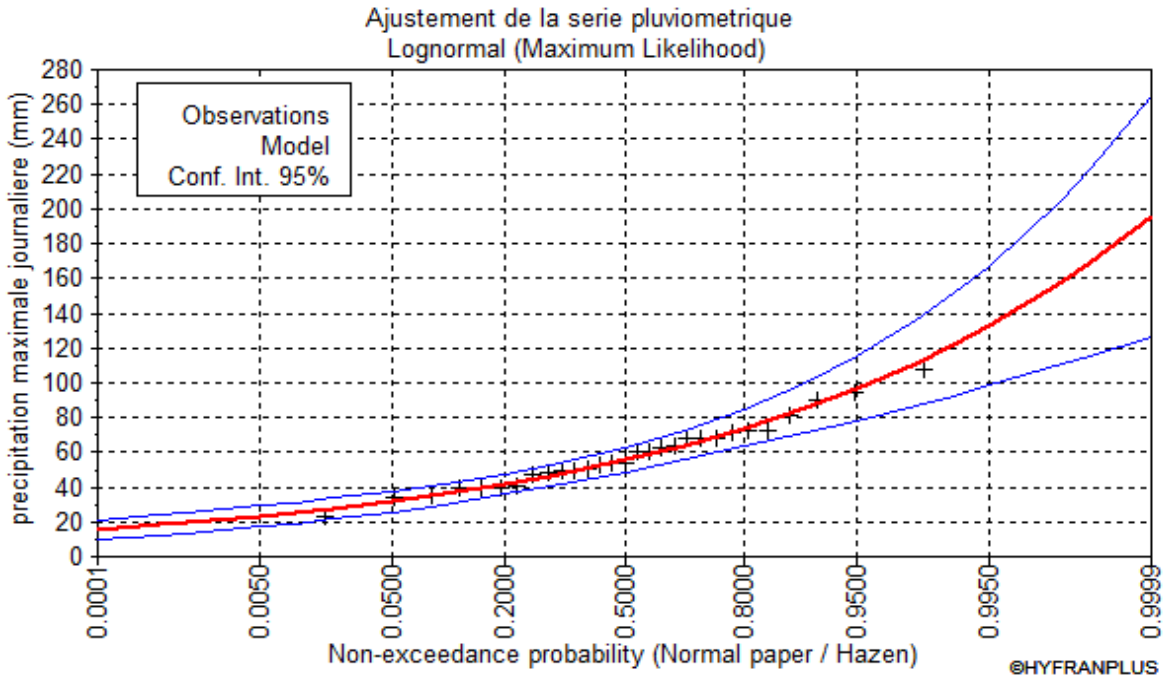


Figure II. 02 : Ajustement à la loi de log normale.

II.2.1.3.3. Test d'adéquation

D'après les graphiques, il est clair que notre série de données pluviométriques montre un ajustement satisfaisant avec les lois de Gumbel et log normale. Pour trouver la loi qui correspond le mieux à notre série, il faut effectuer un test d'adéquation du khi-deux.

Le test de Khi-carré ou de Pearson est également connu. Ce test permet de déterminer la compatibilité d'une loi statistique sur un échantillon donné de taille N en comparant les valeurs calculées et théoriques de $\chi 2$. Un seuil de signification (risque) $\alpha = 5\%$ est établi et varie en fonction du nombre de degrés de liberté de la loi. Ainsi, si $P(\chi 2)$ est supérieur à 0,05, cela signifie que l'hypothèse H0 est à l'origine de la loi testée, sinon l'hypothèse H0 n'est pas à l'origine de la loi testée.

La méthode suivante est utilisée pour calculer à la fois le khi 2 théorique et le khi 2 calculé :

- Le calcul du khi 2 est effectué à l'aide du logiciel Hyfran.
- Le calcul du khi 2 théorique est effectué à l'aide de la table de Person, qui fournit la valeur du khi 2 en fonction de la probabilité α (0.05) et du degré de liberté.

Les résultats sont exposés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II. 06 : Résultat de Khi 2 théorique et calculé pour les deux lois.

La loi	χ^2 calculé	Degré de liberté	χ^2 théorique
Gumbel	1.66	4	9.49
Log normale	1.66	4	9.49

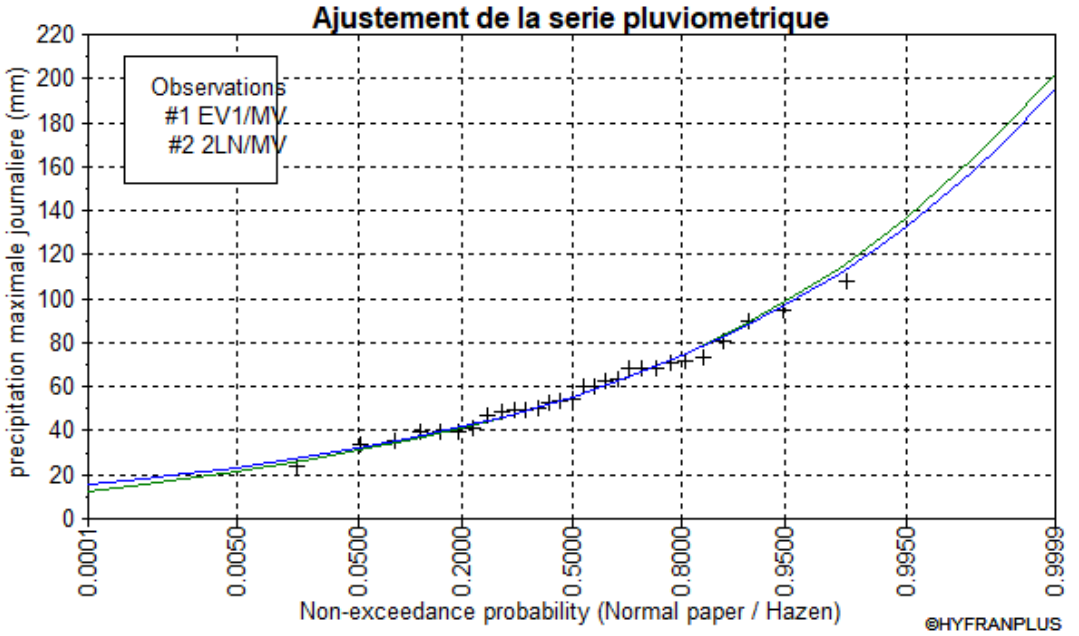


Figure II. 03 : Comparaison entre les deux graphes d'ajustement de la série à l'aide du logiciel

Les points sont très proches de la droite théorique dans les deux cas, avec une convergence assez bonne.

On peut en déduire que la loi est ajustée lorsque X2 calculé est inférieur à X2 théorique. Dans notre recherche, l'application du test khi-deux $\chi 2$ met en évidence l'adaptation des deux lois. Selon l'analyse visuelle et le test de khi-deux, nous avons obtenu l'ajustement le plus approprié pour notre situation en utilisant la loi de Gumbel.

II.2.2. Calcul de la valeur de l'intensité a une période de retour donnée

Lors des projets d'assainissement, il est essentiel de prendre en compte l'estimation des débits pluviaux. L'intensité moyenne maximale correspondant à une durée courte, par exemple t=15 minutes (0,25 heure), avec une période de retour T=10 ans, est généralement prise en compte. La motivation derrière cette approche réside dans des aspects technico-économiques et de sécurité. Les pluies de courte durée, aussi connues sous le nom d'averses, sont calculées en fonction des pluies maximales journalières selon la relation suivante :

$$\boldsymbol{Pt_{.p}\% = P_{max.j}\left(\frac{t}{24}\right)^{b}} \qquad (\mathbf{II.9})$$

Avec :

- $Pt_{.p}\%$: Petite pluie (mm) correspondant à une fréquence de dépassement spécifique (p%)
- $P_{max.j}$: La pluviométrie quotidienne maximale (mm) correspondant à une fréquence de dépassement spécifique (p%).
- t : durée de l'averse (h)
- b : Exposant climatique. D'après l'ANRH BLIDA, la valeur b est de 0.37 pour notre région d'étude.

L'utilisation de cette équation nous donne la possibilité de convertir les données de précipitations quotidiennes maximales en estimations d'intensité pour des périodes plus courtes, telles que celles de 15 minutes. Ce changement revêt une importance capitale pour la conception et la planification des systèmes d'assainissement, car il tient compte des épisodes pluvieux les plus intenses et critiques qui se produisent statistiquement une fois tous les 10 ans.

La formule de Montanari est utilisée pour calculer l'intensité moyenne « It,p% » de précipitation « Pt,p%(mm) » de courte durée « t (h) » à une fréquence de dépassement donnée « p% » :

$$\mathbf{It.p\%} = \frac{\mathbf{Pt.p\%}}{\boldsymbol{t}} \qquad (\mathbf{II.10})$$

Selon la loi de Gumbel :

Tableau II. 07 : les paramètres de la loi de Gumbel .

Période de retour	10
Fréquence	0.9000
Pmax j(mm)	86.6
Intervalle de confiance	72.4 - 101
A	16.6614
U	49.0853

Alors :

$$\boldsymbol{Pt_{.p}\%} = \boldsymbol{P_{max.j}}\left(\frac{\boldsymbol{t}}{\mathbf{24}}\right)^{\boldsymbol{b}} = 86{,}6\left(\frac{0{,}25}{24}\right)^{0{,}37} = 16mm$$

$$\mathbf{It.p\%} = \frac{\mathbf{Pt.p\%}}{\boldsymbol{t}} = \frac{16}{0{,}25} = 64mm/h$$

Conclusion

Dans ce chapitre, l'étude hydrologique nous a donné la possibilité d'évaluer l'intensité moyenne des précipitations. En utilisant la loi de Gumbel, qui se révèle être la meilleure méthode d'ajustement pour les précipitations maximales annuelles dans notre situation, nous avons observé que pour la conception optimale de notre réseau, il est recommandé de retenir la valeur donnée par la loi de Gumbel, à savoir I15min,10% = 64 mm/h. La valeur indiquée correspond à l'intensité des précipitations, qui peut être convertie en débit spécifique en utilisant la formule suivante :

$$\mathbf{I = 64 \left(\frac{10000}{3600}\right) = 177,78\ l/s/ha.}$$

CHAPITRE III

Calcul de base

CHAPITRE III : CALCUL DE BASE

Introduction

Ce chapitre a été crucial en nous orientant à travers les diverses méthodes d'évacuation. Il nous a fourni les données nécessaires pour faire des choix éclairés concernant le système et le plan d'évacuation appropriés. En outre, il nous a permis de segmenter notre zone urbaine de manière précise, ce qui est indispensable pour évaluer correctement le coefficient de ruissellement. Cette approche aidera à réduire les possibles erreurs dans nos futurs calculs hydrauliques, assurant ainsi la fiabilité de notre projet d'assainissement.

III.1. Les systèmes d'évacuation

III.1.1. Définition d'un système d'évacuation

Un système d'évacuation des eaux est un ensemble de dispositifs et de produits destinés à collecter, traiter et évacuer les déchets liquides et solides, avec pour objectif la protection de l'environnement et de la santé publique. Il existe différents types de systèmes, notamment collectifs et autonomes, et leur installation est réglementée pour garantir la sécurité et l'efficacité.

Lorsqu'on planifie un système d'assainissement pour une zone urbaine, il est essentiel de prendre en compte deux aspects fondamentaux :

- La gestion des eaux pluviales pour prévenir les inondations et protéger l'environnement
- L'assainissement non collectif pour garantir une évacuation adéquate des déchets, en respectant les normes et en choisissant les meilleures options disponibles

III.1.2. Les systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales

L'établissement du réseau d'assainissement doit répondre à deux catégories de préoccupation à savoir :

- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation d'eaux après les averses.
- Assurer l'évacuation des eaux usées ménagères, les eaux de vannes, ainsi que les eaux résiduaires industrielles.

L'évacuation des eaux se fait soit sous-pression à l'aide des ouvrages spéciaux ou sous dépression (écoulement gravitaire) selon la topographie et la nature du terrain. Voici les systèmes d'évacuations des eaux susceptibles d'être mis en service.

On distingue :

III .1.2.1. Système unitaire

Le système unitaire appelé aussi tout à l'égout prévoit l'évacuation en commun dans une même conduite des eaux d'égout ménagères et industrielles et les eaux de pluies. Ce système nécessite des ouvrages et des stations d'épuration relativement importantes afin de pouvoir absorber les pointes de ruissellements. Les problèmes de branchement sont simplifiés ; les inconvénients majeurs résident dans le partage des eaux qui vont soit à la station d'épuration, soit au milieu naturel et aussi les problèmes d'auto-curage en période sèche.

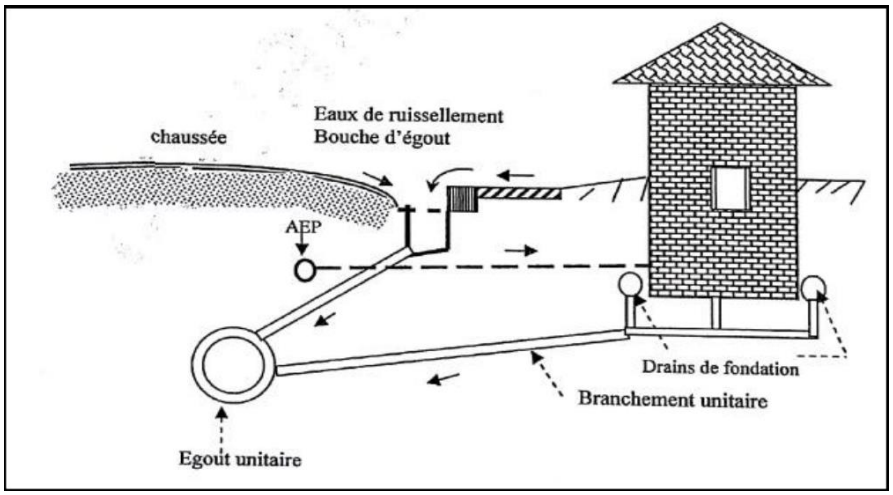


Figure III. 01 : fonctionnement d'un réseau unitaire (bourrier système d'assainissement)

A. Domaine d'utilisation

- Milieu récepteur éloigné des points de collecte.
- Topographie à faible relief.
- Imperméabilisation importante et topographie accentuée de la commune.
- Débit d'étiage du cours d'eau récepteur important.

B. Avantages

- Conception simple un seul collecteur, un seul branchement par immeuble.
- Encombrement réduit du sous-sol.
- A prix économique
- Aspect traditionnel, dans l'évolution historique des cités.
- Pas de risque d'inversion de branchement.

C. Inconvénients

- Débit à la station d'épuration très variable.
- Lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales.
- Apport de sable important à la station d'épuration.
- Acheminement d'un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche.
- Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées et eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage.

D. Contraintes d'exploitation

- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage.
- Difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.

III.1.2.2. Système séparatif

Un système séparatif est un système d'assainissement composé de deux réseaux distincts :

- Un réseau pour les eaux usées (eaux ménagères et industrielles), qui est raccordé à la station d'épuration pour traitement.
- Un réseau pour les eaux pluviales (eaux de pluie et de source), qui déverse directement les eaux dans un cours d'eau sans traitement.

Ce système permet d'éviter de surcharger la station d'épuration avec des eaux pluviales et de mieux préserver l'environnement en traitant spécifiquement les eaux usées.

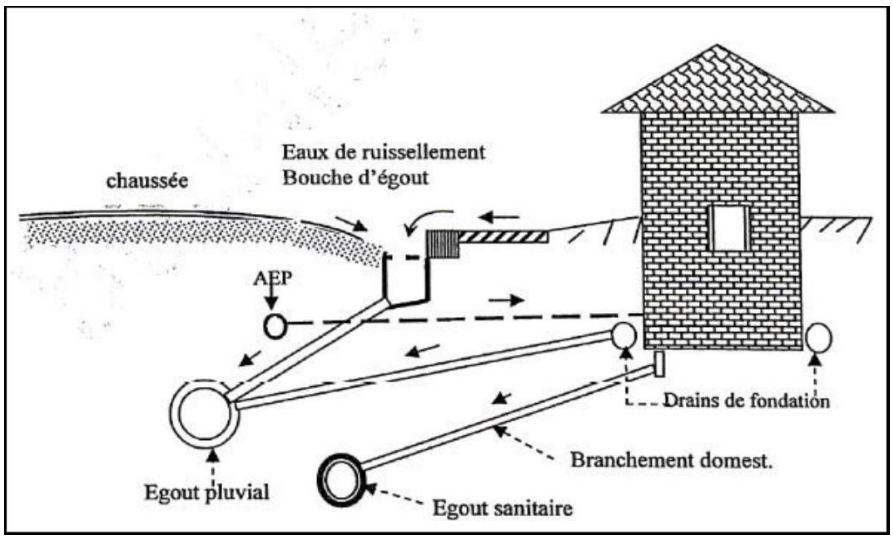


Figure III. 02 : fonctionnement d'un réseau séparatif (bourrier système d'assainissement)

A. Domaine d'utilisation

- Petites et moyennes agglomérations.
- Extension des villes.

- Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.

B. Avantages

- Diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées.
- Exploitation plus facile de la station d'épuration.
- Meilleure préservation de l'environnement des flux polluants domestiques.
- Certains coûts d'exploitation sont limités (relevage des effluents notamment).

C. Inconvénients

- Encombrement important du sous-sol.
- Coût d'investissement élevé.
- Risque important d'erreur de branchement.

D. Contraintes d'exploitation

- Surveillance accrue des branchements.
- Entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales).
- Entretien des ouvrages particuliers (siphons, chasses d'eau, avaloirs).
- Entretien des postes de relèvement et des chambres à sables.
- Détection et localisation des anomalies (inversion de branchement, arrivée d'eaux parasites, passage caméra).

III.1.2.3. Système pseudo-séparatif

C'est un système dans lequel on divise les eaux pluviales en deux parties:

- L'une provenant uniquement des surfaces des voiries, s'écoule par des ouvrages particuliers: caniveaux, aqueducs, fossés, vers la nature.

L'autre provenant des toitures, cours, jardins, se déverse dans le réseau eaux usées. L'intérêt est de permettre la chasse, en amont du réseau, des éléments solides qui faute d'un débit et d'une pente suffisante, posent des problèmes d'évacuation.

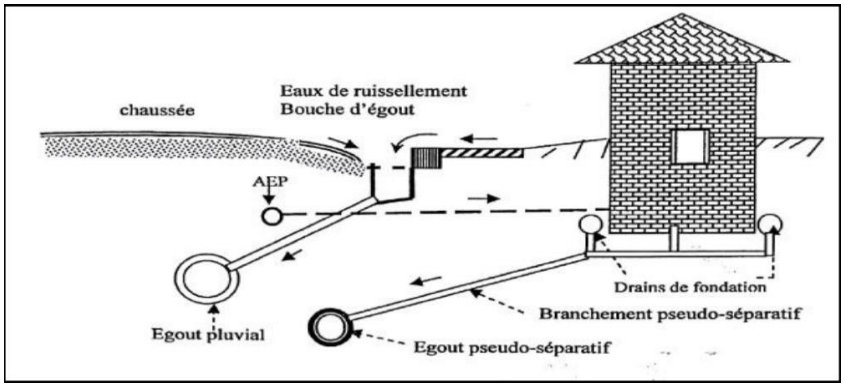


Figure III. 03 : système pseudo-séparatif (bourrier système d'assainissement)

A. Domaine d'utilisation

- Présence d'un milieu récepteur proche.
- Recommandé pour les petites et moyennes agglomérations.
- Adapté lorsque les surfaces imperméabilisées collectives (voiries, parkings, etc.) représentent une surface importante avec de fortes pentes.
- Peut-être préconisé dans les pays tropicaux secs.

B. Avantages

- Combinaison des eaux usées et d'une partie des eaux de ruissellement des habitations, ce qui simplifie la gestion des flux.
- Réduction du nombre de branchements par habitation à un seul, facilitant l'installation et la maintenance.
- Absence de risques d'erreurs de branchement, entraînant le rejet d'eaux usées dans le réseau pluvial.
- Déconnexion partielle des eaux pluviales du réseau unitaire, impliquant la variabilité des débits en station d'épuration et les rejets par déversoirs d'orage.

C. Inconvénients

- Investissement important pour la mise en place de deux réseaux distincts.
- Rejet direct au milieu naturel, sans traitement, des eaux de ruissellement des voiries, y compris par temps sec.
- Effet de chasse limité par l'apport de sables et de déchets lors des pluies, contribuant à l'ensablement du réseau.
- Système actuellement peu préconisé pour les nouveaux équipements, sauf dans certains pays tropicaux secs.

D. Contraintes d'exploitation

- Il est essentiel d'effectuer une maintenance régulière des déversoirs d'orage et des bassins de stockage.

- Il est crucial d'assurer une surveillance renforcée des raccordements.

III.1.3. Choix du système d'assainissement

Les paramètres prépondérants pour le choix du système d'assainissement sont :

- L'occupation du sol et la densité de la population.
- La topographie du terrain naturel.
- Les dispositions particulières relatives à l'assainissement adoptées par la collectivité locale.
- S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant.
- L'aspect économique : une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire.

III.2. Les schémas d'évacuation

Un réseau d'assainissement est conçu comme un réseau ramifié. On peut classer les diverses ossatures entre un nombre de schémas types :

III.2.1. Le schéma perpendiculaire

On l'appelle également schéma à écoulement direct. Il convient par exemple aux réseaux des eaux de pluie en système séparatif.

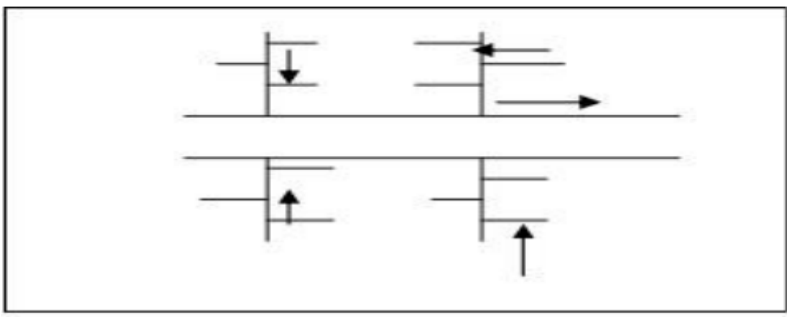


Figure III. 04 : schéma d'écoulement perpendiculaire (b.Salah)

III.2.2. Schéma d'équipement par déplacement latéral

Il est également appelé schéma à collecteur latéral. Ses eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau. Il permet de reporter l'effluent à l'aval de l'agglomération. Son inconvénient principal est qu'il nécessite souvent des relèvements.

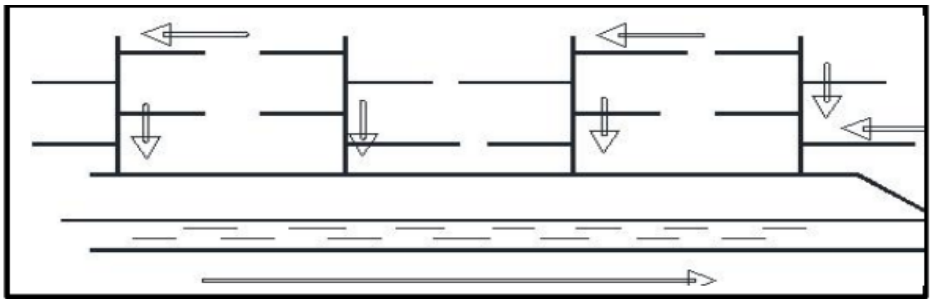


Figure III. 05 : schéma par déplacement latéral (b.Salah)

III.2.3. Schéma d'équipement radial

Le système comporte plusieurs schémas en éventail

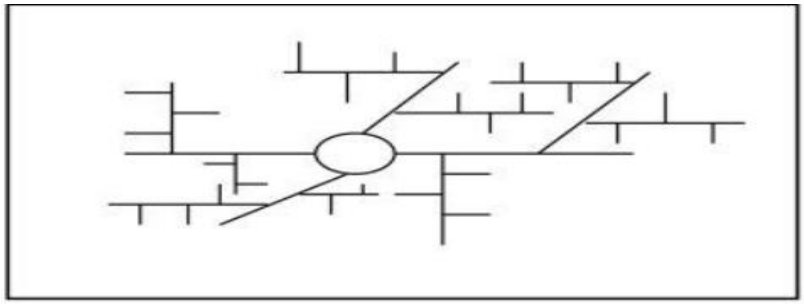


Figure III. 06 : schéma radial (b.Salah)

III.2.4. Schéma par zones étagées

Le schéma est une transposition du schéma par déplacement latéral, mais avec multiplication des collecteurs longitudinaux ; il permet de décharger le collecteur bas des apports en provenance du haut de l'agglomération.

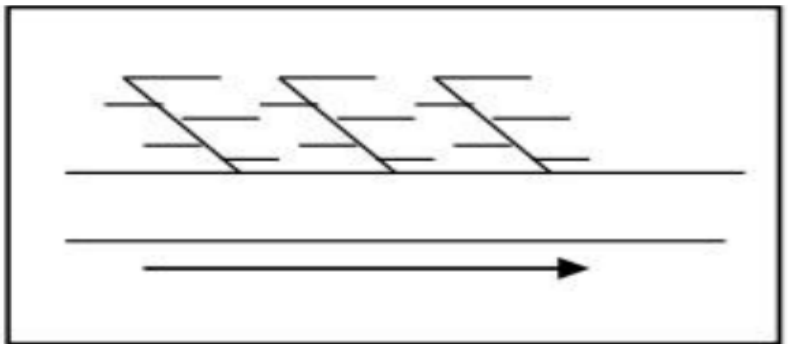


Figure III. 07 : schéma du collecteur par zone étagée (b.Salah)

III.2.5. Choix du schéma d'évacuation

Le choix du schéma d'évacuation à adopter dépend de divers paramètres cités ci-dessous :

- Les conditions techniques locales du lieu, du système existant, de la topographie du terrain et de la répartition géographique des habitants à desservir.
- Les conditions économiques, le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- Les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur.
- L'implantation des canalisations dans les voiries.

III.3. Découpage de l'aire d'étude en surfaces élémentaires

Les paramètres suivants sont pris en considération lors du découpage des sous-bassins :

- Limites naturelles : rivières, talweg, collines, etc.
- La configuration du sol.

- La façon dont le sol est occupé afin d'obtenir des coefficients de ruissellement aussi élevés que possible.
- Les routes et les voies déjà en place.

Dans notre cas spécifique, nous adoptons cette méthode de subdivision du site en sous-bassins élémentaires afin de faciliter la gestion des eaux pluviales et de concevoir nos systèmes d'assainissement de manière efficace. Cela nous permet d'avoir une meilleure compréhension de la distribution des eaux de pluie sur le terrain et de définir les infrastructures requises pour les collecter, les traiter et les évacuer de manière adéquate. Le tableau III-1 ci-dessous présente les résultats :

Tableau III. 01 : les surfaces de sous-bassins

Numéro du surface élémentaire	La surface (ha)
1	7,738
2	7,081
3	9,419
4	9,389
5	7,194
6	8,034
7	9,097
8	9,828
9	8,575
10	9,778
11	8,160

III.4. Évaluation de la population

La projection de la population sera déterminée par la formule suivante :

$$P = P_0(1+t)^n \qquad (\mathbf{III.1})$$

P: Population à l'horizon donné (2056)

P_0: Population de l'année de référence (2024)

t: Taux d'accroissement à long terme.

n: Nombre d'années séparant les deux populations (n=32ans).

L'estimation actuelle 2009 s'est faite avec le taux constaté entre 98/2008 soit 3,18%, Cependant il va à la baisse afin de préserver tous les terrains agricoles très fertiles qui couvrent environ 99 % du territoire de la commune, de là nous estimons le taux à 3% à court terme puis 2,5% à moyen terme et enfin **2,06 %** à long terme.

Tableau III. 02 : Répartition de la population de la commune de Chebli

Zones Géographiques	Pop 2009	Pop 2014	Pop 2019	Pop 2024
Chef Lieu	6541	7583	8579	10520
Tabainette	2660	3084	3489	4278
Bencharif	1148	1331	1506	1846
Massouma	3882	4500	5092	6243
Cité rurale	1307	1515	1714	2102
Khodem	2293	2658	3008	3688
Zone éparse	12526	14521	16429	20145
Total	**30357**	**35192**	**39817**	**48822**
Tx d'accrt	**3,18**	**3**	**2,5**	**2,06**

Source PDAU 2018

Tableau III. 03 : évolution de la population à l'horizon de calcul

Zone	Pop 2024	Pop 2056
Khodem	3688 hab	7082 hab

III.5. Evaluation du coefficient de ruissellement

On définit le coefficient de ruissellement comme le rapport entre le volume d'eau qui s'écoule et le volume d'eau tombé sur le bassin en question.

Le débit d'eau pluviale peut varier du simple au double, c'est pourquoi il est important de rendre les sous-bassins aussi homogènes que possible lors du découpage, afin d'éviter toute erreur dans le coefficient de ruissellement pondéré du bassin.

Le coefficient de ruissellement est évalué en fonction de divers éléments :

- **Selon le type d'utilisation du sol**

Tableau III. 04 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon le type d'utilisation du sol (Satin et al ,2006)

Type d'occupation du sol		Cr
Commercial		0.70 – 0.95
Résidentiel	Lotissement	0.3 – 0.5
	Collectifs	0.5 – 0.75
	Habitat dispersé	0.25 – 0.4
Industriel		0.5 – 0.8
Parcs et jardins public		0.05 – 0.25
Terrains de sport		0.1 – 0.3
Terrains vagues		0.05 – 0.15
Terres agricoles	Drainées	0.05 – 0.13
	Non drainées	0.03 – 0.07

- **Selon la catégorie d'urbanisation**

Tableau III. 05 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon la catégorie d'urbanisation (Water Environment Federation, 1970)

Catégorie d'urbanisation	Cr
Habitations très denses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moins denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – garde – prairie	0.05 – 0.20

- **Selon la densité de la population**

Tableau III. 06 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon la densité de population (Water Environment Federation, 1970)

Densité de la population (habitant/ha)	Cr
20	0.20
30 – 80	0.20 – 0.25
60 – 150	0.25 – 0.30
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.45 – 0.60
300 – 400	0.60 – 0.80
> 400	– 0.90

- **Selon la caractéristique de la surface**

Tableau III. 07 : Valeurs du coefficient de ruissellement selon les caractéristique des surfaces (b. Salah,2014)

Nature de la surface	C_r
Toits en métal, tuile, ardoise	0.9
Chaussée avec peu de joints	0.85 – 0.9
Pavés en pierres naturelles, brique avec joints cimentés	0.75 – 0.85
Pavage en blocages	0.40 – 0.50
Surfaces goudronnées	0.25 – 0.60
Chemin en gravier	0.25 – 0.30
Gare, terrain de sport	0.10 – 0.30
Parcs, jardins, gazons	0.05 – 0.25
Forêts	0.01 – 0.20

III.6. Calcul de la population de chaque surface élémentaire

Les étapes suivantes sont suivies pour évaluer le nombre précis d'habitants :

- Le coefficient de ruissellement est estimé.
- Le coefficient de ruissellement pondéré total est calculé.
- La densité partielle de chaque surface élémentaire est calculée.
- Le nombre d'habitants de chaque surface élémentaire est calculé.

III.6.1 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total

La formule pour le coefficient de ruissellement pondéré est la suivante :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} A_i}{A} \qquad (\mathbf{III.2})$$

Avec :

C_{rp} **:** Coefficient de ruissellement pondéré total

C_{ri} **:** Coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire

A_i **:** Surface élémentaire de chaque surface élémentaire

A : Surface totale de la zone urbanisée

Alors : $C_{rp} = \frac{50,981}{70,15} = 0,78$

III.6.2 Calcul de la densité partielle

La formule pour la densité partielle de chaque surface élémentaire est la suivante :

$$D_i = \frac{\sum C_{ri} P}{C_{rp} A} \qquad (\mathbf{III.3})$$

Avec :

D_i **:** Densité partielle du sou bassin considéré en (hab/ha)

C_{ri} **:** Coefficient de ruissellement de chaque surface élémentaire

P : Population globale à l'horizon de calcul

C_{rp} **:** Coefficient de ruissellement pondéré total

A : Surface totale de la zone urbanisée en (ha)

III.6.3 Calcul du nombre d'habitants de chaque surface élémentaire

La formule pour le nombre d'habitant de chaque surface élémentaire est la suivante :

$$P_i = D_i A_i \qquad (\mathbf{III.4})$$

Avec :

P_i **:** Population partielle de la surface élémentaire considéré

A_i **:** Surface partielle de la surface élémentaire considéré (ha)

Tableau III. 08 : coefficient de ruissellement, la densité partielle et la population pour chaque surface élémentaire

N° SB	A_i	Cr	$C_r A_i$	D_i	**N° hab**
	ha	/	/	/	/
1	7,738	0,80	6,190	77,032	596
2	7,081	0,85	6,019	81,847	579
3	9,419	0,64	6,028	61,626	580
4	9,389	0,83	7,793	79,921	750
5	7,194	0,77	5,540	74,143	533
6	8,034	0,60	4,820	57,774	464
7	9,097	0,63	5,731	60,663	552
8	9,828	0,85	8,354	81,847	804
9	8,575	0,87	7,460	83,772	718
10	9,778	0,84	8,214	80,884	791
11	8,160	0,90	7,344	86,661	707

Conclusion

Ce chapitre examine en détail les diverses approches pour évacuer les eaux et présente des techniques pour sélectionner le système et le schéma d'évacuation les plus appropriés. En outre, il expose notre méthode de subdivision de l'agglomération selon leur nature, dans le but d'améliorer le calcul du coefficient de ruissellement. Il est essentiel de passer par cette étape afin de réduire les risques d'erreur dans les calculs hydrauliques.

En ce qui concerne notre agglomération, voici les choix effectués :

- L'étude est prévue pour 2056, avec une estimation de population de 7082 habitants.
- Dans la zone d'étude, nous avons choisi d'utiliser un système d'assainissement unitaire.
- Nous avons pu affiner nos estimations en divisant notre zone en 11 sous-bassins.

CHAPITRE IV

Estimation des débits à évacuer

CHAPITRE IV : ESTIMATION DES DEBITS A EVACUER

Introduction

Ce chapitre vise à fournir les outils nécessaires pour estimer précisément les débits à prendre en compte dans la conception des réseaux d'assainissement, afin d'assurer une collecte et une évacuation efficaces des eaux usées et pluviales.

IV.1. Évaluation des débits d'eaux usées

L'objectif principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de déterminer avec précision la quantité et la qualité des rejets à traiter, notamment les liquides provenant des habitations. Cette évaluation est essentielle pour dimensionner correctement les systèmes d'assainissement et garantir une collecte et une évacuation efficaces des eaux usées, qu'elles soient domestiques, industrielles, publiques ou parasites.

L'analyse des débits des eaux usées nous fournit deux informations cruciales :

Tout d'abord, les débits de pointe qui ont un impact sur la taille des conduites requises.

Par la suite, les débits minimums indiquent la possibilité d'auto-nettoyage des canalisations.

IV.1.1. Nature des eaux usées à évacuer

La nature des polluants présents dans les effluents varie en fonction de leur origine. Il peut être classé en :

IV.1.1.1. Les eaux usées domestiques

Pour évaluer leur valeur, nous utilisons les étapes suivantes pour déterminer les eaux domestiques, qui incluent toutes les eaux rejetées par les résidents lors de leurs activités quotidiennes :

IV.1.1.1.1. Consommation d'eau potable

La consommation en eau d'une ville est influencée par plusieurs facteurs : la disponibilité des ressources en eau, la densité de la population, l'urbanisation de la ville et le niveau socio-économique des habitants. Après une étude minutieuse des perspectives à venir et des améliorations prévues du niveau de vie des habitants de la ville de Khodem, il a été décidé de s'assurer d'une alimentation en eau potable de 200 litres/Hab/J.

IV.1.1.1.2. Évaluation des débits des eaux usées domestiques

L'estimation du débit des eaux usées à évacuer sera basée sur une consommation d'eau potable de 150 litres/J/Hab. En prenant en considération le fait que 80% de cette consommation d'eau est rejetée sous forme d'eaux usées dans le système d'évacuation, nous utilisons le coefficient de rejet (Kr) pour déterminer cela.

IV.1.1.1.3. Évaluation du débit moyen journalier

Le calcul du débit moyen journalier rejeté est réalisé en utilisant la relation suivante :

$$\boldsymbol{Q_{moy.j} = \frac{dot.N.K_r}{86400}} \qquad \textbf{(IV.1)}$$

Avec :

$\boldsymbol{Q_{moy.j}}$ **:** le débit moyen journalier(l/s).

$\boldsymbol{K_r}$ **:** le coefficient de rejet est égal à 80% de la quantité moyenne d'eau consommée

$\boldsymbol{N}$ **:** nombre d'habitants de l'horizon d'étude. (2056)

$\boldsymbol{dot}$ **:** : la dotation journalière égale à 200 l/hab/j

Le tableau IV-1 ci-dessous présente les résultats.

IV.1.1.1.4. Évaluation des débits de pointe

En raison de la variation importante du débit des eaux usées au cours de la journée, il est essentiel de définir le débit de pointe, qui correspond au débit maximal. On peut calculer ce débit de pointe en utilisant la formule suivante :

$$\boldsymbol{Q_{pte} = K_p . Q_{moy.j}} \qquad \textbf{(IV.2)}$$

Avec :

$\boldsymbol{Q_{pte}}$ **:** débit de pointe d'eaux usées.

$\boldsymbol{Q_{moy.j}}$ **:** débit moyen journalier d'eaux usées.

$\boldsymbol{K_p}$ **:** coefficient de pointe.

a) Calculé à partir du débit moyen journalier :

$$\boldsymbol{Si\ Q_{moy.j} \geq 2,8\ l/s \quad : \quad K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy.j}}} \quad \left(Q_{moy.j}\ en\ l/s\right)} \qquad \textbf{(IV.3)}$$

$$\boldsymbol{Si\ Q_{moy.j} \leq 2,8\ l/s \quad : \quad K_p = 3 \qquad \left(Q_{moy.j}\ en\ l/s\right)}$$

Tableau IV. 01 : estimation des debits des eaux usées domestiques moyennes

SB	Pop 2056 (hab)	Dotation (l/j/hab)	Q_{moy} aep (l/s)	K_r	Q_{rej} moy (l/s)
1	596	200	1,380	0,8	1,104
2	579	200	1,340	0,8	1,072
3	580	200	1,343	0,8	1,074
4	750	200	1,736	0,8	1,389
5	533	200	1,234	0,8	0,988
6	464	200	1,074	0,8	0,860
7	552	200	1,278	0,8	1,022
8	804	200	1,861	0,8	1,489
9	718	200	1,662	0,8	1,330
10	791	200	1,831	0,8	1,465
11	707	200	1,637	0,8	1,310

IV.1.1.2. Eaux usées du service public

Elles sont principalement issues du lavage des lieux publics. En général, ces eaux contiennent des matières grasses.

Ces débits sont calculés en fonction de la dotation nécessaire pour chaque activité et du nombre de personnes qui se rendent sur place.

Le tableau IV-2 ci-dessous présente les résultats.

Tableau IV. 02 : Estimation des débits des eaux usées du service public

N ° surface élémentaire	Équipement	Unité	Nbr	Dotaion (l/ unité /j)	Q moy j(L/ s)
01	Lavage automobile	voitures	28	100	0,032
08	Mosquée	Fidèle	600	10	0,069
09	Mosquée	Fidèle	600	10	0,069

La source : APC CHEBLI (2024)

IV.1.1.3. Les eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles sont les eaux qui ont été utilisées par les industries et les entreprises commerciales dans le cadre de leurs activités de production.

Les eaux rejetées sont influencées par différents facteurs, tels que :

- La nature de l'industrie, qu'il s'agisse de production ou de transformation de produits.
- Les méthodes de production particulières utilisées par l'industrie.
- En effet, le niveau de recyclage a été instauré afin de réduire les rejets.

CHAPITRE IV : ESTIMATION DES DEBITS A EVACUER

En plus de la quantité d'eau évacuée, il est primordial de considérer la composition des eaux d'évacuation.

Il existe plusieurs aspects à prendre en compte concernant les eaux à haute température, qui peuvent mettre en péril l'intégrité des canalisations. Il est nécessaire que les eaux chaudes restent inférieures à 35°C.

Il est également important de considérer l'agressivité de l'effluent, ce qui demande un traitement préalable dans l'installation industrielle. Cela revêt une importance capitale afin d'éviter les conséquences délétères des produits chimiques corrosifs, des substances toxiques, voire même des métaux lourds.

Sur le plan de notre région, l'agglomération de Khodem est une zone urbaine et qui comporte d'activités industrielles.

Tableau IV. 03 : Estimation des débits des eaux industrielles

N ° surface élémentaire	Équipement	Unité	Nbr	Dotaion (l/ unité /j)	Q moy j (L/ s)
02	Usine de fabrication de textiles	tonnes	20	100000	23,380
	Usine de fabrication de literie	m^3	50	400	
08	Usine de papier	tonnes	500	15000	86,806
10	Usine de produits alimentaires	tonnes	100	3000	3,706
	Usine de fabrication de literie	m^3	50	400	
	Poulailler	volailles	150	1	
11	Usine de fabrication de lait	m^3	200	2500	42,94
	Usine de production de boissons	m^3	1000	3000	
	Usine de production de verre	tonnes	100	2000	
	Elevage bovin	bovins	201	50	

La source : APC CHEBLI (2024)

IV.1.1.4.Eaux parasites

Les eaux parasites, également appelées "eaux claires parasites", sont des eaux non chargées en pollution qui se retrouvent de manière indésirable dans les réseaux d'assainissement. Elles peuvent être d'origine naturelle (pluie, nappes phréatiques, inondations) ou artificielle (fontaines, drainage de bâtiments, eaux de refroidissement, etc.)

En ce qui concerne l'évaluation des eaux parasites dans le réseau, il est primordial de prendre des mesures directes. Cependant, sans données mesurées, les recommandations de l'Association technique de l'eau et des eaux usées en Allemagne (ATV) indiquent qu'il faut s'appuyer sur un débit d'eau parasite de 0,05 à 0,15 l/s/ha.

On peut évaluer ce dernier en utilisant la formule ci-dessous :

$$Q_{par} = KA_i \quad \textbf{(IV.4)}$$

Avec :

Q_{par} **:** Débit des eaux parasite (l/s)

K **:** 0.15 l/s/ha

Tableau IV. 04 : Estimation des débits d'eaux parasite.

SB	Ai(ha)	K	Q par(L/S)
1	7,738	0,15	1,161
2	7,081	0,15	1,062
3	9,419	0,15	1,413
4	9,389	0,15	1,408
5	7,194	0,15	1,079
6	8,034	0,15	1,205
7	9,097	0,15	1,366
8	9,828	0,15	1,474
9	8,575	0,15	1,286
10	9,778	0,15	1,467
11	8,160	0,15	1,224

Une fois toutes les données précédentes prises en considération, il est possible de calculer le débit total des eaux usées de chaque surface élémentaire, et les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV. 05 : Estimation des débits d'eaux usées.

N°surface élémentaire	$Q_{dom_{moy}}$ (l/s)	$Q_{équ_{moy}}$ (l/s)	$Q_{ind_{moy}}$ (l/s)	$Q_{usées_{moy}}$ (l/s)	K_p	$Q_{usées\ p}$ (l/s)	Q_{par} (l/s)	$Q_{usées_{total}}$ (l/s)
1	1,104	0,032	0	1,136	3	3,408	1,161	4,569
2	1,072	0	23,380	24,452	2,006	49,051	1,062	50,113
3	1,074	0	0	1,074	3	3,222	1,413	4,635
4	1,389	0	0	1,389	3	4,167	1,408	5,575
5	0,988	0	0	0,988	3	2,964	1,079	4,043
6	0,860	0	0	0,860	3	2,58	1,205	3,785
7	1,022	0	0	1,022	3	3,066	1,366	4,432
8	1,489	0,069	86,806	88,364	1,766	156,051	1,474	157,525
9	1,330	0,069	0	1,399	3	4,197	1,286	5,483
10	1,465	0	3,706	5,171	2,600	13,445	1,467	14,912
11	1,310	0	42,94	44,25	1,876	83,013	1,224	84,237

Avec :

$\boldsymbol{Q_{dom_{moy}}}$: Débit des eaux usées domestiques moyenne (l/s)

$\boldsymbol{Q_{équ_{moy}}}$: Débit des équipements moyenne (l/s)

$\boldsymbol{Q_{ind_{moy}}}$: Débit des industries moyenne (l/s)

$\boldsymbol{Q_{usées\ p}}$: Débit des eaux usées de pointe (l/s)

$\boldsymbol{Q_{par}}$: Débits d'infiltration (l/s)

IV.1.2. Évaluation des débits des eaux pluviales

Les eaux pluviales désignent l'eau qui tombe sous forme de précipitations atmosphériques, telles que la pluie ou la neige.

En général, l'estimation du débit des eaux pluviales se fait à l'aide de deux méthodes bien connues : la méthode rationnelle et la méthode superficielle.

IV.1.2.1. La méthode rationnelle

Il s'agit d'une technique qui permet d'évaluer le débit en divisant le bassin versant en secteurs limités par les lignes isochrones.

Elle calcule les débits de pluie d'une averse d'intensité moyenne « i » supposée constante pendant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie « A », avec un coefficient de ruissellement « Cr ». La formulation de la méthode rationnelle est la suivante :

$$\mathbf{Q = C_r . A . i . \alpha} \qquad \textbf{(IV.5)}$$

Avec :

Q : débit d'eau de ruissellement (l/s)

$\mathbf{C_r}$ **:** coefficient de ruissellement

A : surface d'apport (ha)

i : intensité moyenne de précipitation (l/s/ha)

α : Coefficient réducteur (correcteur) de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace

IV.1.2.1.1. Coefficient réducteur de l'intensité

La répartition des précipitations dans un bassin est souvent irrégulière en pratique, en particulier lorsqu'il s'agit de pluies de courte durée à forte intensité. Pour tenir compte de cette irrégularité, un paramètre de correction pour chaque zone élémentaire doit être introduit, qui se manifeste par un coefficient de réduction de l'intensité, α, et dont la valeur est inférieure ou égale à 1.

Le coefficient α peut être calculé selon l'une des deux méthodes suivantes :

a) En fonction de la forme du bassin (des relations empiriques) :

Le coefficient réducteur d'intensité α, qui tient compte de la variation spatiale de l'intensité de la pluie, est calculé à partir de relations empiriques basées sur la répartition de la pluie dans l'espace. Autrement dit, α est déterminé selon une loi de distribution des précipitations.

- En ce qui concerne les bassins longs (rectangles étroits...), ce coefficient sera :

$$\alpha = 1 - 0,006\sqrt{\frac{d}{2}} \qquad \textbf{(IV.6)}$$

- En ce qui concerne les bassins ramassés (carrés, cercles…), ce coefficient sera :

$$\alpha = 1 - 0,005\sqrt{\frac{d}{2}} \qquad \textbf{(IV.7)}$$

Avec :

d : longueur du milieu de l'aire élémentaire (m)

b) En fonction de la nature des pluies :

La répartition des précipitations dans un bassin est en effet souvent irrégulière, en particulier lorsqu'il s'agit de pluies courtes à forte intensité. Plusieurs éléments influencent cette irrégularité, tels que la nature des nuages, la direction des vents, et ainsi de suite. Le coefficient réducteur α, dont la valeur est inférieure à 1, est utilisé pour prendre en compte cette variation et est déterminé par des observations empiriques. Considérons l'exemple d'un bassin versant qui peut être considéré comme un rectangle de longueur x et de largeur moyenne y, drainé par un collecteur 1-2-3.

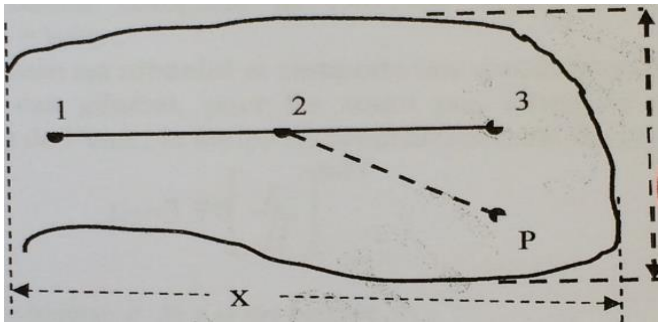


Figure IV. 01 : Principe schématique de détermination du coefficient réducteur d'intensité (B. Salah,2014)

Dans le bassin, le point P se trouve en amont du collecteur 1-2 et il est utile pour calculer la distance P-2. La distance entre le point P, situé en amont du segment d'égout étudié, et le point 2 du bassin prend en compte cette distance.

Tableau IV. 06 : Valeurs de coefficient réducteur d'intensité **α** (b. Salah,2014)

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

Remarque :

- Lorsque P-2 est inférieur à 200 m, on estime que α est égal à 1.
- Lorsque P-2 dépasse 2800 mètres, il est nécessaire d'ajouter un autre collecteur.

les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV. 07 : Valeurs de coefficient réducteur d'intensité α de chaque surface élémentaire

N° SB	X	Y	X/2	P- 2	α
1	684,83	168,49	342,415	723	0,84
2	442,16	313,03	221,08	450,8	0,86
3	486,64	440,76	243,32	365,4	0,88
4	532,32	283,38	266,16	190	1
5	295,02	342,11	147,51	323,2	0,88
6	243,28	398,50	121,64	160	1
7	444,16	340,19	222,08	356,5	0,88
8	340,24	334,11	170,12	337	0,88
9	355,06	261,35	177,53	235	0,90
10	535,25	290,36	267,625	240	0,91
11	143,99	453,62	71,995	358	0,88

IV.1.2.1.2. Validité de la méthode rationnelle

Cette approche est efficace pour des zones de moins de 10 hectares, avec une meilleure précision sur de plus petites surfaces en raison d'une mesure plus fiable du coefficient de ruissellement. Elle convient aux régions où l'écoulement de l'eau jusqu'au point de collecte ne dépasse pas 30 minutes.

IV.1.2.1.3.Hypothèses de la méthode rationnelle

Les trois hypothèses fondamentales de la méthode rationnelle sont :

- Le débit de pointe $\boldsymbol{Q_p}$ est directement lié à l'intensité moyenne maximale i sur une période de temps égale au temps de concentration $\mathbf{t_c}$ du bassin-versant.
- Il n'est possible d'observer le débit de pointe $\boldsymbol{Q_p}$ à l'exutoire que si la durée de l'averse dépasse le temps de concentration tc du bassin-versant.
- La période de retour du débit de pointe $\boldsymbol{Q_p}$ est la même que celle de l'intensité i qui l'engendre, à condition que le coefficient de ruissellement $\mathbf{C_r}$ du bassin versant reste constant.

IV.1.2.1.4. Critique de la méthode rationnelle

Le bassin est simplifié en zones élémentaires avec un coefficient de ruissellement $\mathbf{C_r}$ constant sur chaque zone et pendant toute la saison de prélèvement. Cette approche ignore le stockage temporaire de l'eau de ruissellement et néglige les surfaces non revêtues comme les dépressions et les fissures.

IV.1.2.2. Choix de la méthode

La méthode rationnelle a été choisie pour estimer les débits pluviaux, car elle est efficace pour tous nos sous-bassins, qui ont tous une superficie inférieure à 10 hectares, et qui respectent ainsi les critères de validité de cette approche.

IV.1.2.3. Calcul des débits pluviaux

Nous avons effectué le calcul des débits pluviaux en utilisant le tableau Tableau IV-6 et la méthode rationnelle, et les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV. 08 : Estimation des débits pluviales

N° SB	A(ha)	C_r	i (l/s/ha)	A	Q_p (l/s)
1	7,738	0,80	177,78	0,84	924,445
2	7,081	0,85	177,78	0,86	920,227
3	9,419	0,64	177,78	0,88	943,083
4	9,389	0,83	177,78	1	1385,416
5	7,194	0,77	177,78	0,88	866,616
6	8,034	0,60	177,78	1	856,971
7	9,097	0,63	177,78	0,88	896,612
8	9,828	0,85	177,78	0,88	1306,922
9	8,575	0,87	177,78	0,9	1193,655
10	9,778	0,84	177,78	0,91	1328,781
11	8,160	0,90	177,78	0,88	1148,942

Avec :

Q_p : débit d'eau de ruissellement (l/s)

A : surface d'apport (ha)

C_r : coefficient de ruissellement

i : intensité moyenne de précipitation (L/s/ha)

α : Coefficient réducteur (correcteur) de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace

IV.1.2.3. Calcul des débits totaux de chaque surface élémentaire

Tableau IV. 09 : les débits totaux de chaque surface élémentaire

N° SB	A(ha)	Qusées (L/s)	Qp (L/s)	Qtotal (L/s)
1	7,738	4,569	924,445	929,014
2	7,081	50,113	920,227	970,34
3	9,419	4,635	943,083	947,718
4	9,389	5,575	1385,416	1390,991
5	7,194	4,043	866,616	870,659
6	8,034	3,785	856,971	860,756
7	9,097	4,432	896,612	901,044
8	9,828	157,525	1306,922	1464,447
9	8,575	5,483	1193,655	1199,138
10	9,778	14,912	1328,781	1343,693
11	8,160	84,237	1148,942	1233,179

Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons réalisé une série de tâches cruciales. Dans un premier temps, nous avons exploité les données et les informations recueillies lors du chapitre précédent afin de construire une fondation solide. Par la suite, nous avons également opté pour la division de la superficie totale en sous-bassins afin de faciliter les calculs et réduire au minimum les sources potentielles d'erreur.

Les débits domestiques pour chaque surface élémentaire ont été identifiés comme l'une des principales réalisations de ce chapitre, estimés en fonction de la population résidant dans chacun de ces sous-bassins. Concernant les débits issus des services publics, nous avons utilisé les informations fournies par l'APC de CHEBLI.

Concernant les débits de pluie, nous avons choisi de recourir à la méthode rationnelle, la plus adaptée à notre situation, afin de déterminer leurs valeurs.

CHAPITRE V

Dimensionnement du réseau d'assainissement

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT

Introduction

Après avoir déterminé tous les débits, nous procédons au dimensionnement des ouvrages en tenant compte de certaines normes d'écoulement. Du point de vue sanitaire, les réseaux d'assainissement devront garantir :

- Une évacuation rapide des matières fécales à l'extérieur de l'habitation. La circulation des eaux usées dans des conditions d'hygiène adéquates.
- En ce qui concerne le réseau d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées dans une même conduite, il est essentiel de respecter les exigences d'auto-curage.

Les installations d'évacuation, telles que les collecteurs et les regards, doivent se conformer à certaines normes de débit.

La mise en place en profondeur est réalisée de manière à répondre aux exigences de résistance mécanique liées aux charges extérieures et en optimisant le tracé des collecteurs.

V.1. Conception du réseau

L'élaboration d'un réseau d'assainissement consiste à représenter tous les éléments qui composent les différentes branches du réseau sur un schéma :

Les collecteurs : doivent être capables de transporter en permanence l'ensemble des débits provenant des conduites qu'ils desservent. Ils se caractérisent par leur :

- Emplacements.
- Profondeurs.
- Dimensions (diamètres intérieur et extérieur, …).
- Pentes.
- Leur joints et confection.

Les regards : peuvent être de diverses natures (visites, jonction...). Ils sont aussi caractérisés par leur :

- Emplacements.
- Profondeurs.
- Côtes.

V.2. Conditions d'écoulement et de dimensionnement

Dans notre projet, nous avons opté pour un système d'évacuation gravitaire. Il se distingue par un écoulement homogène et à surface libre, il doit également garantir une vitesse permettant l'auto-curage tout en préservant les conduites.

- Les collecteurs doivent avoir une vitesse d'auto-curage de 0,6 m/s au moins pour $\frac{1}{10}$ du débit de pleine section et 0,3 m/s au moins pour $\frac{1}{100}$ du débit de pleine section.
- La vitesse d'érosion correspond à la valeur maximale (de 4 à 5 m/s), au-dessus de laquelle les parois internes des conduites seront exposées à une érosion importante en raison de la charge des eaux.

V.3. Mode de calcul

Avant d'effectuer le calcul hydraulique du réseau d'assainissement gravitaire, l'hypothèse suivante est prise en compte :

- À surface libre, l'écoulement est homogène, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- La perte de charge produite correspond à la différence entre les côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- La plupart du temps, les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section «Q_{ps}» ne déversent que des quantités d'eau inférieures à celles pour lesquelles elles ont été calculées.

V.3.1. Débit

Une fois que le débit global (chapitre IV) a été évalué pour chaque surface élémentaire. Le développement du réseau sera réparti de manière proportionnelle pour chaque conduite, ce qui permettra d'obtenir les valeurs des débits en route sur chaque deux regards d'une distance L.

a) Pour chaque surface élémentaire :

La formule suivante permet de calculer le débit unitaire :

$$\mathbf{Q_{moy\ uni}} = \frac{\mathbf{Q_t}}{\sum \mathbf{L}} \qquad \textbf{(V.1)}$$

Avec :

$\mathbf{Q_{moy\ uni}}$: Débit moyen unitaire en (l/s/ml).

$\mathbf{Q_t}$: Débit total rejeté par chaque sous bassin en (l/s).

$\sum \mathbf{L}$: Somme des longueurs des tronçons de chaque sous bassin en (m).

b) Pour chaque tronçon :

La formule suivante donne le débit de route :

$$\mathbf{Q_{moy\ t} = Q_{moy\ uni}\ L} \qquad \textbf{(V.2)}$$

Avec :

$\mathbf{Q_{moy\ t}}$: Débit moyen de chaque tronçon en (l/s).

L : Longueur du tronçon en (m).

V.3.2. Pente

La formule suivante permet de calculer la pente de chaque tronçon :

$$\mathbf{I} = \frac{CT_{amont} - CT_{aval}}{L} \qquad \textbf{(V.3)}$$

Avec :

I : Pente de tronçon entre deux regards en (m/m).

$\boldsymbol{CT_{amont}}$ **:** Cote de terrain naturel à l'amont de tronçon en (m).

$\boldsymbol{CT_{aval}}$ **:** Cote de terrain naturel à l'aval de tronçon en (m).

V.3.3. Diamètre

Les réseaux d'assainissement fonctionnent à surface libre, ce qui permet de déterminer le débit transporté par les conduites en utilisant l'équation de continuité :

$$\mathbf{Q = V.S} \qquad \textbf{(V.4)}$$

Avec :

Q : Débit en (m^3/s).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

S : Section mouillée (m^2).

Le dimensionnement de notre réseau est effectué en utilisant la formule de Manning, où le diamètre est calculé en utilisant l'expression suivante :

$$\mathbf{D_{cal}} = \left(\frac{\mathbf{3{,}2036 . Q_t}}{\mathbf{K_s . \sqrt{I}}}\right)^{\frac{3}{8}} \qquad \textbf{(V.5)}$$

Avec :

D_{cal} : Diamètre de la conduite en (m).

Q_t : Débit de chaque tronçon en (m^3/s).

I : Pente de chaque tronçon en (m/m).

K_s : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois.

Pour notre système d'assainissement, on prend $K_s = 75 m^{\frac{1}{3}}.s^{-1}$ pour le béton et $K_s = 100 m^{\frac{1}{3}}.s^{-1}$ pour le PVC. Ensuite, les diamètres sont normalisés à l'aide d'un catalogue des diamètres normalisés.

V.3.4. Vitesse

La formule suivante permet de calculer la vitesse pleine section en prenant en compte le diamètre normalisé (D_{nor}), la pente (I) de chaque section et la nature de la conduite (K_s) :

$$\mathbf{V_{ps}} = \mathbf{K_s}.\left(\frac{\mathbf{D_{nor}}}{\mathbf{4}}\right)^{\frac{2}{3}}.\sqrt{\mathbf{I}} \qquad \textbf{(V.6)}$$

Après avoir calculé la vitesse de pleine section, il nous reste à calculer le débit de pleine section en utilisant cette dernière, en utilisant la formule suivante :

$$\mathbf{Q_{ps}} = \boldsymbol{\pi}.\frac{\mathbf{D^2}}{\mathbf{4}}.\mathbf{V_{ps}} \qquad \textbf{(V.7)}$$

Les relations suivantes permettent de calculer la vitesse moyenne d'écoulement (V_{moy}), la vitesse minimale d'écoulement (V_{min}), la hauteur de remplissage moyenne (H) et la hauteur de remplissage minimale (H_{min}) dans la conduite :

- Rapport des débits : $\mathbf{R_q} = \frac{\mathbf{Q_t}}{\mathbf{Q_{ps}}}$ **(V.8)**
- Rapport des vitesses : $\mathbf{R_V} = \frac{\mathbf{V_{moy}}}{\mathbf{V_{ps}}}$ **(V.9)**
- Rapport des hauteurs : $\mathbf{R_H} = \frac{\mathbf{H}}{\mathbf{D_{nor}}}$ **(V.10)**

Les valeurs de R_V et R_H sont obtenues en utilisant la méthode des régressions polynomiales :

- $R_V = 0.18+13.02R_q-177.41{R_q}^2+1453.7{R_q}^3-7013.42{R_q}^4+20892.22\ {R_q}^5-39519.42{R_q}^6 +47540.26\ {R_q}^7- 35211.58{R_q}^8 +14635.093\ {R_q}^9 -2611.51\ {R_q}^{10}$ **(V.11)**
- $R_H = 0.029-0.86\ {R_q}^{0,5}+32.7\ Rq-336.44\ {R_q}^{1,5}+1923.42\ {R_q}^2 - 6621.64\ {R_q}^{2,5}+14266.02\ {R_q}^3 -19348.04\ {R_q}^{3,5}+16030.81\ {R_q}^4 - 7406.85\ {R_q}^{4,5}+1461.66\ {R_q}^5$ **(V.12)**

V.4. Résultats du dimensionnement (Annexe 04)

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné l'aspect hydraulique, en nous concentrant sur le dimensionnement du réseau d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales dans le cadre d'un système unitaire.

Nous avons choisi le PVC comme matériau pour la majorité des canalisations. Ce choix entraîne des vitesses élevées qui peuvent causer de la corrosion dans les canalisations en béton. Cependant, pour les diamètres supérieurs à 630 mm, nous optons pour le béton, car ces diamètres ne sont pas disponibles sur le marché en. Nous veillons à maintenir une pente suffisante pour éviter des vitesses trop importantes.

CHAPITRE VI

Les éléments constitutifs du réseau

CHAPITRE VI : LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU

Introduction

Le réseau d'assainissement joue un rôle crucial dans l'équipement public. Il est essentiel qu'il soit imperméable en cas de mouvement de terrain et qu'il possède une grande durabilité.

On peut distinguer les ouvrages en deux catégories : les ouvrages principaux qui forment le corps du réseau jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration, et les ouvrages annexes qui assurent une exploitation rationnelle et adéquate du réseau (regards de visite, bouches d'égout, déversoir d'orages, branchements...).

VII.1. Les ouvrages principaux

L'évacuation des eaux usées vers le point de rejet ou la station d'épuration est l'ouvrage principal. Cela englobe les canalisations et les liaisons. Ils sont constitués de diverses formes de conduites, telles que :

- Les tubes cylindriques
- Les tubes ovoïdes
- Les structures visitables (qui offrent l'accès à un opérateur pour des opérations de maintenance ou d'inspection)

VII.2. Les canalisations

Les canalisations d'assainissement sont des conduites qui font partie d'un réseau d'assainissement et qui permettent de transporter des fluides (eaux usées, eaux pluviales...) entre deux points de desserte :

VII.2.1. Types de canalisations

Les canalisations peuvent être de diverses catégories selon leur matériau et leur usage. On peut citer parmi eux les conduites en béton non armé et armé, les conduites en fibre-ciment et les conduites en polychlorure de vinyle (PVC).

a) Les conduites en béton non armé

La fabrication mécanique des conduites en béton non armé implique un processus qui garantit une grande compacité du béton (compression radiale, vibration, centrifugation...). Il ne faut pas que la longueur utile dépasse 2,5m. L'essai de l'étanchéité se déroule sous une pression de 1Bar pendant une durée de 30 minutes.



Figure VI.01 : Conduites en béton non armé

b) Les conduites en béton armé

Le principe de fabrication de ces tuyaux est identique à celui du béton non armé, à l'exception que ces derniers doivent inclure deux séries d'armatures :

- Des barres droites appelées génératrices.
- Des spires en hélice continues, avec un pas régulier maximal de 15cm.

La résistance à la rupture et l'étanchéité de ces tuyaux doivent être testées (sous une pression de 1bar pendant 30 minutes).



Figure VI.02 : Conduites en béton armé

c) Les conduites en fibre-ciment

Il fait référence à un matériau composite composé de ciment et de fibres autres que l'amiante, qui présente des bénéfices en termes de mise en place et de durabilité dans le sol. Les diamètres sont compris entre 60 et 500 mm et les longueurs sont compris entre 4 et 5 m. Les joints sont uniquement fabriqués en préformé.

d) Les conduites en polychlorure de vinyle (PVC).

Le chlorure de polyvinyle (PVC) non plastifié est une matière plastique couramment utilisée pour les évacuations. Les conduits sont transparents et d'un gris clair, ils ne doivent pas être utilisés lorsque la température de l'effluent dépasse 35°C. Ces canalisations, qui sont extrêmement simples à installer, bénéficient d'un retour d'expérience très positif.

Ces dernières ont été installées en Algérie dans des environnements considérés comme difficiles et à des profondeurs pouvant atteindre 6 mètres.

VII.2.2. Critères de sélection du matériau de la canalisation

Le choix du matériau pour les canalisations doit tenir compte de l'inclinaison du sol, du diamètre requis, du type de sol, de la qualité des eaux usées, et des pressions extérieures dues au remblai et aux charges. Pour des diamètres de 315 mm à 630 mm, les canalisations en PVC ont été choisies, tandis que pour les diamètres supérieurs à 630 mm, le béton armé de classe 135 A a été sélectionné.

VII.2.4. Protection des conduites

Les canalisations et ouvrages d'assainissement en béton sont exposés à diverses agressions qui peuvent compromettre leur intégrité. La corrosion chimique est l'une des principales menaces, pouvant mener à la détérioration et à la destruction progressive des tuyaux. De plus, l'abrasion représente un phénomène physique non négligeable, en raison de la faible résistance intrinsèque du béton et des vitesses d'écoulement élevées dans les réseaux. Ces deux facteurs combinés :

- La sensibilité du matériau aux attaques chimiques et l'action érosive des flux rapides
- Constituent un défi majeur pour la durabilité des infrastructures d'assainissement en béton.

Pour contrer ces agressions, diverses stratégies peuvent être adoptées :

- Minimiser autant que possible le temps de rétention des eaux usées dans les canalisations.
- Éliminer régulièrement les dépôts, car ceux-ci entraînent le développement de fermentations anaérobies qui produisent de l'hydrogène sulfuré (H2S).
- Assurer une aération adéquate pour prévenir la condensation d'humidité sur les parois et ainsi réduire la concentration de H2S.
- Utiliser un mortier à base de ciment alumineux.
- Appliquer des fluosilicates de zinc ou de magnésium pour favoriser la floculation.
- Mettre en œuvre une solution chaude de silicate de sodium.
- Utiliser du fluorure de silicium pour la coarctation.
- Installateur de plaques préfabriquées en matière plastique.
- Appliquer un revêtement en caoutchouc chloré.

VII.2.5. Les tests des conduites préfabriquées

Il est primordial de procéder à quelques essais sur nos conduites avant de débuter la pose de canalisations, tels que l'essai à l'écrasement, l'essai d'étanchéité et l'essai de corrosion.

VII.2.5.1. Essai à l'écrasement

L'essai de résistance à l'écrasement mesure la charge nécessaire pour déformer, fracturer ou effondrer un échantillon. Il est essentiel pour les ouvrages d'assainissement, qui doivent supporter les charges des remblais et les surtaxes des zones accessibles aux véhicules routiers.

VII.2.5.2. Essai à l'étanchéité

L'essai d'étanchéité, en appliquant une pression sur une section de canalisation, détecte les fuites et assure le bon fonctionnement des réseaux d'assainissement et de plomberie, conformément aux normes, avec une interprétation par un professionnel qualifié.

VII.2.5.3. Essai de corrosion

Les eaux ménagères et industrielles contiennent des agents corrosifs, comme le dioxyde de carbone dissous, l'hydrogène sulfuré (H_2S) et des composés acides, qui dégradent le béton des canalisations. L'essai de corrosion consiste à appliquer des produits spécifiques, à laver à l'eau douce, puis à sécher et peser l'échantillon. Les surfaces internes ne doivent aucune montrer d'altération après le test.

VI.3. Les ouvrages annexes :

Les ouvrages annexes comprennent tous les dispositifs de raccordement, d'accès, de collecte des eaux usées ou d'évacuation des eaux pluviales, ainsi que les installations conçues pour assurer une exploitation efficace du réseau.

Les ouvrages annexes sont classés en deux catégories :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

VI.3.1. Ouvrages normaux

Les ouvrages normaux sont des infrastructures courantes que l'on retrouve à la fois en amont et le long des réseaux. Ils remplissent généralement des fonctions de collecte des effluents ou d'accès au réseau.

VI.3.1.1. Les branchements

Leur fonction est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales provenant des immeubles. Un branchement se compose de trois éléments essentiels :

- Un regard de façade, qui doit être situé en bordure de la voie publique et aussi près que possible de la façade de la propriété raccordée, afin de faciliter l'accès aux agents chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.
- Des canalisations de branchement, qui doivent idéalement être raccordées à un angle de 45° ou 60° par rapport à l'axe principal du réseau public.
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement, qui dépendent de la nature et des dimensions du réseau public.

VI.3.1.2. Fossés

Les fossés sont conçus pour collecter les eaux provenant des routes en milieu rural et nécessitent un entretien régulier.

VI.3.1.3. Caniveaux

Ils sont conçus pour collecter les eaux pluviales qui ruissellent sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs, et pour acheminer ces eaux vers les bouches d'égout.

VI.3.1.4. Bouches d'égout

Les bouches d'égout ont pour fonction de collecter les eaux de surface (eaux pluviales et eaux de lavage des chaussées). Elles sont généralement installées soit aux points bas des caniveaux, soit sur le trottoir. La distance moyenne entre deux bouches d'égout est de 50 mètres,

et la section d'entrée est dimensionnée en fonction de l'espacement entre les deux bouches, afin de pouvoir absorber le débit de pointe provenant de l'amont.

Les bouches d'égout peuvent être classées selon deux critères :

- ❖ Le mode de collecte des eaux : bouches à entrer latérale et bouches à accès par le dessus.
- ❖ Le mode de rétention des déchets solides : avec ou sans décantation.

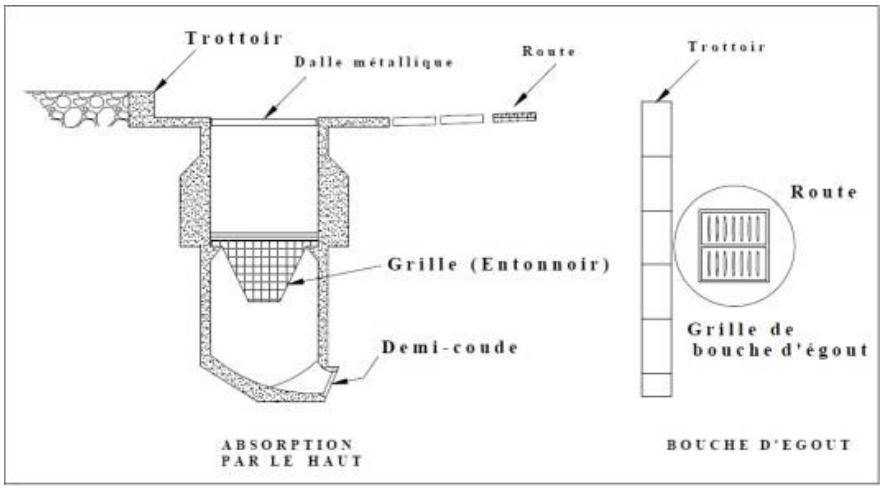


Figure VI.03 : Les bouches d'égout

VI.3.1.5. Regards

Les regards sont des structures d'accès au réseau, facilitant l'inspection et l'entretien. Ils permettent au personnel d'entrer pour surveiller le réseau et prévenir l'accumulation de matières solides qui pourraient obstruer l'écoulement.

- **Fonction des regards**

Pour assurer un bon fonctionnement, il est essentiel de faciliter le contrôle, l'entretien et l'introduction d'outils de nettoyage. Les changements de direction à 90° doivent éviter les coudes à angle droit, car ils risquent de bloquer l'écoulement. Deux solutions sont possibles : utiliser deux coudes à 45° avec un tronçon intermédiaire ou installer un regard de visite étanche. La distance entre deux égards varie selon le terrain : de 35 à 50 mètres en terrain accidenté et de 50 à 80 mètres en terrain plat.

VI.3.1.5.1. Types des regards

On distingue plusieurs types de regards :

- **Regard de visite** : Conçu pour l'entretien et le curage des canalisations, avec une bonne ventilation. Espacement de 35 à 80 mètres.

- **Regard de ventilation** : Prévient la fermentation et la production d'hydrogène sulfuré via des tampons avec orifices, des tuyaux prolongés à l'air libre, ou des cheminées sur l'axe de la canalisation.
- **Regard de jonction** : Relie deux collecteurs, assurant une bonne aération, des dénivelés appropriés, absence de reflux, et niveaux d'eau alignés.
- **Regard simple** : Raccorde des collecteurs de même ou de différents diamètres.
- **Regard latéral** : Utile pour les réseaux encombrés ou collecteurs de grand diamètre.
- **Regard double** : Adapté aux systèmes séparatifs.
- **Regard toboggan** : Gère les remous.
- **Regard de chute** : Dissipez l'énergie dans les terrains accidentés, le plus courant en assainissement.

VI.3.2. Ouvrages spéciaux

VI.3.2.1. Déversoirs d'orage

En hydraulique urbaine, un déversoir est un dispositif dont la fonction principale est d'évacuer rapidement les débits de pointe exceptionnels des orages vers le milieu récepteur. Par conséquent, un déversoir est une infrastructure conçue pour décharger le réseau d'une partie des eaux pluviales, afin d'optimiser l'économie d'un projet en réduisant les dimensions du réseau aval.

VI.3.2.2. L'emplacement de déversoirs d'orage

Le choix de l'emplacement des déversoirs d'orage doit prendre en compte plusieurs facteurs :

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents, en déterminant un taux de dilution adapté au pouvoir auto-épurateur du milieu.
- Les débits compatibles avec le taux de dilution et l'économie du projet, en définissant un facteur de probabilité de déversement pour limiter la fréquence des rejets.
- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration, pour éviter les surcharges et les dysfonctionnements.
- Le régime d'écoulement et le niveau d'eau en amont et en aval des canalisations.
- La topographie du site et les variations de pente.

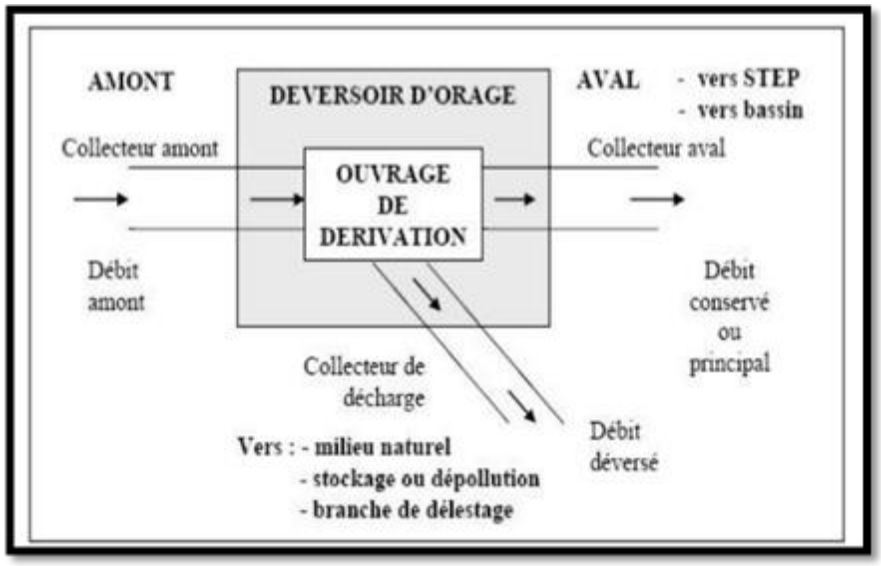


Figure VI.04 : Schéma de principe du déversoir d'orage

VI.3.2.3. Les types de déversoir d'orage

Il existe plusieurs types de déversoirs :

- **Déversoir à seuil latéral avec conduite aval étranglée** : Nécessite un débit fluvial en amont et peut provoquer un ressaut dans la conduite d'amenée si le seuil est élevé. Les vannes sur les conduites de décharge sont ajustables selon le débit du déversoir.
- **Déversoir à seuil latéral avec conduite aval libre** : Se distingue par une conduite aval libre, assurant un débit constant et une charge nulle sur la crête aval pour le débit maximal d'orage.
- **Déversoir à seuil frontal** : Le seuil est rectiligne et perpendiculaire à l'écoulement. Il peut être sous-catégorisé selon la contraction au niveau du seuil, la mise en charge de la conduite aval, et l'orientation de cette conduite par rapport à la crête.

➢ Dans notre cas : Le choix du type de déversoir est un déversoir latéral en raison de la topographie, de l'emplacement de la décharge et de l'emplacement de la STEP.

- **Déversoir à seuil bas** : Évacue les excès de débit vers un milieu récepteur grâce à un seuil bas, favorisant un écoulement efficace, surtout lors de fortes pluies.
- **Déversoir à haut seuil** : Régule les débits en fonction de la capacité de la conduite aval, déversant l'excès d'eau pour maintenir un débit régulier et contrôlé, même lors de fortes pluies.

- **Déversoir by-pass** : Évacuer les pointes de ruissellement vers le milieu naturel, désengorger le réseau aval, répartit le flux polluant, et rediriger les eaux excédentaires vers un autre collecteur lors des orages. En période sèche, les eaux peuvent être dirigées vers un égout, transformant le collecteur aval en collecteur semi-pluvial via un système de vannage.

➢ Dans notre situation, nous n'utilisons pas ce genre de déversoirs.

VI.3.2.4. Données de base pour le dimensionnement d'un déversoir d'orage

Si un déversoir d'orage est prévu à un endroit donné, il est essentiel de connaître les débits spécifiques qui peuvent traverser l'ouvrage à cet endroit :

- Le débit de temps sec
- Le débit maximum admissible
- Le débit limite admissible pour le collecteur aval

Par la suite, il faut établir les informations concernant les collecteurs :

- Tenir compte de la pente motrice moyenne
- Diamètres des collecteurs amont et aval (écoulement à surface libre)
- Les conditions d'écoulement : fluvial ou torrentiel
- La charge moyenne disponible pour évacuer l'eau à la décharge
- La zone d'implantation

VI.3.3. Dimensionnement des déversoirs d'orage

Pour les déversoirs qui déversent dans les oueds, nous déversons l'intégralité du surplus des eaux pluviales, que ce soit au déversoir qui conduit à la STEP prévue. Nous privilégions une dilution double, ce qui signifie que nous conservons le double du débit en eau pluviale en temps sec.

VI.3.3.1. Mode de calcul

La somme des débits pluviales (QP) et des débits en temps sec (QUS) est appelée débit total de dimensionnement.

$$Q_t = Q_p + Q_{us} \qquad \textbf{(VI.1)}$$

Pour la STEP, il est prévu d'avoir un débit de pointe dilué deux fois :

$$Q_{St} = 3.Q_{us} \qquad \textbf{(VI.2)}$$

Le débit qui est rejeté vers l'Oued :

$$\boldsymbol{Q_R = Q_t - Q_{st}} \qquad \textbf{(VI.3)}$$

- On calcul la valeur de la lame déversée (Hr)

- On calcul la longueur du seuil, déversant (L).

Les informations fondamentales sont les telles :

- Diamètre d'entrée : De =1500 mm
- Débit total à l'entrée : Qt = 3,938 m3 /s
- Débit du temps sec : Qts= 0,177 m3 /s
- Débit de pointe allant vers la l'aval : Qst=0,531 m3 /s
- La pente égale à 0,0058 m/m
- Temps de concentration Tc=t1+t2

$$\boldsymbol{t_1 = \frac{L}{60.V}\,(\text{min}) = \frac{1390,97}{60.2,77} = 8\text{min}}$$

Nous prenons : $\boldsymbol{t_2 = 5min}$

D'où le temps de concentration : Tc = 8+5 = **12min**

- **Coefficient de retardement**

$$\boldsymbol{Z = 1 - \frac{Tc}{100} = 1 - \frac{12}{100} = 0,88min}$$

- **Détermination du débit critique :**

$$Q_{cri} = Q_t \,.\, Z = 0,88 \,.\, 3,938 = \boldsymbol{3,465\, m^3/s}$$

- **Détermination du débit déversé :**

$$Q_{dev} = Q_{cri} - Q_{st} = 3,465 - 0,531 = \boldsymbol{2,934\, m^3/s}$$

- **Détermination de la hauteur demandée par la station d'épuration h_{step}**

$$R_{Qst} = \frac{Q_{st}}{Q_{ps}} = \frac{0,531}{5,25} = 0,1$$

$$R_{hst} = \frac{h_{st}}{D} \rightarrow h_{st} = R_{hst}.D$$

De l'abaque on détermine R_h et R_v : $\begin{cases} R_h = 0{,}18 \\ R_v = 0{,}55 \end{cases}$

$\boldsymbol{h_{st}} = 0{,}18 \,.\, 1500 = \boldsymbol{270mm}$

- **Détermination de la hauteur d'eau déversée $\boldsymbol{h_{dev}}$**

$R_{Qcr} = \dfrac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = \dfrac{3{,}465}{5{,}25} = 0{,}66$

$R_{hcr} = \dfrac{h_{cr}}{D}$ ➔ $h_{cr} = R_{hcr}.D$

De l'abaque on détermine R_h : $R_{hcr} = 0{,}68$

h_{cr}= 0,68. 1500 = **1020mm**

$$\boldsymbol{h_{dev}} = h_{cr} - h_{st} = 1020 - 270 = \boldsymbol{750mm}$$

- **La longueur du seuil déversant**

La formule utilisée est celle de BAZIN :

$$\boldsymbol{Q_{dev} = m \,.\, L \,.\, h_{dev} \,.\sqrt{2 \,.\, g \,.\, h_{dev}}} \qquad \textbf{(VI.4)}$$

Avec **:**

m : coefficient de débit en fonction de type de déversoir

- m= 0.46 : déversoir frontale.
- m<0.46 : Déversoir latéral

On a un déversoir latéral, donc **m=0,36**

L : longueur du seuil.

$\boldsymbol{h_{dev}}$: à la hauteur d'eau déversée par le déversoir.

g : pesanteur =9.81 m/s^2

➔ $\boldsymbol{L = \dfrac{Q_{dev}}{m \,.\, \sqrt{2\,g} \,.\, h_{dev}^{\frac{3}{2}}} = 2{,}83m}$

Conclusion

Pour que le système d'évacuation des eaux usées et pluviales fonctionne correctement, il est essentiel de prendre les bonnes décisions concernant les canalisations et les joints.

Pour notre projet, nous avons choisi d'utiliser des conduites en béton armé et PVC en fonction du type de terrain.

En outre, afin d'optimiser l'utilisation de ce réseau d'assainissement, de simplifier les opérations de curage et enfin d'éviter certains problèmes techniques tels que l'obscuration, il est nécessaire de planifier des infrastructures supplémentaires qui seront adéquatement dimensionnées. Comme le déversoir d'orage afin de séparer les eaux usées qui seront évacuées.

CHAPITRE VII

Organisation de chantier et devis

CHAPITRE VII : ORGANISATION DE CHANTIER ET DEVIS

Introduction

La mise en place d'un système d'assainissement est soumise aux lois qui régissent tous les chantiers situés dans la nature, qu'ils soient urbains ou ruraux.

Afin d'assurer une réalisation optimale, il est essentiel de respecter les règles de l'organisation générale du chantier. La méthode la plus répandue est la méthode CPM, également connue sous le nom de méthode critical path, qui vise à diminuer les délais de réalisation, les dépenses et améliorer le rendement du travail. Son principe repose sur la mise en place d'un réseau qui reflète la succession des opérations qui composent le projet en question. En fin de compte, on parvient à ce que l'on nomme le chemin critique.

VII.1. Informations sur les réseaux publics existants

L'existence de réseaux déjà existants dans le sous-sol des voiries est à considérer lors de la construction de réseaux publics, comme les réseaux d'assainissement, d'électricité, d'eau potable, de gaz et de télécommunications.

Une étude approfondie de l'encombrement du sous-sol est nécessaire avant de détruire le revêtement des chaussées et de poser les nouvelles conduites, afin d'éviter tout dommage aux réseaux existants.

VII.2. Exécution des travaux

Les principales étapes à suivre pour la mise en place des canalisations sont les suivantes :

1. Vérification de la manutention des conduites.
2. Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de végétation.
3. Emplacement des jalons des piquets (piquetage).
4. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
5. Aménagement du lit de pose.
6. Mise en place des conduites.
7. Assemblage des tuyaux.
8. Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
9. Construction des regards et des boites de branchement

10. Remblai des tranchées.

VII.2.1. Vérification de la manutention des conduites.

La vérification des conduites concerne l'aspect visuel, le contrôle de leur conformité, le marquage en cas de défaut et les quantités. Il est crucial de manipuler les conduites avec soin et de ne les transporter que sur des chemins de roulement spécifiquement prévus à cet effet.

VII.2.2. Décapage de la couche de terre végétale

La construction de réseaux publics consiste à décaper la couche de terre végétale à l'aide d'un Bulldozer sur une épaisseur de 10 cm. Le volume V de terre décapé est calculé selon la formule suivante :

$$V = bHL \quad (m^3) \qquad \text{(VII.1)}$$

Avec :

b : la largeur de la couche végétale (m)

L : la longueur totale de la tranchée (m)

H : l'épaisseur de la couche végétale (m)



Figure VII.01: Bulldozer

VII.2.3. Emplacement des jalons des piquets (piquetage)

Il est nécessaire de placer les jalons des piquets dans chaque point d'emplacement d'un regard à chaque changement de direction ou de pente, ainsi qu'à chaque branchement ou jonction de canalisation, conformément aux tracés du plan de masse.

VII.2.4. Exécutions des tranchées et des fouilles pour les regards

La fouille ouverte, en tranchée, est le mode d'exécution le plus courant dans la construction de collecteurs urbains.

Les conditions de croisement d'ouvrages existants ou d'axe hydraulique influencent la profondeur de la tranchée.

Le type d'emboîtement des tuyaux, les dimensions extérieures, l'espace minimal entre la canalisation et la paroi de la tranchée, la fondation, la place disponible pour l'exécution des fouilles, la profondeur de pose et la nature des terrains rencontrés déterminent la largeur de la tranchée.

Les fouilles des regards et des tranchées sont effectuées à l'aide d'une pelle mécanique équipée, de l'aval vers l'amont du réseau. Les caractéristiques de la pelle rétro incluent :

- La capacité de creuser rapidement et avec précision les tranchées à talus vertical
- La capacité de creuser à une profondeur considérable
- La capacité de creuser au-dessous de la surface d'appui et de creuser dans la direction de la machine.

On calcule les dimensions de cette tranché en utilisant :

- La formule suivante permet d'obtenir la largeur d'ouverture de tranchée :

$$B = D + 2c \qquad \text{(VII.2)}$$

Avec :

D : diamètre de la conduite (m)

c : espacement entre les parois de la tranchée et la conduite (c=0,3m)

- La formule suivante permet de déterminer la profondeur de la tranchée :

$$H = e + D + h \qquad \text{(VII.3)}$$

Avec:

e : épaisseur du lit de sable (m)

D : diamètre de la conduite (m)

h : hauteur du remblai au-dessus de la conduite (m)

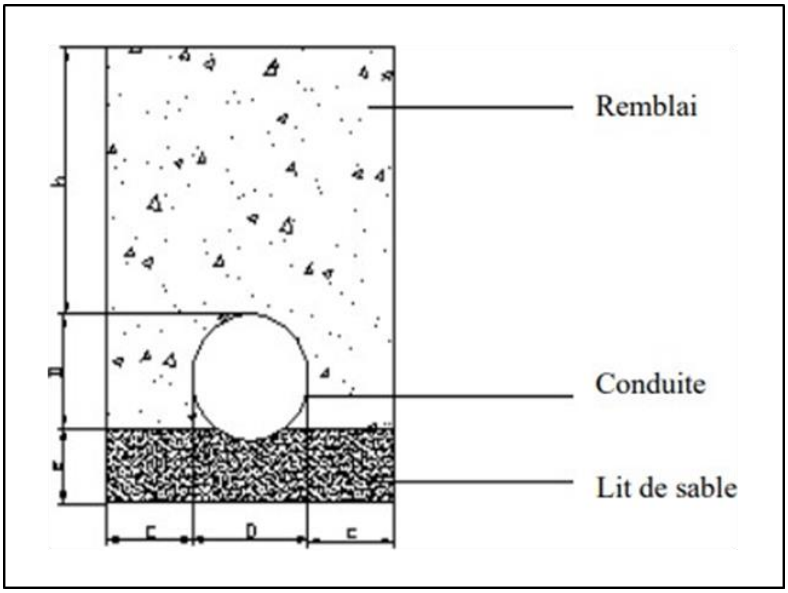


Figure VII.02 : coupe transversale d'une tranchée avec la mise en place de la conduite

VII.2.5. Aménagement du lit de pose

La mise en place des conduites sera effectuée sur un lit de sable d'une épaisseur minimale de 10 cm, parfaitement nivelé en fonction des côtes du profil en long. Il est recommandé de :

- Dans les terrains rocheux, il est recommandé d'approfondir la fouille de 15 à 20 cm et de créer un lit de pose bien tapisser avec des matériaux pulvérulents, ou de procéder à une pose sur un bain de mortier qui s'écoule.
- Dans les sols mouillants, marécageux ou organiques, il est conseillé de prévoir un support en béton, éventuellement sur des pieux, ou de remplacer le sol qui ne tient pas suffisamment.
- Dans les zones où l'eau peut s'écouler ou s'accumuler, il est recommandé de fabriquer un support en matériaux pulvérulents qui garantit un bon drainage.

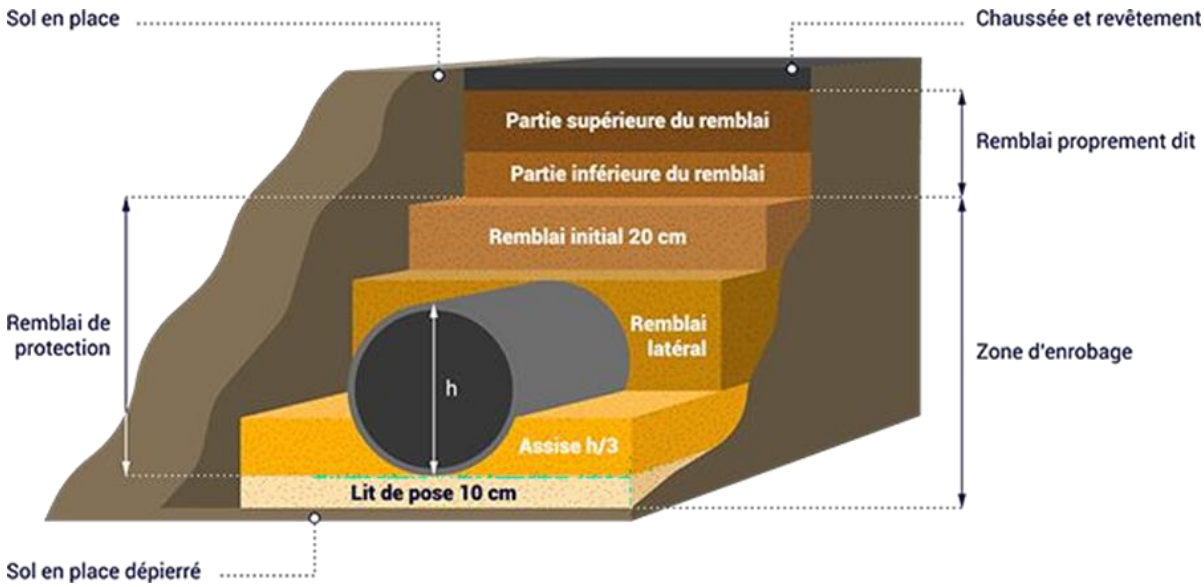


Figure VII.03 : schéma de Pose du lit de sable

VII.2.6. Mise en place des conduites

Les conduites sont installées en fonction des opérations suivantes :

- On pose les éléments à partir de l'avale et on oriente l'emboiture des tuyaux vers l'amont
- Il est essentiel de placer chaque élément avec précaution dans la tranchée et de présenter l'axe de l'élément précédemment placé.
- Les conduits sont placés de manière régulière entre deux ouvertures
- Avant de mettre en œuvre, il est nécessaire de nettoyer le lit des tranchées
- Le calage peut être permanent en effectuant un remblai partiel ou temporaire en utilisant des cales.



Figure VII.04 : Pose de la canalisation sur terrain.

VII.2.7. Assemblage des conduites

On réalise les joints des conduites circulaires à emboitement en utilisant une bague en acier renforcée d'une armature et coulée sur le site à l'intérieur d'un moule.



Figure VII.05 : Assemblage des conduites

VII.2.8. Essaie d'étanchéité pour les conduites et les joints

Une fois que les conduites sont installées dans la tranchée, elles sont soumises à un test d'étanchéité. On peut effectuer cette épreuve d'étanchéité avec de l'eau, de l'air, de la fumée ou une combinaison d'eau et d'air.

VII.2.9. Construction des regards et des boites de branchement

VII.2.9.1. Construction des regards

En règle générale, les regards ont une forme carrée dont les dimensions diffèrent selon les collecteurs. L'épaisseur et la profondeur diffèrent d'un regard à l'autre. Les opérations à effectuer pour effectuer un regard sont les suivantes :

1) Nivellement du fond du regard.

2) Exécution de la couche du béton de propreté.

3) Ferraillage du radier de regard.

4) Bétonnage du radier.

5) Ferraillage des parois.

6) Coffrage des parois.

7) Bétonnage des parois.

8) Décoffrage des parois.

9) Ferraillage de la dalle.

10) Coffrage de la dalle.

11) Bétonnage de la dalle.

12) Décoffrage de la dalle.



Figure VII.06 : Regard au cours de réalisation

VII.2.9.2. Construction des boites de branchement

Les boîtes de connexion seront munies de grilles de séparation. Il est nécessaire de connecter les raccordements spécifiques au réseau en utilisant des boîtes de branchement. Il est nécessaire de réaliser ces raccordements en sections aussi droites que possible, avec une pente minimale de 3%. Il est nécessaire que le diamètre de la canalisation de connexion soit plus petit que celui de la canalisation publique.

Il est préférable que les conduites de raccordement soient connectées au réseau public en une inclinaison oblique de 45° ou 60° par rapport à l'axe général.

VII.2.10. Exécution des ouvrages spéciaux

Une fois que la végétation a été retirée, il est nécessaire de réaliser un marquage au sol à l'aide de piquets avant de commencer les travaux.

Il est primordial que les coffrages soient assez solides pour résister à la pression du béton, notamment pendant la phase de vibration. Il est important de procéder au démontage des coffrages sans causer de dommages au béton existant.

VII.2.11. Remblaiement et compactage de la tranchée

Il est essentiel de procéder à un remblayage de qualité en mesurant au moins 30 cm au-dessus du générateur supérieur. Il est recommandé d'effectuer le compactage manuellement jusqu'à 75 cm afin de réduire au minimum les effets dynamiques.

Pour les remblais supérieurs, si l'on envisage l'emploi d'engins de compactage lourds ou vibrants, il faut augmenter cette hauteur minimale et, dans tous les cas, ne jamais accepter sans précaution particulière l'emploi de ces engins avec des hauteurs de recouvrement inférieures à un mètre.

La nature des matériaux à utiliser pour le corps du remblai et le degré de compactage sont principalement déterminés par les conditions finales à atteindre à la surface du sol pour le remblai supérieur.

Note : Pendant le compactage, il est nécessaire d'utiliser une force qui ne dépasse pas la charge maximale que la canalisation peut supporter.

VII.3. Devis quantitatif et estimatif

L'évaluation quantitative et estimative du devis implique de calculer les quantités de toutes les opérations réalisées sur le terrain pour la réalisation du projet, puis de les multiplier par le prix unitaire correspondant, et ensuite d'évaluer le coût du projet. Par ordre chronologique, les différentes tâches sont :

- Travaux de décapage de la terre végétale
- L'exécution des tranchées
- Fourniture et pose de lit de sable
- Fourniture et pose des buses en béton ou en béton arme
- Construction des regards et des déversoirs d'orage en béton armé
- Tavaux de remblaiement de la tranchée
- Transport des sols excédentaires

VII.3.1. Détermination des différents volumes

VII.3.1.1. Volume de décapage de la couche végétale

$$V_{déc} = B_{cv}.H_{cv}.L \qquad \text{(VII.4)}$$

$\boldsymbol{V_{déc}}$ **:** volume de la couche végétale décapée (m^3)

$\boldsymbol{B_{cv}}$ **:** largeur de la couche végétale (m)

$\boldsymbol{H_{cv}}$ **:** profondeur de la couche végétale (on prend H_{cv}=0.1m) (m)

L : longueur totale de la tranchée (m)

VII.3.1.2. Volume du déblai des tranchées

$$V_d = B.H.L \qquad \text{(VII.5)}$$

$\boldsymbol{V_d}$ **:** volume du déblai des tranchées (m^3)

B : largeur de la tranchée (m)

H : profondeur de la tranchée (m)

L : longueur totale de la tranchée (m)

VII.3.1.3. Volume occupé par le lit de sable

$$V_{ls} = e.L.B \qquad \text{(VII.6)}$$

$\boldsymbol{V_{ls}}$ **:** volume du lit de sable (m^3)

e : épaisseur de la couche de sable (on prend e=0.1) (m)

L : longueur totale de la tranchée (m)

B : largeur de la tranchée (m)

VII.3.1.4. Volume occupé par les conduites

$$V_{cdt} = L.\frac{\pi.{D_{ext}}^2}{4} \qquad \text{(VII.7)}$$

$\boldsymbol{V_{cdt}}$ **:** volume occupé par les conduites (m^3)

$\boldsymbol{L}$ **:** longueur totale de la tranchée (m)

$\boldsymbol{D_{ext}}$ **:** diamètre extérieur de la conduite (m)

VII.3.1.5. Volume du remblai de protection

$$V_r = V_d - (V_{cdt} + V_{déc} + V_{ls}) \qquad \text{(VII.8)}$$

V_r : volume du remblai (m^3)

VII.3.1.6. Volume excédentaire

$$V_{exc} = V_f - V_r \qquad \text{(VII.9)}$$

$\boldsymbol{V_{exc}}$ **:** Volume du sol excédentaire (m^3)

$\boldsymbol{V_f}$ **:** Volume du sol foisonné (m^3)

Tel que : $\boldsymbol{V_f = V_d . K_f}$

$\boldsymbol{K_f}$ **:** coefficient de foisonnement dépend de la nature du sol

Tableau VII. 01 : coefficients de foisonnement pour différente nature de sol

Type de sol	**K_f**
Sables, matériaux fins	1.08-1.17
Limons argileux	1.14-1.28
Argile	1.25-1.30

(Source : Métré de terrassement-cours génie civil)

Dans notre situation, nous avons choisi : $\boldsymbol{K_f}$= 1,25

Tableau VII. 02 : résultats de calcul de devis

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
A	**Travaux de terrassement**				
1	Décapage de la tranchée	m^3	1965,3	150	294795
2	Déblai	m^3	27604,8	250	6901200
3	Pose du lit de sable	m^3	1379,64	1000	1379640
4	Remblai de la tranchée	m^3	17163,22	200	3432644
5	Evacuation des déblaies excédentaire	m^3	17342,78	300	5202834
	Grillage avertisseur	Ml	16301,31	65	1059585,15
B	**Canalisation**				
1	Fourniture, transport et pose de canalisation				
	Canalisation en PVC				
	315	Ml	3140,39	3800	11933482
	400	Ml	1097,76	4500	4939920
	500	Ml	650,82	6000	3904920
	630	Ml	585,76	8000	4686080
Canalisation en béton					
	800	Ml	272,01	10000	2720100
	1000	Ml	361,68	13000	4701840
	1200	Ml	714,06	15000	10710900
	1500	Ml	2928,57	18000	52714260
C	**Construction**				
1	Construction des regards en béton armé	U	370	85000	31450000
2	Exécution des déversoirs d'orage	U	1	800000	800000
	THT				146832200
	TVA 19%				27898118
	TTC				**174730318**

Le prix total de notre projet est : **cent soixante-quatorze millions sept cent trente mille trois cent dix-huit**

Conclusion

L'organisation du chantier joue un rôle crucial dans la réalisation efficace des travaux. L'objectif est d'assurer une qualité de travail satisfaisante en utilisant les ressources disponibles tout en évitant les problèmes financiers.

Grâce à l'analyse des volumes des travaux, nous pouvons estimer le coût total du projet, qui s'élève à 174730318 DA.

CONCLUSION GENERALE

En conclusion de cette étude, il est possible de conclure que la mise en place d'un réseau d'assainissement dans l'agglomération Khodem (W.Blida) dépend de divers critères, tels que la nature du terrain, la quantité et la qualité des eaux à évacuer, ainsi que le plan d'urbanisation de l'habitat. Nous sélectionnons le système d'évacuation et le schéma d'évacuation en fonction de tous ces critères.

Dans notre zone d'étude, nous avons utilisé une méthode rationnelle pour évaluer les débits des eaux pluviales, avec une intensité calculée de 177,78 l/s.ha. Les débits des autres types d'eaux usées (publiques et domestiques) ont été déterminés en fonction de la répartition de la population, avec un coefficient de rejet de 0,8. Le système d'évacuation est unitaire.

Afin de faciliter la gestion, nous avons opté pour des conduites en PVC et en béton armé qui offrent une excellente étanchéité et une installation facile. De plus, nous avons effectué des visites pour garantir un bon transport des eaux dans les collecteurs en fonction des conditions topographiques du terrain. Les bouches d'égout sont situées dans les caniveaux le long des voies qui transportent les collecteurs principaux, avec un espacement de 50 mètres.

On a proposé et calculé un déversoir d'orage de type latéral et à conduite aval libre dans cette étude, ce qui permet de diviser le débit de rejet de notre agglomération en deux parties distinctes.

Nous avons estimé le coût de notre projet à 174730318 DA.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrage

- « Manuel pratique d'hydrologie » du Dr BENINA TOUAIBIA, mars 2015.
- Catalogue technique de CHIALI, intitulé « Le tube PVC en assainissement ».

Mémoire

- Yousfi.C, Dimensionnement du système d'assainissement del'agglomération Boukerroucha (W.BOUMERDES), ENSH 2021
- Talbi.L, Diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville d'Amroussa.(W.BLIDA), ENSH 2023
- Kerkar.L, Dimensionnement et protection du réseau d'assainissement de la ville d'El Affroun. (W.BLIDA), ENSH 2010
- Mahieddine.K, Conception du réseau d'assainissement de la commune de Sidi-Abderrahmane (W.CHLEF), ENSH 2020

Polycopie

- SALAH, B., 2014 « polycopié d'assainissement », école nationale supérieure de L'hydraulique, BLIDA

Site internet

- http://www.alberdibeton.fr
- https://fr.slideshare.net

ANNEXES

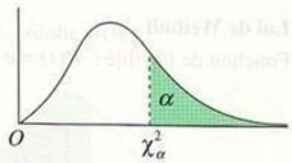
ANNEXE

Annexe 01: Table de distribution de χ^2 (loi de K.Pearson).

Table de distribution de χ^2 (loi de K. Pearson)

La table donne la probabilité α, en fonction du nombre de degrés de liberté ν, pour que χ^2 égale ou dépasse une valeur donnée χ^2_α.

$$\alpha = P(\chi^2 \geq \chi^2_\alpha)$$



ν	$\alpha = 0{,}990$	$\alpha = 0{,}975$	$\alpha = 0{,}950$	$\alpha = 0{,}900$	$\alpha = 0{,}100$	$\alpha = 0{,}050$	$\alpha = 0{,}025$	$\alpha = 0{,}010$	$\alpha = 0{,}001$
1	0,0002	0,0010	0,0039	0,0158	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,12	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,08	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,57	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

Quand ν est supérieur à 30, on utilise la table de la loi normale (table de l'écart réduit) avec :

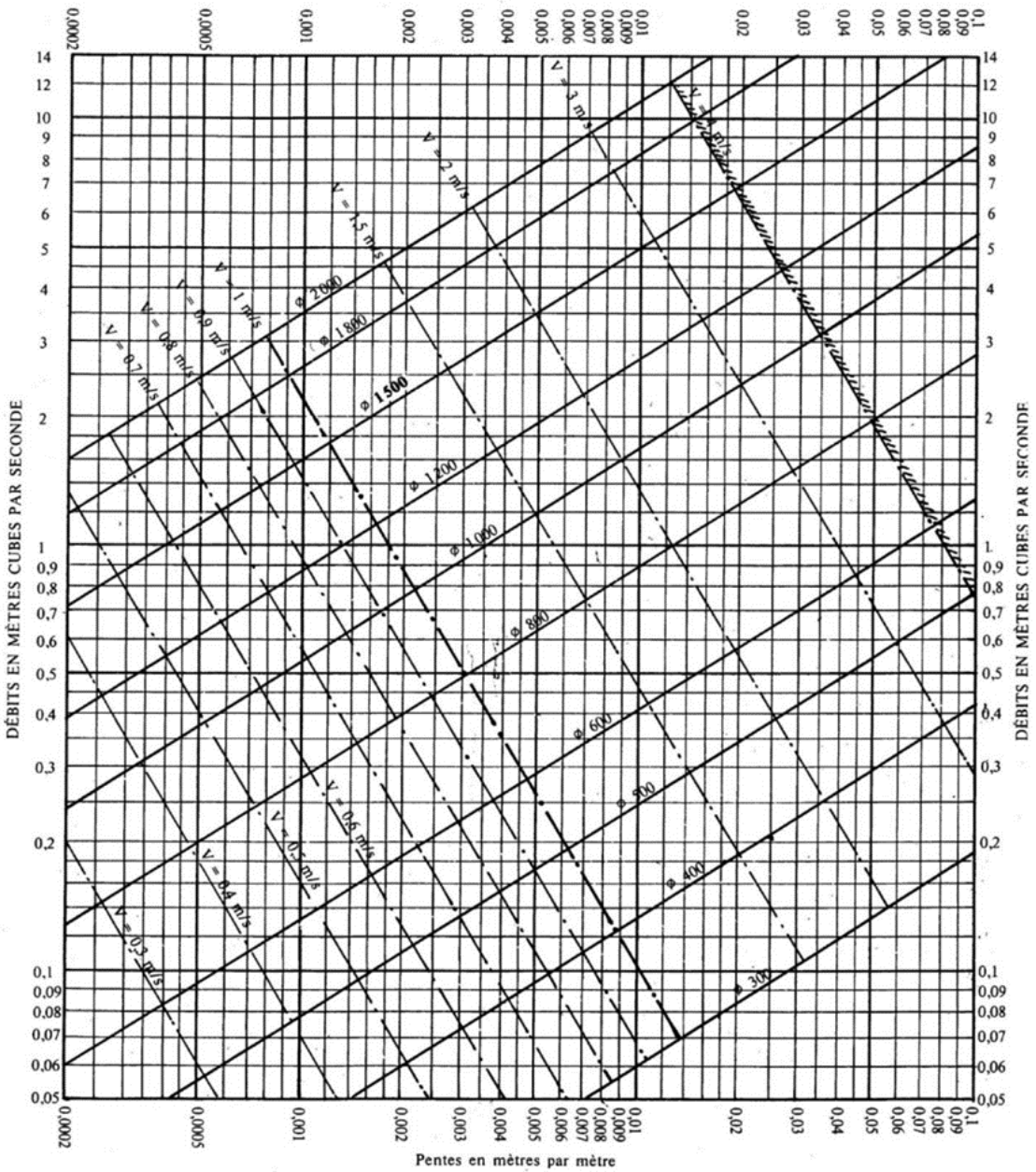
$$t = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2\nu - 1}$$

ANNEXE 02: Réseau pluviaux en système unitaire ou séparatif (canalisations circulaires)

ABAQUE 2-a

RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF

(Canalisations circulaires)



Nota. – La valeur du coefficient de Bazin a été prise égale à 0,46. Lorsque la pose des canalisations aura été particulièrement soignée, et surtout si le réseau est bien entretenu, les débits pourront être majorés de 20 % ($V = 0{,}30$). A débit égal, les pentes pourront être réduites d'un tiers.

ANNEXE 03: coefficient de Manning Strickler

Coefficient de Manning-strckler (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

ANNEXE 04: Dimensionnement des collecteurs

Tronçons		Dist (m)	I (m/m)	Qeu (m^3/s)	Qt (m^3/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m^3/s)	Rq	Rv	Rh	V (m/s)	H (mm)	Vitesse Autocurage
RG1	RG2	30	0,0118	0,000125	0,025427192	159,65	315	2,00	0,16	0,16	0,726	0,27	1,449	0,086	Autocurage vérifie
RG2	RG3	30	0,0101	0,00025	0,050854383	213,30	315	1,84	0,14	0,35	0,911	0,41	1,679	0,129	Autocurage vérifie
RG3	RG4	30	0,0079	0,000375	0,076281575	259,82	315	1,63	0,13	0,60	1,048	0,55	1,712	0,174	Autocurage vérifie
RG4	RG5	42	0,0059	0,000652	0,132560338	337,40	400	1,66	0,21	0,64	1,059	0,57	1,757	0,230	Autocurage vérifie
RG5	RG6	25,0679	0,0047	0,000974	0,198122725	409,44	500	1,72	0,34	0,59	1,044	0,55	1,793	0,273	Autocurage vérifie
RG6	RG7	32,935	0,0026	0,001112	0,226037519	482,69	500	1,26	0,25	0,14	0,692	0,25	0,873	0,127	Autocurage vérifie
RG7	RG8	24	0,0025	0,001561	0,317387259	548,42	630	1,47	0,46	0,69	1,074	0,61	1,580	0,383	Autocurage vérifie
RG8	RG9	24	0,0285	0,004326	0,879557281	510,89	630	4,93	1,53	0,57	1,131	0,54	4,010	0,339	Autocurage vérifie
RG9	RG10	33	0,0111	0,005834	0,953533314	629,12	630	3,07	0,96	1,00	1,143	0,81	3,503	0,509	Autocurage vérifie
RG10	RG11	33	0,0273	0,007098	0,978066627	535,91	630	4,82	1,50	0,65	1,063	0,58	5,127	0,367	Autocurage vérifie
RG11	RG12	27,4971	0,0108	0,008152	0,998508898	716,11	800	2,67	1,34	0,75	1,091	0,64	2,908	0,514	Autocurage vérifie
RG12	RG13	20	0,0063	0,008918	1,013377573	797,36	800	2,03	1,02	0,99	1,142	0,80	2,319	0,642	Autocurage vérifie
RG13	RG14	23,3003	0,0053	0,009811	1,030699805	827,40	1000	2,17	1,70	0,60	1,050	0,56	2,280	0,556	Autocurage vérifie
RG14	RG15	30	0,0052	0,017148	1,173032194	873,43	1000	2,14	1,68	0,70	1,076	0,61	2,301	0,612	Autocurage vérifie
RG15	RG16	30	0,0049	0,018298	1,195335207	886,91	1000	2,09	1,64	0,73	1,085	0,63	2,270	0,631	Autocurage vérifie
RG16	RG17	27	0,0055	0,019332	1,215407918	873,78	1000	2,21	1,74	0,70	1,076	0,61	2,382	0,613	Autocurage vérifie
RG17	RG18	25	0,0057	0,021991	1,26698585	881,79	1000	2,25	1,77	0,72	1,081	0,62	2,435	0,624	Autocurage vérifie
RG18	RG19	25	0,0080	0,022949	1,285571694	833,33	1000	2,66	2,09	0,62	1,054	0,56	2,800	0,563	Autocurage vérifie
RG19	RG20	25	0,0067	0,023907	1,304157538	865,12	1000	2,44	1,92	0,68	1,071	0,60	2,613	0,601	Autocurage vérifie
RG20	RG21	25	0,0033767	0,024865	1,322743381	989,53	1000	1,73	1,36	0,97	1,140	0,79	1,972	0,786	Autocurage vérifie
RG21	RG22	23	0,0116	0,030537	1,432771576	808,36	1000	3,21	2,52	0,57	1,036	0,54	3,329	0,536	Autocurage vérifie
RG22	RG23	23	0,0098	0,031418	1,449870553	838,90	1000	2,94	2,31	0,63	1,057	0,57	3,112	0,569	Autocurage vérifie
RG23	RG24	20	0,0057	0,046177	1,736188009	992,13	1000	2,25	1,77	0,98	1,141	0,79	2,571	0,792	Autocurage vérifie
RG24	RG25	20	0,0088	0,046943	1,751056684	919,34	1000	2,79	2,19	0,80	1,113	0,68	3,100	0,677	Autocurage vérifie
RG25	RG26	24	0,0032	0,047863	1,768899094	1113,34	1200	1,91	2,16	0,82	1,120	0,69	2,137	0,828	Autocurage vérifie
RG26	RG27	25	0,0029	0,054569	1,899	1168,20	1200	1,80	2,04	0,93	1,139	0,76	2,052	0,909	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG27	RG28	25,8203	0,0026	0,054662	1,918094923	1197,95	1200	1,70	1,92	1,00	1,143	0,81	1,944	0,968	Autocurage vérifie
RG28	RG29	20	0,0031	0,054734	1,932885571	1160,27	1200	1,87	2,11	0,92	1,139	0,75	2,127	0,896	Autocurage vérifie
RG29	RA1	18	0,00284	0,054799	1,946197153	1181,46	1200	1,79	2,02	0,96	1,139	0,78	2,041	0,932	Autocurage vérifie
RA1	RA2	18	0,0038	0,054864	1,959508736	1121,29	1200	2,07	2,34	0,84	1,126	0,70	2,334	0,839	Autocurage vérifie
RA2	RA3	30	0,0029	0,054973	1,981694706	1184,77	1200	1,81	2,05	0,97	1,140	0,78	2,063	0,938	Autocurage vérifie
RA3	RA4	25	0,0033	0,055063	2,000183016	1158,17	1200	1,94	2,19	0,91	1,139	0,74	2,211	0,893	Autocurage vérifie
RA4	RA5	25	0,0034	0,055153	2,018671325	1160,08	1200	1,95	2,20	0,92	1,139	0,75	2,222	0,896	Autocurage vérifie
RA5	RA6	25	0,0030	0,055244	2,037159634	1190,86	1200	1,84	2,07	0,98	1,141	0,79	2,094	0,951	Autocurage vérifie
RA6	RA7	25	0,0034	0,055334	2,055647943	1165,89	1200	1,96	2,22	0,93	1,139	0,75	2,233	0,905	Autocurage vérifie
RA7	RA8	25	0,0034	0,055424	2,074136252	1167,89	1200	1,97	2,23	0,93	1,139	0,76	2,243	0,908	Autocurage vérifie
RA8	RA9	35	0,0043	0,055551	2,100019884	1122,44	1200	2,22	2,50	0,84	1,127	0,70	2,496	0,841	Autocurage vérifie
RA9	RA10	30	0,0025	0,055659	2,122205855	1247,24	1500	1,96	3,46	0,61	1,052	0,56	2,064	0,841	Autocurage vérifie
RA10	RA11	30	0,0029	0,055767	2,144391826	1218,27	1500	2,11	3,73	0,58	1,039	0,54	2,193	0,810	Autocurage vérifie
RA11	RA12	33	0,0031	0,055887	2,168796394	1209,25	1500	2,18	3,84	0,56	1,035	0,53	2,252	0,801	Autocurage vérifie
RA12	RA13	35,4629	0,0027	0,056015	2,195022379	1249,55	1500	2,02	3,57	0,62	1,053	0,56	2,126	0,844	Autocurage vérifie
RA13	RA14	35	0,0025	0,056141	2,220906012	1266,85	1500	1,97	3,48	0,64	1,060	0,58	2,087	0,864	Autocurage vérifie
RA14	RA15	35	0,0022	0,056267	2,246789645	1309,64	1500	1,82	3,22	0,70	1,075	0,61	1,961	0,918	Autocurage vérifie
RA15	RA16	31,4565	0,0023	0,056381	2,27005273	1300,46	1500	1,88	3,32	0,68	1,072	0,60	2,012	0,906	Autocurage vérifie
RA16	RA17	32	0,0028	0,056497	2,293717766	1257,62	1500	2,07	3,66	0,63	1,056	0,57	2,191	0,853	Autocurage vérifie
RA17	RA18	30	0,0026	0,056605	2,315903736	1278,86	1500	2,00	3,54	0,65	1,064	0,59	2,130	0,878	Autocurage vérifie
RA18	RA19	30	0,0023	0,056713	2,338089707	1312,35	1500	1,89	3,33	0,70	1,077	0,61	2,031	0,921	Autocurage vérifie
RA19	RA20	30,1903	0,0022	0,056822	2,360416387	1335,62	1500	1,82	3,21	0,74	1,087	0,64	1,976	0,953	Autocurage vérifie
RA20	RA21	18,4198	0,0024	0,056889	2,374038452	1316,16	1500	1,90	3,36	0,71	1,078	0,62	2,050	0,926	Autocurage vérifie
RA21	RA22	12,6193	0,0027	0,056934	2,383370854	1288,12	1500	2,02	3,57	0,67	1,067	0,59	2,157	0,890	Autocurage vérifie
RA22	RA23	13,8631	0,0027	0,056984	2,393623069	1289,51	1500	2,02	3,58	0,67	1,068	0,59	2,161	0,891	Autocurage vérifie
RA23	RA24	30	0,0024	0,057093	2,41580904	1322,07	1500	1,91	3,38	0,72	1,081	0,62	2,066	0,935	Autocurage vérifie
RA24	RA25	40	0,0036	0,057237	2,445390334	1227,95	1500	2,36	4,16	0,59	1,044	0,55	2,460	0,820	Autocurage vérifie
RA25	RA26	40	0,0033	0,057382	2,474971629	1257,07	1500	2,24	3,96	0,63	1,056	0,57	2,366	0,852	Autocurage vérifie
RA26	RA27	40	0,0029	0,057526	2,504552923	1295,18	1500	2,09	3,697	0,68	1,070	0,60	2,240	0,899	Autocurage vérifie
RA27	RA28	42	0,0029	0,057678	2,535613282	1302,41	1500	2,09	3,69	0,69	1,073	0,61	2,240	0,908	Autocurage vérifie
RA28	RA29	42	0,0032	0,05783	2,566673642	1284,48	1500	2,19	3,87	0,66	1,066	0,59	2,338	0,885	Autocurage vérifie

ANNEXE

RA29	RA30	40	0,0040	0,057974	2,596254936	1235,17	1500	2,46	4,35	0,60	1,047	0,55	2,579	0,828	Autocurage vérifie
RA30	RA31	40	0,0030	0,058118	2,62583623	1310,18	1500	2,13	3,76	0,70	1,076	0,61	2,289	0,918	Autocurage vérifie
RA31	RA32	40	0,0024	0,058263	2,655417525	1372,51	1500	1,90	3,36	0,79	1,109	0,67	2,108	0,934	Autocurage vérifie
RA32	RA33	40	0,0022	0,058407	2,684998819	1398,89	1500	1,83	3,23	0,83	1,124	0,70	2,055	0,945	Autocurage vérifie
RA33	RA34	39,8653	0,0023	0,058551	2,714480533	1391,29	1500	1,87	3,31	0,82	1,120	0,69	2,100	0,963	Autocurage vérifie
RA34	Rejet 2	15,6399	0,0024	0,058608	2,726046764	1389,02	1500	1,89	3,34	0,82	1,119	0,69	2,116	0,984	Autocurage vérifie
RG30	RG31	25	0,0033	0,00414	0,03847831	237,23	315	1,05	0,08	0,47	0,982	0,48	1,031	0,152	Autocurage vérifie
RG31	RG32	19,7917	0,0074	0,007417	0,068940294	252,97	315	1,90	0,15	0,47	0,979	0,48	1,860	0,151	Autocurage vérifie
RG32	RG33	21,2731	0,0041	0,010939	0,101682445	277,00	315	1,18	0,09	1,10	1,140	1,00	1,347	0,316	Autocurage vérifie
RG33	RG34	36,0745	0,0037	0,016913	0,157205925	392,17	400	1,32	0,17	0,95	1,139	0,77	1,500	0,308	Autocurage vérifie
RG34	RG35	36,6451	0,0042	0,02298	0,213607565	429,69	500	1,63	0,32	0,67	1,068	0,59	1,737	0,297	Autocurage vérifie
RG35	RG36	36,5127	0,0035	0,029026	0,269805386	486,71	500	1,47	0,29	0,93	1,139	0,76	1,680	0,379	Autocurage vérifie
RG36	RG37	28,7683	0,0051	0,03379	0,314083575	479,15	500	1,79	0,35	0,89	1,138	0,73	2,037	0,367	Autocurage vérifie
RG37	RG38	23,0007	0,0060	0,037598	0,349484717	484,35	500	1,93	0,38	0,92	1,139	0,75	2,204	0,375	Autocurage vérifie
RG38	RG39	25,7615	0,0034	0,041864	0,389135003	561,57	630	1,69	0,53	0,74	1,088	0,64	1,843	0,401	Autocurage vérifie
RG39	RG40	20,9364	0,0027	0,045331	0,421358848	673,56	800	1,32	0,67	0,63	1,058	0,57	1,402	0,458	Autocurage vérifie
RG40	RG41	14,3122	0,0050	0,086868	0,80745728	764,68	800	1,81	0,91	0,89	1,138	0,73	2,058	0,584	Autocurage vérifie
RG41	RG42	29,9604	0,0025	0,1575	1,464	1084,23	1200	1,69	1,91	0,76	1,098	0,65	1,861	0,785	Autocurage vérifie
RG42	RG43	36	0,0036	0,157628	1,491922822	1020,98	1200	2,03	2,29	0,65	1,063	0,58	2,154	0,700	Autocurage vérifie
RG43	RG44	22	0,0044	0,158318	1,6429757	1023,14	1200	2,22	2,51	0,65	1,064	0,59	2,361	0,703	Autocurage vérifie
RG44	RG45	21	0,0046	0,159395	1,878532043	1063,62	1200	2,29	2,59	0,73	1,084	0,63	2,481	0,756	Autocurage vérifie
RG45	RG46	21	0,0047	0,159469	1,894820357	1062,18	1200	2,32	2,62	0,72	1,083	0,63	2,509	0,754	Autocurage vérifie
RG46	RG47	25	0,0062	0,161229	2,279948914	1082,42	1200	2,65	3,00	0,76	1,097	0,65	2,907	0,783	Autocurage vérifie
RG47	RG48	25	0,0068	0,161318	2,299339762	1067,15	1200	2,78	3,14	0,73	1,086	0,63	3,016	0,761	Autocurage vérifie
RG48	RG49	25	0,0067	0,161407	2,318730611	1073,88	1200	2,75	3,11	0,75	1,091	0,64	3,003	0,770	Autocurage vérifie
RG49	RG50	22	0,0052	0,162106	2,471679354	1152,40	1200	2,43	2,75	0,90	1,139	0,74	2,768	0,884	Autocurage vérifie
RG50	RG51	30	0,0067	0,162874	2,639730981	1128,89	1200	2,74	3,10	0,85	1,130	0,71	3,101	0,850	Autocurage vérifie
RG51	RG52	30	0,0060	0,16298	2,663	1155,16	1200	2,60	2,942	0,91	1,139	0,74	2,964	0,889	Autocurage vérifie
RG52	RG53	30	0,0071	0,163499	2,709842351	1127,16	1200	2,83	3,20	0,85	1,129	0,71	3,193	0,848	Autocurage vérifie
RG53	RG54	30	0,0061	0,164019	2,756684702	1164,90	1200	2,63	2,98	0,93	1,139	0,75	3,001	0,903	Autocurage vérifie
RG54	RG55	30	0,0052	0,164538	2,803527053	1207,50	1500	2,82	4,99	0,56	1,034	0,53	2,920	0,799	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG55	RG56	30	0,0044	0,165057	2,850369404	1257,92	1500	2,58	4,55	0,63	1,057	0,57	2,721	0,853	Autocurage vérifie
RG56	RG57	30	0,0041	0,165577	2,897211755	1281,25	1500	2,49	4,40	0,66	1,065	0,59	2,654	0,881	Autocurage vérifie
RG57	RG58	30	0,0037	0,166096	2,944054107	1314,84	1500	2,36	4,18	0,71	1,078	0,62	2,547	0,925	Autocurage vérifie
RG58	RG59	30	0,0035	0,166615	2,990896458	1335,64	1500	2,30	4,07	0,74	1,087	0,64	2,504	0,953	Autocurage vérifie
RG59	RG60	21,9135	0,0056	0,166994	3,025112497	1227,15	1500	2,92	5,16	0,59	1,044	0,55	3,047	0,819	Autocurage vérifie
RG60	RG61	19,8973	0,0034	0,167339	3,056180446	1356,51	1500	2,26	3,99	0,77	1,099	0,66	2,482	0,983	Autocurage vérifie
RG61	RG62	34,5093	0,0035	0,167936	3,110063629	1353,40	1500	6,69	11,82	0,26	0,849	0,35	5,683	0,521	Autocurage vérifie
RG62	RG63	33,8904	0,0030	0,168523	3,162980522	1402,95	1500	7,08	12,51	0,25	0,840	0,34	5,946	0,510	Autocurage vérifie
RG63	RG64	23,08	0,0040	0,168922	3,199017866	1334,94	1500	2,47	4,36	0,73	1,087	0,63	2,681	0,952	Autocurage vérifie
RG64	RG65	24,5268	0,0040	0,169347	3,237314223	1340,91	1500	2,47	4,36	0,74	1,090	0,64	2,689	0,961	Autocurage vérifie
RG65	RG66	29,936	0,0040	0,169865	3,28405672	1348,14	1500	2,47	4,36	0,75	1,094	0,65	2,699	0,971	Autocurage vérifie
RG66	RG67	30	0,0050	0,170385	3,330899071	1299,78	1500	2,76	4,87	0,68	1,072	0,60	2,955	0,905	Autocurage vérifie
RG67	RG68	24,6776	0,0050	0,170812	3,369430926	1305,40	1500	2,76	4,87	0,69	1,074	0,61	2,961	0,912	Autocurage vérifie
RG68	RG69	24,8145	0,0050	0,171241	3,408176598	1311,01	1500	2,76	4,87	0,70	1,076	0,61	2,967	0,920	Autocurage vérifie
RG69	RG70	24,7827	0,0050	0,17167	3,446872538	1316,57	1500	2,76	4,87	0,71	1,078	0,62	2,974	0,927	Autocurage vérifie
RG70	RG71	23,8577	0,0050	0,172083	3,484124273	1321,89	1500	2,76	4,87	0,72	1,081	0,62	2,980	0,934	Autocurage vérifie
RG71	RG72	15	0,0050	0,172343	3,507545449	1325,21	1500	2,76	4,87	0,72	1,082	0,63	2,985	0,939	Autocurage vérifie
RG72	RG73	25	0,0050	0,172776	3,546580742	1330,72	1500	2,76	4,87	0,73	1,085	0,63	2,992	0,947	Autocurage vérifie
RG73	RG74	31,5545	0,0050	0,173322	3,595850231	1337,63	1500	2,76	4,87	0,74	1,088	0,64	3,002	0,956	Autocurage vérifie
RG74	RG75	33,4909	0,0050	0,173902	3,648143338	1344,89	1500	2,76	4,87	0,75	1,092	0,64	3,012	0,967	Autocurage vérifie
RG75	RG76	35	0,0050	0,174507	3,702792747	1352,41	1500	2,76	4,87	0,76	1,097	0,65	3,024	0,977	Autocurage vérifie
RG76	RG77	25	0,0050	0,17494	3,74182804	1357,74	1500	2,76	4,87	0,77	1,100	0,66	3,033	0,985	Autocurage vérifie
RG77	RG78	20	0,0050	0,175286	3,773056274	1361,98	1500	2,76	4,87	0,77	1,102	0,66	3,040	0,991	Autocurage vérifie
RG78	RG79	35	0,0058	0,175892	3,827705684	1331,76	1500	2,97	5,25	0,73	1,085	0,63	3,224	0,948	Autocurage vérifie
RG79	RG80	35	0,0059	0,176498	3,882355093	1334,57	1500	3,00	5,29	0,73	1,087	0,63	3,256	0,952	Autocurage vérifie
RG80	RG81	25	0,0059	0,176931	3,921390386	1339,59	1500	3,00	5,29	0,74	1,089	0,64	3,264	0,959	Autocurage vérifie
RG81	DVO	10	0,0058	0,17711	3,937555097	1345,96	1500	2,97	5,25	0,75	1,093	0,65	3,246	0,968	Autocurage vérifie
DVO	RG82	10	0,0058	0,177283	0,177	1347,96	1500	2,97	5,25	0,75	1,094	0,65	3,250	0,971	Autocurage vérifie
RG82	RG83	34,8283	0,0058	0,17788	1,250550594	875,46	1000	2,27	1,78	0,70	1,077	0,61	2,441	0,615	Autocurage vérifie
RG83	RG84	34,4135	0,0075	0,181249	1,29945378	846,36	1000	2,58	2,02	0,64	1,061	0,58	2,734	0,578	Autocurage vérifie
RG84	RG85	35,7015	0,0070	0,184744	1,350758532	869,92	1000	2,49	1,95	0,69	1,074	0,61	2,673	0,608	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG85	RG86	35,2628	0,0070	0,188197	1,401432847	882,01	1000	2,49	1,95	0,72	1,081	0,62	2,692	0,624	Autocurage vérifie
RG86	RG87	34,8052	0,0070	0,191604	1,451449576	893,69	1000	2,49	1,95	0,74	1,090	0,64	2,714	0,640	Autocurage vérifie
RG87	RG88	35,0526	0,0070	0,195036	1,501821747	905,20	1000	2,49	1,95	0,77	1,100	0,66	2,739	0,657	Autocurage vérifie
RG88	RG89	35,0887	0,0070	0,198471	1,552245756	916,48	1000	2,49	1,95	0,79	1,110	0,67	2,765	0,673	Autocurage vérifie
RG89	RG90	34,882	0,007	0,20189	1,602373011	927,46	1000	2,49	1,95	0,82	1,120	0,69	2,789	0,689	Autocurage vérifie
RG90	RG91	34,755	0,0075	0,20529	1,652317528	926,14	1000	2,58	2,02	0,82	1,119	0,69	2,884	0,687	Autocurage vérifie
RG91	RG92	35,064	0,0075	0,20872	1,702706078	936,63	1000	2,58	2,02	0,84	1,128	0,70	2,906	0,703	Autocurage vérifie
RG92	RG93	22,364	0,007513	0,21091	1,734843728	942,92	1000	2,58	2,03	0,86	1,132	0,71	2,920	0,712	Autocurage vérifie
RG93	RG94	21,16	0,007546	0,21298	1,765250967	948,31	1000	2,59	2,03	0,87	1,135	0,72	2,934	0,720	Autocurage vérifie
RG94	RG95	27,937	0,00756	0,21572	1,805397015	956,00	1000	2,59	2,03	0,89	1,138	0,73	2,944	0,731	Autocurage vérifie
RG95	RG96	23,998	0,007562	0,21807	1,839883072	962,77	1000	2,59	2,03	0,91	1,139	0,74	2,948	0,741	Autocurage vérifie
RG96	RG97	24,442	0,00757	0,22046	1,875007937	969,42	1000	2,59	2,03	0,92	1,139	0,75	2,950	0,751	Autocurage vérifie
RG97	RG98	33,95	0,007851	0,22378	1,923796175	972,13	1000	2,64	2,07	0,93	1,139	0,76	3,005	0,755	Autocurage vérifie
RG98	RG99	37,626	0,008882	0,22747	1,977866899	959,84	1000	2,81	2,20	0,90	1,138	0,74	3,193	0,736	Autocurage vérifie
RG99	RG100	15,349	0,00886	0,22897	1,999924146	964,29	1000	2,80	2,20	0,91	1,139	0,74	3,191	0,743	Autocurage vérifie
RG100	RG101	37,797	0,008513	0,23267	2,05424058	981,34	1000	2,75	2,16	0,95	1,139	0,77	3,129	0,771	Autocurage vérifie
RG101	RG102	35	0,009786	0,2361	2,104537192	964,75	1000	2,94	2,31	0,91	1,139	0,74	3,354	0,744	Autocurage vérifie
RG102	RG103	35	0,009501	0,23952	2,154833805	978,74	1000	2,90	2,28	0,95	1,139	0,77	3,305	0,766	Autocurage vérifie
RG103	RG104	40	0,009285	0,24344	2,212315647	992,72	1000	2,87	2,25	0,98	1,141	0,79	3,272	0,793	Autocurage vérifie
RG104	RG105	38	0,009343	0,24716	2,266923397	934,91	1000	3,45	2,71	0,84	1,126	0,70	3,884	0,700	Autocurage vérifie
RG105	RG106	38	0,009112	0,25088	2,321531148	977,22	1000	3,14	2,46	0,94	1,139	0,76	3,576	0,763	Autocurage vérifie
RG106	RG107	36	0,009883	0,2544	2,373264806	892,67	1000	4,08	3,21	0,74	1,089	0,64	4,448	0,639	Autocurage vérifie
RG107	RG108	37,827	0,009855	0,25811	2,42762342	902,76	1000	4,05	3,18	0,76	1,098	0,65	4,450	0,653	Autocurage vérifie
RG108	Rejet 1	38,535	0,009608	0,26188	2,483	935,21	1000	3,77	2,96	0,84	1,126	0,70	4,252	0,701	Autocurage vérifie
RG273	RG274	31,334	0,017654	0,00013	0,026558247	150,46	315	2,44	0,19	0,14	0,691	0,25	1,687	0,080	Autocurage vérifie
RG274	RG275	27	0,013954	0,00024	0,049442719	198,51	315	2,17	0,17	0,29	0,873	0,37	1,895	0,116	Autocurage vérifie
RG275	RG276	25,989	0,019584	0,00033	0,071247894	213,64	315	2,57	0,20	0,36	0,912	0,41	2,345	0,130	Autocurage vérifie
RG276	RG277	20,854	0,014223	0,0004	0,088744688	246,31	315	2,19	0,17	0,52	1,012	0,51	2,218	0,161	Autocurage vérifie
RG277	RG278	19,564	0,012808	0,00047	0,105159423	267,70	315	2,08	0,16	0,65	1,063	0,58	2,209	0,183	Autocurage vérifie
RG278	RG279	20	0,016778	0,00053	0,121939854	269,02	315	2,38	0,19	0,66	1,065	0,59	2,534	0,185	Autocurage vérifie
RG279	RG280	20,786	0,017186	0,0006	0,139379958	281,58	315	2,41	0,19	0,74	1,090	0,64	2,626	0,202	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG280	RG281	20	0,004964	0,00067	0,156160389	370,88	400	1,52	0,19	0,82	1,120	0,69	1,700	0,276	Autocurage vérifie
RG281	RG282	21,364	0,004714	0,00074	0,174085361	390,06	400	1,48	0,19	0,94	1,139	0,76	1,685	0,304	Autocurage vérifie
RG282	RG283	20,682	0,00667	0,00081	0,191437928	378,75	400	1,76	0,22	0,87	1,134	0,72	1,995	0,287	Autocurage vérifie
RG283	RG284	21,41	0,006634	0,00088	0,209401744	392,10	400	1,75	0,22	0,95	1,139	0,77	1,999	0,307	Autocurage vérifie
RG284	RG285	21	0,003017	0,00095	0,227021196	468,50	500	1,37	0,27	0,84	1,128	0,70	1,549	0,352	Autocurage vérifie
RG285	RG286	21	0,004742	0,00103	0,244640649	442,66	500	1,72	0,34	0,72	1,084	0,63	1,865	0,314	Autocurage vérifie
RG286	RG287	21,384	0,00482	0,0011	0,262582235	453,17	500	1,74	0,34	0,77	1,101	0,66	1,911	0,329	Autocurage vérifie
RG287	RG288	20,495	0,003182	0,00117	0,269778078	494,86	500	1,41	0,28	0,97	1,140	0,79	1,608	0,393	Autocurage vérifie
RG288	RG289	20,155	0,006526	0,00123	0,296688589	448,20	500	2,02	0,40	0,75	1,092	0,64	2,206	0,322	Autocurage vérifie
RG289	RG290	19,643	0,006499	0,0013	0,313169171	457,74	500	2,02	0,40	0,79	1,109	0,67	2,236	0,336	Autocurage vérifie
RG290	RG291	17	0,00412	0,00136	0,287432537	482,81	500	1,60	0,31	0,91	1,139	0,74	1,828	0,372	Autocurage vérifie
RG291	RG292	17	0,003135	0,00141	0,241695904	476,20	500	1,40	0,27	0,88	1,136	0,73	1,591	0,363	Autocurage vérifie
RG292	RG293	18,717	0,006977	0,00148	0,357399665	474,64	500	2,09	0,41	0,87	1,135	0,72	2,370	0,360	Autocurage vérifie
RG293	RG294	20,021	0,007357	0,00154	0,374197673	478,11	500	2,14	0,42	0,89	1,138	0,73	2,439	0,366	Autocurage vérifie
RG294	RG295	19,744	0,003419	0,00161	0,390763277	561,02	630	1,71	0,53	0,74	1,087	0,64	1,854	0,401	Autocurage vérifie
RG295	RG296	19,63	0,002808	0,00168	0,407233301	591,20	630	1,55	0,48	0,85	1,129	0,71	1,744	0,444	Autocurage vérifie
RG296	RG297	15,083	0,003321	0,0021	0,512255972	624,36	630	1,68	0,52	0,98	1,140	0,79	1,917	0,497	Autocurage vérifie
RG297	RG298	8,7047	0,003198	0,00243	0,595214838	740,96	800	1,45	0,73	0,82	1,119	0,69	1,623	0,550	Autocurage vérifie
RG298	RG299	29,227	0,003548	0,00276	0,676980514	762,64	800	1,53	0,77	0,88	1,137	0,73	1,737	0,581	Autocurage vérifie
RG299	RG300	18,442	0,00376	0,00332	0,71810995	771,24	800	1,57	0,79	0,91	1,139	0,74	1,791	0,594	Autocurage vérifie
RG300	RG301	17,939	0,004466	0,00338	0,833161427	789,56	800	1,71	0,86	0,97	1,140	0,78	1,954	0,625	Autocurage vérifie
RG301	RG302	21,41	0,003335	0,00487	1,203956567	957,44	1000	1,72	1,35	0,89	1,138	0,73	1,956	0,733	Autocurage vérifie
RG302	RG303	9,4412	0,006347	0,0049	1,21187796	850,72	1000	2,37	1,86	0,65	1,063	0,58	2,521	0,583	Autocurage vérifie
RG303	RG304	17	0,003506	0,00496	1,226141326	955,04	1000	1,76	1,38	0,89	1,137	0,73	2,004	0,729	Autocurage vérifie
RG304	RG305	17,524	0,004309	0,00582	1,440442719	976,03	1000	1,95	1,53	0,94	1,139	0,76	2,226	0,761	Autocurage vérifie
RG305	RG306	18	0,004362	0,00598	2,355556259	1171,01	1200	2,22	2,51	0,94	1,139	0,76	2,529	0,913	Autocurage vérifie
RG306	RG307	18,589	0,005457	0,00615	2,392276809	1129,37	1200	2,48	2,81	0,85	1,131	0,71	2,807	0,851	Autocurage vérifie
RG307	RG308	9,6921	0,009631	0,00624	2,411422146	1018,32	1200	3,30	3,73	0,65	1,062	0,58	3,503	0,697	Autocurage vérifie
RG308	RG309	19,62	0,004333	0,00708	2,591166687	1215,16	1500	2,57	4,53	0,57	1,038	0,54	2,664	0,807	Autocurage vérifie
RG309	RG310	23,66	0,004099	0,00729	2,637902632	1236,13	1500	2,50	4,41	0,60	1,048	0,55	2,616	0,829	Autocurage vérifie
RG310	RG311	35	0,004332	0,00761	2,707039803	1235,30	1500	2,57	4,53	0,60	1,047	0,55	2,689	0,828	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG311	RG312	35	0,004209	0,00793	2,776176974	1253,79	1500	2,53	4,47	0,62	1,055	0,57	2,669	0,848	Autocurage vérifie
RG312	RG313	35	0,004209	0,00825	2,845314145	1265,41	1500	2,53	4,47	0,64	1,059	0,57	2,680	0,862	Autocurage vérifie
RG313	RG314	35	0,004209	0,00858	2,914451316	1276,86	1500	2,53	4,47	0,65	1,063	0,58	2,691	0,876	Autocurage vérifie
RG314	RG315	35	0,004803	0,0089	2,983588487	1256,64	1500	2,70	4,77	0,62	1,056	0,57	2,854	0,852	Autocurage vérifie
RG315	RG316	35	0,004447	0,00922	3,052725658	1285,93	1500	2,60	4,59	0,66	1,067	0,59	2,774	0,885	Autocurage vérifie
RG316	RG317	35	0,004788	0,00954	3,121862829	1278,94	1500	2,70	4,77	0,65	1,064	0,59	2,872	0,885	Autocurage vérifie
RG317	RG318	35	0,003854	0,00986	3,191	1343,02	1500	2,42	4,28	0,75	1,091	0,64	2,642	0,964	Autocurage vérifie
RG318	RG319	35	0,004209	0,00998	3,216883633	1325,02	1500	2,53	4,47	0,72	1,082	0,63	2,738	0,939	Autocurage vérifie
RG319	RG320	35	0,004209	0,01011	3,242767265	1329,00	1500	2,53	4,47	0,73	1,084	0,63	2,743	0,944	Autocurage vérifie
RG320	RG321	30	0,004309	0,01022	3,264953236	1326,55	1500	2,56	4,52	0,72	1,083	0,63	2,772	0,941	Autocurage vérifie
RG140	RG141	22	0,016655	9,2E-05	0,018646607	133,21	315	2,37	0,18	0,10	0,636	0,21	1,507	0,068	Autocurage vérifie
RG141	RG117	22,356	0,008999	0,00018	0,037595012	194,48	315	1,74	0,14	0,28	0,861	0,36	1,501	0,112	Autocurage vérifie
RG142	RG143	25	0,008506	0,0001	0,021189326	158,52	315	1,69	0,13	0,16	0,722	0,27	1,223	0,085	Autocurage vérifie
RG143	RG118	25	0,008441	0,00021	0,042378653	205,87	315	1,69	0,13	0,32	0,893	0,39	1,507	0,123	Autocurage vérifie
RG144	RG145	23,987	0,008297	1E-04	0,02033049	156,81	315	1,67	0,13	0,16	0,715	0,27	1,196	0,084	Autocurage vérifie
RG145	RG118	24,816	0,033212	0,0002	0,041363553	157,80	315	3,35	0,26	0,16	0,719	0,27	2,406	0,085	Autocurage vérifie
RG146	RG147	24,217	0,008073	0,0001	0,020525739	158,18	315	1,65	0,13	0,16	0,720	0,27	1,189	0,085	Autocurage vérifie
RG147	RG119	29,729	0,026121	0,00022	0,045723413	171,39	315	2,97	0,23	0,20	0,775	0,30	2,300	0,094	Autocurage vérifie
RG148	RG149	23,519	0,008095	9,8E-05	0,019933779	156,38	315	1,65	0,13	0,15	0,713	0,27	1,179	0,084	Autocurage vérifie
RG149	RG120	22,801	0,020208	0,00019	0,039259464	169,85	315	2,61	0,20	0,19	0,768	0,30	2,006	0,093	Autocurage vérifie
RG150	RG151	30,392	0,008109	0,00013	0,025759631	172,10	315	1,65	0,13	0,20	0,778	0,30	1,286	0,095	Autocurage vérifie
RG151	RG120	23,637	0,038267	0,00023	0,045793834	159,64	315	3,59	0,28	0,16	0,726	0,27	2,609	0,086	Autocurage vérifie
RG214	RG215	19,199	0,006	0,00318	0,029549635	191,72	315	1,42	0,11	0,27	0,852	0,35	1,213	0,110	Autocurage vérifie
RG215	RG203	16,724	0,006	0,00595	0,055290155	242,50	315	1,42	0,11	0,50	1,000	0,50	1,423	0,157	Autocurage vérifie
RG216	RG217	20	0,002345	0,00331	0,030782648	232,18	315	0,89	0,07	0,44	0,965	0,47	0,858	0,147	Autocurage vérifie
RG217	RG210	18,897	0,002326	0,01441	0,059868314	298,41	315	0,89	0,07	0,87	1,134	0,72	1,005	0,226	Autocurage vérifie
RG252	RG253	22	0,00809	7,8E-05	0,017063947	147,54	315	1,65	0,13	0,13	0,681	0,25	1,125	0,078	Autocurage vérifie
RG253	RG240	21,621	0,008025	0,00015	0,033833808	191,00	315	1,65	0,13	0,26	0,850	0,35	1,399	0,110	Autocurage vérifie
RG254	RG255	22	0,008825	7,8E-05	0,017063947	145,15	315	1,73	0,13	0,13	0,673	0,24	1,161	0,076	Autocurage vérifie
RG255	RG241	21,737	0,00863	0,00016	0,033923598	188,61	315	1,71	0,13	0,26	0,842	0,34	1,437	0,108	Autocurage vérifie
RG256	RG257	25	0,008371	8,9E-05	0,019390849	153,80	315	1,68	0,13	0,15	0,703	0,26	1,182	0,082	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG257	RG248	22,741	0,008493	0,00017	0,037029235	195,49	315	1,69	0,13	0,28	0,864	0,36	1,463	0,113	Autocurage vérifie
RG109	RG4	24,4	0,008928	0,0001	0,020680695	155,66	315	1,74	0,14	0,15	0,710	0,26	1,233	0,083	Autocurage vérifie
RG110	RG111	22,097	0,008041	9,2E-05	0,018728666	152,95	315	1,65	0,13	0,15	0,700	0,26	1,154	0,081	Autocurage vérifie
RG111	RG5	30,188	0,008063	0,00022	0,044315485	211,16	315	1,65	0,13	0,34	0,906	0,40	1,495	0,127	Autocurage vérifie
RG112	RG113	31,5	0,008411	0,00013	0,026698551	173,24	315	1,68	0,13	0,20	0,782	0,30	1,318	0,096	Autocurage vérifie
RG113	RG114	25,37	0,008827	0,00024	0,048201808	214,25	315	1,73	0,13	0,36	0,914	0,41	1,577	0,130	Autocurage vérifie
RG114	RG7	26,908	0,00757	0,00035	0,071007987	254,99	315	1,60	0,12	0,57	1,037	0,54	1,658	0,169	Autocurage vérifie
RG115	RG116	22	0,007563	9,2E-05	0,018646607	154,47	315	1,60	0,12	0,15	0,706	0,26	1,128	0,082	Autocurage vérifie
RG116	RG117	25,357	0,007353	0,0002	0,040138285	207,01	315	1,58	0,12	0,33	0,896	0,39	1,411	0,124	Autocurage vérifie
RG117	RG118	15	0,00515	0,00044	0,090446893	300,12	400	1,55	0,19	0,47	0,979	0,48	1,513	0,192	Autocurage vérifie
RG118	RG119	30	0,004592	0,00098	0,19961629	412,63	500	1,69	0,33	0,60	1,049	0,55	1,776	0,277	Autocurage vérifie
RG119	RG120	24,981	0,006283	0,00131	0,266512625	433,61	500	1,98	0,39	0,69	1,072	0,60	2,124	0,302	Autocurage vérifie
RG120	RG121	22	0,005185	0,00182	0,370212531	508,47	630	2,10	0,65	0,57	1,035	0,53	2,174	0,337	Autocurage vérifie
RG121	RG122	22	0,003625	0,00191	0,388859138	553,89	630	1,76	0,55	0,71	1,079	0,62	1,895	0,391	Autocurage vérifie
RG122	RG123	23,979	0,002881	0,00201	0,409182674	589,40	630	1,57	0,49	0,84	1,127	0,70	1,764	0,442	Autocurage vérifie
RG123	RG124	37,043	0,003596	0,00217	0,440579734	581,31	630	1,75	0,54	0,81	1,116	0,68	1,952	0,430	Autocurage vérifie
RG124	RG125	25	0,003766	0,00227	0,46176906	586,55	630	1,79	0,56	0,83	1,123	0,69	2,010	0,438	Autocurage vérifie
RG125	RG126	25	0,003711	0,00238	0,482958386	598,13	630	1,78	0,55	0,87	1,135	0,72	2,017	0,454	Autocurage vérifie
RG126	RG127	25	0,007381	0,00248	0,504147713	595,20	800	2,20	1,11	0,46	0,972	0,47	2,142	0,379	Autocurage vérifie
RG127	RG9	44,457	0,003022	0,00266	0,541828269	722,94	800	1,41	0,71	0,76	1,098	0,65	1,549	0,524	Autocurage vérifie
RG152	RG153	22	0,003467	0,00084	0,016355542	170,21	315	1,08	0,08	0,19	0,770	0,30	0,833	0,093	Autocurage vérifie
RG153	RG154	22	0,004708	0,00169	0,032711085	208,43	315	1,26	0,10	0,33	0,899	0,40	1,134	0,125	Autocurage vérifie
RG154	RG155	22	0,002328	0,00253	0,049066627	276,91	315	0,89	0,07	0,71	1,079	0,62	0,957	0,195	Autocurage vérifie
RG155	RG156	25	0,004451	0,00349	0,067652471	276,62	315	1,23	0,10	0,71	1,079	0,62	1,322	0,195	Autocurage vérifie
RG156	RG157	25	0,004885	0,00445	0,086238315	297,75	315	1,28	0,10	0,86	1,133	0,72	1,455	0,225	Autocurage vérifie
RG157	RG158	23	0,027734	0,00533	0,103337291	230,09	315	3,06	0,24	0,43	0,958	0,46	2,931	0,145	Autocurage vérifie
RG158	RG14	22,453	0,045344	0,00619	0,120029377	221,95	315	3,91	0,30	0,39	0,934	0,44	3,653	0,138	Autocurage vérifie
RG159	RG160	23,245	0,023125	0,00089	0,017281255	121,74	315	2,79	0,22	0,08	0,601	0,19	1,680	0,060	Autocurage vérifie
RG160	RG17	21,133	0,0424	0,0017	0,032992088	138,48	315	3,78	0,29	0,11	0,651	0,23	2,464	0,071	Autocurage vérifie
RG161	RG162	25	0,009157	0,00096	0,018585844	148,84	315	1,76	0,14	0,14	0,685	0,25	1,205	0,079	Autocurage vérifie
RG162	RG163	25	0,008516	0,00192	0,037171687	195,67	315	1,70	0,13	0,28	0,865	0,36	1,466	0,113	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG163	RG164	25	0,004716	0,00287	0,055757531	254,50	315	1,26	0,10	0,57	1,036	0,54	1,307	0,169	Autocurage vérifie
RG164	RG165	25	0,012129	0,00383	0,074343375	237,47	315	2,02	0,16	0,47	0,983	0,48	1,988	0,152	Autocurage vérifie
RG165	RG21	25	0,040827	0,00479	0,092929219	205,64	315	3,71	0,29	0,32	0,892	0,39	3,312	0,122	Autocurage vérifie
RG166	RG167	21	0,007555	0,0008	0,015612109	144,54	315	1,60	0,12	0,13	0,671	0,24	1,071	0,076	Autocurage vérifie
RG167	RG168	22	0,003191	0,00165	0,031967651	222,28	315	1,04	0,08	0,40	0,935	0,44	0,970	0,138	Autocurage vérifie
RG168	RG169	22	0,004175	0,00249	0,048323194	246,78	315	1,19	0,09	0,52	1,014	0,51	1,203	0,161	Autocurage vérifie
RG169	RG170	21	0,003306	0,0033	0,063935302	286,36	315	1,06	0,08	0,78	1,103	0,66	1,165	0,209	Autocurage vérifie
RG170	RG171	20,308	0,002434	0,00407	0,079032964	328,37	400	1,06	0,13	0,59	1,046	0,55	1,111	0,220	Autocurage vérifie
RG171	RG172	24	0,00218	0,00499	0,096875374	361,82	400	1,01	0,13	0,77	1,099	0,66	1,106	0,262	Autocurage vérifie
RG172	RG173	22,248	0,002538	0,00585	0,113415024	373,06	400	1,09	0,14	0,83	1,124	0,70	1,220	0,279	Autocurage vérifie
RG173	RG174	24	0,005484	0,00677	0,131257434	341,06	400	1,60	0,20	0,66	1,064	0,59	1,698	0,234	Autocurage vérifie
RG174	RG175	21,692	0,004038	0,0076	0,147383784	377,26	400	1,37	0,17	0,86	1,132	0,71	1,550	0,285	Autocurage vérifie
RG175	RG176	28,908	0,004974	0,0087	0,168874853	381,78	400	1,52	0,19	0,88	1,137	0,73	1,728	0,291	Autocurage vérifie
RG176	RG177	22	0,004803	0,00955	0,185230395	397,86	400	1,49	0,19	0,99	1,141	0,80	1,704	0,319	Autocurage vérifie
RG177	RG178	22	0,005999	0,01039	0,201585938	393,91	400	1,67	0,21	0,96	1,140	0,78	1,901	0,311	Autocurage vérifie
RG178	RG179	22	0,002222	0,01123	0,21794148	488,63	500	1,18	0,23	0,94	1,139	0,76	1,343	0,382	Autocurage vérifie
RG179	RG180	24	0,002802	0,01215	0,23578389	481,86	500	1,32	0,26	0,91	1,139	0,74	1,507	0,371	Autocurage vérifie
RG180	RG181	24	0,002124	0,01307	0,2536263	521,60	630	1,34	0,42	0,61	1,050	0,56	1,412	0,351	Autocurage vérifie
RG181	RG23	23,973	0,002719	0,01399	0,271448781	510,84	630	1,52	0,47	0,57	1,038	0,54	1,579	0,339	Autocurage vérifie
RG182	RG183	25	0,011037	0,00096	0,018585844	143,72	315	1,93	0,15	0,12	0,668	0,24	1,289	0,075	Autocurage vérifie
RG183	RG184	25	0,005009	0,00192	0,037171687	216,14	315	1,30	0,10	0,37	0,918	0,42	1,194	0,132	Autocurage vérifie
RG184	RG185	25	0,003575	0,00287	0,055757531	268,06	315	1,10	0,09	0,65	1,063	0,58	1,168	0,184	Autocurage vérifie
RG185	RG186	25	0,008395	0,00383	0,074343375	254,44	315	1,68	0,13	0,57	1,036	0,54	1,744	0,169	Autocurage vérifie
RG186	RG187	25	0,037709	0,00479	0,092929219	208,73	315	3,57	0,28	0,33	0,900	0,40	3,211	0,125	Autocurage vérifie
RG187	RG26	25	0,037476	0,00575	0,111515062	223,76	315	3,56	0,28	0,40	0,939	0,44	3,340	0,139	Autocurage vérifie
RG188	RG189	30	0,003981	0,00497	0,046173972	244,77	315	1,16	0,09	0,51	1,007	0,51	1,168	0,159	Autocurage vérifie
RG189	RG190	30	0,003624	0,00993	0,092347944	323,07	400	1,30	0,16	0,57	1,036	0,54	1,343	0,214	Autocurage vérifie
RG190	RG191	25	0,003387	0,01407	0,130826254	372,86	400	1,25	0,16	0,83	1,124	0,70	1,409	0,278	Autocurage vérifie
RG191	RG192	25	0,002167	0,01821	0,169304564	446,57	500	1,16	0,23	0,74	1,089	0,64	1,268	0,320	Autocurage vérifie
RG192	RG193	20	0,004297	0,02153	0,200087212	418,17	500	1,64	0,32	0,62	1,055	0,57	1,729	0,283	Autocurage vérifie
RG193	RG194	22	0,003867	0,02517	0,233948125	452,28	500	1,55	0,31	0,77	1,099	0,66	1,709	0,328	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG194	RG195	22	0,004	0,02881	0,267809038	472,78	500	1,58	0,31	0,86	1,133	0,72	1,792	0,358	Autocurage vérifie
RG195	RG196	22	0,004	0,03245	0,301669951	494,37	500	1,58	0,31	0,97	1,140	0,78	1,802	0,392	Autocurage vérifie
RG196	RG197	21	0,004	0,03593	0,333991731	513,60	630	1,84	0,57	0,58	1,042	0,54	1,921	0,342	Autocurage vérifie
RG197	RG40	19,542	0,004	0,03917	0,36406999	530,48	630	1,84	0,57	0,63	1,058	0,57	1,952	0,361	Autocurage vérifie
RG198	RG199	20	0,00248	0,00331	0,030782648	229,77	315	0,91	0,07	0,43	0,957	0,46	0,876	0,145	Autocurage vérifie
RG199	RG200	19	0,0029	0,00646	0,060026164	286,60	315	0,99	0,08	0,78	1,104	0,66	1,092	0,209	Autocurage vérifie
RG200	RG201	19	0,005154	0,0096	0,089269679	298,61	315	1,32	0,10	0,87	1,134	0,72	1,496	0,226	Autocurage vérifie
RG201	RG202	25	0,002259	0,01374	0,127747989	398,70	400	1,02	0,13	0,99	1,142	0,80	1,169	0,321	Autocurage vérifie
RG202	RG203	23,832	0,002233	0,01769	0,164428913	439,24	500	1,18	0,23	0,71	1,079	0,62	1,274	0,310	Autocurage vérifie
RG203	RG204	20	0,002058	0,02695	0,250501716	522,25	630	1,32	0,41	0,61	1,051	0,56	1,391	0,351	Autocurage vérifie
RG204	RG205	20	0,002748	0,03026	0,281284364	516,70	630	1,53	0,48	0,59	1,045	0,55	1,598	0,345	Autocurage vérifie
RG205	RG206	20	0,002238	0,03357	0,312067012	558,28	630	1,38	0,43	0,73	1,084	0,63	1,496	0,397	Autocurage vérifie
RG206	RG207	20	0,002055	0,03688	0,34284966	587,66	630	1,32	0,41	0,83	1,125	0,70	1,487	0,439	Autocurage vérifie
RG207	RG208	20	0,002693	0,0402	0,373632308	576,90	630	1,51	0,47	0,79	1,109	0,67	1,679	0,423	Autocurage vérifie
RG208	RG209	20	0,002354	0,04351	0,404414956	678,92	800	1,24	0,63	0,65	1,062	0,58	1,322	0,465	Autocurage vérifie
RG209	RG210	18,127	0,002518	0,04651	0,432314774	687,37	800	1,29	0,65	0,67	1,068	0,59	1,374	0,475	Autocurage vérifie
RG210	RG211	20	0,002975	0,05626	0,522965736	715,50	800	1,40	0,70	0,74	1,090	0,64	1,526	0,513	Autocurage vérifie
RG211	RG212	19	0,002089	0,05941	0,552209252	780,31	800	1,17	0,59	0,94	1,139	0,76	1,336	0,608	Autocurage vérifie
RG212	RG213	19	0,002053	0,06255	0,581452767	798,13	800	1,16	0,58	1,00	1,142	0,80	1,328	0,644	Autocurage vérifie
RG213	RG41	18,827	0,002324	0,06567	0,610429637	794,18	800	1,24	0,62	0,98	1,141	0,79	1,411	0,635	Autocurage vérifie
RG218	RG219	25	0,00925	8,9E-05	0,019390849	150,94	315	1,77	0,14	0,14	0,693	0,25	1,224	0,080	Autocurage vérifie
RG219	RG220	25	0,00757	0,00018	0,038781698	203,24	315	1,60	0,12	0,31	0,886	0,38	1,416	0,120	Autocurage vérifie
RG220	RG221	25	0,007628	0,00027	0,058172547	236,28	315	1,60	0,12	0,47	0,978	0,48	1,570	0,151	Autocurage vérifie
RG221	RG222	25	0,007553	0,00035	0,077563396	263,69	315	1,60	0,12	0,62	1,056	0,57	1,686	0,179	Autocurage vérifie
RG222	RG223	25	0,006	0,00044	0,096954245	299,35	315	1,42	0,11	0,87	1,136	0,72	1,616	0,228	Autocurage vérifie
RG223	RG224	24	0,006	0,00053	0,11556946	319,73	400	1,67	0,21	0,55	1,029	0,53	1,717	0,211	Autocurage vérifie
RG224	RG43	23,748	0,006	0,00061	0,133988931	337,96	400	1,67	0,21	0,64	1,060	0,58	1,769	0,230	Autocurage vérifie
RG225	RG226	25	0,00836	8,9E-05	0,019390849	153,83	315	1,68	0,13	0,15	0,703	0,26	1,182	0,082	Autocurage vérifie
RG226	RG227	25	0,008715	0,00018	0,038781698	197,95	315	1,72	0,13	0,29	0,872	0,37	1,495	0,115	Autocurage vérifie
RG227	RG228	25	0,008233	0,00027	0,058172547	232,92	315	1,67	0,13	0,45	0,967	0,47	1,612	0,148	Autocurage vérifie
RG228	RG229	25	0,008877	0,00035	0,077563396	255,82	315	1,73	0,13	0,58	1,039	0,54	1,799	0,170	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG229	RG230	25	0,006952	0,00044	0,096954245	291,20	315	1,53	0,12	0,81	1,118	0,68	1,712	0,216	Autocurage vérifie
RG230	RG231	22	0,008329	0,00052	0,114018192	299,13	315	1,68	0,13	0,87	1,135	0,72	1,904	0,227	Autocurage vérifie
RG231	RG232	22	0,008405	0,0006	0,131082139	314,66	400	1,98	0,25	0,53	1,017	0,51	2,008	0,206	Autocurage vérifie
RG232	RG233	22	0,00823	0,00068	0,148146086	330,74	400	1,95	0,25	0,60	1,050	0,56	2,051	0,222	Autocurage vérifie
RG233	RG234	24	0,008141	0,00076	0,166761301	346,46	400	1,94	0,24	0,68	1,071	0,60	2,083	0,241	Autocurage vérifie
RG234	RG235	22	0,008808	0,00084	0,183825248	354,08	400	2,02	0,25	0,72	1,083	0,63	2,191	0,251	Autocurage vérifie
RG235	RG236	22	0,00884	0,00092	0,200889195	365,82	400	2,03	0,25	0,79	1,108	0,67	2,245	0,268	Autocurage vérifie
RG236	RG44	23,695	0,003601	0,001	0,21926803	447,36	500	1,50	0,29	0,74	1,091	0,64	1,636	0,321	Autocurage vérifie
RG237	RG238	20	0,008199	7,1E-05	0,015512679	142,00	315	1,66	0,13	0,12	0,662	0,23	1,102	0,074	Autocurage vérifie
RG238	RG239	21,386	0,008567	0,00015	0,032100051	184,99	315	1,70	0,13	0,24	0,829	0,33	1,410	0,105	Autocurage vérifie
RG239	RG240	30,435	0,008831	0,00025	0,055706415	226,18	315	1,73	0,13	0,41	0,946	0,45	1,633	0,142	Autocurage vérifie
RG240	RG241	31,124	0,008111	0,00052	0,113681004	300,29	315	1,65	0,13	0,88	1,137	0,73	1,881	0,229	Autocurage vérifie
RG241	RG242	22	0,008506	0,00075	0,164668549	341,99	400	1,99	0,25	0,66	1,065	0,59	2,117	0,235	Autocurage vérifie
RG242	RG243	22	0,008673	0,00083	0,181732496	353,58	400	2,01	0,25	0,72	1,083	0,63	2,172	0,251	Autocurage vérifie
RG243	RG244	22	0,008541	0,00091	0,198796443	366,74	400	1,99	0,25	0,79	1,111	0,67	2,211	0,270	Autocurage vérifie
RG244	RG245	22	0,008258	0,00099	0,21586039	380,64	400	1,96	0,25	0,88	1,136	0,72	2,224	0,290	Autocurage vérifie
RG245	RG246	20	0,008051	0,00106	0,231373069	392,54	400	1,93	0,24	0,95	1,139	0,77	2,202	0,308	Autocurage vérifie
RG246	RG247	20	0,008117	0,00113	0,246885748	401,59	500	2,25	0,44	0,56	1,032	0,53	2,325	0,265	Autocurage vérifie
RG247	RG248	16,946	0,008207	0,00119	0,260029308	408,64	500	2,26	0,44	0,59	1,043	0,55	2,362	0,273	Autocurage vérifie
RG248	RG249	22	0,00279	0,00144	0,31412249	537,02	630	1,54	0,48	0,65	1,064	0,59	1,639	0,369	Autocurage vérifie
RG249	RG250	22	0,002221	0,00151	0,331186437	571,71	630	1,37	0,43	0,77	1,102	0,66	1,514	0,416	Autocurage vérifie
RG250	RG251	22	0,002923	0,00159	0,348250384	553,33	630	1,58	0,49	0,71	1,079	0,62	1,701	0,390	Autocurage vérifie
RG251	RG46	22,546	0,002357	0,00167	0,365737708	586,78	630	1,42	0,44	0,83	1,123	0,69	1,591	0,438	Autocurage vérifie
RG258	RG259	25	0,008524	8,9E-05	0,019390849	153,27	315	1,70	0,13	0,15	0,701	0,26	1,190	0,082	Autocurage vérifie
RG259	RG260	25	0,008085	0,00018	0,038781698	200,75	315	1,65	0,13	0,30	0,879	0,37	1,453	0,118	Autocurage vérifie
RG260	RG261	25	0,008391	0,00027	0,058172547	232,10	315	1,68	0,13	0,44	0,965	0,47	1,623	0,147	Autocurage vérifie
RG261	RG262	25	0,006	0,00035	0,077563396	275,32	315	1,42	0,11	0,70	1,076	0,61	1,531	0,193	Autocurage vérifie
RG262	RG263	25	0,006	0,00044	0,096954245	299,35	315	1,42	0,11	0,87	1,136	0,72	1,616	0,228	Autocurage vérifie
RG263	RG264	25	0,006	0,00053	0,116345094	320,53	400	1,67	0,21	0,56	1,030	0,53	1,720	0,212	Autocurage vérifie
RG264	RG49	25,192	0,006	0,00062	0,135884795	339,74	400	1,67	0,21	0,65	1,062	0,58	1,773	0,233	Autocurage vérifie
RG265	RG266	25	0,008	8,9E-05	0,019390849	155,11	315	1,64	0,13	0,15	0,708	0,26	1,164	0,083	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG266	RG267	25	0,008	0,00018	0,038781698	201,15	315	1,64	0,13	0,30	0,881	0,38	1,447	0,118	Autocurage vérifie
RG267	RG268	25	0,008	0,00027	0,058172547	234,18	315	1,64	0,13	0,45	0,971	0,47	1,596	0,149	Autocurage vérifie
RG268	RG269	25	0,008	0,00035	0,077563396	260,86	315	1,64	0,13	0,61	1,050	0,56	1,726	0,175	Autocurage vérifie
RG269	RG270	22	0,008	0,00043	0,094627343	281,05	400	1,93	0,24	0,39	0,932	0,43	1,796	0,174	Autocurage vérifie
RG270	RG271	22	0,008	0,00051	0,11169129	299,08	400	1,93	0,24	0,46	0,976	0,48	1,881	0,191	Autocurage vérifie
RG271	RG272	22	0,008	0,00059	0,128755237	315,46	400	1,93	0,24	0,53	1,019	0,52	1,963	0,207	Autocurage vérifie
RG272	RG50	20,664	0,008	0,00066	0,144782609	329,65	400	1,93	0,24	0,60	1,048	0,55	2,019	0,221	Autocurage vérifie
RG322	RG323	20	0,008	6,7E-05	0,016780431	146,92	315	1,64	0,13	0,13	0,679	0,25	1,115	0,077	Autocurage vérifie
RG323	RG324	20	0,008	0,00013	0,033560862	190,53	315	1,64	0,13	0,26	0,849	0,35	1,394	0,109	Autocurage vérifie
RG324	RG325	20	0,008	0,0002	0,050341293	221,82	315	1,64	0,13	0,39	0,933	0,44	1,534	0,137	Autocurage vérifie
RG325	RG326	20	0,008	0,00027	0,067121724	247,09	315	1,64	0,13	0,52	1,015	0,51	1,667	0,161	Autocurage vérifie
RG326	RG296	30,09	0,008	0,00037	0,092367867	278,52	315	1,64	0,13	0,72	1,083	0,63	1,779	0,197	Autocurage vérifie
RG327	RG328	25	0,008	8,4E-05	0,020975539	159,75	315	1,64	0,13	0,16	0,726	0,27	1,194	0,086	Autocurage vérifie
RG328	RG329	22,25	0,008618	0,00016	0,039643777	200,01	315	1,71	0,13	0,30	0,877	0,37	1,496	0,117	Autocurage vérifie
RG329	RG330	22,283	0,00861	0,00023	0,058340041	231,23	315	1,70	0,13	0,44	0,962	0,46	1,639	0,146	Autocurage vérifie
RG330	RG297	20,638	0,008674	0,0003	0,07565541	254,54	315	1,71	0,13	0,57	1,036	0,54	1,773	0,169	Autocurage vérifie
RG331	RG332	25	0,008	8,4E-05	0,020975539	159,75	315	1,64	0,13	0,16	0,726	0,27	1,194	0,086	Autocurage vérifie
RG332	RG333	25	0,008	0,00017	0,041951077	207,16	315	1,64	0,13	0,33	0,896	0,39	1,473	0,124	Autocurage vérifie
RG333	RG298	18,227	0,008	0,00023	0,057243552	232,77	315	1,64	0,13	0,45	0,967	0,47	1,589	0,148	Autocurage vérifie
RG334	RG335	25	0,008	8,4E-05	0,020975539	159,75	315	1,64	0,13	0,16	0,726	0,27	1,194	0,086	Autocurage vérifie
RG335	RG336	25	0,008	0,00017	0,041951077	207,16	315	1,64	0,13	0,33	0,896	0,39	1,473	0,124	Autocurage vérifie
RG336	RG337	25	0,008	0,00025	0,062926616	241,18	315	1,64	0,13	0,49	0,995	0,49	1,635	0,156	Autocurage vérifie
RG337	RG338	25	0,008	0,00034	0,083902155	268,66	315	1,64	0,13	0,66	1,064	0,59	1,749	0,185	Autocurage vérifie
RG338	RG339	25	0,005	0,00042	0,104877694	319,02	400	1,52	0,19	0,55	1,027	0,53	1,565	0,210	Autocurage vérifie
RG339	RG299	24,766	0,005	0,0005	0,125656517	341,39	400	1,52	0,19	0,66	1,065	0,59	1,622	0,235	Autocurage vérifie
RG340	RG341	25	0,007998	8,4E-05	0,020975539	159,75	315	1,64	0,13	0,16	0,726	0,27	1,194	0,086	Autocurage vérifie
RG341	RG342	25	0,006998	0,00017	0,041951077	212,43	315	1,54	0,12	0,35	0,909	0,41	1,397	0,129	Autocurage vérifie
RG342	RG343	25	0,006998	0,00025	0,062926616	247,31	315	1,54	0,12	0,53	1,015	0,51	1,561	0,162	Autocurage vérifie
RG343	RG344	25	0,007643	0,00034	0,083902155	270,97	315	1,61	0,13	0,67	1,068	0,59	1,716	0,187	Autocurage vérifie
RG344	RG345	25	0,006867	0,00042	0,104877694	300,59	315	1,52	0,12	0,88	1,137	0,73	1,731	0,229	Autocurage vérifie
RG345	RG346	25	0,006484	0,0005	0,125853232	325,35	400	1,73	0,22	0,58	1,040	0,54	1,805	0,216	Autocurage vérifie

ANNEXE

RG346	RG347	25	0,006998	0,00059	0,146828771	339,81	400	1,80	0,23	0,65	1,062	0,58	1,915	0,233	Autocurage vérifie
RG347	RG348	25	0,006998	0,00067	0,16780431	357,26	400	1,80	0,23	0,74	1,089	0,64	1,964	0,256	Autocurage vérifie
RG348	RG349	16,013	0,006998	0,00073	0,181239165	367,73	400	1,80	0,23	0,80	1,113	0,68	2,006	0,271	Autocurage vérifie
RG349	RG301	7,75	0,006998	0,00075	0,187741542	372,62	400	1,80	0,23	0,83	1,124	0,70	2,025	0,278	Autocurage vérifie
RG350	RG351	25	0,008002	8,4E-05	0,020975539	159,74	315	1,64	0,13	0,16	0,726	0,27	1,194	0,086	Autocurage vérifie
RG351	RG352	25	0,006936	0,00017	0,041951077	212,78	315	1,53	0,12	0,35	0,910	0,41	1,392	0,129	Autocurage vérifie
RG352	RG353	25	0,008155	0,00025	0,062926616	240,32	315	1,66	0,13	0,49	0,992	0,49	1,646	0,155	Autocurage vérifie
RG353	RG354	25	0,008451	0,00034	0,083902155	265,91	315	1,69	0,13	0,64	1,060	0,58	1,790	0,181	Autocurage vérifie
RG354	RG355	25	0,008468	0,00042	0,104877694	289,01	400	1,98	0,25	0,42	0,950	0,45	1,884	0,181	Autocurage vérifie
RG355	RG356	25	0,008002	0,0005	0,125853232	312,76	400	1,93	0,24	0,52	1,012	0,51	1,951	0,204	Autocurage vérifie
RG356	RG357	25	0,004002	0,00059	0,146828771	377,34	400	1,36	0,17	0,86	1,132	0,71	1,543	0,285	Autocurage vérifie
RG357	RG301	21,765	0,004002	0,00066	0,165089772	394,30	400	1,36	0,17	0,96	1,140	0,78	1,553	0,312	Autocurage vérifie
RG358	RG359	25	0,008	8,4E-05	0,020975539	159,75	315	1,64	0,13	0,16	0,726	0,27	1,194	0,086	Autocurage vérifie
RG359	RG360	25	0,008	0,00017	0,041951077	207,16	315	1,64	0,13	0,33	0,896	0,39	1,473	0,124	Autocurage vérifie
RG360	RG361	25	0,008	0,00025	0,062926616	241,18	315	1,64	0,13	0,49	0,995	0,49	1,635	0,156	Autocurage vérifie
RG361	RG362	25	0,008	0,00034	0,083902155	268,66	315	1,64	0,13	0,66	1,064	0,59	1,749	0,185	Autocurage vérifie
RG362	RG305	32,549	0,008	0,00045	0,111211668	298,60	400	1,93	0,24	0,46	0,975	0,48	1,878	0,190	Autocurage vérifie
RG363	RG364	19,913	0,012555	6,7E-05	0,016707174	134,80	315	2,06	0,16	0,10	0,640	0,22	1,318	0,069	Autocurage vérifie
RG364	RG365	20,357	0,012281	0,00014	0,033786958	176,26	315	2,04	0,16	0,21	0,795	0,31	1,618	0,098	Autocurage vérifie
RG365	RG366	25,009	0,009996	0,00022	0,054770064	219,58	315	1,84	0,14	0,38	0,927	0,43	1,704	0,135	Autocurage vérifie
RG366	RG367	20,283	0,012326	0,00029	0,071788003	233,67	315	2,04	0,16	0,45	0,970	0,47	1,978	0,149	Autocurage vérifie
RG367	RG305	19,783	0,005673	0,00035	0,088386308	292,19	315	1,38	0,11	0,82	1,120	0,69	1,550	0,217	Autocurage vérifie
RG368	RG369	25	0,008	0,00023	0,049383694	220,23	315	1,64	0,13	0,39	0,929	0,43	1,527	0,136	Autocurage vérifie
RG369	RG370	25	0,008	0,00046	0,098767387	285,60	315	1,64	0,13	0,77	1,101	0,66	1,809	0,208	Autocurage vérifie
RG370	RG308	21,374	0,008	0,00065	0,140988679	326,38	400	1,93	0,24	0,58	1,042	0,54	2,008	0,218	Autocurage vérifie

ANNEXE