



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف- المسيلة
خلية التعليم الإلكتروني



المسيلة في: 2022-04-19

رقم: 51 / 2022

شهادة نشر مطبوعة دروس

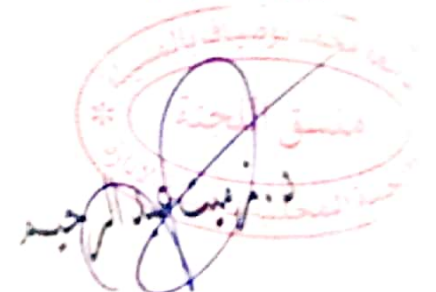
يشهد مسؤول خلية التعليم الإلكتروني بجامعة محمد بوضياف بالمسيلة بعد مصادقة الهيئة العلمية بأن الأستاذ(ة):
جميات جمال الدين قام (ت) بنشر مطبوعة دروس للمقرر الدراسي: **Projet fin de cycle** الموجه لطلبة السنة: **ثالثة ليسانس**
تخصص: **ري على أرضية التعليم عن بعد Moodle**، وفق المعايير المعتمدة للتدريس عبر الخط.

الهيئة العلمية :

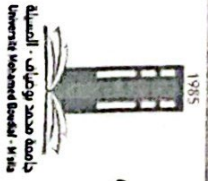
مسؤول الخلية:



الأستاذ
مرزوق بلقاسم



سلمت هذه الشهادة بطلب من المعنى لاستعمالها في حدود ما يسمح به القانون .



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة محمد بوضياف- المسيلة
كلية التكنولوجيا



المسيلة في: 25 ماي 2025

رقم بطلان/2025/

شهادة نشر مطبوعة بيداغوجية على الخط (خاص بملف الترقية العلمية)

بناء على الإطلاع على المستودع الرقمي لجامعة المسيلة Dspace و التقارير الإيجابي للخبرة البيداغوجية المرسله للهيئة العلمية للقسم، نشهد بان:
الأستاذ: جميعات جمال الدين (أستاذ محاضر 1^أ بقسم الري) قام بنشر مطبوعة بيداغوجية عبر الخط للمقرر الدراسي: Projet Fin de cycle:
مستوى: السنة الثالثة، تخصص: ري

نائب العميد المكلف بالدراسات
والمسائل المرتبطة بالطلبة

نائب العميد المكلف بالدراسات
والمسائل المرتبطة بالطلبة



الهيئة العلمية

ورقة مصطفى
جامعة المسيلة
القسم الري

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

Université Med. BOUDIAF de M'Sila

Faculté de technologie

Département: Hydraulique



Support de TP

Projet fin de cycle

Niveau concerné : 3^{ème} Année Licence, Hydraulique

Réalisé par : Mr : D. E. DJEMIAT

Année Universitaire : 2022/2023

Présentation général du module

Module : Projet fin de cycle (TP)

Niveau : 3^{ème} année licence hydraulique

Moyens pédagogiques : Un support de Travaux pratique.

Nombre d'heures: 45h

TP : 3h

Semestre : S6

Crédits : 4

Coefficient : 2

Mode d'évaluation : Control continue

Méthode pédagogique

- 1 - Alternance : exposés et débats
- 2 - Manipulation sur l'outil informatique
- 3 - Travaux pratique
- 4 - Outils pédagogiques : data show et documentation

Projet de dimensionnement du réseau d'assainissement d'une agglomération.

Titre du projet : Etude de dimensionnement du réseau d'assainissement de l'agglomération de Tarmont (W. Msila).

Objectif : L'assainissement des agglomérations a pour but d'assurer la collecte et le transit des eaux polluées, pluviales ou usées soient-elles. Il procède également au traitement de ces eaux avant leurs rejets dans le milieu naturel. L'objectif de ce travail est de collecter et acheminer les différents rejets de la localité de Tarmont gravitairement ou par refoulement vers un point de rejet.

Zone d'étude : Administrativement, la commune TARMOUNT dépend de la Daira de Hammam Dalaâ, Elle est située dans la partie Nord-Ouest de la commune de M'sila, dans l'unité d'aménagement N°01 selon le découpage du PAW (Plan d'Aménagement de la Wilaya).

Travail demandé : Afin de mettre en application les connaissances acquises durant la formation universitaire du cycle de licence, il est demandé de réaliser un projet de dimensionnement du réseau d'assainissement de la zone d'étude et ce, en se basant sur les données suscitées et d'autres à collecter.

Le projet en question est un rapport écrit dans lequel il est demandé de traiter les points suivants :

1. Collecter les données nécessaires à la mise en œuvre du projet
2. Etablir un état des lieux tout en précisant la problématique étudiée et les objectifs à atteindre
3. Etudier les données et proposer des solutions réalistes.
4. Choisir une solution technique en concertation avec l'enseignant tuteur.
5. Etudier d'une manière détaillée la solution technique retenue.
6. Mettre en évidence les contraintes et les limites du travail réalisé

En plus de ces points, le rapport doit être rédigé tout en respectant les règles de rédaction et de présentation. Le rapport doit impérativement traiter les points suivants :

- I. Introduction generale**
- II. Présentation de la zone d'étude**
- III. Estimation des débits des eaux pluviales**
- IV. Estimation des débits des eaux usés**
- V. Dimensionnement du réseau d'assainissement**
- VI. Dimensionnement des ouvrages annexes**
- VII. Conclusion.**

eriammos

1. L'assainissement des agglomérations.....	1
1.1. Définition.....	1
2. Les systèmes de collecte et d'évacuation	1
2.1. Systèmes d'évacuation	1
2.1.1 Les réseaux unitaires	1
2.1.2 Les réseaux séparatifs.....	2
2.1.3 Les réseaux pseudo-séparatif.....	2
2.1.4 Les réseaux mixtes.....	2
2.2. Choix entre les systèmes d'Assainissement	3
2.3. Schémas types des réseaux d'évacuation	3
3. Conception des réseaux	4
3.1. Débits de dimensionnement.....	4
3.2. Tracé.....	4
3.3. Sections types	5
4. Calcul de base	5
4.1. Evaluation de la population	5
4.2. Evaluation du coefficient de ruissellement.....	5
4.2.1 Coefficient de ruissellement pondéré	6
4.3. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin	7
4.3.1. Calcul de la densité partielle.....	7
4.4. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires	8
5. Évaluation des débits d'eaux usées.....	8
5.1. Nature des eaux usées à évacuer.....	9
5.2. Évaluation du débit des eaux usées domestiques	9
5.3. Évaluation du débit des équipements	9
5.4. Évaluation du débit moyen journalier	10
5.5. Évaluation du débit de pointe	10
6. Estimation des débits des eaux pluviales	11
6.1. La méthode rationnelle	11
7. Dimensionnement du réseau d'assainissement	12
7.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement des collecteurs.....	12
8. Méthodologie de dimensionnement	13

8.1	Trace des collecteurs	13
8.2	Positionnement des regards	14
8.3	Numérotation automatique des regards	16
8.4	Délimitation des bassins versants	17
8.5	Numérotation automatique des sous bassins	17
9.	Description des éléments constitutifs d'un réseau d'assainissement	19
9.1	Paramétrage des canalisations d'EP-EU", en vue du calcul de dimensionnement	20
9.2	Paramétrage des contraintes de calcul de dimensionnement.....	20
9.2.1	Paramétrage des canalisations	21
9.2.2	Création de la première canalisation	21
9.2.3	Calcul des débits/section.....	24
9.2.4	Affichage des résultats.....	25
9.3	Exemple de calcul de dimensionnement des collecteurs et la vérification d'auto curage (manuellement).....	26
9.3.1	Calcul du diamètre.....	26
9.3.2	Calcul du débit et vitesse à pleine section	26
9.3.3	Calcul de rapport des débits.....	26
9.3.4	Vérification de l'auto curage pour 1/10 Qps et 1/100 Qps.....	27
9.4	Profil en long des canalisations	27
10.	Dimensionnement du déversoir d'orage	29
10.1	Exemple de calcul.....	31

1. L'assainissement des agglomérations

1.1. Définition

L'assainissement des agglomérations, au sens où l'entend « l'instruction relative à l'assainissement des agglomérations » de 1977 a pour objet d'assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux pluviales et usées ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

2. Les systèmes de collecte et d'évacuation

L'établissement d'un réseau d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux préoccupations, à savoir :

- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées,
- Assurer l'élimination des eaux usées ménagères et des eaux vannes.

2.1. Systèmes d'évacuation

Quatre systèmes d'évacuation sont susceptibles d'être mis en service :

2.1.1 Les réseaux unitaires

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau généralement pourvu de déversoirs d'orages permettant en cas d'orage le rejet direct, par surverse, d'une partie des eaux dans le milieu naturel. Fig 1.

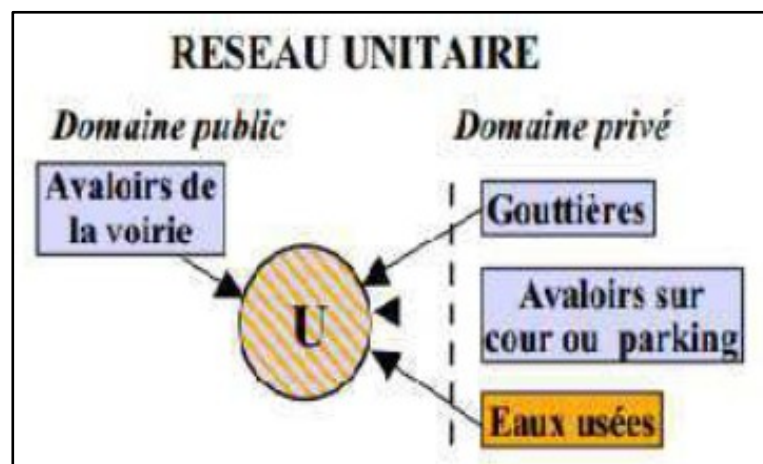


Figure 1 : Schéma du système d'évacuation du réseau d'assainissement unitaire.

2.1.2 Les réseaux séparatifs

Il consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et sous certaines réserves de certains effluents industriels alors que l'évacuation de toutes les eaux météoriques (eaux pluviales) est assurée par un autre réseau. fig 2

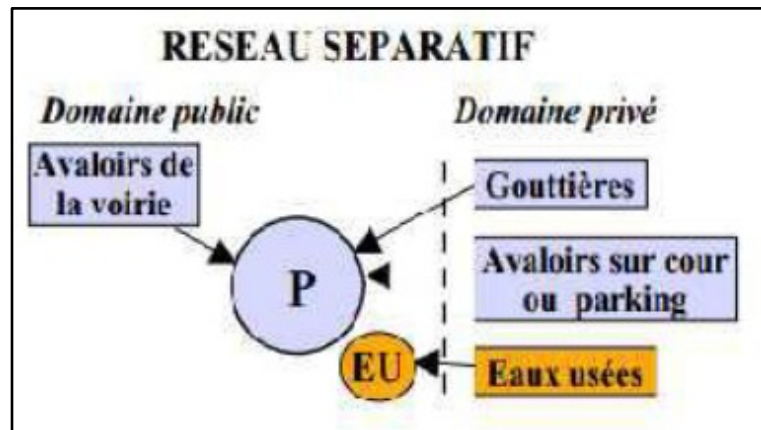


Figure 2 : Schéma du système d'évacuation du réseau d'assainissement séparatifs

2.1.3 Les réseaux pseudo-séparatif

L'usage a prévalu de désigner sous ce vocable des réseaux séparatifs où le réseau d'eaux usées peut recevoir certaines eaux pluviales provenant des propriétés riveraines. Fig.3.

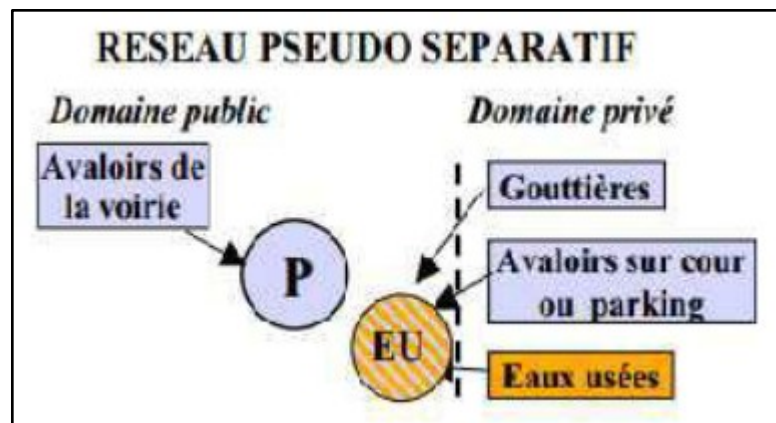


Figure 3 : Schéma du système d'évacuation du réseau d'assainissement pseudo-séparatif.

2.1.4 Les réseaux mixtes

Désignant communément des réseaux constitués, selon les zones d'habitation, en partie en système unitaire et en partie en système séparatif.

2.2. Choix entre les systèmes d'Assainissement

Généralement ; le choix entre les systèmes d'Assainissement dépend :

- De considérations techniques et des conditions locales (topographie des lieux, régime des précipitations atmosphériques, disposition du réseau de la voirie humaine, répartition des masses d'habitations, ...etc.)
- De considérations d'ordre économique prenant en compte les dépenses d'investissement et les frais d'entretien, d'exploitation et de gestion de l'ensemble des installations, pompage et équation des eaux usées ;
- De considérations urbanistiques d'avenir (répartition des quartiers résidentiels, commerciaux et industriels...etc.)
- De considérations politiques (acceptation ou refus de la transformation du système d'Assainissement en un autre)

2.3. Schémas types des réseaux d'évacuation

Bien que les réseaux d'évacuation revêtent des dispositions très diverses selon le système choisi, leur schéma (fig.4) se rapproche le plus souvent de l'un des cinq types décrits ci-après :

- le schéma perpendiculaire au cours d'eau.
- le schéma type « collecteur latéral »
- le schéma type « collecteur transversal »
- le schéma type « par zones étagées »
- le schéma type « centre collecteur unique » et le schéma type radial

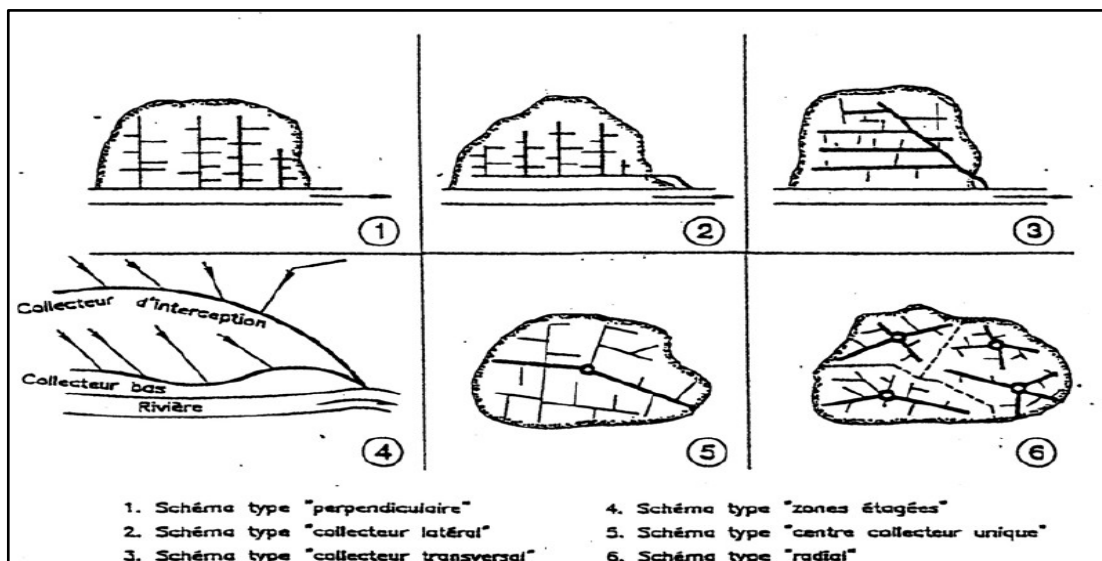


Figure 4 : Schémas types des réseaux d'évacuation.

3. Conception des réseaux

3.1. Débits de dimensionnement

Connaissant en chaque point, les débits à évacuer et la pente des ouvrages, le choix des sections sera déduit de la formule d'écoulement adoptée. Les dimensions des canalisations varient compte tenu des diamètres courants de fabrication, ce qui apporte de ce fait, une capacité supplémentaire d'écoulement.

Le dimensionnement hydraulique doit démontrer la capacité de la canalisation à évacuer le débit de dimensionnement tout en conservant un tirant d'air adéquat. Il doit également vérifier que les vitesses minimales sont suffisantes pour éviter la formation de dépôts. Dans ce contexte, les paramètres suivants sont utilisés :

QM : Débit maximum (indice Q_M) pour déterminer le diamètre D de la conduite.

Qm : Débit minimum (indice q_m) pour déterminer la pente J_0 de la conduite.

K ou k_s : Coefficient de rugosité opérationnelle de la conduite.

3.2 Tracé

Pour l'implantation du réseau, les règles suivantes sont recommandées par la norme SIA 190 (2000) :

- Les tuyaux doivent être jointifs au niveau du radier.
- Le diamètre intérieur minimal des tuyaux en zone de constructions est de 0.3 m.
- Les chambres de visite servent à la surveillance, à l'entretien et à l'aération du réseau de canalisations. **Elles doivent être prévues entre autres:**
 - (1) tous les 80 à 100 m sur les tronçons droits,
 - (2) aux changements de pente,
 - (3) en règle générale, aux changements de direction,
 - (4) aux changements de diamètre et de matériau,
 - (5) aux confluences de canalisations.
- Un tronçon d'accélération ou une chute appropriée doit être prévu entre un tronçon à faible pente et un tronçon à forte pente.
- Au contraire, lors du passage d'une forte à une faible pente, il convient d'examiner la nécessité de dispositifs de dissipation d'énergie et d'aération.
- Les déversoirs de décharge doivent être conçus de telle sorte, qu'un écoulement de retour ne puisse se produire depuis l'exutoire, lors de crues inférieures à la quinquennale.
- Une aération doit être prévue à l'entrée et à la sortie des siphons.

- Afin d'éviter la formation de dépôts, les conditions d'écoulement peuvent être améliorées par l'aménagement de cunettes pour le débit de temps sec.
- Dans les canalisations et les chambres, les banquettes doivent être construites à 0.3 m au minimum au-dessus du radier. Afin d'éviter la formation de dépôts, elles ne devraient être mouillées que pour des débits au moins 2 fois supérieurs au débit de temps sec.
- Pour éviter la formation de dépôts dans les canalisations, des vitesses minimales de l'ordre de 0.6 à 1.0 m/s doivent être respectées, en fonction du diamètre intérieur.

3.3. Sections types

La section typique des réseaux de canalisations est de forme circulaire. D'autres sections classiques, tels que les profils ovoïdes ou en fer à cheval se rencontrent généralement pour les grandes capacités.

4. Calcul de base

En fonction du plan d'occupation du sol de la Ville de TARMOUNT, une étude d'un réseau d'assainissement sera projeté ; elle fera appel à une démarche permettant d'entreprendre la conception et le dimensionnement du réseau avec tous les calculs hydrauliques nécessaires afin d'assurer un fonctionnement hydraulique sans défaillances à court et à long terme. Les calculs hydrauliques du réseau projeté sont exécutés à l'aide du logiciel Covadis,

4.1. Evaluation de la population

Chaque étude se fait à long terme de 20 à 30 ans pour prévoir toute extension imprévisible de la région et pour satisfaire les besoins.

Dans notre cas, nous allons étudier l'évolution de la population à l'horizon **2042**, la population de l'horizon retenu se calcule par la relation suivante :

$$P_t = P_0(1 + t)^n$$

P_t : Nombre d'habitants à l'horizon futur

P_0 : Nombre d'habitants à l'horizon actuel (**$P_0 = 50000$ hab.**)

t : Taux d'accroissement constaté dans cette agglomération, d'après l'APC (**$t = 2.5\%$**)

n : L'écart d'années entre les deux horizons (**2017-2042**) ; d'où

$n = \dots$ ans



4.2. Evaluation du coefficient de ruissellement

Polycopie TP Projet fin de cycle/ D. E. DJEMIAT

Le coefficient de ruissellement est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau ruisselée et le volume d'eau précipité sur cette aire, sa valeur varie de 0.05 à 1, il dépend de plusieurs facteurs : La nature du sol ; la pente du terrain ; le mode d'occupation du sol, la densité de la population, la durée de pluie. Tableau 1.

Tableau 1 : Coefficients de ruissellement en fonction de la densité, la catégorie d'urbanisation et de la zone d'influence.

Coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population	
Densité de la population (hab. /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 et plus	0.80 – 0.90
Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.	
Catégoried'urbanisation	Cr
Habitations trèsdenses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moinsdenses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – garde – prairie	0.05 – 0.20
Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence	
Catégoried'urbanisation	Cr
Surface imperméable	0.90
Pavage à larges joints	0.60
Voirie non goudronnées	0.35
Allées en gravier	0.20
Surfaces boisées	0.05

4.2.1 Coefficient de ruissellement pondéré

Dans le cas où la surface du bassin est composée de plusieurs aires élémentaires « A_i », aux quelles on affecte le coefficient de ruissellement « C_{ri} », on calcule le coefficient de ruissellement pondéré par la formule suivante :


$$C_{rtp} = \frac{\sum A_i C_{ri}}{A}$$

Avec :

A : Surface totale en (ha) ;

C_{ri} : Coefficient de ruissellement partiel ;

C_{rtp} : Coefficient de ruissellement total pondéré.

$$C_{rtp} = \dots$$


4.3. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin

A défaut de connaître le nombre exact d'habitants de chaque sous bassins, on suit les étapes suivantes pour pouvoir estimer ce dernier :

- 1- On estime le coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.
- 2- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré total.
- 3- On calcule la densité partielle de chaque sous bassin.
- 4- On déduit le nombre d'habitants dans chaque sous bassins.

4.3.1. Calcul de la densité partielle

Pour calculer le nombre d'habitants correspondant à chaque sous bassin, il faut calculer leur densité partielle par la relation ci-dessous :

$$D_i = \frac{C_{ri} \cdot P_t}{C_{rtp} \cdot A}$$


Avec :

D_i : densité partielle pour chaque sous bassin (hab/ ha)

C_{rp} : coefficient de ruissellement total pondéré

A : surface totale (ha) **A=154 ha**

P_t : nombre total d'habitants (hab) à l'horizon 2042 =hab.



On procède par la suite au calcul du nombre d'habitants correspondant à chaque sous bassin par la relation ci-dessous :

$$P_i = D_i \cdot A_i$$

4.4. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires

En général, le bassin versant est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux.

Toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement. Donc, le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon la nature des sols, la densité des habitations, les courbes de niveaux, les routes et voiries existantes, les pentes et les contre pentes et les limites naturelles (oueds, talwegs...). Pour notre projet le découpage de la zone à étudier sera fait selon la nature du sol, la densité des habitants et les courbes de niveaux ainsi les pentes et les contres pentes.

Tableau 2 : Nombre d'habitants pour chaque sous bassin

Zone (A)					
BV N:	surface (ha)	Cri	ACri	Di	Nbre d'habitants
SB 1
SB 2
SB 3
SB 4
SB 5
SB 6
SB 7					
SB 8					
SB 9					
SB...					
SB...					
Zone (...)					
BV N:	surface (ha)	Cri	ACri	Di	Nbre d'habitants
SB...
SB...
SB...
SB...

5. Évaluation des débits des eaux usées

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de connaître la quantité et la qualité des rejets à traiter (liquides provenant des habitations).

5.1. Nature des eaux usées à évacuer

La nature des matières polluantes contenues dans l'effluent dépend de l'origine de ces eaux usées. On distingue : **Les usées domestiques, les eaux industrielles, les eaux usées du service public et les eaux parasites.**

5.2. Évaluation du débit des eaux usées domestiques

Le calcul des débits des eaux usées domestiques nécessite la détermination de la consommation moyenne journalière. Pour Les agglomérations en question la dotation moyenne journalière est de l'ordre de 150 l/j/hab.

$$Q_{moyj} = dot * N / 1000$$

Q_{dom}: débit des eaux usées domestiques (m³/j).

Dot : dotation moyenne journalière par habitant (l/j/hab).

N : représente le nombre d'habitants.

Le débit des Besoin domestique est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Évaluation des besoins domestiques

Année	Nbre d'habitants	Dotation moyenne	Débit d'eau usée domestique (m ³ /j)
2042	150	.....

5.3. Évaluation du débit des équipements

En raison du manque de données, on prendra ce débit égal à 20% du débit domestique.

$$Q_{éqp} = 0.2 * Q_{dom}$$

On aura donc :

Tableau 4 : Évaluation du débit des équipements.

Année	Débit domestique (m ³ /j)	Débit des équipements (m ³ /j)
.....

Tableau 5 : Récapitulatif de la consommation moyenne totale.

Nature des besoins	Consommation moyenne journalière (m ³ /j)
Besoins domestiques
Besoins des équipements
Total

5.4. Évaluation du débit moyen journalier

Le débit moyen journalier rejeté est calculé par la relation suivante :

$$Q_{moy j} = N * D * K_r / 86400$$

Avec :

Q_{moyj}: Débit moyen rejeté quotidiennement en (l/s);

K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée ;

D : Dotation journalière prise égale à 150 l/j/hab ;

N: Nombre d'habitants à l'horizon étudié (hab).

Le débit moyen journalier est égal :

$$Q_{moyj} = \boxed{\text{..... l/s}} \leftarrow$$

5.5 Évaluation du débit de pointe

Le débit des eaux usées subit des variations journalières, hebdomadaires et saisonnières présentant souvent des pointes de débit. Les conduites doivent donc être dimensionnées pour faire transiter ces débits de pointe. Le débit de pointe est calculé par la relation suivante :

$$Q_p = K_p * Q_{moy}$$

K_p : coefficient de pointe, il peut être calculé à partir du débit moyen journalier, avec :

$$K_p = 1.5 + 2.5 Q_{moyj}^{si} \quad Q_{moy j} \geq 2.81 \text{ l/s}$$

Le rejet des eaux usées ou le débit de pointe égale à :

$$Q_p = \boxed{\text{..... l/s}} \leftarrow$$

6. Estimation des débits des eaux pluviales

Pour l'estimation des débits des eaux pluviales, on fait un découpage de l'aire de l'agglomération en sous bassins, suivant des critères bien précis, ensuite on attribue à chaque sous bassin un coefficient de ruissellement pondéré en fonction de la nature du sol drainé(Paragraphe 4.2.1). La quantification des eaux de ruissellement est obtenue par l'application de différentes méthodes, comme : la méthode superficielle ou rationnelle.

6.1 La méthode rationnelle

La méthode rationnelle est utilisée pour l'évaluation du débit des eaux pluviales en se basant sur le fait que les sous bassins ont des surfaces assez faibles (**Inferieure a 10 ha, le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes**) et que le coefficient de ruissellement est bien estimé. Cette méthode consiste à estimer le débit à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs limités. La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = K * C_r * i * A$$

Q : débit d'eau de ruissellement (m³/s) ;

A : surface de l'aire d'influence (km²) ;

C_r : coefficient de ruissellement ;

K : coefficient de conversion des unités anglo-saxonnes aux unités du système international (K= 0.278).

i : intensité moyenne de période de retour T= 10 ans (mm/h);

A partir de l'étude hydrologique on a trouvé une intensité moyenne maximale égale à 57,47 mm/h = 159.64 l/s/ha (intensité spécifique en prenant en compte la surface) et pour une durée proche des

temps de concentration des bassins versants urbains de la wilaya d'Alger on prend une intensité de 90,4 mm/h.

Tableau 6 : évaluation des débits des eaux pluviales par la méthode rationnelle.

Bassin versant	A (ha)	Cr	Im(mm/h)	Q (m3/s)	Q (l/s)
SB 1	94.4	.....	.....
SB 2	94.4	.....	.....
SB 3	94.4	.....	.....
SB	94.4	.....	.....
SB	94.4	.....	.....
SB	94.4	.....	.....

Tableau 7 : Récapitulatif de débit total.

Bassin versant	Q _{eu}	Q _p	Q _{tot} = Q _{eu} + Q _p
SB 1
SB 2
SB 3
SB
SB
SB

7. Dimensionnement du réseau d'assainissement

7.1 Conditions d'écoulement et de dimensionnement des collecteurs dans un réseau unitaire

- 1- L'écoulement en assainissement doit être gravitaire dans la mesure du possible,
- 2- L'écoulement doit avoir une vitesse qui permet l'auto-curage et n'accélère pas l'abrasion des parois intérieures de la conduite.
- 3- La vitesse d'auto curage : comme les eaux usées sont des eaux chargées, qui contiennent du sable, facilement décantable. Pour empêcher cette décantation, il faut avoir une vitesse d'écoulement qui satisfait les conditions suivantes :
 - Une vitesse minimale de 0.6 m/s pour le (1/10) du débit à pleine section.
 - Une vitesse de 0.3 m/s pour les (1/100) de ce même débit.

- Si ces vitesses ne sont pas respectées, il faut prévoir des chasses automatiques ou des curages périodiques.

A l'opposé des considérations relatives à l'auto curage, le souci de prévenir la dégradation des parois intérieures des canalisations nous conduit à ne pas dépasser des vitesses de l'ordre de 4 à 6 m/s.

On utilise la formule de Manning Strickler pour le dimensionnement des canalisations du réseau:

$$Q = K_s * S * R_h^{2/3} * I^{1/2}$$

Où :

K_s: coefficient de rugosité

I : pente hydraulique

S : section mouillée

R_h : rayon hydraulique

8. Méthodologie de dimensionnement

8.1 Tracé des collecteurs

Le choix de tracé dépend de plusieurs paramètres :

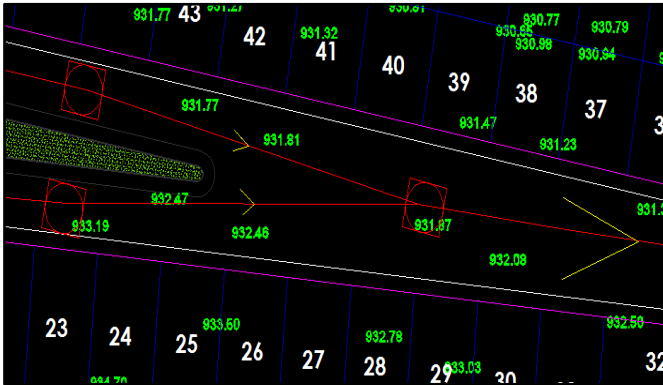
- La longueur optimale.
- Suivi du réseau de voirie (écoulement gravitaire pour éviter les contre pentes).
- Converger tout l'écoulement vers l'exutoire (le point le plus bas).
- Assurer le branchement gravitaire de toutes les occupations de sol
- Le réseau et les collecteurs seront tracés en fonction du terrain naturel et les voiries existantes.

Application :

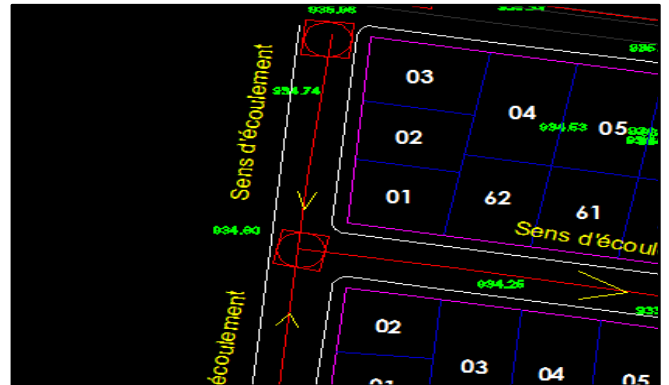
- Générer le maillage (calque TN MNT, TN SOCLE et TN périmètre).
- Tous geler sauf calques (0-TN MNT et TN-SOCLE).
- Enregistrer le fichier sous le nom TRACER.DWG.
- Créer un calque Tracer et le rendre courant.
- Dessiner une polylinge 2D dans l'emprise du MNT. (fig. 5).

a) b)

c)



d)



e)

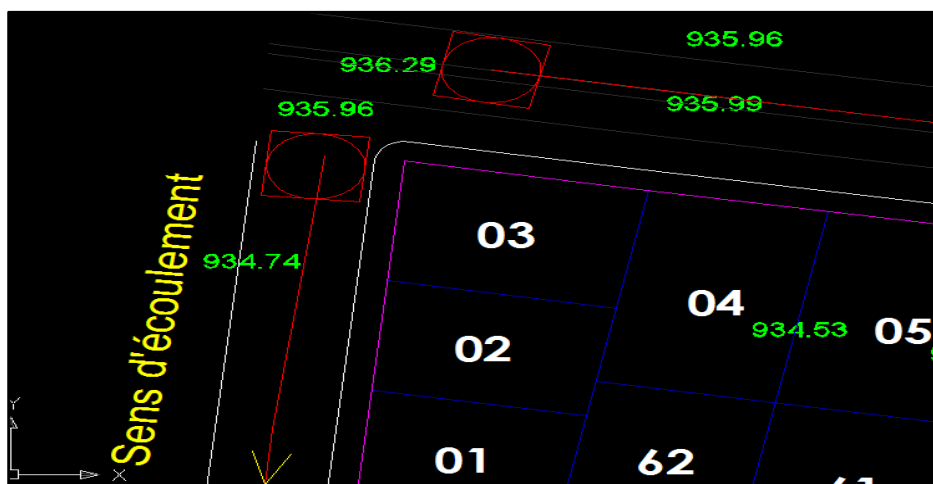
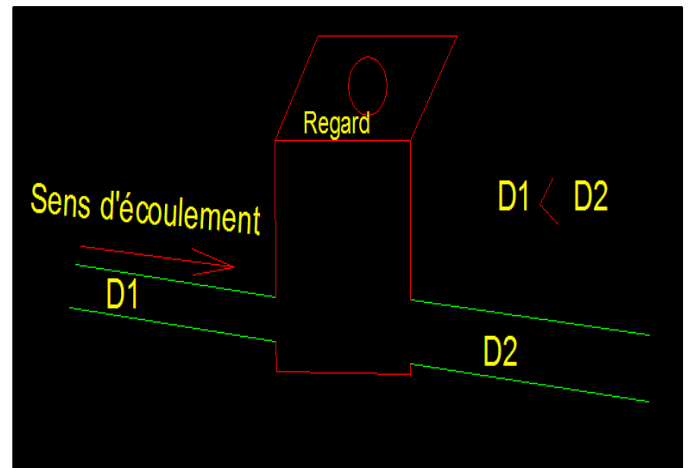
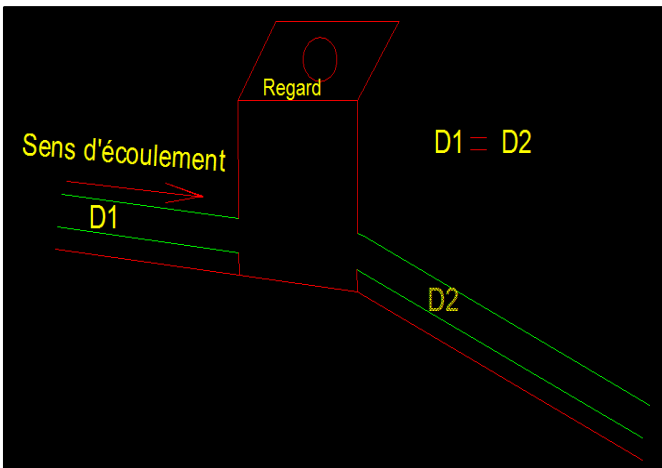


Figure 7 :

Positionnement des regards a) aux confluences de canalisations ; b) aux changements de direction ; c) Aux changements de pente, d) aux changements de diamètre; e) aux départ de la conduite.

8.3 Numérotation automatique des regards

Cette étape nécessite :

- 1- la création d'un nouveau calque et lui donner le nom ****Numérotation****
- 2- Sélectionner ****Covadis 2D**** Dans la fenêtre qui apparaît alors, Taper ****Topologie/polygone**** puis sélectionner ****Numérotation automatique**** pour ouvrir la boîte de dialogue des options par défaut (fig 8).
- 3- Choisir la valeur de départ, l'incrément d'indice, la chaîne de préfixe, la taille et le style et le calque de dessin.
- 4- Choisir le calque numérotation.
- 5- Cliquer sur **OK** pour accepter ces choix et fermer la boîte de dialogue.
- 6- Cliquer par le pointeur de la souris au niveau des regards possessionnés pour commencer la numérotation automatique des regards.

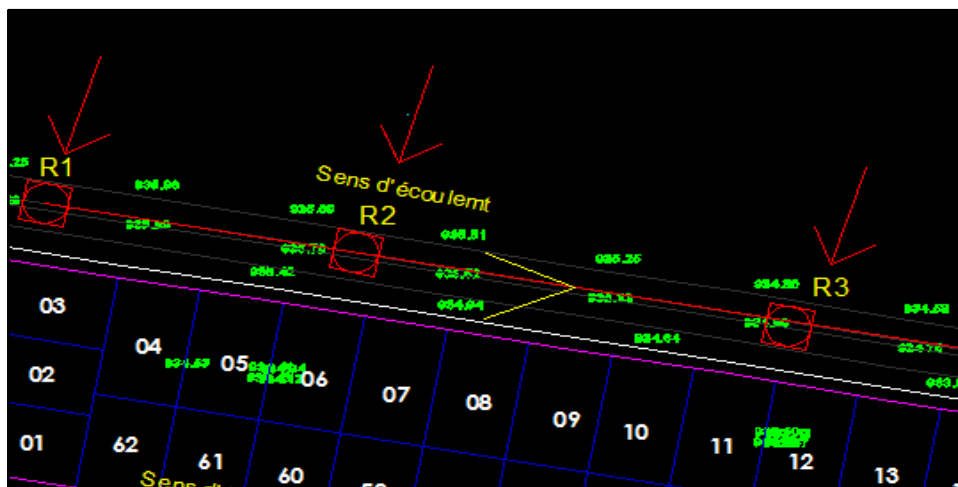
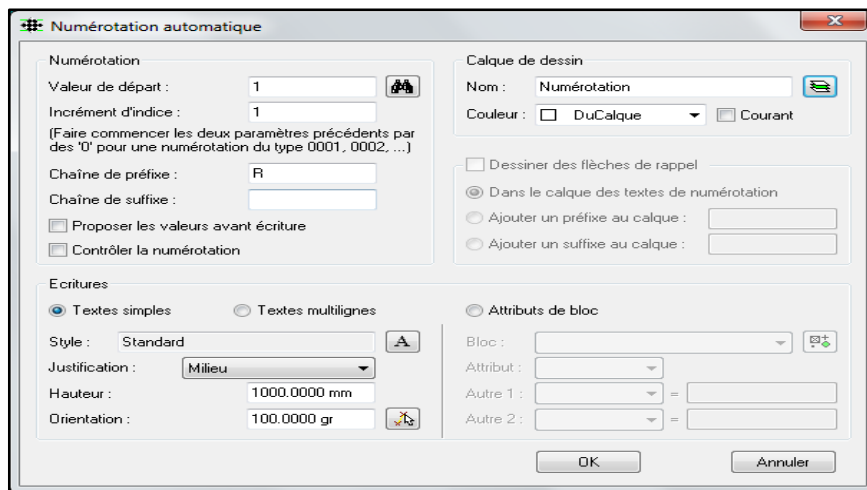


Figure 8 :

Numérotation automatique des regards.

8.4 Délimitation des bassins de drainage

Le découpage de la zone à étudier sera fait selon plusieurs critères cités au-dessus (Paragraphe 4.4.

Les étapes de découpage seront :

- 1- la création d'un nouveau calque et lui donner les nom **** Sous bassins****.
- 2- Cliquer sur le bouton polyligne de la barre de modification pour commencer à dessiner des Sous bassins versants.
- 3- Chaque sous-bassin doit contenir un seul exutoire.
- 4- Chaque sous-bassin doit contenir un seul tronçon (conduite) limité par deux regards.

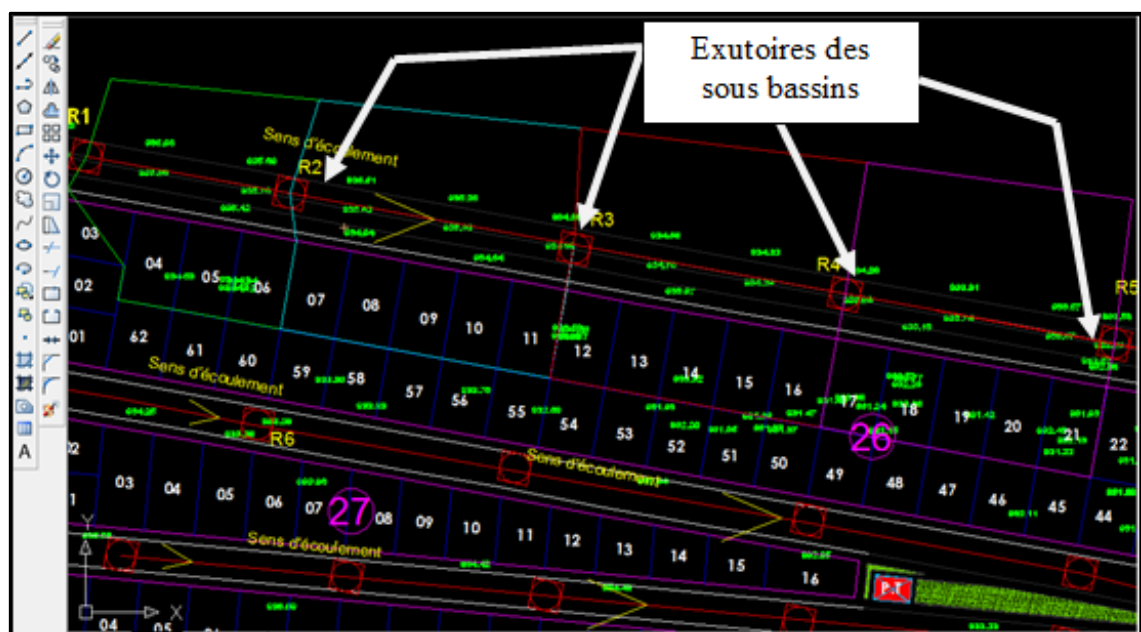


Figure 9 : Découpage de la zone d'étude.

8.5 Numérotation automatique des sous bassins

La numérotation des sous-bassins sera faite de la même façon que celle des regards :

- 1- Sélectionner ****Covadis 2D**** Dans la fenêtre qui apparaît, Taper ****Topologie/polygone**** puis sélectionner ****Numérotation automatique**** pour ouvrir la boîte de dialogue des options par défaut (fig 9).
- 2- Choisir la valeur de départ, l'incrément d'indice, la chaîne de préfixe, la taille et le style et le calque de dessin.
- 3- Choisir le calque ****Sous bassin****.
- 4- Cliquer sur **OK** pour accepter ces choix et fermer la boîte de dialogue.

- 5- Cliquer par le pointeur de la souris au niveau des sous bassin pour commencer la numérotation automatique des sous bassins.

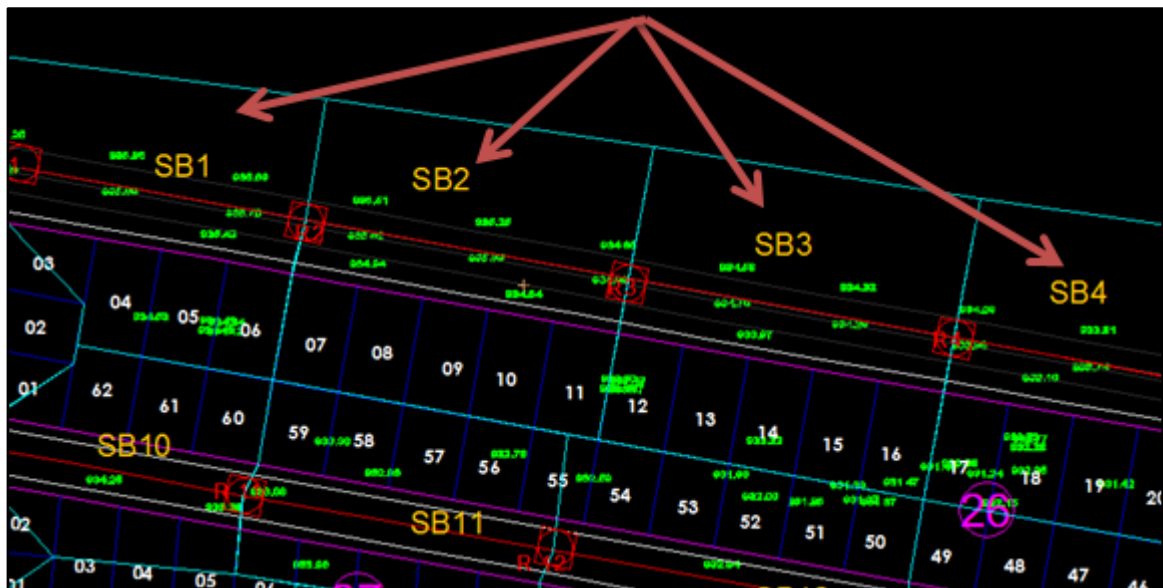
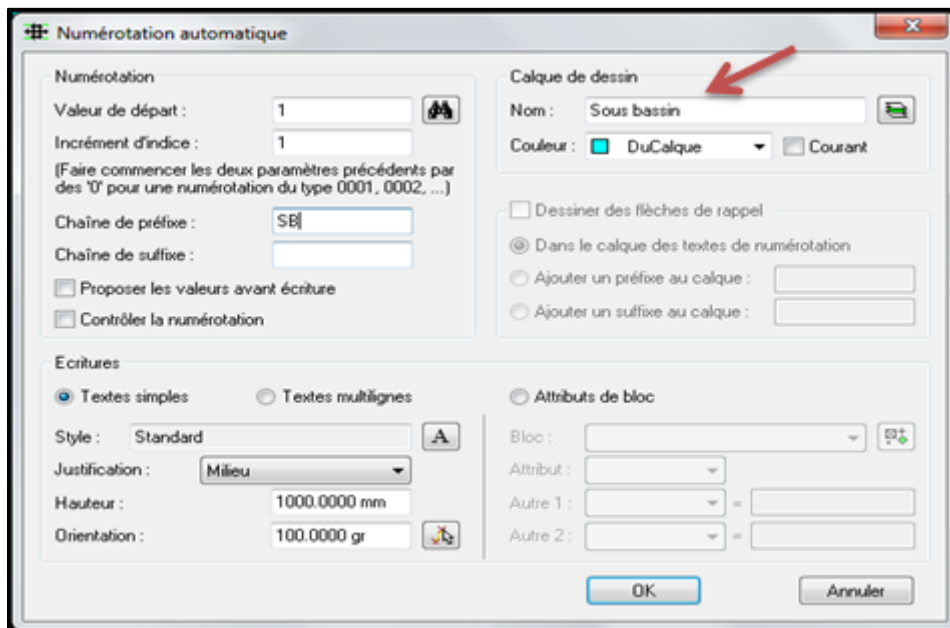


Figure 10 : Numérotation automatique des sous bassin.

Dans l'étape suivante, nous allons déterminer la surface de chaque sous bassin ; sélectionner **Covadis 2D** Dans la fenêtre qui apparaît ; taper **Listing** puis sélectionner **Listing des surfaces** ; choisir le calque **sous bassin**. Les résultats sont présentés sous forme d'un tableau en format « Word »

9. Description des éléments constitutifs d'un réseau d'assainissement

Quel que soit le type de canalisation à mettre en place (EU. EP), elles seront représentées **par des polylignes** :

- soit dessinées au préalable dans le sens de l'écoulement (amont-aval).
- Sous forme de polyligne 2D (altitude de la polyligne non prise en compte).
- sous forme de polyligne 3D (altitudes des sommets automatiquement affectées aux cotes du radier).
- soit dessinées par les fonctions du menu *Réseau d'assainissement* de Covadis. Si nécessaire, le paramétrage des cotes radier se fait ensuite dans le module de Covadis.

Une canalisation est composée de tronçons (segments de la polyligne), bordés chacun d'un nœud amont et d'un nœud aval (sommets de la polyligne).

Un nœud représente :

- soit un point d'entrée d'effluent (branchement EU — EP. avaloir, grille...).
- soit un simple coude (regard...) ; tous les nœuds ne comportent pas forcément de regard.

Un tronçon est défini par :

Un diamètre et une configuration de tranchée unique affecté d'un type de tuyau ou collecteur, manuellement ou à l'issue d'un calcul de dimensionnement dans le cas d'un réseau d'eaux pluviales ou usées.

9.1 Dessin des éléments

Toutes les canalisations composant le réseau doivent converger vers **un unique point d'exutoire** (point le plus bas, correspondant par exemple à l'arrivée dans un bassin de rétention le réseau converge donc vers l'aval (Fig11) :

Description du réseau :

- Le présent réseau est constitué d'une canalisation, du nœud R1 au nœud R5, 4 tronçons.
- Le sens d'écoulement (donc le sens des polylignes AutoCAD si les canalisations sont dessinées au préalable) est indiqué par des flèches.
- l'exutoire du réseau est situé en R5.

A ce stade, le dessin de tous les composants du système est terminé. Le dessin obtenu doit ressembler à celui de la (fig.11).

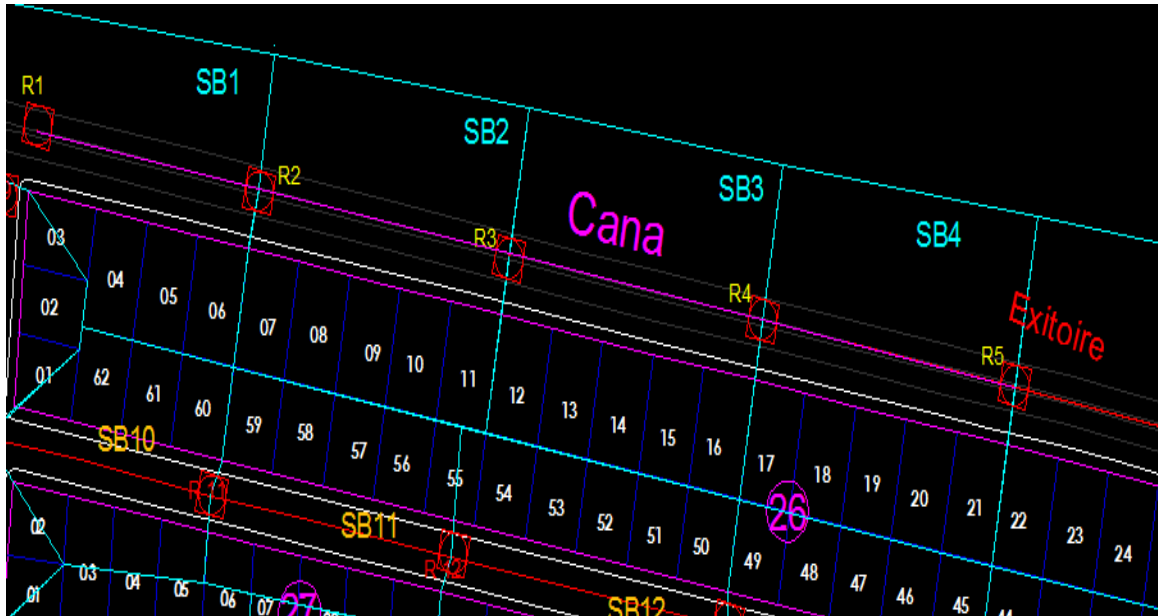


Figure 11 : éléments de base constitutifs d'un réseau d'assainissement.

9.1 Paramétrage des canalisations d'EP-EU", en vue du calcul de dimensionnement

Pour chaque canalisation :

- Choix d'un réseau d'appartenance (EP/EU).
- pour le nœud amont : définition du bassin versant élémentaire (en tapant son débit s'il est connu ou en relevant ses paramètres (surface, longueur, pente hydraulique, coefficient de ruissellement, débit d'apport), ou en combinant les deux modes de paramétrage.
- pour les autres nœuds :
 - définition du bassin versant élémentaire.
 - pour les nœuds constituant des points d'entrée d'eau (grilles, avaloirs, branchements...)
 - aucune définition sinon (cas des coudes ... et de l'exutoire).
 - affectation éventuelle d'un regard.

9.2 Paramétrage des contraintes de calcul de dimensionnement

Cette contrainte fixe :

- la hauteur de recouvrement minimum de la canalisation au niveau des nœuds.
- les profondeurs minimum et maximum de la canalisation au niveau des nœuds.
- les hauteurs de chute minimum et maximum autorisées dans les regards.
- les pentes et vitesses minimums et maximums pour chaque tronçon.

9.2.1 Paramétrage des canalisations

Pour faire apparaître la boîte de paramétrage des canalisations, faire sélectionner ****Covadis VRD**** Dans la fenêtre qui apparaît alors, cliquer ****Assainissement et réseau divers**** puis sélectionner ****Afficher la barre d'outils****



L'objectif est d'indiquer à Covadis quelles sont les canalisations à créer, et les paramétrer :

- Bassins versants élémentaires éventuels, types de regard, situer l'exutoire.
- selon les cas : fixer certaines cotes radier ou certains collecteurs à conserver lors du calcul de dimensionnement.

9.2.2 Création de la première canalisation

- 1- Sélectionner la polyligne représentant la première canalisation.
- 2- Cliquer sur **** Converti des polygones... **** puis sélectionner la polyligne de nouveau.

La boîte de dialogue qui apparaît (fig.12), permet de choisir le réseau d'appartenance (ici EP1) conditionne le nom de la canalisation à créer, il faut noter que les modèles de tuyau et de regard sont des valeurs par défaut. Cliquer sur ****OK**** pour sauvegarder les valeurs proposées.

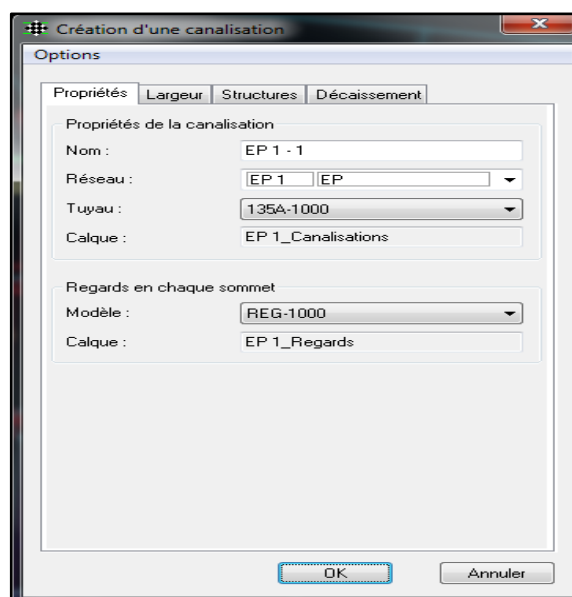
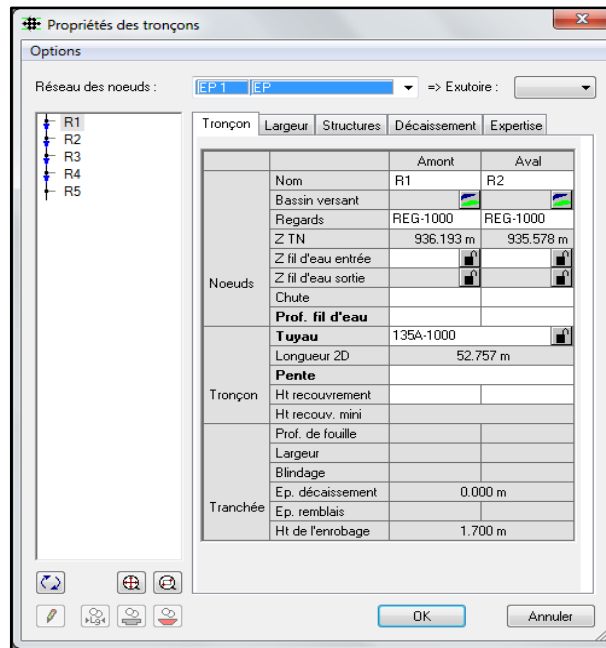


Fig12 : paramétrage

de la premier canalisation

Dans la fenêtre qui apparaît (fig.13) ****propriétés des tronçons**** on valide le paramétrage de chaque noeud et tronçon.



Figure

des noeuds

13 :propriétés des tronçons et

La zone gauche de la fenêtre ****propriétés des tronçons**** contient :

- la liste des noeuds de la canalisation, numérotés dans le sens amont vers aval.
- noter la flèche bleue indiquant le sens d'écoulement.
- Dans la zone gauche affiche automatiquement le tronçon aval à ce noeud (ici R1-R2) dans l'onglet **Tronçon**.



Pour chaque noeud

- la cote TN (tampon) est récupérée auto à l'aide du MNT indiqué dans le Paramétrage Général l'icône permet le paramétrage d'un bassin versant élémentaire. Il n'est présent que si la canalisation appartient un réseau de type EP.
- le modèle de regard par défaut est affecté automatiquement.

Il faut noter que seules deux étapes sont à réaliser ici

1- le paramétrage des bassins versants élémentaires :

- Paramétrage des débits d'apport en chaque noeud : Sélection du noeud dans la zone gauche

→ Paramétrage par  dans l'onglet tronçon. Dans la fenêtre qui apparaît: Taper le nom du bassin versant ****BV1**** ; renseigner le débit total ($Q_{tot} = Q_{eu} + Q_p$) puis cliquer sur le bouton  pour calculer le débit unitaire du bassin versant. Cliquer sur **OK** pour valider. Faire de même avec les autres bassins versants.

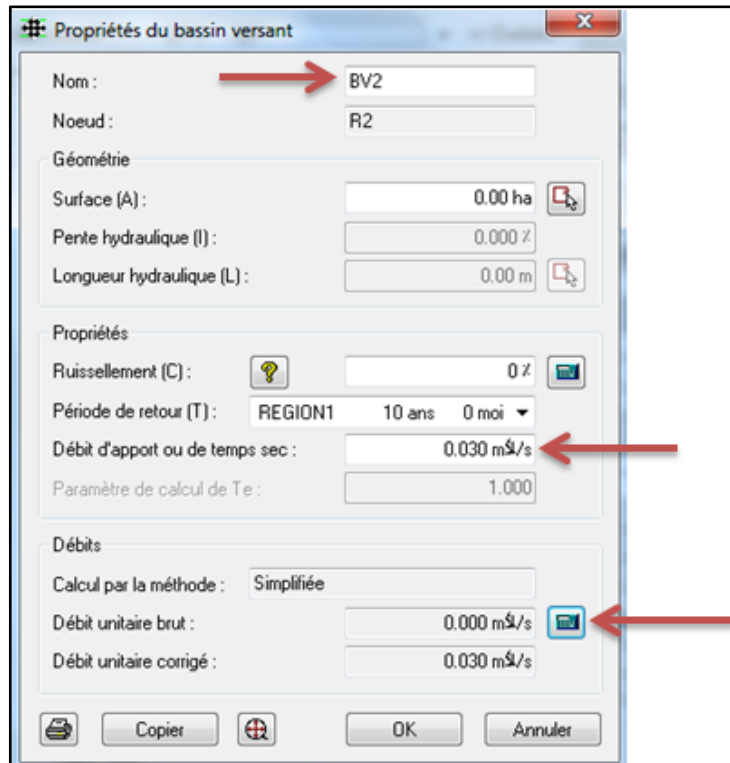


Figure 14 : propriétés du bassin versant.

2-La sélection de l'exutoire du réseau : L'exutoire du réseau (nœud le plus bas du réseau) correspond dans cet exemple au nœud R5 ; l'indiquer en haut à droite de la boîte de paramétrage **Propriétés des tronçons**. (Fig. 15).

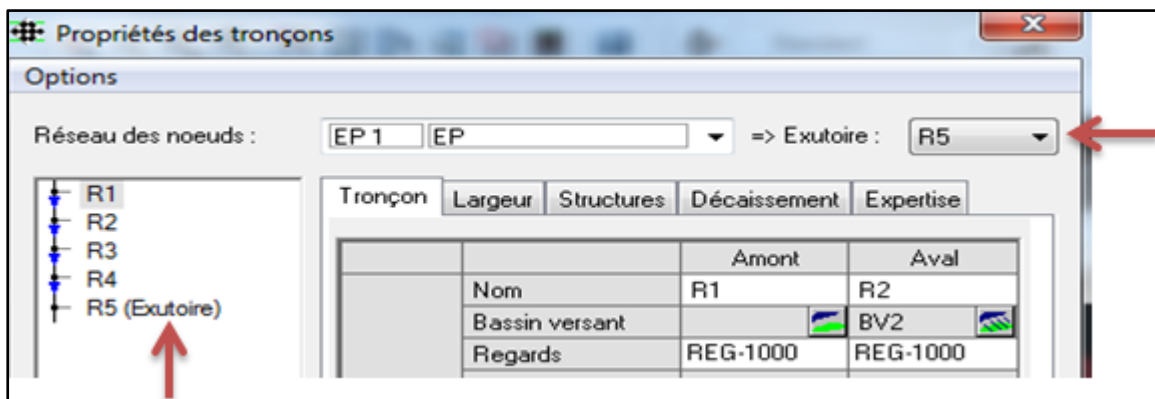



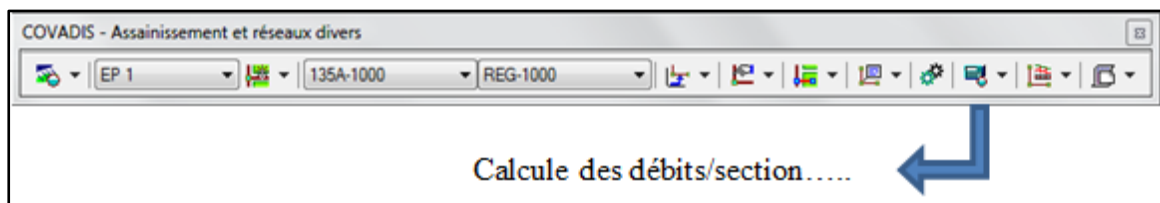
Figure 15 : déclaration de l'exutoire.

9.2.3 Calcul des débits/section

Dans l'étape suivante, nous allons déterminer :

- les cotes du radier en chaque nœud ;
- calculer le débit des bassins versants élémentaires et les assembler ;
- déduire les sections de chaque tronçon.

1) Cliquer sur le bouton  dans la fenêtre qui apparaît alors, sélectionner ****Calcul des débits/sections****



2) Dans la fenêtre qui apparaît fig. 16 cliquer sur **** Editer la contrainte... ****, ensuite, nous allons choisir et renseigner certaines contraintes de calcul de dimensionnement. (Voir paragraphe 9.2)

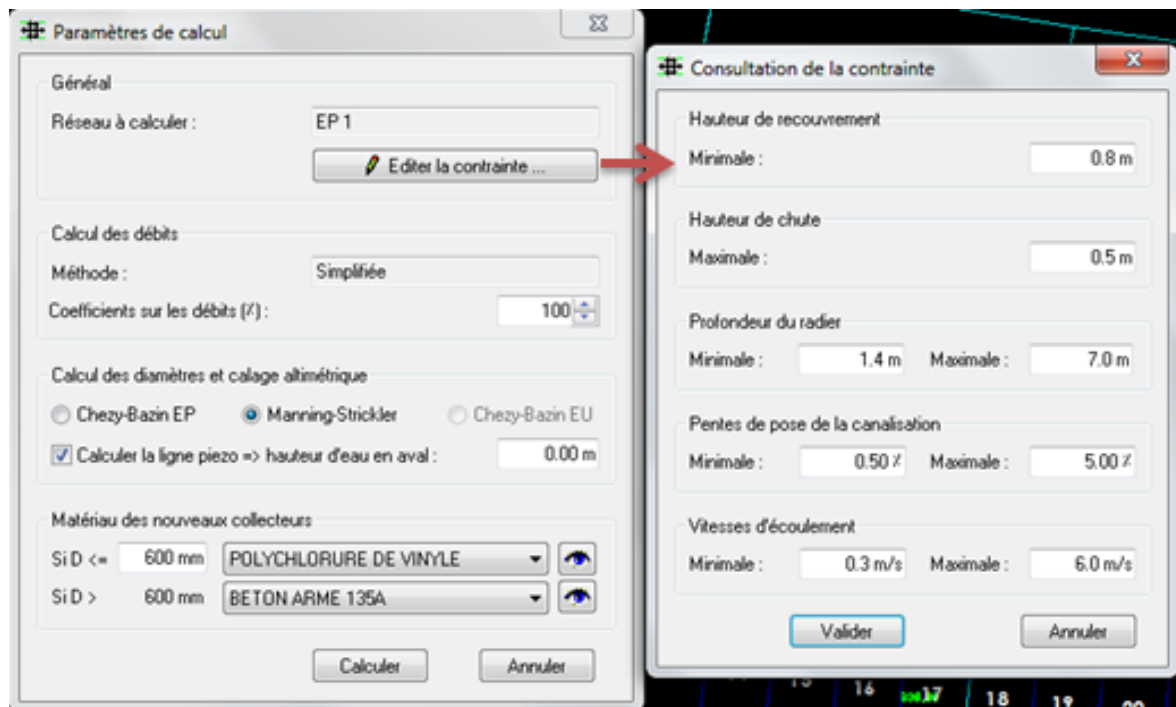



Figure 16 : Consultation des contraintes.

Quand on valide ; Covadis s'assure que le réseau est correctement paramétré. C'est-à-dire que :

- le bassin versant élémentaire du nœud amont de chaque canalisation est paramétré.
- le réseau converge vers l'aval, en un unique point désigné comme étant l'exutoire.
- la cote tampon de chaque nœud est renseignée.

9.2.4 Affichage des résultats

Les résultats de dimensionnement (comme certains paramètres descriptifs du réseau tels que les assemblages de bassins versants, les cotes radier des regards et les diamètres des collecteurs, etc.) peuvent être représentés (fig. 17).

- 1) Cliquer sur le bouton  dans la fenêtre qui apparaît alors, sélectionner ****Affichage des résultats...****

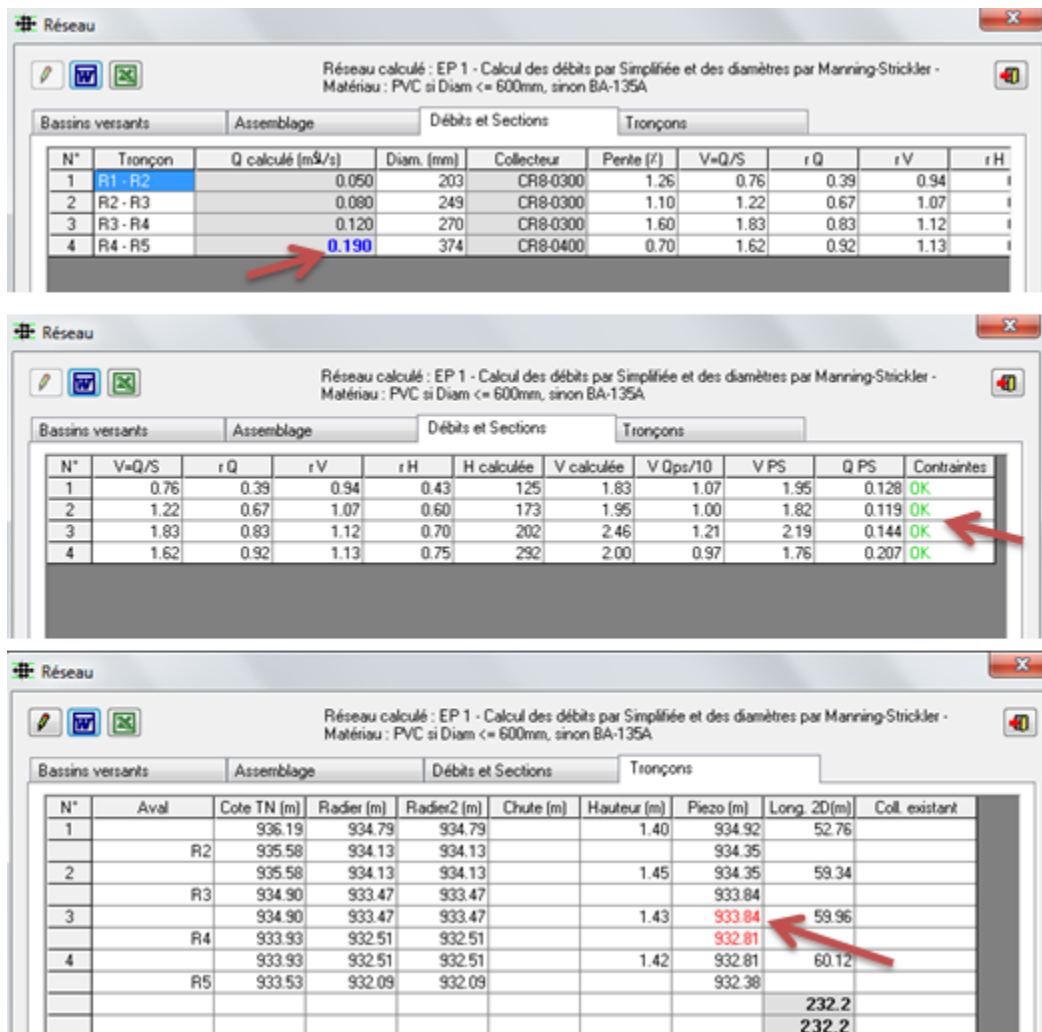




Figure 17 : Présentation des résultats de dimensionnement.

- Les résultats en bleu : le débit maximum au niveau de l'exutoire, en rouge : les erreurs à corriger au point d'exutoire éventuellement.
- Les cotes du radier calculées et les modèles de tuyau déterminés d'après le calcul des diamètres.
- le choix du matériau et le paramétrage de la bibliothèque sont automatiquement affectés aux objets canalisations.
- Chacun des onglets de la boîte des résultats est imprimable   Noter que les erreurs (contraintes non respectées en général) sont signalées en rouge.
- *HtChute* signifie que l'on sort de la fourchette de valeurs fixées dans la contrainte pour la hauteur de chute dans les regards.
- *I min / I max* signifie que l'on sort de la fourchette de valeurs fixées dans la contrainte pour la pente.
- *HtRec* signifie que l'on dépasse la hauteur de recouvrement minimale fixée dans la contrainte

9.3 Exemple de calcul de dimensionnement des collecteurs et la vérification d'auto curage (manuellement)

9.3.1 Calcul du diamètre

On a par exemple : $\langle Q_t=2.689 \text{ m}^3/\text{s} \rangle_{I=1\%} D_{Th} = \left(\frac{3.2Q}{K_S \sqrt{I}} \right)^{3/2} \longrightarrow$

$$D_{Th} = 1.054 \text{ m}$$

Donc le diamètre nominal : DN = 1200 mm.

9.3.2 Calcul du débit et vitesse à pleine section

$$V_{PS} = K_S \left(\frac{DN}{4} \right)^2 * I^{1/2} = 75 \left(\frac{1.2}{4} \right)^2 * (1/100)^{1/2} = 3.361 \text{ m/s}$$

$$Q_{ps} = V_{ps} * S = 3.361 * \left(3.14 * \frac{1.2^2}{4} \right) = 3.799 \text{ m}^3/\text{s}$$

9.3.3 Calcul de rapport des débits

$R_q = Q_t/Q_{ps} = 0.71$ d'après l'abaque (fig.18) des variations des débits et des vitesses en fonction du remplissage on aura donc : **Rv = 1.09** et **Rh = 0.61**.

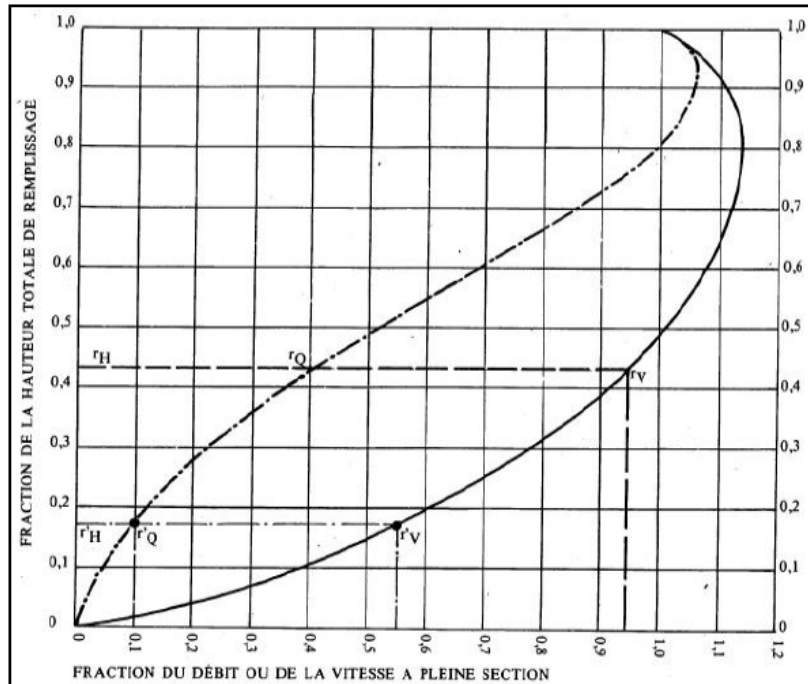


Figure 18 : Abaque des variations des débits et des vitesses en fonction du remplissage (Conduite circulaire).

9.3.4 Vérification de l’auto curage pour 1/10 Qps et 1/100 Qps

C’est la vitesse d’écoulement au 1/10 du débit en pleine section, d’après l’abaque des variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage, pour 1/10 = 0.1.

On obtient : $R_v = 0.55$.

$$V_{au}(1/10) = 0.55 * V_{ps} = 0.55 * 3.361 = \mathbf{1.849 \text{ (Vérifié)}}.$$

Cette vitesse permet la vérification de l’entraînement spontané des matières en suspension (MES) dans les eaux chargées et d’éviter la formation des dépôts qui conduisent au colmatage des conduites. La vitesse d’auto curage minimale doit être supérieure ou égale à 0.6 m/s et supérieure à 0.3 pour 1/100 Qps.

$$V_{au}(1/100) = 0.3 * V_{ps} = 0.3 * 3.361 = \mathbf{1.008 \text{ (Vérifié)}}.$$

9.4 Profil en long des canalisations

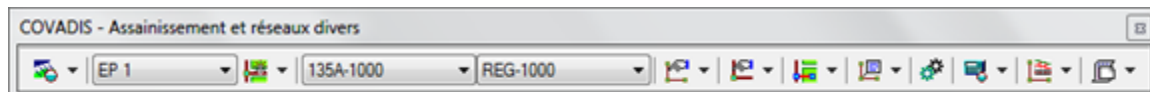
L’objectif est de représenter le profil en long d’une canalisation pouvant comporter entre autres :

- la courbe du terrain naturel dessinée d’après les cotes tampon

Polycopie TP Projet fin de cycle/ D. E. DJEMIAT

- le fil d'eau (et les génératrices) de la canalisation dessiné(es) d'après les cotes radier
- la section des branchements au niveau du piquage, s'il en existe.

1) clique sur le bouton Dans la fenêtre qui apparaît alors, sélectionner **** Canalisation/ câble...**
******puis sélectionner la canalisation (polyligne) sur le plan dans la fenêtre qui apparaît (fig. 19).



Dessin du profil en long d'une canalisation

2) Cliquer sur **OK** pour valider les modifications (ici par défaut).

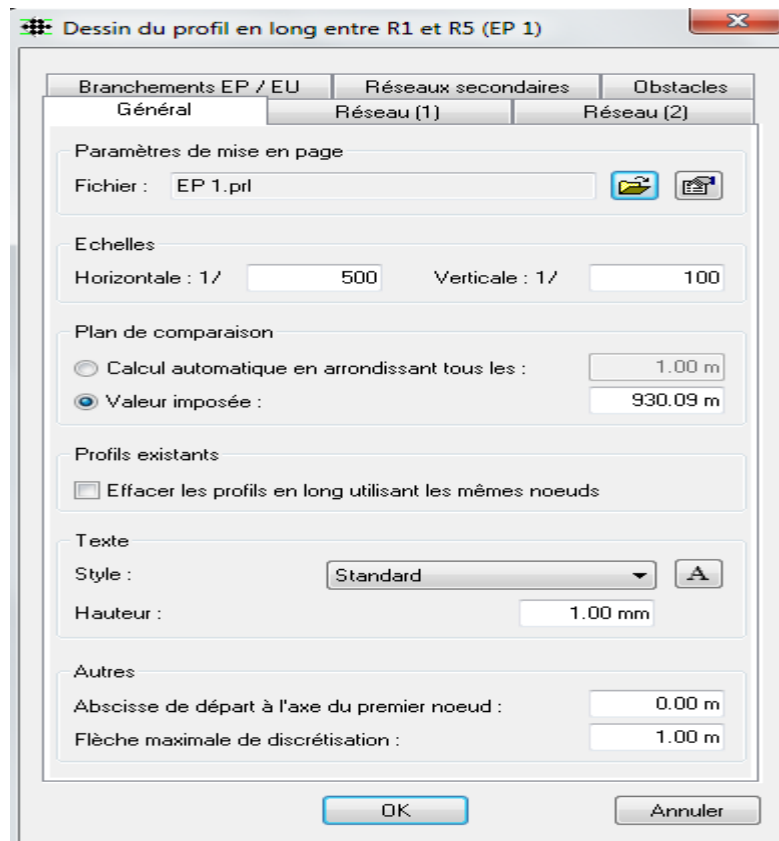


Figure 19 : paramètre de dessin du profil en long.

$$Q = \mu \cdot L \cdot H^{1.5} \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

Avec :

Q : débit au niveau du seuil déversoir (m³/s) ;

μ: Coefficient du débit de la lame déversée qui tient compte de la vitesse d'écoulement et la forme de crête (μ=0.6);

L : longueur de la lame déversée (m) ;

g: accélération de la pesanteur (g=9.81m/s²) ;

H : hauteur de charge déversée (m).

D'où :

$$L = \frac{Q_d}{2g^{0.2} H d^{1.5} \mu}$$

$$H_{dev} = \frac{H_r - H_{st}}{2}$$

Avec :

H_r: la hauteur d'eau dans la conduite amont (mm) ;

H_{st}: la hauteur d'eau dans la conduite avale (mm).

Pour déterminer la hauteur de l'eau à l'entrée de la conduite, on doit passer au calcul de :

$$R_q = Q_t / Q_{ps} \longrightarrow R_h = H_r / D H \longrightarrow$$

Pour calculer la hauteur d'eau qui transitant par le collecteur des eaux usées, on doit calculer :

$$R_q = Q_{st} / Q_{ps} \longrightarrow R_h = H_{st} / D H_{st} \longrightarrow$$

Avec: **Q_{ps}**: Débit à pleine section (m³/s) ;

La valeur de R_h est déterminée à partir de la table des variations des débits et des vitesses en fonction de remplissage.

Le débit déversé :

On a :

$$Q_{dev} = Q_t - Q_{st}$$

$$Q_{st} = 2 * Q_{eu}$$

Avec :

Q_{dev} : Débit déversé par le déversoir d'orage (m³/s) ;

Qt : Débit totale à l'entrée du déversoir (m^3/s) ; qui est égal à la somme des débits des eaux usées et débits des eaux pluviales ;

Qeu : Débit des eaux usées (m^3/s) ;

Qst : Débit transité vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers la station d'épuration (m^3/s) ;

10.1 Exemple de calcul


Calcul du niveau d'eau dans la conduite d'arrivage :

- Diamètre de la conduite : **DN : 1500 mm.**

- La pente du radier est : **I = 0.3%**

- Débit total de dimensionnement **Qt = Qep + Qeu = 2.833 + 0.0135 = 2.846 m^3/s**


- Débit de pointe transité vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers la station d'épuration.


 **Qst = 2 * Qeu = 2 * 0.0135 = 0.027 m^3/s .**


Calcul du débit déversé vers l'oued :


$$Q_{\text{dév}} = Q_t - Q_{\text{st}} = 2.846 - 0.027 = 2.82 \text{ m}^3/\text{s}$$


Données de bases pour ****La présente étude****

Débit totale à l'entrée : 

Débit à pleine section : 

Débit déversé : 

Débit de pointe transité vers le collecteur de rejets : 

Hauteur d'eau à l'entrée : 

Pour calculer Hst : la hauteur d'eau qui transite par le collecteur des eaux usées, on doit passer au calcul de :

$$R_q = Q_{\text{st}} / Q_{\text{ps}} \text{ et } R_h = H_{\text{st}} / D$$

En remplaçant les valeurs des débits on obtient :

$$Rq = (\dots / \dots) = \dots$$
$$Rh = \dots$$

Donc :

Et

$$Hst = Rh * DN = \dots * \dots = \dots \text{ m}$$

Le seuil du déversoir est : On doit calculer la hauteur de la lame d'eau déversée par la formule suivante :

$$H_{dev} = (H - H_r) / 2 \implies H_{dev} = (\dots - \dots) / 2 = \dots \text{ m}$$

Calcul de la longueur du seuil :

$$\implies L = \frac{Q_d}{2g^{0.2}(H_{dev})^{1.5}\mu} = \dots \text{ m}$$

