



Juillet-Août 2013

Rapport de Stage Ingénieur

Etude d'assainissement et

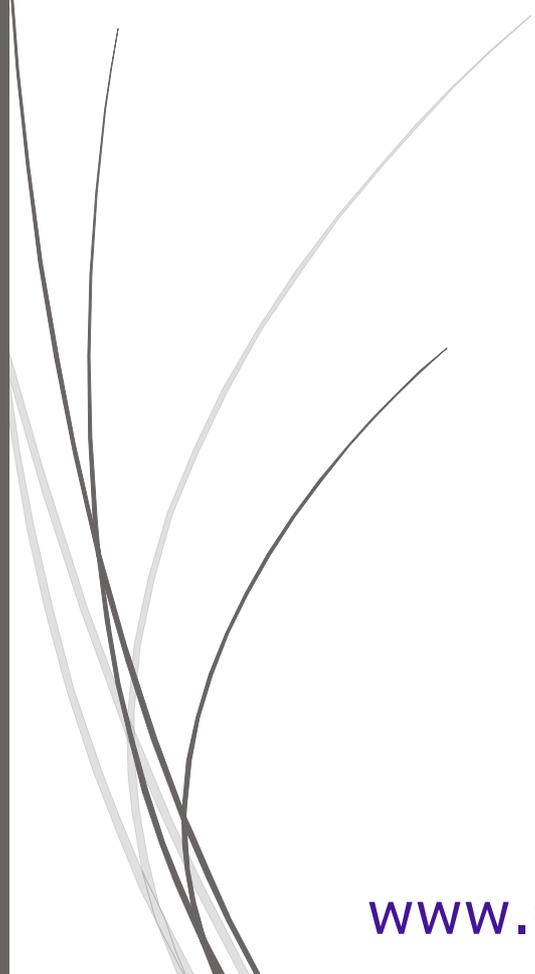


Table des matières

Présentation de l'organisme d'accueil : Veolia Environnement - Redal.....	2
I. Veolia Environnement :.....	3
II. Redal :.....	3
1. Fiche technique de Redal.....	3
2. Organisation :.....	4
3. Domaines d'activités de REDAL.....	6
Revue Bibliographique.....	7
* Assainissement :.....	8
i. Conception générale :.....	8
ii. Calcul des débits :.....	10
a. Eaux pluviales :.....	10
b. Eaux usées :.....	15
i. Dimensionnement des collecteurs d'Assainissement :.....	17
Section et Diamètre des canalisations :.....	17
ii. Vitesse d'écoulement et conditions d'auto-curage :.....	17
iii. Remplissage de la conduite :.....	17
iv. Quelques règles techniques d'assainissement :.....	17
a. Implantation des collecteurs :.....	17
b. Calage des collecteurs :.....	18
c. Implantation des ouvrages annexes :.....	19

d. Matériaux et séries utilisés pour les conduites :.....19

* Assainissement :

L'assainissement englobe toutes les techniques de collecte, de transport et de traitement des déchets solides et des eaux usées et pluviales d'une agglomération, d'un site industriel ou d'une parcelle privée avant leur rejet dans le milieu naturel.

Du fait que l'assainissement est une démarche visant à répondre à la problématique de l'hygiène des habitants tout comme celle de la pollution des ressources en eau.

i. Conception générale :

– Paramètres influençant le choix :

Le choix du système d'assainissement dépend de facteurs interactifs résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1: Facteurs influençant le choix du système d'assainissement à adopter

Données naturelles	<ul style="list-style-type: none">* La topographie* La géologie* La pluviométrie* L'hydrographie* Les vents* Le climat
Urbanisation locale	<ul style="list-style-type: none">* La vocation de l'agglomération* Le mode d'occupation des sols* L'assainissement existant* L'encombrement du sous-sol
Démographie	<ul style="list-style-type: none">* La croissance de l'agglomération
Données propres à l'assainissement	<ul style="list-style-type: none">* La vitesse des eaux usées* Les pentes minimales* Les diamètres minimaux* L'aération du réseau* Les eaux résiduaires industrielles* L'exploitation des réseaux
Nuisances	<ul style="list-style-type: none">* Nuisances provoquées par le réseau* Nuisances provoquées par les stations d'épuration et de relèvement* Nuisances provoquées par les écoulements à ciel ouvert

Systèmes d'assainissement :

En tenant compte de ces paramètres, on choisit le système d'assainissement à adopter, on distingue :

- ⊗ **Le système unitaire** : Appelé également « tout à l'égout » permet l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et tout ou partie des eaux pluviales est assurée par un réseau unique, équipé généralement de déversoirs d'orage, vannages permettant en périodes de crues l'évacuation par surverse dans le milieu naturel (soit directement ou après traitement).

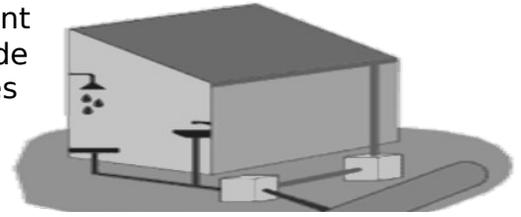


Figure 1: Réseau unitaire

- ⊗ **Le système séparatif** : Système d'évacuation qui consiste à affecter un réseau à l'évacuation des usées domestiques et, avec des réserves, certains effluents industriels, alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau.

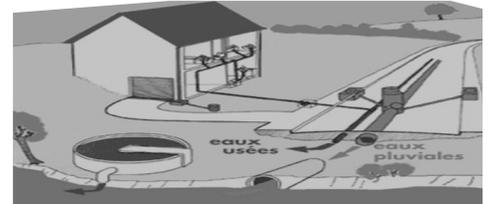


Figure 2: Réseau Séparatif

- ⊗ **Le système mixte** : constitué selon les zones d'habitation en partie en système unitaire et, en partie en système séparatif.
- ⊗ **Le système pseudo-séparatif** : Admet des variantes dans l'évacuation des eaux pluviales et permet de recueillir une partie d'entre elles dans le réseau d'eaux usées (soit toitures, cours et jardins, soit voiries seules)
- ⊗ **Le système séparatif eaux usées** : Il consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées seules, l'ensemble des eaux pluviales étant évacué in situ.
- ⊗ **Système autonome** : L'assainissement individuel consiste la plupart du temps en la construction d'une fosse septique ou d'un puits perdu par le propriétaire du lot et l'évacuation des eaux usées vers cette fosse. L'eau percole à travers le sol, alors que l'accumulation de solides dans la fosse exige sa vidange périodique. Les eaux de ruissellement des propriétés sont déversées directement sur le sol et s'infiltrent en partie dans le sol et/ou ruissellent en surface suivant la topographie du terrain.

Etant donné que l'effluent à transiter en termes d'eaux usées est faible par rapport aux eaux pluviales, une grande importance est attribuée à l'assainissement pluvial. Il faut donc repenser les techniques d'assainissement pluvial afin qu'elles protègent contre les risques d'inondation dans le respect de l'environnement. Pour ce faire, la loi sur l'eau impose dorénavant aux communes une valeur limite de rejet des eaux de pluie dans le réseau public. L'excédent doit être infiltré ou stocké, d'où la mise en place de techniques d'assainissement dites « alternatives » pour gérer les eaux pluviales en ville. Ces techniques font donc maintenant partie des projets d'aménagement urbain et constituent de nouveaux objets techniques à intégrer dans l'espace public urbain.

— Comparaison des systèmes d'assainissement :

◆ *Système unitaire*

Les avantages du système unitaire résident dans trois facteurs :

- * Facteur économique : Un seul réseau au lieu de deux, ceci doit pourtant être nuancé par le fait que les réseaux unitaires peuvent avoir des linéaires importants avec des tailles de tuyaux importantes
- * Facteur lié à l'entretien : L'auto-curage est assuré pendant la période pluvieuse ;
- * Faible besoin en espace : Un seul réseau au lieu de deux ;

Les inconvénients du système unitaire sont liés à :

- * La nécessité de séparer à un endroit du réseau les débits des eaux usées et des eaux pluviales, afin de limiter le débit en aval du réseau et à la STEP en temps d'orage, ce qui entraîne des problèmes de pollution par le rejet d'une partie des eaux usées dans la nature.
- * Impossibilité de différer les investissements dans le temps

◆ *Système séparatif*

Le système séparatif présente les avantages suivants :

- * Il évite en principe tout rejet direct d'eau usée dans le milieu naturel
- * Réalise des économies sur les coûts de pompage
- * Réalise des économies considérables si la topographie permet le raccordement rapide des collecteurs des eaux pluviales sur la nature

Les inconvénients du système séparatif sont :

- * Rejet dans le réseau des eaux pluviales d'une partie des eaux usées provenant des opérations ménagères et des branchements illégaux des eaux usées sur le collecteur des eaux pluviales ce qui entraîne une pollution du milieu naturel
- * Rejet dans le réseau des eaux usées d'une partie des eaux pluviales provenant des branchements non conformes de descentes de gouttières dans le réseau des eaux usées et des infiltrations d'eau parasite dans le réseau des eaux usées engendrant une surcharge hydraulique de la station de pompage et d'épuration
- * Manque d'auto-curage
- * Occupe une place plus importante dans le profil transversal des rues

◆ *Système pseudo-séparatif*

Le système pseudo-séparatif présente les avantages suivants :

- * Collecte de la totalité des eaux domestiques par le raccordement des terrasses et/ou cours intérieurs au réseau
- * Il permet de différer les investissements dans le temps en réalisant les ouvrages de collecte des eaux pluviales progressivement en fonction de l'aménagement des voiries qui constituent la contrainte principale pour le fonctionnement des réseaux des eaux pluviales

◆ *Système autonome :*

Ce mode d'assainissement est approprié en milieu rural et dans des zones urbaines à faible densité ne justifiant pas la construction d'un système d'assainissement collectif.

Il peut souvent être une solution temporaire, dans le cas de nouveaux développements en périphérie du milieu urbain, en attente de l'extension du réseau d'assainissement collectif de la localité.

Le recours à un système d'assainissement autonome peut avoir plusieurs causes :

- * L'absence d'un système collectif
- * Les obstacles techniques qui peuvent empêcher la création d'un réseau ou le raccordement d'un bâtiment
- * Le coût trop élevé des équipements, du fonctionnement et de l'entretien d'un système collectif dans les zones où l'habitat est dispersé

ii. Calcul des débits :

Le débit de pointe va conditionner le dimensionnement des canalisations et les débits minimaux doivent vérifier les conditions d'auto curage.

a. Eaux pluviales :

1. Procédure :

Pour le calcul du débit des eaux pluviales, la procédure est la suivante :

- Division du lotissement en des sous-bassins versants indépendant caractérisés chacun d'eux par une pente, une superficie et un coefficient de ruissellement qui dépend de la couverture et de la nature du terrain naturel du Bassin.

- Calcul des caractéristiques principales de chaque bassin versant :

- * La superficie
- * La pente : est calculée suivant la ligne de la plus grande pente
- * Le coefficient de ruissellement

- Calcul du débit de chaque bassin versant en utilisant les différentes formules dont celle de Caquot reste la plus cohérente et la plus fiable.

- Assemblage des sous Bassins versant afin d'évaluer le débit à l'exutoire

2. Méthode de Caquot :

• Méthode rationnelle :

Cette méthode est la plus ancienne, elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie (décrite par son intensité I), supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal à l'exutoire. Celui-ci est atteint lorsque l'ensemble du bassin contribue à la formation du débit, donc lorsque la durée de l'averse est égale au temps de concentration du bassin versant. En bref, et par simplification, la méthode rationnelle suppose que la durée de la pluie est égale au temps de concentration. Elle ne tient pas compte de l'hétérogénéité de la pluviométrie.

La méthode rationnelle consiste à établir la continuité de l'écoulement entre deux sections, la première étant une surface horizontale recevant de la précipitation et la seconde étant l'exutoire du bassin versant où l'écoulement se concentre.

◆ Formule de calcul de débit :

La relation de la méthode rationnelle est :

$$Q = K_1 \times C \times i \times A$$

Q : débit maximal de l'hydrogramme (débit de pointe Q_p se rapportant à une fréquence F) en m³/s

- A : surface du bassin versant en hectares (ha)
- i : intensité moyenne de la pluie de fréquence F en mm/h pendant le temps de concentration Tc
- C : coefficient de ruissellement
- K : coefficient d'homogénéité se rapportant aux unités = 1 /360

1

- **Méthode superficielle :**

La méthode la plus utilisée pour la détermination des débits pluviaux est la méthode dite « Superficielle » de Caquot. Elle permet de calculer en un certain nombre de points du réseau des débits maxima pour un orage donné. C'est la forme globaliste de la méthode rationnelle. Le modèle de Caquot relatif à la méthode superficielle est basé sur trois équations :

- ◆ **Formule de calcul de débit :**

$$Q = \frac{\alpha}{6(\beta + \delta)} \times C \times i \times A$$

i : Intensité moyenne en mm/min de durée t_c ($i = \frac{H}{t_c}$)

A : Superficie du bassin en hectares

C : Coefficient de ruissèlement

$\beta + \delta$: Effet de capacité totale (β correspondant à l'écoulement et δ au stockage), égal à 1.1 dans l'instruction de 1977 il est souhaitable de la prendre égal à 1.4 ($\beta = 0.6$ et $\delta = 0.8$) dans le cas de secteurs importants = 100 à 150 ha

α : égal à $A^{-\epsilon}$ avec $\epsilon = 0.05$ valeur moyenne ($0.01 \leq \epsilon \leq 0.1$)

Il faut noter que cette formule minore de façon substantielle les débits donnés par la formule dite rationnelle par 1.9 environ.

- ◆ **Formule de calcul du temps de concentration :**

La définition la plus connue du temps de concentration du bassin est "la durée mise pour atteindre l'exutoire par la goutte d'eau tombant en un point du bassin le plus éloigné de l'exutoire" (Dubreuil, 1974).

La formule du temps de concentration est donnée par :

$$t_c = \mu \times I^c \times A^d \times Q_p^f$$

A : surface du bassin versant en hectares (ha)

I : la pente moyenne du collecteur de desserte à ne pas confondre avec I pente du bassin versant

L : Longueur du plus long parcours

- ◆ **Formule de calcul de l'intensité pluvieuse**

Plusieurs formules permettent de calculer l'intensité pluvieuse de fréquence décennale de durée donnée : Montana, Montmarin, Grisollet, Talbot, etc. Nous n'utiliserons que la formule de Montana largement utilisée au Maroc. Les autres

formules ne seront pas utilisées car elles ont été déduites d'observations faites dans des pays autres que le Maroc.

La formule de Montana s'écrit comme suit :

$$I = a \times t^b$$

I : intensité moyenne maximale de la pluie sur une durée t de référence
a et b : coefficients d'ajustement

Il faut souligner que pour une fréquence donnée (10 ans en milieu urbain, 5 ans en milieu rural), les valeurs des paramètres a et b dépendent du site examiné.

▣ **La relation de Caquot s'écrit:**

$$Q_p = K^{1/U} \times I^{V/U} \times C^{1/U} \times A^{W/U} \times \left(\frac{4A}{L^2} \right)^t$$

Ce débit correspond à une période de retour bien déterminée $T=1/F$

Avec :

	Egal théoriquement à	Valeur suivant le guide des lotisseurs de VEOLIA
$\frac{1}{U}$	$\left(\frac{1}{1-b(F) \times f} \right)$	$\left(\frac{1}{1+0.278 \times b(F)} \right)$
t	$\frac{-0.42 \times b(F)}{1-b(F) \times f}$	$\frac{-0.42 \times b(F)}{1+b(F) \times 0.278}$
K	$\frac{a(F) \times \mu^{b(F)}}{6(\beta+\delta)}$	$\frac{0.5^{b(F)} \times a(F)}{6.6}$
V	$C \times b(F)$	$-0.41 \times b(F)$
W	$1-\varepsilon+b(F) \times d$	$0.95+b(F) \times 0.507$

Où : f entre dans la formulation du temps de concentration

L (hm) est le parcours de l'eau du point le plus à l'amont du bassin versant jusqu'au point le plus aval objet de calcul. Ce débit va être corrigé pour obtenir le débit nécessaire au dimensionnement des collecteurs en utilisant le facteur d'allongement du bassin versant.

La pente est déterminée en fonction du terrain naturel (côte amont et côte aval) et elle est choisie suivant la ligne de la plus grande pente.

Suivant les valeurs de A et b (coefficients de Montana) la formule de CAQUOT s'écrit :

Direction	Période de retour	Coefficients Montana		1/U	K	K ^{1/U}	V/U	W/U	Formule de Caquot (m ³ /s)
		a	b						$K^{1/U} \times I^{V/U} \times C^{1/U} \times A^{W/U}$
REDAL	10 ans	6,037	-0,626	1,219	1,412	1,522	0,313	0,771	$1,412^{1,219} \times I^{0,313} \times C^{1,219} \times A^{0,771}$
	5 ans	4,99	-0,635	1,223	1,174	1,217	0,318	0,768	$1,174^{1,223} \times I^{0,318} \times C^{1,223} \times A^{0,768}$
	2 ans	3,453	-0,667	1,237	0,831	0,795	0,338	0,757	$0,831^{1,237} \times I^{0,338} \times C^{1,237} \times A^{0,757}$

▣ **Domaine de validité de Caquot (superficielle) :**

- * A ≤ 200 ha
- * 0.002 ≤ I ≤ 0.05: Pour I ≥ 5% on prend I = 5%
Pour I ≤ 2‰ on prend I = 2‰ (généralement on ne prend pas des valeurs inférieure à 3‰)
- * 0.2 ≤ C ≤ 1
- * L'allongement moyen M ≥ 0.8

L'allongement moyen est défini par :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

Avec :

L : Longueur du plus long cheminement hydraulique en hectomètres

A : Surface du bassin considéré en hectares

Quand le facteur de forme du bassin est différent de la valeur de base 2, le débit résultant de la formulation superficielle est **corrigé**, le facteur correcteur est

$$m = \left(\frac{4A}{L^2} \right)^t = \left(\frac{M}{2} \right)^{-2t}$$

Les paramètres I, C, A, M sont déterminés à partir des plans ou calculés pour les bassins assemblés comme suit :

Tableau 2: Règles d'assemblage de bassins

Paramètres équivalents	A équivalent	C équivalent	I équivalent	M équivalent
------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Bassins en série	ΣA_j	$\frac{\Sigma C_j A_j}{\Sigma A_j}$	$\left[\frac{\Sigma L_j}{\Sigma \frac{L_j}{\sqrt{A_j}}} \right]_2$	$\frac{\Sigma L_j}{\sqrt{\Sigma A_j}}$
Bassins en parallèle	ΣA_j	$\frac{\Sigma C_j A_j}{\Sigma A_j}$	$\frac{\Sigma I_j Q_{pj}}{\Sigma Q_{pj}}$	$\frac{L(Q_{pj} MAX)}{\sqrt{\Sigma A_j}}$

$L(Q_{pj} MAX)$

est la longueur du plus long parcours du bassin élémentaire du plus fort débit de pointe.

Lors de l'assemblage de deux bassins en parallèle, le débit résultant de l'assemblage doit s'inscrire entre les limites suivantes :

$$Q_{pmax} \leq Q_{p/i} \leq \sum Q_{pi}$$

Avec :

Q_{pmax} : le plus fort débit entrant

ΣQ_{pi} : la somme des débits entrants

Si le cas où $Q_{p/i} \leq Q_{pmax}$ se présente, on considère Q_{pmax} comme valeur de débit de projet, et si $Q_{p/i} \geq \sum Q_{pi}$ on prendra $\sum Q_{pi}$ pour valeur de débit de projet.

▣ **Coefficient de ruissèlement :**

Le coefficient de ruissèlement dépend de la nature, de la surface du sol et de son urbanisation.

On peut dire d'une façon générale, que le coefficient de ruissèlement est considéré comme étant le taux d'imperméabilisation du sous bassin :

Avec:

$$C = \frac{A_{imp}}{A}$$

A_{imp} : Surface imperméable (ha).

A : Surface totale du sous bassin (ha).

Les coefficients de base pris en compte sont donnés par le tableau suivant :

Tableau 3: Coefficient de ruissèlement suivant l'occupation du sol

Type d'occupation du sol	Cr
Cimetière	0,20
Ecole	0,30
Espace vert	0,20
Zone habitat à plusieurs étages	0,50
Hôtel	0,50
Mosquée	0,50
Place	0,80
Zone R+2	0,50
Souk	0,20
Sport	0,20
Surface commerciale et privée	0,60
Zone villa	0,40
Zone villa et R+2	0,50
Zone à conserver	0,20
Zone à restructurer	0,65
Zone d'immeuble orienté	0,50
Zone industrielle 2 ^{ème} catégorie	0,65
Zone industrielle 3 ^{ème} catégorie	0,65
Zone réservée pour service public	0,70
Zone non édifiée	0,20
Voirie	0,80

b. Eaux usées :

a. Usage domestique :

Le débit moyen des eaux usées domestiques peut être calculé par la formule :

$$Q_{md} = \frac{D \times N \times T}{86400}$$

Avec :

Q_{md} : Débit moyen journalier d'eaux usées domestiques en l/s
 D : Dotation moyenne par jour en litre/ usager

N : Nombre d'habitants
T : Taux de retour à l'égout ou coefficient de rejet de 80 à 85%

Ou encore:

$$Q_{md} = T_{res} \times T_{rac} \times Q_{m,AEP}$$

Avec :

T_{res} : Taux de retour à l'égout
 T_{rac} : Taux de raccordement au réseau d'assainissement
 $Q_{m,AEP}$: Consommation moyenne d'eau potable (l/s).

Le calcul de pointe lors du jour de production maximale ($Q_{max,j}$) est fait en se basant sur la pointe journalière relative à la consommation en eau potable.

Le débit maximal journalier d'eaux usées produites se calcule de la manière suivante :

$$Q_{max,j} = Q_{md} \times C_{pj}$$

Où C_{pj} est le coefficient de pointe journalier, c'est le rapport du volume moyen d'eau potable des trois journées successives les plus chargées de l'année sur le volume moyen annuel.

Pour assurer la sécurité au niveau de la conduite, on dimensionne avec **le débit de pointe** ou Le débit maximal horaire de temps sec :

$$Q_{ped} = \left[1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{md}}} \right] \times Q_{max,j}$$

*Le terme entre crochet correspond au coefficient de pointe horaire

b. Usage industriel :

$$Q_{mi} = \frac{D \times S \times T}{86400}$$

Q_{mi} : Débit moyen journalier d'eaux usées industrielles en l/s
D : Dotation moyenne par jour en litre/ usager
S : Surface de la zone industrielle en hectares
T : Taux de retour à l'égout

On détermine ensuite le **débit de pointe** :

$$Q_{pei} = Q_{mi} \times C_p$$

Où C_p est le coefficient de pointe égal à 2.4, ce qui correspond à un rejet sur 10 heures de fonctionnement de l'industrie par jour.

Remarque :

L'étanchéité n'étant pas garantie à 100%, il y'a lieu de tenir compte des eaux parasites d'infiltration dans le réseau.

▮ *Le débit de dimensionnement d'un réseau séparatif eaux usées (**débit de projet**) est alors :*

$$Q_p = Q_{pei} + Q_{ped} + Q(\text{eaux parasites})$$

Q (eaux parasites) est égale à entre (0.1 et 0.3) x ($Q_{ped} + Q_{pei}$)

i. **Dimensionnement des collecteurs d'Assainissement :**
Section et Diamètre des canalisations :

La formule la plus adoptée pour le dimensionnement des canalisations en écoulement à surface libre est la formule de MANNING STRICKLER :

$$Q = K_s \times S \times R_h^\alpha \times I^{0.5}$$

- Q Débit de pointe transité par la canalisation en m³/s
 c
 S Section de la canalisation (surface mouillée en pleine section) en m²
 R Rayon hydraulique de la canalisation
 I Pente de la canalisation
 K Coefficient de MANNING & STRICKLER qui dépend de la rugosité de la
 s canalisation en fonction du matériau choisi

Pour le réseau eaux usées (Réseaux séparatif) : $\alpha = \frac{2}{3}$

Pour le réseau eaux pluviales (Réseau séparatif / réseau unitaire) : $\alpha = \frac{3}{4}$

Coefficient de rugosité K_s :

Pour les canalisations en C.A.O ou B.V.A : $K_s = 70$

Pour les canalisations en P.V.C : $K_s = 100$

Ainsi suivant la forme de la conduite (rectangulaire ou circulaire), le dimensionnement peut se faire.

ii. **Vitesse d'écoulement et conditions d'auto-curage :**

Les conditions d'auto-curage permettent de concevoir des réseaux auto cureurs en limitant la vitesse minimale appelée « vitesse d'auto curage ». Ces conditions seront satisfaites pour les deux conditions suivantes :

Type de réseau	Valeurs à respecter	Règles pratiques
Réseau unitaire Ou Réseau séparatif eaux pluviales	* Vitesse > 0.6 m/s pour un débit égal à 1/10 du débit à pleine section * Vitesse > 0,3 m/s pour un débit égal à 1/100 du débit à pleine section	* Vitesse à pleine section > 1 m/s pour les conduites circulaires * Vitesse à pleine section > 0.9 m/s pour les conduites ovoïdes
Réseaux eaux usées	* Vitesse > 0.3 m/s pour le débit journalier moyen actuel	* Pente > 0.2% dans les conduites à l'amont du réseau (> 0.4% conseillé)

iii. Remplissage de la conduite :

Les tuyaux dont le fonctionnement est à surface libre, doivent vérifier, l'hypothèse qu'au débit maximal de circulation du projet (Q_{max}), le remplissage est :

- * < 75% de la section en cas des eaux usées.
- * < 85% de la section en cas des eaux pluviales.

Dans le cas de réseau unitaire, le remplissage est inférieur à 75%. L'espace vide de 25% qui reste permet la circulation de l'air et favorise des conditions aérobies

iv. Quelques règles techniques d'assainissement :

a. Implantation des collecteurs :

Pour les voies d'emprise inférieure ou égale à 10 m, les collecteurs des eaux usées et des eaux pluviales doivent être implantés dans les axes des voies.

Pour les voies d'emprise de 12 ou de 15 m, les collecteurs des eaux usées et des eaux pluviales doivent être implantés dans le côté Nord et Est de ces voies (sous trottoir pour les collecteurs des eaux pluviales et sous chaussée pour les collecteurs des eaux usées).

Pour les voies d'emprise supérieure ou égale à 20 m, les collecteurs des eaux usées et des eaux pluviales doivent être implantés sous trottoir dans les deux côtés des voies.

Les collecteurs de diamètre supérieur ou égal à 1000 mm doivent être implantés dans les axes des voies.

b. Calage des collecteurs :

Lors du calage d'un réseau d'assainissement, les contraintes et exigences techniques énumérées ci-après sont à satisfaire :

1. La jonction des différents collecteurs secondaires devra être dans le sens d'écoulement de l'effluent avec un angle entre 45° et 67° et d'un angle de 45° à un collecteur principal.
2. Le branchement des différentes constructions au réseau se fera soit par le biais d'un raccord de piquage de type clip soit par le biais d'une culotte en travaux neufs et exceptionnellement grâce aux regards borgnes. Le branchement devra être réalisé obligatoirement à partir d'un regard de façade sise en domaine public dont la profondeur devra permettre le rejet gravitaire des eaux usées dans le collecteur assainissement existant et sera au maximum de 1.20 m.
3. La distance maximale entre deux regards visitables consécutifs est fixée par le marché, sans dépasser 80 m. Sur des canalisations de diamètre nominal supérieur ou égal à 800, les regards doivent être visitables. En l'absence des moyens modernes de curage, il faut maintenir 50 m au maximum, en alignement droit. Ils seront placés en particulier :
 - * A l'extrémité amont et aval du réseau
 - * A chaque changement de diamètre.
 - * A chaque changement de direction.
 - * A chaque changement de pente.
 - * A chaque changement de matériaux
 - * Au droit de confluence entre 2 ou plusieurs collecteurs.
 - * Au droit des chutes (approfondissement de collecteur).

4. Les regards à chute accompagnée doivent être réalisés au cas où les hauteurs de chute dépassent 1.00m
5. Pour la collecte et le drainage des eaux pluviales vers le réseau, les bouches d'égout à avaloir doivent être implantés à tous les points bas en fonction du profil en travers des voies (espacement maximal 100 m).
6. Les collecteurs seront projetés à une profondeur minimale de 1.45m au-dessus de la génératrice supérieure par rapport au niveau de la chaussée afin d'éviter d'une part les surcharges roulantes, et d'autre part les encombrements avec les autres réseaux (eau potable, électrification, téléphone...). Le réseau d'assainissement des eaux usées doit être placé au-dessous du réseau eau potable.
7. La distance minimale horizontale d'une canalisation d'assainissement par rapport à un câble, une conduite d'eau potable et/ou une autre canalisation EP/EU devra être de 0.40 m.
8. Diamètres et pentes minimaux adoptés pour les collecteurs sont :
 - * $\Phi 300$ mm pour les eaux usées
 - * $\Phi 400$ mm pour les eaux pluviales.
 - * Pente minimale 0.5%.(exceptionnellement 0.3% en terrain plat tout en respectant les critères d'auto curage).
9. Le diamètre minimal d'une antenne de branchement particulier est $\phi 160$ mm en P.V.C avec une pente minimale de 2%.
10. Les branchements particuliers ne doivent pas être raccordés dans un regard de visite ou sur des conduites de diamètre supérieur ou égal à 600mm. Tous les raccordements des branchements particuliers doivent être réalisés sur des canalisations in site du lotissement.

c. Implantation des ouvrages annexes :

Les regards de visite doivent être implantés dans les singularités suivantes :

- * changement de direction ou de pente des collecteurs
- * changement de diamètre des collecteurs
- * changement de côte radier des collecteurs
- * intersection des collecteurs

En alignement droit, la distance maximale entre les regards de visite est d'environ 60 m.

Les regards de visite à avaloir ou à grille doivent être implantés à tous les points bas et carrefours.

Dans le cas où les hauteurs de chute dépassent 0.80 m, il faut prévoir des regards de visite doubles.

d. Matériaux et séries utilisés pour les conduites :

Les matériaux utilisés pour les conduites sont :

- * CAO (Centrifuge Armé Ordinaire), séries 90A et 135A
- * AC (Amiante Ciment), séries 9000 et 12000 (n'est plus utilisé à cause des réglementations)
- * PVC (Polychlorure de Vinyle non plastifié) de classe 1 uniquement pour les branchements particuliers
- * Collecteurs en PEHD
- * Collecteurs en dalot en BA

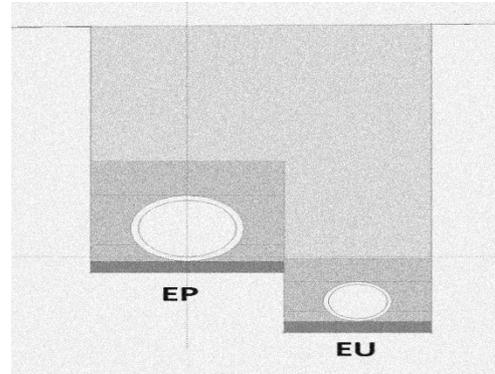
Le choix entre ces variantes est tributaire des contraintes suivantes:

- * Diamètre maximale fabriqué par les fournisseurs
- * Capacité de support des charges et surcharges
- * Résistance aux actions chimiques et physiques de la mer
- * Coût d'approvisionnement, de transport et de mise en œuvre.

Collecteur en béton armé classe 135A

Ce type de collecteurs présente une meilleure résistance vis-à-vis de ces sollicitations (charge et surcharges). Ainsi qu'une facilité d'exécution et de mise en œuvre cependant le prix de réalisation de ces collecteurs devient cher pour les diamètres supérieurs à 1000.

De même ces collecteurs ne peuvent plus résister à la salinité du milieu marin, ce qui élimine le choix de ce type d'ouvrage.



Collecteur en PEHD

Ce type de collecteurs présente une meilleure résistance vis-à-vis de ces sollicitations (charge et surcharges). Ainsi qu'une facilité d'exécution et de mise en œuvre cependant Le diamètre de ce type d'ouvrage est limité à 1000.

Ce qui élimine le choix de ce type d'ouvrage dans l'extension des rejets principaux et ils ne peuvent être adoptés que pour l'assemblage et l'acheminement des petits rejets existants vers les prolongements sous la voie.

Collecteurs en PVC

Ce type de collecteurs présente une meilleure résistance vis-à-vis de ces sollicitations (charge et surcharges). Ainsi qu'une facilité d'exécution et de mise en œuvre cependant Le diamètre de ce type d'ouvrage est limité à 600 .Ce qui élimine le choix de ce type d'ouvrage.

Collecteurs en Dalot en BA

Ce type de collecteurs présente une meilleure résistance vis-à-vis des sollicitations (charges et surcharges) ainsi qu'une facilité d'exécution et de mise en œuvre. Ce type de collecteurs permet également d'adopter différentes sections.

L'exigence d'un béton adapté qui tient compte de l'agressivité très importante et des contraintes spécifiques de l'environnement marin permet à ce genre d'ouvrage d'être la meilleure solution de prolongement à adopter.

e. Installation du réseau sur chantier :

Afin d'installer le réseau des travaux d'ouverture de tranchée seront menées. Les terrassements devront se faire conformément aux règlements en vigueur. Les fouilles se feront suivant les règles prescrites.

Les dimensions des tranchées se feront en fonction des diamètres nominaux. Après le déblaiement et remblaiement, il y'a également les travaux de pose des conduites, les canalisations des eaux pluviales sont disposées en terrain surélevé par rapport aux eaux usées pour lors de la réalisation de tranchées communes

afin d'éviter que les infiltrations des eaux usées ne polluent les eaux pluviales qui ne nécessitent généralement aucun traitement.

f. Terrassements et remblais

1. Terrassements

Les volumes de terrassements en tranchée seront calculés sur la base des largeurs théoriques L et en fonction de diamètre et de la profondeur des canalisations posées :

$$\text{DN} \leq 600 \text{ mm} \quad : \quad L = \text{De} + 60 \text{ cm}$$

$$\text{DN} > 600 \text{ mm} \quad : \quad L = \text{De} + 80 \text{ cm}$$

De est le diamètre extérieur du fût des tuyaux.

2. Lit de pose

L'intérêt de la mise en place d'un lit de pose est :

- * D'uniformiser l'assise sous l'arête inférieure
 - * D'assurer une protection vis-à-vis du sol
 - * De respecter les pentes
- Figure 3: Disposition des conduites lors de la réalisation d'une tranchée commune*

Il est constitué de matériau susceptible de ne pas blesser le tuyau (PE, P.V.C.).

- * Risques liés au lit de pose
- * Le déplacement localisé des matériaux du lit de pose (effet de drainage de la tranchée) notamment quand la déclivité est importante. A cet effet, il faut utiliser un lit de pose en sable de mer (épaisseur 10cm) quand le fond de la tranchée est un sol ordinaire et un lit de pose en gravette (épaisseur 15cm) quand le fond de la tranchée est un sol rocheux.

3. Remblai primaire

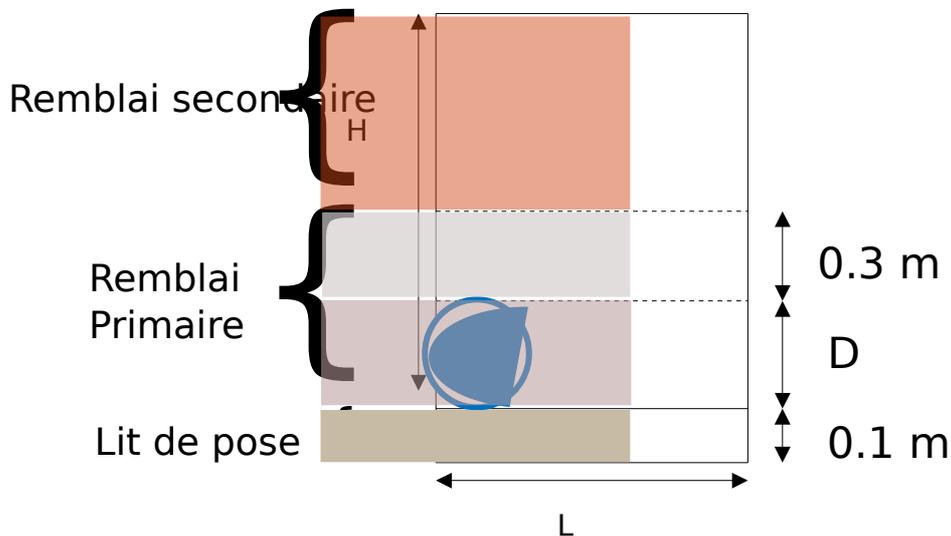
Le remblai primaire sera constitué, suivant le cas, de :

- * Collecteur PVC en l'absence d'eau : A l'aide de sable de concassage 0/5 en entourant les deux flancs de celle-ci. L'arrosage et le compactage se feront par couche de hauteur maximale de 30cm jusqu'à l'Optimum Proctor de 92 % OPN.
- * Collecteur Béton en l'absence d'eau : A l'aide de tout-venant. L'arrosage et le compactage se feront par couche de hauteur maximale de 30cm à l'Optimum Proctor de 92 % OPN.

4. Remblai secondaire

- * Le remblai secondaire sera constitué, suivant le cas, par : Sous chaussées, accotements et trottoirs : A l'aide de tout-venant, arrosé et compacté par couche de hauteur maximale 30cm à l'Optimum Proctor de 98%. Le tout-venant sera réservé aux chaussées sensibles à fort trafic.
- * En pleine nature ou en quartiers non structurés : A l'aide de matériau extrait des déblais, arrosé et compacté par couche de hauteur maximale de 30 cm à l'Optimum Proctor de 95% OPN. De plus, un merlon de 15 cm sera mis au-dessus de la tranchée.

Le remblai secondaire est réalisé jusqu'à la sous face du corps de chaussée, lequel sera réalisé avec un épaulement de 15 cm de part et d'autre de la tranchée.



g. Représentation en profils en long :

Le profil en long est une présentation graphique d'une coupe verticale suivant le développement de l'axe longitudinal de la canalisation principale. Il nous permet d'avoir une idée sur l'allure du terrain naturel ainsi que de notre canalisation et de déterminer le type des ouvrages annexes qu'il faut envisager. Il permet également une meilleure visibilité pendant la phase de réalisation des travaux.

Un profil en long doit fournir les informations suivantes :

- * Le profil du terrain naturel et de la canalisation
- * Les cotes terrains pour différents points du terrain naturel
- * Les cotes radiers des regards de visite pour chaque conduite
- * Les distances partielles et cumulées de la conduite
- * La pente de la conduite (du tronçon)

Le profil en long suit les étapes suivantes :

- * Traçage du profil du terrain naturel
- * Traçage du profil de la canalisation principale
- * Continuer le traçage d'après les pentes des tronçons et les cotes radiers

Ces profils en long furent réalisés par l'outil COVADIS dans le cadre de ce stage.

Présentation de COVADIS :

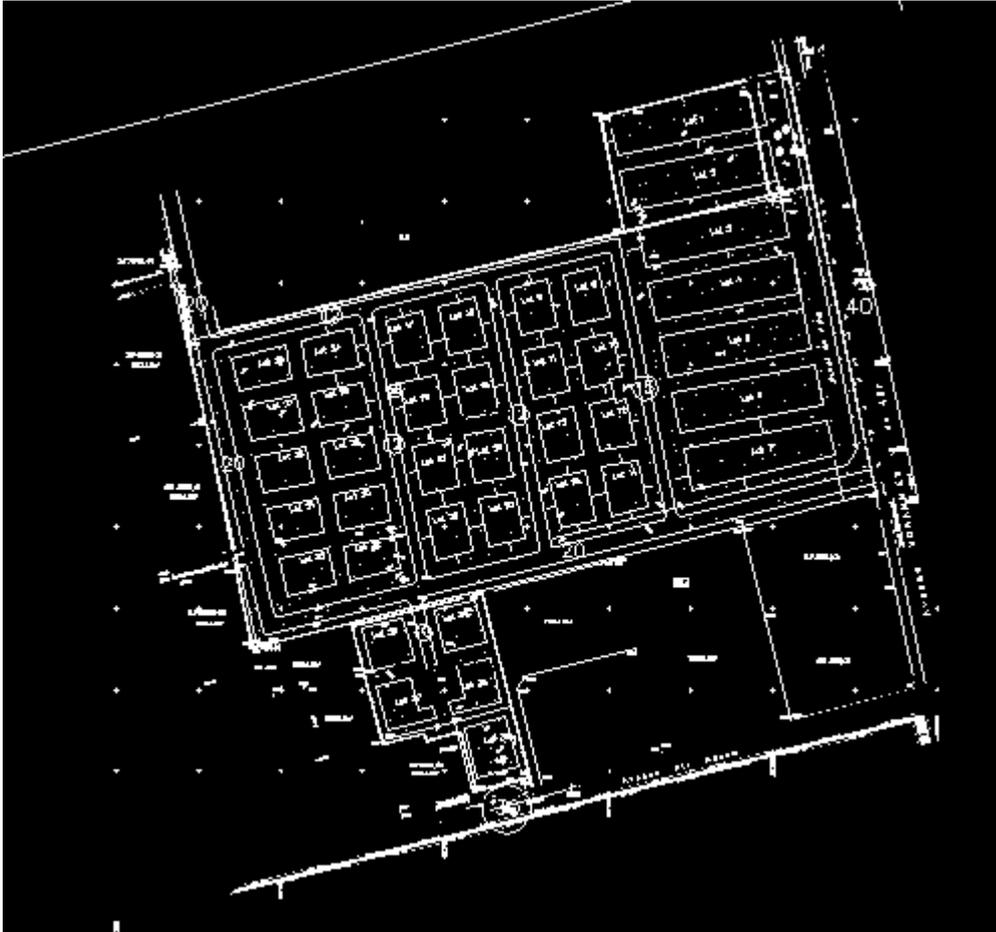
L'outil COVADIS Applicatif de calcul, de dessin et de projet pour AutoCAD celui-ci est dédié aux géomètres, aux bureaux d'études VRD, aux entreprises de BTP et aux collectivités locales et territoriales. Il regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des fonctionnalités « métiers » suivantes :

- Topographie
- Dessin assisté

- Projets de lotissements
- Modèle Numérique de terrain
- Conception 3D
- Terrassement multi plates-formes
- Projets linéaires (voirie, route)
- Réseaux d'assainissement
- Réseaux divers
- Giratoires et épures de giration
- Métrés et bordereaux

* Alimentation en eau potable (AEP) :

- i. Situation du projet :
- ii. Généralités sur le site :
- iii.



Etude d'assainissement du lotissement AL JINANE :

Disposant du plan de masse du lotissement AL JINANE, qui se présente comme le montre la figure suivante :

Il fallait alors tracer le réseau d'assainissement, ceci a été effectué sur la base du plan de masse.

Le tracé du réseau s'est basé essentiellement sur la recherche des exutoires rapides tout en empruntant et en suivant les pentes du terrain naturel car on ne dispose de données sur la voirie.

Le collecteur principal (nommé Col A) sera raccordé à collecteur REDAL existant.

Les réseaux d'assainissement retenus pour le présent projet est l'unitaire. Car, Pour le projet en question, le débit des eaux usées n'a pas été pris en

considération lors du dimensionnement puisqu'il reste négligeable devant le débit des eaux pluviales.

Le réseau fonctionnera naturellement en mode gravitaire sur la totalité du projet.

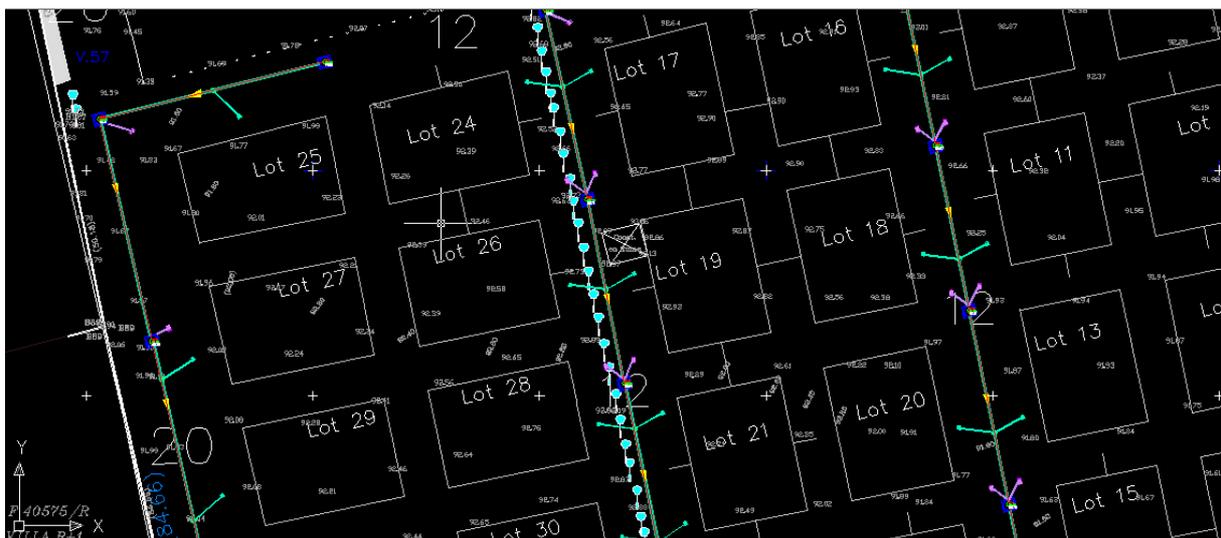


Figure 4:Tracé du réseau d'assainissement

Le réseau ainsi tracé comportait les conduites (cyan), les regards de visite (bleu), les regards borgnes (vert), boîtes de branchements (vert) et les grilles (violet).

Après il fallait tracer les bassins versants, les figures suivantes montrent le tracé effectué :

