

CHAPITRE IV

Evaluation des débits à évacuer

CHAPITRE IV : Evaluation des débits à évacuer

IV.1. Introduction :

L'établissement des réseaux d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux objectifs principaux :

- l'évacuation correcte des eaux pluviales permettant :
 - d'empêcher la submersion des zones urbanisées.
 - d'éviter la stagnation de ces eaux particulièrement dans les points bas de l'agglomération.
- la collecte et l'évacuation des eaux usées de toutes natures (eaux vannes, eaux ménagères, eaux industrielles) en assurant leur transport, le plus rapidement possible, jusqu'au collecteur principal vers les oueds.

IV.2. Evaluation des débits des eaux usées :

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées à considérer dans l'étude des réseaux d'assainissement correspondent essentiellement :

- aux pointes d'avenir qui conditionnent la détermination des sections des canalisations en système séparatif et, dans certains cas, celles des émissaires en système unitaire.
- aux flots minimaux actuels qui permettent d'apprécier les capacités d'auto curage des canalisations.

IV.2.1. 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 eaux usées d'origine domestique.
- Les eaux usées d'origine industrielle.

IV.2.1.1. Les eaux usées d'origine domestique :

Les eaux usées d'origine domestique comprennent :

- Les eaux ménagères (eaux de cuisine, de lessive, de toilette, etc.).
- les eaux vannes (en provenance des W.C, matière fécales et urines).[1]

a- Qualité des eaux usées :

Les eaux usées constituent un effluent pollué et nocif .leur étude doit s'effectuer sous le double point de vue physico-chimique et biologique,

b- Quantité à évacuer :

La quantité des eaux à évacuer est, en seconde analyse, à considérer sous l'angle des débits qui conditionnent le calcul des sections des canalisations d'égout. A cet effet, il y a lieu de distinguer entre les réseaux urbains courants et ceux desservant les agglomérations d'un type particulier telles que cités, casernes, etc. Elle dépend des normes de consommation en eaux potable et qui à leur tour dépendent de, l'évaluation de la consommation actuelle.

Pour la quantification actuelle ou prévisible de la consommation en eaux potable, on a les facteurs suivants qui interviennent :

- Type d'habitats et leur degré de confort.
- Dotation en eaux potable.
- Conditions climatiques.
- Prise en compte forfaitaire des eaux publiques et industrielles.

IV.2.1.2. Eaux des services publics :

Les eaux de lavage des espaces publics (cours, rue,...) sont évacuer vers le réseau par l'intermédiaire de puisard menu d'une grille. Les eaux usées des services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique seront pris en compte avec les besoins domestiques

IV.2.1.3. Eaux usées industrielles :

Lors de l'évaluation des débits des eaux usées industrielles à prendre en compte pour la détermination du réseau il conviendra de distinguer :

- D'une part, les industries existantes dont l'évaluation des débits doit résulter des mesures « in situ ».
- Que certaines industries traitent directement leurs effluents permettant ainsi le rejet dans le milieu naturel ou dans le réseau pluvial.

IV.2.2. Estimation des débits des eaux usées :

L'évaluation de la quantité des eaux usées à évacuer quotidiennement s'effectuera à partir de la consommation d'eau par habitant.

L'évacuation quantitative des rejets est fonction du type de l'agglomération ainsi que le mode d'occupation du sol. Plus l'agglomération est urbanisée, plus la proportion d'eau rejetée est élevée. [2].

IV.2.3. Estimation des débits des eaux usées domestiques :

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, nous prendrons comme base une dotation d'eau potable de 150 l/j hab. (Source A.P.C de M'sila),

Nous considérons que les 80% de l'eau consommée sont rejetée comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.[3]

IV.2.3.1. Evaluation du débit moyen journalier :

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

$$Q_{\text{moy.j}} = \frac{K_r \cdot D \cdot N}{86400} \text{ l/s} \dots\dots\dots \text{(IV. 1)}$$

Avec :

- $Q_{\text{moy.j}}$: Débit moyen rejeté quotidiennement en (l/s) .
- N : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude (*hab*).
- D: Dotation journalière prise égale à 150 l/j hab.
- K_r : Coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.

IV.2.3.2. Evaluation du débit moyen journalier :

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule qui suit :

$$Q_{\text{pte}} = K_p \cdot Q_{\text{moy.j}} \text{ l/s} \dots\dots\dots \text{(IV. 2)}$$

Avec :

- Q_{pte} : Débit de pointe.
- $Q_{\text{moy.j}}$: Débit moyen journalier.
- K_p : Coefficient de pointe, Ce coefficient de pointe peut être :

IV.2.3.3. Calculé à partir du débit moyen journalier :

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy.j}}} \text{ Si } Q_{moy.j} \geq 3,8 \text{ l/s} \dots\dots\dots (IV. 3)$$

- $K_p = 4 \text{ Si } Q_{moy.j} < 3,8 \text{ l/s}$

Remarque :

Pour notre étude le coefficient de pointe K_p est calculé à partir du débit moyen journalier, selon la relation (IV.2)

Les débits d'eaux usées des équipements et les débits d'eaux usées de pointe sont respectivement illustrés dans le tableau IV.1 et le tableau IV.2

Tableau IV.1: Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin.

N° ZONE	N° SB	Secteur	Catégorie	Nombre de	Unité de	Coeff.	Ni	Qi (l/j/hab)	Qt (l/j)	Qmoy (l/s)	Kp	Qp (l/s)	Qtotale (l/s)
			d'occupation	consommateurs	mesure	d'equip							
1	3	Scolaire	ECOLE	300	élève	4	75	150	9000	0,104	4,00	0,417	0,417
	8	Socioculturel	MOSQUEE	600	Fidèles	3	200	150	24000	0,278	4,00	1,111	1,111
	10	Socioculturel	MERCHE	-	-	-	-	-	3000	0,035	4,00	0,139	0,278
		Socioculturel	CENTRE COMMERCIALE	-	-	-	-	-	3000	0,035	4,00	0,139	
	12	Scolaire	ECOLE	300	élève	4	75	150	9000	0,104	4,00	0,417	1,250
		Scolaire	CEM	600	élève	4	150	150	18000	0,208	4,00	0,833	
	13	Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,222
		Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	
	15	Scolaire	CENTRE DE FORMATION	300	élève	4	75	150	9000	0,104	4,00	0,417	0,417
	16	Administratif	POLICE	60	Employé	4	15	150	1800	0,021	4,00	0,083	0,417
		Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	
		Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	
		Socioculturel	SALLE DE SANTE	60	lits	3	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	

Tableau IV.1: Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin(suite 1).

N° ZONE	N° SB	Secteur	Catégorie	Nombre de	Unité de	Coeff.	Ni	Qi (l/j/hab)	Qt (l/j)	Qmoy (l/s)	Kp	Qp (l/s)	Qtotal (l/s)
			d'occupation	consommateurs	mesure	d'equip							
2	18	Scolaire	LYCEE	600	élève	4	150	150	18000	0,208	4,00	0,833	0,833
	21	Socioculturel	MOSQUEE	600	Fidèles	3	200	150	24000	0,278	4,00	1,111	1,111
	26	Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,111
	28	Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,111
	30	Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,111
	31	Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,111

Tableau IV.1: Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin(suite 2).

N° ZONE	N° SB	Secteur	Catégorie	Nombre de	Unité de	Coeff.	Ni	Qi (l/j/hab)	Qt (l/j)	Qmoy (l/s)	Kp	Qp (l/s)	Qtotal (l/s)
			d'occupation	consommateurs	Mesure	d'equip							
3	45	Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,222
		Administratif	ADMINISTRATION	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	
	50	Administratif	ADMINISTRATIF	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,111
	51	Administratif	ADMINISTRATIF	80	Employé	4	20	150	2400	0,028	4,00	0,111	0,111

Tableau IV. 2: Détermination des débits de pointes d'eaux usées de chaque zone.**ZONE: 01**

N° ZONE	N° SB	Ai (ha)	Ci	Nbre. hab.	Q moy.j (l/s)	Kp	Qp (l/s)	Qéq (l/s)	Qp totale (l/s)
1	1	0,6717	0,7	119	0,165	4	0,66	-	0,66
	2	0,6295	0,7	111	0,154	4	0,62	-	0,62
	3	2,3621	0,7	418	0,581	4	2,32	0,417	2,74
	4	2,9907	0,7	529	0,735	4	2,94	-	2,94
	5	1,0532	0,7	186	0,258	4	1,03	-	1,03
	6	2,7138	0,8	549	0,763	4	3,05	-	3,05
	7	3,3198	0,8	671	0,932	4	3,73	-	3,73
	8	2,4557	0,7	434	0,603	4	2,41	1,111	3,52
	9	0,6158	0,8	125	0,174	4	0,69	-	0,69
	10	3,0984	0,9	705	0,979	4	3,92	0,278	4,19
	11	3,0942	0,8	626	0,869	4	3,48	-	3,48
	12	2,0774	0,8	420	0,583	4	2,33	1,25	3,58
	13	4,3726	0,9	995	1,382	3,63	5,01	0,222	5,23
	14	1,3381	0,8	271	0,376	4	1,51	-	1,51
	15	3,3115	0,8	670	0,931	4	3,72	0,417	4,14
	16	3,0146	0,8	610	0,847	4	3,39	0,417	3,81

ZONE: 02

N° ZONE	N° SB	Ai (ha)	Ci	Nbre. hab.	Q moy.j (l/s)	Kp	Qp (l/s)	Qéq (l/s)	Qp totale (l/s)
2	17	0,7947	0,9	181	0,251	4	1,01	-	1,01
	18	3,2054	0,8	648	0,9	4	3,6	0,833	4,43
	19	1,7284	0,8	349	0,485	4	1,94	-	1,94
	20	0,7819	0,7	138	0,192	4	0,77	-	0,77
	21	3,2828	0,7	581	0,807	4	3,23	1,111	4,34
	22	0,6523	0,7	115	0,16	4	0,64	-	0,64
	23	3,067	0,9	698	0,969	4	3,88	-	3,88
	24	2,3425	0,8	474	0,658	4	2,63	-	2,63
	25	1,8697	0,8	378	0,525	4	2,1	-	2,1
	26	2,2452	0,8	454	0,631	4	2,52	0,111	2,63
	27	0,8701	0,8	176	0,244	4	0,98	-	0,98
	28	1,9576	0,8	396	0,55	4	2,2	0,111	2,31
	29	1,0472	0,7	185	0,257	4	1,03	-	1,03
	30	1,6728	0,8	338	0,469	4	1,88	0,111	1,99
	31	2,2295	0,7	394	0,547	4	2,19	0,111	2,3

	32	0,6496	0,8	131	0,182	4	0,73	-	0,73
	33	3,2448	0,7	574	0,797	4	3,19	-	3,19
	34	1,0912	0,7	193	0,268	4	1,07	-	1,07
	35	2,7908	0,7	494	0,686	4	2,74	-	2,74
	36	2,921	0,7	517	0,718	4	2,87	-	2,87
	37	0,6089	0,7	108	0,15	4	0,6	-	0,6
	38	1,5702	0,8	317	0,44	4	1,76	-	1,76
	39	1,2826	0,8	259	0,36	4	1,44	-	1,44
	40	1,1191	0,8	226	0,314	4	1,26	-	1,26
	41	1,7745	0,8	359	0,499	4	1,99	-	1,99

ZONE: 03

N° ZONE	N° SB	Ai (ha)	Ci	Nbre. hab.	Q moy.j (l/s)	Kp	Qp (l/s)	Qéqui (l/s)	Qp totale (l/s)
3	42	0,6408	0,7	113	0,157	4	0,63	-	0,63
	43	0,9936	0,7	176	0,244	4	0,98	-	0,98
	44	1,3218	0,7	234	0,325	4	1,3	-	1,3
	45	1,4538	0,7	257	0,357	4	1,43	0,222	1,65
	46	2,813	0,8	569	0,79	4	3,16	-	3,16
	47	1,2259	0,8	248	0,344	4	1,38	-	1,38
	48	0,8463	0,7	150	0,208	4	0,83	-	0,83
	49	1,2182	0,7	216	0,3	4	1,2	-	1,2
	50	1,834	0,8	371	0,515	4	2,06	0,111	2,17
	51	1,1076	0,8	224	0,311	4	1,24	0,111	1,36
	52	0,653	0,7	116	0,161	4	0,64	-	0,64

IV.3. Evaluation des débits des eaux pluviales :

Différentes méthodes sont utilisées pour l'évaluation du débit pluvial. Dans notre travail nous considérons les deux les plus utilisées.

IV.3.1. Le bassin versant

C'est la surface sur laquelle toute eau météorique qui tombe s'écoule vers un point unique appelé exutoire. C'est donc une surface hydrologiquement close. Les lignes de partage des différents bassins versants sont appelées lignes de crête. En hydrologie urbaine le bassin versant est une surface de ruissellement telle que le réseau qui la draine possède un exutoire.

On parle de bassin versant urbain. Le bassin versant possède plusieurs caractéristiques qui sont la surface, la pente moyenne, la longueur, la forme [11]

IV.3.1.1. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins :

Le découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

- La nature des sols.
- La densité des habitations.

- Les courbes de niveau (les lignes de partages).
- Les routes et voiries existantes.
- Les pentes et les contres pentes.
- Les limites naturelles (oueds, talwegs,...etc.).
- Les toitures.

Dans notre cas ; le découpage se fait selon la densité des habitants, les courbes de niveaux, les toitures, ainsi, les pentes et les contres pentes.**[2]**

Figure IV. 1 : Délimitation des sous bassin de chaque zone 01

Figure IV. 2: Délimitation des sous bassin de chaque zone

Figure IV. 3: Délimitation des sous bassin de chaque zone

IV.3.2 Méthode rationnelle :

C'est une méthode qui consiste à estimer le débit à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs limités par les lignes isochrones, cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle est connue aussi par la méthode de LLOYD DAVIS, c'est une méthode qui a fait ses preuves surtout pour les bassins urbains de faible surface ($\leq 10 \text{ ha}$).

Elle consiste à estimer les débits pluviaux suite à une averse d'intensité moyenne « i » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie « A », caractérisée par un coefficient de ruissellement « C_r ». La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q_p = \alpha C_r I A \dots\dots\dots (IV. 4)$$

- Q_p :débit d'eau de ruissellement (l / s).
- α :Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du bassin.
- C_r :coefficient de ruissellement.
- I :intensité de précipitation (l / s / ha).
- A :surface de l'aire d'influence (ha).

IV.3.2.1.hypothèses de la méthode rationnelle :

Les hypothèses de base sont les suivantes :

- L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme, dans le temps et dans l'espace, sur l'ensemble du bassin drainé.
- Le débit de pointe " Q_p " en m^3/s de l'hydro gramme de ruissellement est une fonction du débit précipité i , A .
- L'intervalle de la récurrence du débit de pointe Q_p est le même que celui de l'averse d'intensité uniforme i .
- En fin, le coefficient de ruissellement est invariable d'une averse à l'autre.[5]

a- validité de la méthode rationnelle :

Cette méthode est utilisée pour des surfaces limitées (généralement inférieures à 10 ha) le résultat est encore plus fiable du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, ainsi elle est applicable pour des zones où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes. Par contre, elle n'est pas susceptible d'être utilisée pour les zones étendues, car les calculs deviendraient fastidieux.

b- Temps de concentration :

Le temps de concentration relatif à un bassin versant est le temps le plus long que met l'eau qui ruisselle pour atteindre l'exutoire. Pour évaluer ce dernier on sait qu'il :

t_1 , t_2 et t_3 tels que :

- $t_1 = \frac{L}{60 V} = \frac{\text{longueur}}{\text{vitesse}}$: C'est le temps mis par l'eau pour s'écouler dans les conduites. (Min)
- t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement on l'estime compris entre 2 et 20 minutes.
- $t_3 = \frac{1}{11\sqrt{I}}$: Temps de ruissellement sur un parcours ne comportant pas de canalisation.
- Le bassin ne comporte pas de canalisation : $t_c = t_3$
- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation : $t_c = t_3 + t_1$
- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation : $t_c = t_1 + t_2$

Ou :

- l : Longueur de la conduite (m).
- L : Cheminement hydraulique le plus long.
- V : Vitesse d'écoulement de l'eau des la conduite.(m/s).
- I : Pente moyenne du chemin parcouru par l'eau (m).[6]

Remarque : Suivant la configuration de chaque sous bassin on évaluera le temps de concentration qui lui corresponde.

IV.3.3 Méthode superficielle :

L'expression littérale du débit provenant d'un bassin versant urbanisé pour une fréquence « F » donnée a été établie à partir des travaux de **M. Caquot**. Les études les plus récentes, Confirmées par des vérifications expérimentales, ont permis de fixer la valeur numérique des coefficients de cette expression.

La formule superficielle du débit de fréquence de dépassement « F » prend l'aspect suivant :

$$Q = K_u^{\frac{1}{u}} \times I_u^{\frac{v}{u}} \times C_u^{\frac{1}{u}} \times A_u^{\frac{w}{u}} \dots\dots\dots (IV. 5)$$

Dans laquelle les divers paramètres sont des fonctions de **a (F)** et (ou) de **b (F)** qui sont eux-mêmes.

Les paramètres de la relation.

$$i(t, f) = a(f) \cdot t^{b(f)} \dots\dots\dots (IV. 6)$$

Où $i(t, f)$ est l'intensité maximale de la pluie de durée t , de fréquence de dépassement F , i est exprimé en millimètres par minute et t en minutes est compris entre 5 minutes et 120 minutes.

- $Q(F)$ est le débit de fréquence de dépassement F exprimé en mètres cubes par seconde
- I : est la pente moyenne du bassin versant (en mètres par mètre).
- Cr : est le coefficient de ruissellement
- A : est la superficie du bassin versant (en hectares).
- K : est un coefficient d'expression.

$$K = \frac{0.5 \cdot b(F) \cdot a(F)}{6,6} \dots\dots\dots (IV. 7).$$

☞ U : est un coefficient d'expression

$$U = 1 + 0.287b(F) \dots\dots\dots (IV. 8).$$

☞ V : est un coefficient d'expression

$$V = -0.41b(F) \dots\dots\dots (IV. 9).$$

☞ W : est un coefficient d'expression

$$W = 0.95 + 0.507b(F) \dots\dots\dots (IV. 10).$$

- Cette formule est valable pour des bassins versants d'allongement moyen « $M = 2$ » [1]

IV.3.3.1. Validité de la méthode superficielle :

Les limites d'application de la méthode superficielle sont :

- La limite supérieure de la surface du sou bassin est de 200 ha.
- Le coefficient de ruissellement doit être compris entre 0.2 et 1.
- Le coefficient d'allongement " M " doit être compris entre $0.8 < M < 2$.
- La pente doit être comprise entre 0.2 et 5%.

Tableau IV.3: Domaines de validité de la méthode DE caquot.

Libellé	Minimum	Maximum
Pente	0.002 m/m	0.05 m/m
Coefficient de ruissellement	0.2	1
Surface du bassin versant	5ha	200 ha

IV.3.4 Choix de la méthode de calcul :

En tenant compte des caractéristiques de notre agglomération du point de vu surface (96.0296ha), pente (0.2-5%), et coefficient de ruissellement généralement (0,74) est vue à la comparaison des deux méthodes, on opte a choisi la méthode rationnelle

IV.4. Calcul des débits pluviaux :

IV.4.1. Calcul des coefficients a (f) et b (f) :

L'intensité moyenne de pluie peut être représentée approximativement par la formule

$$i(t, f) = a(f) \cdot t^{b(f)} \dots \dots \dots (IV. 11)$$

Alors que la formule de MONTANARI s'écrit comme suit :

$$I_{(t,f)} = \frac{I_{24(f)}}{60} \left(\frac{t}{24.60} \right)^{b-1} \dots \dots \dots (IV. 12)$$

- b : exposant climatique b=0.33
- i : intensité de pluie.

Par analogie entre les deux formules on tire :

$$b(f) = b - 1 = 0,33 - 1 = -0,67$$

$$a_{(f)} = \frac{P_{24(f)}}{60.24} \left(\frac{t}{24.60} \right)^{b-1} \dots \dots \dots (IV. 13)$$

- $P_{24(f)}$: pluie maximale journalière ($P_{24} = 34.2$ mm/j).

A.N :

$$a_{(f)} = \frac{34.2}{60.24} \left(\frac{t}{24.60} \right)^{0.33-1} = 3.10$$

Donc :

- $a(f) = 3.10$
- $b(f) = -0.67$

IV.4.1.1. Calcul des coefficients d'expressions :

$$\bullet \quad k = \frac{0,5^{b(f)} \times a(f)}{6,6} =$$

$$\mathbf{0.747}$$

$$\bullet \quad \alpha = -0,41b(f) = \mathbf{0.275}$$

- $\beta = 1 + 0,287b(f) = \mathbf{0,807}$
- $\gamma = 0,95 + 0,507b(f) = \mathbf{0,610}$

$$K_C^{\frac{1}{\beta}} = 0,696 ; \frac{1}{\beta} = 1,239 ; \frac{\alpha}{\beta} = 0,340 ; \frac{\gamma}{\beta} = 0,755$$

Ce qui nous amène à avoir la formule de MONTANARI sous la forme :

$$Q(f) = 0.696 \times I^{0,321} \times C_r^{1.239} \times A^{0.755}$$

- $\alpha = -0,41b(f) = \mathbf{0.340}$
- $\beta = 1 + 0,287b(f) = \mathbf{1.238}$
- $\gamma = 0,95 + 0,507b(f) = \mathbf{0,0756}$

Tableau IV.4: Caractéristiques de chaque groupement de sous bassin.

Bassin en série	Bassin en parallèle
$A = \sum_{i=1}^n A_i$	$A = \sum_{i=1}^n A_i$
$C_{req} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ri} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$	$C_{req} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ri} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$
$I_{\acute{e}q} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n I_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right]^2$	$I_{\acute{e}q} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n I_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \right]^2$
$M = \frac{L}{\sqrt{A}}$	$M = \frac{L}{\sqrt{A}}$

Remarque :

Pour notre cas, nous avons opté pour la méthode rationnelle vue la disponibilité des données nécessaires à l'utilisation de cette méthode ainsi que ses limites d'application qui sont vérifiées.

Les résultats de calculs sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau IV.5: Les pentes moyennes des différents sous bassins												
ZONE 1												
N° SB	tronçon			Surface (ha)	L SB (m)	I moy SB (m/m)	L CON	L CON TOTA	I CON %	Li /\Ip	Σ Li /\Ip	I moy con%
COLLECTEUR 01												
1	R1	-	R2	0,6717	140	0,0079	33,2	104,9	0,82	36,66	115,84	0,82
	R2	-	R3				31,1		0,82	34,34		
	R3	-	R4				40,6		0,82	44,84		
2	R4	-	R5	0,6295	154	0,0058	35,6	141,4	0,82	39,31	156,15	0,82
	R5	-	R6				40,6		0,82	44,84		
	R6	-	R7				43,2		0,82	47,71		
	R7	-	R8				22		0,82	24,29		
3	R8	-	R9	2,3621	158	0,0194	58	178	1,38	49,37	151,52	1,38
	R9	-	R10				60		1,38	51,08		
	R10	-	R11				60		1,38	51,08		
4	R11	-	R12	2,9907	160	0,0031	62,6	170,8	0,50	88,53	241,55	0,50
	R12	-	R13				30,7		0,50	43,42		
	R13	-	R14				39,1		0,50	55,30		
	R14	/	R15				38,4		0,50	54,31		
COLLECTEUR 02												
5	R16	-	R17	1,0532	190	0,0146	54,6	173	1,73	41,51	131,53	1,73
	R17	-	R18				35,4		1,73	26,91		
	R18	-	R19				42,8		1,73	32,54		
	R19	-	R20				40,2		1,73	30,56		
6	R20	-	R21	2,7138	240	0,0129	28,6	191	1,02	28,32	189,12	1,02

	R21	-	R22				40		1,02	39,61		
	R22	-	R23				35,7		1,02	35,35		
	R23	-	R24				42		1,02	41,59		
	R24	-	R25				44,7		1,02	44,26		
7	R25	-	R26	3,3198	300	0,0338	42,6	281,7	2,8	25,46	168,35	2,80
	R26	-	R27				47,2		2,8	28,21		
	R27	-	R28				42,6		2,8	25,46		
	R28	-	R29				40,2		2,8	24,02		
	R29	-	R30				33,2		2,8	19,84		
	R30	-	R31				38,6		2,8	23,07		
	R31	/	R15				37,3		2,8	22,29		
COLLECTEUR 03												
8	R32	-	R33	2,4557	240	0,0204	40,1	128	3,37	21,84	69,73	3,37
	R33	-	R34				40,2		3,37	21,90		
	R34	-	R35				47,7		3,37	25,98		
9	R35	-	R36	0,6158	70	0,0232	40,9	42,8	2,23	27,39	27,39	2,23
10	R36	-	R37	3,0984	231	0,0221	36,1	222,6	1,68	27,85	171,74	1,68
	R37	-	R38				68,2		1,68	52,62		
	R38	-	R39				45,7		1,68	35,26		
	R39	-	R40				28		1,68	21,60		
	R40	-	R41				44,6		1,68	34,41		
11	R41	-	R42	3,0942	234	0,0326	16,1	142,4	2,93	9,41	83,19	2,93
	R42	-	R43				47,6		2,93	27,81		
	R43	-	R44				40,6		2,93	23,72		

	R44	-	R11				38,1		2,93	22,26		
COLLECTEUR 04												
12	R46	-	R47	2,0774	242	0,0063	33,1	136,9	0,4	52,34	216,46	0,40
	R47	-	R48				23,5		0,4	37,16		
	R48	-	R49				33,6		0,4	53,13		
	R49	-	R50				46,7		0,4	73,84		
COLLECTEUR 05												
13	R51	-	R52	4,3726	264	0,0186	42,7	151,1	1,68	32,94	116,58	1,68
	R52	-	R53				44,7		1,68	34,49		
	R53	-	R54				33,1		1,68	25,54		
	R54	-	R55				30,6		1,68	23,61		
14	R55	-	R56	1,3381	210	0,0375	35,6	146,5	3	20,55	84,58	3,00
	R56	-	R57				33,1		3	19,11		
	R57	-	R58				35,6		3	20,55		
	R58	-	R59				21,1		3	12,18		
	R59	-	R8				21,1		3	12,18		
COLLECTEUR 06												
15	R60	-	R61	3,3115	225	0,0198	46	131,7	2,01	32,45	92,89	2,01
	R61	-	R62				47,6		2,01	33,57		
	R62	-	R63				38,1		2,01	26,87		
16	R63	-	R64	3,0164	227	0,0252	28,2	158,6	2,2	19,01	106,93	2,20
	R64	-	R65				40,6		2,2	27,37		
	R65	-	R66				35,6		2,2	24,00		
	R66	-	R67				18,6		2,2	12,54		

	R67	-	R4				35,6		2,2	24,00		
ZONE 2												
N° SB	tronçon			Surface (ha)	L SB (m)	I moy SB (m/m)	L CON	L CON TOTA	I CON %	Li / $\sqrt{I_p}$	Σ Li / $\sqrt{I_p}$	I moy con%
COLLECTEUR 07												
17	R68	-	R69	0,7947	130	0,0099	53,4	129,8	1,53	43,17	104,94	1,53
	R69	-	R70				38,2		1,53	30,88		
	R70	-	R71				38,2		1,53	30,88		
18	R71	-	R72	3,2054	308	0,0186	23,9	169,1	1,57	19,07	134,96	1,57
	R72	-	R73				40,9		1,57	32,64		
	R73	-	R74				38,1		1,57	30,41		
	R74	-	R75				23,6		1,57	18,83		
	R75	-	R76				42,6		1,57	34,00		
19	R76	-	R77	1,7284	192	0,0111	56,1	106	1,11	53,25	100,61	1,11
	R77	-	R78				49,9		1,11	47,36		
20	R78	-	R79	0,7819	102	0,0304	30,6	68,2	2,3	20,18	44,97	2,30
	R79	-	R80				37,6		2,3	24,79		
21	R80	-	R81	3,2828	364	0,025	49	289,4	3,99	24,53	194,63	2,21
	R81	-	R82				25,2		3,99	12,62		
	R82	-	R83				23,6		3,99	11,81		
	R83	-	R84				28,6		1,73	21,74		
	R84	-	R85				40,6		1,73	30,87		
	R85	-	R86				31,1		1,73	23,64		
	R86	-	R87				36,1		1,73	27,45		
	R87	-	R88				55,2		1,73	41,97		

22	R88	-	R89	0,6523	150	0,0194	54,6	132,8	1,72	41,63	101,26	1,72
	R89	-	R90				30,6		1,72	23,33		
	R90	-	R91				47,6		1,72	36,29		
23	R91	-	R92	3,067	130	0,005	68,7	100,5	0,9	72,42	105,94	0,90
	R92	-	Rext				31,8		0,9	33,52		
COLLECTEUR 08												
24	R93	-	R94	2,3425	176	0,0327	28,4	118,3	3,44	15,31	63,78	3,44
	R94	-	R95				28,3		3,44	15,26		
	R95	-	R96				31,1		3,44	16,77		
	R96	-	R97				30,5		3,44	16,44		
25	R97	-	R98	1,8697	175	0,0253	45	143,1	2,18	30,48	96,92	2,18
	R98	-	R99				30,5		2,18	20,66		
	R99	-	R100				45		2,18	30,48		
	R100	-	R88				22,6		2,18	15,31		
COLLECTEUR 09												
26	R101	-	R102	2,2452	209	0,0145	21,2	161,3	2,36	13,80	105,00	2,36
	R102	-	R103				40,7		2,36	26,49		
	R103	-	R104				37,8		2,36	24,61		
	R104	-	R105				23,6		2,36	15,36		
	R105	-	R106				38		2,36	24,74		
27	R106	-	R107	0,8701	143	0,0196	49,5	130,2	1,16	45,96	120,89	1,16
	R107	-	R108				35,7		1,16	33,15		
	R108	-	R109				45		1,16	41,78		
28	R109	-	R110	1,9576	165	0,0097	13,3	169,9	1,29	11,71	149,59	1,29

	R110	-	R111				30,7		1,29	27,03		
	R111	-	R112				40,3		1,29	35,48		
	R112	-	R113				42,7		1,29	37,60		
	R113	-	R114				42,9		1,29	37,77		
	R114	-	R115				43		2,5	27,20		
	R115	-	R116				40,5		2,5	25,61		
	R116	-	R117				40,2		1,83	29,72		
	R117	-	R118				38,4		1,83	28,39		
29	R118	-	R119	1,0472	185	0,0284	23,6	185,7	1,83	17,45	128,36	2,09
	R119	-	R120				28,2		0,5	39,88		
	R120	-	R121				40		0,5	56,57		
	R121	-	R122				30,5		0,5	43,13		
30	R122	-	R123	1,6728	137	0,0081	32,8	131,5	0,5	46,39	185,97	0,50
	R123	-	R124				35,5		0,5	50,20		
	R124	-	R125				56,7		0,5	80,19		
31	R125	-	R126	2,2295	163	0,0072	38,3	130,5	0,5	54,16	184,55	0,50
	R126	-	R127				40,5		0,5	57,28		
32	R127	-	R128	0,6496	90	0,0332	33,9	74,4	0,5	47,94	105,22	0,50
	R128	-	R129				40,1		0,5	56,71		
	R129	-	R130				32,9		0,5	46,53		
	R130	-	R131				45,3		0,5	64,06		
	R131	-	R132				41,1		0,5	58,12		
33	R132	-	R133	3,2448	240	0,0156	35,4	194,8	0,5	50,06	275,49	0,50
34	R133	-	R134	1,0912	120	0,0116	35,4	77,7	0,5	50,06	109,88	0,50

	R134	-	R135				42,3		0,5	59,82		
35	R135	-	R136	2,7908	138	0,0319	54,7	199,2	0,5	77,36	281,71	0,50
	R136	-	R137				57		0,5	80,61		
	R137	-	R138				44,9		0,5	63,50		
	R138	-	R139				42,6		0,5	60,25		
36	R139	-	R140	2,921	320	0,0278	41,1	236	0,84	44,84	257,50	0,84
	R140	-	R141				44,8		0,84	48,88		
	R141	-	R142				49,9		0,84	54,45		
	R142	-	R143				50,1		0,84	54,66		
	R143	-	R144				50,1		0,84	54,66		
37	R144	-	R145	0,6089	147	0,0136	47,9	148,2	0,84	52,26	161,70	0,84
	R145	-	R146				50,1		0,84	54,66		
	R146	-	R91				50,2		0,84	54,77		
COLLECTEUR 10												
38	R147	-	R148	1,5702	170	0,0438	34,3	99,8	4,32	16,50	48,02	4,32
	R148	-	R149				30		4,32	14,43		
	R149	-	R150				35,5		4,32	17,08		
39	R150	-	R151	1,2826	213	0,0306	40,2	142,3	2,97	23,33	82,57	2,97
	R151	-	R152				38,2		2,97	22,17		
	R152	-	R153				28,2		2,97	16,36		
	R153	-	R119				35,7		2,97	20,72		
COLLECTEUR 11												
40	R154	-	R155	1,1191	190	0,0213	47,9	152,7	2,53	30,11	96,00	2,53
	R155	-	R156				23,6		2,53	14,84		

	R156	-	R157				33,3		2,53	20,94		
	R157	-	R110				47,9		2,53	30,11		
ZONE 3												
N° SB	tronçon			Surface (ha)	L SB (m)	I moy SB (m/m)	L CON	L CON TOTA		Li /√Ip	Σ Li /√Ip	I moy con(%)
COLLECTEUR 12												
41	R158	-	R159	1,7745	174	0,0145	49,00	146,40	1,59	38,86	116,10	1,59
	R159	-	R160				49,00		1,59	38,86		
	R160	-	R161				48,40		1,59	38,38		
42	R161	-	R162	0,6408	101	0,0032	42,20	91,10	0,72	49,73	107,36	0,72
	R162	-	R163				48,90		0,72	57,63		
43	R163	-	R164	0,9936	135	0,005	31,30	122,80	0,72	36,89	144,72	0,72
	R164	-	R165				29,50		0,72	34,77		
	R165	-	R166				30,80		0,72	36,30		
	R166	-	R167				31,20		0,72	36,77		
44	R167	-	R168	1,3218	173	0,025	37,40	111,80	0,72	44,08	131,76	0,72
	R168	-	R169				41,40		0,72	48,79		
	R169	-	R170				33,00		0,72	38,89		
45	R170	-	R171	1,4538	164	0,0111	48,90	149,20	1,33	42,40	129,37	1,33
	R171	-	R172				49,00		1,33	42,49		
	R172	-	R173				51,30		1,33	44,48		
COLLECTEUR 13												
46	R174	-	R175	2,813	167	0,0101	49,00	129,70	1,70	37,58	99,48	1,70
	R175	-	R176				49,00		1,70	37,58		
	R176	-	R177				31,70		1,70	24,31		

47	R177	-	R178	1,2259	190	0,0195	45,30	145,90	1,82	33,58	108,15	1,82
	R178	-	R179				30,10		1,82	22,31		
	R179	-	R180				30,80		1,82	22,83		
	R180	-	R181				39,70		1,82	29,43		
48	R181	-	R182	0,8463	135	0,0084	14,00	127,80	0,72	16,50	150,61	0,72
	R182	-	R183				40,50		0,72	47,73		
	R183	-	R184				42,30		0,72	49,85		
	R184	-	R170				31,00		0,72	36,53		
COLLECTEUR 14												
49	R185	-	R186	1,2182	170	0,017	41,60	150,70	1,90	30,18	109,33	1,90
	R186	-	R187				36,30		1,90	26,33		
	R187	-	R188				23,60		1,90	17,12		
	R188	-	R189				24,60		1,90	17,85		
	R189	-	R170				24,60		1,90	17,85		
COLLECTEUR 15												
50	R190	-	R191	1,834	193	0,0108	27,40	120,10	1,17	25,33	111,03	1,17
	R191	-	R192				28,60		1,17	26,44		
	R192	-	R193				33,20		1,17	30,69		
	R193	-	R194				30,90		1,17	28,57		
51	R194	-	R195	1,1076	150	0,0201	34,50	114,50	1,73	26,23	87,05	1,73
	R195	-	R196				30,00		1,73	22,81		
	R196	-	R197				36,00		1,73	27,37		
	R197	-	R198				14,00		1,73	10,64		
52	R198	-	R199	0,653	184	0,0108	38,00	170,80	0,97	38,58	173,42	0,97

	R199	-	R200				39,60		0,97	40,21		
	R200	-	R201				44,20		0,97	44,88		
	R201	-	R161				49,00		0,97	49,75		

Tableau IV.6: Débits de pointe des eaux pluviales

Evaluation des débits des eaux pluviales											
ZONE 01											
N° SB	tronçon	I SB (m/m)	L SB (m)	A (ha)	Cr	L CON	Tc (min)	Tceq (min)	Creq	Aeq (ha)	Qplu (m3/s)
COLLECTEUR 01											
1	R01 - R04	0,0079	140	0,6717	0,7	104,86	5,65	5,65	0,70	0,67	0,0763
2	R04 - R08	0,0058	154	0,6295	0,7	141,39	6,85	-	0,77	7,63	0,8086
3	R08 - R11	0,0194	158	2,3621	0,7	178	4,39	-	0,80	15,7	1,3895
4	R11 - R15	0,0031	160	2,9907	0,7	170,8	8,97	-	0,79	30	2,1951
COLLECTEUR 02											
5	R16 - R20	0,0146	190	1,0532	0,7	173	5,64	5,64	0,70	1,05	0,1197
6	R20 - R25	0,0129	240	2,7138	0,8	191	7,08	-	0,77	3,77	0,4020
7	R25 - R15	0,0338	300	3,3198	0,8	281,5	5,80	-	0,79	7,09	0,6852
COLLECTEUR 03											
8	R32 - R35	0,0204	240	2,4557	0,7	128	5,94	5,94	0,70	2,46	0,2698
9	R35 - R36	0,0232	70	0,6158	0,8	42,6	2,19	-	0,75	5,15	0,4000
10	R36 - R41	0,0221	231	3,0984	0,9	222,6	5,59	-	0,81	8,25	0,6787
11	R41 - R11	0,0326	234	3,0942	0,8	142,4	4,86	-	0,81	11,3	0,8706
COLLECTEUR 04											
12	R46 - R50	0,0063	242	2,0774	0,8	136,9	9,39	9,39	0,80	2,08	0,1918
COLLECTEUR 05											
13	R51 - R55	0,0186	364	4,3726	0,9	151,1	8,48	8,48	0,90	4,37	0,4865
14	R55 - R08	0,0375	210	1,3381	0,8	146,6	4,24	-	0,88	5,71	0,5808
COLLECTEUR 06											
15	R60 - R63	0,0198	225	3,3115	0,8	131,7	5,71	5,71	0,80	3,31	0,4266
16	R63 - R04	0,0252	227	3,0146	0,8	158,6	5,24	-	0,80	6,33	0,7519

Evaluation des débits des eaux pluviales											
ZONE 02											
N° SB	tronçon	I SB (m/m)	L SB (m)	A (ha)	Cr	L CON	Tc (min)	Tceq (min)	Creq	Aeq (ha)	Qplu (m3/s)
COLLECTEUR 07											
17	R68 - R71	0,0099	130	0,7947	0,9	129,8	4,89	4,89	0,90	0,7947	0,1278
18	R71 - R76	0,0186	308	3,2054	0,8	169,1	7,46	7,46	0,82	4,0001	0,4419
19	R76 - R78	0,0111	192	1,7284	0,8	106	6,32	-	0,81	5,7285	0,5754
20	R78 - R80	0,0304	102	0,7819	0,7	68,2	2,63	-	0,80	6,5104	0,6101
21	R80 - R88	0,025	364	3,2828	0,7	289,4	7,57	-	0,77	9,7932	0,8592
22	R88 - R91	0,0194	150	0,6523	0,7	132,8	4,22	-	0,77	14,6577	1,1880
23	R91 - Rext	0,005	130	3,067	0,9	100,5	6,36	-	0,77	43,0253	2,4830
COLLECTEUR 08											
24	R93 - R97	0,0327	176	2,3425	0,8	118,3	3,90	3,90	0,80	2,3425	0,3898
25	R97 - R88	0,0253	175	1,8697	0,8	143,1	4,29	-	0,80	4,2122	0,6432

COLLECTEUR 09											
26	R101 - R106	0,0145	209	2,2452	0,8	161,3	6,09	6,09	0,80	2,2452	0,2772
27	R106 - R109	0,0196	143	0,8701	0,8	130,2	4,05	-	0,80	3,1153	0,3491
28	R109 - R114	0,0097	165	1,9576	0,8	169,9	5,92	-	0,80	6,192	0,6377
29	R114 - R119	0,0284	185	1,0472	0,7	185,7	4,28	-	0,79	7,2392	0,6750
30	R119 - R123	0,0081	137	1,6728	0,8	131,5	5,50	-	0,79	11,7648	1,0366
31	R123 - R126	0,0072	163	2,2295	0,7	130,5	6,58	-	0,78	13,9943	1,1379
32	R126 - R128	0,0332	90	0,6496	0,8	74,4	2,31	-	0,78	14,6439	1,1284
33	R128 - R133	0,0156	240	3,2448	0,7	194,8	6,58	-	0,76	17,8887	1,3140
34	R133 - R135	0,0116	120	1,0912	0,7	77,7	4,33	-	0,76	18,9799	1,2931
35	R135 - R139	0,0319	238	2,7908	0,7	199,2	4,97	-	0,75	21,7707	1,4302
36	R139 - R144	0,0278	320	2,921	0,7	236	6,58	-	0,75	24,6917	1,5116
37	R144 - R91	0,0136	147	0,6089	0,7	148,2	4,76	-	0,74	25,3006	1,4663
COLLECTEUR10											
38	R147 - R150	0,0432	170	1,5702	0,8	99,8	3,41	3,41	0,80	1,5702	0,2858
39	R150 - R119	0,0306	213	1,2826	0,8	142,3	4,63	4,63	0,80	2,8528	0,4230
COLLECTEUR11											
40	R154 - R110	0,0213	190	1,1191	0,8	152,7	4,88	4,88	0,80	1,1191	0,1603

Evaluation des débits des eaux pluviales											
ZONE 03											
N° SB	tronçon	I SB (m/m)	L SB (m)	A (ha)	Cr	L CON	Tc (min)	Tceq (min)	Creq	Aeq (ha)	Qplu (m3/s)
COLLECTEUR 12											
41	R158 - R161	0,0145	174	1,7745	0,8	146,4	5,29	5,29	0,80	1,7745	0,2408
42	R161 - R163	0,0032	101	0,6408	0,7	91,1	6,22	-	0,74	6,0099	0,5122
43	R163 - R167	0,005	135	0,9936	0,7	122,8	6,55	-	0,73	8,2217	0,6574
44	R167 - R170	0,025	173	1,3218	0,7	111,8	4,27	-	0,72	9,5435	0,7181
45	R170 - R173	0,0111	164	1,4538	0,7	149,2	5,60	-	0,74	15,8825	1,1668
COLLECTEUR 13											
46	R174 - R177	0,0101	167	2,813	0,8	128,7	5,89	5,89	0,80	2,813	0,3552
47	R177 - R181	0,0195	190	1,2259	0,8	145,9	5,05	-	0,80	4,0389	0,4691
48	R181 - R170	0,0084	135	0,8463	0,7	127,8	5,36	-	0,78	4,8852	0,5128
COLLECTEUR 14											
49	R185 - R170	0,017	170	1,2182	0,7	150,7	4,88	4,88	0,70	1,2182	0,1526
COLLECTEUR 15											
50	R190 - R194	0,0108	193	1,834	0,8	120,1	6,41	6,41	0,80	1,834	0,2187
51	R194 - R198	0,0201	150	1,1076	0,8	114,5	4,16	-	0,80	2,9416	0,3201
52	R198 - R161	0,0108	184	0,653	0,7	170,8	6,18	-	0,78	3,5946	0,3596

IV.5 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons calculé les différents débits (eaux pluviales et eaux usées) pour chaque sous bassin. On remarque que le débit d'eaux usées est presque négligeable devant le débit d'eau pluviales, par conséquent le choix du système d'assainissement doit être judicieux afin d'éviter le problème d'auto curage dans le cas de débits minimum.