

## **CHAPITRE IV : Evaluation des débits à évacuer.**

### **IV.1.Introduction :**

L'assainissement des eaux usées de la ville de Tiaret a suscité l'intérêt des autorités locales, tant des problèmes de MTH et les inondations qui ont eu lieu dans un passé récent et ont causé des victimes.

Le but principal de l'évaluation des débits des effluents à considérer dans l'étude des réseaux d'assainissement correspondent essentiellement aux pointes d'horizon qui conditionnent le dimensionnement des différents ouvrages du système de collecte ainsi que la capacité de la STEP.

### **IV.2.Bassin versant:**

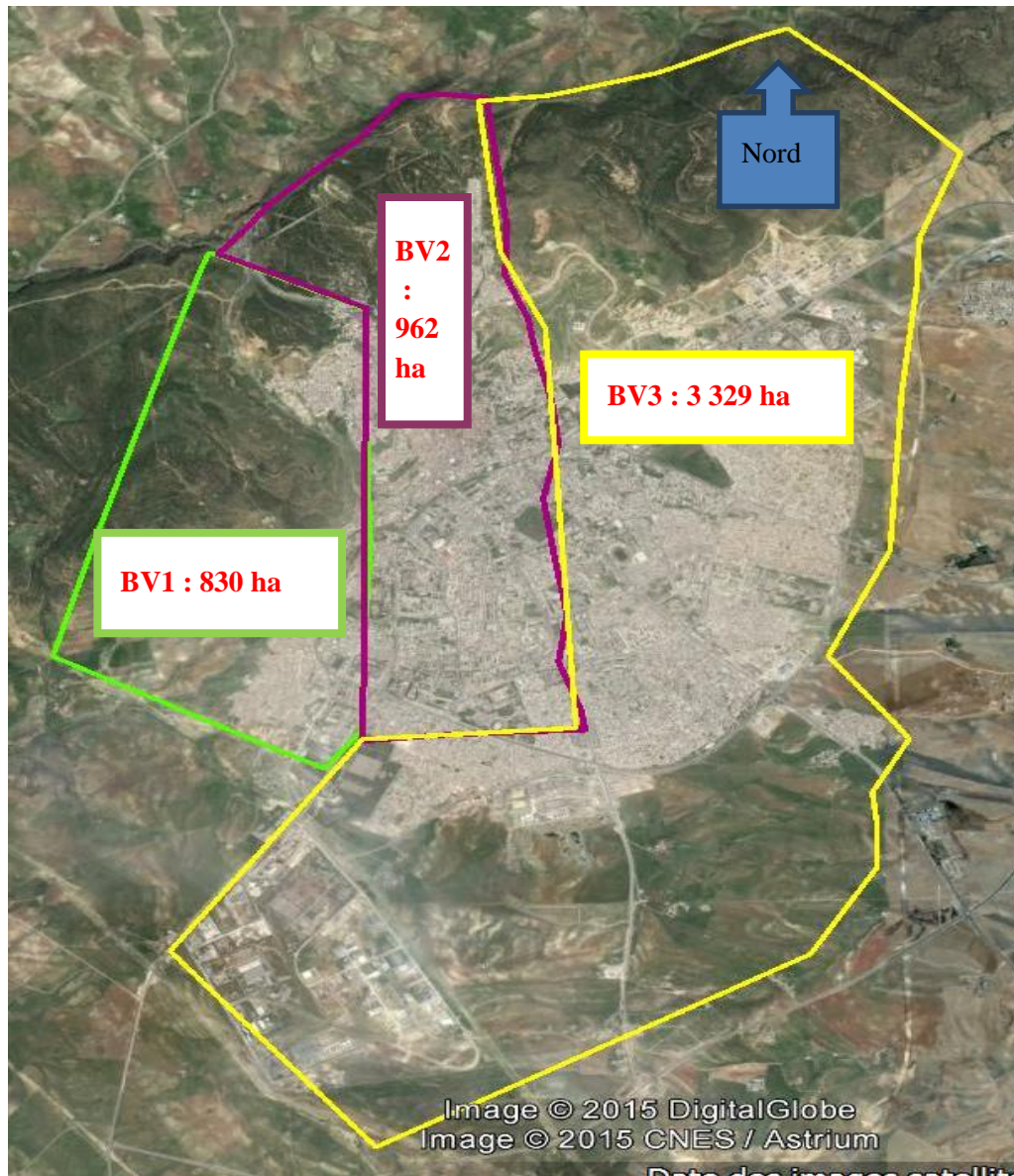
Le bassin versant est une surface élémentaire en théorie hydrologiquement close, c'est à dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire.

La délimitation du bassin versant se fait au moyen des lignes de plus grande pente et de la ligne de crête qui correspond souvent à la ligne de partage des eaux.

Le bassin versant est entièrement caractérisé par son exutoire, à partir duquel nous pouvons tracer les points de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite.

Généralement, la ligne de partage des eaux correspond à la ligne de crête. Elle passe par le sommet des courbes concaves tandis que l'axe principal du cours d'eau passe par le sommet des courbes convexes. C'est en suivant cette logique qu'on délimite un bassin versant.

La configuration du relief de la ville de Tiaret montre bien l'existence de deux grands bassins (Est et Ouest). Ces bassins sont scindés par une ligne de crête ou ligne de partage des eaux. Le bassin "Est" est drainé par Nahr Ouassel qui se déverse dans le barrage de Dahmouni. Le bassin Ouest est composé de deux grands sous-bassins disposés en séries qui se déversent dans Oued Mina qui est l'affluent principal de barrage Benkhadda, ce dernier constitue la source principale d'alimentation en eau potable pour Tiaret et quelques localités.



**Figure IV.1 :** Limite des sous bassins versants de la ville de Tiaret Source : PDAU

### **IV.3.Paramètres descriptifs d'un bassin versant :**

#### **IV.3.1.Surface drainée A:**

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont être en partie reliés à sa surface.

La surface du bassin versant peut être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur papier transparent, par l'utilisation d'un planimètre ou, mieux, par des techniques de digitalisation.

**IV.3.2.Pente moyenne I:**

Dans le contexte hydrologique la pente moyenne d'un bassin versant est la moyenne pondérée par les surfaces, des pentes entre les courbes de niveau.

Cette variable influe sur le débit maximal observé. Une pente abrupte favorise et accélère l'écoulement superficiel, tandis qu'une pente douce ou nulle donne à l'eau le temps de s'infiltrer, entièrement ou en partie, dans le sol.

Etant donné qu'on s'intéresse particulièrement aux réseaux d'assainissement, la pente moyenne des collecteurs est donnée par la formule suivante, avec laquelle on détermine la vitesse d'écoulement d'eau ainsi que le temps de concentration.

$$I = \left[ \frac{L}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{i_i}}} \right]^2 ; \quad I_i = \frac{Z(\text{amont}) - Z(\text{aval})}{L_i}$$

I : Pente moyenne (m/m)

$I_i$  : Pente d'un tronçon

$L_i$  : longueur d'un tronçon (m)

L : Longueur du cheminement hydraulique (m)

Z : altitude (m)

**IV.3.3.Coefficient de ruissellement  $C_r$ :**

Il nous renseigne sur la quantité d'eau infiltré dans et celle ruisselé du totale d'une précipitation à un temps donné.

Ce coefficient est relativement complexe à définir. En effet, ce coefficient dépend de la nature du sol (sableux, argileux, limoneux, ...), de sa couverture (prairie, forêt, culture, ...), de sa pente, de l'intensité de la pluie et de son état de saturation lié aux antécédents pluviométriques.

$$C_r = \frac{\text{Volume d'eau ruisselé à un instant } t}{\text{Volume d'eau précipité à un instant } t}$$

Généralement en hydrologie urbaine le coefficient de ruissèlement est définit soit:

- En fonction de la densité de population :

DENSITE DE POPULATION / HECTARE	Cr
20	0,23
30-80	0,20 à 0,27
60-150	0,25 à 0,34
150-200	0,30 à 0,45
200-300	0,60 à 0,62
300-400	0,60 à 0,82
400-700	0,70 à 0,90

**Tableau IV.1 :** Le coefficient de ruissèlement en fonction de la densité de population

- En fonction de la nature de la surface et du type d'occupation du sol :

Occupation du sol	Coefficient de ruissèlement Cr
- Commercial	0,70 < Cr < 0,95
- Résidentiel	
Aménagement Collectifs	0,30 < Cr < 0,50
Habitats dispersés	0,50 < Cr < 0,75
- Industriel	0,25 < Cr < 0,40
- Parcs et jardins publics	0,50 < Cr < 0,90
- Terrains vagues	0,10 < Cr < 0,25
- Terres agricoles	0,05 < Cr < 0,20
Drainées	0,10 < Cr < 0,13
Non drainées	0,03 < Cr < 0,10
Type de surface	
- Pavage, chaussées revêtues, pistes ciment	0,70 < Cr < 0,95
- Toitures et terrasses	0,75 < Cr < 0,95
- Sol imperméables avec végétation	
Pente < 2%	0,13 < Cr < 0,18
Pente de 2 à 7%	0,18 < Cr < 0,25
Pente > 7%	0,25 < Cr < 0,35
- Sols perméables avec végétation	
Pente < 2%	0,05 < Cr < 0,10
Pente de 2 à 7%	0,10 < Cr < 0,15
Pente > 7%	0,15 < Cr < 0,20

**Tableau IV.2:** Le coefficient de ruissèlement en fonction de l'occupation du sol et le type surface.

Coefficient de ruissèlement d'un bassin versant :

$$C_{moy} = \frac{\sum C_{ri} \cdot A_i}{A}$$

$C_{ri}$  : coefficient de ruissèlement d'une surface élémentaire ;

$A_i$  : surface élémentaire ;

$A$  : surface totale du sous bassin versant.

Le coefficient de ruissèlement équivalent de la ville Tiaret retenue par le centre d'étude et de réalisation en urbanisme URBATIA est de 0,6.

#### **IV.3.4. Temps de concentration Tc:**

Le temps de concentration exprimé en (mn) est le temps que met la goutte d'eau la plus éloignée de l'exutoire pour rejoindre celui-ci.

Cette valeur peut être calculée en divisant la longueur du plus grand drain par la vitesse d'écoulement.

$$T_c = \frac{L}{60 \cdot V} \quad (\text{mn})$$

$L$  : longueur du plus long cheminement hydraulique en (m)

$V$  : vitesse d'écoulement en (m/s)

D'autres formules de  $T_c$  existent, entre autres :

- Formule de **KIRPICH** pour le bassin urbain :

$$T_c = 0,0195(L)^{0,77} (I)^{-0,385}$$

Avec  $L$  : longueurs d'écoulement en (m) et  $I$  la pente moyenne en (m/m)

- Formule de **SOGREAH** pour le bassin semi-rural :

$$T_c = 0,9(S)^{0,35} (C_r)^{-0,35} (p)^{-0,5}$$

Avec  $S$  : surface en ha,  $C_r$  coefficient de ruissèlement et  $P$  pente en (m/m)

- Formule de **PASSINI** pour le bassin rural :

$$T_c = 0,14(S \times L)^{0,33} \times I^{-0,5}$$

#### **IV.3.5. Période de retour:**

La période de retour, ou temps de retour, caractérise le temps statistique entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée.

Dans le cas du dimensionnement des réseaux d'eaux pluviales il s'agit des événements orageux.

Les ouvrages d'assainissement pluvial sont dimensionnés par rapport à une averse type associée aux fréquences probables d'apparition et doivent assurer une protection contre les inondations issues des averses d'intensité inférieure ou égale.

Ainsi, l'intensité d'une pluie de période de retour T est l'intensité qui sera dépassé en moyenne toutes les T années. Notre zone d'étude (Tiaret) est classée dans la Région 2 avec une période de retour T= 2ans.

Bassin versant	Superficie (ha)	Pente moyenne (m/m)	Coefficient de ruissellement Cr	Longueur suivant la plus grande pente (m)	Temps de concentration (heure)
BV1 sidi khaled	830	10%	0.5	4400	52,59
BV2 centre-ville	962	8%	0.7	6100	55,09
BV3 zmala	3329	5%	0.3	4000	57,24

**Tableau IV.3:** Paramètres descriptifs des bassins versants de la ville Tiaret

#### **IV.4.Evaluation des débits des eaux pluviales :**

On distingue deux principales méthodes de calcul des débits pluviaux :

##### **IV.4.1La méthode RATIONNELLE:**

La méthode rationnelle consiste à estimer les débits d'une façon précise à partir d'un découpage du bassin versant en surface élémentaire A1, A2, ..... Ai,.....An limités par des lignes isochrones telles que l'eau tombant sur le secteur A1 (respectivement A2, .....Ai, ..... Aj) arrive à l'exutoire au bout d'un temps  $\Delta t$  (respectivement  $2\Delta t$ , .....  $n\Delta t$ ). Le pas de temps  $\Delta t$  qui sépare deux isochrones consécutives dépend de la précision voulue (isochrones : lignes situées à la même distance hydraulique c'est à dire au même temps de parcours jusqu'à l'exutoire).

Elle est applicable que pour les surfaces inférieures à 10 ha. La formule est comme suit :

$$Q_p = K \cdot C_r \cdot I \cdot A$$

Avec :

$Q_p$  : Débit de pointe ou débit max à l'exutoire ( $m^3/s$ ).

$C_r$  : Coefficient de ruissellement.

$I$  : Intensité moyenne de précipitation en (mm/heure).

$K$  : Coefficient d'homogénéisation  $\approx 1$

$A$  : Superficie du bassin versant (ha)

**Intensité de pluie  $i(t,T)$**  : elle est donnée par la loi de GUMBEL.

$$i(t,T) = a(T) \cdot Tc^{b(T)}$$

$Tc$  : temps de concentration (mn)

Coefficients de MONTANA  $a$  et  $b$  dépendent de la région géographique et la période de retour  $T$ .

#### **IV.4.2.Méthode de CAQUOT (méthode superficielle) :**

Cette méthode est le plus fréquemment utilisée pour calculer le débit brut maximum d'un bassin versant urbain. Elle établit le débit de pointe ( $Q$ ) de période de retour ( $T$ ) (ou de fréquence de dépassement ( $F$ ) avec  $T=1/F$ ) :

##### ➤ **Débit brut :**

$$Q(T) = K \bar{U}^{\frac{1}{6}} \cdot C \bar{U}^{\frac{1}{6}} \cdot A \bar{U}^{\frac{W}{6}} \cdot I \bar{U}^{\frac{V}{6}} \quad (m^3/s)$$

$C$  : coefficient de ruissèlement.

$A$  : superficie du bassin versant. (ha)

$I$  : pente moyenne. (m/m)

$K, U, V, W$  dépendent des coefficients de MONTANA

$$K = 0,5^b \cdot \frac{a}{6,6}$$

$$U = 1 + 0,287b \quad \text{avec } (0 < U < 1)$$

$$V = -0,41b$$

$$W = 0,95 + 0,507b$$

##### ➤ **Débit brut corrigé :**

$$Q_p = Q(T) \times m$$

$$\text{Où } m = \left(\frac{M}{2}\right)^{[(0,84 \cdot b)/(1+0,287 \cdot b)]}$$

Avec :  $b$  coefficient de MONTANA

$m$  le coefficient de la correction du débit brut

$M$  coefficient d'allongement d'un bassin versant

**Coefficient d'allongement d'un bassin versant :**

L'allongement " M " est défini comme étant le rapport du plus long cheminement hydraulique " L " à la racine carrée de la superficie du bassin considéré. Son expression est la suivante:

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

M : Coefficient d'allongement du sou bassin.

L : Longueur du plus long parcours hydraulique (m).

A : Surface du sou bassin considéré (m<sup>2</sup>)

**Validité de la méthode superficielle :**

Cette méthode a des limites d'application citées ci-dessous :

- La limite supérieure de surface du bassin principale qui est fixée à 200ha.
- La pente doit être comprise entre 2% et 5% ( $0,002 \leq I \leq 0,05$ ).
- Le coefficient de ruissellement « Cr » doit être compris entre 0,2 et 1 ( $0,2 \leq Cr \leq 1$ ).
- Le coefficient d'allongement :  $M \geq 0,8$ .

**IV.5. Paramètres équivalents d'un groupement de bassins :**

La formule superficielle développée ci-avant est valable pour un bassin de caractéristiques physiques homogènes. L'application du modèle à un groupement de sous-bassins hétérogènes de paramètres individuels  $A_i$ ,  $Cr_i$ ,  $L_i$  (longueur du drain principal),  $Q_{pi}$  (débit de pointe du bassin considéré seul), nécessite l'emploi de formules d'équivalence pour les paramètres « A,

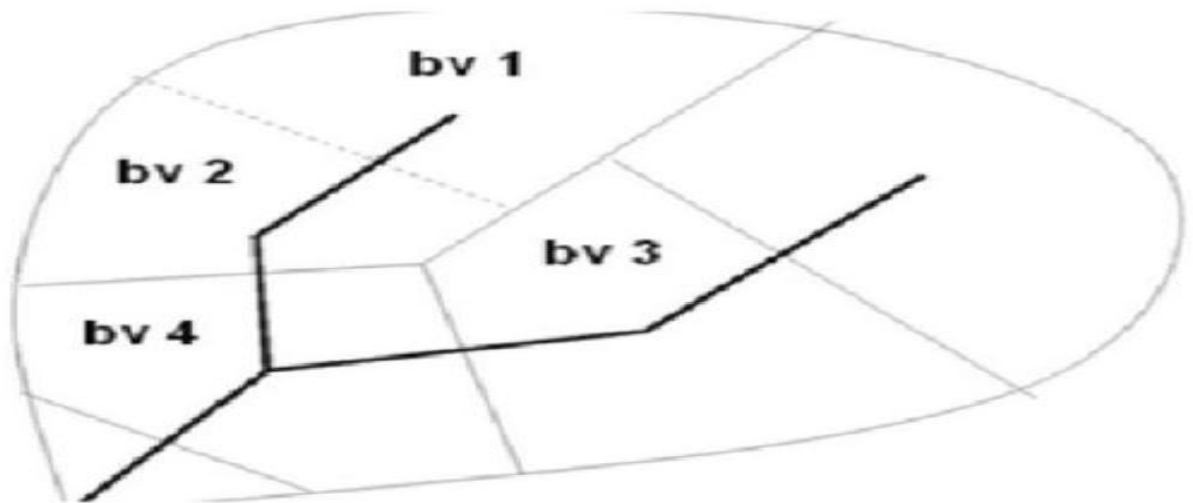
Cr, I et M » du groupement.

Ces formules, qui diffèrent selon que les bassins constituant le groupement soit en " série " ou en " parallèle " sont exprimés ci-après :



Paramètre équivalents	$A_{eq}$	$C_{eq}$	$I_{eq}$	$M_{eq}$
Bassins en série	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$\left[ \frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I}}} \right]^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_j}}$
Bassin en parallèle	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$I_{eq} = \frac{\sum I_i \cdot Q_{pi}}{\sum Q_{pi}}$	$M_{eq} = \frac{\sum L_i(Q_{pmax})}{\sqrt{\sum A_i}}$

**Tableau IV.4:** Paramètres d'équivalences d'un groupement de bassins versants.



**Figure IV.2:** Disposition des bassins versants

BV1 et BV2 sont en séries on écrit BV1-- BV2.

BV2 et BV3 sont en parallèles on écrit BV2 // BV3.

#### **IV.6.Evaluation des débits d'eaux usées :**

Dans notre projet les eaux usées rejetées sont généralement d'origine domestique, industrielle ou de service public.

Elles sont constituées d'un complexe de matières minérales et organiques.

Les calculs des débits d'eaux usées portent essentiellement sur l'estimation des quantités et de la qualité de rejets liquides provenant des habitations et lieux d'activité.

Les rejets unitaires à considérer dépendent des facteurs socio- économiques que l'on peut intégrer dans les catégories d'occupation des sols, en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité dominante, sa spécificité.

Après les différents usages, les principes d'assainissement sont l'évacuation rapide, sans stagnation des eaux usées pour éviter les fermentations putrides et les rejets qui pourraient provoquer la contamination du milieu récepteur, tout en tenant compte des contraintes économiques d'équipement.

Les eaux spécifiquement industrielles : eaux de refroidissement, de lavages des produits ou résultant de certains processus, doivent théoriquement être traitées, ou détoxiquées avant rejet dans le réseau.

Les eaux usées sont d'origine :

- Domestique :
- Industrielle
- Equipements publics

#### **IV.6.1. Les eaux usées d'origine domestique:**

Les eaux usées contiennent, en général, les matières polluantes que nous pouvons classer comme suit :

- Des matières solides
- Des nutriments
- Des métaux lourds
- Des organismes pathogènes.

#### **IV.6.2. Les eaux usées d'équipements et services publics :**

On appelle équipements différents services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique. Dans ces eaux on trouve également de matières grasses (huiles et graisses) issues des stations de lavages.

L'estimation se fait à base du nombre de personnes qui fréquentent le lieu et sur la dotation requise pour chaque activité, et à titre d'exemple on cite :

Ecoles : 10 l/j/ élève.

CEM : 15 l/j/ élève.

Lycée : 15 l/j/ élève.

Douche : 50 l/ client.

Mosquée : 30 l/ fidèle

Les équipements administratifs : 5 l/j/m<sup>2</sup>

**IV.6.3.Calcul du débit des eaux usées domestiques:****A. Détermination du débit moyen journalier (Q<sub>moy-j</sub>) :**

On utilise la formule suivante :

$$Q_m = \frac{K_r \cdot D \cdot N}{86400} \quad (l/s)$$

Avec : D : Dotation en eau potable de consommation à 200 l/j/hab.

K<sub>r</sub> : Coefficient de rejet d'eau (80%).

N : Nombre d'habitants total propre à chaque sous bassin.

**B. Evaluation du débit de pointe :**

$$Q_p = K_p \cdot Q_m \quad (l/s)$$

Avec : K<sub>p</sub> : Coefficient de pointe.

Q<sub>m</sub>: Débit moyen journalier (l/s).

**Coefficient de pointe :**

Il est traduit par le rapport entre le débit de pointe et le débit moyen journalier entre le débit de pointe et le débit moyen journalier :

- si Q<sub>m</sub> est supérieur ou égal à 2,8 l/s

$$K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}}$$

- si Q<sub>m</sub> est inférieur à 2,8 l/s K<sub>p</sub>=3

**IV.6.4.Les eaux usées industrielles :**

Ce sont celles provenant des rejets industriels, leur composition dépendra du type d'industrie existant dans l'agglomération. En général, ces eaux contiennent des substances organiques ou minérales et des matières toxiques et acides. A cet effet elles peuvent causer tant de problèmes dans le réseau d'évacuation et dans le milieu récepteur. Il est fortement conseillé que ces eaux subissent une épuration en amont du réseau (au niveau de l'usine) afin d'éviter toute attaque chimique sur le système de collecte urbain, généralement qui n'est pas conçue à ce type d'effluents et d'ailleurs sur le milieu récepteur.

**Quantités à évacuer :**

L'évaluation des débits doit prendre en compte d'une part les industries existantes et d'autre part, celles qui s'installeront dans des parcelles déjà viabilisées.

Les quantités d'eaux évacuées par les industries dépendent de plusieurs facteurs :

- Nature de l'industrie.
- Procédure de fabrication utilisée.
- Taux de recyclage effectivement réalisé.

On peut distinguer trois catégories :

- les zones d'entrepôts ou de haute technicité, avec des moyennes de 10 à 12 m<sup>3</sup>/j/haL ;
- les zones de petites industries et ateliers, avec des moyennes de 20 à 25 m<sup>3</sup>/j/haL ;
- les zones d'industries moyennes et lourdes, où les valeurs peuvent varier de 50 à 150 m<sup>3</sup>/j/haL.