

VI.1. Introduction :

L'hydraulique routière couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plateformes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière.

Une évacuation correcte des eaux superficielles est indispensable pour éviter la submersion de la chaussée, et pour empêcher l'eau, par une stagnation prolongée sur la chaussée, sur les accotements ou dans les fossés, de s'infiltrer en grande quantités dans la chaussée et dans le terrain sous-jacent qui induira une faiblesse de la portance du sol support.

VI.2. Définition :

L'assainissement routier est l'ensemble des méthodes permettant la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement sur les chaussées routières et leurs ouvrages annexes.

VI.3. Objectifs de l'assainissement routier :

Comme le note SETRA, l'assainissement routier concerne les volets suivants :

- le rétablissement des écoulements naturels ;
- la collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route ;
- la collecte et l'évacuation des eaux internes c'est-à-dire le drainage ;
- la lutte contre la pollution routière.

VI.4. Réseaux et ouvrages d'assainissement :

Le réseau d'assainissement routier comprend plusieurs composantes. Ainsi, on distingue :

Réseau longitudinal sur la plate-forme :

- le réseau de TPC ;
- le réseau du pied de talus de déblais ;
- le réseau de croute de talus de remblais.

Réseau longitudinal en dehors de la plate-forme :

- le réseau de croute du talus de déblais ;
- le réseau de pied de talus du remblai.

Liaisons transversales :

- Les descentes d'eau superficielles ;
- Les traversées sous-chaussées (collecteur).

Ouvrages de raccordement :

- Regard de visite ;
- Regard avaloires ;
- Tête de buse ;
- Devers de raccordement.

Ouvrages de contenance :

- Fossé trapézoïdal ;
- Fossé triangulaire.

Ouvrage de contenance et de dépollution :

- Fossé enherbé ;
- Fossé subhorizontal enherbé ;
- Bassin avec volume mort ;
- Bassin sec.

Ouvrages hydrauliques (rétablissement de l'écoulement naturel) :

- Les dalots ou ponceaux ;
- Les ouvrages busés ;

Les exutoires :

- Les exutoires naturels
- Les exutoires artificiels

VI.5. Ouvrages hydrauliques :

Notre tronçon compte une vingtaine de oueds sur un linéaire de 5kms.

Selon les gabarits et la hauteur du remblai de ces oueds, donc le débit à écouler perpendiculairement à l'axe de la chaussée, le rétablissement de l'écoulement naturel sera assuré par des dalots et des ouvrages busés.

VI.5.1. Les dalots :



Figure VI.1 : Dalot simple



Figure VI.2 : Dalot à double ouvertures

Les dalots sont des ouvrages hydrauliques permettant à une route de franchir un cours d'eau. Ils sont généralement de section rectangulaire ou carrée en béton armé pour des débits dépassant **10 m³/s**.

En général, on distingue trois types de dalots :

- Les dalots ordinaires constitués de piédroits (voile) verticaux fondés sur semelle ou radier général et sur lesquels repose une dalle en béton armé.
- Les dalots cadres dans lesquels la dalle, les piédroits et le radier constituent une structure rigide en béton armé. Ce sont des ponts-cadres.
- Les dalots portiques analogues aux dalots cadres mais sans radier (piédroits fondés sur semelles).

VI.5.2. Les buses :



Figure VI.3 : Buse simple



Figure VI.4 : Buse avec 04 ouvertures

De même rôle que les dalots mais destinées à écouler un débit plus faible, les buses sont des ouvrages hydrauliques de forme circulaire. Elles sont construites aussi en béton armé, en maçonnerie ou même en charpente métallique et sont dimensionnées pour une période allant jusqu'à 10 ans.

VI.5.3. Les fossés :

Généralement de forme trapézoïdale et se placent aux bords de la route ou l'autoroute pour permettre l'évacuation longitudinale des eaux pluviales jusqu'aux exutoires ou dans des regards.

Il existe plusieurs types de fossé selon la nature des terrassements :

- ❖ Fossé de pied de talus de déblai ;
- ❖ Fossé de crête de déblai ;
- ❖ Fossé de pied de talus de remblai.

Les fossés sont en terres ou en béton en fonction de la vitesse d'écoulement des eaux pluviales.



Figure VI.5 : Fossé trapézoïdal

VI.6. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques :

Le dimensionnement des ouvrages d'assainissement passe nécessairement par deux études :

- Etude hydrologique : pour la détermination des caractéristiques morpho-métriques et hypsométriques ;
- Etude hydraulique pour le calcul de débits.

Ces deux valeurs dictent le dimensionnement de l'ouvrage hydraulique à implanter.

VI.6.1. Etude hydrologique :

Elle consiste à faire l'étude des eaux superficielles. Elle a pour but de rassembler et exploiter les données permettant d'évaluer le débit d'apport de chaque bassin versant correspondant à son écoulement principal.

VI.6.2. Caractéristiques morpho-métriques des bassins versants :

Ce sont des paramètres qui définissent à la fois la superficie du bassin versant et le comportement du sol qui le constitue. Les principaux paramètres sont :

- Surface en Km^2 ($S=\pi R^2$)
- le périmètre en Km (P).
- Indice de compacité de Gravelius (Kc) qui correspond au rapport du périmètre réel (P) du bassin versant sur la circonférence du cercle ($P_C=2\pi R$) ayant la même surface.

$$K_C = \frac{P}{P_C} = \frac{P}{2\pi R} = \frac{P}{2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}}} = \frac{P\sqrt{\pi}}{2\pi\sqrt{S}} = 0.2822 \times \frac{P}{\sqrt{S}}$$

VI.6.3. Hypsométrie :

Qui permet de terminer l'altitude d'un lieu

VI.6.3.1. Altitude moyenne \bar{H} :

L'altitude moyenne \bar{H} est calculée par la formule suivante : $\bar{H} = \frac{\sum_0^n (H_i \times S_i)}{S}$

H_i : Altitude moyenne entre deux courbes de niveaux consécutives.

S_i : Surface entre deux courbes de niveaux consécutives.

S : Surface total du bassin versant.

VI.6.3.2. Pente moyenne du bassin versant (I_m)

Elle est donnée par la formule suivante :

$$I_m = \frac{\Delta H (0.5I_1 + I_2 + \dots + 0.5I_n)}{S}$$

Avec :

ΔH : La dénivelée en (m)

I_i : La pente entre deux courbes de niveau.

VI.6.3.3. Temps de concentration (t_c) :

C'est la durée que met une goutte d'eau qui tombe du point le plus élevé du bassin versant pour atteindre l'exutoire, il est exprimé par les formules suivantes qui varient selon la superficie du bassin versant :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Pour } S < 5 \text{ Km}^2 \quad \longrightarrow \text{Formule de VENTURA : } t_c = 0.127 \sqrt{\frac{S}{I_m}} \\ \text{Pour } 5 \text{ Km}^2 \leq S \leq 25 \text{ Km}^2 \quad \longrightarrow \text{Formule de PASSINI : } t_c = 0.11 \frac{\sqrt[3]{S \times L_{ep}}}{I_m} \\ \text{Pour } 25 \text{ Km}^2 \leq S \leq 200 \text{ Km}^2 \quad \longrightarrow \text{Formule de GIANDOTTI : } t_c = \frac{4\sqrt{S+1.5L_{ep}}}{0.8\sqrt{H_{moy}-H_{min}}} \end{array} \right.$$

t_c : Temps de concentration en heure (h)

S : Surface du bassin versant (Km^2)

I_m : Pente moyenne du bassin versant

L_{ep} : Longueur de cours d'eau principal

VI.6.3.4. caractéristiques climatiques des bassins versants :

La pluie de référence pour le calcul du dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie (t) de 15 mn avec des périodes de retour de 10 ans, 50 ans, 100 ans.

Les buses sont dimensionnées pour une pluie de période de retour 10 ans, les dalots pour une pluie de période de retour 50 ans et les ouvrages d'art pour une pluie de période de retour 100 ans.

VI.7. Étude hydraulique :

VI.7.1. Calcul de débits

Trois méthodes se présentent pour le calcul des débits de bassins versants à savoir :

- La méthode **statistique** ;
- La méthode **analytique** ;
- Méthode **déterministe**, qui regroupe aussi en elle la méthode **rationnelle**, la méthode de **Transition**, la méthode de **Crépuscul** et la méthode de **SOGREAH**.

Mais d'après **SETRA**, la méthode de dimensionnement des ouvrages hydrauliques est fondée sur la méthode **RATIONNELLE**.

VI.7.1.1. Méthode rationnelle :

VI.7.1.1.1. Détermination du débit d'apport ($Q_{(T)}$) :

$$Q_{(T)} = \frac{C_{(T)} \times i_{(T)} \times S_{BVN}}{3.6}$$

Avec

$Q_{(T)}$: Débit de pointe pour une période de retour T

$C_{(T)}$: Coefficient de ruissellement pondéré pour une période de retour T

$i_{(T)}$: Intensité moyenne en **m/h** pour une période de retour T pendant le temps de concentration t_c .

S_{BVN} : Surface du bassin versant naturel en **Km²**.

VI.7.1.1.2. Coefficient de ruissellement

Il est déterminé à partir de la formule de **Montana** :

$$C_{(T)} = \frac{\sum S_i \times C_j}{S_{BVN}}$$

Pour une période de retour **T > 10 ans**

Avec S_i surface du sous-bassin ayant un coefficient de ruissellement C_j .

Tableau VI.1 : Valeurs du coefficient de ruissèlement C

Nature d'habitat	Coefficient de ruissèlement
Habitations très denses	0.9
Habitations denses	0.6 à 0.7
Habitations moins denses	0.4 à 0.5
Quartiers résidentiels	0.2 à 0.3
Zone industrielle	0.2

VI.7.1.1.3. Intensité moyenne

Qui est l'intensité de pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration en (mm/h). Elle est déterminée à partir de la formule suivante :

$$i_{(T)} = a_{(T)} + t_c^{b_{(T)}}$$

Avec

$i_{(T)}$: l'intensité moyenne

t_c : temps de concentration

$a_{(T)}$ et $b_{(T)}$: coefficients de **Montana**

VI.7.1.1.4. Temps de concentration

C'est le temps moyen mis par chacune des gouttes d'eau pour atteindre l'exutoire, il est calculé à partir de la formule suivante :

$$t_c = \sum \frac{L_i}{V_j} \quad \text{Avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} V=1.4 \times P^{1/2} : \text{Ecoulement en nappe} \\ V=15 \times P^{1/2} : \text{Ecoulement concentré} \end{array} \right.$$

P : la pente

t_c : temps de concentration de l'écoulement

L_i : longueur de l'écoulement

V_j : la vitesse de l'écoulement.

VI.7.1.2. Le débit capable des ouvrages hydrauliques :

Il s'agit de choisir un ouvrage tel que ses caractéristiques géométriques, son implantation et son fonctionnement hydraulique assurant la transition du débit d'apport dans des conditions

satisfaisantes : vitesse d'auto curage et la vitesse maximale vis-à-vis la durabilité des ouvrages.

Pour notre cas la formule de *Manning-Strickler* peut s'appliquer

$$Q_{cap} = K \times R_h^{2/3} \times P \times S_m$$

Q_{cap} : débit capable en m^3

K : coefficient de rugosité

R_h : rayon hydraulique en m

P : pente du radier en m/m

S_m : surface mouillée en m^2 avec $S_m = P_m \times R_h$

VI.7.1.3. Vitesse d'écoulement dans les ouvrages hydraulique (V_e) :

VI.7.1.3.1. Vitesse maximale d'écoulement dans les ouvrages hydraulique (V_{max}) :

Vis-à-vis la durabilité des ouvrages les vitesses doivent respecter les critères suivants :

Ouvrages en béton : $V_e \leq 4$ m/s.

Ouvrages métalliques : $V_e \leq 2,5$ m/s

VI.7.1.3.2. Vitesse minimale d'écoulement dans les ouvrages hydraulique (V_{min}) :

L'eau circulant dans les ouvrages est souvent chargée de matière de suspension. Ces dernières ont tendance à se déposer si l'écoulement est très lent pour éviter les risques d'obstructions il faut donner à l'ouvrage une vitesse minimale qui est supérieure à 1 m/s.

VI.7.2. Section utile (S_u) :

Le taux de remplissage de l'ouvrage hydraulique pour le débit de projet ne doit pas excéder 0,8 pour laisser un tirant d'air correspond en toute rigueur à la hauteur libre entre la ligne d'eau et la génératrice supérieure de l'ouvrage, Il doit être aménagé pour laisser le passage des corps flottants. Qui peuvent au passage sous un ouvrage hydraulique (pont, dalot) s'accrocher et boucher peu à peu les sections d'écoulement

S_u : Section utile de l'ouvrage $S_u = b \times H_u$ (m^2)

b : Largeur de l'ouvrage (m).

H_u : Hauteur utile (m).

Avec :

Pour $H_t \leq 2,5$ m \longrightarrow $H_u = 80$ % de la hauteur totale (H_t)

Pour $H_t \geq 2,5$ m \longrightarrow $H_u =$ hauteur totale (H_t) $- 0.50$ m.