

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN DE TIARET



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Génie Civil

Option : VOA

Présenté par :

FRIH Hamza

GHOUL Mohamed

Sujet du mémoire

Concept de drainage routier

Soutenu publiquement le / 06 / 2022 devant le jury composé de :

M^r, BELMAHI Samir

M^r, KHILOUN Mokhtar

M^r, CHIKH Abdelbaki

M^{me}, KHAROUBI Lamia

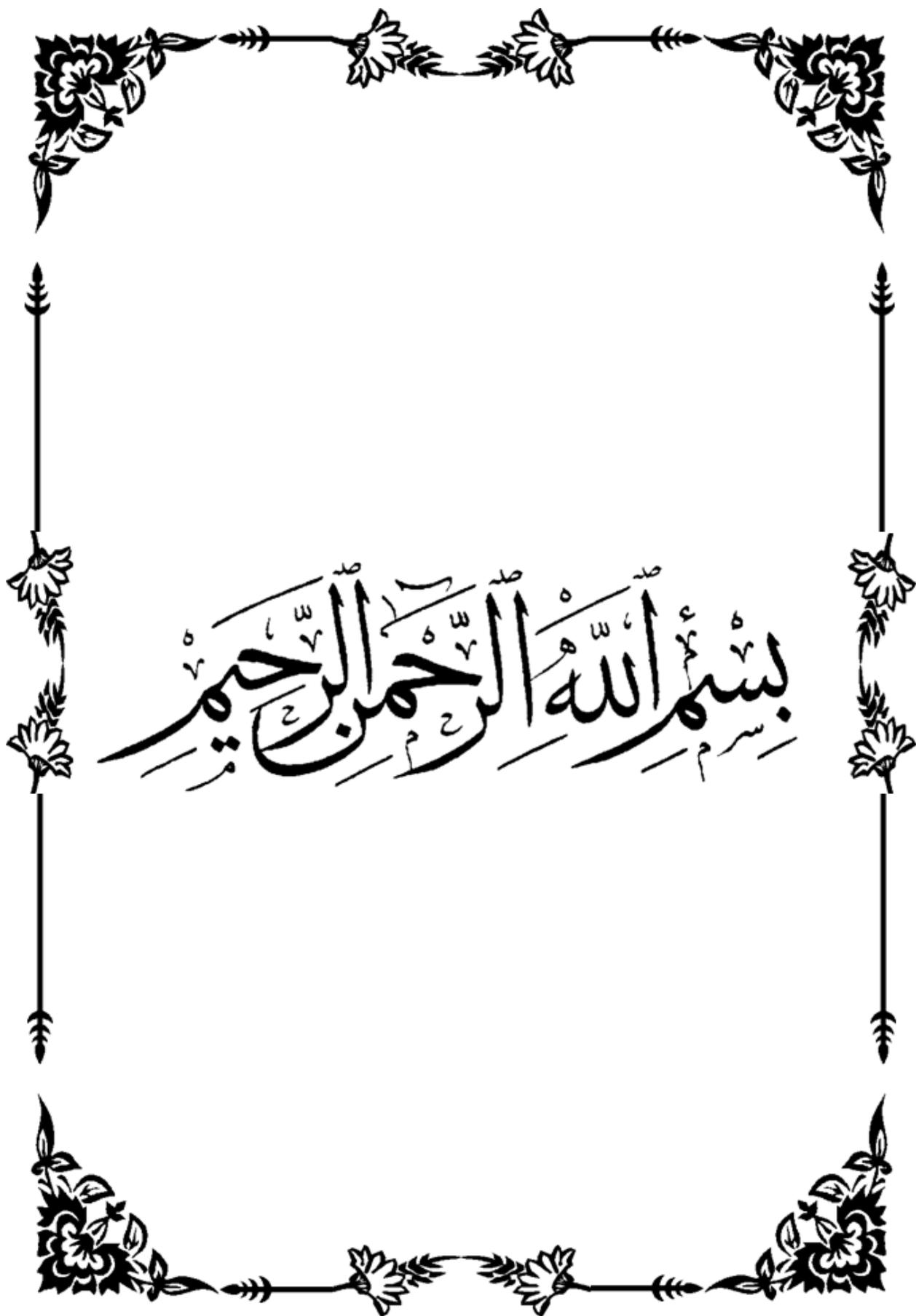
Président

Rapporteur

Examineur

Examineur

PROMOTION : 2021 – 2022



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents

A mes très chers frères et sœurs.

A toute ma famille

A tous mes amis.

FRIH Hamza

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère qui m'a tant aidé avec son soutien.

Mon très cher père pour sa patience et sa compréhension.

Mes frères et ma sœur pour leurs soutiens.

A toute la famille

A tous mes copains sans exception.

GHOUL Mohamed

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier Dieu, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre encadreur KHILOUN Mokhtar non seulement pour l'honneur qu'il nous a fait d'avoir accepté de diriger ce travail, mais aussi pour sa patience, ses conseils judicieux et sa compréhension.

Aux membres du jury M^r BELMAHI Samir Président, M^r CHIKH Abdelbaki et M^{me} KHAROUBI Lamia . pour leur entière disposition, qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail et de le juger.

Nous remercions également tous les professeurs du département de génie civil.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail accepte nos grands et sincères remerciements.

Résumé

Lors de la conception des ouvrages routiers, un des problèmes techniques les plus importants est celui du drainage, Un des effets de l'eau sur la surface de la chaussée est la rupture des liaisons entre les granulats et l'enrobé. Ainsi, l'eau cause une accélération de la dégradation de l'enrobé. En s'infiltrant vers les couches liées sous-jacentes, cette eau affecte aussi la liaison entre les couches. Pour les couches granulaires, un fort degré de saturation et une faible perméabilité génèrent une augmentation de la pression interstitielle et une diminution de la rigidité et de la résistance du matériau.

La lutte contre les conséquences néfastes engendrées par l'eau, doit se faire en établissant un système de drainage efficace. Or pour être efficace, un tel projet nécessite un bon choix des dispositifs drainants, une bonne exécution, et un entretien courant.

Le système de drainage doit s'étendre suffisamment loin en amont et en aval des ouvrages pour tenir compte des conditions d'environnement. il faut drainer les surfaces de roulement des routes, les accotements, les talus de remblai et déblai, et prévoir les franchissements de ruisseaux et talwegs.

Mots clés : drainage, assainissements, débit, route, bassin versant.

Abstract

During the design of road works, one of the most important technical problems is that of drainage, one of the effects of water on the surface of the road is the rupture of the links between the aggregates and the asphalt. Thus, water causes an acceleration of the degradation of the asphalt. By infiltrating the underlying linked layers, this water also affects the connection between the layers. For granular layers, a high degree of saturation and low permeability generate an increase in interstitial pressure and a decrease in the rigidity and resistance of the material.

The fight against the harmful consequences caused by water, must be done by establishing an effective drainage system. However to be effective, such a project requires a good choice of draining devices, good execution, and current maintenance.

The drainage system must extend far enough upstream and downstream of the works to take into account the environmental conditions. It is necessary to drain the rolling surfaces of the roads, the shoulders, the embankments and clearance, and provide for the crossing of streams and talwegs.

Key words: drainage, sewage, flow, road, catchment area.

ملخص

أثناء تصميم أعمال الطرق ، واحدة من أهم المشكلات التقنية هي الصرف ، أحد آثار الماء على سطح الطريق هو تمزق الروابط بين المجاميع والأسفلت. وبالتالي ، يسبب الماء تسارع تدهور الإسفلت. عن طريق التسلل إلى الطبقات المرتبطة الأساسية ، يؤثر هذا الماء أيضًا على العلاقة بين الطبقات. بالنسبة للطبقات الحبيبية ، تولد درجة عالية من التشبع وانخفاض النفاذية زيادة في الضغط الخلاقي وانخفاض في صلابة ومقاومة المادة يجب أن تتم مكافحة العواقب الضارة التي تسببها المياه من خلال إنشاء أنظمة الصرف الصحي الفعال. ومع ذلك ، لكي تكون فعالة ، يتطلب مثل هذا المشروع اختيارًا جيدًا لأجهزة التصريف والتنفيذ الجيد والصيانة الحالية يجب أن يمتد نظام الصرف الصحي إلى حد بعيد بما فيه الكفاية في اتجاه المنبع والمصب من الأعمال لمراعاة الظروف البيئية. من الضروري استنزاف الأسطح المتداول للطرق والكتفين والجراح والخلوص ، وتوفير عبور الجداول والطواف

الكلمات الرئيسية : تصريف المياه ، الصرف الصحي ، التدفق ، الطريق ، مستجمعات المياه

Liste des abbreviations

Q_a : Débit d'apport (m^3/s)

Q_s : Débit de saturation (m^3/s)

Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m^3/s)

K: coefficients de rugosité

C : coefficient de ruissellement sans dimension

A : aire du bassin versant (ha ou Km²)

I_t : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h)

i : intensité horaire (mm/h)

t_c : temps de concentration (heure)

A: aire du bassin versant (km²)

P : Pente moyenne du bassin versant (m/m)

L : Longueur de bassin versant (km)

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m)

$P_{j\text{moy}}$: pluie journalière moyenne (mm)

C_v : Coefficient de variation climatique

ln : Log Népérien

μ : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour)

Q_s : Le débit de saturation (m^3/s)

st : Section totale de l'ouvrage (m²)

S_m : Surface mouillée (m²)

K_{st} : coefficient de rugosité

I : pente moyenne de l'ouvrage (m/m)

R_h : Rayon hydraulique (m)

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I. Les structures des chaussées.....	4
I.1. Introduction.....	4
I.2. Différents types de structures de chaussée.....	4
I.2.1. Chaussées souples.....	4
I.2.2. Chaussées bitumineuses épaisses.....	5
I.2.3. Chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques.....	5
I.2.4. Chaussées à structure mixte.....	6
I.2.5. Chaussées à structure inverse.....	6
I.2.6. Chaussées en béton de ciment.....	6
Chapitre II. Généralités sur les dégradations de chaussées.....	8
II.1. Types de dégradation.....	8
II.1.1. Pour les chaussées	8
II.1.2. Pour le talus.....	8
II.2. Causes et risques de la présence d'eau.....	9
II.2.1. Pénétration de l'eau dans la structure de chaussée.....	9
II.2.2. Infiltration verticale.....	10
II.2.3. Infiltration latérale.....	10
II.2.4. Par le bas.....	10
II.3. Risques causés par l'eau.....	11
II.3. 1. Baisse de la portance.....	11
II.3. 2. Contamination par des particules fines.....	12
II.3. 3. Dégradations liées à l'eau et au gel.....	13
II.3. 4. Problème d'érosion.....	14
Chapitre III : Notions générales sur le drainage routier.....	16
III.1. Introduction.....	16
III.2. Objectif de l'assainissement.....	16
III.3. Assainissement de la chaussée	17

III.4. Conception du système de drainage et la protection d'une chaussée.....	17
III.4.1. Introduction.....	17
III.4.2. Drainage du corps de la chaussée.....	18
a) Collecte des données.....	18
III.5. Principes de conception.....	21
III.5.1. Traversée des voies de drainage naturelles.....	21
III.5.2. Ecoulement le long de la chaussée.....	23
III.5.3. La conception des fosses.....	23
III.5.4. Installation de seuils.....	24
III.5.5. Stabilisation des sorties de ponceaux.....	25
III.6. Réseaux de collectes longitudinaux.....	26
III.6.1. Réseaux de crête de talus de déblai.....	26
III.6.2. Réseau de crête de talus de remblai	27
III.6.3. Réseau de pied de talus de déblai.....	28
III.6.4. Réseaux de pied du talus de remblai.....	29
III.6.5. Réseau de terre-plein central (TPC).....	30
III.7. Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements.....	31
III.7.1. Ouvrages transversaux.....	31
III.7.2. Ouvrages de raccordement.....	31
III.8. Drainage des eaux souterraines.....	33
Chapitre IV Exemples de concepts de drainage.....	36
IV.1. Introduction.....	36
IV.2. Présentation de la région d'étude.....	36
IV.3. Etude du projet.....	38
IV.4. Relevé des caractéristiques du projet.....	38
IV.5. Dimensionnement des ouvrages du réseau d'assainissement.....	43
IV.6. Dimensionnement des buses.....	51
IV.7. Dimensionnement Des Fossés.....	58
IV.8. Dimensionnement du dallot.....	60
Conclusion générale.....	64
Bibliographie.....	68

Liste des figures

Figure I.1. Coupe type d'une structure de chaussée et terminologie des différentes couches.....	4
Figure II.1: Types de dégradation.....	8
Figure II.2: Situation idéale.....	9
Figure II.3: Pénétration de l'eau dans la structure routière.....	9
Figure II.4: Infiltration d'eau par les joints et/ou fissures du revêtement	10
Figure II.5: Infiltration latérale.....	10
Figure II.6: Remontée capillaire.....	10
Figure II.7: Remontée de la nappe phréatique.....	11
Figure II.8: Exemple de sol humide peu portant.....	12
Figure II.9: Remontée des particules fines.....	12
Figure II.10: Dégâts provoqués par l'eau et le gel.....	13
Figure II.11: Glissement de terrain.....	13
Figure II.12: Erosion interne.....	14
Figure II.13: Buse en bonne état avec affouillement en aval.....	14
Figure III.1. Bassin versant routier.....	18
Figure III.2: Protection des accotements par un enrochement à l'endroit où est installé le dalot.....	22
Figure III.3: Installation d'un dalot avec mur amont, tuyau de sortie et bassin de dissipation à l'extrémité aval.....	22
Figure III.4: Schéma de conception d'un fossé.....	24
Figure III.5: Schéma d'un seuil.....	24
Figure III.6: Distance entre deux seuils.....	25
Figure III.7: Protection autour un ponceau à fort débit.....	26
Figure III.8: Protection autour un ponceau à fort débit.....	26
Figure III.9: Réseaux de crête de talus de déblai.....	27
Figure III.10: Fossé trapézoïdal revêtu en béton muni de cloisons afin de limiter la vitesse des écoulements.....	27

Figure III.11: Réseau de crête de talus de remblai.....	28
Figure III.12: Réseau de crête de talus de remblai.....	28
Figure III.13: Fossé triangulaire dissymétrique en pied de talus de déblai.....	29
Figure III.14: Réseaux de pied du talus de remblai.....	29
Figure III.15: Fossé trapézoïdal de pied de talus de remblais.....	30
Figure III.16: Réseau de terre-plein central (TPC).....	30
Figure III.17: Caniveau rectangulaire en béton à l'intérieur du TPC.....	31
Figure III.18: Raccordement d'une bordure vers un regard à grille.....	32
Figure III.19: Bassin avec volume mort.....	32
Figure III.20: Repérage des ruissellement au voisinage de route et Représentation schématique des Ouvrages d'assainissement longitudinaux.....	33
Figure IV.1. Chaussée dégradée (Tiaret).....	37
Figure IV.2. talus « Voie Oued Tolba ».....	41
Figure IV.3. Vue de face « Voie Oued Tolba ».....	42
Figure IV.4. dalot « Voie Oued Tolba ».....	42
Figure IV.5. vue satellite « Voie Oued Tolba » coté droit du dalot.....	48
Figure IV.6. vue satellite « Voie Oued Tolba » coté gauche du dalot.....	48
Figure IV.7. Bassin versant (1).....	51
Figure IV.8. Bassin versant (2).....	53
Figure IV.9. représentatif d'un (2) bassins versant en parallèles.....	53
Figure IV.10. Section transversale d'un ouvrage d'assainissement représente S_m et P_m	54
Figure IV.11. Section transversale d'un Fossé.....	58
Figure IV.12. Section transversale d'un Dalot.....	60

Liste des Tableaux

Tableau III.1. Espacement approximatif entre deux seuils.....	25
Tableau IV.1. Coefficient de ruissellement « C ».....	44
Tableau IV.2. Variable de Gauss.....	46
Tableau IV.3. Coefficient de rugosité K_{st}	47
Tableau IV.4. Précipitations mensuelles de la wilaya de Tiaret.....	49
Tableau IV.5. Caractéristique du bassins versants.....	54
Tableau IV.6. Formules superficielles déterminées dans la zone Méditerranéenne France (région III), valable pour l'Algérie du Nord.....	55

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est la première ennemie de la route car elle pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

L'eau contenue dans le corps de la chaussée qui provient d'infiltrations d'origines diverses est un élément décisif de l'accélération des dégradations des structures de la chaussée.

La structure de la chaussée et le sol de fondation doivent être protégés des venues d'eaux par infiltration ou par remontée capillaire résultant du mouvement des nappes aquifères.

L'eau doit être captée et évacuée au plus vite des surfaces de roulement et guidée vers des exutoires ménagés en aval dans le réseau d'écoulement naturel des eaux, sans perturber celui-ci, ni perturber l'équilibre environnant.

Le réseau de drainage d'une route a pour principale fonction d'éloigner les eaux pluviales de façon efficace de la surface de la route et de la structure de la chaussée, tout en réduisant au minimum les accumulations d'eau stagnante sur le revêtement.

L'évacuation des eaux de ruissellement et superficielles est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau provoque plusieurs dégradations dues aux inondations, glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus et la dégradation des chaussées. La solution consiste à réaliser des ouvrages d'assainissement.

Les différents ouvrages utilisés peuvent être regroupés en réseaux longitudinaux (pieds de talus de déblai, crêtes de remblai, etc.), Liaisons transversales (descentes d'eau traversées sous chaussée), Les regards et ouvrages de raccordement.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, gondoles, etc.... ;
- Les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines(tranchées drainantes et canalisations drainantes) ;

- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, ...).

Le projeteur doit avoir à l'esprit que des problèmes environnementaux peuvent découler de son projet (modification des écoulements naturels de surface, interruption des écoulements souterrains irrigant les cultures, rabattement des nappes) et prendre des dispositions conséquentes pour éviter des catastrophes.

Pour éluder à ces problèmes, on doit prévoir dans la conception des routes d'une part, les ouvrages hydrauliques (ponceaux, buses et ponts) à l'endroit de l'intersection entre la route et les cours d'eau (rivières, oueds, chabets etc.) assurant l'écoulement naturel et d'autre part, les fossés et les caniveaux, pour maintenir la chaussée hors d'eau.

Cependant la conception hydraulique des ouvrages exige la connaissance de la valeur du débit de crue.

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.

Notre étude est réparti en quatre chapitres:

- Le premier décrit les structures des chaussées
- Le deuxième chapitre traite des Généralités sur les dégradations de chaussées
- Le troisième chapitre s'orientera vers les notions générales sur le drainage routier
- Enfin le quatrième chapitre porte sur les exemples de concepts de drainage

Chapitre I

Les structures des chaussées

Chapitre I. Les structures des chaussées

I.1. Introduction

La structure d'une chaussée est en général composée de trois groupes de couches superposées: les couches d'assises, la plate-forme support, et les couches de surface.

Les couches d'assises sont constituées d'une couche de base et d'une couche de fondation souvent réalisées en matériaux granulaires non liés ; elles constituent le corps de chaussée et servent à répartir les chargements mécaniques induits par le trafic et les transmettre à la plate-forme support. Les couches de surface comprennent essentiellement la couche de roulement, qui a pour rôle de protéger les couches d'assises des infiltrations et d'améliorer la qualité de la surface de la chaussée, elles peuvent être constituées par des couches d'enrobés ou une simple couche d'enduit.

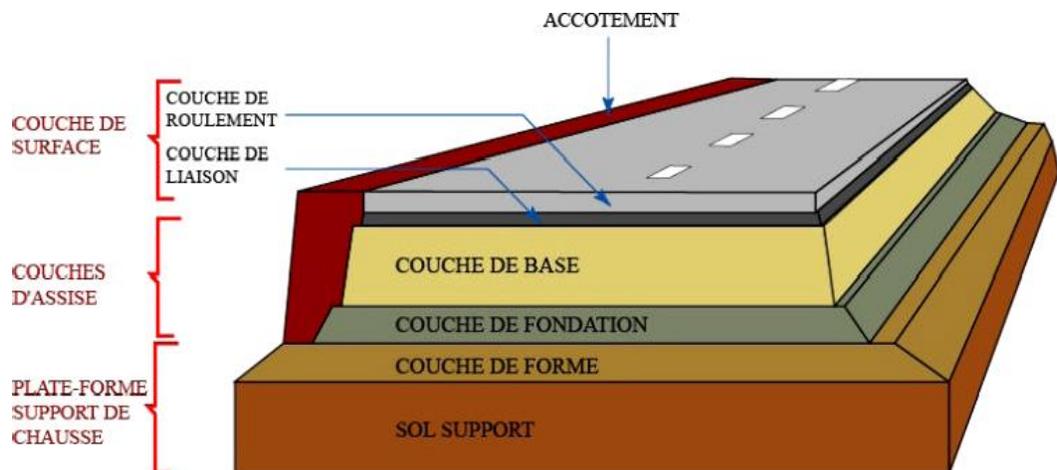
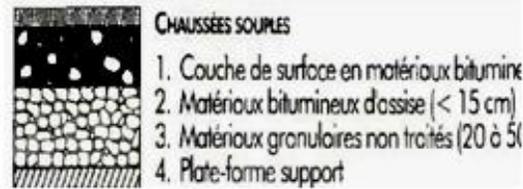


Figure I.1. Coupe type d'une structure de chaussée et terminologie des différentes couches

I.2. Différents types de structures de chaussée

I.2.1. Chaussées souples

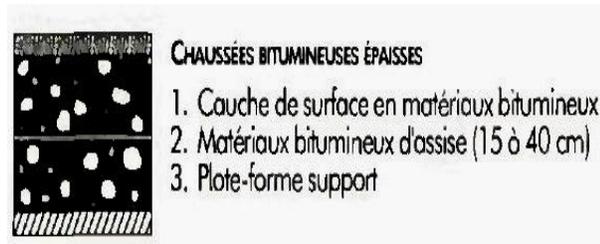
Ces structures comportent une couverture bitumineuse relativement mince (inférieure à 15 cm), parfois réduite à un enduit pour les chaussées à très faible trafic, reposant sur une ou plusieurs couches de matériaux granulaires non traités. L'épaisseur globale de la chaussée est généralement comprise entre 30 et 60 cm.



I.2.2. Chaussées bitumineuses épaisses

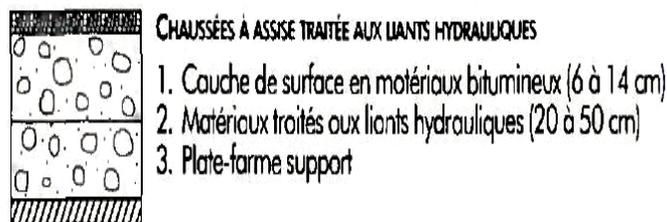
Ces structures se composent d'une couche de roulement bitumineuse sur un corps de chaussée en matériaux traités aux liants hydrocarbonés, fait d'une ou deux couches (base et fondation).

L'épaisseur des couches d'assise est le plus souvent comprise entre 15 et 40 cm.



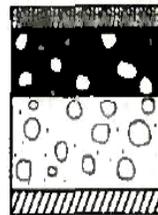
I.2.3. Chaussées à assise traitée aux liants hydrauliques

Ces structures sont qualifiées couramment de "semi-rigide". Elles comportent une couche de surface bitumineuse sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une ou deux couches (base et fondation) dont l'épaisseur totale est de l'ordre de 20 à 50 cm.



I.2.4. Chaussées à structure mixte

Ces structures comportent une couche de roulement et une couche de base en matériaux bitumineux (épaisseur de la base : 10 à 20 cm) sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques (20 à 40 cm). Les structures qualifiées de mixtes sont telles que le rapport de l'épaisseur de matériaux bitumineux à l'épaisseur totale de chaussée soit de l'ordre de 1/2.

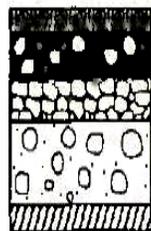


CHAUSSÉES À STRUCTURE MIXTE

1. Couche de surface en matériaux bitumineux
2. Matériaux bitumineux d'assise (10 à 20 cm)
3. Matériaux traités aux liants hydrauliques (20 à 40 cm)
4. Plate-forme support

I.2.5. Chaussées à structure inverse

Ces structures sont formées de couches bitumineuses, d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur totale, sur une couche en grave non traitée (d'environ 12 cm) reposant elle-même sur une couche de fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques. L'épaisseur totale atteint 60 à 80 cm.



CHAUSSÉES À STRUCTURE INVERSE

1. Couche de surface en matériaux bitumineux
2. Matériaux bitumineux d'assise (10 à 20 cm)
3. Matériaux granulaires non traités (\approx 12 cm)
4. Matériaux traités aux liants hydrauliques (15 à 50 cm)
5. Plate-forme support

I.2.6. Chaussées en béton de ciment

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 20 à 28 cm d'épaisseur éventuellement recouverte d'une couche de roulement mince en matériaux bitumineux.

La couche de béton repose soit sur une couche de fondation (qui peut être en matériaux traités aux liants hydrauliques, en béton de ciment, ou drainante non traitée), soit directement sur le support de chaussée avec, dans ce cas, interposition fréquente d'une couche bitumineuse. La dalle de béton peut être continue avec un renforcement longitudinal (béton armé continu), ou discontinue avec ou sans éléments de liaison aux joints.

Chapitre II
Généralités sur
les dégradations
de chaussées

Chapitre II. Généralités sur les dégradations de chaussées

II.1. Types de dégradation

La présence de l'eau dans le corps de la chaussée peut se manifester par différents types de dégradations : Figure II.1.

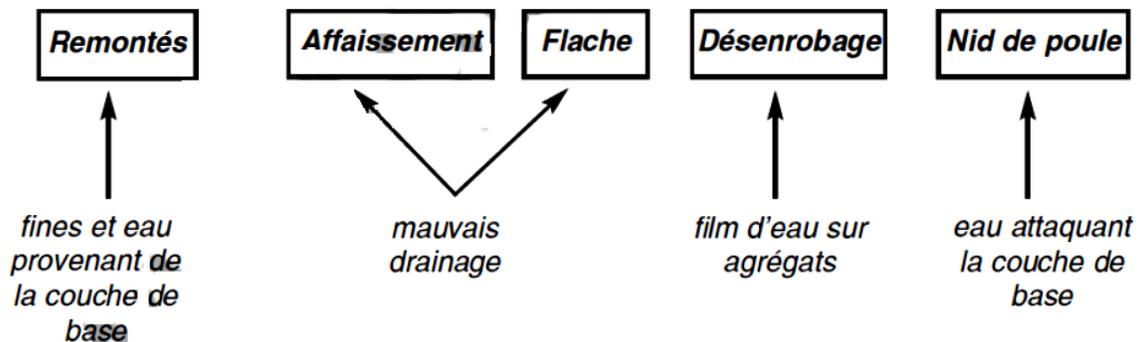


Figure II.1: Types de dégradation

II.1.1. Pour les chaussées

- Les eaux infiltrées dans une chaussée (absence de drainage ou défaut d'assainissement) provoquent une détérioration rapide des ouvrages ;
- l'effet de « pompage » pendant les cycles gel-dégel détériore les performances des matériaux et, à terme, est responsable de la ruine de l'ouvrage ;
- Les chaussées souples sont particulièrement vulnérables à la teneur en eau notamment celles traitées avec des GNT ;
- Les couches de roulement en béton bitumineux ne sont pas étanches, les défauts d'entretien courant et le vieillissement des enrobés accroissent la perméabilité ;
- Les interfaces des matériaux et les rives des chaussées sont des zones critiques ;
- Les variations de la teneur en eau des matériaux constituant le corps de chaussée influent considérablement sur ses caractéristiques mécaniques.

II.1.2. Pour le talus

- Glissement.
- Érosion.
- Affouillements du pied de talus.

II.2. Causes et risques de la présence d'eau

Dans le cas d'une structure classique (revêtement imperméable), l'eau s'écoule sur le revêtement et est rapidement évacuée sans pénétrer dans la structure routière et sans stagner à la surface de la route (figure II.2). Dans la réalité, l'eau finit toujours par pénétrer en partie dans la structure de chaussée, notamment par les joints et fissures.

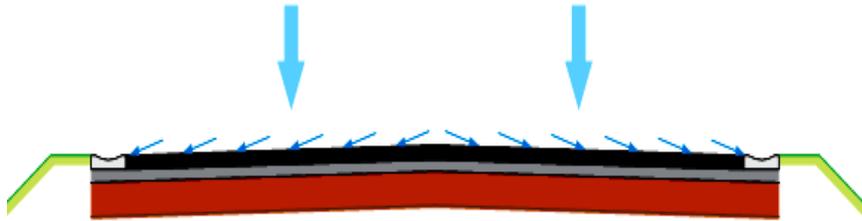


Figure II.2: Situation idéale

II.2.1. Pénétration de l'eau dans la structure de chaussée

L'eau peut arriver dans le corps de chaussée par infiltration verticale, par infiltration latérale ou par le bas. (Figure II.3)

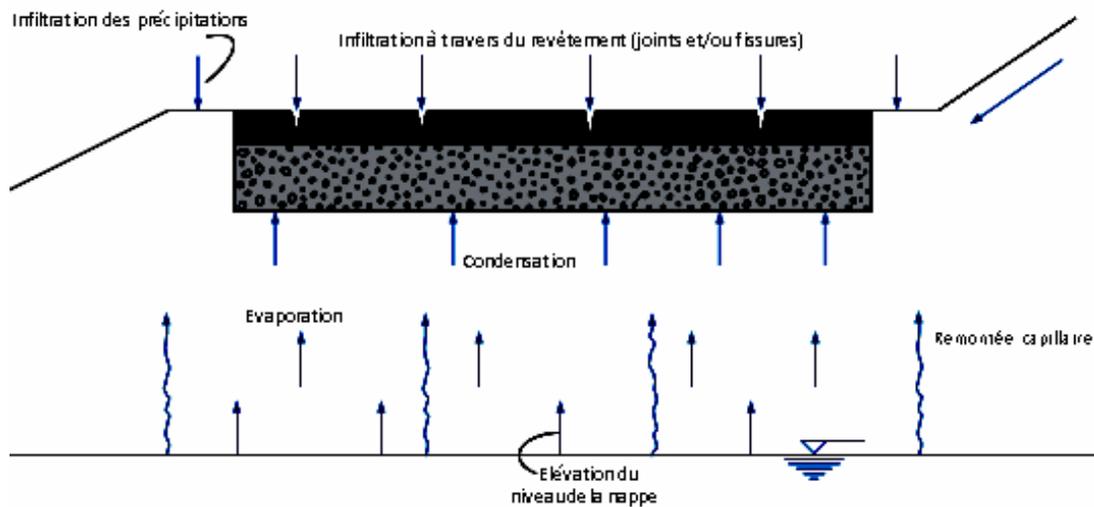


Figure II.3: Pénétration de l'eau dans la structure routière

II.2.2. Infiltration verticale

L'eau peut s'infiltrer par les joints et/ou fissures du revêtement.

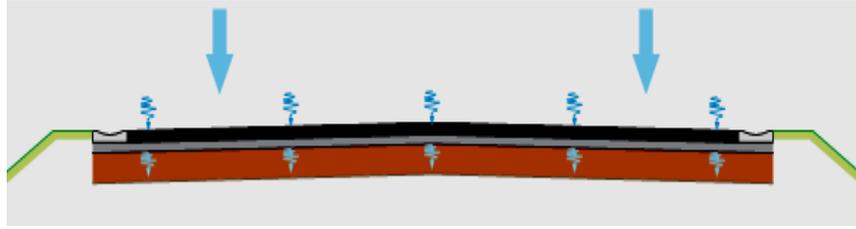


Figure II.4: Infiltration d'eau par les joints et/ou fissures du revêtement

II.2.3. Infiltration latérale

Si le fond de coffre est constitué d'un sol fin, l'eau peut être aspirée latéralement en dessous de la structure (effet périphérique).

L'eau peut s'infiltrer latéralement via les accotements au niveau de la fondation (mouvement d'eau latéral ou diffusion par capillarité dans les sols fins).

L'infiltration latérale peut aussi être une conséquence de l'obstruction des fossés.

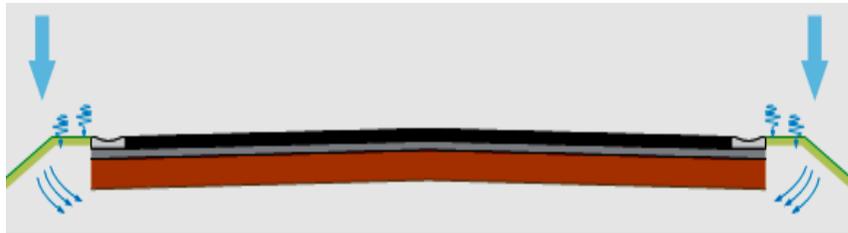


Figure II.5: Infiltration latérale

II.2.4. Par le bas

La remontée capillaire (figure 1.9) peut entraîner la formation de nappe suspendue dans la structure de chaussée.

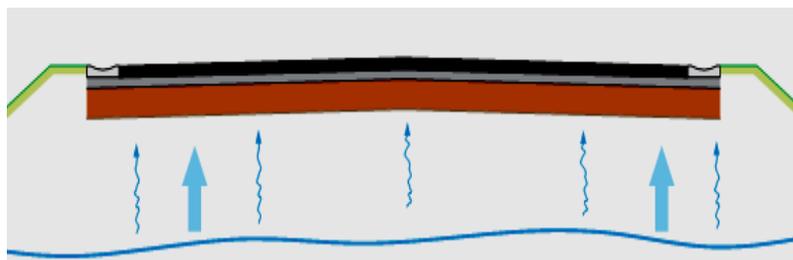


Figure II.6: Remontée capillaire

Le niveau de la nappe (Figure II.7) peut être si élevé qu'elle atteint et sature la structure de chaussée.

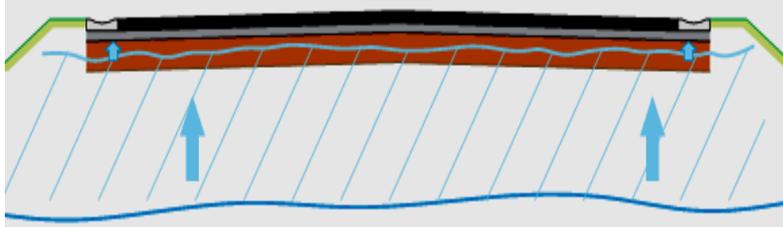


Figure II.7: Remontée de la nappe phréatique

Lorsqu'un sol de fond est atteint par le gel, celui-ci provoque, sur une certaine épaisseur, l'accumulation sous forme de lentilles de glace de l'eau aspirée de la nappe phréatique ou soutirée aux couches sous-jacentes (éventuellement aux accotements et même aux fossés). Au dégel, tant que le sol n'est pas complètement dégelé, l'eau libérée en grande quantité ne trouve d'issue que dans la sous-fondation.

II.3. Risques causés par l'eau

II.3. 1. Baisse de la portance

Les sols limoneux et argileux sont très sensibles aux variations de teneur en eau. Leur portance peut diminuer lorsqu'ils sont trop humides. Les sols sableux sont moins sensibles aux variations de teneur en eau.

Un manque de portance du fond peut entraîner des déformations au sein des différentes couches de la structure routière. La présence d'eau tient en ce sens un rôle important dans l'accélération de la dégradation. l'eau s'infiltré via les fissures et les joints ouverts, ce qui diminue la portance. Il en résulte l'apparition de déformations, ce qui accélère la fissuration et l'ouverture des joints.

De plus, l'action du trafic provoque des mouvements des granulats les uns par rapport aux autres avec un phénomène d'attrition (usure par frottement) qui est plus important en présence d'eau. Cela entraîne une diminution de la portance de la couche à long terme.



Figure II.8: Exemple de sol humide peu portant

II.3. 2. Contamination par des particules fines

La mise en pression de l'eau présente dans le sol par le passage des véhicules va provoquer la migration progressive vers le haut des éléments fins de sol, en contaminant la sous-fondation et ensuite les couches supérieures.

La contamination d'une couche granulaire par des éléments fins a pour effet de réduire la portance par diminution de l'angle de frottement interne, de réduire la perméabilité et de la rendre plus sensible au gel.



Figure II.9: Remontée des particules fines

II.3. 3. Dégradations liées à l'eau et au gel

Lorsqu'un fond est atteint par le gel, celui-ci provoque, sur une certaine épaisseur, la formation de lentilles de glace. Lorsque le gel dure assez longtemps, une couche de glace se forme et peut provoquer des phénomènes de gonflement.

Lors du dégel, la glace fond du haut vers le bas. L'eau est prisonnière entre le revêtement imperméable et la couche de glace sous-jacente. Il se produit une chute de portance au sein de la couche saturée. Sous l'action du trafic, la chaussée peut subir de graves détériorations.



Figure II.10: Dégâts provoqués par l'eau et le gel

La présence d'eau dans les talus diminue la cohésion apparente du sol avec un risque d'instabilité et de glissement de terrain.



Figure II.11: Glissement de terrain

II.3. 4. Problème d'érosion

L'érosion superficielle (érosion externe) peut être maîtrisée rapidement à condition de contrôler visuellement l'infrastructure régulièrement et d'effectuer une inspection complémentaire après la chute de pluies exceptionnellement intenses.

Le phénomène d'érosion souterraine (érosion interne) est plus dangereux parce qu'on le remarque souvent quand il est trop tard. Il s'agit de cavités dans le sol qui sont par exemple provoquées par des fuites dans les collecteurs.



Figure II.12: Erosion interne



Figure II.13: Buse en bonne état avec affouillement en aval

Chapitre III

Notions générales

sur le drainage routier

Chapitre III : Notions générales sur le drainage routier

III.1. Introduction

La voie est un ouvrage qui se développe linéairement sur le terrain, et qui apporte par ses déblais et remblais des modifications qui perturbent les écoulements d'eau naturels provenant des précipitations atmosphériques ainsi que des affleurements d'eaux souterraines.

Le bon dimensionnement des ouvrages hydrauliques (ouvrages de drainage) doit assurer la continuité des débits des écoulements d'eau et la protection de la plate-forme.

Ce dimensionnement est basé sur les critères suivants :

- Ne pas modifier la géométrie naturelle des cours d'eau, dans la mesure du possible.
- Protéger la route des crues centennales.
- Maintenir une vitesse minimale dans les ouvrages pour réduire les risques de sédimentation.
- Limiter les vitesses maximales afin de réduire les risques d'érosion à l'intérieur des ouvrages.
- Bien gérer les eaux de ruissellement afin de limiter les problèmes d'érosion dans les talus.
- Prévoir des pentes minimales pour les ouvrages afin d'en faciliter le curage.

III.2. Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée.
(Danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate- forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

- Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

III.3. Assainissement de la chaussée

La détermination du débouché à donner aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc, dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations.

Les ouvrages sous chaussée les plus utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

III.4. Conception du système de drainage et la protection d'une chaussée

III.4.1. Introduction

La conception du système de drainage et la protection d'une chaussée contre l'eau implique souvent des études qui dépassent largement l'emprise de la route.

Il faut protéger l'ouvrage contre les eaux de ruissellement d'infiltration et des sources situées en amont.

L'eau doit être captée et évacuée au plus vite des surfaces de roulement et guidée vers des exutoires ménagés en aval dans le réseau d'écoulement naturel des eaux, sans perturber celui-ci, ni perturber l'équilibre environnant.

La structure de la chaussée et le sol de fondation doivent être protégés des venues d'eaux par infiltration ou par remontée capillaire résultant du mouvement des nappes aquifères.

Le drainage pratique revient à :

- Évaluer les débits probables des venues d'eau,
- Capturer les eaux aux endroits où elles sont indésirables,
 - Conduire ces eaux en maîtrisant leur débit vers des exutoires ménagés dans le réseau d'écoulement naturel en veillant à rompre le moins possible les équilibres de l'environnement.



Figure III.1. Bassin versant routier

III.4.2. Drainage du corps de la chaussée

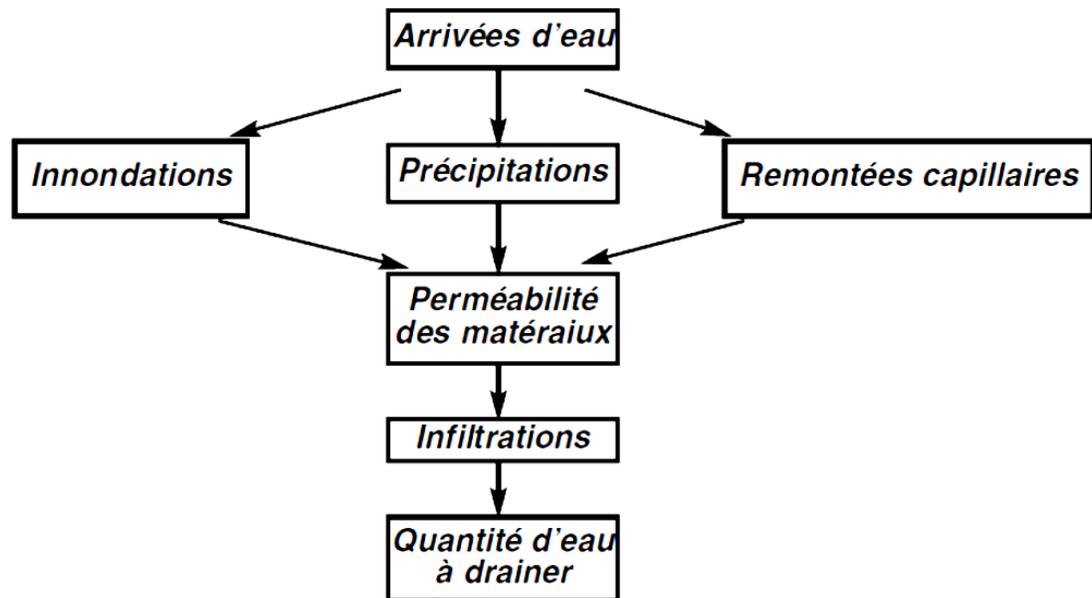
a) Collecte des données

Il s'agit de recueillir les données relatives aux arrivées d'eau et aux perméabilités des couches pour évaluer l'infiltration.

En effet, l'eau peut provenir soit directement des précipitations, soit des inondations pouvant avoir lieu, ou encore des remontées capillaires.

Le diagramme suivant résume les étapes préalables à l'établissement d'un projet de drainage interne. Ainsi, une fois que l'eau est parvenue aux différentes couches de la chaussée, elle suit les chemins de

plus grande perméabilité, l'évaluation de la quantité d'eau à drainer passe par une estimation des infiltrations.



L'assainissement des plate-formes routières est destiné à collecter et évacuer les eaux pluviales de ruissellement afin d'assurer :

- Une circulation en toute sécurité ;
- La pérennité des ouvrages : routes, autoroutes
- La protection du milieu récepteur contre la pollution.

Un stockage temporaire et un traitement des eaux complémentaire peuvent également être mis en œuvre.

Les fonctions essentielles des systèmes d'assainissement routier sont donc :

- Le franchissement de la plate-forme par les eaux du bassin versant environnant ;
- La collecte, la régulation et l'évacuation des eaux pluviales ;
- Le traitement des eaux contre la pollution ;

Ceci conduit généralement à des ouvrages techniques, les principaux produits en béton employés pour l'assainissement des plate-formes routières sont :

Tuyaux d'assainissement

Les tuyaux d'assainissement sont utilisés pour l'évacuation des eaux ruisselées vers un exutoire. Ils permettent aussi le franchissement des voies par les eaux du bassin versant environnant. Ils peuvent être posés :

- Préalablement à la réalisation de la plate-forme routière, en tranchée ou en remblai ;
- Par fonçage ou forage pour le franchissement les infrastructures existantes.

Les tuyaux en béton offrent une large gamme de diamètres allant jusqu'à 3200 mm, ce qui permet la prise en compte de forts débits générés par des événements pluviaux importants, lors par exemple d'orages.

Regards

Ces éléments sont disposés sur les canalisations d'assainissement enterrées. Ils sont destinés à permettre un changement de direction, de pente ou de diamètre des tuyaux, et l'accès aux canalisations pour leur réception, leur inspection, leur entretien et leur maintenance.

Cadres rectangulaires

Les canalisations d'assainissement peuvent être constituées de cadres en béton armé de forme rectangulaire, notamment pour le passage de voies lorsque la hauteur disponible, sous chaussée ou sous le niveau du sol naturel, est faible.

Têtes d'aqueduc de sécurité et têtes de ponts

Les têtes d'aqueduc de sécurité et les têtes de ponts sont placées à l'extrémité aval des canalisations d'évacuation des eaux pluviales, aux débouchés dans les fossés ou dans les cours d'eau.

Elles sont destinées à protéger les talus des dégradations éventuelles provoquées par le ravinement.

Caniveaux Hydrauliques - Fossés - Descente de talus

Les descentes d'eau sont disposées sur les plate-formes en remblai afin de permettre l'évacuation des eaux des caniveaux placés en bordure de la plate-forme, vers les fossés situés en pieds de talus.

Ces produits sont également employés pour les plate-formes en déblais pour prévenir le ravinement éventuel des talus et canaliser les eaux de ruissellement.

Ouvrages de stockage et de rétention

Les ouvrages de stockage et de rétention peuvent être constitués :

- D'éléments préfabriqués de caractéristiques adaptées au projet. Selon les dimensions de l'ouvrage, ils peuvent être assemblés sur site.
- De canalisations de grandes dimensions de forme circulaire ou rectangulaire.

Bassins d'orage et de dépollution

Les bassins d'orages et de dépollution sont équipés :

- D'ouvrages de dérivation;
- D'ouvrages de régulation ;
- D'ouvrages de visite.

Ces ouvrages sont conçus et étudiés sur la base des contraintes hydrauliques et de prévention des pollutions.

Des ouvrages particuliers en éléments préfabriqués en béton, tels que des déversoirs d'orage, peuvent être conçus pour être assemblés sur site.

III.5. Principes de conception

Le drainage des routes peut être classé en deux grands éléments, le drainage de surface et le drainage souterrain, mais ces deux aspects ne sont pas complètement différents. Les eaux de surface sont capables de s'infiltrer dans les fondations de la route, les ouvrages de terrassement et les structures à travers toute surface qui n'est pas totalement imperméable, et devront donc être éliminées par un drainage souterrain.

Les objectifs nécessaires peuvent être atteints par:

- Des systèmes combinés, où les eaux de surface et les eaux souterraines sont collectées dans la même conduite; ou
- Des systèmes séparés, où les eaux souterraines sont collectées dans une conduite de drainage séparée de celle qui est utilisée pour la collecte des eaux de surface. Les eaux souterraines d'un système séparé seront collectées dans un écran drainant ou un système de drainage et filtration.

Chaque système comporte certains avantages et désavantages et l'un peut être plus approprié que l'autre dans une situation donnée.

III.5.1. Traversée des voies de drainage naturelles

IL existe trois méthodes pour franchir les voies de drainage naturelles: les gués, les ponceaux et les ponts. Le choix dépend de facteurs tels que: les frais de construction et d'entretien, le matériel et les fournitures disponibles, le potentiel de débris, la dimension du cours d'eau, l'usage et la durée de

service prévus pour la route, l'état des fondations et la position de la route à la verticale du cours d'eau.

Les ouvrages doivent être suffisamment larges pour acheminer les débits qui leur arrivent.

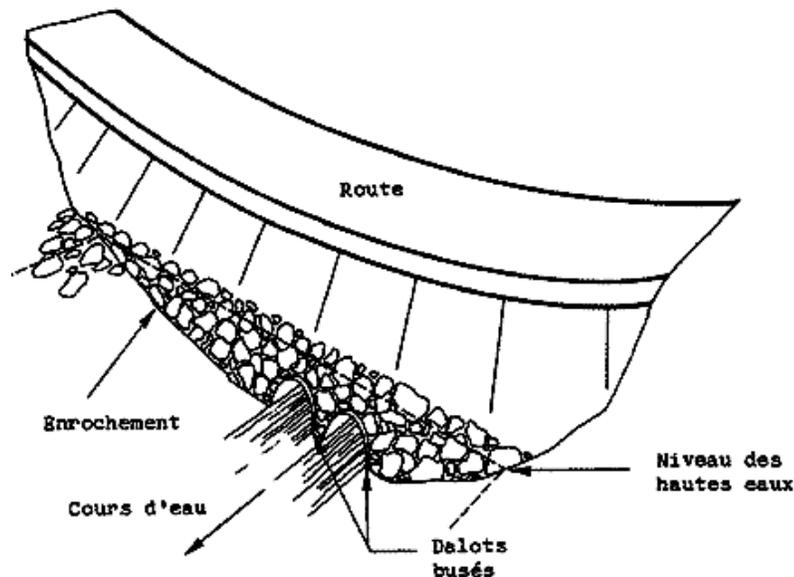


Figure III.2: Protection des accotements par un enrochement à l'endroit où est installé le dalot.

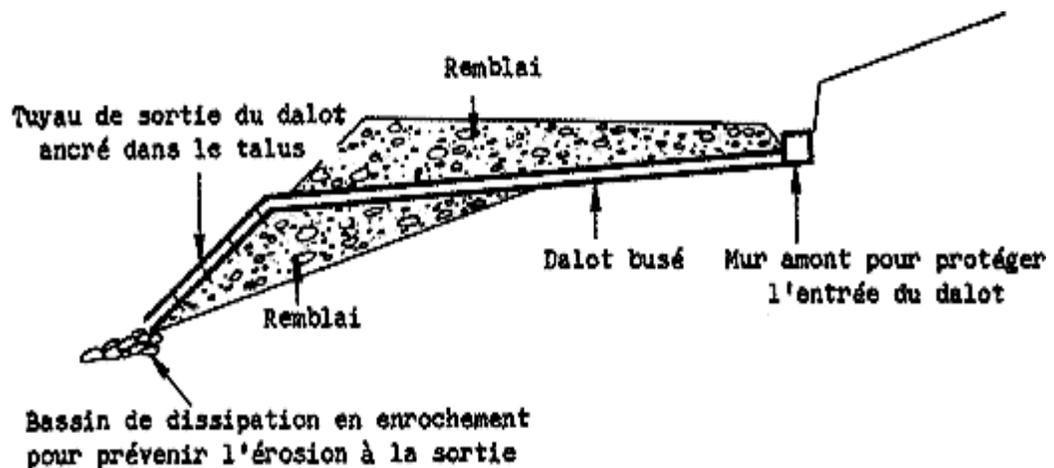


Figure III.3: Installation d'un dalot avec mur amont, tuyau de sortie et bassin de dissipation à l'extrémité aval.

III.5.2. Ecoulement le long de la chaussée

IL est nécessaire de prévoir un drain le long de la chaussée pour évacuer l'eau avant qu'elle n'ait la possibilité de s'accumuler et de déclencher l'érosion. Pour ce faire, on incline la chaussée latéralement vers l'extérieur ou vers l'intérieur selon les besoins du trafic et les risques d'érosion.

L'eau qui s'écoule de la route est acheminée le long du bord interne de la route soit sur le revêtement lui-même soit le plus souvent dans un fossé. Des dalots sont installés à intervalles réguliers pour faire passer l'eau sous la route. Lorsqu'on projette une route à talutage interne, il faut respecter un certain nombre de principes:

- a) Eviter d'utiliser des fossés, ou leur donner une largeur minimum, et augmenter le nombre des drains transversaux afin de diminuer la superficie totale perturbée par la construction.
- b) Prévoir des gradients de fossés suffisamment accentués (généralement supérieurs à 2 pour cent) pour empêcher le dépôt des sédiments.
- c) Installer des dalots à intervalles suffisamment fréquents pour éviter des accumulations d'eau qui entraîneraient une érosion excessive du fossé et de la zone située au-dessous du débouché des dalots.
- d) Biaiser les dalots de 20 à 30° vers l'arrivée du débit, afin de faciliter l'entrée de l'eau et obtenir de meilleures caractéristiques de l'écoulement.
- e) Installer, à l'extrémité aval des dalots, des bassins de dissipation ou des enrochements pour atténuer l'énergie érosive de l'eau à la sortie.
- f) Protéger l'extrémité amont des dalots contre l'obstruction par les sédiments au moyen de bassins de décantation, chutes, variations de pente, murs, et talus en retrait.
- g) Placer le dalot à une profondeur suffisante pour qu'il ne soit pas écrasé par la charge du trafic.

III.5.3. La conception des fossés

La conception d'un fossé a une influence importante sur son potentiel érosif. Mieux seront conçus les fossés en amont (de sorte à favoriser le plus possible l'infiltration), moins les fossés en aval seront sollicités. L'entretien sera donc plus simple et moins fréquent.

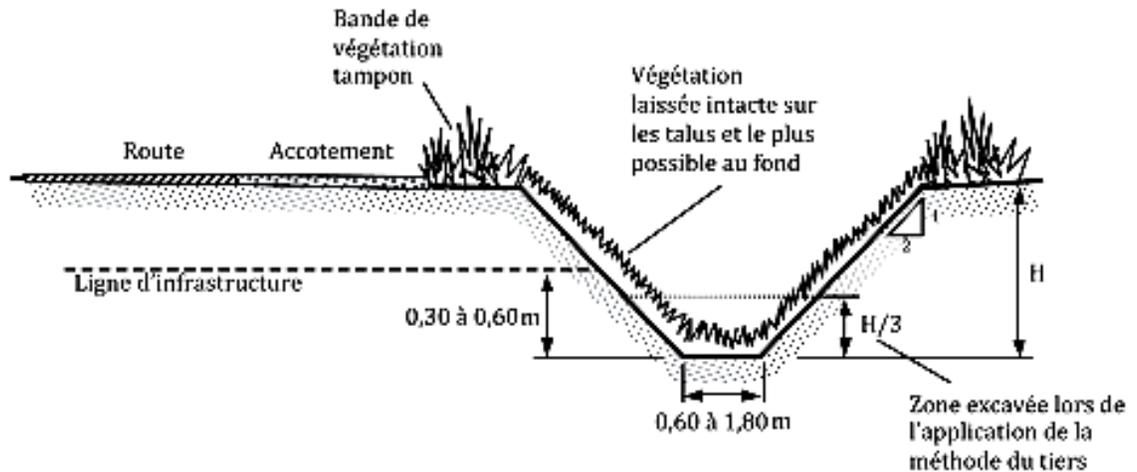


Figure III.4: Schéma de conception d'un fossé

III.5.4. Installation de seuils

Les seuils jouent le rôle de petits barrages qui ralentissent et accumulent l'eau en plusieurs fosses le long d'un fossé afin de favoriser la rétention, la décantation et l'infiltration. Le ralentissement de l'eau atténue l'augmentation rapide des débits dans les cours d'eau récepteurs due à l'imperméabilisation des sols. De plus, la vitesse réduite de l'eau diminue l'érosion des fossés. Par conséquent, il est conseillé d'aménager des seuils dans les fossés dont la pente se situe entre 1 et 10 %.

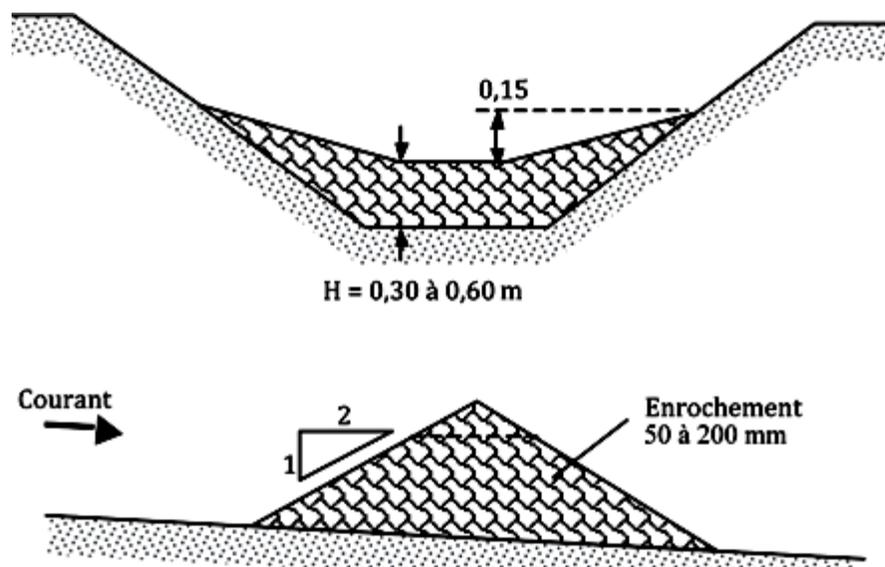


Figure III.5: Schéma d'un seuil

La distance entre les seuils dépend de leur hauteur et de la pente du fossé. Elle correspond à la distance requise pour que la base du seuil en amont soit à la même élévation que le sommet centre (hauteur H) du seuil en aval.

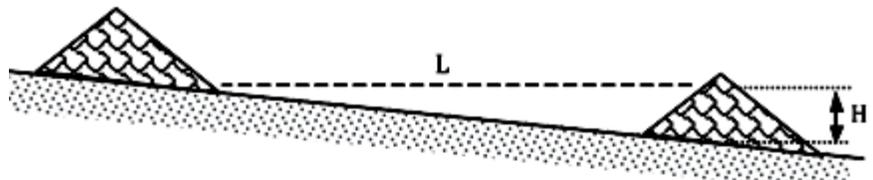


Figure III.6: Distance entre deux seuils

Connaissant la pente du fossé et la hauteur des seuils, la distance L peut être estimée par le tableau suivant :

Tableau III.1. Espacement approximatif entre deux seuils

H	Espacement L	
	300 mm	600 mm
Pente (%)	m	m
1	30	60
2	15	30
4	7,5	15
6	5	10
10	3	6

III.5.5. Stabilisation des sorties de ponceaux

Les sorties de ponceaux sont des sources très importantes d'érosion. En conséquence, il est primordial d'appliquer les mesures de protection nécessaires au maintien de l'efficacité des infrastructures et à la prévention de l'érosion. Cela consiste à stabiliser les berges autour du ponceau par de l'engrènement de façon à stabiliser le sol et dissiper l'énergie de l'eau.

Les Figure III.6 et III.7 illustrent la protection autour d'un ponceau arrivant transversalement dans un fossé.

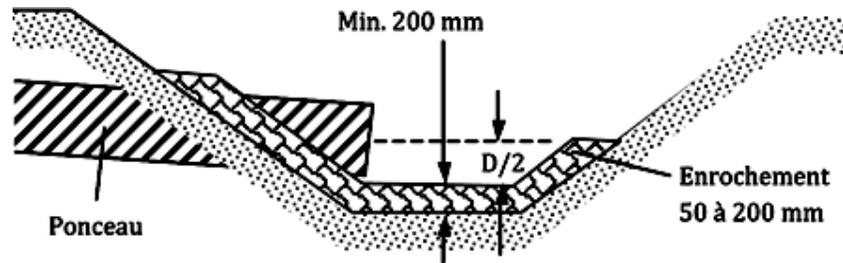


Figure III.7: Protection autour un ponceau à fort débit

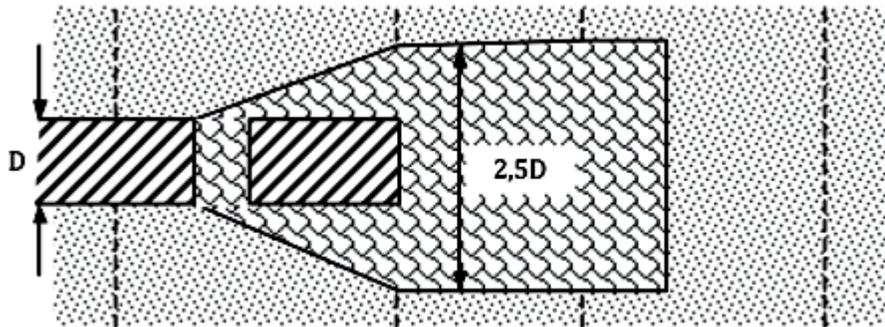


Figure III.8: Protection autour un ponceau à fort débit

III.6. Réseaux de collectes longitudinaux

III.6.1. Réseaux de crête de talus de déblai

Le rôle du réseau de crête de talus de déblai est d'éviter l'érosion du talus.

Généralement cet ouvrage est revêtu (béton) pour éviter son érosion et les infiltrations susceptibles de compromettre la stabilité du talus. Il intercepte les eaux de ruissellement du bassin versant naturel modifié par le tracé routier. Il sera implanté en retrait (1 à 2 m) par rapport à la crête du talus. Il convient de prévoir les aménagements nécessaires à son entretien.

Les ouvrages utilisés peuvent être :

- Les fossés trapézoïdaux
- Les fossés triangulaires
- Les $\frac{1}{2}$ buses

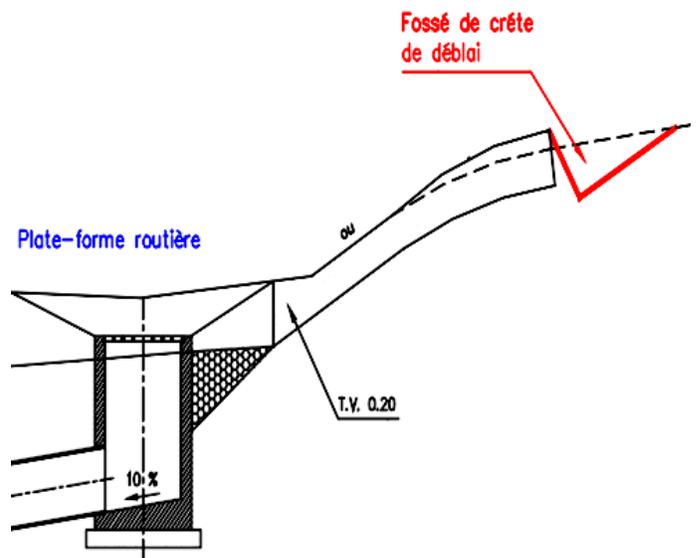


Figure III.9: Réseaux de crête de talus de déblai



Figure III.10: Fossé trapézoïdal revêtu en béton muni de cloisons afin de limiter la vitesse des écoulements

III.6.2. Réseau de crête de talus de remblai :

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur. Le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation. En principe, on prévoit un tel réseau

dès que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions où les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autres cas.

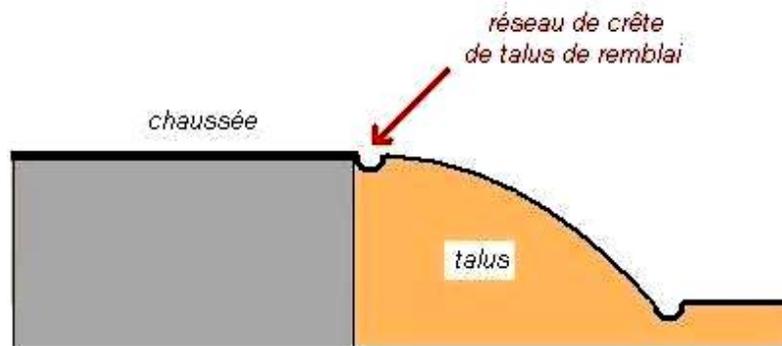


Figure III.11: Réseau de crête de talus de remblai



Figure III.12: Réseau de crête de talus de remblai

III.6.3. Réseau de pied de talus de déblai

Ce réseau a pour fonction de collecter les eaux issues du ruissellement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt et de la berme.

Une cunette ou fossé de faible profondeur est réalisée enherbée ou revêtue.

En cas d'insuffisance de capacité hydraulique, la cunette ou fossé peu profond pourra être raccordée à un collecteur enterré associé à des regards. Ce dernier pourra également servir à récupérer les eaux claires de drainage.



Figure III.13: Fossé triangulaire dissymétrique en pied de talus de déblai

III.6.4. Réseaux de pied du talus de remblai

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes:

- Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains.
- Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruissellement sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécutions d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus .pour des remblais de faible hauteur, sans glissière, il est recommandé d'adoucir le profil du fossé pour améliorer le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme.

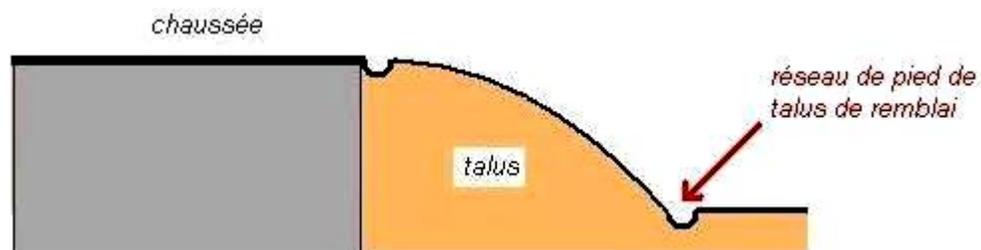


Figure III.14: Réseaux de pied du talus de remblai



Figure III.15: Fossé trapézoïdal de pied de talus de remblais

III.6.5. Réseau de terre-plein central (TPC)

Le rôle de ce type de réseau est de collecter et évacuer les eaux issues du TPC et de la demi-chaussée déversée. En alignement ce type de réseau est nécessaire sous les TPC non revêtus afin de protéger les chaussées et les plates-formes contre les infiltrations. Il est constitué d'un drain longitudinal, celui-ci est souvent décalé par rapport à l'axe du TPC pour tenir compte de la présence des glissières ou de zones plantées.



Figure III.16: Réseau de terre-plein central (TPC)



Figure III.17: Caniveau rectangulaire en béton à l'intérieur du TPC

III.7. Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements

III.7.1. Ouvrages transversaux

Ce sont des ouvrages Assurent le transfert des eaux d'un réseau longitudinal à un autre.

Leur emplacement est déterminé par la géométrie du tracé (point bas, changement de dévers, ouvrage d'art, etc), du sens des écoulements, des débits transportés, et de la position des exutoires.

- Les descentes d'eau (ouvrages généralement superficiels) tuilées à une canalisation.
- Les traversées sous chaussées.
- Dans la présence de TPC, y prévoir un regard de vitesse.

III.7.2. Ouvrages de raccordement

Il servent de jonction entre deux éléments de réseaux différents. Il s'agit notamment des regards et des différents raccordements des liaisons transversales avec le réseau longitudinal ou de réseaux longitudinaux différents.

Ces ouvrages sont préfabriqués ou coulés en place.

Il s'agit des :

- Regards de visite : nécessaires pour l'entretien et le contrôle des collecteurs enterrés ;
- Regards avaloirs : servant à l'engouffrement des eaux ;
- Têtes de buse pour l'entonnement des eaux et le maintien des terres ;
- Divers raccordements (bourrelets/descentes, descentes/fossés, ...) ;
- Autres.



Figure III.18: Raccordement d'une bordure vers un regard à grille



Figure III.19: Bassin avec volume mort

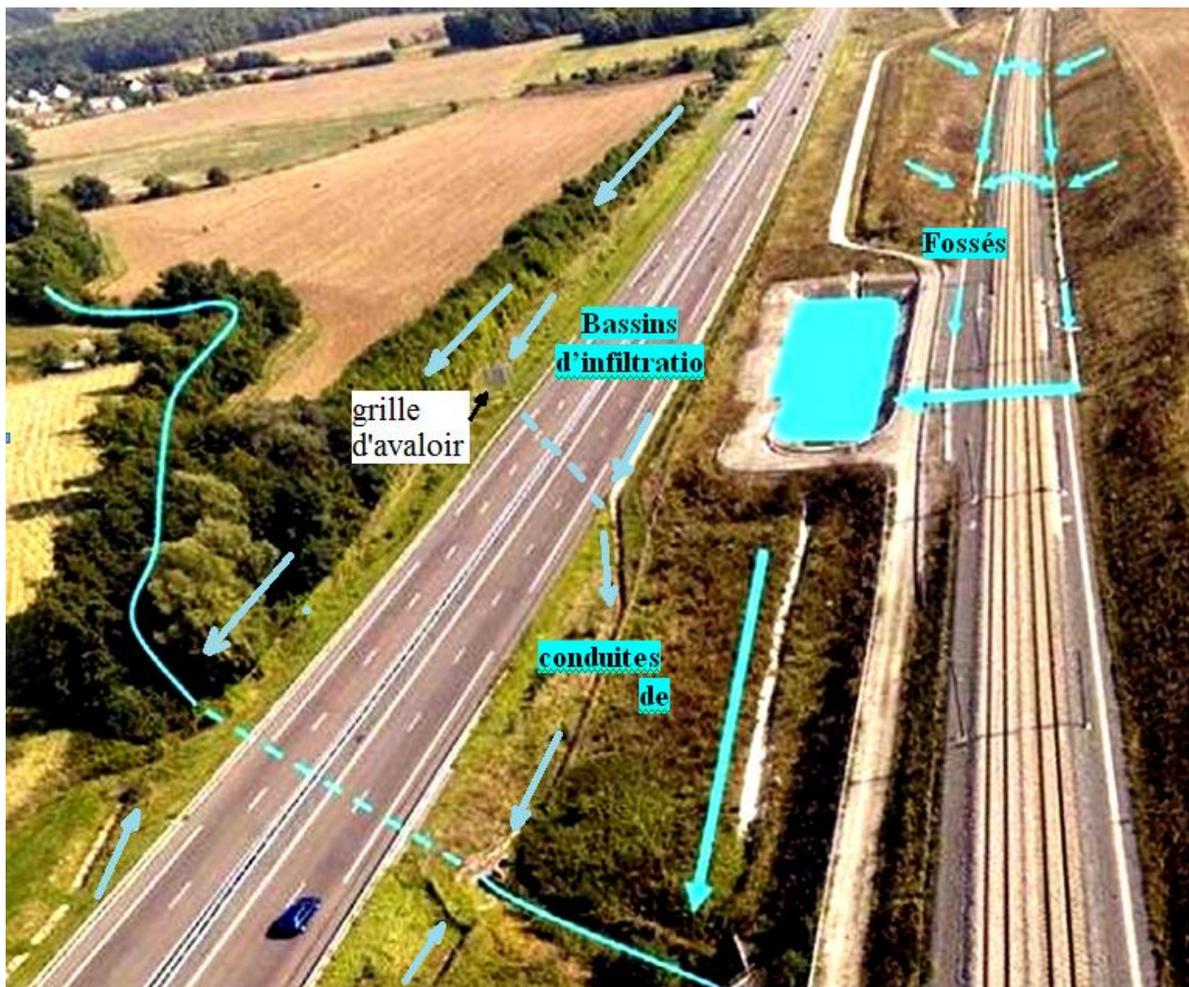


Figure III.20: Repérage des ruissellement au voisinage de route et Représentation schématique des Ouvrages d'assainissement longitudinaux

III.8. Drainage des eaux souterraines

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate- forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée ;

- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si la portance du sol est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions dépend :

- Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- De l'importance des problèmes de gel.
- De leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

CHAPITRE IV

**Exemple de concepts
de drainage**

Chapitre IV

Exemples de concepts de drainage

IV.1. Introduction

Les précipitations qui tombent directement sur les chaussées peuvent engendrer de fortes inondations si elles ne sont pas collectées et évacuées.

Pour éluder à ces problèmes, on doit prévoir dans la conception des routes d'une part, les ouvrages hydrauliques (ponceaux, buses et ponts) à l'endroit de l'intersection entre la route et les cours d'eau (rivières, oueds, etc.) assurant l'écoulement naturel et d'autre part, les fossés et les caniveaux, pour maintenir la chaussée hors d'eau.

La conception hydraulique des ouvrages exige la connaissance de la valeur du débit de crue, on a recours aux méthodes empiriques pour évaluer ces débits.

IV.2. Présentation de la région d'étude

Localisation :

La wilaya de Tiaret est située à l'ouest de l'Algérie, elle est délimitée :

- Au nord, par les wilayas de Tissemsilt et de Relizane ;
- Au sud, par les wilayas de Laghouat et de El Bayadh ;
- À l'ouest, par les wilayas de Mascara et de Saïda ;
- À l'est, par la wilaya de Djelfa.

Climat :

La wilaya de Tiaret se trouve à 1150 m d'altitude, son climat se caractérise par 02 périodes à savoir : un hiver rigoureux avec une température moyenne de 24°C et un été chaud et sec avec une temperature Moyenne. Un été chaud et sec avec une température moyenne de de 37,2°C. (ANDI Tiaret 2014).

La sécheresse estivale prolongée et l'irrégularité des précipitations sont autant des facteurs écologiques limitant, menaçants perpétuellement les écosystèmes naturels de la région.

Relief :

La wilaya de Tiaret présente sur le plan physique trois grandes zones distinctes :

Au nord : une zone montagneuse de l'Atlas tellien;

Au centre : les hauts plateaux ;

Au sud : des espaces semi arides.

Réseau hydrographique :

La longueur du réseau hydrographique de la wilaya s'élève à 1938 km, dont 889 km pour les oueds permanents et 1049 km pour les oueds intermittents. Les principaux oueds sont : Oued Touil, Oued Mina, Oued El Abed et Nahr Ouassel. En période normale la wilaya de Tiaret reçoit 300 à 400 mm de pluies par an, avec une fluctuation saisonnière de la pluviométrie allant de 157 mm en hiver à 31 mm en été. (ANDI Tiaret 2014).

Plusieurs rues et ruelles de la ville de Tiaret sont truffées de crevasses et autres nids-de-poule, donnant des cauchemars éveillés aux automobilistes mais aussi aux piétons.

Pratiquement aucune rue n'est épargnée par ces «trous», une situation aggravée par les dernières pluies.

Plusieurs fois retapés, les réseaux d'assainissement et de collecte des eaux pluviales restent peu fonctionnels, avec l'accumulation d'eaux stagnantes dans plusieurs quartiers et cités de la ville



Figure IV.1. Chaussée dégradée (Tiaret)

IV.3. Etude du projet

Un projet d'assainissement « drainage » comporte en général trois parties :

- la pluviométrie,
- l'impluvium (surface à assainir),
- l'ouvrage hydraulique de recueil des eaux.

La pluviométrie

Elle est donnée par les stations météorologiques régionales. Ces données permettent de réaliser les courbes intensité - durée - fréquence.

L'impluvium

L'impluvium est formé par l'ensemble des surfaces qui alimentent en eau de ruissellement l'ouvrage à dimensionner. Pour déterminer l'impluvium, il faut connaître les caractéristiques du projet (caractéristiques géométriques et coefficients de ruissellement) et les exutoires envisagés.

IV.4. Relevé des caractéristiques du projet

En plan :

- origine et extrémité du réseau (exutoire ou point de rejet),
- emplacement des liaisons transversales imposées par le tracé de la route.

En profil en long :

- points hauts et points bas en tenant compte des points de passage déblai / remblai,
- pentes du projet,
- pentes du fil d'eau du réseau si elles sont différentes de celle du projet routier (zones de changement de dévers par exemple),
- les points de changement de pente,
- l'abscisse des liaisons transversales,
- les pentes du terrain naturel en limite d'emprise du projet routier.

En profil en travers :

- nature des matériaux constituant l'impluvium,
- position des réseaux dans le profil en travers,
- pentes des différentes parties du profil en travers.

Evaluation des coefficients de ruissellement

L'ensemble des surfaces constituant de l'impluvium est le plus souvent constitué de surfaces de natures différentes quant aux caractéristiques vis à vis de l'écoulement de l'eau c'est à dire le coefficient de ruissellement C.

Les valeurs généralement utilisées pour les coefficients de ruissellement sont :

- chaussées et surfaces revêtues C = 1 à 0,9
- accotements stabilisés C = 0,8
- berme (lorsqu'elle reçoit les eaux de la chaussée) C = 0,7
- autres surfaces planes engazonnées C = 0,3
- talus (suivant la pente et la nature du sol) C = 0,3 à 0,6

Le coefficient de l'ouvrage de recueil des eaux est généralement pris égal à 1 car il est considéré plein d'eau.

Recherche des exutoires

C'est une étape importante du projet qui doit être appréhendée le plus tôt possible dès le début des études et doit s'accompagner par des reconnaissances sur le terrain en saison pluvieuse et également l'été lors de gros orage.

Les exutoires peuvent être soit :

- des exutoires naturels qui existent déjà,
- des exutoires artificiels qui amèneront les eaux vers les exutoires naturels,
- des bassins de stockage ou tampons et des bassins d'infiltration.

Recapitulatif de la démarche

1 Choisir le type d'ouvrage et le point de calcul

2 Calculer le débit capable de l'ouvrage à plein

$$Q_c = 1000.K.R_h^{2/3}.S_m.\sqrt{P}$$

3 Calculer la vitesse correspondante $V = \frac{Q_c}{S_m}$

4 Calculer le temps de concentration $T_c = t_{c1} + t_{c2}$ avec $t_{c1} = 1 \text{ min.}$ par voie et

$$t_{c2} = \frac{L}{0,85.V.60}$$

5 Calculer l'intensité pour un temps de retour de 10 Ans

$$i = a.(t_c)^{-b}$$

6 Calculer le débit d'apport

$$Q_a = \frac{1}{3600}.C.i.A$$

7 Comparer le débit capable et le débit d'apport

- si $Q_c > Q_a$ l'ouvrage convient
- si $Q_c < Q_a$ l'ouvrage est trop petit
- si $Q_c \gg Q_a$ l'ouvrage convient, mais il est surdimensionné

Calcul du débit maximum réel

La comparaison entre le débit d'apport de la plate-forme routière et le débit capable de l'ouvrage permet de vérifier que l'ouvrage choisi convient, mais ne donne pas le débit réel maximum qui doit être inférieur au débit capable de l'ouvrage à plein pour une période de retour donnée.

Si on trace sur un graphique le débit d'apport du projet et le débit de l'ouvrage en fonction de la hauteur d'eau dans l'ouvrage, ces deux courbes se croisent à une certaine hauteur de remplissage (en effet le débit d'apport varie peu alors que la variation du débit capable est importante). A cette hauteur correspond un débit d'apport égal au débit de l'ouvrage qui représente le débit maximum du projet pour la période de retour fixée (généralement 10 ans).

Pour trouver ce débit, il faut donc procéder par itération en faisant varier la hauteur d'eau dans l'ouvrage.

Quelques conseils

Commencer par la conception générale du réseau d'assainissement et ensuite faire les calculs pour vérifier le dimensionnement, ne pas détailler inutilement les calculs, l'assainissement n'est pas une science exacte.

Penser à l'autocurage pour les ouvrages revêtus en évitant les pentes inférieures à 0,5 % La vitesse d'autocurage se calcule au 1/10 du débit maximum et doit être supérieur à 0,6 m/s.

En contrepartie, ne pas dépasser une vitesse de 4 m/s pour les ouvrages bétonnés et environ 1,5 m/s pour les fossés ou cunettes en terre.

Ne pas utiliser les ouvrages à pleine section, ne pas dépasser 80% de la hauteur de remplissage (augmenter plutôt les dimensions de l'ouvrage).

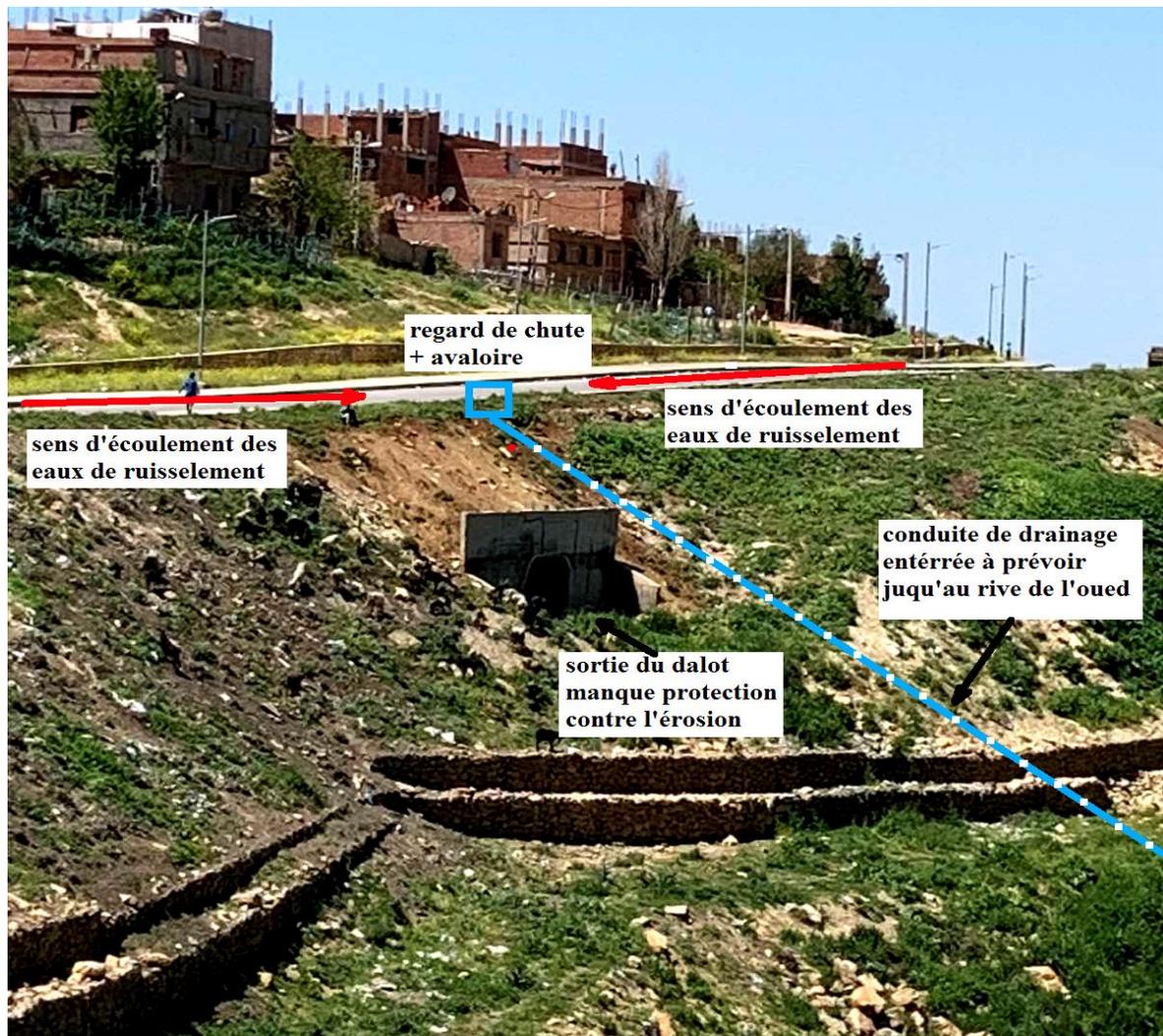


Figure IV.2. talus « Voie Oued Tolba »



Figure IV.3. Vue de face « Voie Oued Tolba »



Figure IV.4. dalot « Voie Oued Tolba »

IV.5. Dimensionnement des ouvrages du réseau d'assainissement

Le dimensionnement de différents types d'ouvrages d'assainissement résulte de la comparaison du débit d'apport et le débit de saturation de chaque type d'ouvrage.

$$Q_a \leq Q_s$$

Q_a : Débit d'apport (m^3/s)

Q_s : Débit de saturation (m^3/s)

Choix des ouvrages d'assainissement :

Le choix d'un ouvrage d'assainissement doit principalement reposer sur les critères suivants:

- Sa capacité hydraulique ;
- Son insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier, donc sa géométrie qui prend en compte l'aspect sécurité de l'utilisateur également ;
- Son niveau de protection au regard de la vulnérabilité des eaux ;
- Sa facilité d'entretien et d'exploitation des ouvrages.

Le dimensionnement de différents types d'ouvrage d'assainissement résulte de la comparaison du débit d'apport et le débit de saturation de chaque type d'ouvrage.

$$Q_a = Q_s$$

Le débit d'apport :

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante:

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

Avec:

Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m^3/s).

K: coefficients de rugosité $K= 0.2778$

C : coefficient de ruissellement sans dimension.

A : aire du bassin versant (ha ou Km^2).

I_t : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

Remarque :

La formule $Q_a = K \times C \times I_t \times A$ est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes :

Q_a en (m³/s) valable pour : I_t en (mm/h) ; A en (km²) ; $K= 0.2778$

Q_a en (L/s) valable pour : I_t en (mm/h) ; A en (ha) ; $K= 2.778$

Coefficient de ruissellement « C » :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des paramètres suivants :

la pente et la couverture végétale du bassin versant, l'intensité de pluie et la perméabilité du terrain.

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle.

Il peut être choisi suivant le tableau ci-après:

Tableau IV..1. : Coefficient de ruissellement « C »

Type de chaussée	Coefficient« C »	Valeurs prise
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 à 0.95	0.95
Accotement(sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.35
Talus, sol perméable	0.10 à 0.30	0.25
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

L'intensité de la pluie I_t :

$$I_t = i \cdot \left(\frac{t_c}{24} \right)^\beta$$

Avec:

$\beta = b - 1$ avec: $b = 0.36$

i : intensité horaire (mm/h).

t_c : temps de concentration (heure)

L'intensité horaire i :

$$i = \left(\frac{P_j(\%)}{t} \right)$$

Avec : $t = 24\text{h}$

Temps de concentration t_c :

La durée t de l'averse qui produit le débit maximum Q prise égale au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après VENTURA, PASSINI, GIADOTTI, comme suit :

- Si $A < 5 \text{ km}^2$, selon VENTURA :

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$$

- Si $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$, selon GIANDOTTI:

$$t_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

- Si $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$, selon PASSINI:

$$t_c = \frac{(4 \cdot \sqrt{A}) + (1,5 \cdot L)}{(0,8 \sqrt{H})}$$

Avec:

A: aire du bassin versant (km^2).

P : Pente moyenne du bassin versant (m/m).

L : Longueur de bassin versant (km).

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

La pluie de fréquence pour le calcul du dimensionnement des ouvrages hydrauliques correspond à une durée de pluie 15minute = 0.25 heures ($t_c = 0.25$ h).

Pluie journalière maximal annuelle P_j :

P_j est donnée par la formule de GALTON :

$$P_j(\%) = \left[\frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right] \cdot \left[e^{\left(\mu \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)} \right)} \right]$$

Avec :

P_{jmoy} : pluie journalière moyenne (mm).

C_v : Coefficient de variation climatique.

ln : Log Népérien.

μ : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

Tableau IV.2. Variable de Gauss.

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS (μ)	0	0.84	1.28	1.64	2.05	2.3

Remarque :

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les dalots seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnées pour une période de retour 100 ans.

Le débit de saturation:

Le débit de saturation où le débit capable est calculé par le biais de la formule de MANNING STRICKLER sur un écoulement en régime uniforme.

$$Q_S = S_m \cdot K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$

$$R_h = \frac{S_m}{P_m}$$

$$S_m = \frac{\pi \cdot R^2}{2}, P_m = \pi \cdot R \Rightarrow R_h = \frac{R}{2}$$

Avec:

Q_s : Le débit de saturation.

st : Section totale de l'ouvrage.

S_m : Surface mouillée (m²).

K_{st} : coefficient de rugosité.

I : pente moyenne de l'ouvrage.

R_h : Rayon hydraulique (m).

Tableau IV.3. Coefficient de rugosité K_{st}

Matériaux constituant la buse	Coefficient de rugosité K _{st}
En terre	30
En metal	40
En maçonnerie	50
En béton ordinaire (dalots)	70
En béton préfabriqué (buses)	80



Figure IV.5 vue satellite « Voie Oued Tolba » coté droit du dalot



Figure IV.6 vue satellite « Voie Oued Tolba » coté gauche du dalot

Tableau IV.4. Précipitations mensuelles de la wilaya de Tiaret

Mois année	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sep	oct	nov	dec
1998	25.3	29.2	17.2	50.4	65.9	1.5	0	3.9	12.4	7.7	8.8	29.8
1999	58.5	22.1	67	0	11.5	0.5	0.3	13.8	31.9	55.7	25.3	79.2
2000	0.5	0	3.9	22.4	22	0	0.6	2.1	17.5	22.4	61.6	53.2
2001	96.3	33.2	5.1	34	12.4	0.1	0.1	5.6	46.5	19.6	24.9	34.8
2002	5.6	14.8	17.9	39.3	49.5	8.1	0.7	29.5	0.5	16.2	60.4	28.3
2003	56.7	59.7	6.3	50	12.6	22	2.1	26.4	24	85.2	68	69.9
2004	11.7	38.9	17.3	39.1	66.6	19	5.8	10.5	34	35.8	17.5	64.6
2005	16.4	29.4	41.2	7.1	1.6	18	5.4	0	25.6	49.4	54.5	23.3
2006	39.63	74.4	16.7	41.1	76.9	3.5	4.07	7.62	213.1	11.5	6.61	39.12
2007	19.06	43.18	28.2	101	16	0.5	5.33	8.12	23.63	122.17	37.33	5.84
2008	18.55	20.82	24.4	16.7	60.4	15	1.02	1.78	31.74	66.81	56.38	68.08
2009	135	81	149	93	84	2	11	6	48	10	36	87
2010	114	137	90	86	88	17	3	19	17	48	35	29
2011	39	59	70	55	102	50	14	31	38	34	44	13
2012	14	39	79	83	34	86	22	13	21	63	128	14
2013	90	56	80	136	72	8	46	12	40	29	34	45
2014	54	56	100	22	30	46	8	15	86	21	54	21
2015	49	95	29	11	12	29	1	9	49	136	23	3
2016	42	85	104	54	34	16	11	2	28	23	56	49
2017	137	14	15	23	43	29	5	26	4	28	53	72
2018	36	48	146	119	44	71	3	10	70	62	60	40
2019	88	31	23	62	26	6	9	15	38	5	74	27
2020	53	1	56	102	10	3	1	1	6	5	28	67
2021	43	16	33	21	26	18	1	2	9	1	27	7

Données du site « Voie Oued Tolba »

Dalot : Largeur : 2.2m

Hauteur : 2.15m

Pente : J=2.5%

Route : Largeur :7m

Trottoir : largeur : 2m

Talus : Largeur : 9m

Pente : 67°

Pour la Chaussée (coté droid du dalot)

Surface de la chaussée :

2 voies \times 3.5 = 7m + 4m (trottoir) = 11m

$A = 11 \times 158,01 = 1738,11\text{m}^2 = 0,001738 \text{ km}^2$

$C_c = 0.95$

Pente de la chaussée = 2.5%

On calcule le temps de concentration :

Calcul du temps de concentration :

Lorsque : $A < 5\text{km}^2 \rightarrow$ On utilise la formule de de VENTURA :

$$T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

$$T_c = 0,127 \sqrt{\frac{0,001738}{0,025}} = 0,033 \text{ heures}$$

$T_c = 2\text{min}$

Intensité pluviométrique :

On utilise la formule de MONTANA pour une période de retour de 50 ans

$$I = a.(T)^{-b}$$

$$I = 574.(2)^{-0,68} = 358,27 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = 0,2778.0,95.358,27.0,001738 = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

On prend $Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (coté droid du dalot)

Pour la Chaussée (coté gauche du dalot)

Surface de la chaussée :

$$2 \text{ voies} \times 3.5 = 7\text{m} + 4\text{m (trottoir)} = 11\text{m}$$

$$A = 11 \times 183,5 = 2018,5 \text{ m}^2 = 0,002018 \text{ km}^2$$

$$C_c = 0.95$$

$$\text{Pente de la chaussée} = 2.5\%$$

On calcule le temps de concentration :

Calcul du temps de concentration :

Lorsque : $A < 5\text{km}^2 \rightarrow$ On utilise la formule de de VENTURA :

$$T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

$$T_c = 0,127 \sqrt{\frac{0,002018}{0,025}} = 0,036 \text{ heures}$$

$$T_c = 2,16 \text{ min}$$

Intensité pluviométrique :

On utilise la formule de MONTANA pour une période de retour de 50 ans

$$I = a.(T)^{-b}$$

$$I = 574.(2,16)^{-0,68} = 340 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = 0,2778.0,95.340.0,002018 = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$$

On prend $Q_a = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (coté gauche du dalot)

Le cumul des deux débit au niveau du regard de chute $Q_a = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$

IV.6. Dimensionnement des buses

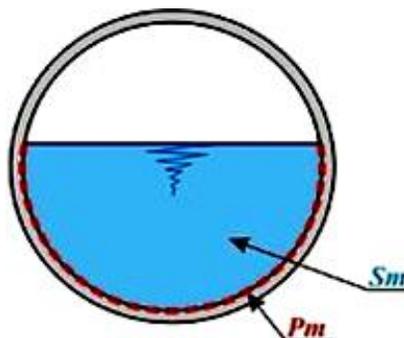


Figure IV.7. Section transversale d'un ouvrage d'assainissement représente S_m et P_m

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que $Q_a = Q_s$

Donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition.

$$Q_s = S_m \cdot K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I_t \cdot A$$

Avec:

$K_{st} = 80$ (buse)

I: la pente de pose (3%) avec prévision d'un regard de chute.

$$Q_s = \frac{\pi \cdot R^2}{2} \cdot K_{st} \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R = \left[\frac{Q_a \cdot 2\sqrt{2}}{\pi \cdot K_{st} \cdot \sqrt{I}} \right]^{3/8}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R = \left[\frac{0,4 \cdot 2\sqrt{2}}{3,14 \cdot 80 \cdot \sqrt{0,03}} \right]^{3/8} = 0,25m$$

Une fois le rayon R est déterminé on prend le diamètre de la buse $\emptyset = 2R$.

$$\emptyset = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ m}$$

- On a un assemblage de (2) bassin versant en parallèles :



Figure IV.8. Bassin versant (1)



Figure IV.9. Bassin versant (2)

Bassins versants en parallèle :

Bassins versants de caractéristiques différentes se jetant au même exutoire. Cette notion a été introduite explicitement par l'Instruction technique de 1977 pour permettre le calcul du débit maximum à prendre en compte dans ce cas en appliquant la méthode de Caquot.

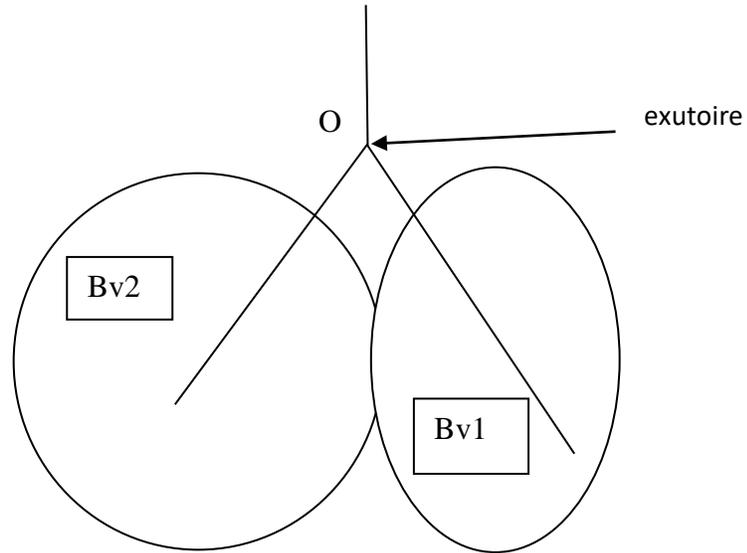


Figure IV.10. représentatif d'un (2) bassins versant en parallèles

- **Assemblage en parallèle Bv1/Bv2 :**

On calcule le :

- Débit résultant au point O.
- Superficie équivalente.
- Coefficient de ruissellement équivalente.
- Pente équivalent.

Tableau IV.5. Caractéristique du bassins versants

Paramétré	A(ha)	I(m/m)	L(m)	C
Bassin versant1	3.9	0.04	320	0.45
Bassin versant2	4.1	0.035	309	0.5

Tableau IV.6. Formules superficielles déterminées dans la zone Méditerranéenne France (région III), valable pour l'Algérie du Nord.

Durée de retour	a	b	Formule superficielle du débit en m^3/s
1 ans	3.8	-0.53	$0.804 \times I^{0.26} \times C^{1.18} \times A^{0.80}$
2 ans	5.0	-0.54	$1.121 \times I^{0.20} \times C^{1.18} \times A^{0.80}$
5 ans	5.9	-0.51	$1.327 \times I^{0.24} \times C^{1.17} \times A^{0.81}$
10 ans	6.1	-0.44	$1.296 \times I^{0.21} \times C^{1.14} \times A^{0.83}$

Calcul du débit de Bassin 1

b(f) = - 0,44 et f = - 0,287

$$Q_1 = 1,3 \cdot I_1^{0,21} \cdot C_1^{1,14} \cdot A_1^{0,83}$$

$$Q_1 = 1,3 \cdot 0,04^{0,21} \cdot 0,45^{1,14} \cdot 3,9^{0,83} = 0,82$$

$$Q_{\text{corrigé}} = m_1 \cdot Q_{\text{résul tant}}$$

$$M_1 = \frac{L_1}{\sqrt{A_1}}$$

$$M_1 = \frac{320}{\sqrt{3,9 \cdot 10000}} = 1,62$$

$$m_1 = \left[\frac{M_1}{2} \right]^{\frac{0,84 \cdot b(F)}{1 - b(F) \cdot f}}$$

$$m_1 = \left[\frac{1,62}{2} \right]^{\frac{0,84 \cdot (-0,44)}{1 - (-0,44) \cdot (-0,287)}} = 1,09$$

$$Q_{1\text{corrigé}} = m_1 \cdot Q_{1\text{résul tan t}} = 1,09 \cdot 0,82 = 0,89$$

Calcul du débit de Bassin 2

$$Q_2 = 1,3 \cdot I_2^{0,21} \cdot C_2^{1,14} \cdot A_2^{0,83}$$

$$Q_2 = 1,3 \cdot 0,035^{0,21} \cdot 0,5^{1,14} \cdot 4,1^{0,83} = 0,94$$

$$Q_{2\text{corrigé}} = m_2 \cdot Q_{2\text{résul tan t}}$$

$$M_2 = \frac{L_2}{\sqrt{A_2}}$$

$$M_2 = \frac{309}{\sqrt{4,1 \cdot 10000}} = 1,53$$

$$m_2 = \left[\frac{M_2}{2} \right]^{\frac{0,84 \cdot b(F)}{1 - b(F) \cdot f}}$$

$$m_2 = \left[\frac{1,53}{2} \right]^{\frac{0,84 \cdot (-0,44)}{1 - (-0,44) \cdot (-0,287)}} = 1,12$$

$$Q_{2\text{corrigé}} = m_2 \cdot Q_{2\text{résul tan t}} = 1,12 \cdot 0,94 = 1,05$$

a) Calcul de la penteéquivalente :

$$I_{\text{moy.équi}} = \frac{I_1 \cdot Q_{1\text{corr}} + I_2 \cdot Q_{2\text{corr}}}{Q_{1\text{corr}} + Q_{2\text{corr}}}$$

$$I_{\text{moy.équi}} = \frac{0,04 \cdot 0,89 + 0,035 \cdot 1,05}{0,89 + 1,05} = 0,037$$

C) Calcul du débit corrigé résultant au point O :

A_t : surface totale = 3,9 + 4,4 = 8 ha

$C_{\text{éq}}$: coef de ruissellement équivalent

$$C_{\text{éq}} = \frac{\sum(C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2)}{\sum(A_1 + A_2)} = \frac{(0,45 \cdot 3,9) + (0,5 \cdot 4,1)}{(3,9 + 4,1)} = 0,48$$

Tableau récapitulatif

Paramètres équivalents	$A_{\text{éq}}$ (ha)	$C_{\text{éq}}$	$I_{\text{éq}}$ (m/m)
Bassins en parallèles	8ha	0.48	0.037

$$Q_{\text{res}} = 1,3 \cdot I_{\text{éq}}^{0,21} \cdot C_{\text{éq}}^{1,14} \cdot A_t^{0,83}$$

$$Q_{\text{res}} = 1,3 \cdot 0,037^{0,21} \cdot 0,48^{1,14} \cdot 8^{0,83} = 1,58 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$M = \frac{L(Q_{\text{max}})}{\sqrt{A}} = \frac{309}{\sqrt{8 \cdot 10000}} = 1,09$$

$$m = \left[\frac{M}{2} \right]^{\frac{0,84 \cdot b(F)}{1 - b(F) \cdot f}}$$

$$m = \left[\frac{1,09}{2} \right]^{\frac{0,84 \cdot (-0,44)}{1 - (-0,44) \cdot (-0,287)}} = 1,29$$

$$Q_{\text{corrigé}} = m \cdot Q_{\text{résul}} \tan t = 1,29 \cdot 1,58 = 2,04 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Pour l'assemblage en parallèle, vérification de la condition :

$$\text{Max} (Q_{1\text{corr}}, Q_{2\text{corr}}) \leq Q_{\text{résultant corr}} \leq (Q_{1\text{corr}} + Q_{2\text{corr}})$$

$$\text{Max} (0,89,1,05) \text{ m}^3/\text{s} \leq 2,04 \text{ m}^3/\text{s} \leq 1,94 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condition non vérifiée donc :

$$Q_{\text{résultant corr}} = 1,94 (\text{m}^3/\text{s})$$

IV.7. Dimensionnement Des Fossés

Les fossés récupèrent les eaux de ruissellement venant de la chaussée, de l'accotement et du talus. Pour notre étude nous adoptons des fossés en béton, ceci est fonction des pentes du fossé et la nature des matériaux du sol support. Le profil en travers hypothétique de fossé est donné dans la figure ci-

dessous. On fixe la base à $b = 50$ cm et la pente du talus à $P = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5}$

d'où la possibilité de calcul du rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

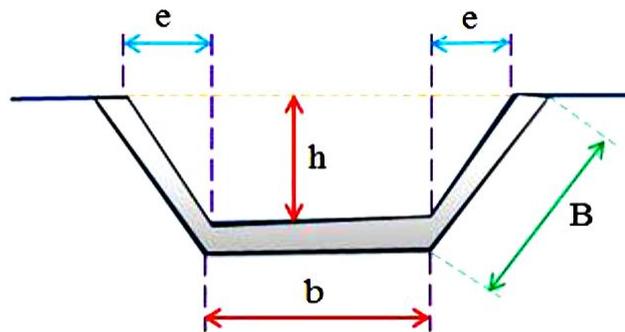


Figure IV.11. Section transversale d'un Fossé

Calcul de la surface mouillée :

$$S_m = (b.h) + 2 \cdot \left(\frac{e.h}{2} \right)$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n}$$

D'où $e = n.h$

$$S_m = (b.h) + (n.h^2) = h.[b + (n.h)]$$

$$S_m = h.[b + (n.h)]$$

Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2.B$$

$$B\sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + (h^2.n^2)} = h.\sqrt{1 + n^2}$$

$$P_m = b + 2.h.\sqrt{1 + n^2}$$

Calcul du rayon hydraulique :

$$R_H = \frac{S_m}{P_m} = \frac{S_m = h.[b + (n.h)]}{b + 2.h.\sqrt{1 + n^2}}$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur (h) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivant :

$$Q_a = Q_s \rightarrow K.C.I.A = S_m.K_{ST}.R_H^{2/3}.J^{1/2}$$

$$Q_s = K.C.I.A = 1,94m^3 / s$$

Dimensionnement des fossés 1 :

$$Q_{\text{corrigé}} = 0,89m^3 / s$$

$$Q_a = K_{ST}.h.[b + (n.h)] \left[\frac{h.[b + (n.h)]}{b + 2.h.\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} .J^{1/2}$$

Avec : J= 4 %, $K_{ST} = 30$, $b=0,5$ m, $n=1,5$

$$Q_a = 30.h.[0,5 + (1,5.h)] \left[\frac{h.[0,5 + (1,5.h)]}{0,5 + 2.h.\sqrt{1 + 1,5^2}} \right]^{2/3} .0,04^{1/2} = 0,89m^3 / s$$

$h = 0.38 \text{ m} \rightarrow$ on prend $h=0,5 \text{ m}$

Dimensionnement des fossés 2 :

$$Q_{2\text{corrigé}} = 1,05 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Avec : $J= 3,5 \%$, $K_{ST} =30$, $b=0,5 \text{ m}$, $n=1,5$

$$Q_a = 30.h.[0,5 + (1,5.h)] \left[\frac{h.[0,5 + (1,5.h)]}{0,5 + 2.h.\sqrt{1+1,5^2}} \right]^{2/3} .0,035^{1/2} = 1,05 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$h = 0.43\text{m} \rightarrow$ on prend $h=0,5 \text{ m}$

Conclusion : Pour des raisons de sécurité, les dimensions retenues du fossé sont : $b= h=50\text{cm}$. Alors : $b=50 \text{ cm}$ et $h=50\text{cm}$

IV.8. Dimensionnement du dalot

La section du dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot. On fixe la hauteur tenant compte du profil en long et on calcule l'ouverture L nécessaire et on fixe aussi la hauteur de remplissage à $\rho=0,8h$.

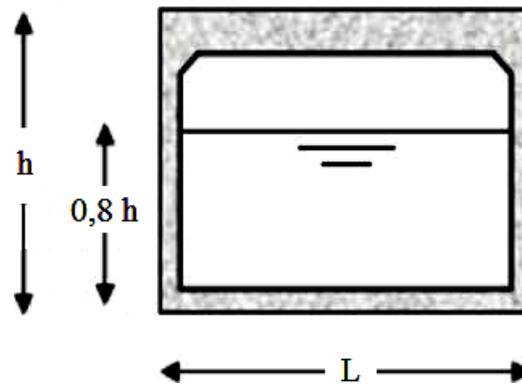


Figure IV.12. Section transversale d'un Dalot

On a:

$$\text{Périmètre mouillé} : P_m = (2.0,8.h) + L$$

$$\text{Section mouillée} : S_m = 0,8.h.L$$

$$\text{Rayon mouillé : } R_H = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0,8.h.L}{(1,6.h) + L}$$

$$Q_a = Q_s = S_m \cdot K_{ST} \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$Q_s = 0,8.h.L.K_{ST} \cdot \left(\frac{0,8.h.L}{(1,6.h) + L} \right)^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

Avec : K_{ST} : coefficient de STRICKLER $K_{ST}=70$ (dalot en béton).

J : pente du dalot.

Le débit rapporté par le bassin versant, doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot.

$$Q_a = Q_s$$

$$Q_a = 0,8.h.L.K_{ST} \cdot \left(\frac{0,8.h.L}{(1,6.h) + L} \right)^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

N.B : On tire la valeur de h qui vérifie cette égalité, par itération.

Dalot :

Largeur : 2.2m

Hauteur : 2.15m

J=2.5%

On peut utiliser la méthode rationnelle

Nous rappelons que : $Q_a = Q_s$

Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m^3/s).

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s).

Calcul des débits d'apport :

$$Q_a = K.C.I.A$$

K : coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s) $K = 0.2778$.

C : coefficient de ruissellement.

I : l'intensité pluviométrique exprimée en mm /h.

A : superficie du bassin versant.

Débit limite de saturation de l'ouvrage :

$$Q_s = (0,8.h.L).K_{ST} \cdot \left[\frac{0,8.h.L}{1,6.h + L} \right]^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

Avec : $K_{st}=70$, $L=2,2m$, $J=2,5\%$

N.B : le dalot de notre cas d'étude et un prolongement d'un ouvrage hydraulique existant sous l'autoroute Est-Ouest, en gardant la même hauteur on a : $h=2,15m$.

$$Q_s = (0,8.2,15.2,2).70 \cdot \left[\frac{0,8.2,15.2,2}{1,6.2,15 + 2,2} \right]^{2/3} \cdot 0,025^{1/2} = 32,09m^3 / s$$

$$Q_s = 32,09 m^3/s$$

On a : $Q_s > Q_s \rightarrow h = 2,15 m$ est vérifiée.

Conclusion : notre dalot est de dimensions : $L = 3,5m$ et $h = 2,15m$.

Conclusion

en comparant les dimensions calculées précédemment pour les différents ouvrages de drainage par rapport à ceux existants, on constate que le dalot existant est surdimensionné, le fossé est largement suffisant cependant on reproche l'inexistence de la buse pour évacuer les eaux de ruissellement drainée de la surface de chaussée vers l'oued Tolba.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les rôles que joueront les ouvrages de drainage sont principalement d'éliminer ou de réduire les effets de l'eau accumulée dans la chaussée et le terrain naturel support de cette chaussée, de rabattre les nappes proches de l'ouvrage routier, d'intercepter les remontées capillaires, de stopper les diffusions latérales depuis le terrain naturel ou les accotements, de capter et de collecter les eaux infiltrées dans les terres pleins et aménagements annexes.

La pérennité et le niveau de service d'une chaussée dépend globalement du fonctionnement de son système de drainage.

Toutefois il s'avère nécessaire qu'un projet de drainage soit basé sur des calculs et des dimensionnements propres aux différents dispositifs, une bonne exécution et un entretien courant, pour s'assurer de son fonctionnement.

Lorsque la saturation du matériau granulaire est presque atteinte, le comportement résilient subit une diminution. Ainsi, un fort degré de saturation et une faible perméabilité génèrent une augmentation de la pression interstitielle et une diminution de la rigidité et de la résistance du matériau.

Pour les talus de remblai, même avec un élément imperméable, comme un noyau protecteur, les remblais peuvent être menacés par l'érosion. Une fois que le niveau de l'eau en amont dépasse le sommet de l'élément imperméable, l'infiltration d'eau en aval de la route met en danger la totalité du remblai. Les effets du débordement varient essentiellement en fonction de la perméabilité, des caractéristiques mécaniques du matériau constituant le remblai, le taux de détérioration, l'ampleur avec laquelle l'eau en amont augmente et la vitesse de l'écoulement.

En effet, la végétation, les géotextiles et les géotextiles renforcées ont été utilisés pour des écoulements à faible vitesse. Par ailleurs, les blocs de béton, l'enrochement, les gabions et la stabilisation à l'aide des liants hydrauliques ont été utilisés pour des écoulements à grandes vitesses.

Les eaux captées en amont, et sur la route, doivent être conduites en aval et dissipées dans un réseau d'écoulement naturel sans perturber celui-ci, ni désorganiser les conditions de l'environnement.

En matière de drainage, l'économie n'est pas à rechercher dans la réduction du coût des travaux.

Il faut tenir compte des effets d'un mauvais drainage sur le comportement des chaussées et sur le coût d'entretien nécessaire pour maintenir la qualité du service attendue par l'utilisateur.

La lutte contre le colmatage peut-être faite par usage de géotextiles donnant de bons résultats, ceci en tapissant la tranchée drainante du géotextile. Il y a lieu de garder un équilibre entre la perméabilité et le risque de contamination.

En général, pour les sols fins on adopte de faible perméabilité pour le géotextile, pour les sols granulaires uniformes et sans fines on adopte des perméabilités très élevées.

Pour tout système de drainage utilisé, il est toujours impératif de garder l'exutoire bien dégagé, débouchant au dessous du niveau d'eau du fossé.

Les systèmes de drainage doivent être conçus de manière à simplifier au maximum leur surveillance et leur entretien (chambres de visites,....).

Le choix d'un ouvrage de drainage devra tenir compte de la sécurité de l'usager, l'entretien et exploitation, dimensionnement mécanique et conditions économiques.

Les petits ouvrages hydrauliques, vu le rôle qu'ils jouent dans la protection de la route contre les effets de l'eau doivent être conçus pour être stables résistants, faciles d'entretien en prenant en considération tous les paramètres environnementaux les affectants.

Le principe général à suivre pour la vérification théorique du dimensionnement hydraulique est de réaliser des ouvrages tels que les débits critiques en aval soient plus grands que les débits critiques en amont.

Là où l'ouvrage dépasse des dimensions acceptables, il faut créer des réservoirs tampons avec débit de la fuite compatible avec la suite aval du système.

Le système de drainage doit être conçu en évaluant sur le plan économique les coûts des ouvrages, comparés aux coûts résultant des dégradations et nuisances risquées par un sous-dimensionnement.

Un surdimensionnement à l'exécution coûte toujours moins cher que des travaux de reprise après l'exécution.

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).

- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate- forme(danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).
- Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute se durée de vie.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

Bibliographie

Bibliographie

- [1] - Assainissement Routier, Guide Technique SETRA- LCPC (2006).
- [2] - Normes technique d'aménagement des routes, B40. Algérie, ministre des travaux publics, octobre (1977).
- [3] - G. SCHNEEBLI, hydraulique souterraine, éditions Eyrols 1966.
- [4] - Mermoud A. 2007. Assainissement du sol. Cours : « Gestion du régime hydrique des sols » de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- [5] - BIAOU A.C., 2009 : Cours d'hydraulique routière. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Unité thématique d'enseignement et de recherche (UTER). Edité au 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso.
- [6] - FEHAM SOUFIANE, 1999, étude hydrologique du bassin versant d'oued MEKERRA de wilaya de SIDI BEL ABBES, mémoire d'ingénieur, université de MASCARA.
- [7] - BACHI MOHAMED (2011) : «Problematique du risque inondation en milieu urbain», Mémoire de Magister, Université Aboubakr Belkaïd Tlemcen
- [8] - BOUCHETA BANAIANI ,1984 , Hydrologie et aménagement en Algérie (le bassin de la moyenne MEKERRA wilaya de SIDI BEL ABBES), Thèses de doctorat.
- [9] - ANRH (1993). Etude des pluies de courtes durées- Elaboration de programmes relatifs à l'étude Intensité - Durée – Fréquence, Rapport n°1, Département: Hydrologie. Service: Climatologie. Algérie.
- [10] - KADDOUR Fatima (2012) : «Evolution récente des conditions climatiques et des écoulements sur le bassin versant avec proposition d'un concept de gestion des eaux pluviales», Mémoire de Master, Université de Tiaret

- [11] - Instruction technique, 1977
- [12] - Sétra, 2009. Apport du drainage dans la conception des plates-formes support de chaussées-complément au guide drainage routier et guides relatifs aux terrassements.
- [13] - Chaumont, M., Paquin, C. (1971). Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000. Société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, Algeria
- [14] - Abdou DIOUF Ing MSc. A: « Cours d'hydraulique urbaine 1997-1998 » Ecole Polytechnique de Thiès.
- [15] - Laborde J.P (1972) « Eléments d'hydrologie de surface » Tome II – Editeurs Masson et Cie, Paris 1972
- [16] - Assainissement Routier et protection de la ressource en eau, Guide Technique SETRA-LCPC (2009).
- [17] - KHALLI F.Z. GOUMETTRE A. (2012). Manuel de projet de routes 113 p. OPU. Alger
- [18] - J. COSTET, G. SANGLERAT, cours pratique de mécanique des Sols, T éditions Dunod 1981.
- [19] - L'eau et la route. Direction des routes, ministère de l'équipement des transports de l'aménagement du territoire du tourisme et de la mer. France (2004).
- [20] - Sétra, 1992. Réalisation des remblais et des couches de forme GTR. Guide technique. Fascicule I : Principes généraux. Fascicule II : Annexes techniques.
- [21] - V. METREVELI, hydrogéologie et phénomène de transport, (Ecole polytechnique Alger) 1990.

Annexe

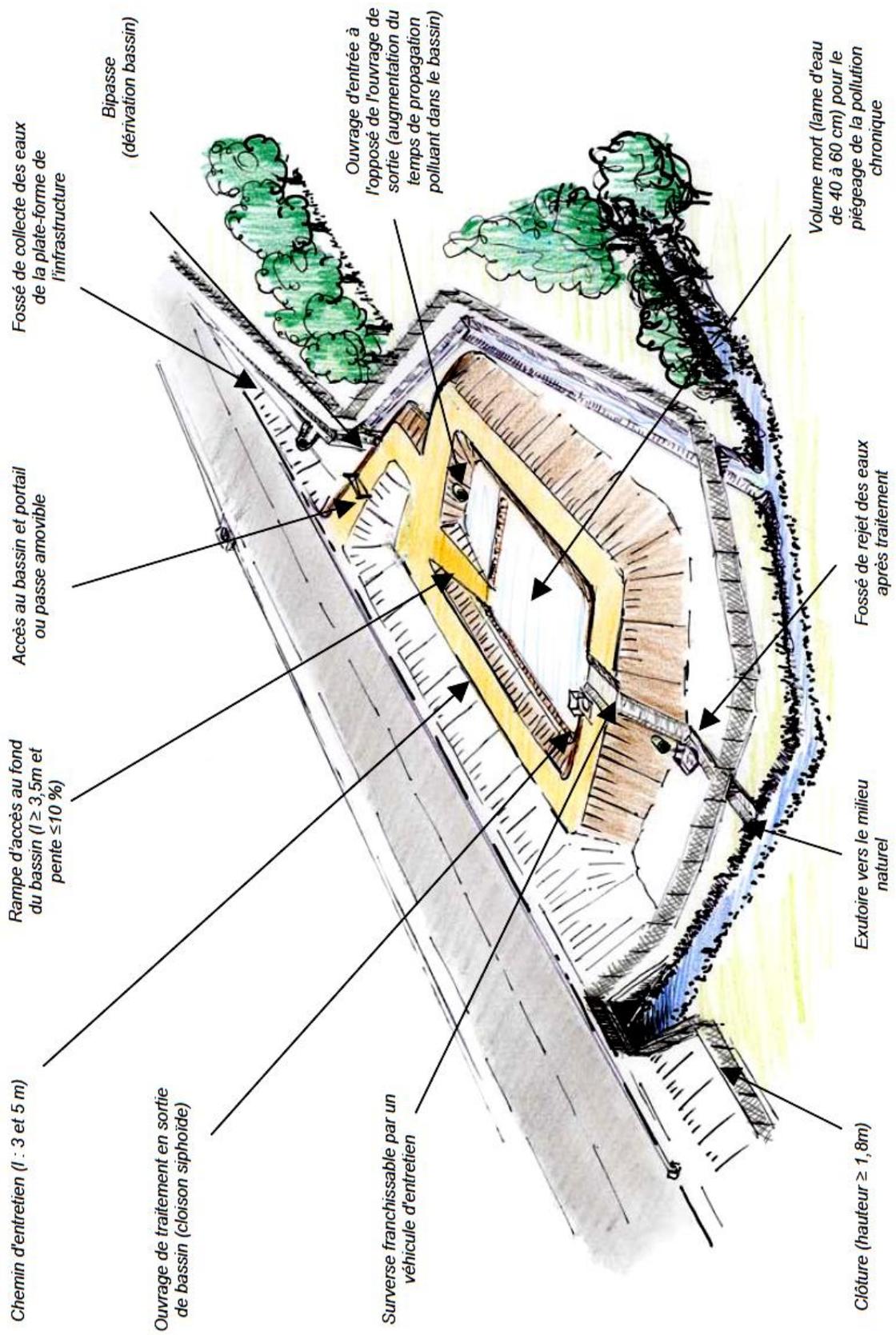


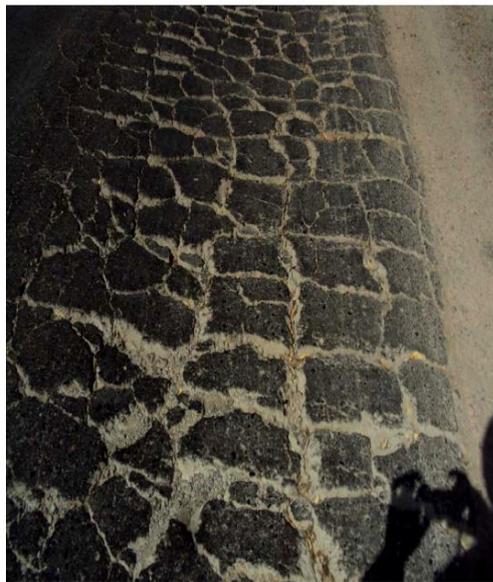
Illustration 2 : schéma de principe d'un bassin d'assainissement avec volume mort (longueur/largeur ≥ 6)



Photographie de fissures transversales



photographie de fissures longitudinales



photographie de faïençage à mailles fines



photographie de faïençage à mailles larges



Photographie d'affaissement