

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Mémoire de Master

Présenté à l'Université 08 Mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de : Génie Civil & Hydraulique

Spécialité : Voiries et Ouvrages d'Art (VOA)

Présenté par : ALAMA SAIF EDDINE

DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE D'UN OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT ROUTIER

- Cas du dalot situé sur le tronçon (PK37) de la
RN80A entre El Fdjouj et Héliopolis -

Sous la direction de : Mme Bouragbi Née Lekouaghet Nassima

Juin 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{لَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ}

{21 الزمر}

CITATION

« Rien de grand ne s'est accompli dans le monde sans passion »

Remerciement

Tout d'abord, je tiens à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de m'avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail.

je voudrai exprimer mon vif remerciements à mon encadreur Mme Bouragbi Née Lekouaghet Nassima pour la patiente et l'aide durant tout l'encadrement.

Merci aussi à tous les ingénieurs et les travailleurs de la direction de travaux public de la wilaya de Guelma .

je remercie tous mes enseignants durant toute mes études et tout le personnel administratif de l'université, sans oublier les responsables de la bibliothèque qui nous ont beaucoup facilité ma recherche bibliographique.

Un grand merci qui s'adressent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail, et qui nous feront le plaisir d'apprécier

DEDICACES

Tous d'abord je remercie le bon dieu qui m'a donné le courage et la volonté pour arriver à ce stade de fin d'étude.

Je dédie ce travail à :

- ♥ Mes très chers parents ALAMA LAZHER et M.K qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, qui ont été à mes côtés et m'ont soutenu durant toute ma vie, qui ont sacrifié toute leur vie afin de me voir devenir ce que je suis.
- ♥ Mes chères frères ALAMA AHMED et ALAMA .F
- ♥ Les belles enfants MINNAH , YASSIR , TAKI et SIDRA.
- ♥ Toute la famille ALAMA ET MERABTI.
- ♥ Tous mes collègues et mes amis
- ♥ Tous ce qui m'aime et que j'aime

Résumé

Les ouvrages d'assainissement routier et plus particulièrement ceux destinés au franchissement ont leur importance vitale dans le développement du secteur routier. Et c'est dans le cadre de désengorger, assainir, et faciliter l'accessibilité entre les routes nationales RN21 et RN80 et les communes avoisinantes que la présente étude a été entreprise.

Notre mémoire consiste en l'étude hydraulique d'un ouvrage de franchissement routier type dalot situé sur le tronçon PK37 de la route RN80A entre les communes d'El-Fdjouj et Héliopolis de la wilaya de Guelma, et ce pour le franchissement d'un cours d'eau. Dans le souci d'assurer la protection du dalot et minimiser le coût d'investissement, la crue prise en compte pour le dimensionnement est la crue décennale.

Pour réaliser cette présente étude, il a été effectué dans une première étape une recherche bibliographique sur les réseaux ainsi que les ouvrages d'assainissement routier. Ensuite la présentation de la zone d'étude. Des études hydrologiques et hydrauliques ont été ensuite menées en vue de déterminer le débit d'apport du bassin versant. Enfin le dimensionnement du dalot qui assure l'égalité entre le débit d'apport et évacuer, par la suite nous avons vérifié la vitesse d'écoulement pour augmenter le niveau de protection de la route tout en minimisant les différentes dégradations.

Mots clés : Assainissement routier, Ouvrages de franchissement, Hydrologie, Bassin versant, Hydraulique, Dalot, Dimensionnement.

Abstract

Road sanitation structures and more particularly those intended for crossings are vitally important in the development of the road sector. And it is in the context of relieving congestion, cleaning up, and facilitating accessibility between the national roads RN21 and RN80 and the neighboring municipalities that this study was undertaken.

Our thesis consists of the hydraulic study of a culvert-type road crossing structure located on the PK37 section of the RN80A road between the municipalities of El-Fdjouj and Héliopolis of the wilaya of Guelma, and this for the crossing of a watercourse. In order to ensure the protection of the culvert and minimize the investment cost, the flood taken into account for the design is the ten-year flood.

To carry out this present study, bibliographical research on the networks as well as the road sanitation works was carried out in a first stage. Then the presentation of the study area. Hydrological and hydraulic studies were then carried out to determine the inflow rate of the watershed. Finally, the sizing of the scupper which ensures equality between the flow of supply and evacuate, then we checked the flow speed to increase the level of protection of the road while minimizing the various degradations.

Keywords: Road drainage, Crossing structures, Hydrology, Watershed, Hydraulics, Culvert, Dimensioning.

المخلص

لا يمكن إهمال أهمية منشآت الصرف للطرق وخاصة منشآت العبور بالنسبة للتنمية بشكل عام وكذا بالنسبة لتطوير قطاع الطرق بشكل خاص. يدخل هذا في إطار التخفيف، التنظيف وتسهيل إمكانية الوصول بين الطرق الوطنية رقم 21 ورقم 80 والبلديات المجاورة التي أجريت هذه الدراسة.

تتمحور مذكرة التخرج هذه على الدراسة الهيدروليكية لمنشأة عبور طريق من نوع بالوعة التصريف للخارج «Dalot» الواقعة في النقطة الكيلومترية رقم 37 للطريق الوطني رقم (80) بين بلدية الفجوج وهليوبوليس لولاية قالمة، وذلك لعبور مجرى مائي، وبهدف ضمان حماية بالوعة التصريف للخارج وتقليل تكلفة الاستثمار، فإن فيضان المشروع المستعمل لحساب أبعاد المنشأة هو الفيضان للعشرة سنوات.

لتنفيذ الدراسة الحالية، تم إجراء بحث ببيوغرافي على الشبكات وكذلك منشآت الصرف الصحي للطرق. ثم تقديم منطقة الدراسة، بعدها أجريت الدراسات الهيدرولوجية والهيدروليكية من أجل تحديد تدفق السيالان لحوض تجميع المياه. أخيراً حساب أبعاد بالوعة التصريف للخارج «Dalot» التي تضمن المساواة بين تدفق السيالان والتصريف، بعد ذلك فحصنا سرعة التدفق لزيادة مستوى حماية الطرق مع التقليل لمختلف التدهورات.

الكلمات المفتاحية: الصرف الصحي للطرق، المعابر، الهيدرولوجيا، مستجمعات المياه، الهيدروليك، بالوعة التصريف للخارج، الأبعاد.

Sommaire

Résumé.....	i
Abstract.....	ii
ملخص.....	iii
Sommaire	iv
Liste des figures et des Photos.....	vii
Liste des tableaux	ix
Liste des abréviations	ix
Liste des annexes.....	ix
Introduction, Problématique et objectifs	p01

Chapitre 1 : Généralités sur l'assainissement routier.

1.1) Introduction	p04
1.2) Objectifs De L'assainissement Routier	p04
1.3) Réseaux D'assainissement Routier	p05
1.3.1) Réseau d'assainissement superficiel	p05
1.3.2) Réseau de drainage du corps de chaussée : (les eaux internes)	p11
1.4) Les Problèmes De L'eau Dans La Route	p12
1.5) Types De Dégradations Des Routes	p13
1.5.1) Les fissurations.....	p14
1.5.2) Les déformations	p15
1.5.3) Les arrachements	p17
1.5.4) Les remontées	p18
1.6) Causes De Dégradations Des Routes	p19

Chapitre 2 : Les ouvrages de l'assainissement routier.

2.1) Introduction	p21
2.2) Typologie des ouvrages et des dispositifs d'assainissement routier.....	p21
2.3) Les ouvrages de collecte.....	p22
2.3.1) Les fossés	p22
2.3.2) Les filets d'eau	p24
2.3.3) Les descentes d'eau	P24
2.3.4) Les caniveaux	p25
2.4) Ouvrage de franchissement	p26
2.4.1) Les dalots	p27
2.4.2) Les buses	p28
2.4.3) Les radiers	p29
2.4.4) Les ponts	p30
2.5) Ouvrages de concentration	p31
2.5.1) Les avaloirs	p31
2.5.2) Les regards	p31
2.6) Ouvrages de drainage	p32
2.6.1) Le fossé profond	p32
2.6.2) Le drain	p32
2.6.3) Tranchée drainante	p33
2.6.4) Ecran drainant de dive de chaussée (EDRC)	p34

2.7) Les dispositifs annexes des ouvrages (divers)	p35
2.7.1) Les saignées	p35
2.7.2) Les barbacanes	p35
2.8) Facteurs influençant le choix des ouvrages hydrauliques	p36

Chapitre 3 : présentation, états des lieux et étude hydrologique du projet

3.1) présentation du projet	P38
3.2) Données disponibles.....	p39
3.3) Situation géographique	p39
3.4) Situation climatologie	p39
3.4.1) Les précipitations	p39
3.4.2) Les pluies torrentielles	p40
3.4.3) La température	P40
3.4.4) Diagramme ombrothermique	p41
3.4.5) La gelée	p41
3.5) Les risques naturels	p41
3.5.1) Les inondations	p41
3.5.2) L'érosion des sols	p41
3.6) Cadre hydrogéologique (identification des nappes)	p42
3.7) Etude hydrologique.....	p42
3.7.1) Définition de l'hydrologie	p42
3.7.2) Réseaux hydrographiques	p42
3.7.3) Caractéristiques physiques du bassin versant	p44

Chapitre 4 : Dimensionnement hydraulique de l'ouvrages de franchissement routier

4.1) Considérations générales.....	p51
4.1.1) Emplacement de l'ouvrage de franchissement.....	p51
4.1.2) Organigramme général de dimensionnement des ouvrages hydrauliques	p51
4.2) Implantation et profil en long d'un dalot	p53
4.2.1) Construction des profils en long	p53
4.2.2) Construction des profils en travers types	p53
4.3) Calcul de la capacité d'évacuation d'un dalot	p53
4.4) Dimensionnement du dalot à projeter.....	p55
4.4.1) choix de l'ouverture du dalot (b×h).....	p55
4.4.2) Evaluation De La Revanche (Tirant D'eau) (r)	p56
4.4.3) La vitesse moyenne d'écoulement.....	p56
4.5) Dimensionnement hydraulique d'un dalot.....	p57
4.5.1) Mode de fonctionnement de l'ouvrage	p57
4.6) Protections des ouvrages hydrauliques.....	p60
Conclusion et Recommandation.....	p61
Références bibliographiques.....	p63
ANNEXE1.....	p65
ANNEXE2.....	P69

Liste des figures

N°	Titre	Page
Chapitre 1		
Figure 1.1	Réseau d'assainissement superficiel	(05)
Figure 1.2	Réseau du TPC	(06)
Figure 1.3	Caniveau rectangulaire en béton à l'intérieur du TPC en zone déversée	(07)
Figure 1.4	Réseau de pied de talus de déblai (cunette)	(07)
Figure 1.5	Réseau de pied de talus de déblai (fossé peu profond)	(07)
Figure 1.6	Le réseau de crête de talus de remblai	(08)
Figure 1.7	Les réseaux de crête de talus (a) : En déblai, (b) : En remblai	(10)
Figure 1.8	Les réseaux de pied de talus (a) : En déblai, (b) : En remblai	(10)
Figure 1.9	Situation des réseaux d'assainissement superficiel sur le profil en travers d'une	(11)
Figure1.10	Situation des réseaux de drainage sur le profil en travers d'une route à 2×2 voies	(12)
Figure 1.11	Rapport entre famille de dégradation et couche de chaussée	(13)
Figure 1.12	Types de dégradation des chaussées due à la présence de l'eau	(14)
Figure 1.13	Les différents types de fissures	(14)
Figure 1.14	Epaufrement sur chaussée souple	(15)
Figure 1.15	Affaissement de rive	(16)
Figure 1.16	Orniérage	(16)
Figure 1.17	Bourrelet longitudinal	(17)
Figure 1.18	Plumage	(18)
Figure 1.19	Peignage	(18)
Chapitre 2		
Figure 2.1	Schéma général des ouvrages d'assainissement d'une route	(22)
Figure 2.2	Schéma de conception d'un fossé	(22)
Figure 2.3	Formes des fossés	(23)
Figure 2.4	Schéma général de l'ensemble des ouvrages	(24)
Figure 2.5	Descente d'eau de surface	(25)
Figure 2.6	Profil d'un bourrelet et sa position par rapport à une glissière	(26)
Figure 2.7	Conception d'une buse	(28)
Figure 2.8	L'avaloir	(31)
Figure 2.9	Schéma d'un regard de visite	(32)
Figure 2.10	Schéma de positionnement d'un fossé profond.	(32)
Figure 2.11	Schéma de positionnement d'une tranchée drainante	(33)
Figure 2.12	Schéma d'un EDRC situé en limite d'accotement de la structure de chaussée	(34)
Figure 2.13	Emplacement des barbacanes sous un dispositif de béton	(36)
Chapitre 3		
Figure 3.1	Position de la zone du projet RN80A-google earth	(38)
Figure 3.2	Histogramme des précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma	(40)

Figure 3.3	Variation des températures moyennes mensuelles dans la station de Guelma	(40)
Figure 3.4	Régime pluviothermique de la station climatologique dans la moyenne Seybouse	(41)
Figure 3.5	Position du bassin-versant de la Seybouse	(43)
Figure 3.6	Délimitation du bassin-versant de la zone d'étude	(44)
Figure 3.7	Shema explicatif du BV	(44)
Figure 3.8	Exemples d'indices de compacité	(45)
Chapitre 4		
Figure 4.1	Organigramme général de dimensionnement des ouvrages hydrauliques	(52)
Figure 4.2	Coupe sur le dalot	(55)
Figure 4.3	Fonctionnement en sortie noyée	(57)
Figure 4.4	Fonctionnement en sortie dénoyée avec écoulement en surface libre	(57)
Figure 4.5	Fonctionnement en sortie dénoyée avec écoulement en charge	(58)

Liste des photos

N°	Titre	Page
Chapitre 1		
Photo 1.1	Caniveau rectangulaire en béton à l'intérieur du TPC en zone déversée	(07)
Photo 1.2	Cunette engazonnée associée à une canalisation en pied de talus de déblai	(08)
Photo 1.3	Caniveau rectangulaire placé derrière la glissière	(09)
Photo 1.4	Caniveau rectangulaire coulé en place avant la réalisation de la chaussée	(09)
Photo 1.5	Illustrative de la fissuration.	(14)
Photo 1.6	Faïençage	(15)
Photo 1.7	Epaufrure sur chaussée souple	(15)
Photo 1.8	Affaissement de rive	(16)
Photo 1.9	Orniérage	(16)
Photo 1.10	Bourrelet longitudinal	(17)
Photo 1.11	Nid de poule	(17)
Photo 1.12	Peignage	(18)
Chapitre 2		
Photo 2.1	Un Fossé	(22)
Photo 2.2	Filet d'eau en béton	(24)
Photo 2.3	Modèle d'un caniveau	(26)
Photo 2.4	Différents types de dalots.	(27)
Photo 2.5	Différents model des buses	(28)
Photo 2.6	Radier semi-submersible.	(29)
Photo 2.7	Ouvrage de franchissement (le pont)	(30)
Photo 2.8	Avaloir.	(31)
Photo 2.9	Un regard de visite	(32)
Photo 2.10	Exemple d'un système de drain	(32)
Photo 2.11	Création Des Saignées	(35)

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
Chapitre 1		
Tableau 1.1	Types de dégradations	(13)
Tableau 1.2	Causes de différentes dégradations	(19)
Chapitre 3		
Tableau 3.1	Précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma (Période 1975-2009)	(39)
Tableau 3.2	Températures moyennes mensuelles en °C à la station de Guelma (1972-2009)	(40)
Tableau 3.3	La zone climatique et l'averses de fréquence décennale	(46)
Tableau 3.4	Valeur du Coefficient C1 en fonction de la pente du thalweg principal	(47)
Tableau 3.5	Valeur du Coefficient C2 en fonction de la nature du sol	(47)
Tableau 3.6	Valeur du Coefficient C3 en fonction la couverture végétale du bassin versant	(47)
Tableau 3.7	Période de récurrence (T) communément utilisés dans les projets de construction hydraulique	(48)
Tableau 3.8	Récapitulatif des débits critiques maximaux des crues á l'exutoire des bassins	(49)
Chapitre 4		
Tableau 4.1	Valeur du Coefficient Kst en fonction du type d'ouvrage	(53)
Tableau 4.2	Eléments géométriques pour différentes sections de canaux	(54)
Tableau 4.3	Valeurs de la revanche en fonction de débit	(56)
Tableau 4.4	Dimensionnement hydraulique	(60)

Liste des abréviations

RN	:	Route national
CW	:	Chemin wilaya
PK	:	Point kilométrique
DTP	:	Direction des travaux public
TPC	:	Terre-Plein Central
EDRC	:	Ecran Drainant de Rives de Chaussée
GNT	:	Graves non traitées
BV	:	Bassin -Versant
ANRH	:	Agence nationale des ressources hydrauliques
INCT	:	Institut national de cartographie et de télédétection

Liste des annexes

ANNEXE 1	:	Abaque de dimensionnement hydraulique d'un dalot
ANNEXE 2	:	Les pièces graphiques

INTRODUCTION GENERALE :

Maintenir le corps de la route, ces accotements et ces bordures en bon état, assurer la sécurité des usagers face à la stagnation des eaux en surface de la route, et la lutte contre la pollution routière, sont des préoccupations des ingénieurs intervenants dans le projet.

Lors de la pluie, les eaux de pluie qui tombe sur la chaussée peuvent s'accumuler et pénétrer à l'intérieur du corps de la chaussée et causent ainsi des problèmes au niveau de la route.

Une route, qu'elle soit en remblais ou en déblais, subit des risques graves d'érosion due aux eaux de ruissellement. Les protections contre ces dégradations peuvent être :

- ◆ Directe soit par augmentation de la résistance du sol à l'érosion, par des rectifications régulières au niveau des surfaces érodées aux moyens des aménagements spéciaux ;
- ◆ Indirectes, par localisation du ruissellement dans les ouvrages étudiés spécialement pour écouler les eaux sans dégâts.

Il est donc important de collecter et d'évacuer assez rapidement l'eau qui tombe sur la chaussée y compris celle provenant du reste de l'emprise de la route ou du terrain naturel avoisinant ceci par l'aménagement de la route qui nécessite la construction de différents ouvrages en ce sens qu'ils permettent d'une part l'assainissement de la route, mais aussi le franchissement des zones de passages d'eau (cours d'eau, un thalweg, un canal ou une dépression) en saison régulière.

Au regard de l'importance et du rôle ces ouvrages de franchissement pour un réseau routier sain, nous avons choisi de nous intéresser à ce domaine dans le cadre de notre mémoire de fin de cycle dont le thème est : «**Dimensionnement hydraulique d'un ouvrage de franchissement routier- cas du dalot situé sur le tronçon (PK37) de la RN80A entre El fdjouj et Héliopolis ->**», porte sur le dimensionnement d'un ouvrage type dalot répondant techniquement au besoin du projet, et intégrant le respect des normes en vigueur.

Afin de mener à bien ce projet, les études se feront autour des thématiques suivantes :

- ◆ Une recherche bibliographiques basée sur la classification des réseaux d'assainissement routier ainsi que les différents types d'ouvrages utilisées dans ce cadre ;
- ◆ Une présentation du projet avec les différents états des lieux disponibles ;
- ◆ Une étude hydrologique et hydraulique du projet ;
- ◆ Le choix de l'ouvrage de franchissement
- ◆ Le pré-dimensionnement du dalot ;
- ◆ La vérification du fonctionnement hydraulique.

Problématique :

Sous toutes ses formes, météorique, superficielle ou souterraine, l'eau constitue une des causes premières des dégradations diverses rencontrées sur une route.

Les problèmes liés à l'eau surgissent en tout point : traversée de grandes rivières, franchissement de petits cours d'eau, écoulement des eaux pluviales, passage sur zones inondables. Ils surviennent à tout moment : en cours d'étude, pendant la réalisation et après clôture des chantiers.

La présence d'eau en quantités exagérées sur la surface de la chaussée provoque:

- la rupture de l'équilibre de l'entité « route véhicule conducteur » ;
- des projections d'eau et de boue gênant les usagers et les riverains de la route ;
- le désomobage du revêtement.

Donc dans tous les cas, il faut éviter l'arrivée de l'eau vers la plate-forme, de la mise hors eau, en tout instant et d'y séjourner en lui donnant un lieu préférentiel d'écoulement vers un exutoire.

C'est dans le but de réduire les problèmes posés par l'eau dans le cadre d'un projet routier que le présent mémoire a été élaboré. On choisissant le tronçon routier situé dans le **PK 37** du projet de dédoublement de la route **RN80A**

Objectifs :

Le présent projet d'étude abordé a deux types d'objectif qui sont :

- ◆ **L'objectif général** de l'étude que nous menons se propose de produire un outil d'aide au renforcement du réseau d'assainissement du projet de dédoublement du tronçon routier **PK37** et ceci pour franchir un cours d'eau et augmenter le niveau de protection de la route des eaux de ruissellement.
- ◆ **L'Objectif Spécifique** fixés à ce qui suit :
 - Faire une étude hydrologique à partir des données pluviométriques et des caractéristiques des bassins versants pour déterminer le débit à chaque passage d'eau ;
 - Faire une étude hydraulique pour déterminer les sections des ouvrages hydrauliques projetés pour une période de retour de 10 ans ;
 - Propose une protection des ouvrages existants et projetés.

Chapitre 1 :

Généralités sur l'assainissement routier

Chapitre 1 : Généralités sur l'assainissement routier

1.1) INTRODUCTION : [1]

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

L'assainissement routier concerne essentiellement l'assainissement de la plateforme et le rétablissement des écoulements naturels. Il s'agit de la collecte et de l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route. Composante essentielle du projet routier, l'assainissement de la plate-forme vise trois objectifs :

- 1) La sécurité des usagers, en évacuant l'eau des chaussées et des talus ;
- 2) La pérennité de l'infrastructure, en collectant les eaux et en les évacuant de la route ;
- 3) La lutte contre la pollution routière.

Un réseau mal conçu induira des désordres de surface (débordements des ouvrages, inondation, etc.), des désordres structurels importants de la chaussée sur le moyen terme. Ces situations sont des facteurs aggravants pour la sécurité des usagers et l'intégrité de la route. Par ailleurs, tout écoulement routier transféré hors plateforme n'est pas neutre pour l'environnement.

1.2) OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT ROUTIER : [2]

L'eau est le pire ennemi de la chaussée. Ses effets sur la structure, connus depuis bien longtemps, se traduisent par des inconvénients graves sur les conditions de viabilité et sur la pérennité de la chaussée. Ces effets s'aggravent lorsque la structure subit une période de gel.

L'assainissement routier couvre quatre fonctions :

- ◆ Collecter et évacuer les eaux de surface dans l'emprise de la route grâce au « réseau de plate-forme » ;
- ◆ Collecter et évacuer les eaux internes présentes dans le sol support de la route et dans les chaussées grâce au « réseau de drainage » ;
- ◆ Rétablir les écoulements naturels (ouvrages hydrauliques assurant la continuité des écoulements des bassins versants naturels ainsi que des corridors écologiques sous l'infrastructure) ;
- ◆ Dépolluer les eaux routières et régulariser les débits rejetés dans le milieu naturel (ouvrages de rétention et de traitement des eaux).

Dans le contexte particulier des renforcements de chaussées, les principales actions à mener sont d'assurer le bon fonctionnement de l'ensemble des ouvrages de recueil des eaux de plate-forme, ainsi que du réseau de drainage. L'essentiel est de lutter contre les stagnations d'eau au niveau de la chaussée et à ses abords immédiats, et de permettre l'évacuation des eaux présentes dans le corps de chaussée.

1.3) RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ROUTIER :

L'eau de pluie s'infiltré dans la chaussée et les accotements. Pour limiter les désordres, il est important **d'évacuer les eaux superficielles** et **de drainer les eaux internes** [3].

Le réseau d'assainissement routier est composé :

1.3.1) D'un réseau d'assainissement superficiel : on distingue deux types de ce réseau qui sont les :

- A. Réseaux longitudinaux sur la plate-forme ;
- B. Réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme.

1.3.2) D'un réseau de drainage du corps de chaussée.

1.3.1) Réseau d'assainissement superficiel :

Ce réseau d'assainissement a pour fonction d'évacuer les eaux de pluie des voies en circulation et de les éloigner de la chaussée le plus rapidement possible. La continuité des écoulements doit être assurée à tout moment du point haut du bassin versant routier jusqu'à son rejet en milieu naturel. Un réseau mal conçu induira à court terme des désordres de surface (débordements des ouvrages, inondations...) et à moyen terme des désordres structurels importants de la chaussée.

En matière de conception routière, des règles simples s'appliquent pour éviter les risques de stagnation d'eau. La pente résultante (c'est-à-dire la somme de la pente longitudinale et de la pente transversale) doit avoir une valeur supérieure à 0,5 % ; en zone de changement de dévers, la seule pente longitudinale doit être supérieure ou égale à 0,5%. Concernant le profil en travers de la chaussée, deux cas sont à distinguer : en alignement droit, le dévers est en « toit », avec une pente de 2,5 % orientée vers le bord droit de la chaussée pour chacun des deux sens de circulation ; en courbe, le dévers est uniforme sur toutes les voies et orienté vers l'intérieur de la courbe, variable de 2,5 à 7 %.

En matière d'assainissement, les ouvrages de recueil doivent être revêtus en cas de pente inférieure à 1 % ou si la vitesse de l'écoulement est susceptible d'entraîner une érosion (la pente critique est souvent de l'ordre de 3,5 %) [2]. On distingue deux types de ce réseau qui sont :

- A. Les réseaux longitudinaux sur la plate-forme ;
- B. Les réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme.

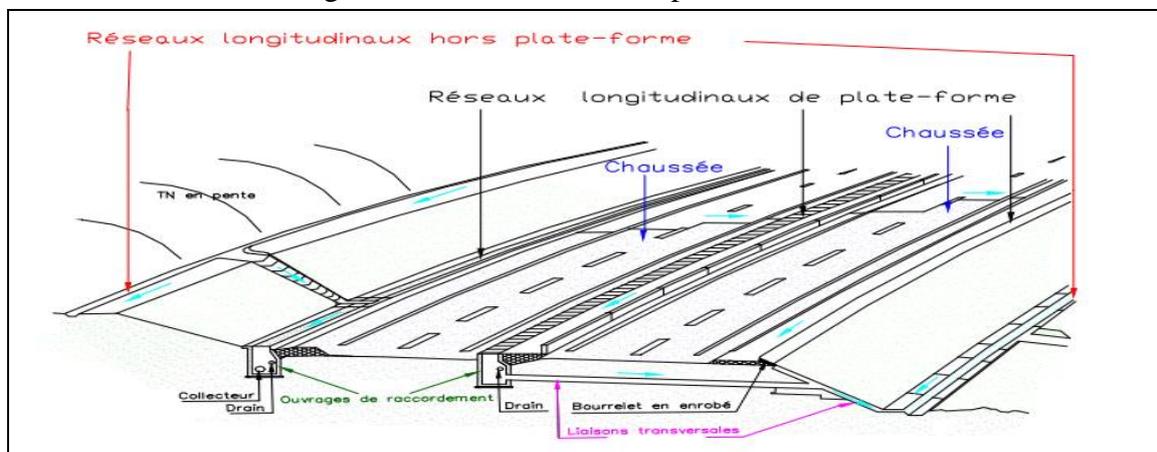


Figure 1.1 : Réseau d'assainissement superficiel [4].

A. Les réseaux longitudinaux de la plate-forme : [4]

On distingue :

- A.1) Le réseau de terre-plein central ;
- A.2) Le réseau de pied de talus de déblai ;
- A.3) Le réseau de crête de talus de remblai.

Ils ont comme caractéristiques communes :

- ◆ Une pente longitudinale peu différente de la route ;
- ◆ Un tracé parallèle à l'axe de la route ;
- ◆ Une faible distance aux voies circulées ;
- ◆ Un dimensionnement influant sur la largeur de la plate-forme.

A.1) Le réseau de Terre-Plein Central (TPC) :

Le réseau du Terre-Plein Central (diminutif TPC) a pour fonction de collecter et d'évacuer les eaux issues du TPC et de la demi-chaussée déversée.

➔ En alignement droit :

Le réseau du TPC est nécessaire pour les TPC non revêtus > à 3 mètres. Le ruissellement sera canalisé par un ouvrage superficiel de transport longitudinal (revêtu ou pas) de type fossé peu profond ou caniveau préfabriqué. Ce dispositif de surface sera complété par la mise en place d'un drainage pour protéger le corps de chaussée de la migration des eaux au travers du TPC vers les structures de chaussée et le sol support.

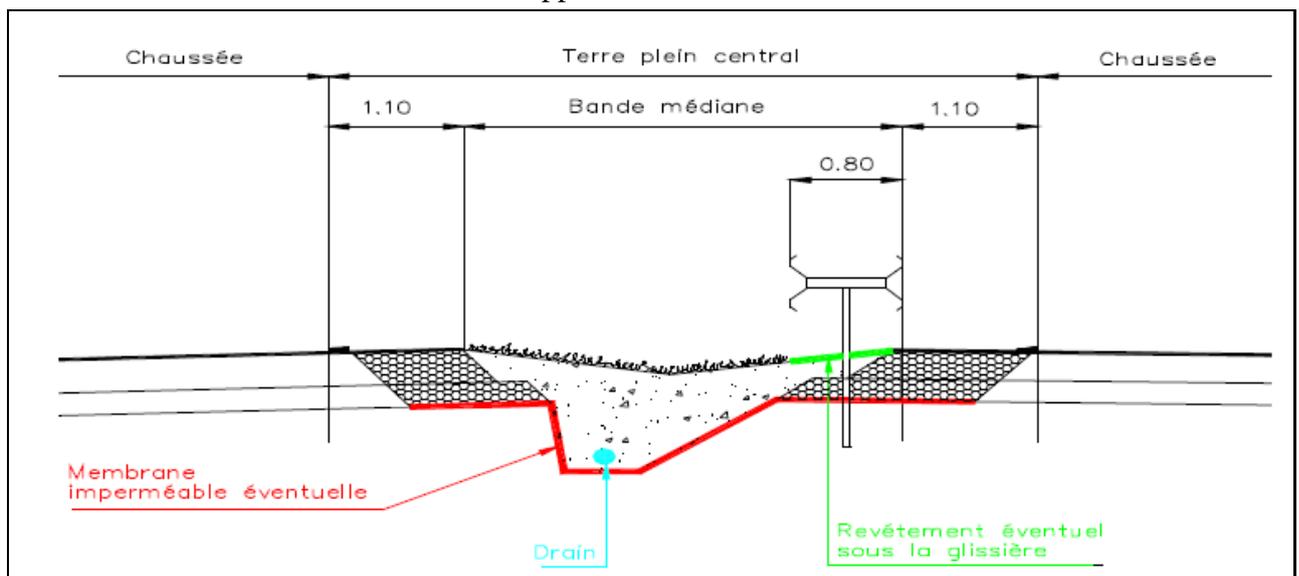


Figure 1.2 : Réseau du TPC [4].

➔ En devers :

Le réseau du TPC évite les ruissellements d'une chaussée vers l'autre. Selon la largeur du TPC et la superficie de la chaussée déversée, les ouvrages utilisés peuvent être :

- ◆ Des caniveaux rectangulaires en béton ;
- ◆ Des bordures ;
- ◆ Des bourrelets ;
- ◆ Des caniveaux plats.

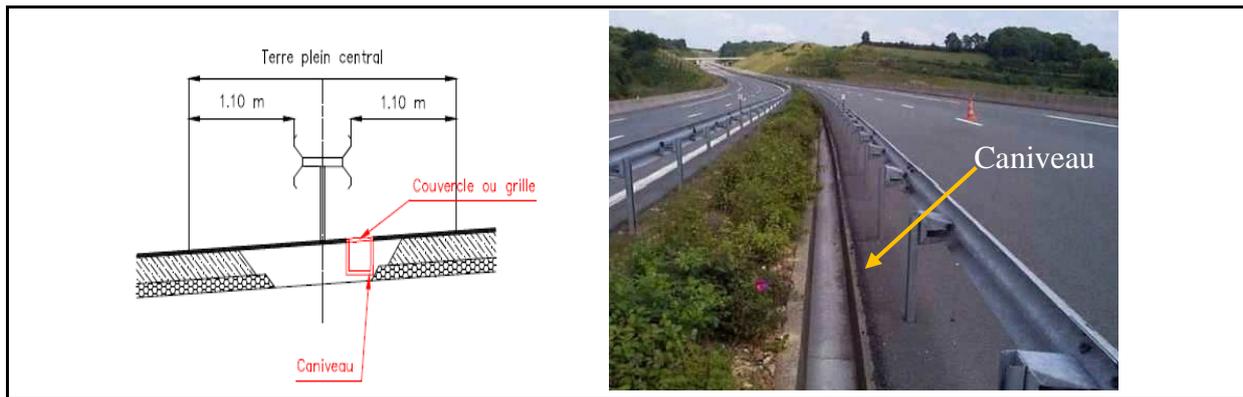


Figure 1.3 et photo 1.1 : Caniveau rectangulaire en béton à l'intérieur du TPC en zone déversée [4].

A.2) Le réseau de pied de talus de déblai : [4]

Ce réseau a pour fonction de collecter les eaux issues du ruissellement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme. En règle générale et en section courante, une cunette ou fossé de faible profondeur est réalisée enherbée ou revêtue en fonction des contraintes (pente). De par sa conception, la cunette ne doit pas remettre en cause la sécurité des usagers (en pratique, il est préférable d'utiliser des ouvrages accueillants qui permettent de s'affranchir de la mise en place d'une glissière de sécurité). Son degré d'étanchéité doit être compatible avec le niveau de protection de la ressource en eau.

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.

Les ouvrages utilisés peuvent être :

- Les cunettes (voir figure 1.4) :

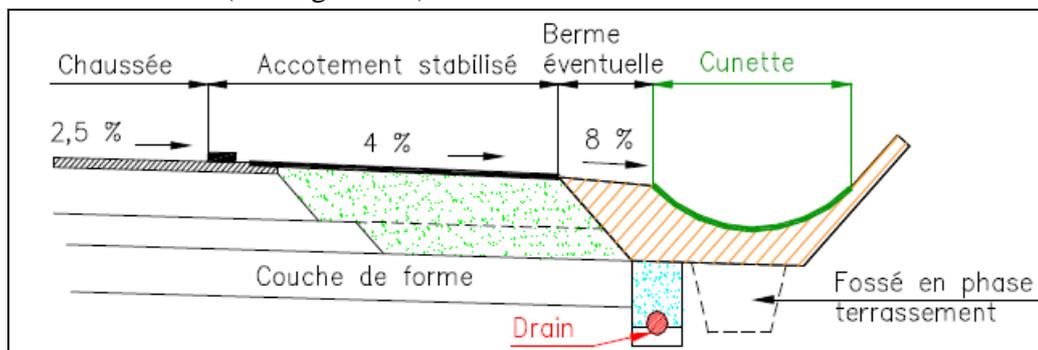


Figure 1.4 : Réseau de pied de talus de déblai (cunette) [4]

- Les fossés triangulaires peu profond ou fossés accueillants (voir figure 1.5) :

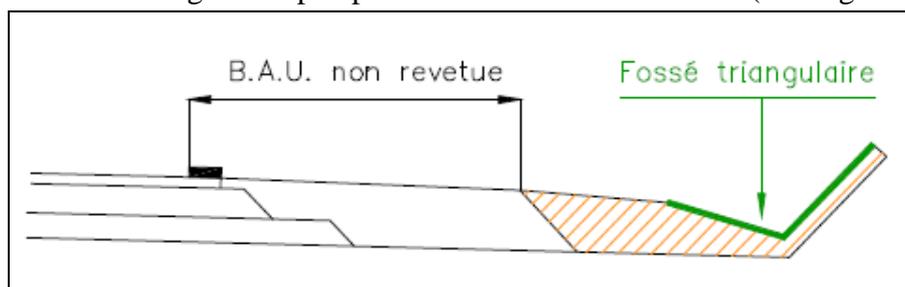


Figure 1.5 : Réseau de pied de talus de déblai (fossé peu profond) [4].



Photo 1.2 : *Cunette engazonnée associée à une canalisation en pied de talus de déblai [4].*

A.3) Le réseau de crête de talus de remblai : [4]

Ce type de réseau longitudinal a pour fonction de canaliser l'eau issue du ruissellement de la chaussée pour éviter son déversement en rive sur le talus de remblai. Il protège donc le talus routier contre toute altération (ravinement, érosion et en état limite, la rupture).

En règle générale, ce type d'ouvrage est à prévoir :

- Dès que la hauteur du talus de remblai est ≥ 4 m. Ce seuil est ramené à 2 m pour les régions exposées à une intensité pluvieuse importante (région méditerranéenne notamment) ;
- Pour évacuer les écoulements de la plate-forme en un point privilégié du tracé.

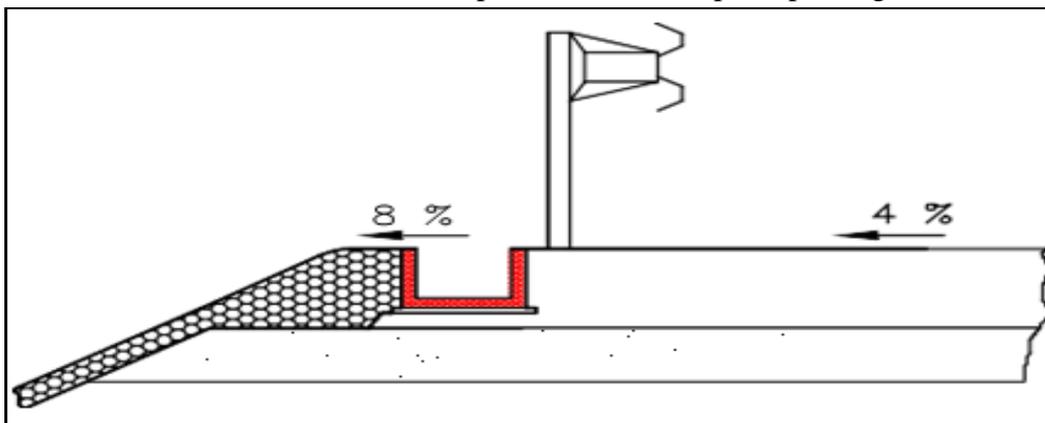


Figure 1.6 : *Le réseau de crête de talus de remblai [4].*

En section courante, l'ouvrage peut être constitué de caniveaux rectangulaires en béton, de bourrelets (béton bitumeux, béton hydraulique) ou de bordures béton de type T1 et T2. Les profils doivent être compatibles avec les règles de sécurité. Si le caniveau rectangulaire est placé devant la glissière de sécurité, il y a lieu de prévoir un couvercle ou une grille en fonte.

Pour les bourrelets ou bordures, il est nécessaire de les associer à des descentes d'eau pour décharger l'écoulement vers le pied de talus (réseau de pied de talus de remblai). Sauf cas spécifique, le pas de ces descentes est généralement de :

- 50 m en région océanique ou continentale ;
- 30 m en région de forte intensité pluvieuse ;
- 30 m lorsque la pente du profil en long est $\leq 0,5$ % ou $\geq 3,5$ %.



Photo 1.3 : *Caniveau rectangulaire placé derrière la glissière [4].*



Photo 1.4 : *Caniveau rectangulaire coulé en place avant la réalisation de la chaussée [4].*

B. Réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme : On distingue :

B.1) Le réseau de crête de talus ;

B.2) Le réseau de pied de talus.

Ils ont comme caractéristiques communes :

- ◆ Une pente longitudinale peu différente du terrain naturel ;
- ◆ Une distance assez éloignée des voies circulées.

B.1) Le réseau de crête de talus : [3]

B.1.1) En déblai, il peut être nécessaire de prévoir un ouvrage longitudinal pour collecter les eaux issues du bassin versant. Il s'agit généralement d'un fossé trapézoïdal.

Quelle que soit la pente du terrain naturel, il est recommandé de prévoir un ouvrage revêtu pour éviter les infiltrations d'eau susceptibles de compromettre la stabilité du talus. Il doit être implanté à 1 m minimum de la crête du talus pour limiter les lentilles de glissement.

B.1.2) En remblai, il peut être nécessaire de prévoir un caniveau, un bourrelet ou une bordure pour éviter l'érosion du talus routier. En règle générale, ce type d'ouvrage est à prévoir lorsque la hauteur du talus est supérieure à 4 mètres (2 mètres dans les régions soumises à de fortes intensités pluviométriques). En pratique, il faut également prendre en compte la pente et la végétalisation des talus. Il est à noter que ce type d'ouvrage permet également de collecter les eaux souillées par les hydrocarbures avant traitement.

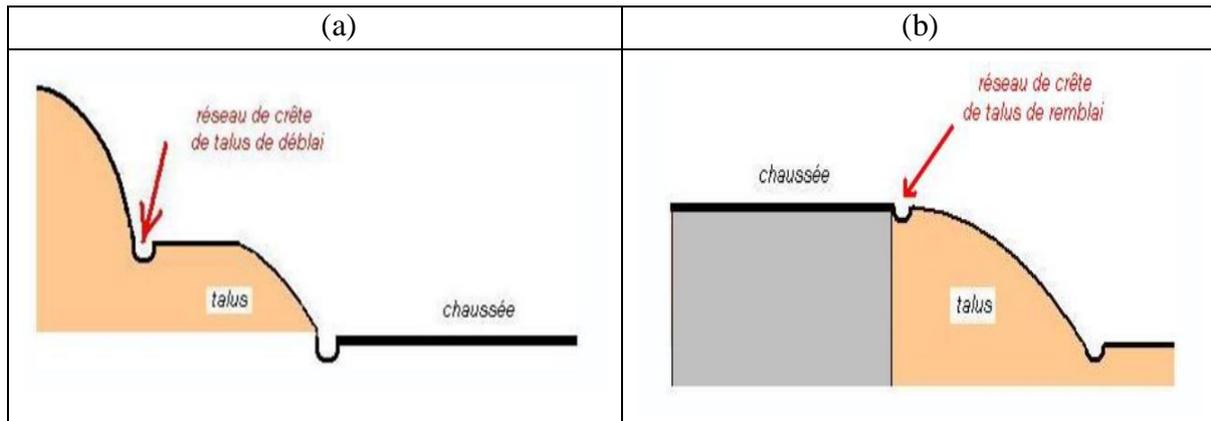


Figure. 1.7 : Les réseaux de crête de talus (a) : En déblai, (b) : En remblai.

B.2) Le réseau de pied de talus : [3]

B.2.1) En déblai, un ouvrage peu profond (fossé ou cunette de 20 cm ou moins) est généralement prévu pour collecter les eaux provenant du ruissellement du talus et de la plateforme routière. En fonction des contraintes (pente, entretien, vulnérabilité du milieu...), il est enherbé ou revêtu.

B.2.2) En remblai, l'ouvrage est généralement à forte capacité hydraulique. En fonction des contraintes, il peut s'agir d'un fossé trapézoïdal enherbé ou revêtu. Pour information, les fossés profonds ou pentus de pied de remblais constituent des obstacles continus susceptibles de favoriser le retournement d'un véhicule en sortie de route. Ils doivent donc être isolés par un dispositif de retenue ou éloignés du pied de talus.

Les ouvrages transversaux et de raccordement comprennent notamment les collecteurs enterrés, les têtes de pont, les descentes d'eau et les regards. Ils permettent le transfert des eaux vers un autre réseau. L'implantation de ces ouvrages découle de la géométrie du projet.

D'une manière générale, les raccordements entre descente d'eau et fossé sont bétonnés afin de limiter les phénomènes d'érosion au droit de ces dispositifs.

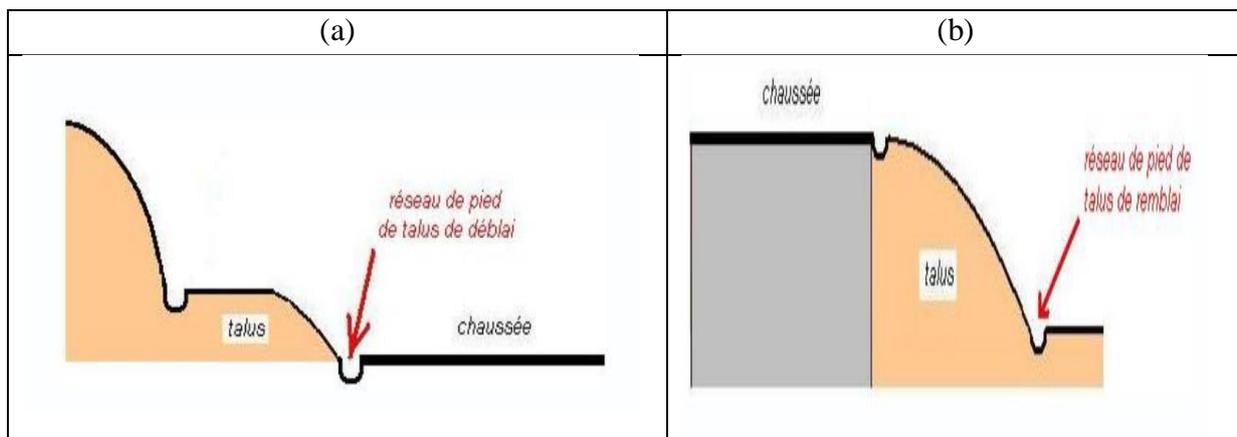


Figure. 1.8: Les réseaux de pied de talus (a) : En déblai, (b) : En remblai.

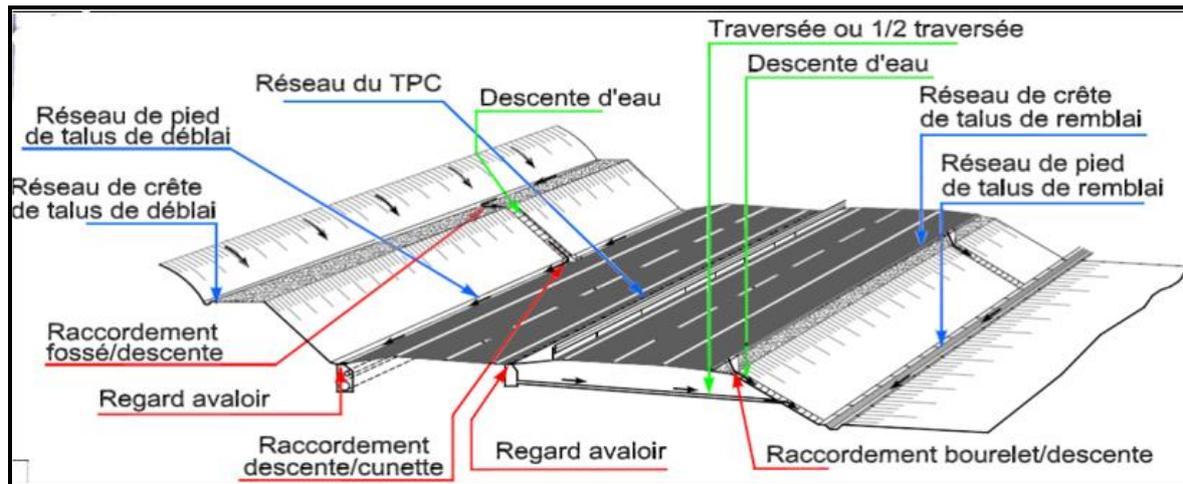


Figure 1.9 : Situation des réseaux d'assainissement superficiel sur le profil en travers d'une route [7]

1.3.2) Réseau de drainage du corps de chaussée : (les eaux internes)

Le réseau de drainage a pour fonction d'évacuer vers un exutoire les eaux présentes dans le corps de chaussée et la partie supérieure du sol support (infiltrations, remontées de nappe). En éliminant l'eau présente dans le corps de chaussée, le drainage permet de :

- Stabiliser les abords immédiats de la chaussée et les talus ;
- Améliorer les caractéristiques mécaniques des sols en cas notamment de remontée des nappes phréatiques ;
- Conserver les portances, en particulier en périodes humides et lors des cycles gel/dégel
- Avoir une meilleure tenue des chaussées dans le cas d'assises en matériaux non traités ou traités avec des perméabilités différentes, conduisant à la circulation d'eau aux interfaces [2].

Le drainage participe de façon essentielle au bon comportement mécanique de la chaussée et contribue ainsi largement à la pérennité des ouvrages routiers [5].

Les eaux internes à drainer proviennent :

- Des infiltrations au travers de la chaussée, vers les interfaces couches de chaussée et chaussée/sol support ;
- Des infiltrations depuis les accotements, vers les interfaces couches de chaussée et chaussée/sol support, alimentées par la plate-forme ;
- Des venues d'eau issues de l'environnement latéral, vers les interfaces chaussée/sol support et le sol support, et qui ont pour origines les bassins versants, les déblais et les émergences de nappe phréatique.

Même si les réseaux de drainage et d'assainissement rejoignent souvent des exutoires communs, il est indispensable de les différencier car ils remplissent des fonctions distinctes : en particulier, le réseau de drainage qui véhicule une eau dite « propre » (non souillée) ne doit en aucun cas être perturbé par les eaux de ruissellement, souvent polluées (boues, huiles, végétation, etc.) et de débit plus conséquent (afin d'éviter une mise en charge) [5].

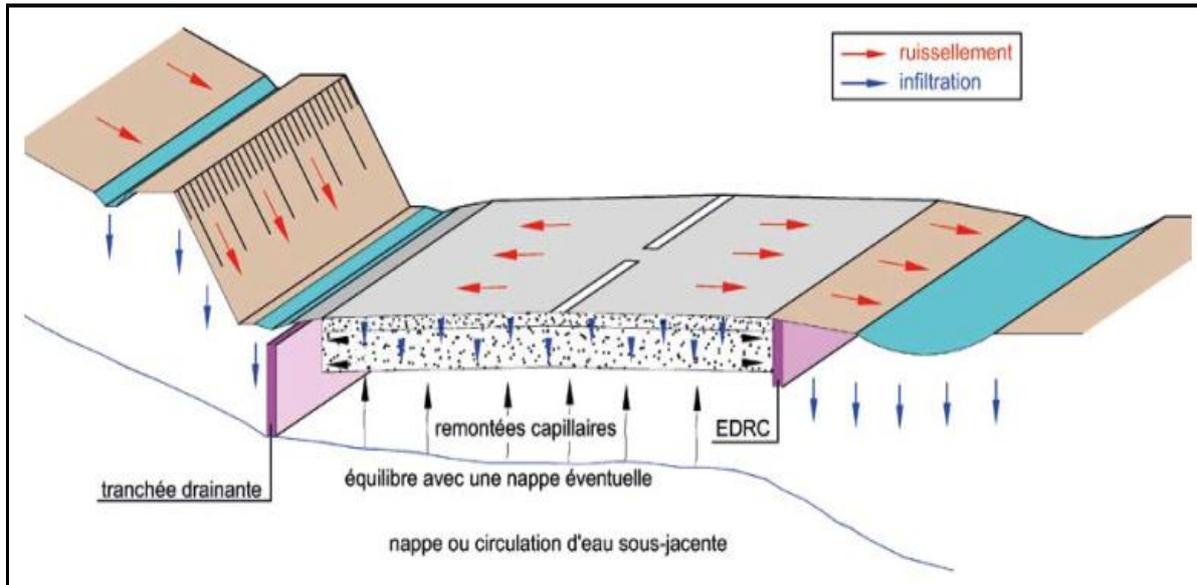


Figure 1.10 : Situation des réseaux de drainage sur le profil en travers d'une route à 2×2 voies [2].

Les dispositifs les plus utilisés pour le drainage des chaussées sont : [2]

- Le fossé profond ;
- La tranchée drainante ;
- L'Ecran Drainant de Rives de Chaussée (EDRC).

Il existe également d'autres dispositifs spécifiques tels que la saignée drainante, l'épi drainant, la couche drainante, voire des dispositifs de stabilisation de talus.

1.4) LES PROBLEMES DE L'EAU DANS LA ROUTE : [1]

Il est illusoire de penser qu'une chaussée sera exempte d'eau, néanmoins on peut prévoir un dispositif de drainage qui concentre et canalise ces venues d'eaux vers l'extérieur de la plate-forme le plus rapidement possible.

La présence d'eau au niveau de la route peut causer de nombreux inconvénients et dégâts : trop abondante en surface, elle perturbe la visibilité et la sécurité des usagers et provoque l'érosion des talus. En pénétrant dans la structure routière, elle provoque des dégâts qui, dès qu'ils sont initiés, s'amplifient rapidement, Parmi ces dégâts on pourra citer :

- 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.

1.5) TYPES DE DEGRADATIONS DES ROUTES : [6]

L'analyse des différents aspects de dégradations a permis de les classer en 5 familles

- 1) Les fissurations ;
- 2) Les déformations ;
- 3) Les arrachements ;
- 4) Les remontées des matériaux ;
- 5) Les usures du revêtement.

L'organigramme de la figure 1.11, représente les relations liant les différentes familles de dégradations, et la nature des couches où elles se manifestent.

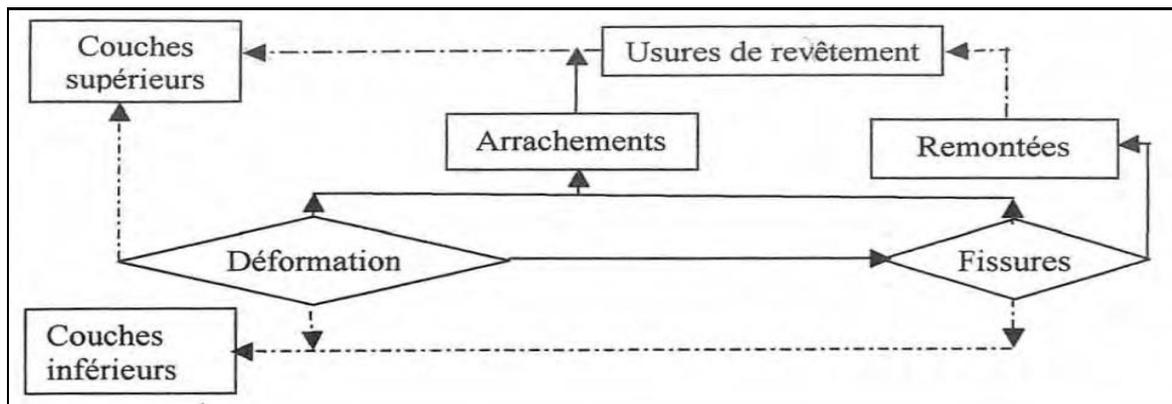


Figure 1.11 : Rapport entre famille de dégradation et couche de chaussée [6].

Ces dégradations diffèrent par leurs localisations (superficielles ou structurales), formes et caractères d'évolution. Un inventaire des différents groupes de dégradations, ainsi que les types de chaussées (souples ou rigides) qu'elles affectent sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1.1 : Types de dégradations [6].

Dégradation			
Déformation	Fissures	Arrachement	Remontées
- Orniéage (1) - Bourrelet (1) - Affaissement (1) - Flache (1) - Tôle ondulée (1) - Soulèvement de la dalle (2)	- Fissures (1) - Faïençage (3) - Epaufrure (3) - Cassures (2)	- Décollement (3) - Désenrobage (1) - Plumage (1) - Pelade (1) - Nids de poule (1) - Glaçage (1)	- Ressuage (1) - Boursouflures (1)

NB :

- (1) : Dégradation qui affecte la structure souple.
- (2) : Dégradation qui affecte la structure rigide.
- (3) : Dégradation qui affecte les deux types de structure.

La présence de l'eau dans le corps de la chaussée peut se manifester par différents types de ces dégradations (figure 1. 12) [7].

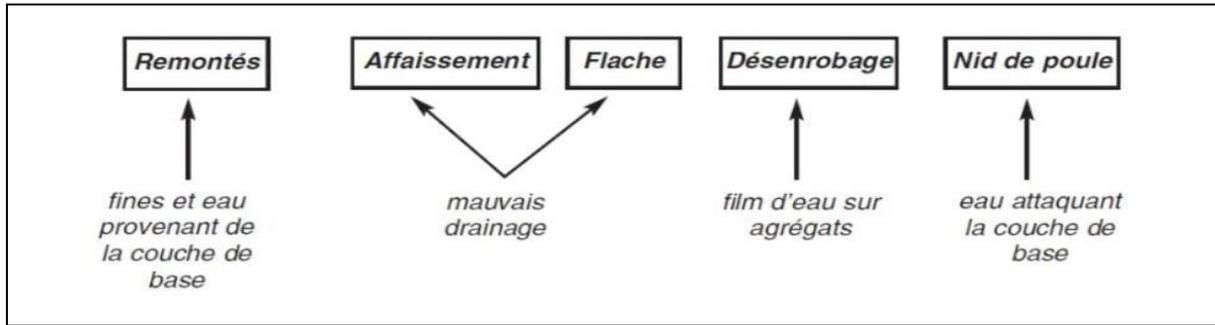


Figure 1.12 : Types de dégradation des chaussées due à la présence de l'eau [7].

1.5.1) Les fissurations : [6]

Les chaussées de différentes natures sont souvent l'objet de fissures dont les causes sont extrêmement variées. Suivant le type de chaussée et l'origine de la fissuration, ces fissures peuvent prendre des formes très variées. Les fissures peuvent affecter la surface de la chaussée ainsi que son corps. On distingue :

- Les fissures longitudinales :** parallèles à l'axe de la chaussée (souvent dans les traces des roues ou en bord de revêtement).
- Les fissures transversales :** perpendiculaires à l'axe de la chaussée.
- Les fissures maillées :** fissures qui se croissent en découpant la surface de la chaussée en éléments de tailles variables allant jusqu' au faïençage (maille serrée).

Les fissurations évoluent notamment s'il y a une destruction générale ou localisée de la chaussée.

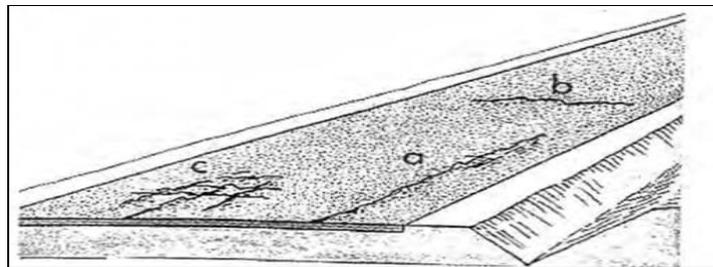


Figure 1.13 : Les différents types de fissures [6].

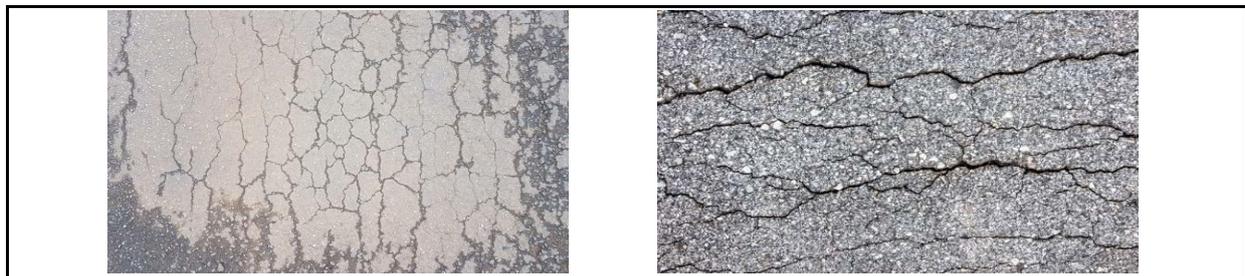


Photo 1.5 : Photo illustrative de la fissuration.

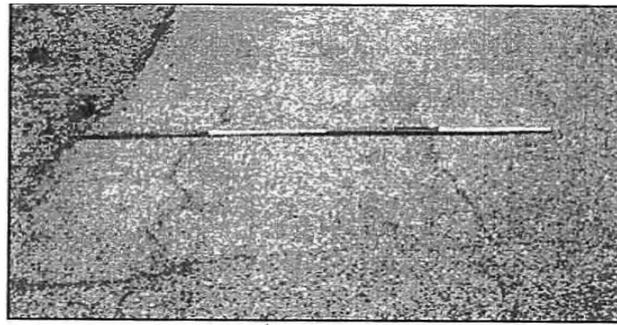


Photo 1.6 : Faïençage [6].

- **L'épaufrure** : ce type de dégradation affecte les structures souples, ainsi que celles rigides.
 - ◆ **Chaussée rigide** : un effritement du bord de la dalle au niveau du joint, dû à la fragilité de ce bord par rapport à la multitude des charges lourdes.
 - ◆ **Chaussée souple** : un effritement du bord de la chaussée au niveau des accotements, dû à l'abaissement du niveau des accotements et à la circulation des véhicules sur les bords de la chaussée.

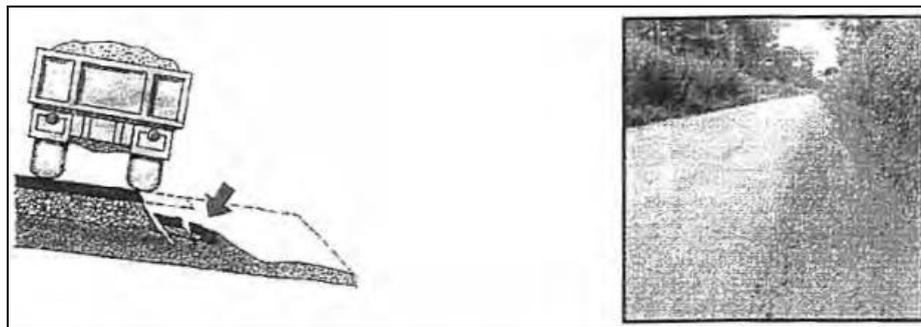


Figure 1.14 et photo 1.7 : Epaufrure sur chaussée souple [6].

- **La cassure** : c'est une fissuration complète de la dalle de béton. On distingue :
 - ◆ **Les cassures transversales** : dues au tassement du sol de fondation.
 - ◆ **Les cassures en coin** : dues à l'application d'une surcharge en un point faible appelé « coin ».
 - ◆ **Les cassures en diagonale** : à la suite de l'insuffisance de l'épaisseur de la dalle, ou si le sol de fondation se tasse.

1.5.2) Les déformations : [6]

Le passage d'une charge roulante sur une chaussée provoque une déformation dans sa structure, en partie réversible et en partie irréversible. Les déformations se caractérisent par leur localisation, leur forme et leur dimension.

- **L'affaissement** : il se caractérise par un tassement de la chaussée, et se localise soit en rive soit en pleine voie. On distingue :
 - ◆ L'affaissement longitudinal ;
 - ◆ L'affaissement transversal ;

- ◆ L'affaissement longitudinal en rive de revêtement : il se localise sur les rives de la chaussée revêtues en bordure des accotements non revêtues. Il évolue rapidement lors de la saison des pluies, conduisant à la destruction des rives de la chaussée.

L'affaissement des rives peut parfois causer la formation d'une cuvette sur le bord de la chaussée d'un bourrelet de matériaux.

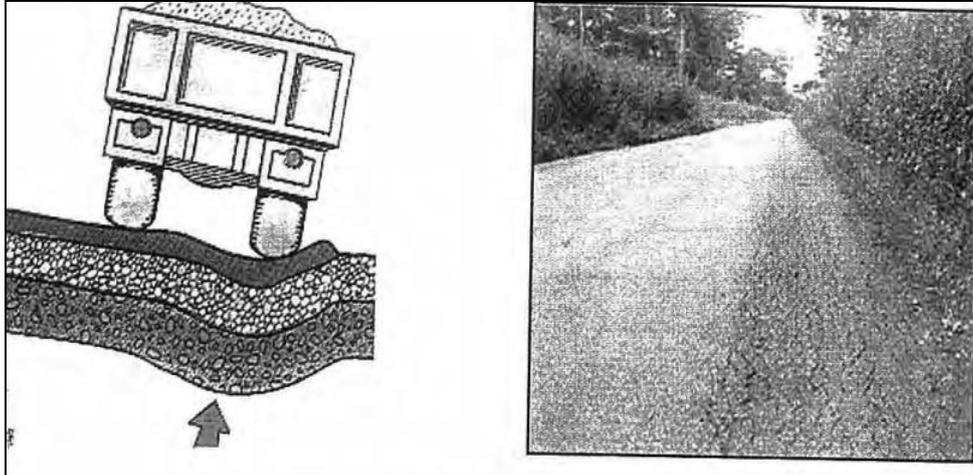


Figure 1.15 et photo 1.8 : Affaissement de rive [6].

- **L'orniérage** : il correspond à une déformation permanente longitudinale, et se localise suivant les traces de roues des véhicules. On distingue :

- ◆ **Les orniérages à petit rayon** : ils affectent la couche de roulement.
- ◆ **Les orniérages à grand rayon** : ils affectent toute la structure de chaussée.

Si l'eau peut pénétrer dans le corps de chaussée, l'orniérage évolue par approfondissement rapide des affaissements et rupture de la chaussée lors de la saison des pluies

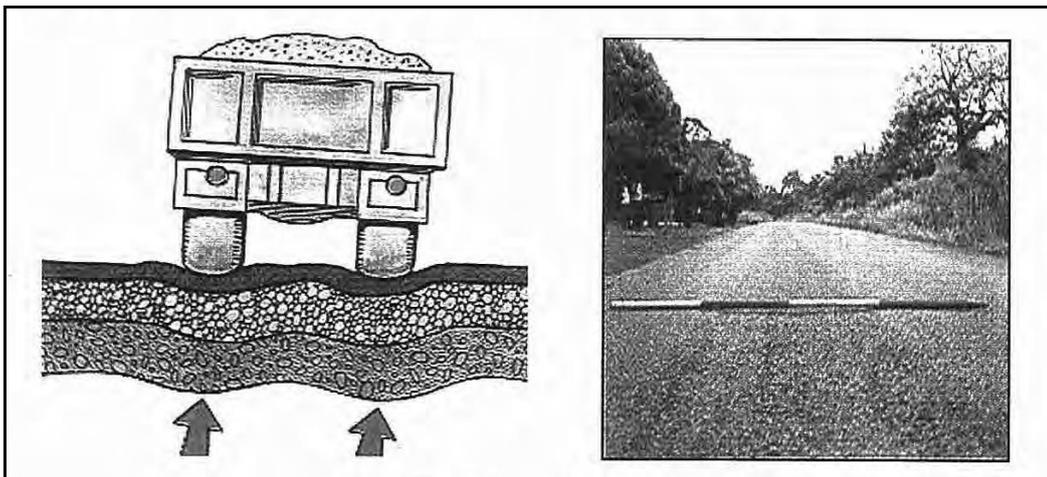


Figure 1.16 et photo 1.9 : Orniérage [6].

- **Le bourrelet** : c'est une déformation vers le haut (positive) qui affecte la surface de chaussée. On distingue :

- ◆ **Les bourrelets transversaux** : se manifestent dans les zones de freinage.

- ◆ **Les bourrelets longitudinaux** : se localisent généralement en bordure des traces des roues.

Le plus souvent, le bourrelet est associé à un affaissement. L'évolution du bourrelet conduit à la destruction progressive de la chaussée.

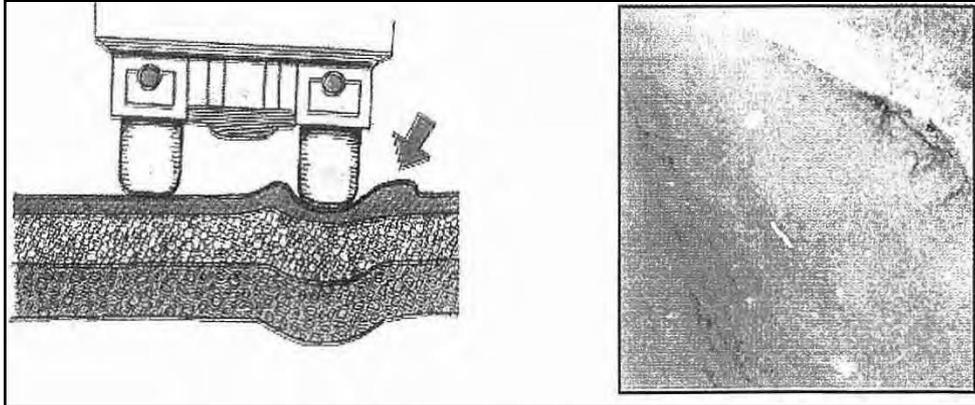


Figure1.17 et photo1.10 : Bourrelet longitudinal [6].

- **La flache** : c'est une dépression locale, souvent de forme arrondie. Elle est généralement due à un défaut de portance du sol.
- **La tôle ondulée** : c'est une ondulation perpendiculaire à l'axe de chaussée. Elle se manifeste sur certains revêtements épais très sollicités, ainsi que dans les fortes pentes

1.5.3) Les arrachements : [6]

L'instabilité de la chaussée, due aux actions mécaniques, environnementales et aux erreurs de construction, conduisent à l'apparition des problèmes d'arrachements.

On distingue :

- **La pelade** : c'est une dégradation plus ou moins localisée, caractérisée par le décollement total de la couche de roulement.
- **Le nid de poule** : cette dégradation affecte le corps de chaussée par enlèvement des matériaux, en formant une cavité quasi arrondie. Elle n'a pas de localisation précise, parfois à proximité des fissures, d'affaissements, de bourrelets ou de zones de ressuage. L'évolution du nid de poule se manifeste par un agrandissement progressif de trous et formation d'autres nids de poule.

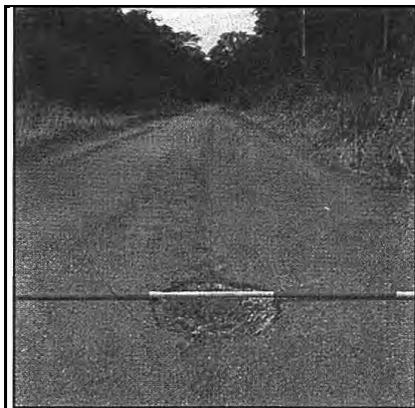


Photo 1.11 : Nid de poule.

- **Le plumage** : il se caractérise par un arrachement des gravillons de revêtement, et se localise suivant les traces des roues des véhicules. Le plumage s'évolue par arrachement des gravillons, qui rend le revêtement plus glissant et de plus en plus perméable.

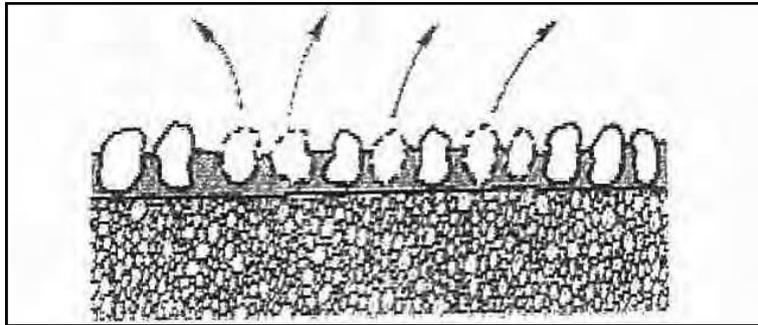


Figure 1.18: Plumage.

- **Le peignage** : c'est l'arrachement des gravillons parallèlement à l'axe de la route sur des grandes longueurs. Par manque d'entretien rapide, l'imperméabilité sera mal assurée et il y a apparition de nids de poule.

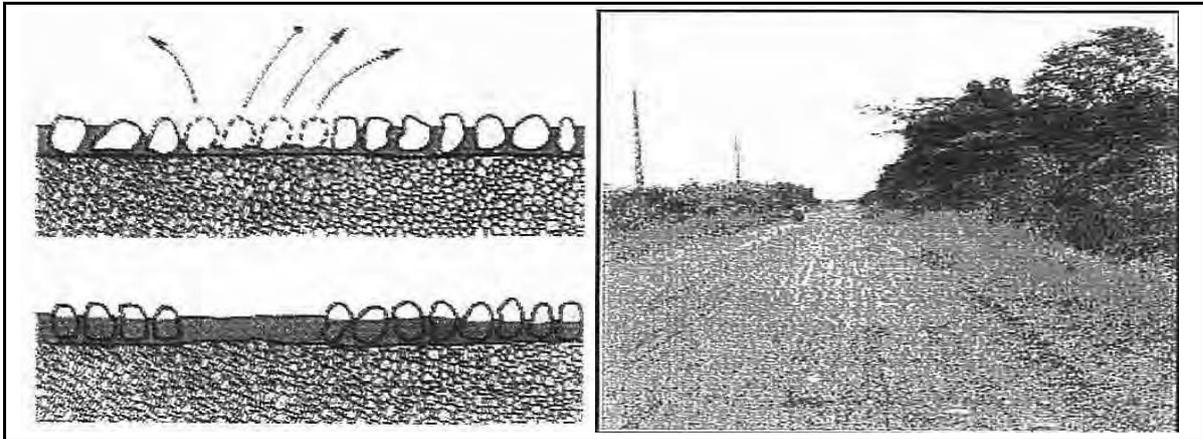


Figure 1.19 et photo 1.12 : Peignage [6].

- **Le désenrobage**: se caractérise par un décollement de la pellicule de mastic (liants + fines) enveloppant le matériau enrobé. L'évolution d'un désenrobage entraîne la perméabilité de l'enrobé.
- **Le décollement** : c'est une rupture d'adhésion entre la couche de surface et le corps de chaussée.

1.5.4) Les remontées : [6]

Elles proviennent généralement du corps de la chaussée et affectent la couche de roulement.

- **Les remontées d'eau et d'argile** : Sous l'effet du trafic, des venues d'eau ou de fines se percolent à la surface de la chaussée. Ces remontées accentuent les dégradations de surface (nid de poule, plumage ...).
- **Le ressuage** : C'est l'apparition d'un excès de liants, sur une zone localisée ou sur la totalité de la surface. L'évolution du ressuage conduit au décollement et à l'arrachement du revêtement, lors du passage des véhicules. De plus, le ressuage amorce l'apparition de nid de poule.

1.6) CAUSES DE DEGRADATIONS DES ROUTES : [6]

Tableau 1.2 : Causes de différentes dégradations [6]

Dégradations	Origines et causes
1. Fissurations	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les structures souples : <ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise qualité des matériaux - Mauvaise mise en œuvre. - Epaisseur insuffisante de la chaussée par rapport au trafic. - Retrait (couche de base traitée au ciment) - Age de la chaussée. • Pour les structures rigides : <ul style="list-style-type: none"> - Absence du joint dans le sens axial. - Mauvaise composition du béton.
2. Déformations	<ul style="list-style-type: none"> - Portance insuffisante du sol-support ou du corps de chaussée. - Sous dimensionnement localisé du corps de chaussée. - Stabilité insuffisante du revêtement (enrobés). - Accotements insuffisants ou non revêtus. - Insuffisance de la stabilité d'enrobés. - Sous dimensionnement du corps de chaussée.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Affaissement ➤ Flache 	<ul style="list-style-type: none"> - Déformation de la couche de base par défaut de profilage avant la pose de revêtement. - Manque de stabilité d'enrobés.
3. Arrachement	<ul style="list-style-type: none"> - Stade final de faiénçage ou d'une flache. - La perméabilité de la couche de roulement.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nid de poule ➤ Désenrobage 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en œuvre par conditions atmosphériques défavorables. - Attaque du liant « hydrocarboné » par un produit chimique (Argile, sel ...) - Mauvaises conditions d'exécution (surface humide).
4. Remontées	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de cohésion au sein d'une chaussée fondée sur un sol argileux ou gorgé d'eau. - Dosage en liant trop élevé. - Liant non adapté. - Utilisation d'un liant mou ou (et) la présence d'une forte chaleur.

Chapitre 2 :

Les ouvrages de l'assainissement routier

Chapitre 2 :

Les ouvrages de l'assainissement routier

2.1) INTRODUCTION [8]

Lors de la pluie, les eaux qui tombe sur la chaussée peuvent s'accumuler et causer ainsi des glissances, des projections d'eau sur les autres usagers. Il est donc important de collecter et d'évacuer assez rapidement l'eau qui tombe sur la chaussée y compris celle provenant du reste de l'emprise de la route ou du terrain naturel avoisinant. Pour assurer cette fonction de collecte et d'évacuation, un ensemble d'ouvrages spécifiques, structurés en réseau, est nécessaire. Les détails sur ces ouvrages ainsi que leur fonctionnement et caractéristiques seront abordés dans ce deuxième chapitre.

2.2) *TYPOLOGIE DES OUVRAGES ET DES DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ROUTIER*

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des ouvrages et des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Les différents ouvrages utilisés peuvent être regroupés en :

- 1) **Ouvrages de collecte** : (les fossés, filet d'eau, les descentes d'eau, les caniveaux et les bourrelets) ;
- 2) **Ouvrages de franchissement (les traversées)** : (les dalots, les buses, les radiers et les ponts) ;
- 3) **Ouvrages de concentration** : (les avaloirs et les regards) ;
- 4) **Dispositifs annexes** : (les saignées et les barbacanes)
- 5) **Ouvrages de drainage** : (fossé profond, drain, tranchée drainante et Ecran Drainant de Rive de Chaussée (EDRC)).

Tous ces 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.

La collecte des eaux est nécessaire pour éviter : [9]

- ◆ L'accumulation d'eau superficielle ;
- ◆ Les infiltrations dans le corps de chaussée, les accotements et les sols de fondations.

Les ouvrages de collecte des eaux de ruissellement seront soit placés en bordure, soit en terre-plein central, cela dépendra du type de la route ou de son emprise.

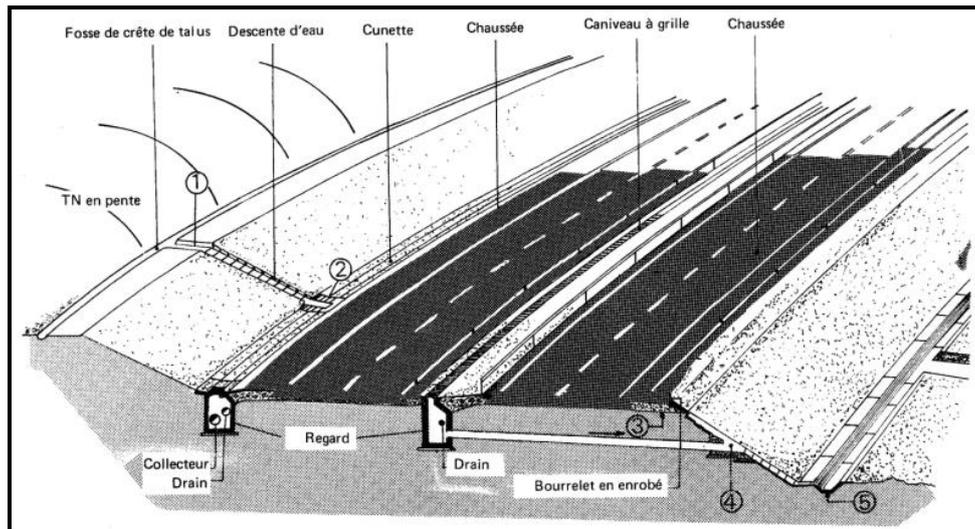


Figure 2.1 : Schéma général des ouvrages d'assainissement d'une route.

Ouvrages de raccordement : 1. Fossé de crête de talus à une descente d'eau, 2. D'une descente d'eau à un fossé plat, 3. D'un bourrelet à une descente d'eau, 4. D'une traversée sous chaussée à une descente d'eau, 5. D'une descente d'eau à un fossé profond.

2.3) LES OUVRAGES DE COLLECTE :

Les ouvrages qui permettront d'assurer la collecte des eaux de ruissellement seront soit placés en bordure, soit en terre-plein central, cela dépendra du type de la route ou de son emprise.

2.3.1) Les fossés [10] :

Définition : Un fossé est une fosse creusée parallèlement à la route pour faciliter l'écoulement des eaux.

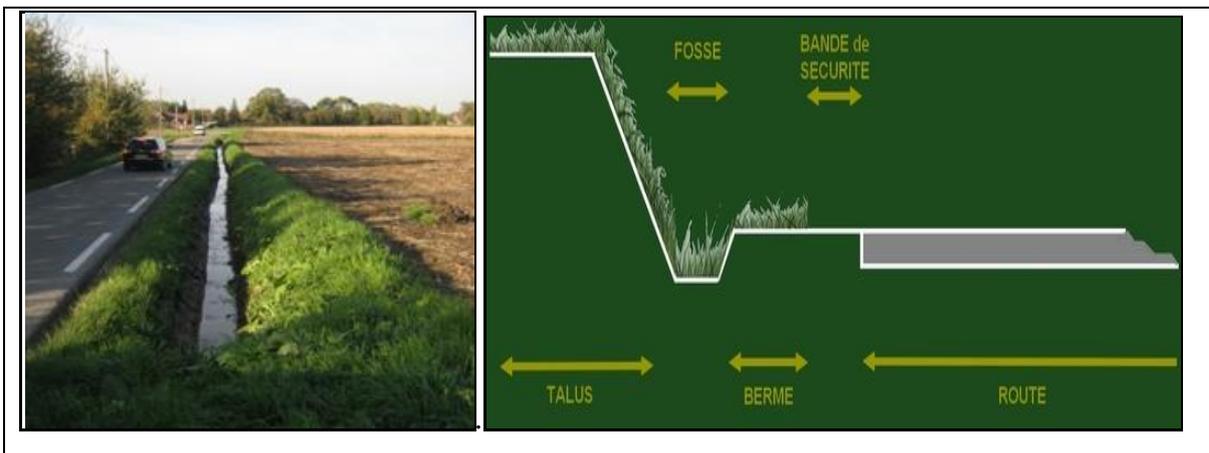


Photo 2.1 : Image d'un Fossé

Figure 2.2 : Schéma de conception d'un fossé.

❖ Rôles des fossés :

- Les fossés ont un rôle principal : recueillir les eaux de ruissellement de la surface de chaussée et les évacuer pour qu'elles ne nuisent pas à la chaussée, aux utilisateurs de la route et autres ouvrages (remblais, talus de déblais, ...). Le fossé doit conserver son gabarit et ne pas présenter de points bas qui entraîneraient des stagnations d'eau...

- Les fossés ont souvent aussi un rôle important d'interception des eaux de l'environnement extérieur à la route.
- Ils ont également un rôle secondaire : assainir le corps de chaussée voire, pour partie, le sol support (collecter les eaux des drains naturels ou artificiels, couper les arrivées d'eaux souterraines).
- Dans ce cas, le fossé doit être suffisamment profond (il peut alors être dangereux).
- Très souvent, le fossé sert également à protéger les accotements des riverains (délimitation nette des emprises).

❖ Caractéristiques :

Un fossé est caractérisé par : son emplacement, son profil, sa pente, sa profondeur, la présence ou non d'un revêtement. On distinguera ainsi :

• Selon l'emplacement :

- ◆ Les fossés de bord de plateforme (écoulent les eaux de ruissellement de la chaussée) ;
- ◆ Les fossés de crête de talus ou de déblais (évitent aux eaux riveraines de parvenir jusqu'à la chaussée) ;
- ◆ Les fossés de pied de remblais (inversement, évitent aux eaux de la chaussée d'entrer dans les propriétés riveraines).

• Selon la forme :

- ◆ Les fossés en (U) ;
- ◆ Les fossés en (V) ;
- ◆ Les fossés de trapézoïdaux.



Figure 2.3 : Formes des fossés [10].

• Selon la profondeur :

- ◆ Les fossés **peu profonds** appelés **cunettes** quand leur forme est en "U" ou en "V" très évasé ;
- ◆ Les fossés **courants** (40 à 60 cm de profondeur) ;
- ◆ Les fossés **profonds** (profondeur supérieure à 60 cm).

• Selon la présence ou non d'un revêtement :

- ◆ Les fossés revêtus de béton (préfabriqué, coulé en place) d'enrobés bitumineux ou de géomembranes ;
- ◆ Les fossés non revêtus.

2.3.2) Les filets d'eau :

Définition : Ce sont des éléments de collecte des eaux de ruissellement placés le long du revêtement. Ils doivent guider sur de courtes distances les eaux superficielles vers des ouvrages de capacité supérieure.

Ils peuvent faire partis du revêtement ou constitués de matériaux différents, préfabriqués en béton, coulés sur place ou en pavage.



Photo 2.2 : Filet d'eau en béton [8].

❖ Rôle :

- ◆ Création d'un filet d'eau en bord de plate-forme, ou à l'intérieur d'un ouvrage plus important revêtu.
- ◆ Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines ou pour des sections en déblai étroites.

❖ Caractéristiques :

- ◆ Pentes des filets d'eau d'au moins 0.8% (0.4% comme limite) pour éviter la stagnation.
- ◆ Lorsque la pente longitudinale de la chaussée est inférieure à cette valeur, on doit essayer de donner au filet d'eau un profil en zigzag pour avoir une pente suffisante.
- ◆ Dans tous les cas, le décrochement de 1 ou 2 cm par rapport à la chaussée nous permet ceci.

2.3.3) Les descentes d'eau :

Définition : une descente d'eau est un ouvrage préfabriqué mis en place à la surface d'un talus ou enterré.

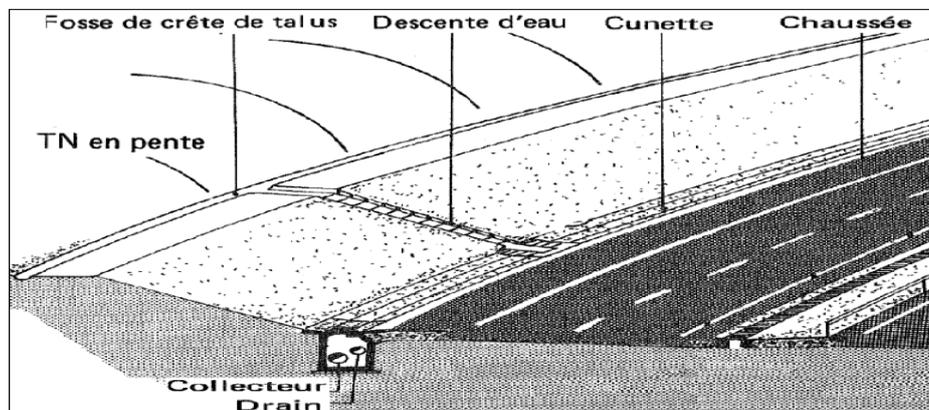


Figure 2.4 : Schéma général de l'ensemble des ouvrages [8].

- ❖ **Rôle** : Les descentes d'eau permettent de canaliser les eaux provenant du haut du talus et de les écouler vers un ouvrage situé en Contrebas.
- ❖ **Caractéristiques** :
 - **Selon leur rôle et leur emplacement** :
 - ◆ Descentes d'eau de talus de remblais : Ce sont les plus fréquentes. Elles permettent à l'eau collectée en bord de chaussée de rejoindre un fossé ou un autre ouvrage situé en contrebas du remblai.
 - ◆ Descentes d'eau de talus de déblais : Elles permettent aux eaux collectées en haut des talus de déblais de s'écouler dans les ouvrages d'assainissement qui bordent la route.
 - ◆ Autres descentes d'eau : Très semblables aux précédentes, elles permettent de descendre de l'eau sur une pente naturelle (cascades, sources, par exemple).
 - **Selon leur nature** :
 - ◆ Descentes d'eau de surface : Elles sont constituées d'éléments emboîtés (tuiles) ou d'éléments en arc de cercle (tôle ondulée galvanisée). En plus de la partie descendante, elles comprennent un ouvrage de tête (entonnement) et un ouvrage de raccordement avec l'ouvrage inférieur (généralement fossé). Cet ouvrage sert, en outre, de butoir et de calage pour les descentes d'eau.
 - ◆ Descentes d'eau enterrées. Elles sont constituées d'une canalisation avec un avaloir à la partie supérieure et un ouvrage de raccordement à la partie inférieure. Un regard intermédiaire permet d'assurer la jonction entre la canalisation et l'ouvrage de raccordement.

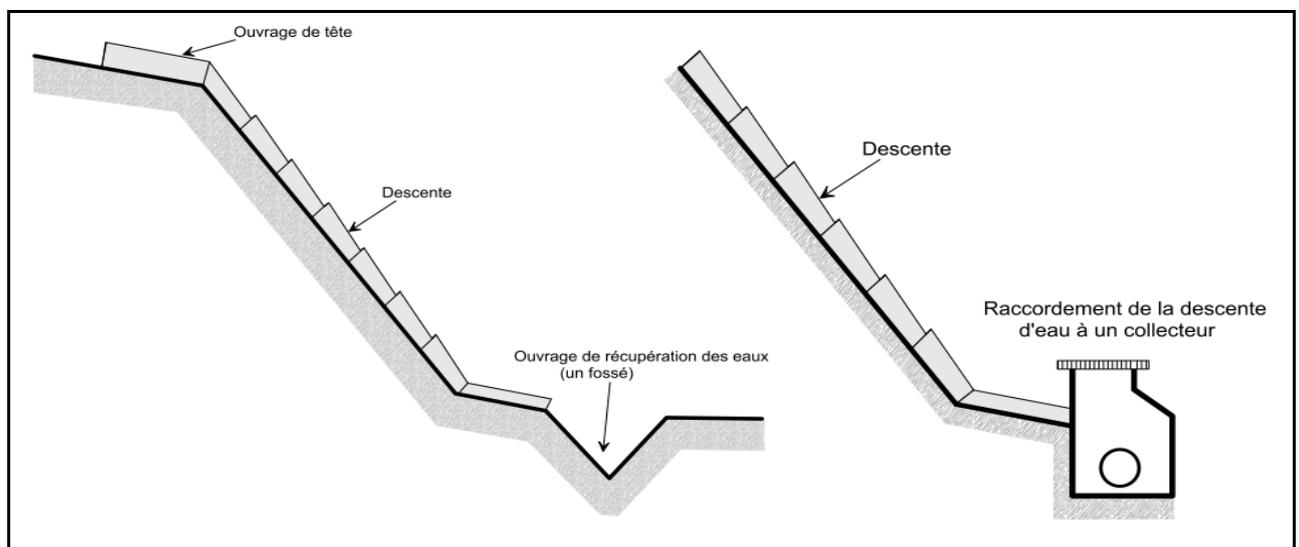


Figure 2-5 : Descente d'eau de surface

2.3.4) Les caniveaux : [8]

Définition : Les caniveaux sont des ouvrages préfabriqués ou maçonnés (et soigneusement jointoyés) destinés à recueillir et écouler les eaux superficielles le long de la chaussée. Ils sont soit indépendants, soit jumelés à une bordure de trottoir.



Photo 2.4 : *modèle d'un caniveau*

- ❖ **Rôle :** Il élimine rapidement les eaux de pluie et assure une étanchéité maximale, ce qui protège la structure des ponts et rend la circulation plus sûre.

2.3.5) Les bourrelets [8] :

- ❖ **Définition :** Le bourrelet est un élément de collecte des eaux de ruissellement placé le long du revêtement. Ils doivent guider sur de courtes distances (50 à 60 m) les eaux superficielles jusqu'à une descente d'eau ou un système d'engouffrement vers un ouvrage enterré. Les bourrelets sont en enrobé ou en béton.

En principe, on prévoit les bourrelets en crête de talus dès que la hauteur de remblai dépasse 4 m.

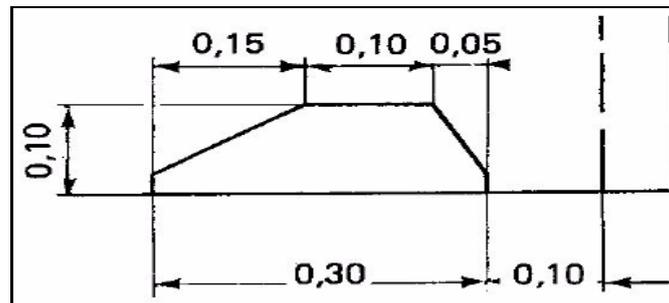


Figure 2.6 : *Profil d'un bourrelet et sa position par rapport à une glissière*

- ❖ **Rôle :**
 - ◆ 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 du talus ; il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence de la végétation.

2.4) OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT [11] :

Le type et le modèle des ouvrages de franchissement des cours d'eau sur les routes rurales sont déterminés principalement en fonction des paramètres suivants :

- ◆ Le régime du cours d'eau ;
- ◆ La densité et les charges causées par le trafic ;
- ◆ Les conditions du terrain ;
- ◆ Les ressources locales ;
- ◆ Le coût de construction.

2.4.1) Les dalots :

Définition : Les dalots sont des ouvrages de franchissement placé sous chaussée qui nécessitent aucun remblai ou admettre qu'une faible épaisseur de remblai (1 à 2 m), donc ils sont spécialement calculés pour les surcharges. [12]

Ce sont des éléments à section rectangulaire simple multiple. On distingue les dalots simples (constitués de piédroits verticaux fondés sur semelles ou radier général et sur lesquels reposent une dalle en béton), les dalots cadres (dans lesquels la dalle, les piédroits et le radier constituent une structure rigide en béton armé formant donc un cadre) et enfin les dalots portiques (analogues aux dalots cadres, mais sans radier, les piédroits verticaux sont fondés sur semelles). Ils sont généralement adoptés pour les débits élevés (dépassant $10 \text{ m}^3/\text{h}$). [8]

❖ Types des dalots : [12]

On a trois types de dalots sont couramment utilisés :

- ◆ Les dalots ordinaires constitués de piédroits verticaux fondés sur semelles 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 (cadre) ;
- ◆ Les dalots portiques analogues aux dalots cadres, mais sans radier (piédroits verticaux fondés sur semelles).



Photo 2.4 : Différents types de dalots.

❖ Caractéristiques : [12]

Les dalots sont en béton armé et résistent à toutes les contraintes extérieures et intérieures, ils sont constitués par les éléments principaux suivants :

- ◆ Un radier ou une semelle en béton armé ;

- ◆ Si l'ouvrage de traversé est un matériau préfabriqué, il est généralement posé directement sur la semelle ;
- ◆ S'il est coulé sur place, il est généralement constitué de : piédroits, une dalle en béton armé, deux murs de tête, quatre murs en aile (deux en amont et deux en aval)
- ◆ L'enrochement de protection amont et aval ;
- ◆ Les remblais d'accès ;

2.4.2) Les buses :

Définition et caractéristiques : [8]

Les buses sont des ouvrages utilisés exclusivement dans des sections où l'on dispose d'épaisseur suffisante de remblai, avec un minimum de remblai au-dessus d'elles égale à 0.80 m. Elles peuvent être en béton métallique et peuvent avoir des sections circulaire, ellipsoïdale, en arche ou encore ovoïdale. Quand elles sont en béton, elle nécessite une fondation rigide et dès lors que leur diamètre commence par dépasser 1.20 m, elles ne sont plus intéressantes à cause de leur poids. Les buses sont généralement des éléments préfabriqués.



Photo 2.5 : Différents model des buses.

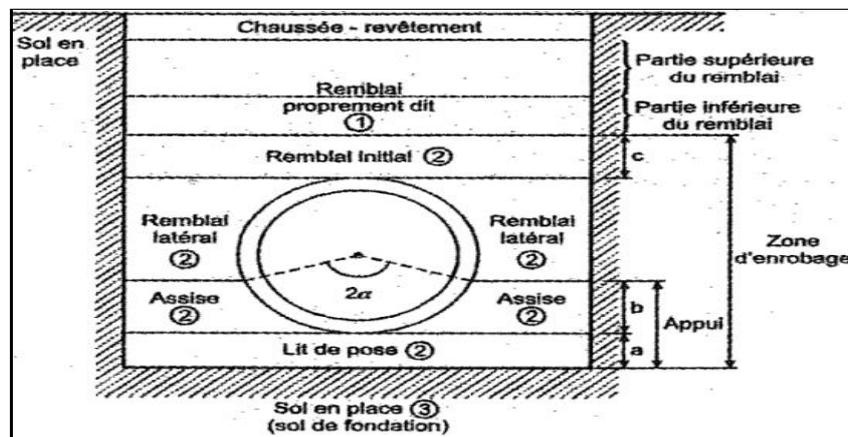


Figure 2.7 : Conception d'une buse.

❖ Types des buses : [12]

On a deux types de buses sont couramment utilisés :

- ◆ Les buses en béton,
- ◆ Les buses en métal.

Les buses sont utilisées exclusivement dans des sections où l'on dispose d'une épaisseur suffisante de remblais (un minimum de 0.8 m de remblai est nécessaire au-dessus de la buse)

et peuvent être utilisées avec des hauteurs de remblais élevées. Dans le cas des buses métalliques, cette hauteur de remblai admissible est fonction de l'épaisseur de la buse.

Afin de permettre le nettoyage ou le curage des buses qui risquent souvent d'être obstruées partiellement par les dépôts de sédiments et de pierres charriés par les eaux, il est conseillé de ne jamais adopter un diamètre inférieur à 800 mm

Les débits admissibles sont donc variables et peuvent être très élevés dans le cas d'une batterie de plusieurs buses de grand diamètre quand la topographie du site permet un tel dispositif.

2.4.3) Les radiers :

Définition : Les radiers et les ponts submersibles sont des ouvrages hydrauliques qui sont submergés pendant les crues et qui permettent le franchissement des rivières seulement pendant les basses eaux. Si tout l'écoulement du cours d'eau se fait exclusivement au-dessus des radiers, un certain débit s'écoule sous le tablier dans le cas des ponts submersibles et c'est seulement lorsqu'une crue produit un débit supérieur que l'excédent passe au-dessus du tablier du pont. [8]

Un radier est un ouvrage qui permet de franchir les rivières en basses eaux et qui est submergé en cas de crues. Le radier est établi sur le fond de la rivière et l'eau passe exclusivement par-dessus. Il est donc construit sur un cours d'eau de faible pente, moyennement large, de faible hauteur des berges, et qui reste sec en grande partie de l'année [12].

Ce type d'ouvrage convient surtout en zone désertique. Le radier routier est généralement composé de : [12]

- ◆ Un radier en béton ou en béton armé ;
- ◆ Une protection en amont et une autre en aval ;
- ◆ Des balises de signalisation.



Photo 2.6 : Radier semi-submersible.

❖ Caractéristiques : [12]

Le franchissement d'une rivière par un radier routier est moins coûteux qu'un dalot ou un pont, mais il présente un inconvénient majeur : le trafic est interrompu lors des crues. L'interruption est due souvent à la hauteur d'eau qui peut correspondre aussi à des vitesses excessives. On admet généralement des hauteurs de 0.4 m pour les voitures et 0.6 m pour les camions, avec des vitesses moyennes d'écoulement n'excédant pas 1.5 m/s.

Le radier lui-même est ancré dans le sol et il est protégé à l'amont et l'aval contre l'érosion régressive par un tapis de gabion semelle ou par un enrochement.

2.4.4) Les ponts [12] :

Définition : Un pont est un ouvrage qui permet de franchir une dépression ou un obstacle (cours d'eau, voies de communication) en passant par-dessus. Il est construit sur cours d'eau lorsque : le débit est important, la dépression est très profonde, ou le trafic routier est élevé.

Le pont est composé de trois parties principales :

- ◆ Les fondations qui permettent de transmettre les efforts au terrain ;
- ◆ Les appuis comprenant :
 - ⇒ Les culées qui servent d'appuis aux extrémités du tablier et supportent les poussées des remblais ;
 - ⇒ Les piles qui supportent le tablier entre les culées ;
- ◆ Un tablier qui supporte les voies de circulation (automobiles, piétons, animaux) ; il peut être en une ou plusieurs travées en fonction de la largeur de la vallée à traverser ;

❖ Caractéristiques :

L'étude hydraulique consiste à déterminer les caractéristiques suivant du pont :

- ◆ La hauteur d'eau est déterminée à partir de la crue de projet. Cette dernière est estimée par les méthodes hydrologiques pour des périodes de retour prises égale à 200, 500 ou 1000 ans. La crue de projet à prendre en compte dépend de l'importance de la route.
- ◆ Certains auteurs recommandent une estimation de la crue de projet centennale multiplie par un facteur de sécurité variant de 1.5 à 2 ;
- ◆ La hauteur d'eau est calculée par la formule usuelle de débit de Manning-Strickler
- ◆ Le tirant d'air est prévu pour diminuer le risque d'obstruction partielle ou totale du pont. Il dépend aux risques de charriage et de l'importance de l'ouvrage. Pour des ponts de longueur inférieure à 50 m, on adopte généralement un tirant d'air au moins égal à :
 - ⇒ **En zone désertique :**
 - Si la portée du pont est < 50 m, le tirant d'air doit être ≥ 1.5 m ;
 - Si la portée du pont est > 50 m, le tirant d'air doit être $\geq 1,0$ m ;
 - ⇒ **En zone forestière :**
 - Si la portée du pont est < 50 m, le tirant d'air doit être $\geq 3,0$ m ;
 - Si la portée du pont est > 50 m, le tirant d'air doit être $\geq 2,0$ m ;
- ◆ Il est recommandé d'estimer la profondeur d'affouillement au niveau des piles et d'évaluer l'érosion des berges.



Photo 2.7 : Ouvrage de franchissement : le pont.

2.5) OUVRAGES DE CONCENTRATION :

2.5.1) Les avaloirs :

- ❖ **Définition** : un avaloir est un ouvrage qui permet à l'eau s'écoulant sur la chaussée (le plus souvent le long d'un caniveau) de descendre dans un ouvrage situé à un niveau inférieur et généralement enterré (collecteur, buse de traversée, ...).

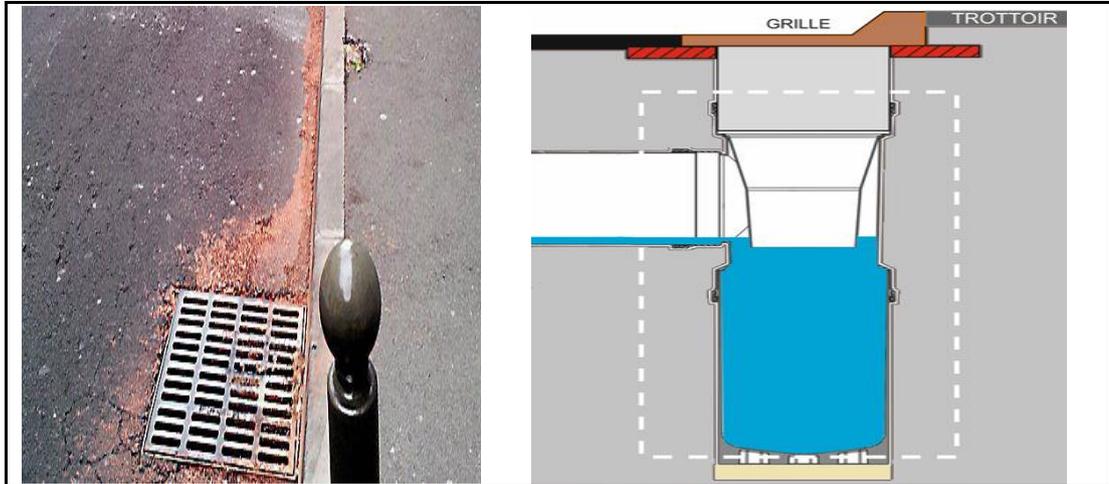


Photo 2.8 et Figure 2.7 : L'avaloir.

- ❖ **Rôles** :

- Capturer toute l'eau superficielle d'écoulement,
- Descendre l'eau à un niveau inférieur,
- Faciliter l'engagement de l'eau dans l'ouvrage suivant.

- ❖ **Caractéristiques** :

- Arrêter les déchets, feuilles, branches, ... emportés par l'eau,
- Laisser les particules fines (sables fins, terres, ...) se déposer quand l'avaloir est équipé d'un décanteur,
- Éviter la remontée d'effluves d'un réseau d'assainissement unitaire grâce à la mise en place d'un siphon.

2.5.2) Les regards :

- ❖ **Définition** :

Un regard devra être impérativement prévu à chaque changement de direction du tracé du collecteur, à une rupture de pente dans le profil en long et à une modification du diamètre du collecteur, il est conseillé de prévoir dans ces ouvrages des cunettes de décantation (mini : 10 cm de profondeur) qui piègeront les fines et les graviers. La dalle supérieure du regard est fermée par un tampon.

Les regards visitables sont munis d'échelons de descente avec une crosse en sortie.

Les regards non visitables sont de taille plus modeste.

- ❖ **Rôles et Caractéristiques** :

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

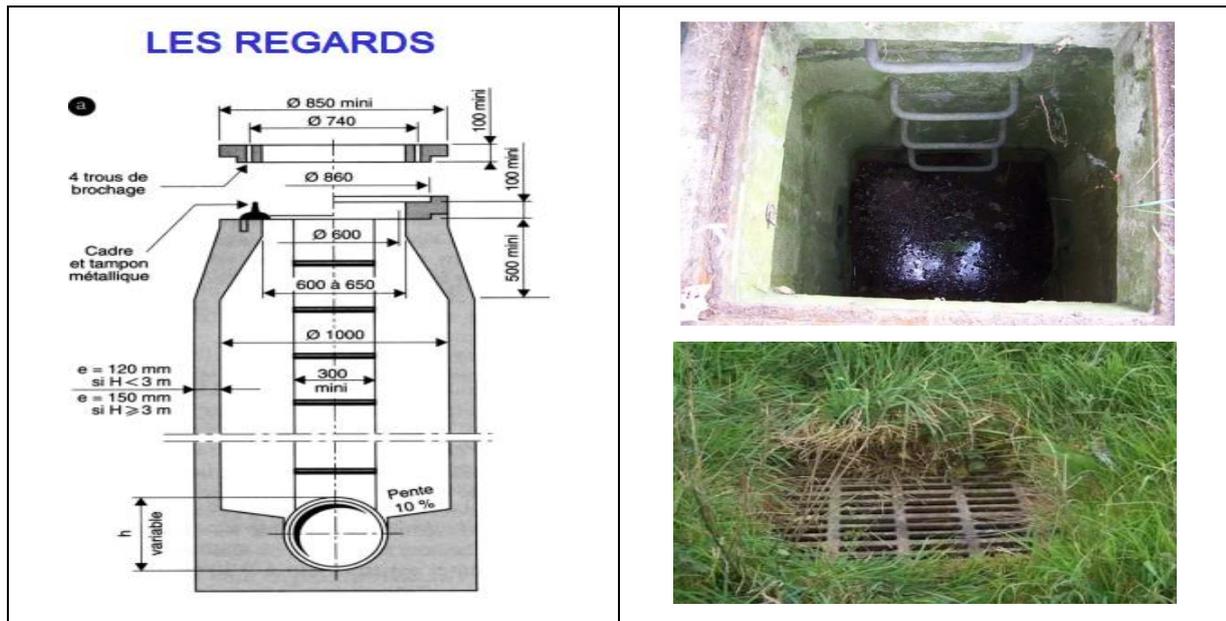


Figure.2.9 et Photo 2.9 : Schéma d'un regard de visite

2.6) OUVRAGES DE DRAINAGE :

2.6.1) Le fossé profond [2] :

Le fossé profond peut jouer dans certains cas, outre sa fonction de recueil et d'évacuation des eaux pluviales, le rôle d'ouvrage de drainage. D'au moins 0,50 m de profondeur (le fond du fossé doit se situer plus bas que la base de l'ensemble chaussée – couche de forme), implanté au plus près de la chaussée, le fossé profond peut être considéré en technique routière comme la forme la plus aboutie du drainage.

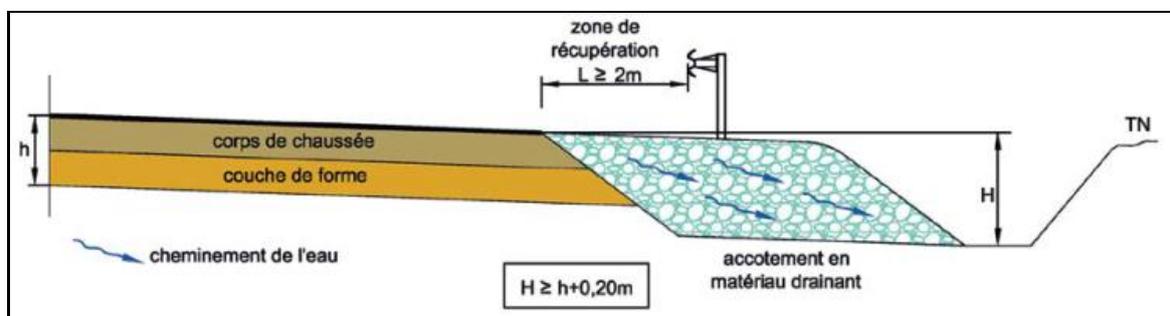


Figure 2.10 : Schéma de positionnement d'un fossé profond.

2.6.2) Le drain [10] :

Définition : Un drain est une canalisation souterraine dont les parois sont perméables à l'eau.



Photo 2.10 : Exemple d'un système de drain.

❖ **Rôle** : Un drain sert à capter et à évacuer l'eau en excès dans le sol.

❖ **Caractéristiques** :

- **Selon leur emplacement**

- Drains de plate-forme en bord de chaussée, sous le fossé, en fond ;
- De purge ;
- Drains sous les remblais ;
- Drains dans les talus de déblais (soit parallèles, soit perpendiculaires aux talus).

- **Selon leur nature**

- Tubes :
 - En béton, terre cuite ou matière plastique ;
 - Poreux, perforés, à fentes ou à joints ouverts ;
- Tranchées remplies de matériaux drainants.
- Écrans de rive : dispositifs drainants, préfabriqués ou construits sur.
- Place, installés en bord de chaussée.

2.6.3) Tranchée drainante :

Définition : Elle constitue un dispositif de drainage vertical situé en bord de chaussée, mais à une distance suffisante pour ne pas l'affaiblir. Elle draine efficacement le sol support et abaisse le niveau d'eau sous la plate-forme. La tranchée, généralement réalisée à la pelle mécanique, est remplie d'un matériau drainant qui peut être entouré d'un filtre en géotextile pour rendre cet ouvrage pérenne. À sa base, il y a généralement un drain reposant sur le fond de tranchée correctement réglé. La profondeur de pose n'excède pas 2,5 m avec une largeur de tranchée de 0,30 à 0,50 m [2].

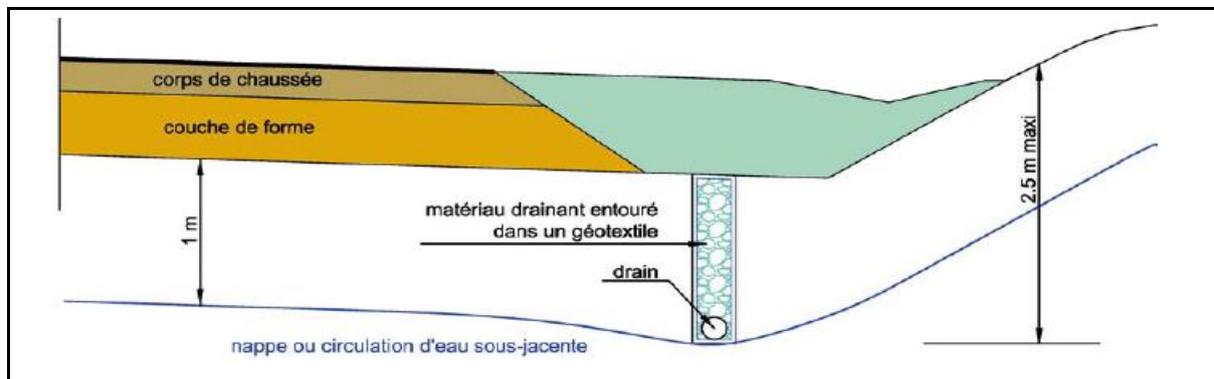


Figure 2.11 : Schéma de positionnement d'une tranchée drainante [2].

Les drains mis en place en fond de tranchée exigent un entretien régulier (visite annuelle et hydro-curage tous les **3 à 5 ans**). Des regards de visite espacés au maximum tous les **100 m** sont indispensables. Ils permettent de vérifier le bon écoulement des eaux vers l'exutoire et autorisent l'inspection télévisuelle [2].

On distingue deux types de tranchée drainante (tranchées drainantes transversale et longitudinale)

- **Tranchée drainante transversale** : C'est une saignée réalisée dans le sol de fondation pour capter les eaux infiltrées dans le corps de la chaussée. Elle est soit transversale soit en biais de 60° par rapport à l'axe de la route [7].

- **Tranchée drainante longitudinale** : C'est une tranchée exécutée au bord de la chaussée, remplie de matériaux drainants et éventuellement d'un drain servant à la collecte des eaux [7].
- ❖ **Objectifs à atteindre** : [7]
 - **Tranchée drainante transversale** :
 - Accélérer l'évacuation des eaux dans les points bas du profil ;
 - Intercepter l'écoulement de l'eau lorsque la pente longitudinale dépasse la pente transversale (pour minimiser le chemin d'écoulement).
 - **Tranchée drainante longitudinale** : Conduire les eaux évacuées latéralement par la couche drainante et les drains et éventuellement les eaux infiltrées à travers les accotements et bermes centrales.

2.6.4) Ecran Drainant de Rive de Chaussée (EDRC) :

Définition : L'EDRC est mis en place en rive de chaussée dans le but de collecter les eaux d'infiltration présentes dans le corps de chaussée et la partie supérieure du sol support, et de s'opposer aux migrations d'eau en provenance de l'accotement. Il apporte un meilleur fonctionnement de la structure par l'amélioration de l'état hydrique des matériaux. Contrairement à la tranchée drainante, l'EDRC ne peut être posé à de grandes profondeurs (1,5 m maximum) et ne doit pas être utilisé pour rabattre une nappe [2].

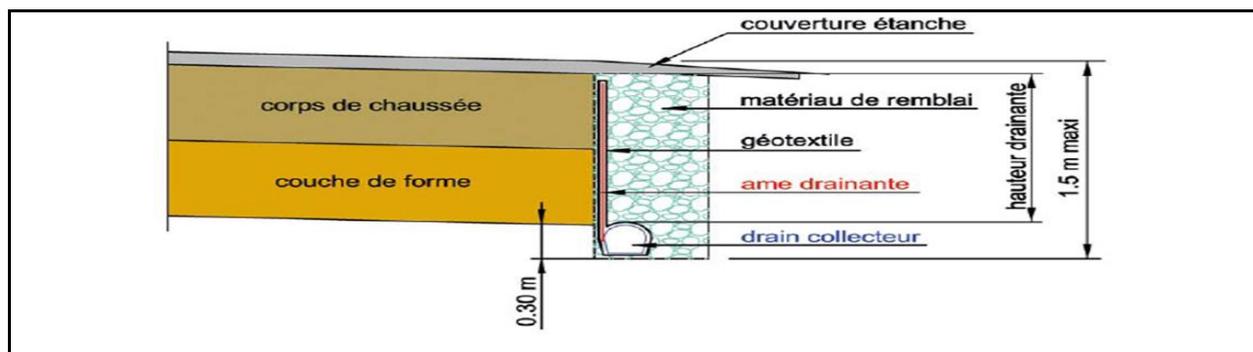


Figure 2.12 : Schéma d'un EDRC situé en limite d'accotement de la structure de chaussée

C'est une tranchée drainante étroite à parois minces verticales. Les éléments constitutifs sont soit préfabriqués soit élaborés sur chantier [7].

- ❖ **Rôle** : [7]
 - Un écran drainant joue le rôle d'un écran capillaire, en effet, si l'on interpose en rive de chaussée un écran drainant celui-ci va entraver à l'immigration des eaux par succion depuis les zones à forte humidité (accotements) vers les moins humides (sol de fondation) donc il permet d'éviter l'effet de bord.
 - L'écran drainant permet en outre d'évacuer l'excès d'eau du corps de la chaussée.
- ❖ **Domaine d'application** : [7]

L'emploi d'un EDRC s'impose selon le type de route, le type de sol et le climat.

 - **Le type de route**
 - **Chaussée neuve** : Lorsque la solution de l'imperméabilisation des accotements ne peut pas être envisagée, ou lorsque le sol de fondation est en déblai ou au voisinage du terrain naturel.

- **Chaussée existante** : La recommandation d'un EDRC ne peut se faire qu'après un diagnostic des dégradations. La constatation de fortes déflexions et affaissements de rive par rapport à ceux de l'axe est un signe d'un effet de bord.

Dans le cas où la cause ne peut pas être décelée, il semble prudent d'inclure un EDRC dans le projet d'amélioration de la route.

- **Le type de sol** : Dans tous les sols à forte succion (argiles fines).
- **Le climat** : Dans les régions où le phénomène du gel et dégel est limitée et où la nappe ne se rapproche pas du sol de fondation (1m mini).

Dans tous les cas le besoin de drainage doit être mis en évidence par une étude géotechnique.

2.7) LES DISPOSITIFS ANNEXES DES OUVRAGES (DIVERS) :

2.7.1) Les saignées [10] :

Définition : les saignées sont des abaissements localisés d'un accotement surélevé. On peut aussi les considérer comme un dérasement localisé de l'accotement dans l'attente d'un dérasement généralisé.



Photo 2.11 : Création Des Saignées

❖ Rôle :

- Les saignées permettent à l'eau qui s'écoule sur la chaussée de rejoindre le fossé ;
- La saignée est orientée perpendiculairement à la chaussée ;
- Elle constitue donc un danger pour tout véhicule qui s'engage sur l'accotement.

❖ Caractéristiques :

- Pour réduire les risques à l'égard des piétons, des engins d'entretien et des véhicules en perte de contrôle, on adoptera, de préférence, un profil en travers évasé (pente de 20 %) et une largeur de fond de saignée comprise en 30 et 70 cm.
- Pour faciliter l'écoulement de l'eau, la pente du fond de la saignée doit être régulière et prendre une valeur supérieure à 5 cm par mètre.

2.7.2) Les barbacanes [12] :

Définition : Il s'agit des perforations situées à la base des dispositifs de retenue en béton destinées à l'écoulement de l'eau. Ces barbacanes doivent être maintenues en parfait état de fonctionnement pour éviter toute accumulation d'eau en amont de l'ouvrage en béton.

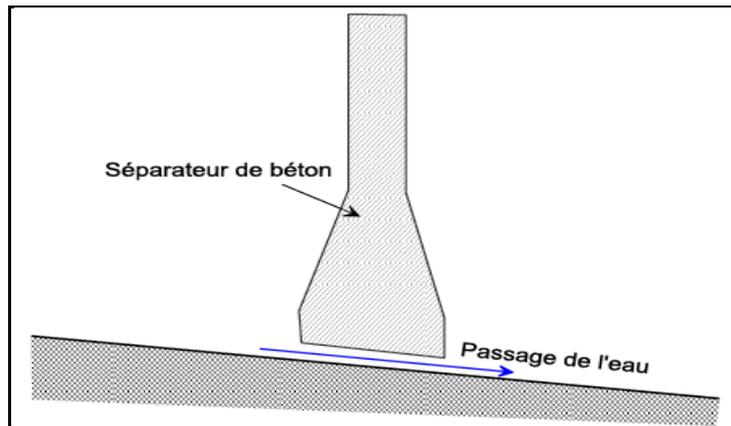


Figure 2.13 : Emplacement des barbacanes sous un dispositif de béton [12].

2.8) FACTEURS INFLUENÇANT LE CHOIX DES OUVRAGES HYDRAULIQUES : [1]

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité des usagers, du coût d'investissement et des modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant le choix sont :

- L'importance du débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement et le type de l'ouvrage ;
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage représenté par la vitesse, le coefficient de rugosité de Strickler (K), le coefficient de perte de charge à l'entrée de l'ouvrage, ainsi que la forme géométrique de la section d'écoulement. A noter que les sections rectangulaires évacuent un débit plus grand que les sections circulaires, dans le cas de faibles hauteurs d'eau.
- La largeur du lit : Un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et à la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes de charges et rendent plus difficile le passage des corps flottants ;
- La hauteur disponible entre la cote du projet et le fond du talweg ;
- Les charges statiques et dynamiques qui sollicitent l'ouvrage hydraulique ;
- Les conditions de fondation des ouvrages ;
- La rapidité et la facilité de mise en œuvre : les produits industrialisés approvisionnés en éléments transportables et montés sur place peuvent constituer une solution intéressante pour réduire les délais d'exécution et dans le cas où l'accès au chantier est difficile ;
- La résistance aux agents chimiques ;
- La résistance au choc : les ouvrages massifs résistent mieux aux chocs et à l'abrasion par le charriage de matériaux solides.

Chapitre 3 :

Présentation, états des lieux et étude hydrologique du projet

Chapitre 3 : présentation, états des lieux et étude hydrologique du projet

3.1) PRESENTATION DU PROJET : [16]

Dans le cadre de la promotion et du développement continu de son réseau routier, la direction des travaux public de la wilaya de Guelma (DTP) s'est fixée des horizons et objectifs prometteurs par la mise en exécution d'un programme d'aménagement, de modernisation et de renforcement du réseau primaire et secondaire (RN, CW) et de dédoublement des axes importants, dont plusieurs projets sont achevés et d'autres en cours de réalisation.

Et dans le souci d'offrir aux usagers de son réseau des voies confortables et fluides, la direction des travaux public de la wilaya de Guelma (DTP) s'est penchée sur l'amélioration de la fluidité de son réseau primaire et ce par la création de dédoublement des axes importants. Le projet d'étude fait partie de cet objectif global.

Le présent mémoire porte sur l'étude de dédoublement de la RN80A entre PK 0+000(EL FJOUI) et PK +3000(HELIOPOLIS).

Après la présentation de l'étude de l'avant-projet sommaire (APS), dans laquelle le bureau d'études a présenté les contraintes du projet (intersection avec la pénétrante autoroutière et l'évitement de la ville d'EL FJOUI en phase de réalisation) limitant à une variante la proposition d'aménagement su dédoublement. Après analyse et concertation de l'administration DTP, la variante retenue étant l'élargissement a gauche, légèrement modifiée, dont les composantes sont détaillées ci-après.

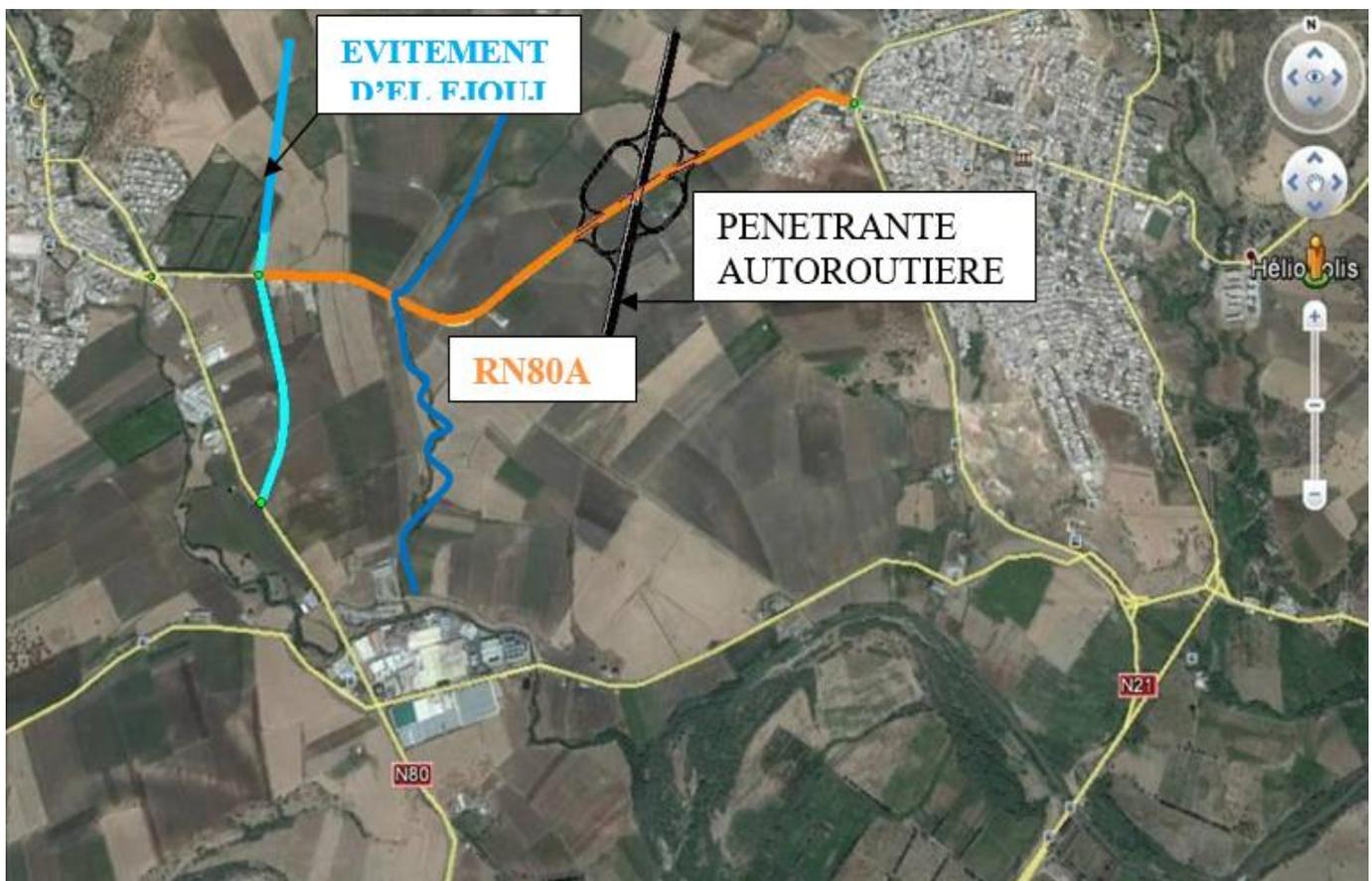


Figure 3.1: Position de la zone du projet RN80A-google earth

3.2) *DONNEES DISPONIBLES* : [16]

La collecte des données décrites ci-après a été faite principalement auprès des services compétents tels que l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH), l'institut national de cartographie et de télédétection (INCT) et lors de plusieurs visites de terrain. Ces données fournissent les informations nécessaires au bon dimensionnement des ouvrages de drainage et des dispositifs d'assainissement.

Ainsi, les informations pertinentes pour l'élaboration de l'APS sont résumées comme suit :

1. Cartes topographiques à l'échelle de 1/25000 et de 1/50 000 pour la délimitation des bassins versants ;
2. Informations sur les données pluviométriques : pluies maximales journalières et étude des intensités des averses régionales (intensité-durée –fréquence IDF) ;

3.3) *SITUATION GEOGRAPHIQUE* : [16]

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba – Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum-El-Bouaghi et Tébessa), outre la proximité du territoire Tunisien à l'Est. La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau.

3.4) *SITUATION CLIMATOLOGIE* : [16]

Le territoire de la Wilaya de Guelma se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été dû au facteur de l'altitude de la wilaya

La température qui varie de 4° C en hiver à plus de 35° C en été est en moyenne de 17,3° C. La pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au Sud jusqu' 'à près de 1000 mm/an au Nord. Près de 57 % de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre –Mai).

3.4.1) *Les précipitations* :

Dans l'établissement du bilan hydrique, les précipitations sont l'élément le plus important parce qu'elles reflètent la circulation des eaux de surface et souterraines. De plus, toute étude climatologique nécessite une analyse bien détaillée des précipitations, car la pluie est un facteur qui conditionne l'écoulement saisonnier et par conséquent, le régime des cours d'eaux ainsi que celui des nappes.

Tableau.3.1 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma (Période 1975-2009).

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FIVE	MARS	AVRIL	MAI	JUN	JUIT	AOÛT	TOTAL
Station													
Guelma	30,49	44,71	64,54	78,97	69,65	59,81	60,34	55,57	47,51	15,88	3,36	9,08	539.9

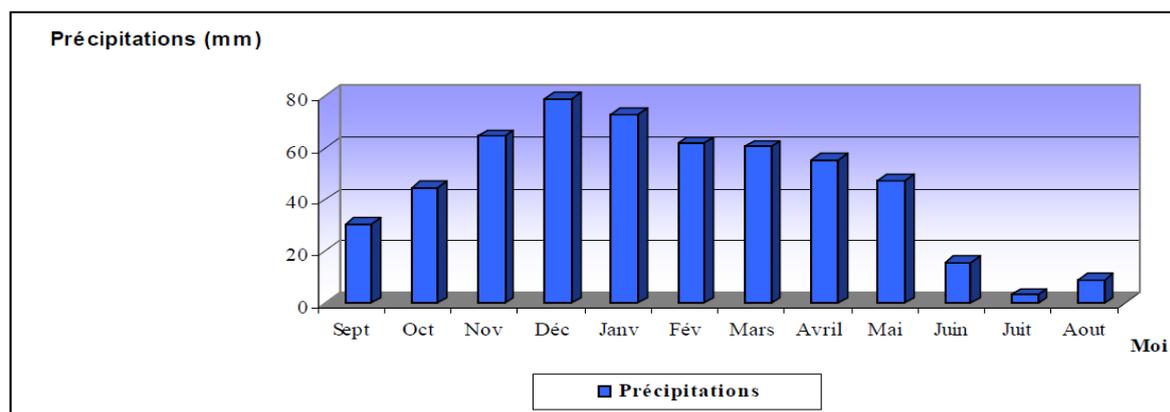


Figure.3.2 : Histogramme des précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma (1975-2009)

3.4.2) Les pluies torrentielles :

Les pluies torrentielles ont des conséquences néfastes à plusieurs égards :

- Elles accélèrent les phénomènes d'érosion, surtout sur les terrains nus à pente forte ou moyenne
- Elles sont à l'origine de la dégradation des infrastructures routières, notamment les routes de montagne réalisées sur terrains marneux.

Elles constituent un facteur de risque aux inondations, pour les populations résidant aux abords des oueds ou dans les dépressions dépourvues d'exutoires. Au niveau du périmètre d'étude, ces pluies torrentielles se manifestent durant toute l'année, à l'exception du mois de Juillet.

3.4.3) La température :

La température est le deuxième facteur dans l'étude climatique, car elle agit directement sur le phénomène d'évapotranspiration et par conséquent le déficit d'écoulement annuel et saisonnier. On dispose des données de températures moyennes mensuelles de la station d'Annaba période de (1972-2009) et la station de Guelma durant la période (1985-2009).

Tableau.3.2 : Températures moyennes mensuelles en °C à la station de Guelma (1972-2009).

MOIS	SEP	OC	NO	DEC	JA	FÉV	MAR	AVRI	MA	JU	JU	AOU
T (°C)	23,0	19,6	15,3	12,9	11,	11,7	13,1	15,0	18,	21,	25	25,4

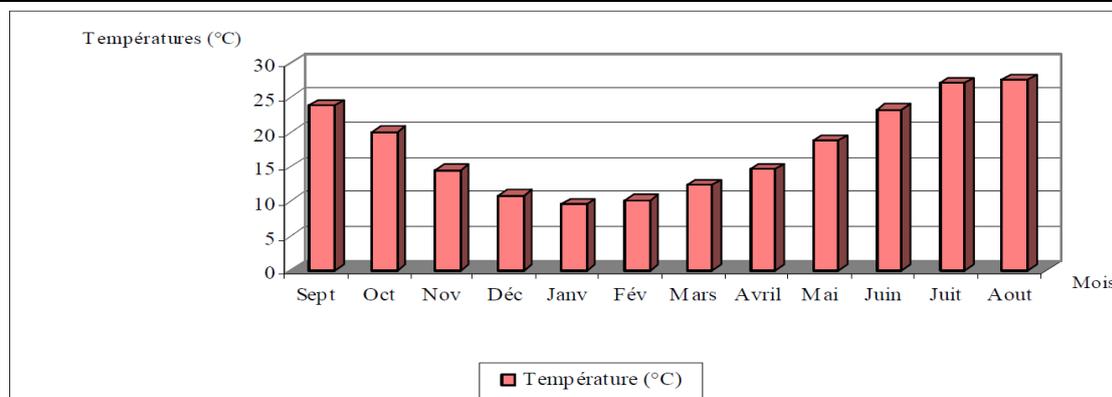


Figure.3.3 : Variation des températures moyennes mensuelles dans la station de Guelma durant la période (1985-2009).

3.4.4) diagramme ombrothermique :

Il s'agit de la combinaison des températures et des précipitations moyennes mensuelles. Il permet de déterminer les saisons sèches et humides, tel qu'il est mentionné ci-dessous :

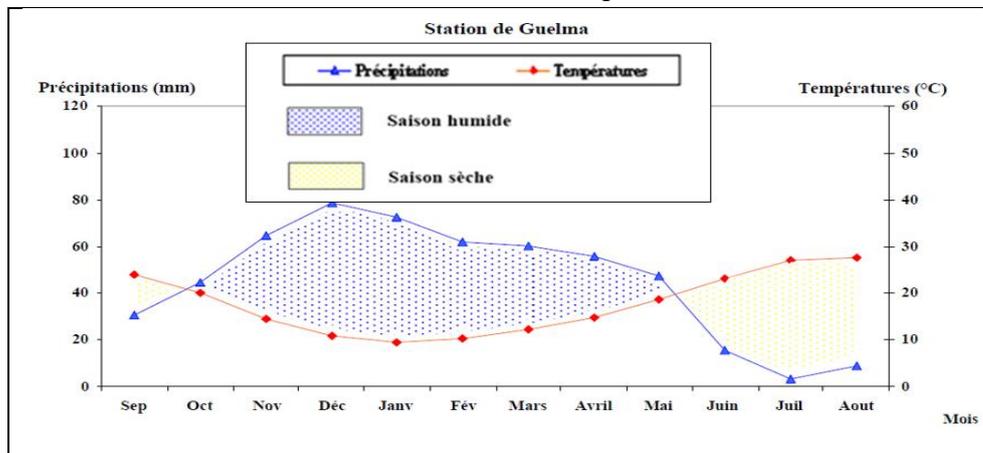


Figure.3.4 : Régime pluviothermique de la station climatologique dans la moyenne Seybouse.

3.4.5) La gelée :

C'est un phénomène engendré par les basses températures. Elle est fortement influencée par le relief (notamment l'altitude) et l'humidité de l'air. Elle se manifeste principalement durant la période hivernale en décembre, janvier, février, voire même début mars.

3.5) LES RISQUES NATURELS : [16]

Parmi les risques naturels les plus menaçants, il y a lieux de citer : les l'érosion sous ses différentes formes et les inondations.

3.5.1) Les inondations :

Les inondations figurent parmi les catastrophes naturelles les plus fréquentes en raison de leur caractère imprévisible. Compte tenu de son caractère excessivement montagneux et des précipitations appréciables qui se déversent sur elle, l'aire de l'étude est soumise à des inondations répétées, d'intensité plus ou moins importante, dont les conséquences se traduisent souvent par la dégradation des voies de communication, l'inondation des terres agricoles occupant les dépressions et terrasses d'oueds.

3.5.2) L'érosion des sols :

L'érosion est un phénomène qui résulte des facteurs naturels, mais qui peut aussi être le résultat des activités humaines. L'érosion des sols au niveau des zones de montagne du massif est avant tout de type hydrique. Elle a pour causes principales :

- ✓ Le climat. En effet, la conjugaison d'un climat local, caractérisé par des précipitations de très forte intensité et à répartition irrégulière, à un relief escarpé, favorise le processus d'érosion des sols, notamment quand ces derniers ne sont protégés par un couvert végétal pérenne.
- ✓ La pratique de techniques culturales inadaptées aux spécificités du milieu naturel local.
- ✓ Pratique de la céréaliculture sur des terrains à forte pente et sensibles à l'érosion :
 - Labours dans le sens des courbes de niveau.

- Utilisation d'un matériel agricole inadapté (outils à dents).
- ✓ La déforestation et le surpâturage, etc.

3.6) CADRE HYDROGEOLOGIQUE (IDENTIFICATION DES NAPPES) : [16]

L'oued Seybouse a creusé dans la même série et a mis à jour trois petites sources, c'est un indice de la présence d'une nappe à faible ressource.

Les bancs de calcaires Yprésien de la région Sud de Guelma, affleurent largement jusqu'à la région de Sédrata. Ces calcaires sont fortement fissurés. Ce qui permet la constitution de ressources aquifères importantes, mais rapidement restituées. Les formations numidiennes dans la région de Guelma sont constituées d'une alternance d'assises gréseuses et de séries argileuses ou argilo-gréseuses.

Au Nord de Héliopolis, d'El Fedjoudj et de Guelâat bou Sbaa, affleurent des formations marneuses et schisteuses pauvres en eaux souterraines, alors qu'à l'Ouest de cette zone s'élèvent les calcaires Sénoniens du Djebel Debagh et Taya où l'infiltration est probablement importante, donc présence d'eau.

Le centre du bassin est occupé par des dépôts quaternaires dont lesquels on peut distinguer plusieurs terrasses.

Le bassin de Guelma présente plusieurs ensembles lithologiques qui impliquent des zones hydrogéologiques différentes. Au Sud, des formations fracturées, indice d'une bonne infiltration donc importante accumulation d'eau souterraine. Sur la rive gauche de la Seybouse, on rencontre des formations pour lesquelles l'infiltration se fait très difficilement. Enfin, au centre les alluvions quaternaires (poudingues, graviers, galets, limons ...) à forte perméabilité renferment une nappe très importante.

Le couplage des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des formations de la plaine, a permis de distinguer un ensemble du remplissage Mio-Plio-Quaternaire capable de constituer deux réservoirs d'eau :

- Le réservoir de la nappe superficielle, représenté par des alluvions argilo-limoneuses au niveau de la nappe phréatique et par les sables de la nappe du cordon dunaire.
- Le réservoir de la nappe des graviers, représenté par des galets et des graviers intercalés av

3.7) ETUDE HYDROLOGIQUE :

3.7.1) Définition de l'hydrologie : [16]

L'hydrologie vise à déterminer la quantité des crues dues aux précipitations. Le calcul de la crue est d'une grande importance pour la conception de la structure de drainage qui transmettra et contrôlera le débit de la crue.

Les éléments de drainage seront conçus suivant le débit de la crue, qui est déterminé préalablement, afin d'éviter les dangers résultants des crues. On utilisera généralement, le débit de pointe de l'hydrographe comme le débit de la crue. Ce débit indique les dégâts et dangers potentiels suivant la fréquence attendue.

3.7.2) Réseaux hydrographiques :

a) Travail préparatoire : [16]

Le travail préparatoire dans notre démarche analytique de l'hydrographie de la zone d'étude a consisté, en premier lieu, à retracer le chevelu hydrographique de la zone d'étude après avoir superposé le tracé

sur l'intégralité de la couverture topographique 1 :25 000. Nous ne sommes intéressés que des cours d'eau qui interceptent les couloirs proposés.

Le réseau hydrologique de notre projet s'identifie au bassin versant de l'oued Seybouse dans lequel il se trouve naturellement encaissé. Cette région est caractérisée par un réseau hydrographique très dense parviennent de montagnes du massif de Guelma, constitué dans la majeure partie d'oueds intermittents et secs durant plusieurs mois de l'année. Lors des périodes pluvieuses, ils se transforment en véritables torrents, agents d'érosion et de transport de sédiments. La majeure partie des oueds qui travers le couloir du projet ont un régime torrentiel semi-permanent et leurs eaux de ruissèlement s'écoulent, en majorité vers oued Seybouse qui draine la totalité de la wilaya de Guelma.

b) Le bassin de la Seybouse : cadre de l'étude : [16]

Le bassin versant de la Seybouse présente à l'instar des bassins à écoulement exoréique de l'Algérie orientale (Kébir-Rhumel, Soummam, etc..) une extension latitudinale importante. Les limites méridionales du bassin sont à 120 km de la mer à vol d'oiseau (fig. 3.4).

De ce fait, les milieux physiques et les caractéristiques climatiques et bioclimatiques connaissent une diversité à partir du bassin amont situé dans les Hautes Plaines jusqu'au littoral, ce qui entraîne des répercussions aussi bien sur les écoulements que sur les aménagements.

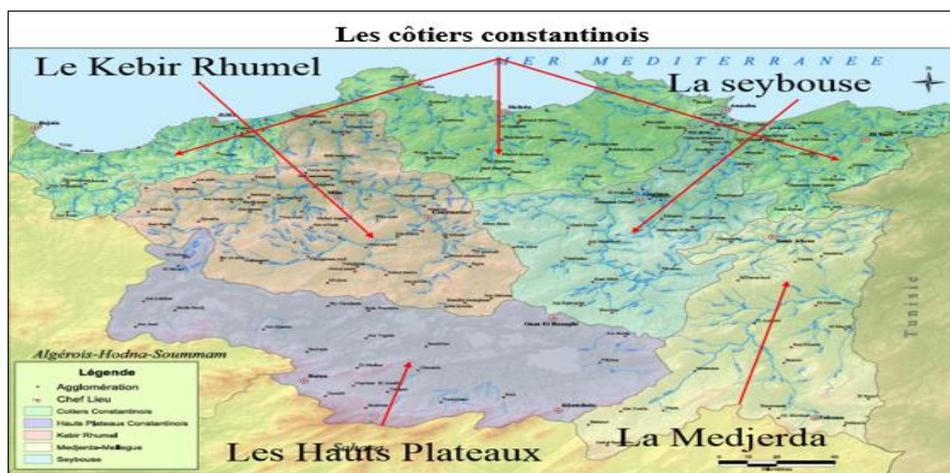


Figure. 3.5 : Position du bassin-versant de la Seybouse. [16]

c) Délimitation du bassin-versant [16]

La détermination de la superficie du bassin versant drainée par un cours d'eau à un site particulier est une opération préliminaire essentielle à toute étude pour établir les dimensions minimales d'une structure au point de vue hydraulique.

Le bassin versant représente le territoire géographique qui alimente le cours d'eau au droit de l'ouvrage projeté. Il est limité par la ligne de partage des eaux, et permet d'avoir sur le champ une idée de l'envergure du projet et de déterminer la méthode de calcul à utiliser pour dimensionner l'ouvrage.

Le bassin versant est délimité par un logiciel qui s'appelle **COVADIS**. Cette approche informatique permet alors l'obtention de l'information pertinente associée aux caractéristiques d'un bassin de drainage.

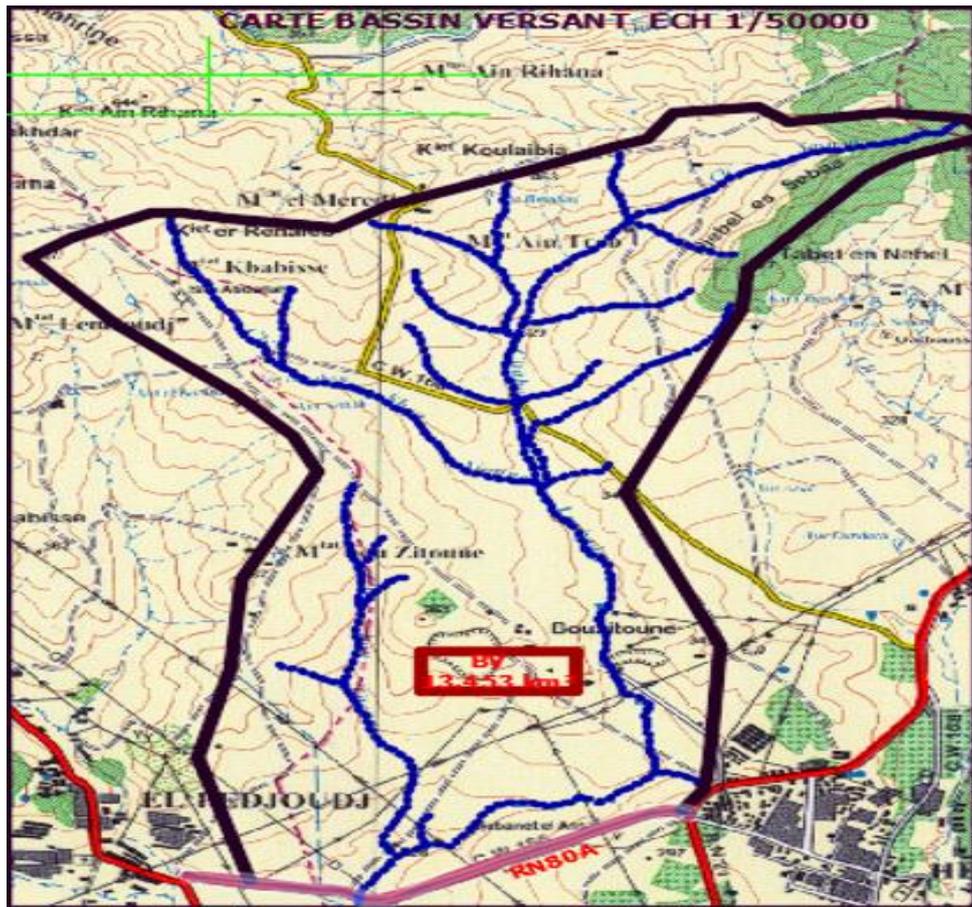


Figure. 3.6 : Délimitation du bassin-versant de la zone d'étude [16]

3.7.3) Caractéristiques physiques du bassin versant : [17]

Déterminer les caractéristiques du bassin versant

S : Surface du bassin versant (km²)

L : Longueur du plus long chemin d'écoulement a-b (km)

H : Dénivelé moyen = $\{(Z_a + Z_b) / 2 - Z_b\}$ (m)

P : Pente moyenne du chemin d'écoulement = H/L (m/m)

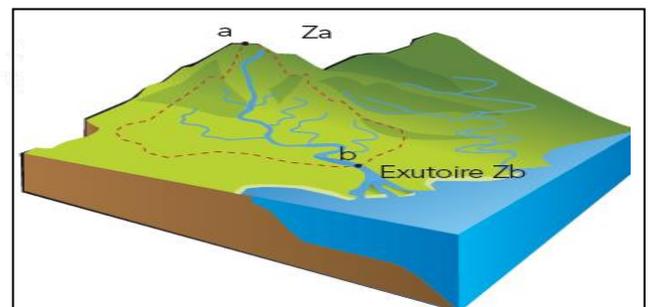


Figure. 3.7 : Shema explicatif du BV

a) Caractéristiques géométriques :

- Surface du bassin versant :

La superficie est obtenue après avoir déterminé les limites du bassin versant : **S=13.453 Km²**

- Périmètre du bassin versant : **P=15.72 Km**
- Longueur du talweg du BV : C'est le talweg le plus long dans le bassin versant : **L= 11.29 Km**
- Pente du thalweg : **Ic=3 %**

b) *Caractéristiques morphométriques des bassins de la zone d'étude :*

❖ **Indice de compacité Kc : [15]**

L'indice de compacité, ou indice de Gravelius est un paramètre indicateur de la forme du bassin versant ; il renseigne aussi sur la vitesse de concentration des débits, la puissance des crues et l'importance de l'activité de l'érosion du sol.

Cet indice caractérise la forme du bassin versant. Il est égal au rapport du périmètre du bassin versant considéré à celui d'un cercle qui aurait la même surface.

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

- P : périmètre du bassin versant (Km)
- S : surface du bassin versant (Km²)
- Kc: indice de GRAVELIUS ou bien indice de compacité

Plus ce coefficient s'approche de 1, plus la forme du bassin versant sera ramassée et plus le temps de concentration des eaux seront court.

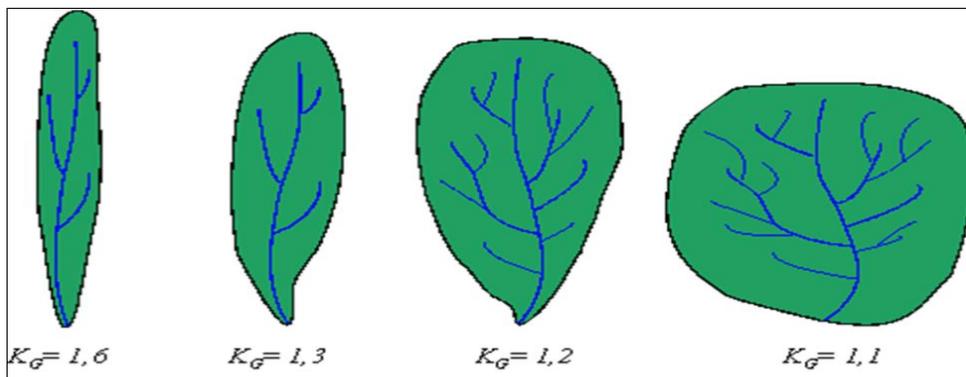


Figure. 3.8 : Exemples d'indices de compacité [15]

Alors :

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{S}} \longrightarrow K_c = 0.28 \frac{15.72}{\sqrt{13.453}} \longrightarrow K_c = 1.2$$

❖ **Rectangle équivalent :**

C'est la longueur du rectangle qui a le même indice de compacité et la même distribution hypsométrique que le bassin versant.

$$\text{On a que : } L, \ell = \frac{K_c \times \sqrt{S}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right) \longrightarrow \frac{1.2 \times \sqrt{13.453}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.2} \right)^2} \right)$$

$$L, \ell = 5.34 \text{ km}$$

On trouve : Longueur (L) = 5.34 km

$$\text{Largeur } (\ell) = 2.52 \text{ km}$$

❖ **Temps de concentration**

Le calcul des débits de projet requiert l'évaluation du temps de concentration du bassin versant (Tc) soit le temps le plus long que met une goutte d'eau du bassin versant pour atteindre l'exutoire, Le temps de concentration peut être estimé selon plusieurs formules

comme Ventura, Passini, Giandotti, chacune ayant son propre domaine de validité d'application. Compte tenu du caractère du terrain du present projet,

➤ **Méthode de Giandotti : [14]**

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

T_c : temps de concentration (en heures)

A : superficie du bassin versant (en km²)

L : longueur de thalweg (en km)

H : altitude moyenne du bassin versant par rapport à l'exécutoire (en m). En première approximation, elle peut être assimilée à la moitié de la dénivelée.

$$H_{\text{moy}}(m) = [(H_{\text{max}} + H_{\text{min}}) / 2]$$

Alors :

$$H_{\text{moy}}(m) = [(H_{\text{max}} + H_{\text{min}}) / 2] \longrightarrow H_{\text{moy}}(m) = [619 + 228] / 2 \longrightarrow H = 423.5 \text{ m}$$

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}} \longrightarrow T_c = \frac{4\sqrt{13.453} + 1.5 \times 11.29}{0.8\sqrt{423.5}} \longrightarrow T_c = 1.92 \text{ h}$$

❖ **L'intensité (Loi intensité - durée – fréquence) :**

Un certain nombre d'études de synthèse ont été faites par l'i.n.r.h. pour une fréquence de retour décennale.

➤ **Formule de montana : [13]**

$$I_t = I_{1h} \times t_c^{b-1}$$

I_t : intensité de la pluie de durée t et de fréquence déterminée

I_{1h} : intensité de la pluie de durée 1 heure et de la même fréquence

t_c : temps de concentration en heures

b : coefficient spécifique de la zone climatique

Pour une fréquence décennale les averses de durée 24 heures proposées pour chacune des zones climatiques sont données dans le tableau suivant :

Tableau 3.3 : la zone climatique et l'averses de fréquence décennale

ZONE CLIMATIQUE	AVERSES DE FREQUENCE DECENNALE	
	H 24 (mm)	I 1 (mm/h)
Littorale 0,30	90	35
Atlas tellien 0,23	60	29

Pour notre cas :

Zone climatique : Littoral, donc $b = 0,30$

Averse de fréquence décennale : $I_{1h} = 35 \text{ m/h}$

$$I_t = 35 t_c^{-0,70}$$

$$I_t = 35 \times 1.92^{-0,70}$$

$$I_t = 22.17$$

❖ **Coefficient de ruissellement :**

Le coefficient de ruissellement indique le pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol saturé par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse.

La méthode d'estimation de ce coefficient est celle préconisée par **kenessey (Hongrie)** où C'est la somme de trois coefficients partiels : C1 ; C2 ; C3

$$C = C1 + C2 + C3$$

➤ **Coefficient C1**

Le coefficient C1 dépend de la pente du thalweg principal estimée comme étant égale au rapport de la dénivelée du thalweg (falaises exclues) par sa longueur développée. Ces informations proviennent généralement des cartes au **1/25.000** ou au **1/50.000**.

Pour notre cas la pente de thalweg est 3%, Donc **C1 = 0.05**

Tableau 3.4 : Valeur du Coefficient C1 en fonction de la pente du thalweg principal

Type de la pente (I)	Limite de la pente (I)	Coefficient C1
Pente douce	$I \leq 3.50\%$	0.05
Pente moyenne	$3.50\% < I \leq 11\%$	0.10
Pente raide	$11\% < I \leq 35\%$	0.20

➤ **Coefficient C2**

Le coefficient C2 dépend de la nature du sol (perméabilité) pour notre cas, sol perméable, Donc **C2 = 0.10**

Tableau 3.5 : Valeur du Coefficient C2 en fonction de la nature du sol

Nature du sol	Coefficient C2
Imperméable	0.30
Peu imperméable	0.20
Perméable	0.10
Très perméable	0.05

➤ **Coefficient C3**

Le Coefficient C3 dépend de la couverture végétale du bassin versant

Tableau 3.6 : Valeur du Coefficient C3 en fonction la couverture végétale du bassin versant

Couverture végétale	Coefficient C3
Rocheux	0.30
Prairie	0.25
Labour, champs	0.15
Foret et territoire sableux	0.05

Pour notre cas, le terrain est labours Donc **C3 = 0.15**

Alors : $C = C1 + C2 + C3 \longrightarrow C = 0.05 + 0.10 + 0,15$ Donc : **C = 0.3**

❖ **Période de retour : [16]**

Le dimensionnement des ouvrages hydrauliques drainant les points de franchissement du tracé de l'axe routier implique la définition de la crue de projet. Le surdimensionnement d'un ouvrage pour assurer avec sécurité l'évacuation des crues exceptionnelles peut augmenter le coût d'investissement. En contrepartie, s'il y a sous-dimensionnement de l'ouvrage, l'investissement peut être réduit, mais le risque des dégâts aux ouvrages sera fréquent, voire même grave. À toute fin logique, le choix de la crue de projet doit mettre en équilibre le coût d'investissement et le risque des dommages encourus. Or une telle démarche s'avère hérissée de difficultés, la détermination d'un optimum reste problématique.

À cet égard, les périodes de récurrence de conception sont établies aux valeurs qui suivent pour se référer aux indications généralement considérées sur les axes routiers à grande circulation telle une autoroute :

Tableau 3.7 : Période de récurrence (T) communément utilisés dans les projets de construction hydraulique [13]

Structure	Période de récurrence (Période de retour T, en années)
Ponts sur de grandes voies rapides ou les remous peuvent soit causer des dommages excessifs, soit entraîner la perte du pont	50-100
Ponts sur des routes secondaires et ponceaux sur les routes importantes.	25
Ponceaux sur les routes secondaires, systèmes de drainage durant les averses et fossés le long des routes.	5-10
Puisards recevant l'eau des orages, rigoles d'évacuation des eaux pluviales.	1-2 ans

❖ **Détermination du débit de crue :**

➤ **La formule rationnelle**

On applique toujours la formule rationnelle pour une BV de surface $\leq 25 \text{ km}^2$ [6]

$$Q = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

Q = Débit de crue de fréquence déterminée en m^3/s

K = Coefficient sans dimension, fonction des unités retenues (K = 0,278)

C = Coefficient de ruissellement

I = Intensité moyenne de la précipitation de fréquence déterminée pour une durée au temps de concentration en mm/h

A = Superficie du bassin versant en km^2

Alors : $Q = K \cdot C \cdot I \cdot A \longrightarrow Q = 0.278 \times 0.3 \times 22.17 \times 13.453$

$$Q_{10} = 24.87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50} = 1,5Q_{10} \longrightarrow Q_{50} = 1,5 \times 24.87 \longrightarrow Q_{50} = 37.30$$

$$Q_{100} = 1,9Q_{10} \longrightarrow Q_{100} = 1,9 \times 24.87 \longrightarrow Q_{100} = 47.25$$

Tableau 3.8 : Récapitulatif des débits critiques maximaux des crues à l'exutoire des bassins versant

DESIGNATION		SYMBOLE	UNITES	VALEUR
Superficie		S	Km ²	13.453
Périmètre		P	Km	15.72
Longueur du thalweg		L	Km	11.29
Pente du thalweg		I _c	%	3
Indice de compacité		K _c	-	1.2
Rectangle équivalent	longueur	L	Km	5.34
	largeur	l	Km	2.52
Altitudes	maximale	H _{max}	m	619
	moyenne	H _{moy}	m	423.5
	minimale	H _{min}	m	228
Intensité de la pluie		I _t	(mm/h)	22.17
Coefficient de ruissellement		C	-	0.30
Temps de concentration		T _c	Heure	1.92
Débit	Décanale	Q ₁₀	m ³ /s	24.87
	Cinquantennale	Q ₅₀	m ³ /s	37.30
	Centennale	Q ₁₀₀	m ³ /s	47.25

❖ **Conclusion :**

Puisque notre débit est supérieur à 10 m³/s l'ouvrage le mieux adapté est un dalot. Après analyse des résultats de calcul des débits de crues élaborés au moyen des méthodes précédentes, le débit retenu Q = 24.87 m³/s, pour une période de retour de 10 ans et le débit retenu Q = 47.94 m³/s, pour une période de retour de 100 ans soit le plus important, d'après la méthode de Giandotti.

Chapitre 4 :

Dimensionnement hydraulique de l'ouvrages de franchissement routier

Chapitre 4 :

Dimensionnement hydraulique de l'ouvrages de franchissement routier

4.1) CONSIDERATIONS GENERALES : [8]

Le choix de l'ouvrage fait (suivant les recommandations de la section précédente) il convient d'en déterminer l'ouverture ouvrage. Si la largeur est déterminée (généralement inférieure à la larguer du thalweg), il faudrait en déterminer la hauteur à l'amont et la vitesse à laquelle sera évacué le débit de la crue du projet.

La hauteur amont (plus que le débit) va permettre le calage du profil en long de l'ouvrage, permettant en effet de prévoir des protections éventuelles, mais aussi de prévoir les impacts environnementaux de l'ouvrage érigé. La vitesse, quant à elle, permet de s'assurer des conditions limites d'écoulement (pour une vitesse trop faible, on assiste à un dépôt et donc accélération du colmatage de l'ouvrage, alors que les fortes vitesses vont contribuer éroder rapidement l'ouvrage). Ainsi, il y a nécessité de connaître le régime de l'écoulement résultant de l'ensemble thalweg amont-ouvrage-thalweg aval.

Le dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente, à vérifier son débit capable et la compatibilité de la hauteur d'eau amont avec la hauteur d'eau admissible (profil en long, riverains...). Pour vérifier cette compatibilité il faut au préalable connaître le régime d'écoulement à l'aval de l'ouvrage ainsi que celui dans l'ouvrage.

4.1.1) Emplacement de l'ouvrage de franchissement : [11]

En choisissant le site de l'ouvrage, l'ingénieur est souvent obligé de faire un compromis entre l'endroit de franchissement le plus commode et le tracé de la route le plus court. Le choix de l'emplacement devient alors une décision économique. L'emplacement le moins coûteux qui a une durée de vie potentiellement la plus longue est un site qui :

- ◆ Se trouve sur un tronçon rectiligne du cours d'eau ;
- ◆ Est en dehors de l'influence perturbatrice des affluents importants ;
- ◆ A des berges bien définies ;
- ◆ A des approches de routes raisonnablement droites ;
- ◆ Permet un franchissement le plus perpendiculairement possible à la rivière ;
- ◆ A des bonnes conditions de fondation.

4.1.2) Organigramme général de dimensionnement des ouvrages hydrauliques :

Le choix de l'ouvrage fait (suivant l'organigramme général de dimensionnement) il convient d'en déterminer l'ouverture ouvrage. Si la largeur est déterminée (généralement inférieure à la larguer du thalweg), il faudrait en déterminer la hauteur à l'amont et la vitesse à laquelle sera évacué le débit de la crue du projet. [8]

La vitesse, quant à elle, permet de s'assurer des conditions limites d'écoulement (pour une vitesse trop faible, on assiste à un dépôt et donc accélération du colmatage de l'ouvrage, alors

que les fortes vitesses vont contribuer éroder rapidement l'ouvrage). Ainsi, il y a nécessité de connaître le régime de l'écoulement résultant de l'ensemble thalweg amont-ouvrage thalweg aval. [8]

Le dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente, à vérifier son débit capable et la compatibilité de la hauteur d'eau amont avec la hauteur d'eau admissible (profil en long). Pour vérifier cette compatibilité il faut au préalable connaître le régime d'écoulement à l'aval de l'ouvrage ainsi que celui dans l'ouvrage. [8]

Donc pour concevoir le système d'assainissement, il faut savoir : [12]

- ◆ Estimer les débits venant de la quantité d'eau tombée sur des bassins versants ;
- ◆ Calculer la capacité d'évacuation des eaux de pluie de divers petits ouvrages d'assainissement (fossés, exutoires, buses, dalots).

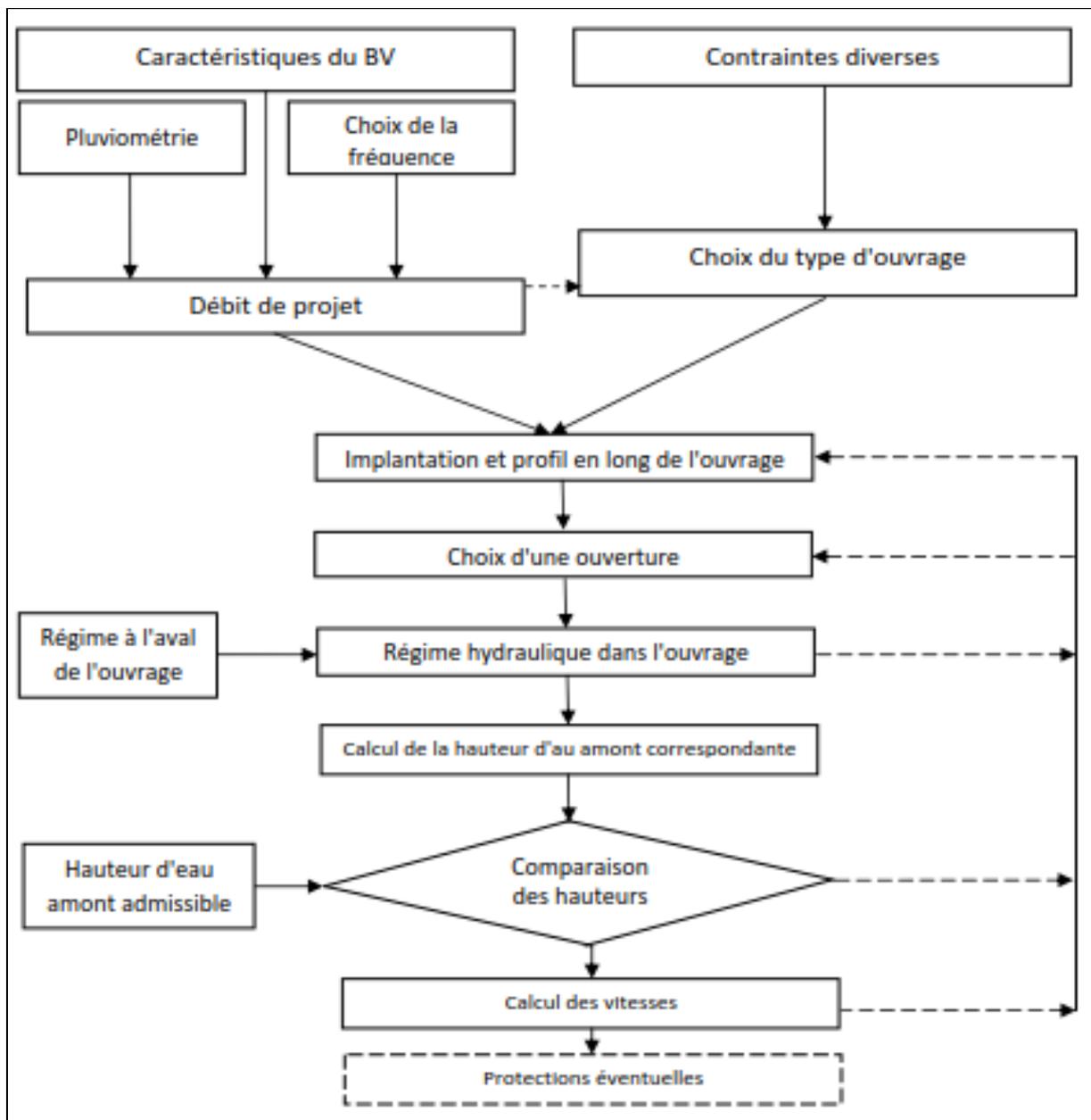


Figure 4.1 : Organigramme général de dimensionnement des ouvrages hydrauliques

4.2) IMPLANTATION ET PROFIL EN LONG D'UN DALOT :

4.2.1) Construction des profils en long : [18]

- ◆ On dessine le profil en long du terrain naturel à partir de la commande **Covadis 3D - Projets routiers - Profil en long TN** ;
- ◆ On dessine ensuite le profil en long de la route en faisant **Covadis 3D - Projets routiers – Construction du projet** ;
- ◆ On définit comme profil en long projet la ligne construite en faisant **Covadis 3D - Projets routiers - Profil en long projet - Définition du projet** ;
- ◆ Puis on tabule le profil en long à partir de la commande **Covadis 3D - Projets routiers - Profil en long projet – Nouvelle tabulation** ;
- ◆ Puis on remplit le cartouche à partir de la commande **Covadis 3D - Projets routiers - Profil en long projet - Rempliss. Cartouche**.

4.2.2) Construction des profils en travers types : [18]

- ◆ On définit les demi-profils en travers types (en remblai et en déblai) à l'aide de la commande **Covadis 3D - Projets routiers - demi-profils types - Définition des profils** ;
- ◆ Une fois terminée on affecte les demi-profils types aux profils en long avec la commande **Covadis 3D - Projets routiers - Calcul du projet**

4.3) CALCUL DE LA CAPACITE D'EVACUATION D'UN DALOT : [12], [13], [14], [19]

Calcul de l'écoulement de l'eau dans un dalot :

Le calcul de l'écoulement de l'eau dans ouvrage peut se faire par la formule de **Manning Strickler** :

$$V = K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$\text{Et : } Q_s = V \cdot S$$

dans laquelle :

- ◆ Q_s : débit de saturation de l'ouvrage en m^3/s
- ◆ V : vitesse moyenne d'écoulement de l'eau en m/s
- ◆ S : section mouillée en m^2
- ◆ R : rayon hydraulique (section mouillée/périmètre mouillé) en m
- ◆ J : pente longitudinale de l'ouvrage en décimales
- ◆ K_{st} : coefficient de Manning Stricler pour lequel on peut prendre les valeurs suivantes:

Tableau 4.1 : Valeur du Coefficient K_{st} en fonction de le type d'ouvrage[12]

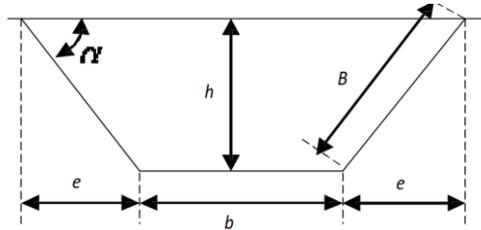
Type d'ouvrage	Valeur du coeff. K_{st}
En terre	30
En buses métalliques	40
En maçonneries	50
En béton (dalots)	70
En béton (buses préfabriquées)	80

➤ **exemple calcul du rayon hydraulique (R_h) :**

Le rayon hydraulique (R_h) d'un ouvrage est égale à la section mouillée (S_m) divisé par le périmètre mouillé (P_m).

▪ **Fome trapezoedale :**

Soit Le profil en travers donné dans la figure ci-dessous avec P : pente du talus, $P=1/n$:



⇒ **Calcul de la surface mouillée (S_m) :**

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$Tg\alpha \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \text{ d'ou } e = n \cdot h$$

$$S_m = bh + n \cdot h^2 = h \cdot (b+n \cdot h) \quad \text{donc: } \boxed{S_m = h \cdot (b+n \cdot h)}$$

⇒ **Calcul du périmètre mouille (P_m) :**

$$P_m = b+2B$$

$$\text{Avec : } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \cdot h^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

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

⇒ **Calcul du rayon hydraulique (R_h) :**

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h \cdot (b+n \cdot h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}} \quad \text{On aura alors : } \boxed{R_h = \frac{h \cdot (b+n \cdot h)}{b+2h\sqrt{1+n^2}}}$$

Tableau 4.2 : Eléments géométriques pour différents sections de canaux(Graf et Altinakar 1993)[13]

	Forme rectangulaire	Forme trapezoedale
Largeur (B)	b	$b+2 \times mh$
Surface (S_m)	$b \times h$	$(b+mh) \times h$
Périmètre mouille (P_m)	$b+2h$	$b+2 \times h \times \sqrt{1 + m^2}$
Rayon hydraulique (R_h)	$\frac{bh}{b + 2h}$	$\frac{(b + mh) \times h}{b + 2h \times \sqrt{1 + m^2}}$
Profondeur hydraulique (D_h)	h	$\frac{(b + mh)h}{b + 2 \times mh}$

4.4) DIMENSIONNEMENT DU DALOT A PROJETER :

Pour notre projet, nous nous intéressons seulement aux dalots cadres fermés avec sortie libre. Ces dalots sont en béton armé et présente une section rectangulaire. [22]

Pour évaluer l'ordre les dimensions d'un ouvrage routier il faut faire l'égalité entre le débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par l'ouvrage ou par un exutoire appelé débit d'apport estimer par la Méthode Rationnelle et la capacité d'évacuation de l'ouvrage appelé débit de saturation estimer par la formule de Manning-Strickler. [12] [13]

$$Q_a = Q_s$$

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

Le débit admissible de l'ouvrage est calculé par la formule de **Manning-Strickler** :

$$\text{On a : } Q_s = V \cdot S \text{ Et ; } V = K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$\text{Donc : } Q_s = K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{J} \cdot S$$

Avec :

n : nombre d'ouvertures

K_{st} : Coefficient de Strickler (voir tableau 4.1) , $K_{st} = 70$

S_m : section mouillée, (en m^2)

R_h : Rayon hydraulique (en m)

P_m : Périmètre mouillé

J : pente moyenne de l'oued

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

Le débit d'apport est calculé en appliquons la méthode Rationnelle :

$$Q_a = K.C.I.A \text{ (voir chapitre 3)}$$

Pour notre projet on adopte un dalot de section rectangulaire et de dimension ($b \times h$) et on fixe la valeur de b à 3m

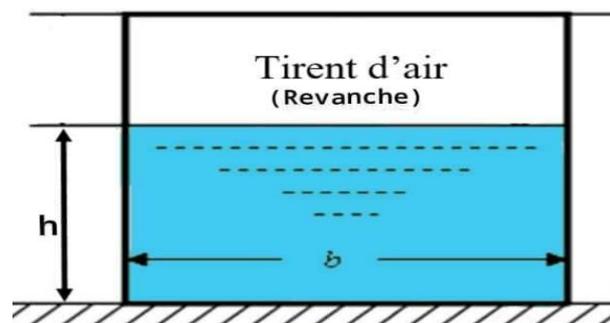


Figure.4.2 : Coupe sur le dalot [13]

4.4.1) choix de l'ouverture du dalot ($b \times h$) :

Calcul de débit au moyen de la formule de Manning-Strickler est :

$$\text{On a : } Q_s = V \cdot S \text{ Et ; } V = K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$\text{Donc : } Q_s = K_{st} \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{J} \cdot S$$

$$\text{On a que : } Q_a = Q_s$$

$$\text{Avec : } K_s = 70 \text{ m}^1/3/\text{s}, J = 0.01 \text{ et } Q_a = 24.87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Donc : } S_m \cdot R_h^{2/3} = 24.87 / 70 \times \sqrt{0.01} = 3.55$$

$$\text{Pour une forme rectangulaire: } S_m = b \cdot h = 4 \times h, P_m = b + 2h = 4 + 2h$$

$$R_h = S_m / P_m = 4h / (4 + 2h)$$

$$4h \times \left[\frac{4h}{(4+2h)} \right]^{2/3} = 3.55 \text{ on résout cette équation par itérations.}$$

h	S _m	P _m	R _h	eq	Δ=24.87-(S _m * R _h ^{2/3})
4	12	11	1,09	12,72	9,17
3,5	10,5	10	1,05	10,85	7,30
3	9	9	1,00	9,00	5,45
2,5	7,5	8	0,94	7,18	3,63
2	6	7	0,86	5,41	1,86
1,5	4,5	6	0,75	3,71	0,16
1,4	4,2	5,8	0,72	3,39	-0,16

Donc la hauteur d'eau $h \approx 1.5 \text{ m}$

4.4.2) Evaluation De La Revanche (Tirant D'eau) (r) : [12]

Pour notre projet :

Puisque la hauteur de l'ouverture est $< 2\text{m}$, on peut estimer la revanche en fonction de débit de transit, ou en utilisant les formules empiriques :

- ◆ Le débit est de $24.87 \text{ m}^3/\text{s}$, il est compris entre 20 à $30 \text{ m}^3/\text{s}$, on prend une revanche de 0.7 m a partir du **Tableau 4.3**

Tableau 4.3 : valeurs de la revanche en fonction de débit [12]

Q (m ³ /s)	<1	1-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	> 50
Revanche (m)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

- ◆ Le débit est de $24.87 \text{ m}^3/\text{s}$, On peut utiliser la formule : $r = 0.2 + 0.15 Q^{1/3}$

$$r = 0.2 + 0.15 \times 24.87^{1/3}$$

$$r = 0.6 \text{ m}$$

- ◆ Comme on peut prendre pour un dalot de forme rectangulaire une revanche $r = h/3$, soit $r = 0.5 \text{ m}$.

donc on opte pour une revanche $r=0.5\text{m}$ d'où la hauteur total du dalot devient : $D = h+r$

$$\text{AN : } D = 1.5 + 0.5 \implies D = 2\text{m}$$

4.5.3) vérification de la vitesse moyenne d'écoulement :

$$V = \frac{Q}{S_m}$$

$$V = \frac{24.87}{4.5} = 4.9 \text{ m/s} > 3 \text{ m/s} \text{ donc On augmente La section du dalot à :}$$

$$(b \times h) = 3 \times 3\text{m} \text{ et la vitesse devient : } V = 2,76 \text{ m/s} < \text{à } 3 \text{ m/s (acceptable).}$$

4.5) DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE D'UN DALOT : [8],[20]

L'étude hydraulique est la partie où le dimensionnement hydraulique se fait et représente la partie de l'étude dans laquelle le choix de l'ouvrage de franchissement ainsi que celui de ses dimensions s'effectuent.

L'ouvrage à dimensionner est un **dalot** (car le débit est supérieur à $10 \text{ m}^3/\text{s}$) ; sa section hydraulique doit être suffisante pour évacuer le débit de crue. En connaissant le débit de projet, les dimensions de l'ouvrage (hauteur, épaisseur et largeur) sont déterminées en tenant compte des normes afférentes aux dalots.

4.5.1) Mode de fonctionnement de l'ouvrage :

On distingue essentiellement 2 types de fonctionnement pour un petit ouvrage hydraulique :

- **La sortie noyée** : c'est-à-dire que le niveau de l'eau à l'exutoire immédiat de l'ouvrage dépasse le bord supérieur de l'ouvrage. C'est par exemple le cas des ouvrages situés en zone inondable ou bien subissant la marée en zone littorale ou présentant un niveau aval élevé parce qu'il est à la confluence avec un autre cours d'eau à fortes crues.

L'écoulement des eaux se fera par surélévation du niveau amont à l'arrivée d'une crue : l'écoulement est en charge.

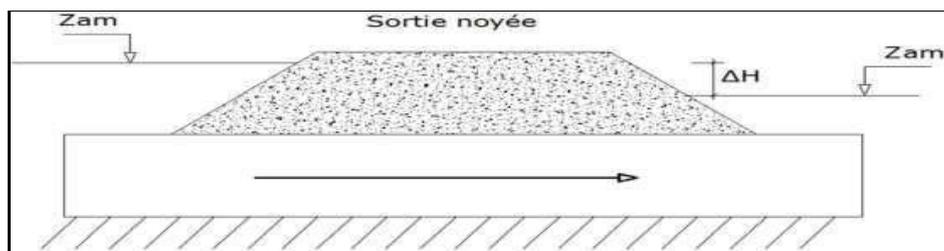


Figure 4.2 : fonctionnement en sortie noyée [8]

- **La sortie libre ou dénoyée** : c'est-à-dire que le niveau de l'eau à l'exutoire immédiat de l'ouvrage est en dessous du bord supérieur de l'ouvrage.

Le type d'écoulement dans le cas de la sortie aval libre dépend alors du niveau amont :

- Si le niveau est tel que $H1/D \leq 1.25$** : D étant le diamètre s'il s'agit d'une buse circulaire ou bien la hauteur s'il s'agit d'un dalot ou d'une buse arche.

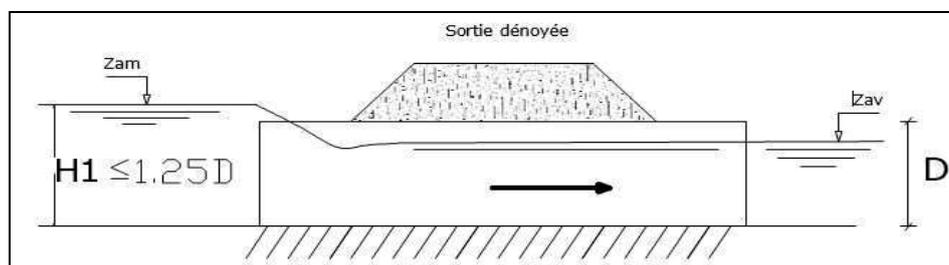


Figure 4.3 : fonctionnement en sortie dénoyée avec écoulement en surface libre [20]

- Si le niveau amont est tel que $H1/D > 1.25$** : l'écoulement de l'eau dans l'ouvrage peut se faire à surface libre ou à pleine section suivant la longueur de l'ouvrage, après une forte contraction à l'entrée amont semblable au passage d'une vanne de fond.

Nous avons fait une synthèse complète de ces résultats que nous avons : nous aurons ainsi un nombre limité de courbes représentant tous les cas de figure rencontrés

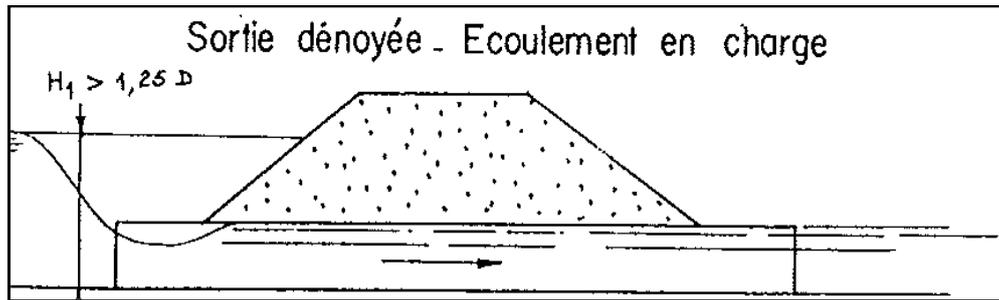


Figure 4.4 : fonctionnement en sortie dénoyée avec écoulement en charge [20]

➤ Estimation de la profondeur d'eau en amont de l'ouvrage H_1 : [8],[20]

Pour notre cas le dalot **fonctionne à sortie aval libre** et nous avons vu que le type d'écoulement dans ce cas dépend de la profondeur d'eau H_1 en amont de l'ouvrage.

Contrairement aux écoulements à sortie aval noyée qui peuvent se mettre sous forme analytique relativement simple, les écoulements à sortie libre sont des phénomènes plus complexes. Les coefficients qui les régissent sont empiriques, aussi les méthodes de calculs sont graphiques et s'appuient sur les courbes expérimentales présentés **sous forme de variable adimensionnelle** que nous donnons ci-après.

➤ La hauteur H_1 : [23]

La hauteur H_1 de l'eau à l'amont de l'ouvrage se calcule à partir de la formule ci-après pour les dalots :

Q^* en fonction (H_1^*)

$$Q^*(H_1) = Q / (B \times D \times \sqrt{2 \times g \times D}) \quad \text{et} \quad H_1^* = H_1 / D$$

Avec :

Q : le débit d'une ouverture pour les dalots multiples en (m^3/s) ;

B : la largeur d'une ouverture en (m) ;

D : la hauteur du dalot (m) ;

g : l'accélération de la pesanteur (m/s^2)

$$\text{AN : } Q^*(H_1) = \frac{Q}{B \times D \times \sqrt{2 \times g \times D}} = \frac{24.87}{3 \times 3 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 3}} = 0.36$$

Connaissant Q^* , on lit H_1^* sur l'abaque d'Annexe 1 Fig 1, on détermine ensuite H_1 à partir de la relation ci-après :

$$H_1^* = 1m$$

$$H_1 = H_1^* \times D = 1 \times 3 = 3m$$

➤ **La pente critique Ic :**

Le calcul de la pente critique pour un dalot a été fait à l'aide de la formule ci-après :

Q* = fonction (Ic*)

$$Q^*(Ic) = \frac{Q}{\sqrt{g \times B^5}} = \frac{24.87}{\sqrt{9.81 \times 3^5}} = 0.51 \text{ et } Ic^* = \frac{Ic}{\left(\frac{g}{Ks^2} \times B^2\right)^{\frac{1}{3}}}$$

Avec :

Ks : Coefficient de rugosité

De l'abaque des pentes critiques à sortie libre **Annexe 1 Fig 2**, on détermine Ic* la pente critique par la relation :

$$Ic^* = 3.5$$

$$Ic = \frac{g \times Ic^*}{Ks^2 \times D^{1/3}} = \frac{9.81 \times 3.5}{70^2 \times 3^{1/3}} = 0.47\%$$

➤ **La vitesse critique Vc :**

Pour le calcul de la vitesse critique, la relation suivante a été utilisée :

Q* = fonction (Vc)^{1/3}

$$Q^*(Vc) = \frac{Q}{Ks \times I^{0.5} \times B^{8/3}} = \frac{24.87}{70 \times 0.01^{0.5} \times 3^{8/3}} = 0.18 \text{ et } V^* = \frac{V}{(Ks \times g^{1/3} \times B^{2/3})}$$

De l'abaque des vitesses critiques à sortie libre, **Annexe 1 Fig 3**, on lit :

$$Vc^* = 0.34$$

Et on détermine la vitesse moyenne critique par la relation :

$$Vc = Vc^* \times Ks \times I^{0.5} \times B^{2/3} = 0.34 \times 70 \times 0.01^{0.5} \times 3^{2/3}$$

Si : Vc < 3 m/s → notre ouvrage est bien dimensionné

Vc = 4.95 m/s > 3 m/s donc on augmente la section du dalot a 4×4 m

B×D	Q*(H1)	H1* Annexe 1 Fig 1	H1	Q*(Ic)	Ic* Annexe1 Fig 2	Ic	Q*(Vc)	Vc* AN 1 Fig «3	Vc < 3m/s
4×4	0.17	0.6m	2.4 m	0.24	3	0.26%	0.09	0.17m/s	2.99 m/s

Les résultats de dimensionnement hydraulique du dalot sont contenus dans le tableau suivant :

Tableau 4.4 : Dimensionnement hydraulique

Prédimensionnement de l'ouvrage			
Désignation	Formules	Unités	Résultats
Hauteur fictive	D	m	4
Largeur fictive	B	m	4
Section fictive	A=D×B	m ²	16
Détermination de la profondeur d'eau en amont de l'ouvrage			
Calculs des variables adimensionnelles Q* et H*			
Q*	$\frac{Q}{B \times D \times \sqrt{2 \times g \times D}}$	m ³ /s	0.17
H1*	L'abaque de la fig 1 joint en annexe 1	m	0.6
Calcul de la profondeur en amont de l'ouvrage			
H1	H1=H1* x D	m	2.4
Détermination de la pente critique Ic			
Calculs des variables adimensionnelles Q* et Ic*			
Q*	$\frac{Q}{\sqrt{g \times B^5}}$	m ³ /s	0.24
Ic*	L'abaque de la fig 2 joint en annexe 1	/	3
Calcul de la pente critique			
Ic	$\frac{g \times Ic *}{K_S^2 \times D^{1/3}}$	%	0.26
Détermination de la vitesse réelle d'écoulement			
Calculs des variables adimensionnelles Q* et Vc*			
Q*	$\frac{Q}{K_S \times I^{0.5} \times B^{8/3}}$	m ³ /s	0.09
Vc*	L'abaque de la fig 3 joint en annexe 1	m/s	0.17
Calcul de la vitesse réelle d'écoulement			
Vc	Vc* × Ks × I ^{0.5} × B ^{2/3}	m/s	2.99

4.6) PROTECTIONS DES OUVRAGES HYDRAULIQUES [1] :

Ce sont essentiellement celles que l'on dispose à l'entrée et à la sortie de l'ouvrage. La tête amont est protégée par un para fouille et un mur de tête, le talus par des murs en aile et un mur de tête jusqu'à la hauteur d'eau amont précédemment déterminée (prise en compte de la crue exceptionnelle).

La tête aval est également protégée par un para fouille et un mur de tête. En outre, le lit et les berges sont à protéger, par une protection végétale en priorité et le cas échéant, par un revêtement ou des enrochements, lorsque la vitesse de l'eau à la sortie est telle que des érosions sont à craindre ($V > 2$ à 4 m/s suivant le type de sol), ou lorsque le tracé du cours d'eau forme un coude à l'aval de l'ouvrage.

Le remblai routier ou autoroutier traversé par l'ouvrage hydraulique doit impérativement être protégé jusqu'à la hauteur d'eau amont du projet ou crue exceptionnelle.

CONCLUSION

Au terme de notre étude qui s'inscrit dans le cadre du projet de dédoublement de la RN80A entre PK 0+000 (EL FJOUJ) et PK +3000 (HELIOPOLIS). Nous pouvons affirmer que Les eaux de précipitation sont des agents importants de la dégradation de la chaussée d'où le choix des ouvrages d'assainissement de la route est un élément important pour assurer une meilleure protection et durabilité de la route.

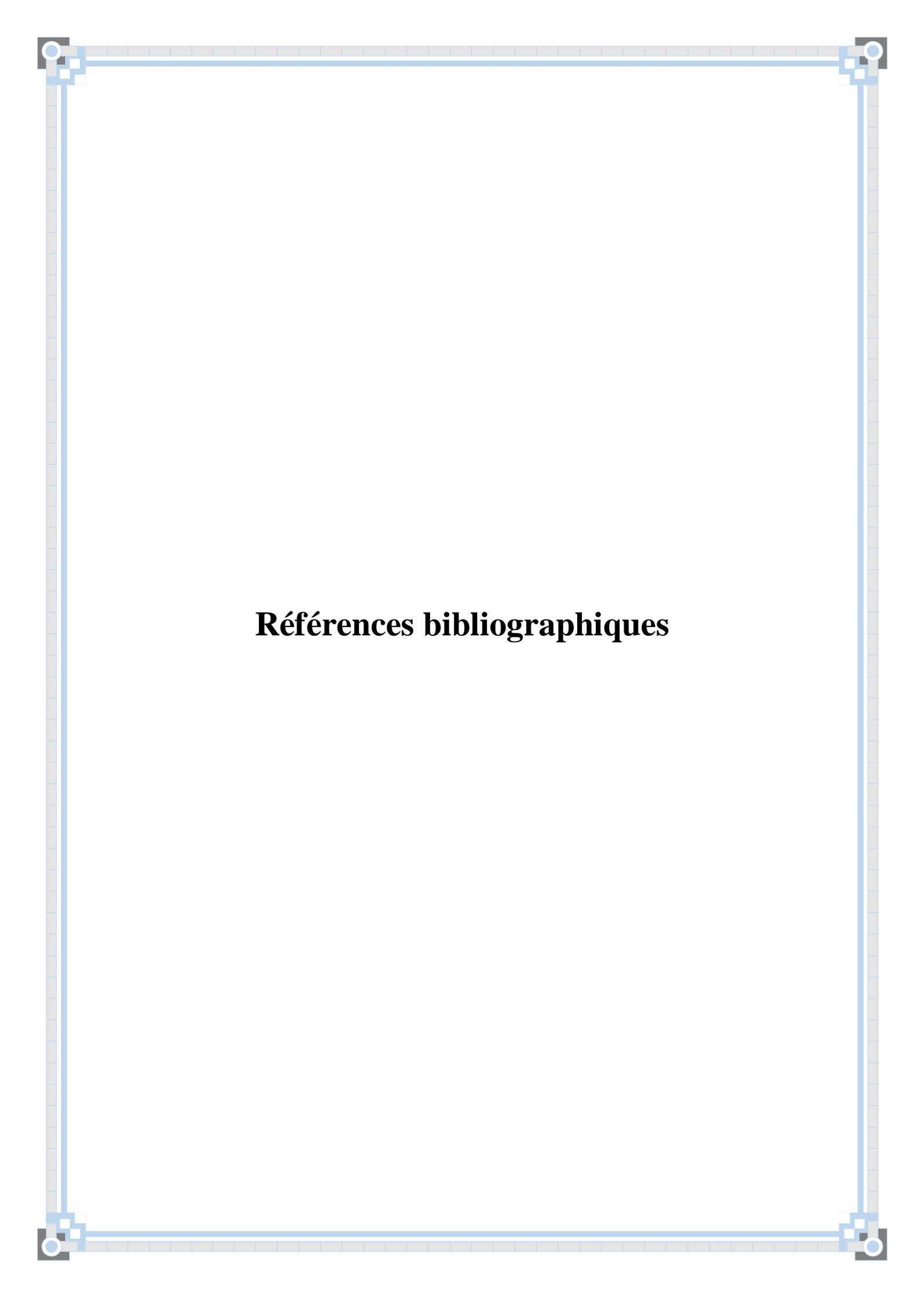
Ce travail a consisté à faire le dimensionnement hydraulique d'un dalot pour assurer un assainissement efficace de la plateforme routière toute en connaissant le réseau hydrographique du milieu.

Avant d'aboutir au dimensionnement hydraulique de l'ouvrage de franchissement type dalot, plusieurs recherche et études ont été menées. Une première étape consiste à la classification des réseaux d'assainissement routier selon leurs emplacements dans la route en deux classe, un réseau d'assainissement superficiel constituer de deux types (Les Réseaux longitudinaux sur la plate-forme et les Réseaux longitudinaux en dehors de la plate- forme et un réseau de drainage du corps de chaussée.

Une deuxième étape consiste à regrouper les ouvrages d'assainissement routier selon leur fonction en : Ouvrages de collecte, Ouvrages de franchissement (les traversées), Ouvrages de concentration ; Dispositifs annexes et Ouvrages de drainage, La troisième étape consiste à l'étude hydrologique qui identifier les bassins versants naturels qui sont susceptible de diriger leurs eaux sur l'ouvrage routier à construire ainsi que les paramètres physiques de ces bassin et le débit de la crue de projet est estimé par la méthode rationnelle à $24.87m^3/s$ pour une période de retour de 10 ans. En fin on est passé au dimensionnement hydraulique ou les dimensions de l'ouvrage ont été redéfinies à une section de 4m x 4m.

RECOMMANDATION

Nous recommandons à la DTP : L'entretien courant et périodique des différents ouvrages de franchissement de façon systématique pour garantir leur durabilité, leur fiabilité et leur efficacité.



Références bibliographiques

- [1] groupe de travail du réseau scientifique et technique du ministère de l'équipement et de bureau d'études, octobre 2006. « Guide technique : assainissement routier » (SETRA), 94p
- [2] Karine Massouf , mai 2016 « Diagnostic et conception des renforcements de chaussées». Ed : Cerema , 264p
- [3] philippe carillo, 2015 « conception d'un projet routier ». Ed : eyrolles,101p
- [4] B. KERLOC'H, « assainissement routier la conception technique des ouvrages d'assainissement routier », 43p
- [5] Sétra, mars 2006, « Guide technique, Drainage routier », 94 p, Réf. 0605.
- [6] jamel NEJI, 2005 « le projet routier ». Ed : CPU Tunis ,216p
- [7] Alla Ahmed, A Casablanca le 30-09-2013, « drainage et assainissement routier », Royaume du Maroc, ecole hassania des travaux publics a casablanca,51p
- [8] Angelbert Chabi BIAOU, Décembre 2009, « COURS D'HYDRAULIQUE ROUTIERE », Polycopié de cours de l'Institut International d'Ingénieur de l'Eau et de l'Environnement (2Ie), 59p, Edité au 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso.
- [9] Royaume du Maroc, ministère des travaux publics, direction des routes et de la circulation routière, « GUIDE DE DRAINAGE ROUTIER », EDITION 1997, 58p
- [10] Nehaoua A. (2011). « Assainissement routier », Société des études Techniques Sétif, ppt
- [11] Franco Olivier et Marc Van Imschoot, 1999, « Manuel pratique de formation pour cadres techniques de bureau d'études (Conception et réalisation de routes en terre et d'ouvrages de franchissement », 285p
- [12] BOUDERBALA Abdelkader, Septembre 2017, « hydraulique (Polycopié de Cours destiné aux étudiants M1 Géotechnique) », Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre Université de Khemis Miliana,98p
- [13] Boutoutaou djamel, 2018. « Assainissement routier ». OPU Alger. 189p
- [14] Souha Bahlous el ouafi , 2002. « Hydraulique cours et exercices ». Centre de publication universitaire, tunis , 311p
- [15] ANN Vannak, Février 2008. « Extraits Des Notes De Cours De Hydrologie Générale ». Institut de technologie du Cambodge, département de génie rural, 111P
- [16] Direction des travaux publics de la wilaya de GUELMA, notion de calcul du projet RN80A
- [17] La société Le Nickel - SLN ,2012, guide bleu guide pratique des techniques et ouvrages hydrauliques 36p
- [18] COULIBALY Fabrice Bechir et TRAORE Kalifa élèves Ingénieurs des Travaux Publics, études VRD pour le projet de construction de logements sociaux-économiques a Korhogo,142p
- [19] Mme Lekouaghet Nassima,univ 8mai 45 guelma, cours Assainissement Routier (3L TP),Ch3,18p

- [20] Nguyen van tuu avec bernard lemoine et jacques pouplard, janvier 1979, «HYDRAULIQUE ROUTIERE », Becom, 341p
- [21] AGOSSOU Rogatien D.K,2021, Mémoire de fin de formation. Filiere GC, « Conception et dimensionnement d'un ouvrage de franchissement routier dans la commune de GLAZOUE», Univ.ABOMEY-CALAVI , 97p
- [22] AKA ANODJO FRANCK CHRISTIAN, 2009, mémoire pour de master d'ingénierie en génie civil, « Analyse conception et dimensionnement des ouvrages hydrauliques routiers de la route koudougou-toma en vue de son bitumage », Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement(2IE), 97p
- [23] Lamine Abdel Aziz FORGO , juillet 2019, Mémoire master, « Étude technique détaillée des travaux de construction et de bitumage de la route nationale n°21 didyr-toma-tougan : cas du tronçon toma-tougan (du pk 151+474 au pk 162+195)», (2IE), 117p

Annexe 1

Annexe 1 : Abaque de dimensionnement hydraulique d'un dalot [8]

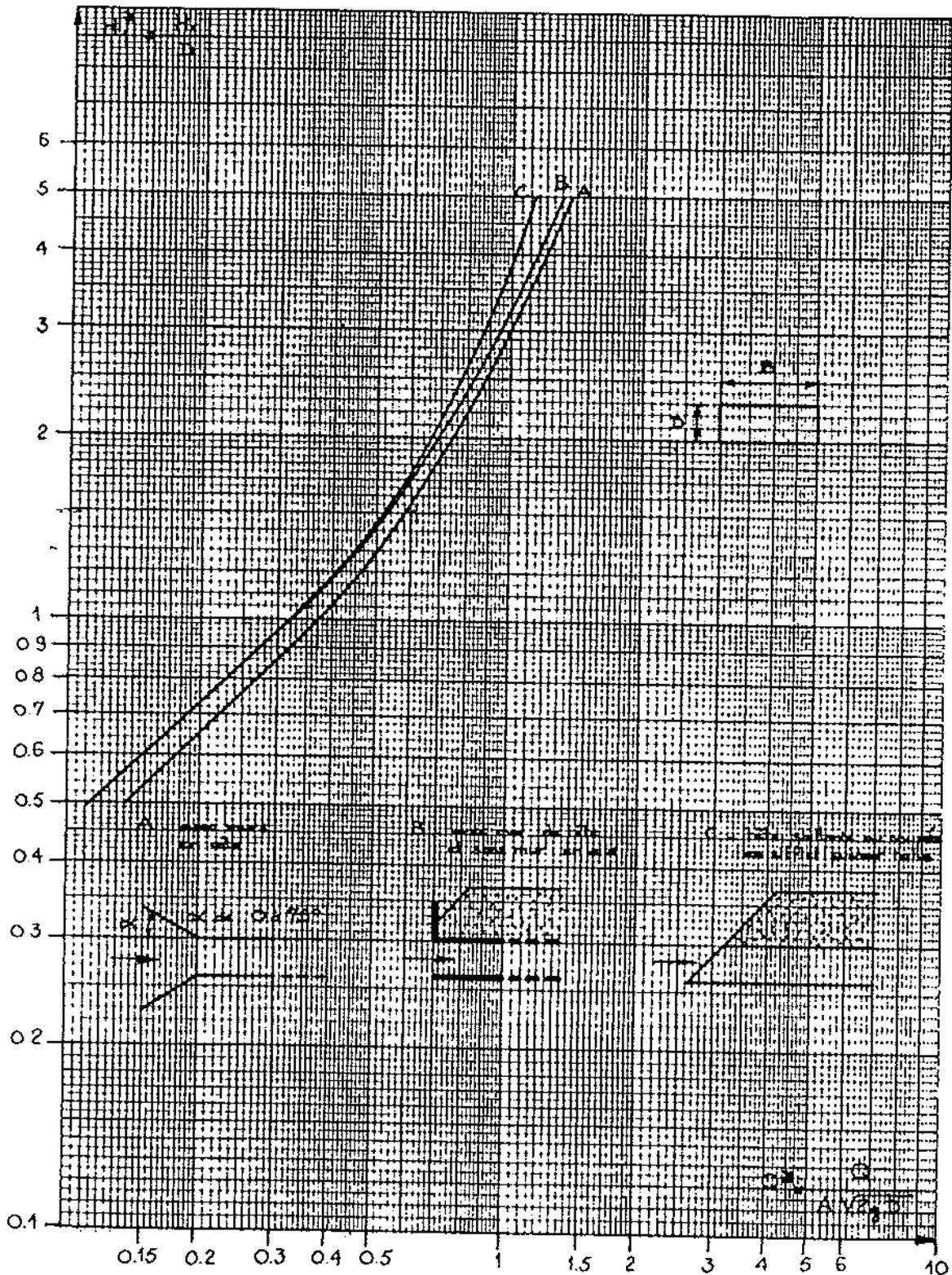


Figure 1 : Q^* en fonction $(H1^*)$

- A)** Avec mur de tete
- B)** Avec mur de tete sans mur eb aile
- C)** Tete saillant ou coupée en sifflet suivant la pente du talus

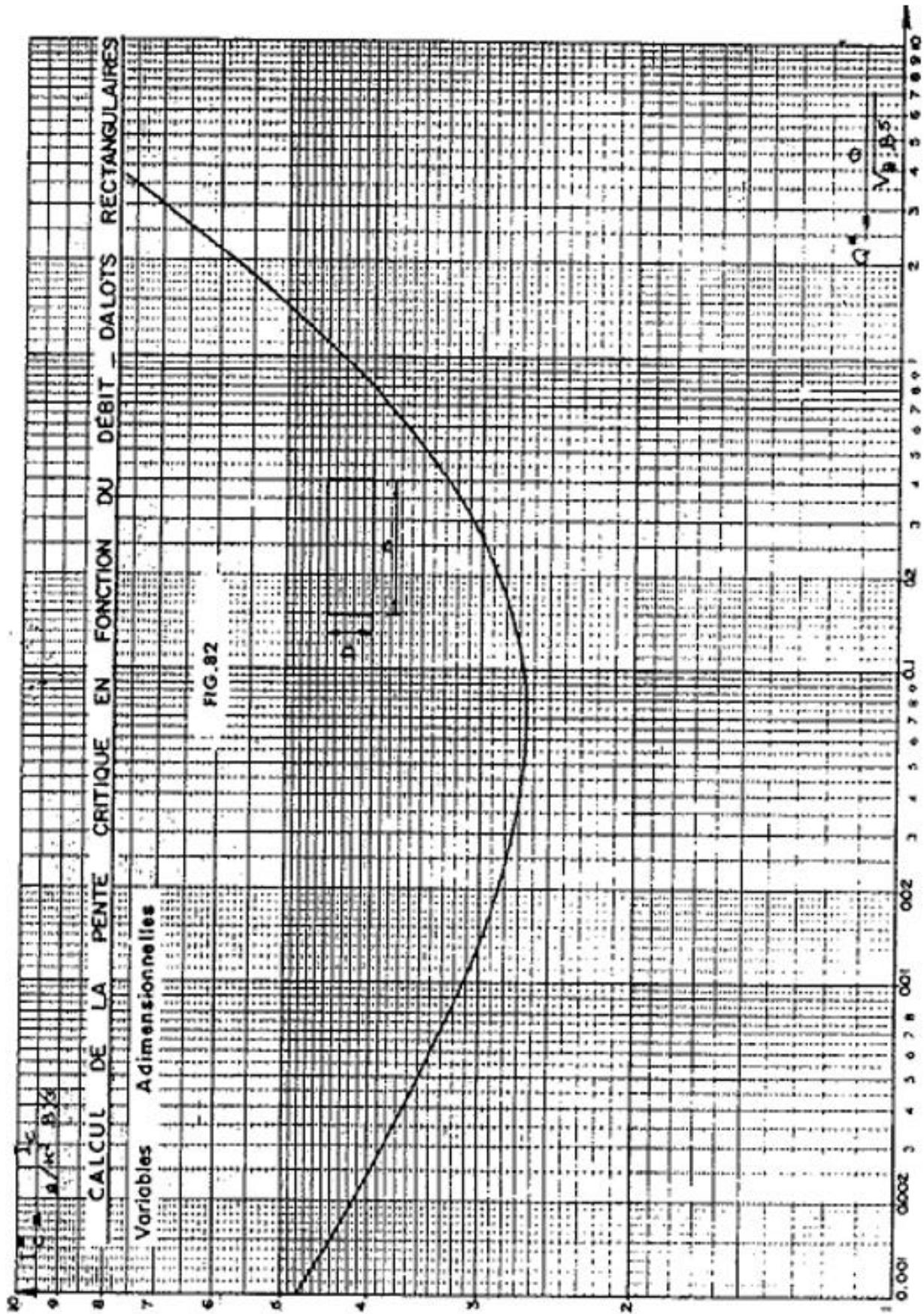


Figure 2 : Q^* en fonction (I_c^*)

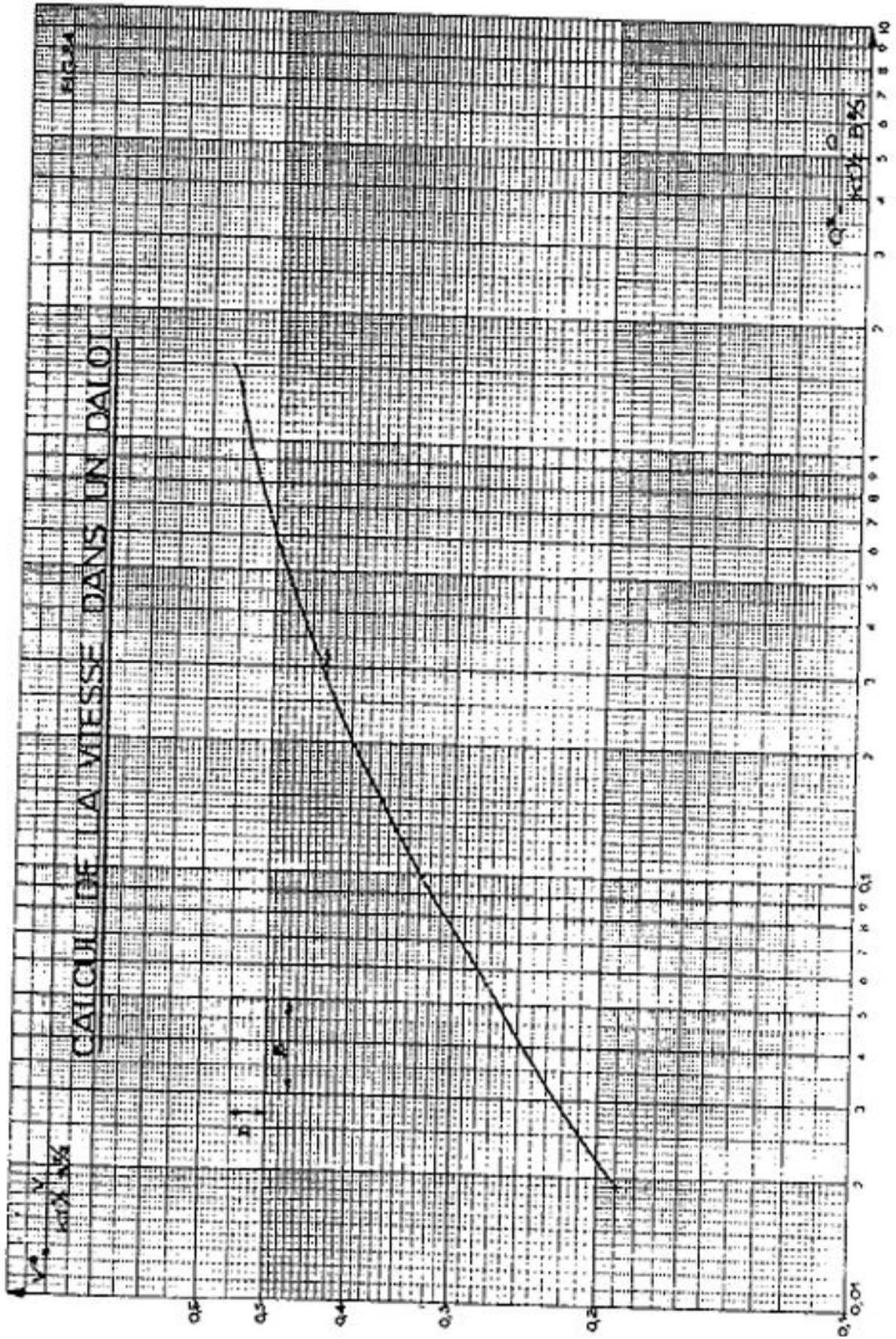
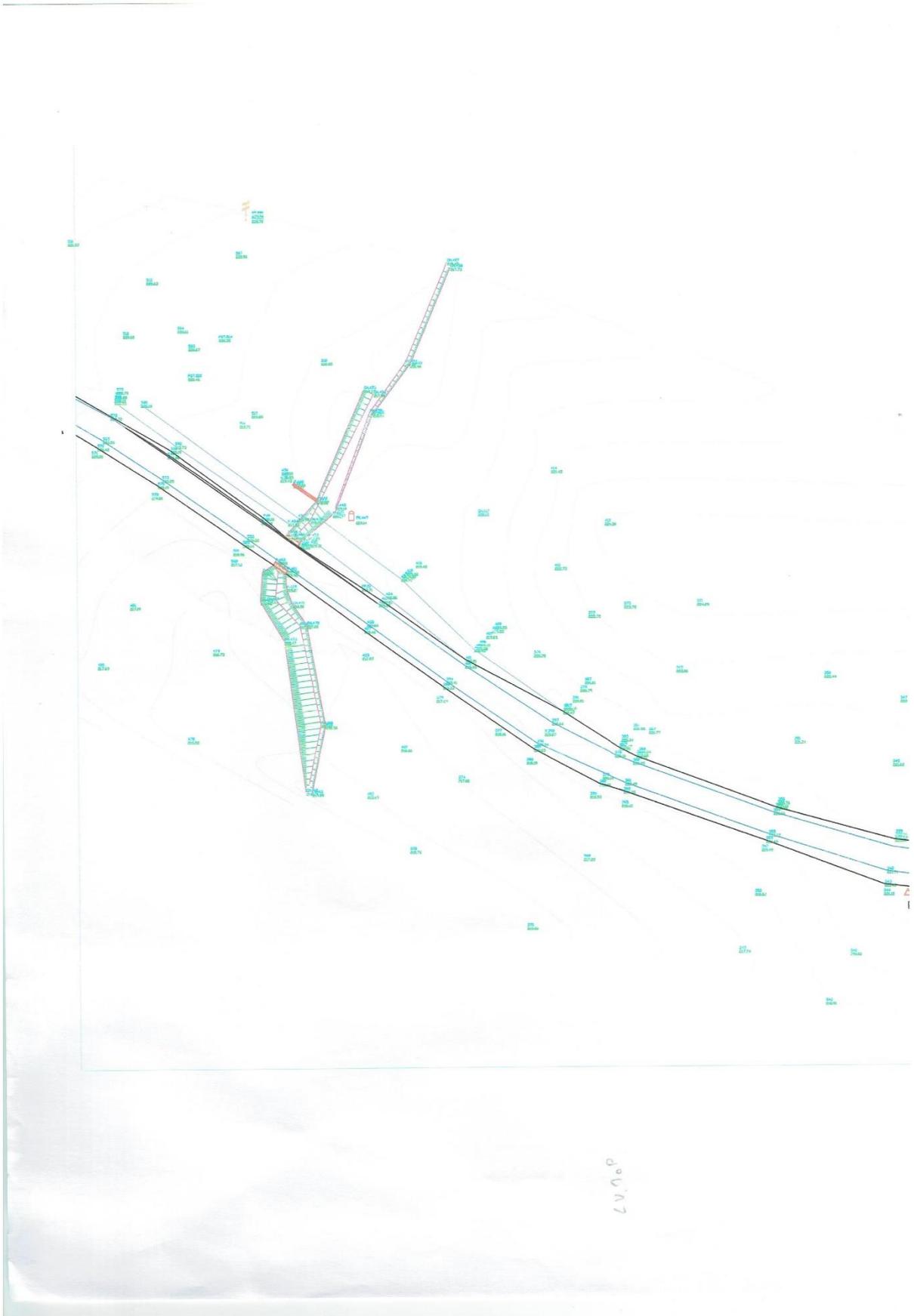
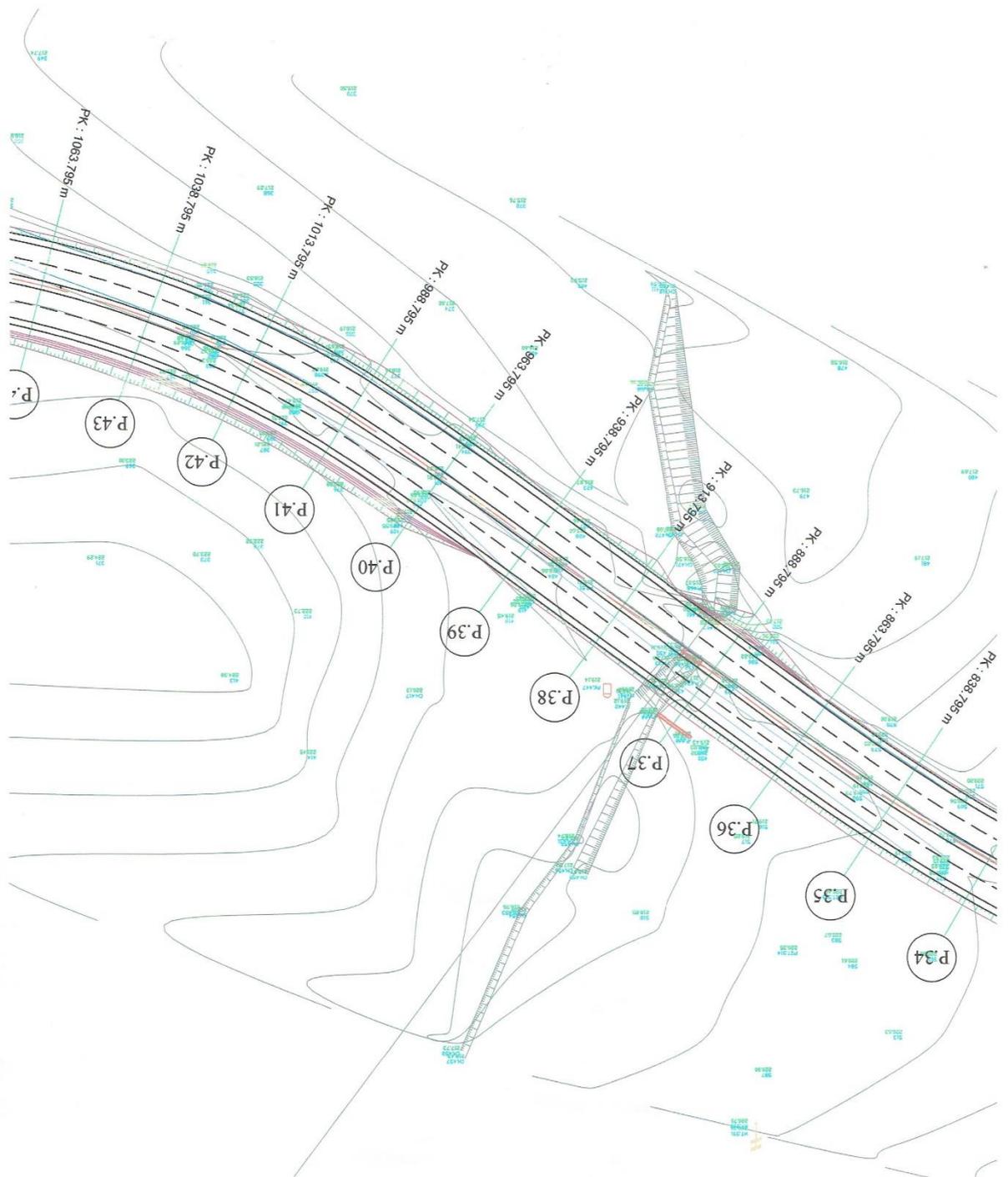


Figure 3 : Q^* en fonction (V_{c^*})

Annexe 2



2008.08.08



INTERSECTION AVEC L'EVIT

Echelle en X : 1/1000

 Echelle en Y : 1/100

