

**QUELQUES ASPECTS DU
DRAINAGE DES CHAUSSEES**

**Mr. A. DE HENAU
CENTRE DE RECHERCHES ROUTIERES
BRUXELLES (BELGIQUE)**

RESUME

En rappelant les buts et l'importance du drainage des chaussées, on montre que le système de drainage doit s'étendre suffisamment loin en amont et en aval des ouvrages pour tenir compte des conditions d'environnement. Il faut drainer les surfaces de roulement des routes revêtues et non revêtues, les accotements, les talus de remblai et déblai, et prévoir les franchissements de ruisseaux et talwegs.

I-NTRODUCTION

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

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

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

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

Le schéma de la figure 1 permet de situer les problèmes à résoudre.

Pour aider l'auteur d'un projet il existe de nombreux ouvrages théoriques décrivant des méthodes de dimensionnement hydraulique des réseaux d'évacuation des eaux. Cependant, rappelons comme on le fait dans le code de bonne pratique pour les protection des ouvrages routiers contre les effets de l'eau (ref. 1):

" Dans le domaine routier, ce sont le plus souvent des conditions de bonne exécution et de faciliter l'entretien qui définissent les dimensions des ouvrages, de sorte que les calculs hydrométéorologiques réduisent à de rapides vérifications sans rechercher des précisions excessives".

Le drainage pratique revient à:

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

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

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

II-Evaluation des venues d'eaux

C'est la partie la moins précise du dimensionnement hydraulique d'un système de drainage.

1. Les pluies

La première arrivée d'eau à évaluer provient généralement des précipitations atmosphériques.

On caractérise une pluie par son intensité (I), sa durée (t), et sa période de retour (T).

Dans le domaine routier, étant donné les surfaces à considérer, on peut supposer que la répartition de la pluie dans l'espace et dans le temps est uniforme.

L'intensité I est la quantité qui traverse l'unité de surface par unité de temps. Elle s'exprime souvent en $l/s \cdot ha$.

La durée test le temps pendant lequel l'intensité I se maintient en un lieu. Elle s'exprime souvent en minutes.

La période de retour T exprime en années l'intervalle de temps qui sépare deux pluies de même I et de même t en un lieu donné.

Les relations entre ces trois caractéristiques ne peuvent s'établir que par des observations météorologique systématiques de longues durées dans des stations équipées de pluviomètres et de pluviographes.

A titre d'exemple, la figure 2 présente les courbes établies en Belgique par l'Observatoire royal d'Uccle. Ainsi une pluie de 300 litres/s.ha qui dure 10 minutes peut se produire une fois tous les 50 ans, en moyenne.

2. Les sources

Les sources et résurgences sont des exutoires de nappes phréatiques souterraines qui débouchent à l'air libre et s'écoulent avec des débits variables selon les régimes climatiques et du taux de remplissage des nappes. L'eau s'écoule en suivant en surface le chemin d'écoulement naturel. Dans le domaine routier, ces sources sont à reconnaître au cours des études géotechniques préalables au projet

Des sources peuvent être créées par les terrassements de déblais imposés par le profil en long du tracé choisi. Le repérage de ces sources est très difficile, car les nappes ainsi croisées sont souvent des nappes perchées temporaires qui ne débitent que dans certaines conditions mal définies. Il arrive souvent qu'elles se révèlent après les travaux et qu'elles soient la cause d'instabilité de talus comme l'illustre la figure 3.

Ces sources sont à capter par des ouvrages appropriés à dimensionner en fonction des débits évalués sur place. Ces études sont généralement confiées à des organismes spécialisés en géotechnique et doivent s'étendre sur des périodes d'observation suffisantes permettant d'évaluer les débits maxima probables.

3- Les nappes souterraines

Les nappes souterraines sont animées de mouvements dans le sol en fonction des caractéristiques météorologiques. Elles se vident ou se remplissent et leur niveau phréatique fluctue dans le temps.

Au-dessus du niveau phréatique, il existe toujours une frange d'eau capillaire retenue entre les grains du sol. La hauteur de cette frange n'est que de quelques centimètres dans les sables gros, mais peut atteindre plusieurs mètres dans les sols fins.

Ces sols sont saturés et de faible portance.

Il faut donc protéger le corps de chaussée et le sol sous-jacent contre ces effets, en établissant le projet routier compte tenu des niveaux les plus élevés de ces remontées. Des observations systématiques et répétées dans le temps, à l'aide de tubes piézométriques judicieusement placés, peuvent donner des indications à ce sujet. Décision d'établir un système de rabattement des nappes, ou de surélever le niveau de la route, dépend de ce type d'études spécialisées.

4. Les talwegs et vallées

Les vallées et les talwegs sont des chemins d'écoulement naturel des eaux de précipitation. Ils sont souvent croisés par le tracé routier.

Il faut alors prévoir des ouvrages, spéciaux assurant la continuité des écoulements en évaluant les périodes de débits maxima probables.

Ici encore il faut faire appel à des études spécialisées d'hydrogéologie suffisamment étendues tant en amont qu'en aval des ouvrages projetés. La figure 4 illustre des cas fréquents rencontrés dans des sites peu accidentés où les bassins versants à étudier sont parfois très étendus.

L'auteur de projet a à évaluer sur le plan économique les coûts d'un surdimensionnement des ouvrages vis à vis des risques de dégradations et de la gêne d'un trafic interrompu qui s'ensuivent.

III. Captage et évacuation des eaux

Le drainage des chaussées consiste principalement à capter et évacuer les eaux aux endroits où elles sont indésirables.

1. Les endroits indésirables:

Sur la figure 1 on peut reconnaître

- les surfaces de roulement,
- les accotements,
- le corps de chaussée et le sol de fondation, les talus et les pentes,
- les éléments du système de drainage.

2. Les inconvénients à circonvénir

2.1 les surfaces de roulement

- Pour les routes revêtues, la présence d'eau entre le pneu et la route crée des chutes d'adhérence et, dans certaines conditions de vitesse, des phénomènes d'aquaplanage (voir figure 5). Donc la présence d'eau sur le revêtement met en cause la sécurité des usagers.

- Pour les routes non revêtues, l'eau doit être évacuée de la couche de roulement pour minimiser les infiltrations dans le matériau perméable.

L'eau de ruissellement ne peut entraîner l'érosion de la couche de roulement ou y creuser des ravines.

La présence d'eau dans le corps de chaussée contribue à affaiblir la résistance mécanique de l'ensemble de la structure: figure accrue des matériaux liés fissuration précoce déformation permanente dans les matériaux non liés orniérage.

Au passage des pneus l'eau captive est mise sous pression et disloque les matériaux. Dans les dépressions où l'eau est retenue, il se produit des arrachements de matières éjectées par l'eau brutalement mise en mouvement, et la dépression se creuse plus profondément dans la structure, cas des nids de poule. L'eau stagnante en surface s'infiltré dans la structure et réduit la portance des matériaux non liés voir figure 6), et entraîne des défauts d'uni.

2.2 Les accotements

- Les accotements, souvent aménagés en bandes d'arrêt d'urgence pour les routes principales revêtues, sont traités comme des surface de ruissellement.

- Les accotements non revêtus doivent être drainés s'ils doivent garder leur stabilité et leur portance. Pour les routes en grave non traitée, les accotements ont un rôle important de contrebutage à jouer pour garantir la stabilité des surfaces de roulement.

2.3 Le corps de chaussée et le sol sous-jacent

Tous les matériaux entrant dans la construction routière perdent une part plus ou moins importante de leur résistance mécanique quand leur taux d'humidité interne augmente.

C'est notamment le cas bien connu des sols et des matériaux granulaires non liés. Il faut éviter les infiltrations d'eau dans le corps de la chaussée, si l'on veut conserver des performances à long terme de la surface de roulement.

Pour les chaussées en graves non traitées, les surfaces de roulement sont inévitablement perméables, il peut être nécessaire d'instaurer des barrières de pluie, empêchant la circulation dans les périodes critiques.

2 4 Les talus

Les talus de remblai ou de déblai font partie de l'emprise de la route à protéger. Leur stabilité doit être assurée pour permettre à la chaussée de remplir sa fonction (voir figure 3).

Dans des régions où le terrain est très érodable cette stabilité peut poser des problèmes bien plus importants que la construction de la chaussée elle-même. Dans la plupart des problèmes de stabilité des talus, on a constaté que l'eau joue le rôle d'agent moteur.

Le problème du drainage et de stabilité des talus est un vaste problème qui dépasse largement le cadre de cet exposé. Beaucoup d'ouvrages traitent ces problèmes (réf. 2, 3, 4)

Dans son exposé en 1983 (réf. 5), Méziane, en analysant le cas du Rif, proposait des solutions concertées pour traiter l'instabilité des pentes de talus et l'érosion régressive. Il soulignait la diversité des disciplines concernées par ces problèmes: géologie, géotechnique, hydrologie, conception de projets routiers et d'ouvrages d'art.

2 5 Le système de drainage

Le système de drainage lui-même peut être mis en péril par les eaux de précipitation ou les eaux qu'il charrie. Il faut veiller notamment à l'érosion des fossés creusés en pleine terre (figure 7), ou aux érosions internes des canalisations, aux joints et fissures, etc... créant des fuites souvent révélées trop tard, après que les fondations de l'ouvrage aient été minées, voir figure 8).

Les exutoires doivent faire l'objet d'une attention toute particulière pour préserver l'équilibre de l'environnement. La maîtrise des débits dans les terrains vallonnés ou montagneux nécessite parfois la construction de bassins d'orage ou de chambres d'accumulation tampon régulatrices de débit, ou encore de chutes "brise vitesse".

Les eaux de drainage ne sont jamais pures et charrient des éléments grenus corrosifs ou des débris flottants pouvant créer des "bouchons" ou des réductions de la section, entraînant des débordements indésirables.

Il faut prévoir des cas de décantation avec accès faciles pour le curage et l'entretien. Tous ces aspects sont à considérer au moment de l'établissement du projet, car l'équipement de drainage et l'assainissement sont des travaux très coûteux s'ils sont postposés à l'exécution de la chaussée.

Dans le cas des plaines à topographie peu accidentée, l'évacuation des eaux peut nécessiter des ouvrages complexes avec système de pompage, de siphon ou des puits de dissipation à fond perméable à maintenir en bon état, et dont le fonctionnement ne peut perturber l'environnement. Un autre cas parfois difficile à résoudre est le passage de la route en déblai entre deux talus. Les fossés collecteurs ne trouvent pas toujours les exutoires aux distances requises pour limiter les vitesses d'écoulement, et éviter les érosions. Il faut prévoir des chutes ou des brise-vitesse appropriés, maintenus en bon état. On retient de ce paragraphe l'importance des inspections périodiques du système de drainage et de tous ses éléments.

III. captage et évacuation des eaux

3-1 Les surfaces de roulement

La technique la plus utilisée pour drainer les surfaces de roulement est l'aménagement de dévers dans le profil transversal.

La figure 9 présente quelques cas de profils types pour routes revêtues et non revêtues en fonction de leur largeur.

Pour les routes revêtues, en alignement droit, et en terrain plat, on prévoit généralement 2 à 3 % de pente. Il faut tenir compte du confort de conduite et de la stabilité dynamique des véhicules chargés.

Dans les virages, le dévers est défini pour compenser en partie les effets centrifuges (réduction de $1/3$).

Selon l'orientation du virage, l'entrée ou la sortie, présente une portion de route à changement de dévers. Ces sections peuvent présenter des difficultés d'évacuation des eaux de ruissellement. Elles requièrent une attention particulière de la part de l'auteur de projet. La figure 10 extraite de la réf. 6 suggère quelques solutions. Souvent on peut avoir recours à des traitements de surface particuliers: brossage, striage, cloutage dénudage des revêtements en béton de ciment, ou cloutage des revêtements en béton hydrocarboné (ref 7, 8, 9, 10). Ces techniques visent à créer des vides dans la surface de contact pneu/revêtement, à travers lesquels l'eau peut s'échapper.. En Belgique, pour les conditions climatiques du pays, l'expérience a montré qu'une profondeur de texture superficielle de 4 mm était suffisante pour éviter l'aquaplanage compte tenu de la réglementation en vigueur sur les sculptures des pneumatiques.

Un type de revêtement de plus en plus répandu est l'enrobé drainant. Il s'agit d'un mélange asphaltique à 20 ou 22 % de vides après mise en oeuvre (réf. II) posé généralement en 4 cm.

Pour les routes non revêtues, il ne faut pas perdre de vue qu'une grande partie (20 à 50 %) si pas la totalité des précipitations s'infiltre par gravité dans la surface perméable (coefficient de perméabilité $> 10^{-5}$ cm/s). Toutefois, les dévers sont souvent plus accentués pour compenser l'effet de freinage au ruissellement dû à la rugosité de surface. Il faut cependant éviter l'érosion due aux vitesses d'écoulement trop rapides. et sauvegarder la sécurité de conduite.

Le dévers le plus souvent adopté est de l'ordre de 5 % (voir fig.e 9). Dans certains projets le dévers est progressif à partir du toit.

3-2 La collecte des eaux

La collecte des eaux de ruissellement se fait par des filets d'eau, des fossés de rive, des drains enterrés ou simplement par infiltration dans les accotements non revêtus.

Pour les routes revêtues selon l'importance de l'ouvrage, et la situation topographique, on a souvent recours au filet d'eau, ou à la simple rigole ménagée dans le revêtement. Le filet d'eau doit être équipé d'avaloirs régulièrement espacés, rejetant les eaux dans un collecteur enterré qui les conduit vers un exutoire.

Dans certains cas, là où les conditions d'environnement le permettent, le filet d'eau est relié à des fossés collecteurs conduisant les eaux vers des lieux de dissipation aménagés. C'est souvent le cas des routes en remblai.

Dans d'autres cas, toujours selon les conditions d'environnement, l'eau de ruissellement est recueillie dans un drain de rive (voir figures 11 et 12. ou, se dissipe directement dans le terrain meuble en bordure du revêtement, aménagé ou non pour recevoir des véhicules en détresse. Ces accotements sont eux-mêmes drainés par des fossés profonds ménagés en pleine terre, évacuant les eaux vers des endroits conçus à cet effet.

Dans certains cas de terrain érodable, les fossés de rive sont à parements rigides. Pour les routes non revêtues, cette pratique nécessite une attention toute particulière de la part du projeteur. En effet, la couche de roulement de ces routes est appelée à s'user, diminuer d'épaisseur, et son niveau devient rapidement inférieur à celui des parois du fossé où l'eau ne peut plus accéder. L'eau creuse alors ses propres chemins d'écoulement en ravinant profondément la surface, et rendant celle-ci dangereuse à la circulation. Un exemple est illustré aux figures 13 et 14.

IV. Quelques considérations théoriques

Beaucoup d'ouvrages théoriques basés sur des observations expérimentales, telle que la théorie d'Izzard (réf. 12) sont à la disposition des auteurs de projet.

Pour les besoins du drainage routier on rappellera ici les notions élémentaires suivantes:

1. Le débit Q à travers une section SH d'un collecteur est donné pour un écoulement libre par le produit

$$Q = SH \times vR$$

2. La vitesse de ruissellement vR peut être évaluée par des relations empiriques du type KUTTER, BAZZIN, ou MANNING. propose l'expression:

$$vR = [(SH/PH)^{(2/3)} \times (pm)^{1,2}] (10 \times PM)$$

où PH est le périmètre mouillé de la section SH (surfaces libres exclues), pm est la pente motrice, PM est un coefficient de ruissellement empirique dépendant de l'état de surface sur laquelle l'eau s'écoule.

3. En fonction de la longueur L de ruissellement, on calcule le temps tr de ruissellement par le rapport:

$$tr = L / vR$$

4. Le système de drainage qui peut être synthétisé par le schéma de la figure I S, se dimensionne de proche en proche de manière à maîtriser les débits, les vitesses et les durées d'écoulement, en ménageant des réservoirs tampons ou de bassin d'orage, zone de décantation des boues, des pentes d'écoulement et des chutes brise-vitesse...

On tient compte des étendues des surfaces à drainer, des pentes et longueurs, imposées par la topographie des lieux, etc...

Il faut veiller dans ce dimensionnement, aux facilités d'exécution, et d'entretien des différents éléments mis en place. Il faut également adapter les exutoires aux conditions d'équilibre de l'environnement, et du réseau d'écoulement naturel des eaux dans lesquelles le système de drainage aboutit.

V/quelques aspects pratiques du drainage au Maroc

L'analyse des réponses à un questionnaire sur le drainage adressé aux 7 régions du pays a permis de mettre en évidence trois types de problèmes auxquels sont confrontés les gestionnaires de la route:

- le drainage et les glissements de terrain.
- le drainage des plates-formes de chaussées,
- le drainage des couches de renforcement.

1. Le drainage et les glissements de terrain

Ce **problème** est particulièrement aigu dans les provinces du nord, où les routes **passent** au pieds des versants dans les éboulis de pentes formés de blocs calcaires **et de marne**. Ce genre de terrain saturé est particulièrement instable.

L'**assainissement** de ces versants est un problème géotechnique qui dépasse **de loin** le drainage routier et nécessite des études très complètes.

Les **solutions** adaptées jusqu'à présent consistent à enrayer le glissement en chargeant localement le pied du massif par des constructions en gabions perméables.

Cependant, l'eau est toujours l'agent moteur dans les glissements de terrain, et toute **solution** qui ne s'appuie pas sur une étude complète du drainage ne peut être que provisoire.

Plusieurs exemples se rencontrent où la route est emportée à proximité immédiate d'une première intervention, souvent très imposante, mais pour laquelle l'étude hydrogéotechnique n'a pas été assez poussée. Les moyens à mettre en oeuvre dépassent souvent le cadre routier.

2. Le drainage des plates-formes de chaussées

La plupart des sols sont sensibles à l'eau et perdent une partie de leur portance quand la teneur en eau augmente.

Les sols de classe So ou Si; sont particulièrement sensibles et les plates-formes sous les routes en GNT revêtues d'un simple enduisage dans ces régions doivent nécessairement être mises hors-d'eau, ou convenablement drainées.

Dans tous les cas, la plate-forme doit être profilée compte tenu de la topographie du terrain pour obtenir une ligne de plus grande pente (chemin d'écoulement des eaux) plus courte possible et avec une pente minimum de 5 %, vers les fossés latéraux bordant l'ouvrage.

Le profilage doit éviter toute dépression sous la chaussée dans laquelle l'eau peut s'accumuler.

Si le corps de chaussée est suffisamment perméable pour permettre à l'eau gravitaire d'atteindre la plate-forme, il sera suffisamment perméable pour permettre à l'eau de s'écouler le long du profil de la plate-forme vers les fossés, où la face libre doit rester bien dégagée.

Un tapis drainant ménagé sur la plate-forme sous la chaussée ne peut fonctionner que si l'eau libre dans le corps de chaussée est à une pression positive (c.à.d. quand le matériau est saturé ou mis en pression par les contraintes du trafic). Le tapis peut alors réduire le temps de vidange vers les fossés. Mais si les exutoires ne sont pas dégagés, le tapis drainant devient un "réservoir" prohibitif; dans lequel l'eau circule vers les points bas et tente de remonter à travers le corps de chaussée là où le trafic lourd la met sous pression.

De plus, les matériaux en contact de ce réservoir se maintiennent par capillarité dans un état humide quasi saturé.

Le tapis drainant, qui est une solution coûteuse, doit donc être réalisé au bon niveau par rapport au fond de fossé. sur une plate-forme bien profilée sans dépression, et doit être Soigneusement entretenu pour garder les surfaces libres en bon état de fonctionnement.

Sans ces conditions, le tapis drainant est non seulement coûteux, mais dangereux pour la pérennité de la chaussée.

Le drain en arête de poisson est une technique fort répandue dans les différents régions confrontées avec les problèmes d'excès d'eau sous chaussée.

Cette technique, connue dans d'autres pays sous les appellations; drains en chevrons ou drains en epis, ne peut rendre service que dans certains cas particuliers où aucune autre technique n'est applicable.

Généralement le drain en arête de poisson au Maroc ne traverse pas toute la largeur de la chaussée. Il est constitué d'une série de tranchées de 40 cm de large ménagées dans les accotements à des distances variant de 20 à 50 m. La profondeur des tranchées doit être telle qu'elle intercepte les surfaces de ruissellement dans les couches de chaussées à drainer.

Pour être utiles les tranchées doivent barrer la ligne de plus grande pente des accotements le long de laquelle l'eau circule.

Elles offriront ainsi une section efficace optimum. La tranchée doit garder une pente suffisante vis-à-vis de la plate-forme, mais l'exutoire, toujours bien dégagé, doit rester au-dessus du niveau le plus élevé prévisible de l'eau d'écoulement du fossé.

Les drains en arêtes de poisson peuvent rapidement devenir inefficaces et, bien qu'étant une technique très peu coûteuse, ils peuvent constituer un gaspillage s'ils sont exécutés sans le respect strict des règles techniques définies dans les directives correspondantes.

De plus, le drain demande à être périodiquement vérifiés et entretenu

Plusieurs réponses au questionnaire d'enquête ont relatés des cas où le drain en arête de poisson fonctionnait à "l'envers". Il favorisait l'entrée d'eau dans le corps de chaussée. Une des causes citées est la remontée du niveau d'écoulement d'eau dans des fossés mal entretenus.

3. Le drainage des couches de renforcement

Le cas du renforcement des chaussées en GNT pose souvent des problèmes car on ne maîtrise pas facilement le profil de l'assise ancienne.

La technique des drains en arête de poisson est ici encore la plus utilisée vu son faible coût.

Toutefois l'application est rendue plus délicate car si l'on cherche à sauvegarder l'aspect économique de l'exécution, on ne peut choisir l'exécution la mieux adaptée à chaque endroit du profil.

Ceci se répercute alors irrémédiablement dans l'efficacité du drainage et donc sur le comportement global d'ouvrage.

Les règles d'or généralement rappelées pour avoir des succès sont

- La partie drainante doit être mise franchement en contact avec l'ancien et le nouveau corps de chaussée. Un contact au moins de 5 cm avec chacun des matériaux existants et de renforcement est un minimum à respecter strictement.
- Il faut tirer le meilleur profit de la topographie du terrain pour orienter les arêtes de poisson.
- Les exutoires dans le fossé doivent toujours être franchement apparents et maintenus en bon état de fonctionnement.
- Maintenir en moyenne une distance de 20 m entre les tranchées en arête de poisson et placées en quinconce de part et d'autre de la chaussée.
- Lors de l'exécution, le calage sur le terrain du schéma des arêtes de poisson doit se faire judicieusement par concertation de tous les intervenants : (orientation, distance, profondeur, ecc ...).

D'autres techniques, plus coûteuses doivent parfois être utilisées. Mais, dans bien des cas il vaut mieux s'abstenir de drainer plutôt que d'accepter pour des raisons d'économie, une technique inadéquate. On citera ici notamment;

les écrans drainants, les tranchées longitudinales avec géotextiles permettant l'emploi de matériaux locaux, les adaptations aux conditions locales pour profiter des exutoires naturels.

4. Points de vue à l'étranger

Dans la plupart des pays où le drainage des chaussées se pose avec acuité, à cause du climat pluvieux, les solutions pour le drainage visent d'abord à empêcher l'eau de pénétrer dans le corps de chaussée.

Les revêtements sont imperméables (coefficient de perméabilité évalué à 10^{-8} cm/s).

Les surfaces sont profilées pour favoriser le ruissellement. Les eaux ruisselées sont alors captées dans un filet d'eau muni d'avaloirs et d'un système d'évacuation vers des collecteurs et des exutoires naturels.

Dans certains cas les filets d'eau sont simplement déviés vers les fossés qui bordent toujours les chaussées.

Dans le cas des routes non revêtues, pour la plupart appartenant au réseau tertiaire, le trafic est nettement moins intense, et l'eau ruissèle sur les côtés et s'infiltre dans le terrain naturel.

VI. Conclusions

1. Le drainage routier nécessite des données qui dépassent largement l'emprise des ouvrages.

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

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

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

5. Les dimensions des éléments d'un système de drainage procèdent le plus souvent des conditions d'une bonne exécution et d'un entretien facile plutôt que d'un calcul hydrométéorologique précis.

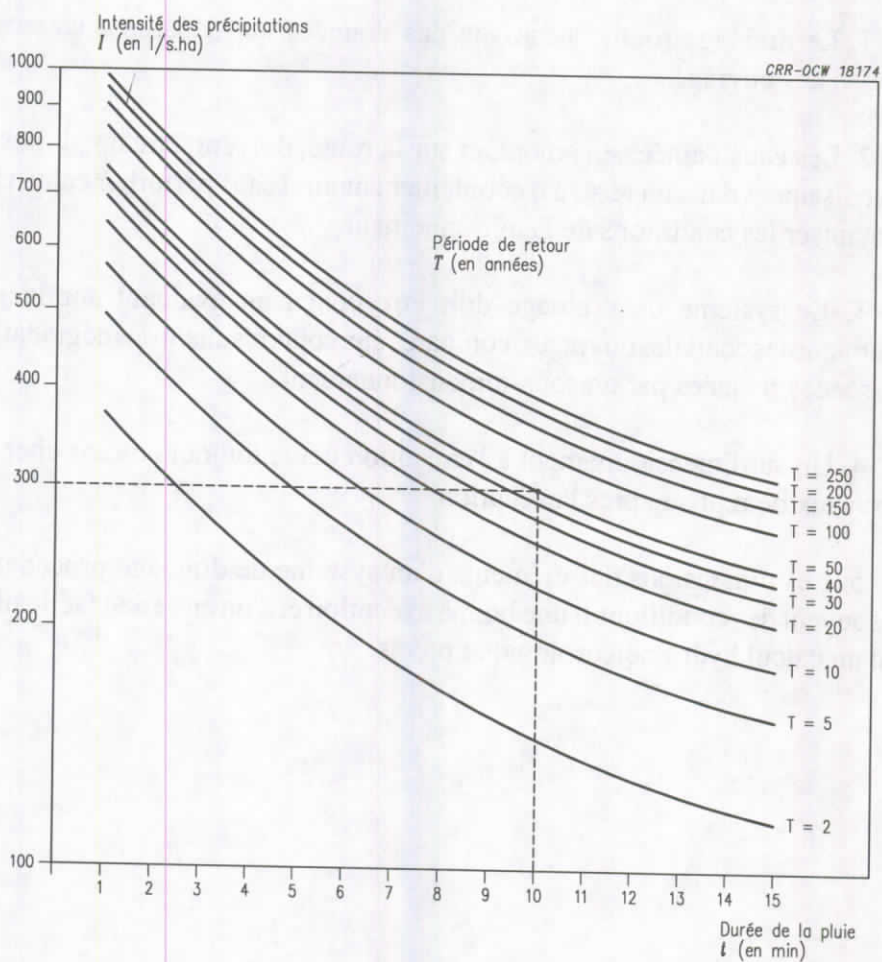
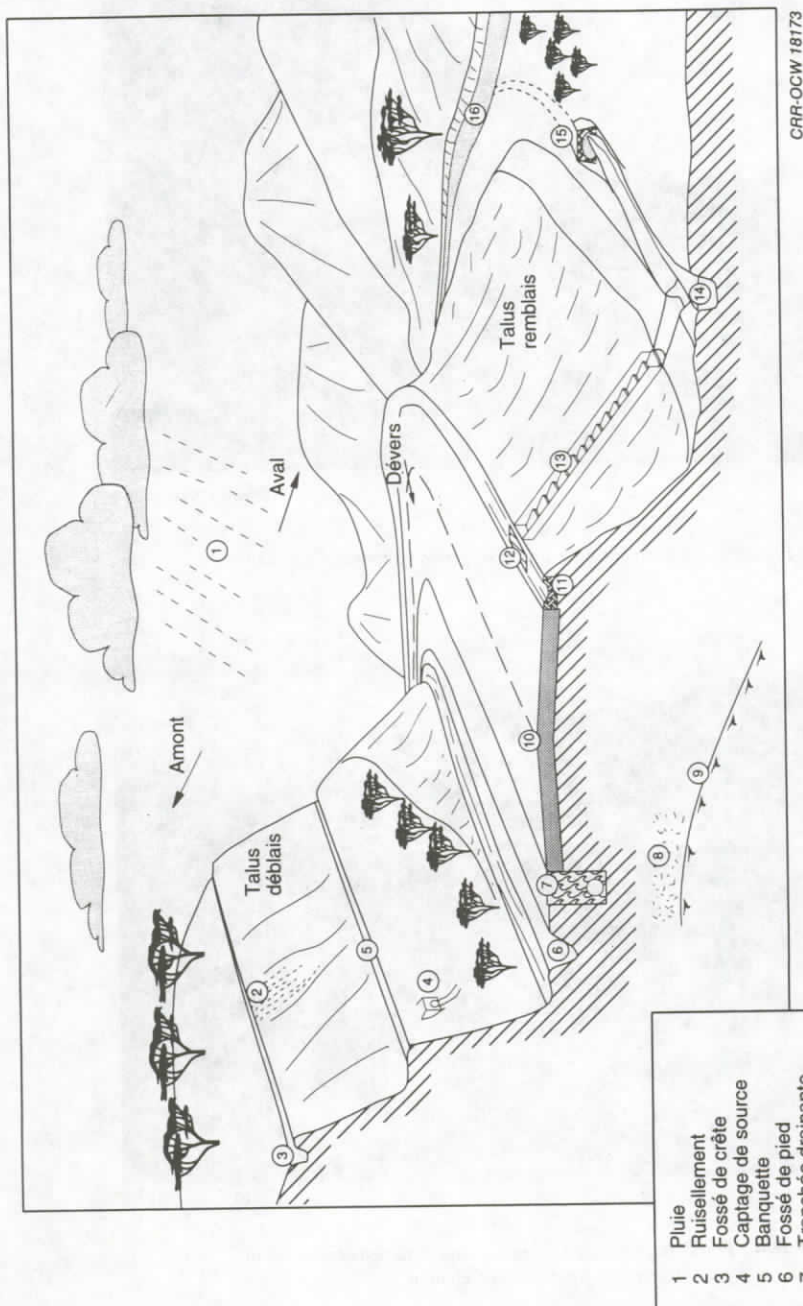


Figure 2

Courbes

Durée - Intensité - Période de retour des précipitations



CRR-OCW 18173

Figure 1
Les problèmes du drainage des chaussées

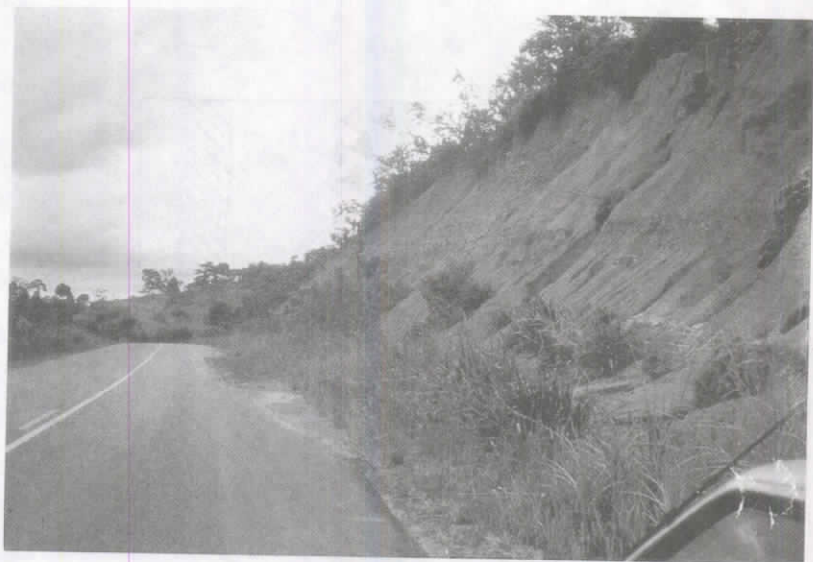


Photo CRR S4452

Figure 3 : Glissement dû à une résurgence temporaire non captée.



Photo CRR S3279

Figure 4 : Franchissement de talweg-ouvrage à dimensionner selon une étude hydrologique étendue.



Photo CRR S3229

Figure 5 : Risque d'aquaplanage.



Photo CRR S3175

Figure 6 : Stagnation d'eau-infiltration et arrachement de matière au passage des pneus.



Photo CRR S4436

Figure 7 : Erosion des fossés-vitesse d'écoulement trop élevée.



Photo CRR S4483

Figure 8 : Système de drainage fissuré-infiltration et érosion de la fondation.

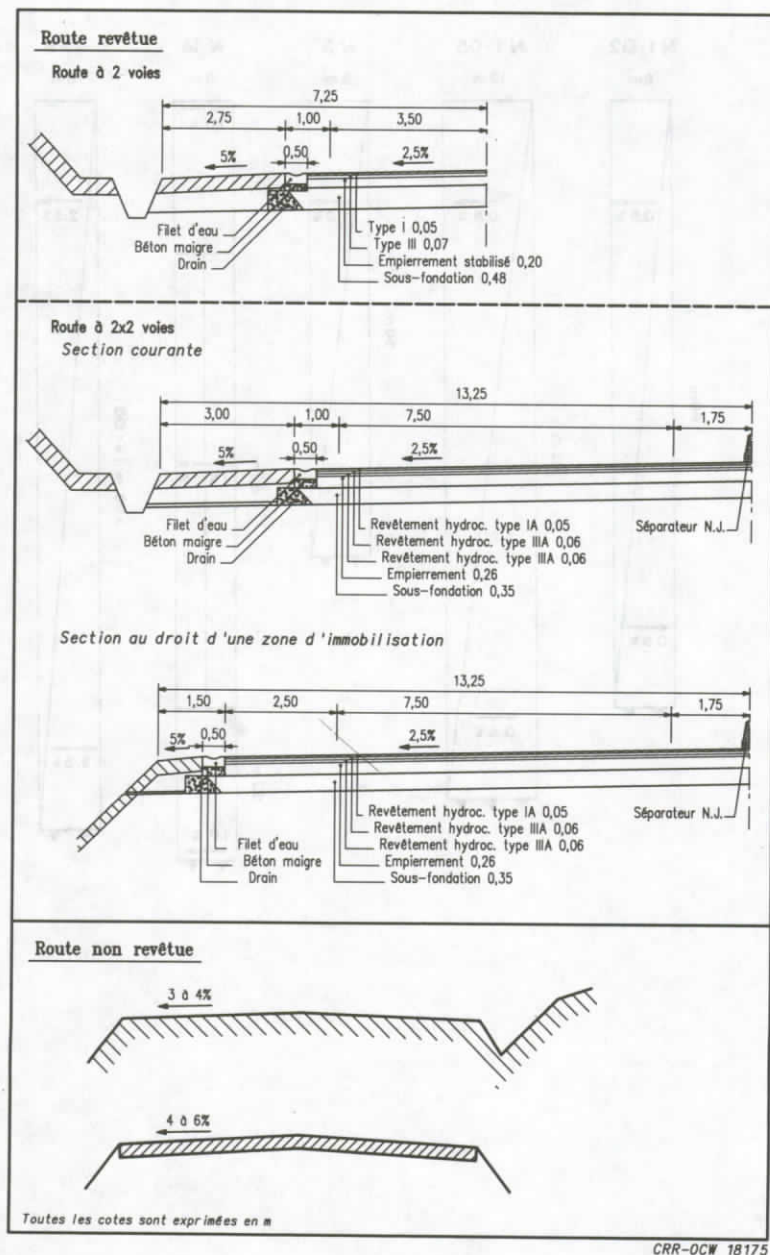


Figure 9

Exemple de profil en travers
pour route revêtue en fonction de leur largeur
et pour route non revêtue

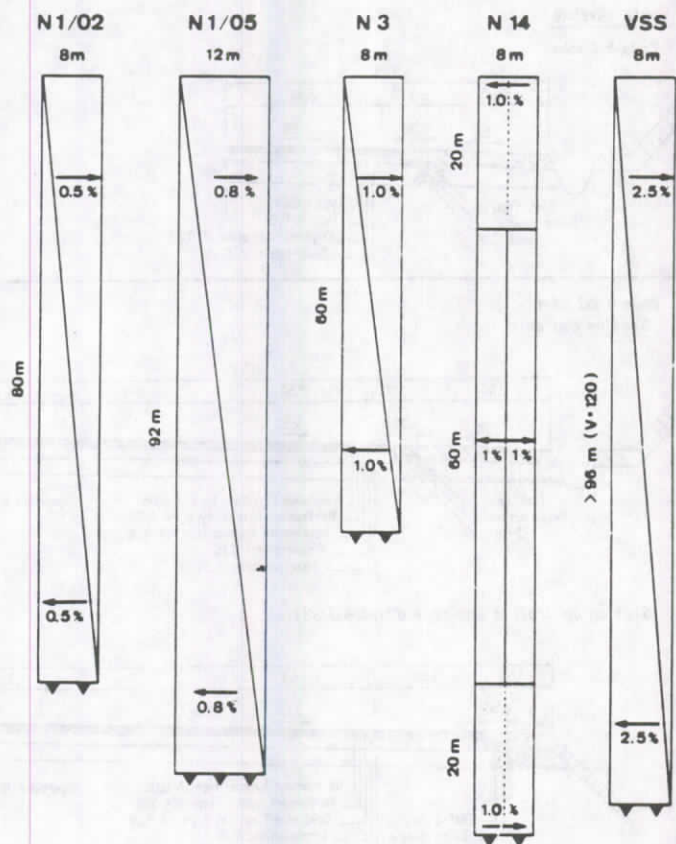
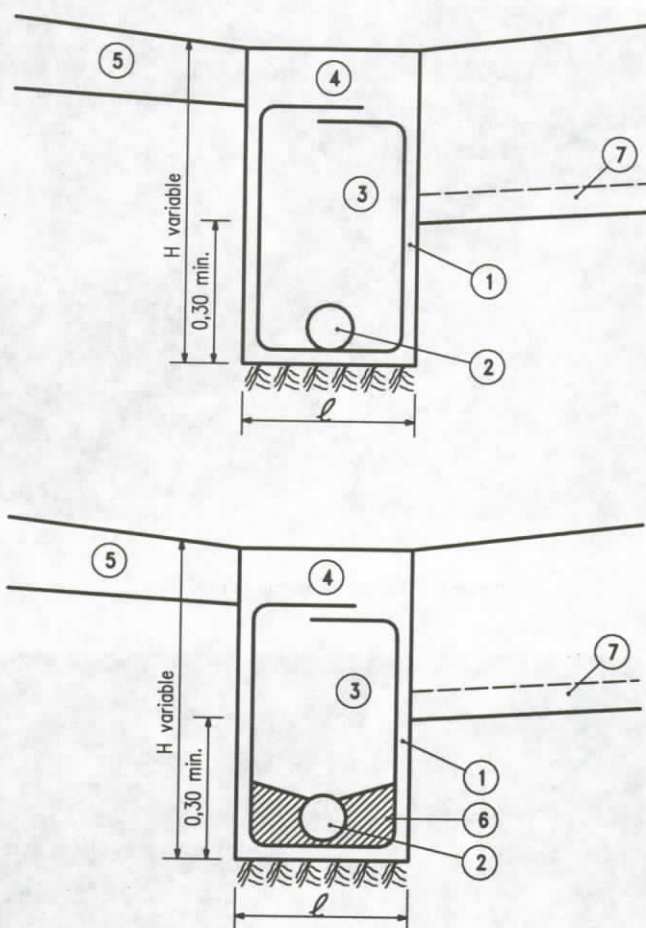


Figure 10 : Exemples de solutions pour changement de dévers (extrait de réf.



- ① Nappe filtrante synthétique
- ② Tuyau drainant
- ③ Pierraille
- ④ Pierraille de même type qu'en ③ ou terre arable

- ⑤ Terre arable
- ⑥ Epaulement en béton maigre
- ⑦ Sous-fondation drainante

CRR-OCW 1817

Figure 11

Drain classique avec géotextile filtrant



Photo CRR S2896/21

Figure 12 : Tranchée drainante de rive.



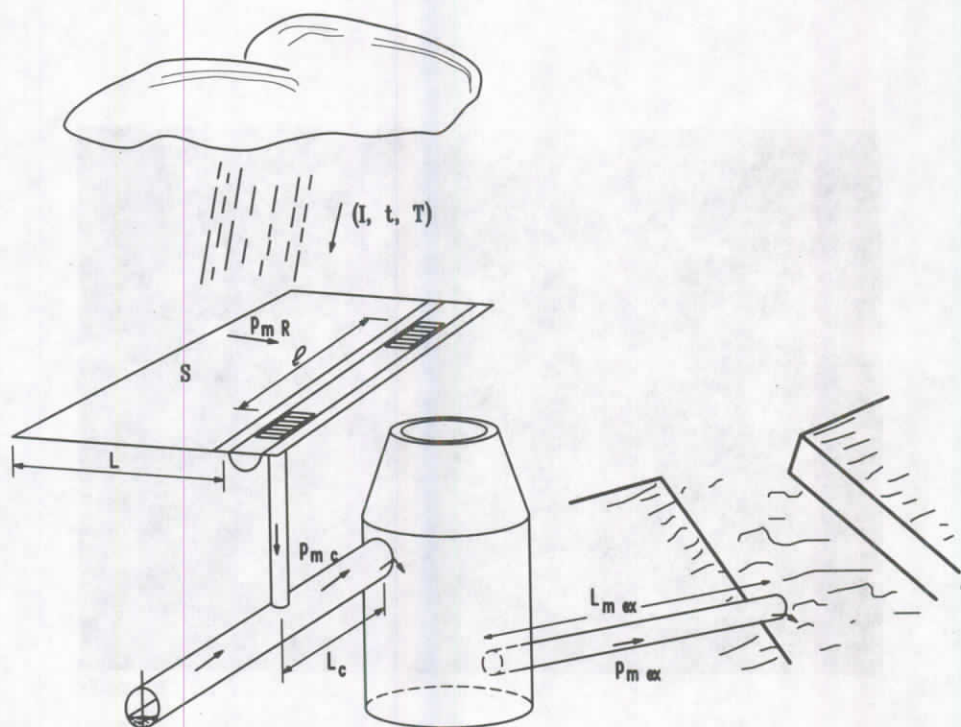
Photo CRR S4457

Figure 13 : Fossé à parements rigides le long d'une route non revêtue qui s'use.



Photo CRR S4459

Figure 14 : L'eau qui ne peut atteindre le fossé ravine la couche de roulement.



CRR-OCW 18177

Figure 15

Schéma de principe d'un système de drainage
à dimensionner

Références

1. Code de bonne pratique pour la protection des travaux routiers contre les effets de l'eau. Recommandations CRR, R28/65, Centre de Recherches routières, 242 p., Bruxelles, 1966. Recommandations du Comité technique des sols et fondations du CRR.
2. Highway Earthwork Series - Manual for slope protection. Japan Road Association, May 1984, Tokyo, Japan.
3. S. Leroueil, J. P. Magnan, F. Tavenas. Remblais sur argiles molles. LCPC et technique et documentation, 1985, Paris.
4. Ministère de l'Équipement. Stabilité des talus déblais et remblais. Bulletin liaison labo routier, décembre 1976.
5. XIII Congrès Mondiale de la Route. Comité Technique "Routes dans les régions en voie de développement". Extrait du Séminaire : "Drainage dans les régions en voie de développement". Sydney 1983.
6. Recherche routière. Symposium sur le drainage des routes. Rapports, 1978.
7. J. P. Leyder. Rapport du comité technique des routes en béton. Rapport du XVII^e Congrès mondial de la route de l'AIPCR, Sydney, 1983, 135p.
8. F. Fuchs. Optimisation des caractéristiques de surface des chaussées en béton. Séminaire des Routes en béton, Istanbul, juin 1992, 4p.
- 9 Y. Decoene, G. Van Heystraeten. Les béton bitumineux cloutés en Belgique Revue Générale des, Routes et des Aéroports. 605, 41-52, 1984.
10. Code de bonne pratique pour le cloutage asphaltique. Recommandations CRR, R44/79. Centre de recherches routières, 88p, Bruxelles, 1980. Recommandations du Groupe de travail "grenailage de revêtements en béton hydrocarboné" du CRR.
11. Les enrobés drainants, AIPCR 1993.
12. G. H. Keulegan, C. F. Izzard Spatially variable discharge over a sloping plane Transaction, American Geophysical Union, Papers Hydrology, 1944.