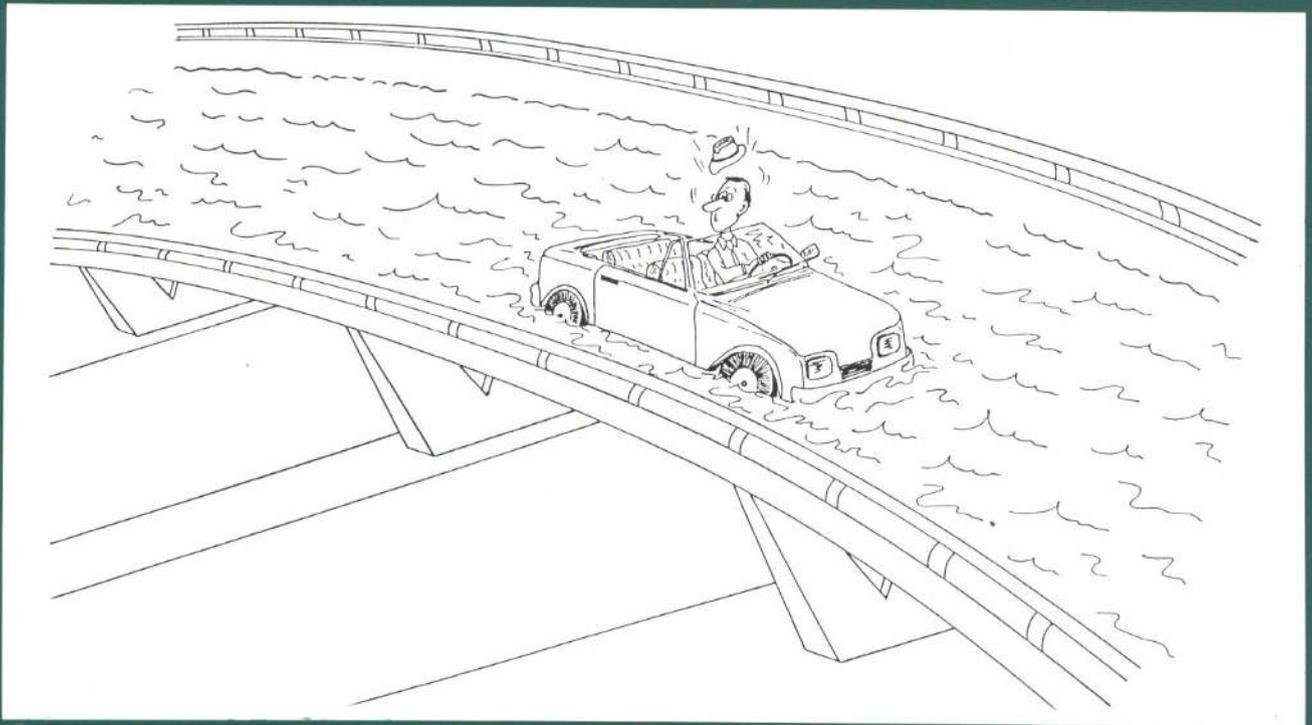




ASSAINISSEMENT DES PONTS-ROUTES

**Evacuation des eaux, perrés, drainage
corniches-caniveaux...**

**Généralités, descriptions, dispositions constructives et
règles de dimensionnement**



Document en vente sous la référence **F 8940** au Bureau de vente des publications du SETRA
Tél. (1) 42 31 31 53 et (1) 42 31 31 55

Référence thématique au catalogue des publications du SETRA : A05

ASSAINISSEMENT DES PONTS ROUTES

**Evacuation des eaux, perrés,
drainage,
corniches - caniveaux...**

Juin 1989

avec corrections 1991

Document réalisé et diffusé par le



SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
Centre des Techniques d'Ouvrages d'Art - Cellule Equipement des ponts
46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 Bagneux Cedex - FRANCE
Tél. : (1) 42 31 31 31 - Télécopieur : (1) 42 31 31 69 - Telex 260763 F

dans la Série : **EQUIPEMENTS DES PONTS**

déjà paru

**GC 77 et mises à jour N° 1 et 2
STER 81
DALLES DE TRANSITION
JOINTS DE CHAUSSEE**

à paraître

APPARELS D'APPUI

abrogé

JADE 68

Sommaire

PREMIERE PARTIE :

EVACUATION DES EAUX A LA SURFACE D'UN TABLIER D'OUVRAGE D'ART

CHAPITRE 1

DISPOSITIONS GENERALES

CHAPITRE 2

LES AVALOIRS

CHAPITRE 3

LA CORNICHE CANIVEAU

CHAPITRE 4

PERRES (sous travées de rive)

DEUXIEME PARTIE :

DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATION

ANNEXES

Remarques importantes

1 - Le "drainage des appuis" qui constituait la pièce 5.1 du précédent dossier JADE 68 a été intégré dans la notice 1.4.1 du dossier pilote PP 73 de Octobre 1977.

2 - Le dossier PP 73 traite dans sa pièce 1.4.1 de l'évacuation des eaux de pluie quand les dispositifs d'évacuation concernent les piles, les piles culées ou les culées. Ce document donne de nombreux dessins de détails sur ces parties d'ouvrages aussi nous y renvoyons pour la plupart et nous n'avons reproduit ici que les plus significatifs ou les plus intéressants.

3 - Pour des raisons d'opportunité (absence de document type spécifique au domaine) la description de certains dispositifs ou dispositions relatives à l'évacuation des eaux se trouvait dans d'autres textes. Dorénavant le présent document traitera de ce sujet et, au fur et à mesure des rééditions, ils seront supprimés des textes actuels. Il s'agit :

a) du caniveau fil d'eau en asphalte gravillonné. STER 81, sous-dossier E, ch II, § 9.5,

b) des avaloirs, partiellement traités dans le STER 81, sous-dossier E, ch II, § 9.2,

c) de la corniche caniveau. GC 77, pièce 5.1, § 5.

4 - Le document "joints de chaussée" comporte la description de dispositions de recueil des eaux pour les joints de chaussée non étanches. Celles-ci ne sont pas reprises ici car elles sont à intégrer au joint. Par contre les liaisons entre ces dispositifs de recueil des eaux et le réseau d'assainissement sont à projeter.

5 - Le domaine d'emploi de ce document est la France Métropolitaine. Pour une utilisation hors de ce domaine faire les adaptations que l'expérience locale dictera.

Un sommaire détaillé faisant fonction d'index est en page 104.

Présentation

Pour assurer la sécurité des usagers et améliorer la pérennité des structures les eaux de pluie et de ruissellement doivent être évacuées rapidement et efficacement du dessus du tablier d'un pont. Le présent document se propose de donner des conseils pour projeter et réaliser le réseau d'évacuation des eaux d'un pont. Il s'efforce de donner une description aussi complète que possible des différents dispositifs avec leurs avantages et leurs inconvénients, ainsi que les précautions à prendre et les implications éventuelles qu'ils introduisent dès le stade de la conception de la structure elle-même.

L'un des chapitres traite des perrés parce qu'il s'agit d'ouvrages intégrant fréquemment des dispositifs d'évacuation des eaux et parce qu'ils jouent un rôle dans la protection des remblais contre l'action des eaux. Le texte reprend, en l'actualisant légèrement, ce qui était dans le dossier JADE 68.

Une deuxième partie donne une méthode de dimensionnement de ces ouvrages en fonction de la pluviométrie.

Le présent document a été préparé par:

- MM. ENNESSER et FRAGNET de la Cellule Equipements des ponts du CTOA du SETRA;

- et avec l'assistance de MM. CORNET (IDTPE, chef de la DOA du CETE de l'Ouest) et LACOSTE (ITPE à la Division Grands Ouvrages en Béton du CTOA du SETRA) pour la deuxième partie;

il a bénéficié des conseils et des observations de MM. BERNARD (SETRA.-CSTR), BERETERBIDE (CETE SW), BIALEK (Pont-à-Mousson), BOITEAU (Campenon Bernard), DUFOUR (SASF), FESTOR (CETE S.E), MAC FARLANE (CETE Nord), MEHUE (SETRA.CTOA), MILLAN (SETRA.CTOA), NICOLAS (Siplast), NOURRY (CETE Normandie), PEREZ (CETE S.W), PICHON (Equipement Routier), PIESSEN (Centre du Zinc), POINEAU (SETRA.CTOA), ROCHE (SETRA.CTOA), SAUVANAUD (Sotubéma), TAUDIN (SACO TP),
Qu'ils trouvent ici nos remerciements pour leur collaboration et leurs précieux conseils.

Mme ABRIBAT et M. GILCART ont collaboré à l'illustration et à la mise en page

Documentation photographique: photothèque du SETRA. CTOA, à l'exception des photos ci-après. CH I: fig 18 et 19 (CETE SE); CH II: fig 8f et 8g (DDE 49), fig 9 (Siplast), fig 18 (DDE 89), fig 35 (M.Poineau), fig 28 (Sté ER), fig 23.1 et 2 (M. Cornet); CH III: fig 4a (E.R.), fig 13 (M. Cornet)

PREMIERE PARTIE

**Evacuation des eaux à la surface d'un tablier
d'ouvrage d'art**

CHAPITRE I - DISPOSITIONS GENERALES

I - GENERALITES

1.1 - Introduction

Pour ce qui concerne la plateforme routière en section courante le recueil, la collecte et le dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales font l'objet d'un document intitulé : **Recommandation pour l'assainissement routier***. Cependant la nature, les caractéristiques et les dimensions de la surface d'un tablier de pont sont différentes de celles des surfaces rencontrées en partie courante d'une route, aussi ce document n'est-il pas adapté à ce contexte particulier de l'évacuation des eaux pluviales sur la plateforme au droit d'un ouvrage.

Le présent document se propose d'aider le projeteur à concevoir cette évacuation sur les tabliers des ouvrages d'art; il constitue donc un complément à ces "Recommandations".

1.2 - Définition de l'assainissement d'un pont

C'est l'ensemble des dispositions destinées à collecter, canaliser et évacuer les eaux de pluie tombant sur un tablier d'ouvrage, afin d'éviter l'inondation de la chaussée et de protéger les couches de roulement et la structure contre les infiltrations.

1.3 - Intérêts du bon assainissement d'un pont

Il est nécessaire d'assurer un bon assainissement pour les raisons suivantes :

1.3.1 - la sécurité et le confort des usagers

La présence d'un film d'eau diminue l'adhérence des roues sur



Figure 1

* Document de 1982, réalisé et diffusé par Le LCPC et Le SETRA (CSTR).
Dans la suite du texte celui-ci est dénommé : "Recommandations".

la chaussée par effet d'aquaplanage. D'autre part un automobiliste peut être surpris par la présence imprévue d'une flaque d'eau sur la chaussée et un accident peut en résulter. Voir fig 1 et la circulaire 88.78 du 1er Septembre 1988, relative à l'adhérence des couches de roulement neuves du réseau routier et autoroutier national, § III.2.

D'autre part, cette eau peut, par temps froid, se transformer en glace. Il ne faut pas oublier, en outre, la gêne aux autres usagers : piétons, deux-roues... provoquée par la projection d'eau des véhicules passant dans une flaque d'eau.

1.3.2 - la pérennité des couches de roulement.

Les couches de roulement ont une certaine perméabilité qui permet une infiltration de l'eau *. Cette eau percole jusqu'à la chape d'étanchéité où elle est arrêtée (contrairement à la chaussée courante où la perméabilité croît avec la profondeur).



Figure 2

Or les matériaux bitumineux sont sensibles à l'eau: celle-ci provoque un désenrobage des granulats et, lors des cycles de gel-dégel, une désagrégation du matériau. Fig 2.

1.3.3 - la pérennité de l'ouvrage.

En cas de défaillance de la chape d'étanchéité (et il peut y en avoir) l'eau et les ions comme le chlore qu'elle transporte atteint le béton (armé ou précontraint) ou l'acier de la structure et peut engendrer une dégradation des matériaux constitutifs de cette structure. Voir le dossier STER 81, Sous-dossier E, Ch.I.

Même quand la chape est efficace, l'eau stagnante sur l'ouvrage peut être projetée par la circulation sur des parties de superstructures peu ou pas protégées (parapets, garde-corps, etc.) avec des risques de dégradations dont les effets sont souvent sous-estimés en France mais qui est l'une des causes principales des désordres sur les ponts aux Etats-Unis et au Canada.

* Il s'agit des couches de roulement courantes en enrobé bitumineux. Dans le cas d'emploi de matériaux pleins tels que les bétons bitumineux coulés ou de revêtement spéciaux sur tôle d'acier... ce risque n'existe pas sauf au droit d'une "faille", voir le § 1.3.3 ci-dessus.

1.3.4 - éviter des ruissellements anarchiques et des souillures.

Ceux-ci peuvent entretenir une humidité favorable au développement d'une végétation parfois luxuriante (fig 3) mais toujours préjudiciable à la pérennité des matériaux. Plus graves sont les conséquences quand ces ruissellements atteignent des parties nobles de la structure: ossature métallique, ancrage de précontrainte, entretoise sur culée, etc.



Figure 3

1.4 - Importance de l'étude des dispositions d'assainissement

L'ensemble de ces dispositifs (avaloir, fil d'eau, tuyau de descente, drain...) ne représente qu'une faible part du coût total d'un ouvrage, en général de l'ordre de 0,1% à 0,5%. Ceci ne doit pas cependant inciter à les considérer comme mineurs car on doit s'en préoccuper très en amont de l'étude d'un projet d'ouvrage et certains choix techniques peuvent être influencés par les contraintes qu'ils imposent:

- les dispositifs d'évacuation doivent être **intégrés** à l'ouvrage : pentes longitudinale et/ou transversales;

- les descentes d'eau sont à **implanter** dans des parties de l'ouvrage où elles ne doivent pas constituer une gêne (pour la construction ou le fonctionnement de l'ouvrage). De même un avaloir ne devra pas déboucher au droit de l'âme d'une poutre ou d'un caisson;

- il faut les **dimensionner** en fonction des volumes d'eau à évacuer. Compte tenu des éléments solides transportés par l'eau (feuilles mortes, détritiques, ...) il ne faut pas hésiter à les surdimensionner pour éviter une trop fréquente obstruction;

- leur présence ne doit pas présenter un **danger**, vis-à-vis de la circulation automobile. C'est ainsi que les saillies ou les dénivellations doivent être tolérables (de l'ordre de 2 à 3 cm) ou bien être correctement isolées par un dispositif de retenue;

- ils doivent être conçus de telle sorte que leur réalisation soit aisée et rapide les rendant faciles à **entretenir** et à **réparer** le cas échéant. Les exutoires doivent, si possible, être situés à l'extérieur des ouvrages, ceci pour assurer la **sécurité du personnel** chargé de leur entretien et du nettoyage;

- leur présence doit s'intégrer à **l'ensemble architectural** de l'ouvrage.

L'étude doit porter sur les points suivants:

- recueil des eaux des têtes de piles et des sommiers des culées (voir remarques 1 et 2 après le sommaire en début de document).

- Recueil des eaux des joints de chaussées (voir document "joints de chaussées").

- Assainissement du tablier comprenant la chaussée, le dessus du trottoir, les caniveaux sous trottoir et les chambres de tirages.

- Evacuation des eaux des abords (surface et sous-sol).

- Bonne connexion entre les divers réseaux.

1.5 - Cas particulier de l'évacuation des eaux en phase de construction

Pendant cette phase on néglige fréquemment de traiter ce problème, or l'eau peut provoquer des salissures, des coulures de rouilles sur le béton, l'érosion d'un remblai d'appui de cintre, etc.

Des précautions doivent être prises à ce stade et il faut y penser: goutte d'eau, protection des aciers en attente, recueil des eaux, etc. Voir fig 4.

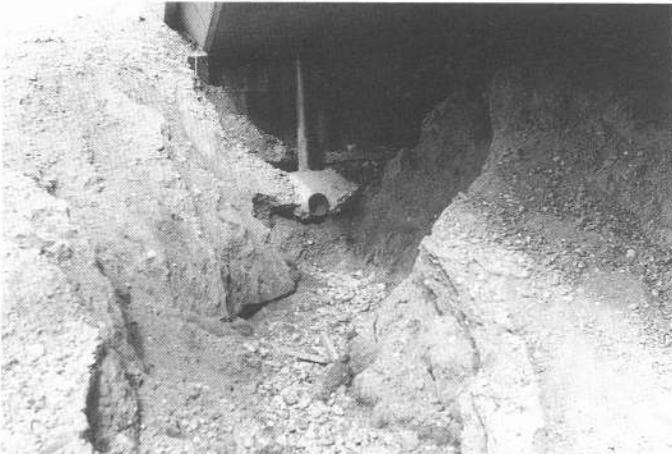
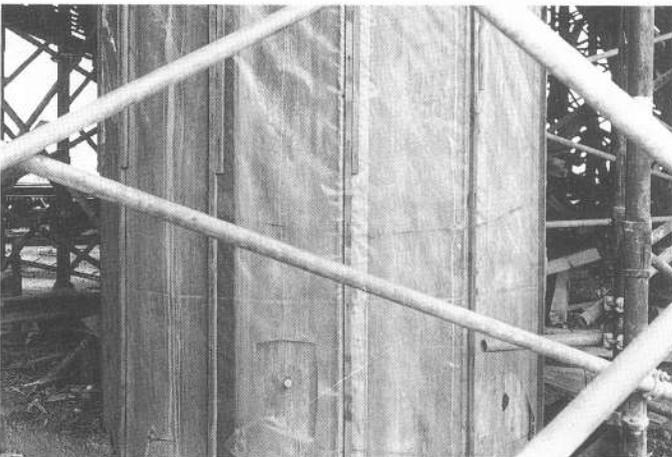


Figure 4
a) érosion d'un remblai sous une travée de rive par défaut de continuité du tuyau.



b) Protection en phase de chantier du parement d'une pile.

II - LES ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN ASSAINISSEMENT DE PONT

2.1 - Schéma général

Les eaux de pluie qui arrivent sur la surface d'un tablier d'ouvrage sont évacuées par un ensemble de dispositions ou dispositifs qui comprend :

- une collecte transversale de la chaussée (fig 5, 1);
- une collecte longitudinale assurée par un caniveau/fil d'eau, en général en pied de la bordure de trottoir, mais parfois reporté dans une corniche/caniveau (figure 5, 2);
- des ouvrages ponctuels (ou avaloirs) soit situés aux extrémités de l'ouvrage, soit traversant la structure pour laisser tomber les eaux en chute libre (l'avaloir est alors appelé aussi gargouille, solution de plus en plus rare) ou pour les conduire vers le réseau général d'évacuation de la section de route dont dépend l'ouvrage (fig 5, 3).

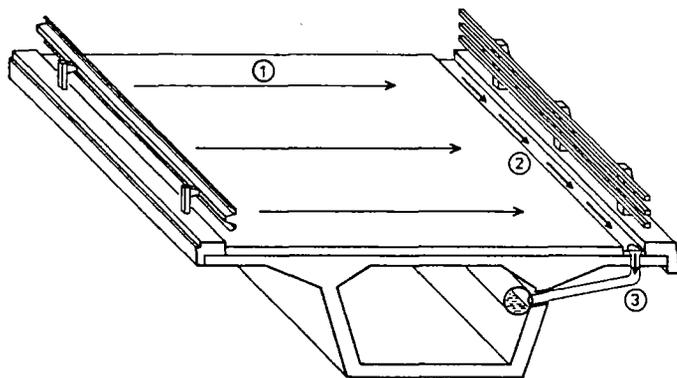


Figure 5
montrant, de façon schématique, les trois parties constitutives d'un assainissement de pont route.

2.2 - Relation avec les parties hors ouvrages

Ce n'est pas le propos de ce document d'aborder le traitement de l'assainissement hors ouvrage (voir "Recommandations"). Il est cependant utile de rappeler ici :

a) Qu'il convient d'éviter que l'eau de la plateforme routière des accès n'arrive sur l'ouvrage. Il est souhaitable de la recueillir et de l'évacuer avant le joint de chaussée.

b) que l'eau infiltrée dans le remblai doit être drainée par des dispositions adéquates au droit des culées ou des murs de front (voir documents spécialisés tel que MUR 73, § 3.2.1).

2.3 - La collecte transversale

Cette collecte est assurée par des dispositions correctes de la pente transversale de la plateforme.

2.3.1 - Pentes transversales de la chaussée

Les pentes transversales sont prévues par les Instructions Techniques, ainsi que les textes relatifs aux voiries; les références sont:

- Pour les autoroutes : ICTAAL*, ch.III, § III 5, p.28 et 29,
- pour les routes nationales : ICTARN*, ch.III, § III 3.
- pour les voiries départementales et communales : s'inspirer des principes données pour les routes nationales.

Une copie des paragraphes cités est donnée en annexe.

Dans le cas de chaussée présentant un bombement transversal, il est conseillé que celui-ci soit de l'ordre de 1/100 (rapport entre la flèche dans l'axe et la largeur) raccordé à des pentes de 2%. Exceptionnellement, et pour améliorer l'évacuation, ce bombement pourra être de 1/80 ou 1/70.**

Ces dispositions doivent être respectées au stade de l'exécution.

2.3.2 - Cas particuliers des zones à changement de dévers

Ces parties de la plateforme doivent être conçues pour faciliter l'évacuation des eaux. Ainsi il faut:

- a) Eviter, autant que faire se peut, de placer ces changements de dévers au droit d'un ouvrage.
- b) Quand cela ne sera pas possible, essayer de prévoir un profil en long favorable à un écoulement longitudinal des eaux.
- c) S'efforcer de prévoir une variation de dévers suffisamment rapide pour permettre un bon écoulement des eaux et limiter la zone sensible, voir ICTAAL § III.5.2 et ICTARN § III.3.2.***
- d) Enfin positionner un (ou plusieurs) avaloir(s) à proximité de ces zones. Voir figures 6 et 7.

2.3.3 - Pentes transversales des autres éléments du profil en travers

En principe, les **bandes dérasées** ont, sur ouvrage, la même pente transversale que la chaussée (ICTAAL § III.5.1 et ICTARN § III.6.1).

La pente des **trottoirs** est fonction de la nature du matériau de revêtement. Selon le F.32 du CPC, art.1.2, il est conseillé de prévoir

les pentes transversales suivantes pour les trottoirs:

- . non revêtus: 4%,
- . dallés constitués de pavés: 3%,
- . dallés autres que ceux constitués de pavés et pour les revêtements hydrocarbonés: 2%,
- . en asphalte: 1,5%.

* ICTAAL d'Octobre 1985; ICTARN du 28 Octobre 1970

** 7^{ème} congrès de L'AIPC, publication préliminaire 1964

*** Voir copie en annexe

Enfin, une pente transversale de 4% est conseillée sur les corniches.

2.3.4 - Passage de l'eau au travers d'un DBA en cas de pente unique

La présence d'un séparateur type DBA en terre-plein-central d'un profil en travers d'ouvrage à dévers unique constitue un obstacle à l'évacuation de l'eau. L'Instruction Technique sur les Dispositifs de Retenue * donne, dans le fascicule 3, annexe 2, § 4.4, des conseils pour les passages d'eau. En l'état actuel de nos connaissances les éléments fournis dans ce texte paraissent satisfaisants et, à l'expérience, il ne semble pas y avoir une gêne à l'usager quand il circule sur les courants d'eau du profil inférieur. A priori il serait cependant préférable de disposer de nombreux petits passages fréquents plutôt que quelques grands passages.

2.4 - La collecte longitudinale

Elle est assurée par un petit canal situé en point bas du profil en travers: le caniveau/fil d'eau dont le but va être de recueillir les eaux et de les conduire vers les exutoires.

2.4.1 - Pente longitudinale des ouvrages

Nulle part les textes fixent une pente longitudinale minimale. Si d'un point de vue technique un pont horizontal est concevable il n'en va pas de même si l'on veut assurer une parfaite évacuation de l'eau. Aussi donnerons nous comme conseils:

- éviter de projeter un pont dont la pente longitudinale est inférieure à 1%. Les erreurs de construction, de surfacage et les déformations différées du béton feront que l'on aura des contre-pentes piégeant l'eau. Voir fig 6.



Figure 6

Sur ce pont dont la pente longitudinale est inférieure à 1% les avaloirs sont en point haut du profil!

- Si une telle construction ne peut être évitée, prévoir une multiplication des évacuations d'eau pour être sûr qu'au moins certaines d'entre elles serviront. Voir fig 7.

2.4.2 - Exécution d'un fil d'eau en béton bitumineux

Si l'ouvrage comporte une pente longitudinale notable (plus de

* Circulaire n° 33.49 du 9.6.88



Figure 7

Le point bas du profil en long n'étant pas précisément délimité du fait des erreurs de construction, les entrées d'eau ont été multipliées dans la zone critique.

3% par exemple) ou si le trafic sur la voie portée est faible (et si un risque d'inondation de la chaussée est de peu de conséquence), il peut se limiter au fil d'eau de forme triangulaire que constitue la pente transversale avec la face verticale de la bordure de trottoir. Fig 8. Certains finisseurs comportent une table dont les bords, sur une largeur inférieure à 1 m, peut être "cassée" pour donner le profil de la figure.

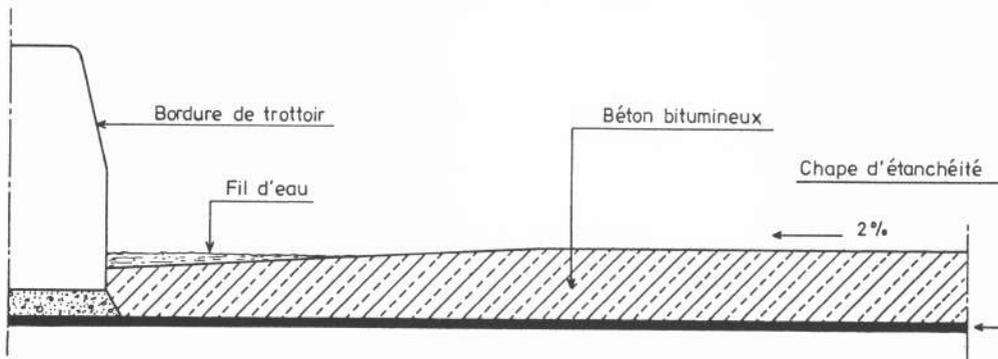


Figure 8

Dans ce cas le revêtement de chaussée est mis en oeuvre par les engins de répandage jusqu'au ras de la bordure de trottoir.

L'inconvénient majeur est que la mise en oeuvre du matériau et surtout son compactage risquent de ne pas être correctement effectués au ras des bordures.

2.4.3 - Exécution du caniveau/fil d'eau en asphalte gravillonné

Pour augmenter la capacité d'écoulement on doit s'orienter vers la réalisation d'un véritable canal à section rectangulaire (la plus facile à exécuter):

- de largeur pouvant varier de 25 à 50 cm. la cote de 25 cm est la plus courante car elle correspond à la surlargeur des chaussées devant une bordure de trottoir; ceci permet de ne pas introduire d'irrégularités dans la constitution des voies et de bien marquer la surlargeur. Cependant on aura intérêt, à chaque fois que cela sera possible, à augmenter cette largeur donc à accroître la capacité du caniveau. De même le dossier GC 77, pièces 3.2.1, 3.2.2 et 3.2.3, fixe à "25 cm maxi" la largeur du fil d'eau au pied des glissières dans la crainte de perturber la trajectoire d'un véhicule au moment d'un heurt de glissière. A l'expérience, il ne semble pas que ceci soit justifié et on n'en tiendra pas compte.

- dont la profondeur peut varier, selon les débits à évacuer,

de un à quelques centimètres. A noter qu'il est possible de faire varier cette profondeur entre deux évacuations ce qui permet d'augmenter la pente longitudinale donc la capacité d'évacuation. Fig 9.

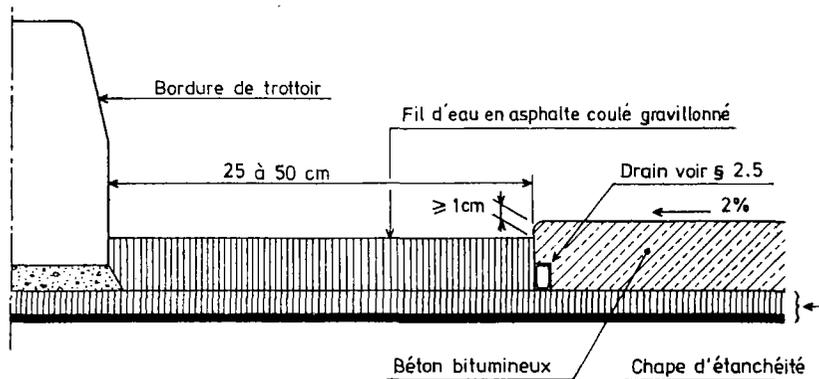


Figure 9
Coupe transversale
type d'un caniveau
fil d'eau.

Pour éviter les inconvénients du béton bitumineux, il est conseillé de recourir à un autre matériau : l'asphalte coulé gravillonné. Ce matériau présente les avantages suivants :

- a) Il est plus imperméable que les matériaux classiques des couches de roulement, ce qui est intéressant dans les fils d'eau.
- a) Ce matériau est plus lisse. A caractéristiques géométriques égales, le débit du caniveau sera plus élevé.
- c) On peut le mettre en place à la main. Il sera donc plus facile de respecter une cote qu'il est aisé de matérialiser sur la bordure. Si la pente est faible, on aura ainsi moins de risque de créer des contre-pentes.

Si les épaisseurs d'asphalte gravillonné à mettre en oeuvre sont importantes: disons supérieures à 8 à 10 cm, on peut avoir avantage, selon l'organisation du chantier, à :

- soit prolonger la première couche de la chaussée, quand celle-ci comporte au moins deux couches, jusqu'à la bordure de trottoir, puis, après avoir exécuté le caniveau en asphalte, mettre en oeuvre le reste de l'épaisseur de la chaussée (en se calant sur le niveau fini de l'asphalte). Figure 10, gauche.

- soit réaliser au dessus de l'étanchéité une assise en béton de ciment ou, mieux, en enrobé fin, mis en place à la main, et à terminer par une couche d'asphalte gravillonné (ép: 3 cm environ). Fig 10 dr. et 11.

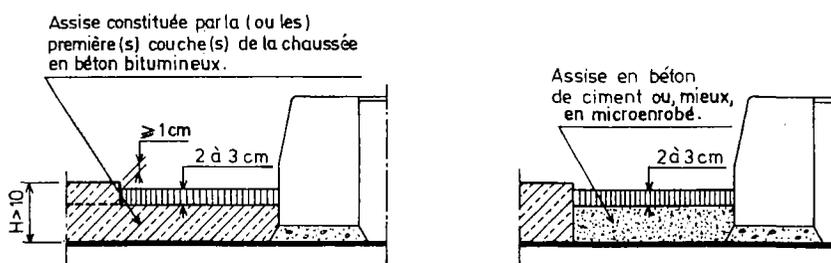


Figure 10
Exécution d'un caniveau
comportant une épaisseur
réduite d'asphalte.

Cette disposition est valable aussi pour éviter le choc thermique de l'asphalte gravillonné posé à 250° c sur une étanchéité ne supportant pas ces températures (film mince adhérent au support, par ex.).

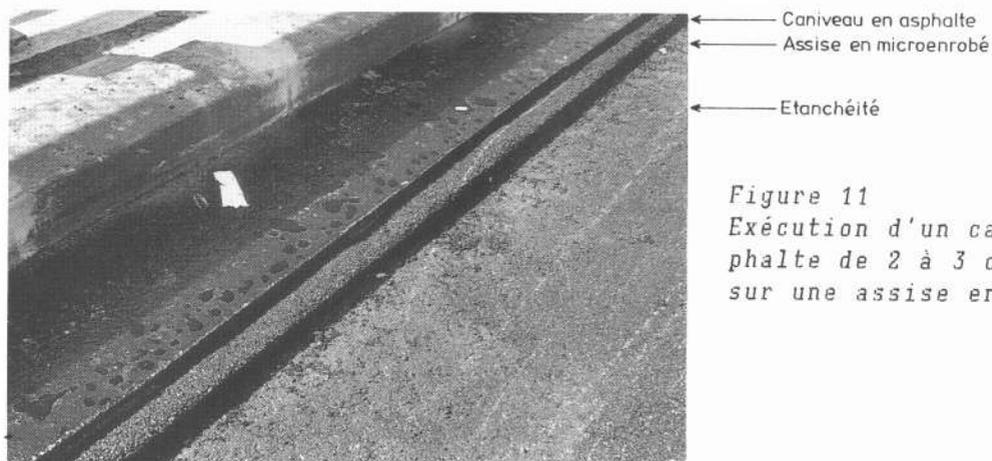


Figure 11
Exécution d'un caniveau en asphalte de 2 à 3 cm d'épaisseur sur une assise en enrobé.

- d) Il est possible, d'exécuter des doucines aux abords des entrées d'eau: le débit de l'entrée d'eau en sera augmenté.
- e) La mise en oeuvre des couches de roulement et leur compactage est plus facile si on n'est pas obligé de travailler au ras d'une saillie verticale. D'autre part le fil d'eau peut servir de niveau de calage des engins de répandage.
- f) Le coût reste raisonnable : de l'ordre de 70 F/ml HT (1988) pour une largeur de 30 cm (et pour une épaisseur de 4-5 cm).

On évitera, autant que faire se peut, les fils d'eau sinueux, par exemple autour de supports de glissières.

2.5 - Drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement

2.5.1 - Revêtement courant

Les revêtements hydrocarbonés couramment utilisés sur les ponts à support en béton de ciment sont perméables, aussi l'eau a tendance à s'accumuler et à cheminer à l'interface étanchéité/couche de roulement. Lorsque la surface du pont concerné est modeste le volume d'eau est faible et s'écoule assez rapidement par évaporation ou vers les extrémités du pont.

Par contre, dans le cas de surface importante et si les joints de chaussée font obstacle à cet écoulement, l'eau peut s'accumuler. Cette réserve va tendre à s'épancher soit par une perforation ou un défaut de la chape et ainsi donner lieu à des désordres dans la structure sous-jacente (voir STER 81, sous-dossier E, Ch.I), soit, aussi, entraîner la détérioration de la chaussée par désenrobage des granulats.

Il est donc nécessaire de mettre en place un drainage systématique du revêtement en y incorporant un réseau de drains qui comprend:

- des drains transversaux par rapport au trafic. Ce sont ceux associés aux joints de chaussée. Voir le document "joints de chaussée" : ch. 5 (§ 5.3 en particulier) et l'annexe 1.

- des drains longitudinaux, au droit du fil d'eau ou au pied de la bordure de trottoir.

Figure 12 - Drainage de l'interface étanchéité/revêtement

Figure 12 a
Vue perspective

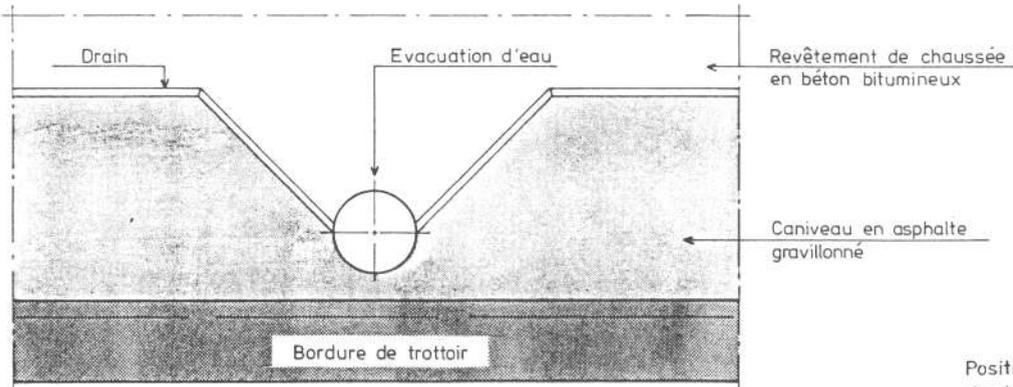
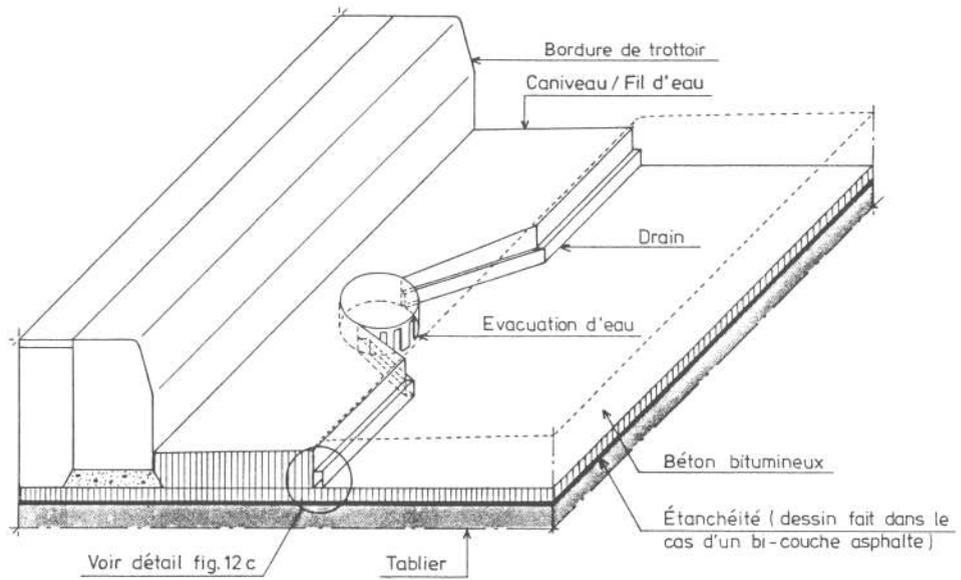


Figure 12 b
Vue en plan

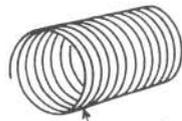
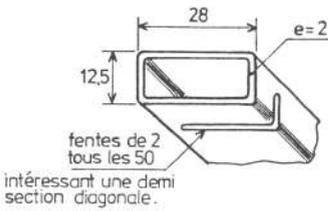
Position des fentes
du drain rectangulaire

en alliage d'aluminium AGSX 636

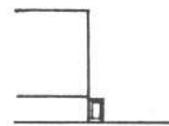
en acier inoxydable 18/8

Étanchéité épaisse
à base d'asphalte

Étanchéité mince



ressort \varnothing 18 fil \varnothing 1,5 pas 3



Cotes en mm.

Figure 12 c - Modèles de drains



Figure 13

Un exemple de raccordement du drain à une évacuation d'eau sur un pont (flèche).

En France, deux types de drains sont couramment utilisés: un tube rectangulaire perforé en alliage d'aluminium et un ressort en acier inoxydable (figure 12c). Le premier, mis au point dans les années 1970, présente de nombreux inconvénients: capacité de drainage faible, difficulté à suivre une ligne sinueuse ou brisée du fait de sa rigidité, jonction délicate entre les tubes, allongement lors de la mise en oeuvre d'un enrobé chaud (un tube de 1 m s'allonge de 3 à 4 mm), etc. qui doivent lui faire préférer le drain ressort.

Les figures 12 et 13 décrivent les dispositions types en point bas du profil en travers avec les raccordements aux évacuations des eaux.

En complément à ces dessins il est rappelé que le point d'évacuation d'eau:

- a) doit comporter des orifices permettant le drainage de l'interface étanchéité/revêtement et servant d'exutoire au drain;
- b) ne doit pas être entouré par de l'asphalte gravillonné (ou un béton bitumineux coulé plein) qui est un matériau imperméable, sinon l'efficacité des orifices est nulle. Pour faciliter ce drainage, au droit de l'entrée d'eau, le matériau constituant normalement le fil d'eau (asphalte coulé gravillonné) est remplacé par du béton bitumineux posé et compacté à la main, donc moins fermé que celui des couches de roulement.

L'exécution des couches de roulement intervient fréquemment longtemps après celle de l'ouvrage et de sa chape, parfois dans la continuité de la section courante.

Or les drains ne peuvent être mis que juste avant le revêtement. Il convient donc de les prévoir non dans le marché de l'ouvrage mais dans celui du revêtement et d'y penser!

2.5.2 - Cas particulier des enrobés drainants

L'emploi des enrobés drainants tend à se développer à la suite du comportement favorable des expériences menées ces dernières années. Comme il est déconseillé d'arrêter brutalement les enrobés drainants dans une pente longitudinale sous peine de voir apparaître des résurgences, et pour éviter des discontinuités pour l'utilisateur, il a paru souhaitable de poursuivre ces enrobés sur ouvrage.

La sensibilité (supposée ou réelle ?) des enrobés drainants aux problèmes hivernaux a été un frein à leur emploi sur ouvrage où celui-ci, par sa faible inertie thermique, risquait d'amplifier les conséquences de certains phénomènes (verglas, faible efficacité des saumures,...).

Si on s'accommode de ces problèmes hivernaux, en particulier par la mise en place d'un service hivernal adapté, restait l'autre difficulté liée à la nature de cet enrobé qui est une véritable roche réservoir d'eau. En section courante, cette eau s'évacue sur les côtés, dans les accotements.

Sur ouvrage d'art, l'enrobé est limité par des bordures de trottoir ou des joints de chaussées qui vont faire barrage à ce drainage. Il est donc nécessaire de prévoir des dispositions spécifiques dans le but de permettre à cette eau d'être drainée efficacement.

Les trop rares applications n'ont pas permis de fixer la doctrine en la matière, aussi les figures 14 et 15 ne donnent-elles que les principes de base des dispositions à mettre en place. Seule l'expérience nous dira si celles-ci sont valables et suffisantes et il est conseillé de s'informer auprès des services spécialisés quand on projette de mettre un enrobé drainant sur un pont.

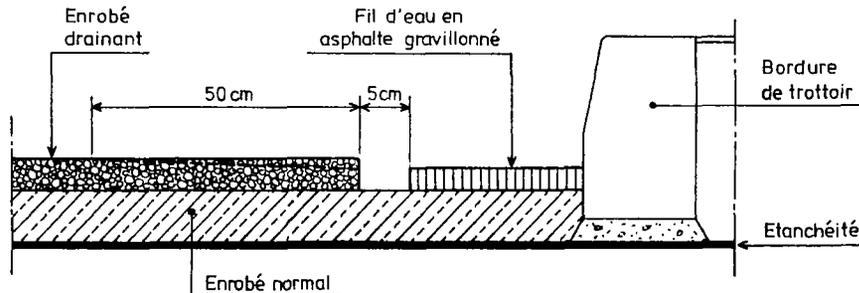


Figure 14 : Drainage au droit du fil d'eau

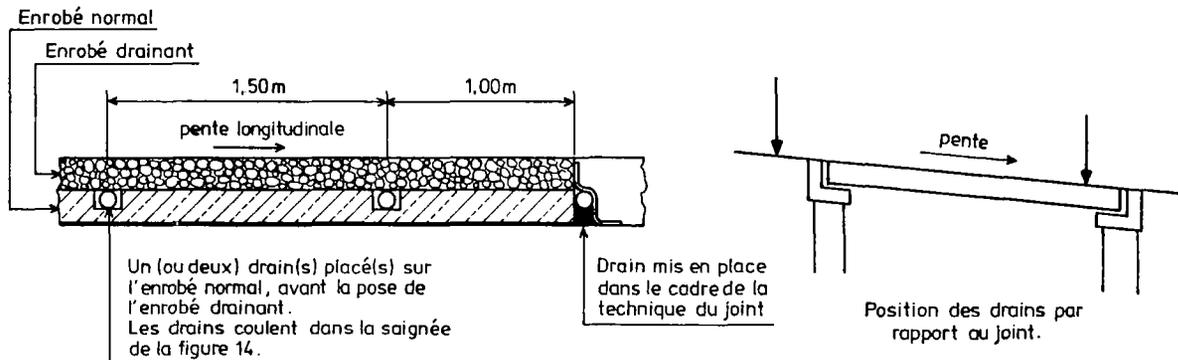


Figure 15 : Drainage en amont du joint

En conclusion, l'emploi d'enrobé drainant sur un pont est possible sous réserve d'avoir prévu, dès le stade du projet, des dispositions efficaces évitant toute résurgence de l'eau au niveau du roulement, sinon le bénéfice de la technique serait perdu.

2.6 - Evacuation aux extrémités de l'ouvrage, sur remblai

2.6.1 - Principe

Dans ce mode d'évacuation l'eau est acheminée jusqu'aux extrémités de l'ouvrage, vers le remblai d'accès et est évacuée par le réseau d'assainissement de la plateforme de l'itinéraire considéré.

Si la plateforme est en déblai ce sera le plus souvent une cunette. Dans le cas d'un remblai l'eau est collectée par un réseau de crête de talus raccordé soit à des descentes sur remblai (fig 16d), soit à des avaloirs.

2.6.2 - Passage du joint de chaussée

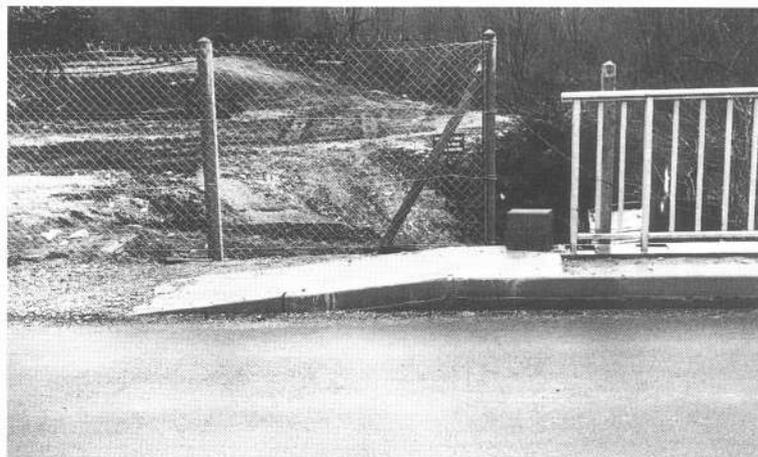
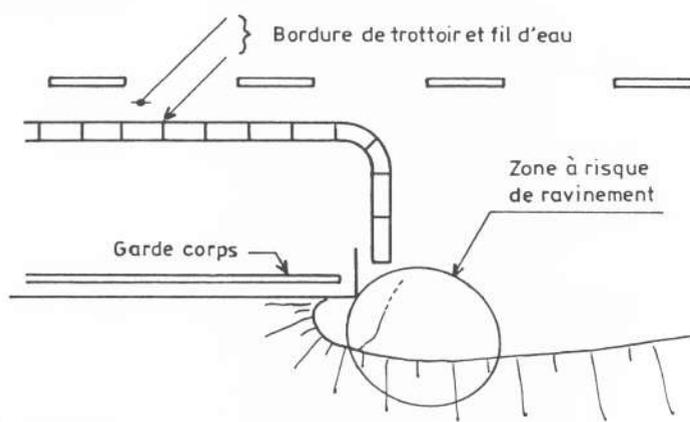
Dans cette solution l'eau doit franchir le joint de chaussée ; ce qui impose que celui-ci soit :

Figure 16 - Evacuation des eaux aux extrémités de l'ouvrage



a) Ravinement du remblai à la jonction avec l'ouvrage

b) Disposition Déconseillée
Retour du trottoir en extrémité du pont. Vue en plan.



c) Une disposition conseillée
abaïssement progressif de la bordure de trottoir (photo prise en phase de chantier).

d) Descentes d'eau sur remblai et liaison avec le fil d'eau. Noter l'emploi, rare, de caniveau en béton préfabriqué (type CC).



- inexistant (cas des structures types PICF ou PIPO, voir le document "joints de chaussée", Ch.I);

- ou du type sous revêtement (et il est souhaitable qu'il soit étanche);

- ou parfaitement étanche pour les joints des autres familles (avec un relevé de trottoir étanche lui aussi) *.

Ainsi, par exemple, les structures type PIPO-PICF ont une longueur telle que ces ouvrages peuvent s'insérer dans l'interdistance entre deux évacuations sur remblais qui est de l'ordre de 40 m. De même sur les passages supérieurs d'autoroutes ou de voies rapides et sur les ouvrages similaires, surtout à faible trafic, on pourra envisager une évacuation aux extrémités, avec une descente sur remblai aux quatre angles de l'ouvrage.

2.6.3 - Dispositions techniques

Le document: "Recommandations" de 1982 donne quelques exemples dans les § 1.1.1, 1.1.2, 3.2.4 et 3.2.5.

Il est important de bien traiter la jonction entre le trottoir sur ouvrage et la berme sur remblai. Si cette jonction n'est pas étanche ou si l'eau est mal recueillie on risque d'aboutir aux désordres de la figure 16a; cela peut être le cas si l'on n'a pas d'aménagement particulier ou en présence d'un retour de la bordure de trottoir (fig 16b) immédiatement à l'extrémité de l'ouvrage.

De telles dispositions sont néfastes à plusieurs points de vue: érosion des remblais, risque de renard sous le chevêtre, affouillement, érosion de la berme et risque de heurt de l'about de l'ouvrage par un véhicule, etc.

La bordure de trottoir et le fil d'eau doivent se poursuivre sur le remblai d'accès jusqu'à leur raccordement à une évacuation, soit par une descente sur remblai (fig 16d où on notera que les petits ponts sont aussi et surtout concernés), soit par un avaloir et une conduite sous trottoir (vers une descente sur remblai ou un égout) si la circulation des piétons est notable ou en fonction du contexte.

A noter que certains projeteurs conçoivent les éléments des descentes sur remblai pour que ceux-ci constituent un escalier facilitant l'accès.

2.7 - Dispositions spécifiques au trottoir

De par sa position en point bas du profil en travers le corps du trottoir risque d'être un point d'accumulation de l'eau.

Cette eau percole à travers le revêtement du trottoir (dallette, enrobé, fissures ...), au droit des chambres de tirage, ou, à partir du fil d'eau, par les bordures de trottoir.

Du fait de la pente transversale, le fil d'eau et l'entrée d'eau vont être plus hauts que le point bas du corps du trottoir (en géné-

* Voir Les Avis Techniques de chaque modèle.

ral, l'angle du pied du relevé d'étanchéité). Il faut donc prévoir des dispositions permettant à cette eau d'être évacuée.

La simplicité et le coût de ces dispositions sont sans commune mesure avec leur efficacité, mais il est très important d'y penser avant la coulée du béton. Les figures 17 et 18 présentent la solution la plus simple et la plus couramment utilisée.

Aux extrémités de l'ouvrage, le document "joints de chaussée" donne des conseils dans son ch. 6.

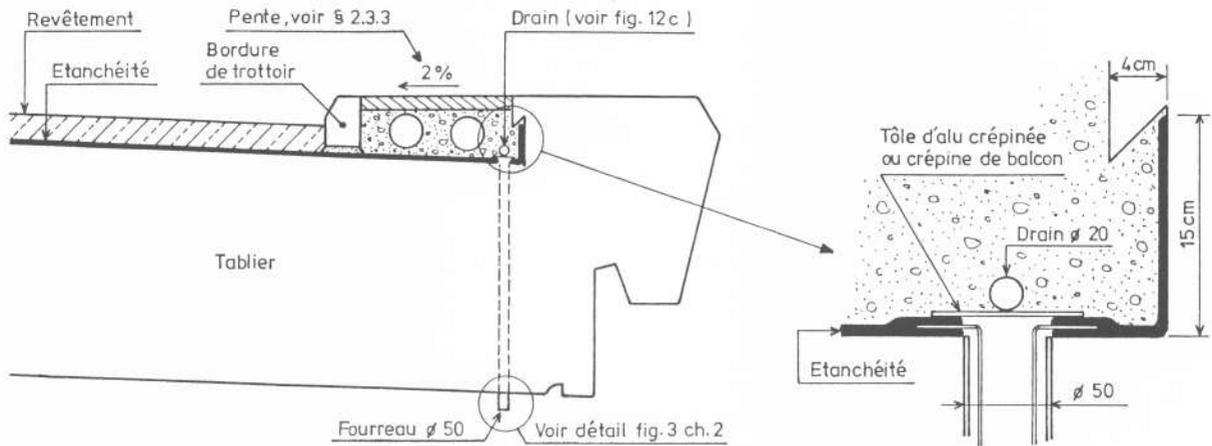


Figure 17 : Drainage du corps du trottoir.

Nota : éviter que le drain ne débouche au droit d'une zone sensible.

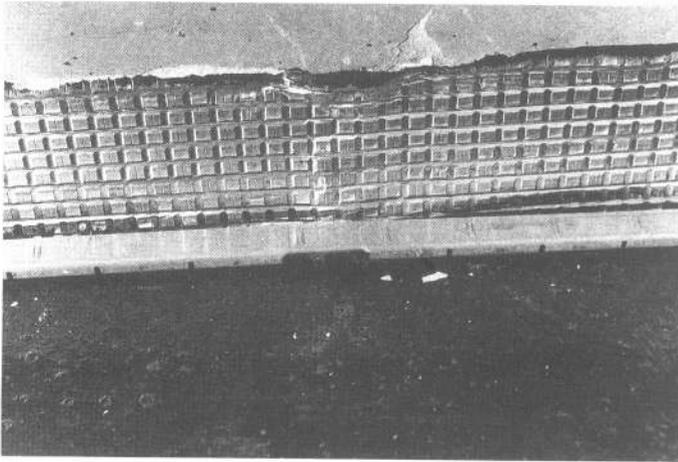


Figure 18 : Drainage du corps du trottoir

Drain en place au pied du relevé de la chape d'étanchéité.



Figure 19 : Tube mis en place lors du bétonnage de la dalle

2.8 - Assainissement à l'intérieur des poutres caissons

Il est souhaitable de disposer dans les caissons, aux points bas, une tubulure d'assèchement et d'aération dont le rôle va être:

- au stade du chantier, de permettre aux eaux de ruissellement venant par les trous d'homme de s'évacuer,

- en service, d'assécher en cas de rupture accidentelle de canalisations d'eau.

Le matériau peut être le PVC (avec un anneau de caoutchouc pour améliorer la liaison entre le PVC et le béton) ou le fibre ciment.

On évitera que ce drainage soit à l'aplomb d'une ligne électrique ou d'un passage câblé.

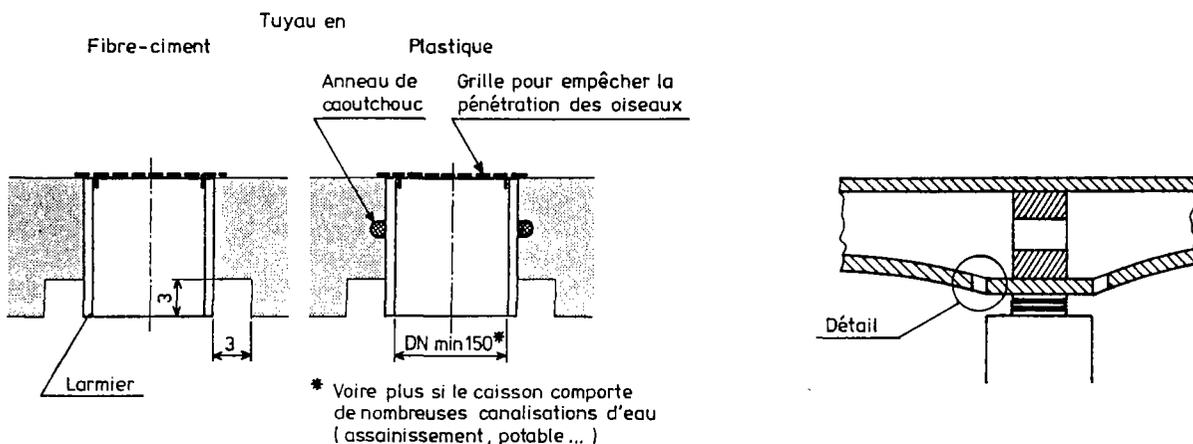


Figure 20 - Assèchement des caissons

D'autre part, pour empêcher la pénétration de petits animaux, l'orifice sera fermé par une grille ou un grillage.

2.9 - Evacuation à travers le tablier

Quand la surface à assainir est importante la collecte longitudinale par le fil d'eau est insuffisante pour évacuer correctement l'eau recueillie. C'est pourquoi on implante, à intervalles réguliers dans le fil d'eau, des ouvertures, ou avaloirs, pour transférer les eaux de la surface du tablier vers un réseau à plus grande capacité.

Cette évacuation peut être constituée simplement par un tuyau traversant la structure et l'eau tombe en chute libre (principe de la gargouille). Dans d'autres cas les eaux arrivent dans un collecteur puis sont conduites à l'égout, via, éventuellement, un bassin de décantation ou de deshuilage.

°
°

L'importance du sujet, la complexité des techniques, des dispositifs et des matériaux, ainsi que le dimensionnement ou la coordination avec les autres parties d'un pont nous ont conduit à les développer dans un chapitre particulier. C'est l'objet du chapitre 2 ci-après.

CHAPITRE 2 LES AVALOIRS

1 - PRESENTATION GENERALE

Le § 2.9 du chapitre 1 a précisé l'objectif des avaloirs: récupérer les eaux de la collecte longitudinale pour les conduire soit vers un réseau à plus grande capacité, soit, plus simplement, hors de l'ouvrage.

Ce qui suit se propose d'examiner les dispositions conseillées sur les points suivants: la traversée du tablier et des éléments constitutifs (principalement l'étanchéité), l'évacuation en chute libre ou en liaison avec un collecteur et le collecteur lui-même.

2 - L'ENTREE D'EAU (ou avaloir proprement dit)

2.1 - Qualités exigibles pour un dispositif d'entrée d'eau

Le dispositif doit:

- a) permettre un bon recueil des eaux et avoir un bon débit;
- b) être facile à mettre en place dans le coffrage et le ferrailage (et d'une façon générale ne pas être une gêne pendant les phases du chantier);
- c) être efficacement raccordé à l'étanchéité générale de l'ouvrage (voir F 67 du CCTG et STER 81);

La jonction du dispositif assurant l'évacuation de l'eau à travers la structure avec le caniveau fil d'eau nécessite la traversée de l'étanchéité de l'ouvrage. Le dispositif doit donc bien se raccorder à cette étanchéité pour éviter des contournements de celle-ci. Ce risque est d'autant plus grand que sur ces zones, situées en points bas du tablier, il y a une probabilité d'accumulation d'eau.

- d) permettre le drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement ;

Il est en effet indispensable de drainer cette interface, sans quoi le béton bitumineux des couches de roulement baignera en permanence dans les eaux qui s'infiltreront à travers lui et, en hiver, il pourrait s'ensuivre des désordres (voir le § 2.5 du chapitre 1.

- e) pouvoir s'adapter à la variation d'épaisseur des couches de roulement. La hauteur de l'entrée d'eau est à ajuster pour que le fil d'eau présente bien un point bas à l'entrée ;
- f) avoir la possibilité de recevoir, si nécessaire, une grille;
- g) tenir compte de la présence d'une circulation (piéton, 2-roues automobiles).

Pour satisfaire à ces qualités il existe des dispositifs plus ou moins complexes, donc plus ou moins coûteux, mais aussi donnant une satisfaction inégale.

2.2 - Les dispositifs simples

Au moment de la coulée du béton du tablier, un coffrage perdu d'un diamètre approprié à celui de la future évacuation permet de matérialiser la traversée qui doit être aménagée.

Une pièce en plomb, en P.V.C., en composite PVC/plomb (voir fig 1) ou en un autre matériau adéquat comportant une platine et un tuyau, permet l'évacuation des eaux et le raccordement à l'étanchéité. Pour éviter la pénétration d'eau sous l'étanchéité, la platine est prise en sandwich entre deux couches de l'étanchéité selon les règles de l'art (voir DTU 43/1 par exemple).

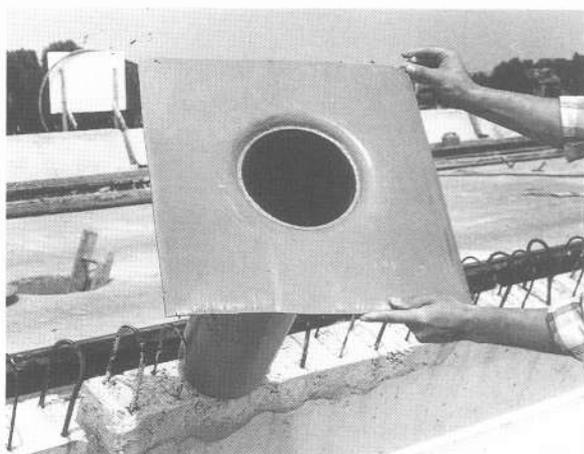


Figure 1 : Un composite tuyau en PVC et collerette en plomb à gauche, tout en plomb à droite

Le tuyau dépasse :

- suffisamment du dessous du tablier pour former "goutte d'eau" (et éviter ainsi les souillures à l'intrados et la corrosion) si l'évacuation se fait sans dispositif particulier; fig 2.

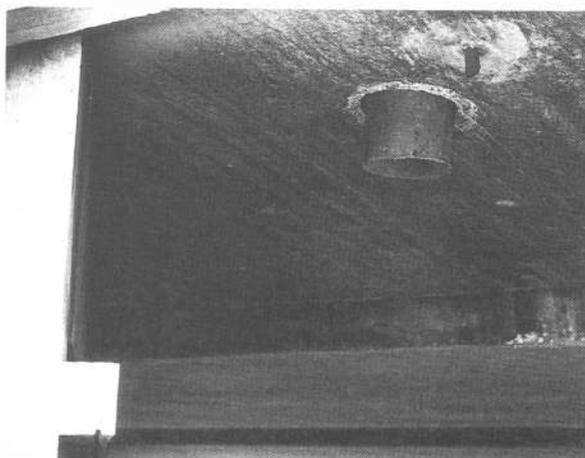
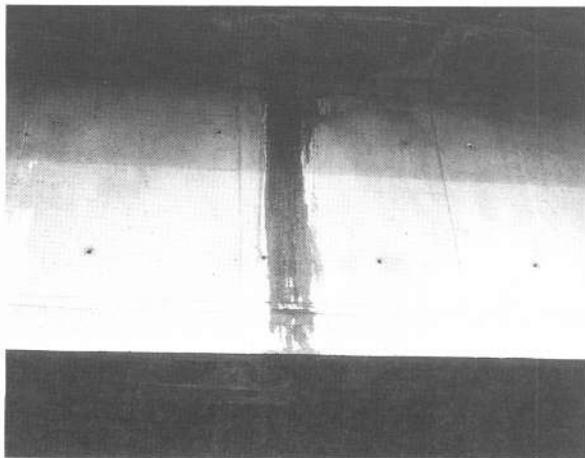


Figure 2 : à gauche, souillures du parement faute d'avoir prolongé le tuyau en intrados comme sur la photo de droite.

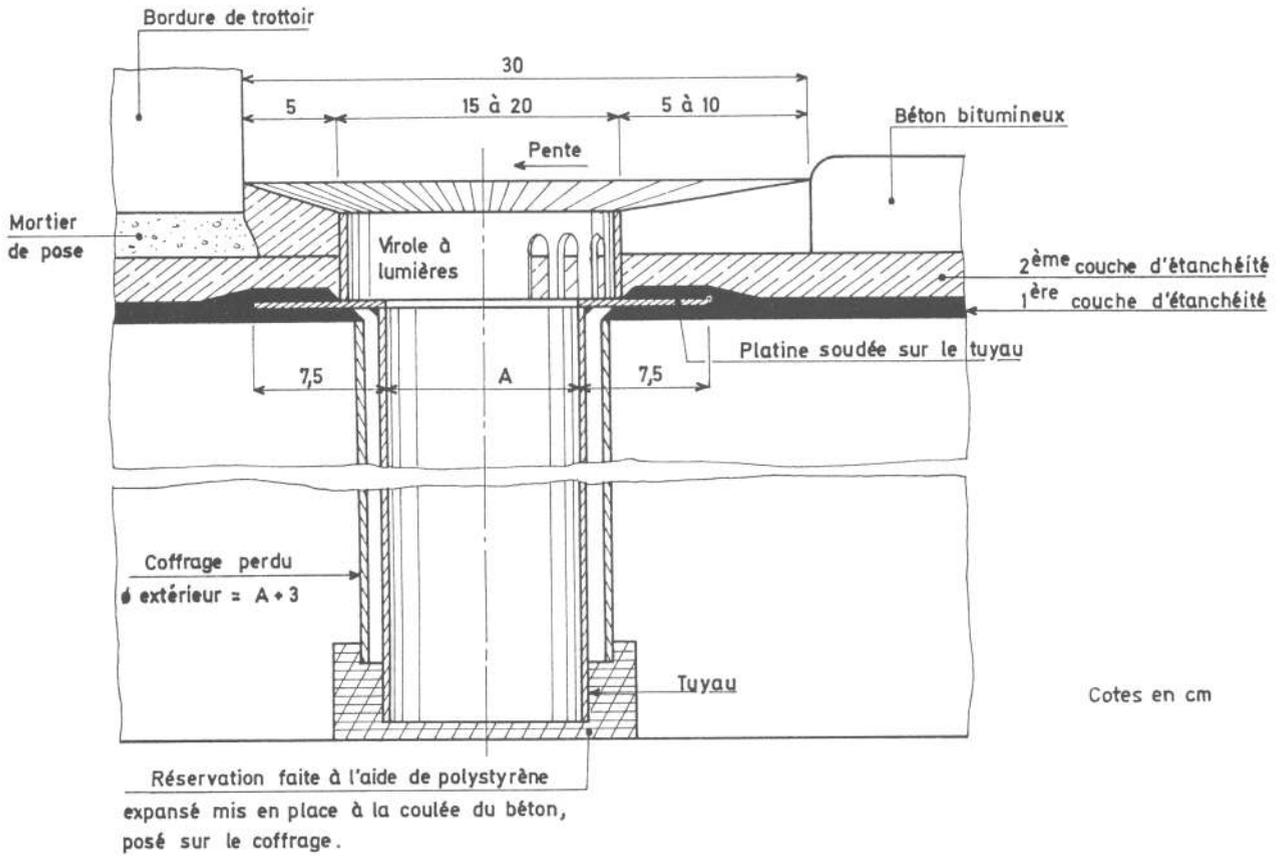


Figure 3 - Coupe dans l'axe d'un avaloir comportant une virole à lumières



Figure 4



Figure 5
La protection contre la corrosion par une peinture bitumineuse s'est avérée insuffisante face aux sels de déverglaçage. Au bout de 3 ans le tube en acier présentait cet état de corrosion.

- d'une vingtaine de centimètres si l'on prévoit de relier l'évacuation à un réseau collecteur (voir le § 3.3 ci-après sur la liaison avec le réseau d'évacuation).

A la jonction du tuyau avec le fil d'eau deux cas de figures sont à envisager:

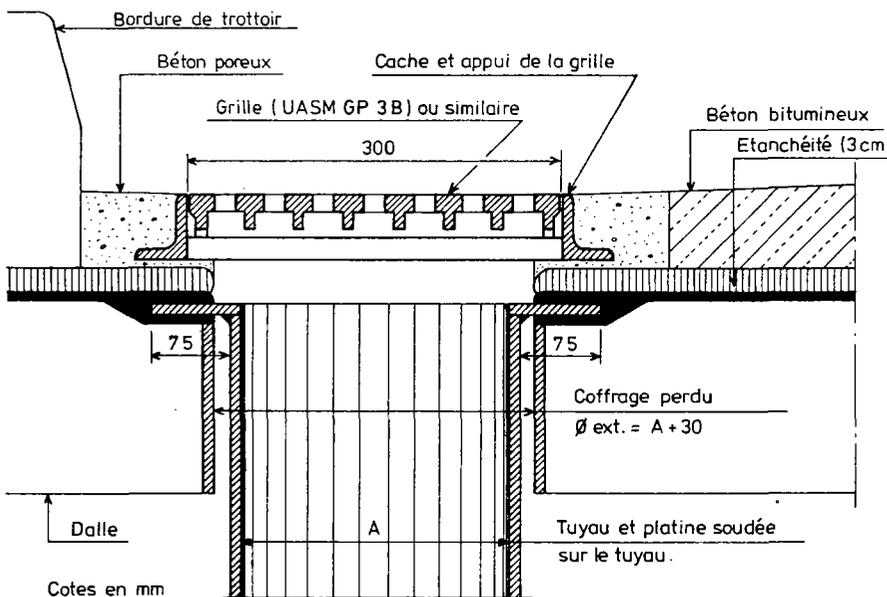
a) si la mise en place d'une grille n'apparaît pas justifiée on pourra disposer une virole munie de lumières reposant sur la platine; ces lumières permettront le drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement (figures 3 et 4).

La hauteur de cette virole est à ajuster à chaque entrée d'eau pour que le fil d'eau présente bien un point bas à son entrée.

Les efforts mécaniques appliqués à ce dispositif sont limités, il sert surtout de coffrage, et la circulation est très rare si près de la limite de la chaussée ; il pourra donc être constitué, par exemple, d'une tôle d'acier de 3 à 4 mm d'épaisseur, dont la coupe sera facile. La protection contre la corrosion de cette pièce sera assurée par le zinc **déposé par galvanisation à chaud** (cf Norme NF A 91.121) pour éviter une corrosion rapide comme sur la fig 5.

D'autres matériaux présentant de bonnes caractéristiques mécaniques et une très bonne tenue à la corrosion peuvent être employés.

b) Dans le cas où une grille ou une crépine est prévue, celle-ci est posée dans un cadre calé sur un béton drainant (il s'agit d'un gros béton dont la courbe granulométrique ne comporte pas de sable) pour drainer l'interface étanchéité/enrobé *. Voir fig 6 **.



* Sur l'intérêt ou non d'une grille, voir le § 2.7 ci-après.

** On trouvera, à titre d'exemple, les dessins et les photos de quelques solutions possibles dans les pages suivantes. Pour la compréhension des dessins, nous avons représenté des produits commercialisés. Ceci ne doit pas être compris comme un choix a priori mais comme une indication des solutions possibles et un matériel techniquement et économiquement équivalent peut, évidemment, être envisagé.

2.3 - Le dispositif en fonte d'acier moulé

Si les dispositifs précédant répondent plus ou moins bien aux critères définis au § 2.1 ci-dessus, ils sont, cependant, de fabrication artisanale et leur tenue est alors fonction du soin apporté à cette fabrication ainsi qu'au montage. Si l'on ajoute des débits d'évacuation parfois insuffisants on comprend le souhait des Maîtres d'Oeuvre et des entreprises de disposer d'un modèle d'avaloir répondant aux qualités déjà citées mais de fabrication industrielle tout en restant relativement simple et d'un coût acceptable.

C'est pour répondre à cette demande que le SETRA, en collaboration avec une association de fondeurs, a mis au point un dispositif en fonte d'acier moulé.

Il est composé des éléments suivants :

- un ensemble comportant une **collerette**, pour assurer le raccordement à l'étanchéité de l'ouvrage (feuille préfabriquée ou bicouche asphalte) et un **tuyau** mis en place dans une réservation du béton réalisée comme indiquée au § 2.2, 1^{er} alinéa.

- Sur cet ensemble repose une **série d'anneaux à lumières** (pour le drainage). Cet empilement permet un calage précis de l'entrée d'eau ;

- Une pièce porte grille;

- une grille et un verrou de grille.

Il est commercialisé, (le SETRA restant propriétaire du moule) sous le numéro S 493-3, par la Société CIPEC - 29 Avenue G. Mesureur - 78170 LA CELLE ST CLOUD - Tel.39.18.06.54.

Il est en fonte **malléable** MN 35.10, conforme à la norme NF A 32.702.

Le **coût** est de 1000 F l'unité TTC, départ usine CIPEC, à la date de la rédaction du document.

Les figures 7 et 8 donnent la description du dispositif et ses étapes de mise en oeuvre.

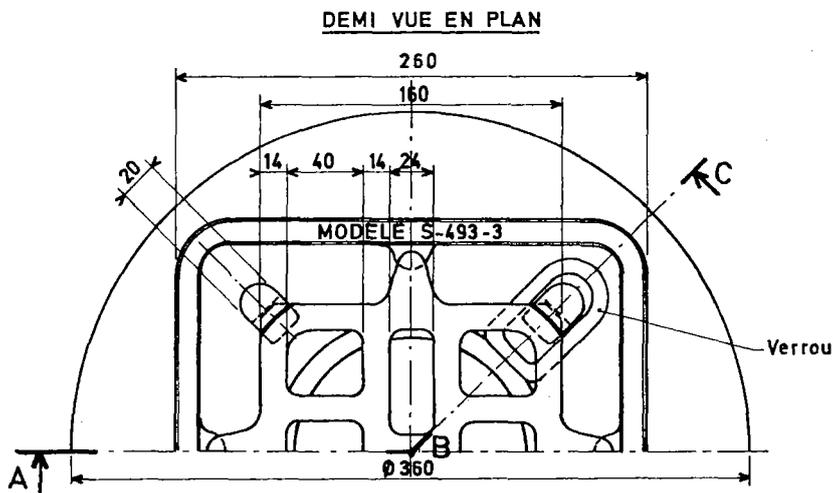
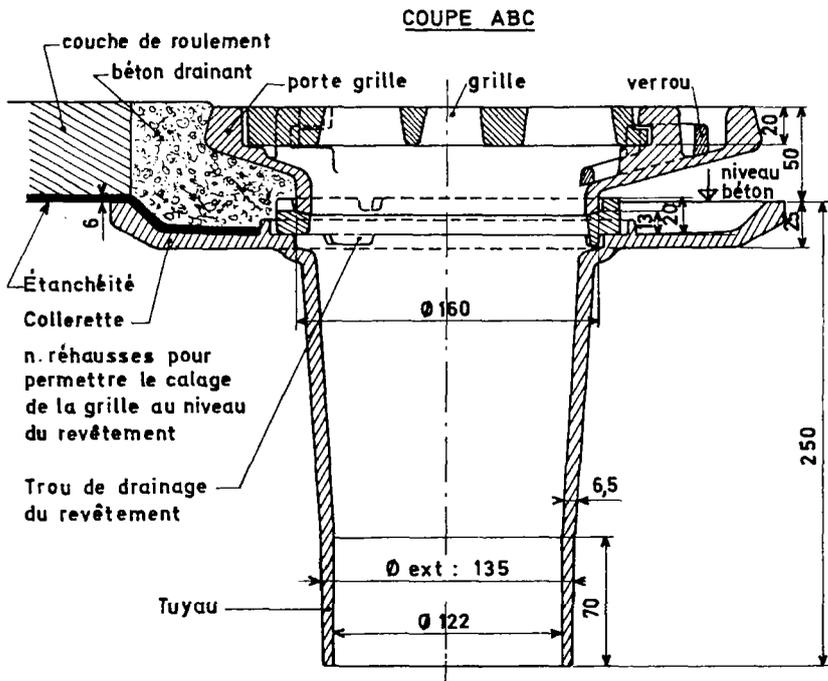
2.4 - Autres dispositifs

2.4.1 - **L'avaloir est dans le fil d'eau**

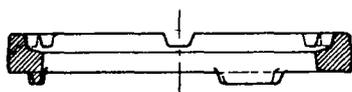
On peut trouver dans la panoplie de Sociétés spécialisées des avaloirs à implanter dans le fil d'eau (voir liste non exhaustive en annexe). Indépendamment du coût, le choix doit être fait en examinant si le matériel proposé répond aux critères définis au § 2.1. D'autres critères peuvent être retenus comme:

- la facilité d'entretien;
- la fixation de la grille;
- le diamètre du tuyau;
- la protection contre la corrosion et la pérennité, etc.

Figure 7 - Dispositif d'évacuation en fonte d'acier moulé



RÉHAUSSE COUPE



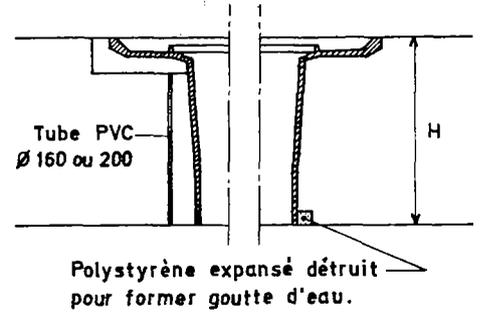
Cotes en mm
pas d'échelle

MODES DE MISE EN ŒUVRE

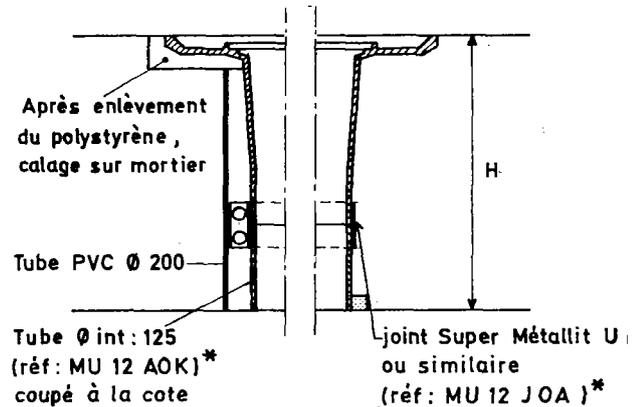
La pièce est dans une réservation.

La pièce sert de coffrage.

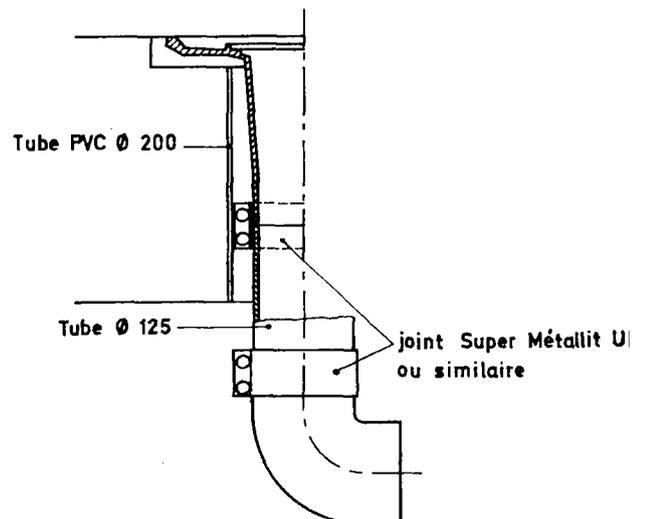
1) ECOULEMENT LIBRE AVEC $H \leq 250$



2) ECOULEMENT LIBRE AVEC $H \geq 250$

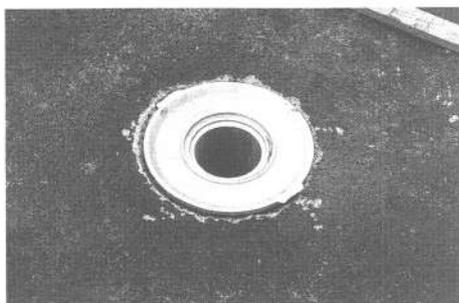


3) ECOULEMENT GUIDÉ



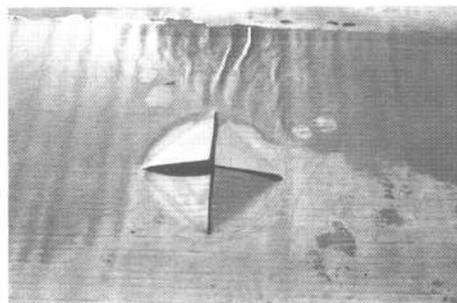
* Les références indiquées sont celles de PONT-A-MOUSSON S.A.
Voir le nota ** page 26.

Figure 8 - Mise en place d'un avaloir en fonte d'acier moulé.

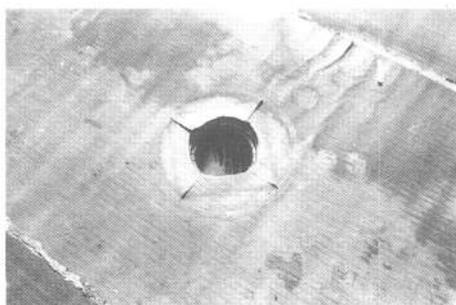


a) Après mise en place de l'ensemble colle-rette + tuyau dans sa réservation dans la structure,...

b) ...pose de l'étanchéité sur l'ouvrage, avec raccord à la colle-rette. Si l'étanchéité est une feuille préfabriquée, incision en croix,...



c) ...puis dégagement de l'orifice du tuyau.

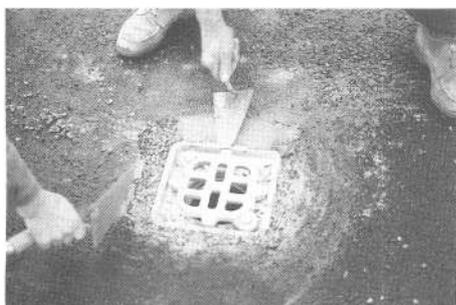


d) Collage de l'étanchéité sur la colle-rette



e)

f) Mise en place des anneaux à lumières, en nombre fonction de l'épaisseur du béton bitumineux.

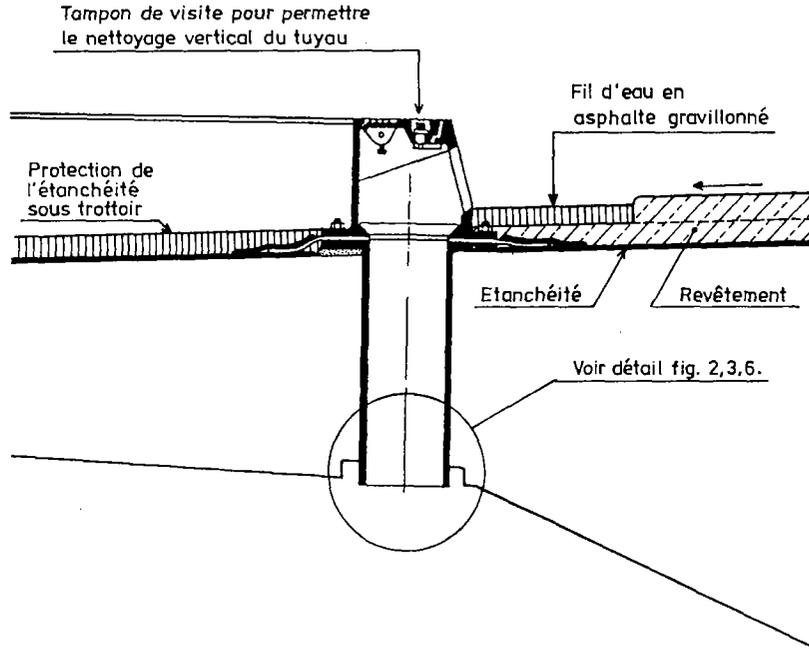


g) Calage du porte grille sur un béton drainant et mise en place de la grille.

Figure 11 - Avaloirs sous trottoirs: quelques exemples de dispositions possibles

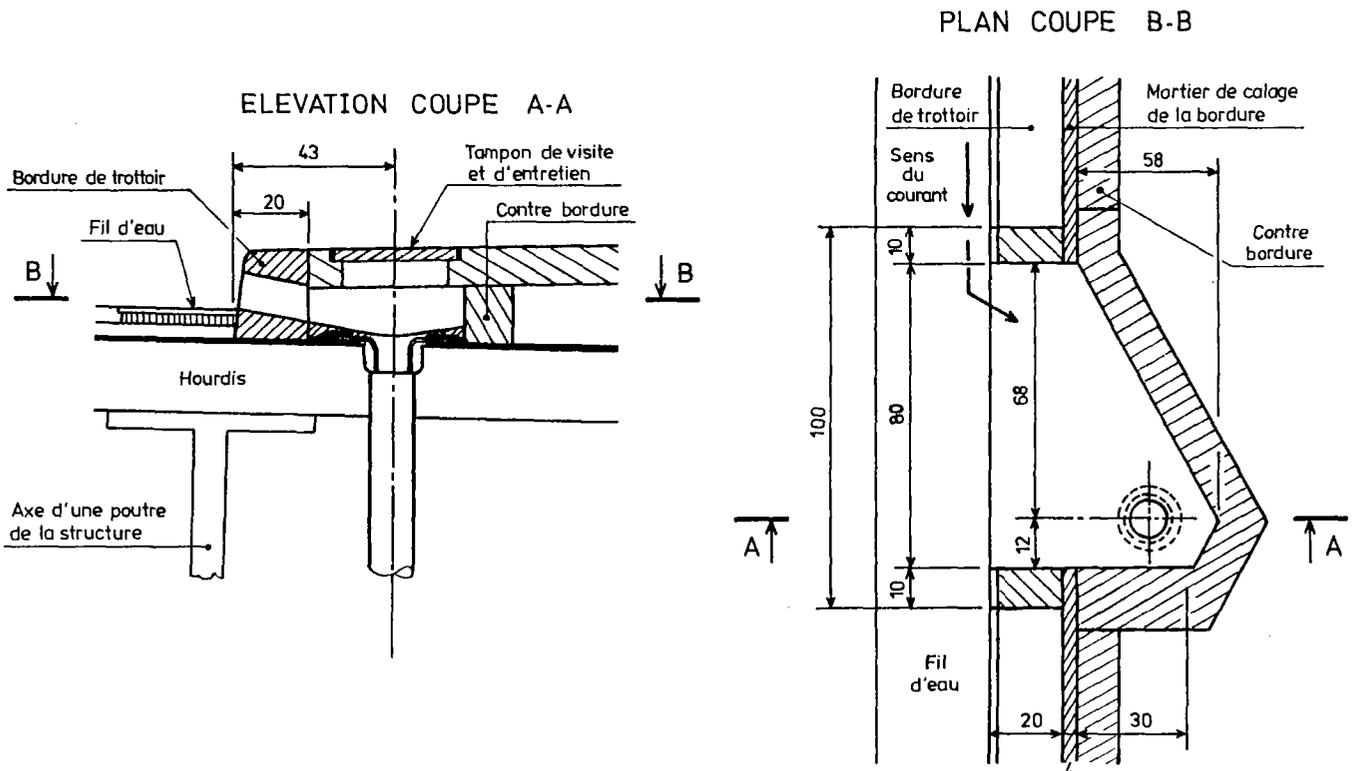
1°) Dispositions permettant un désaxement de la traversée dans la structure de 30 à 50 cm.

a) Entrée d'eau utilisant le modèle 4940.1 de Passavant



b) Entrée d'eau maçonnée

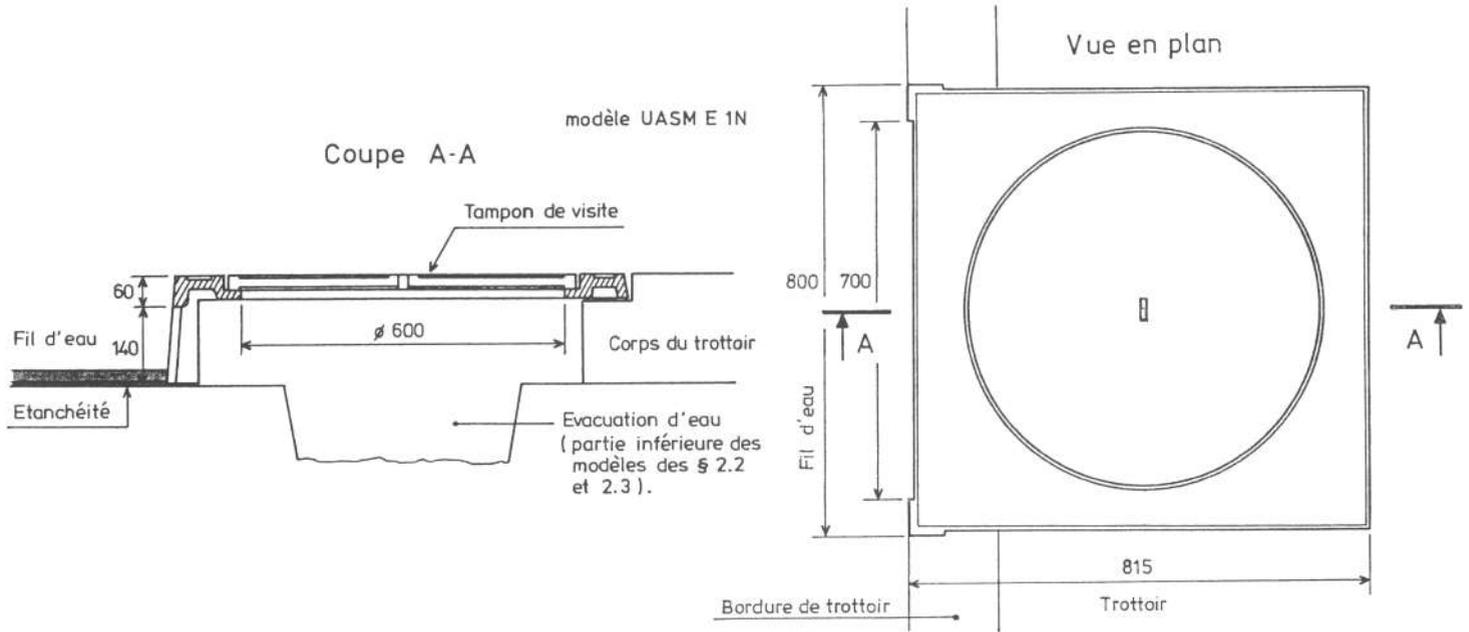
Nota: la forme asymétrique de l'entrée d'eau permet de mieux capter le courant du fil d'eau et augmente le débit.



c) Entrée d'eau utilisant le modèle UASM (voir aussi le modèle PTA.A, PAF.T ou PAFA de SOTUBEMA)

Désaxement de 50 à 60 cm

Nota: Cette disposition réduit considérablement la largeur utile du caniveau sous trottoir.



2°) Disposition intégrant le fil d'eau dans le corps du trottoir

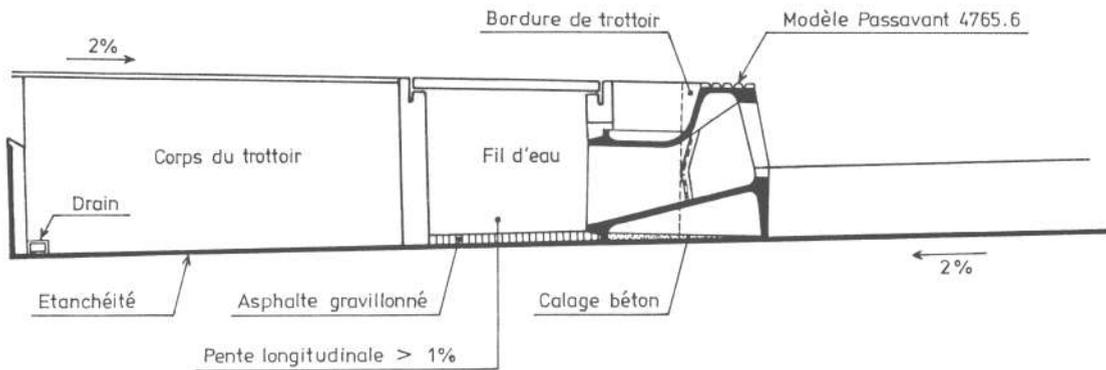


Figure 12

Cette entrée d'eau désaxée par rapport au fil d'eau ne comporte pas de tampon de visite permettant l'accès à l'aplomb.

Ceci est donc à déconseiller.

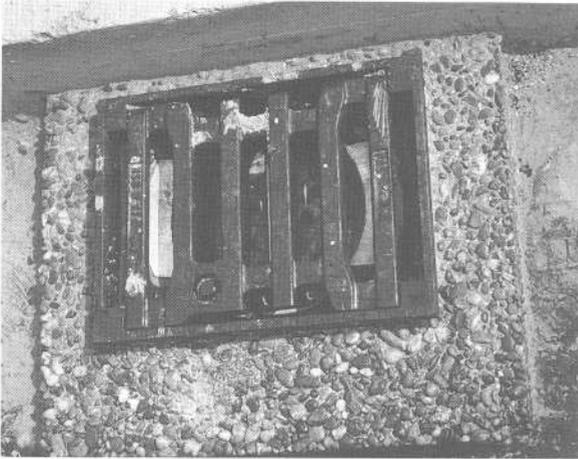


Figure 9
Avaloir en place en
Allemagne avec son
calage sur un béton
de ciment drainant

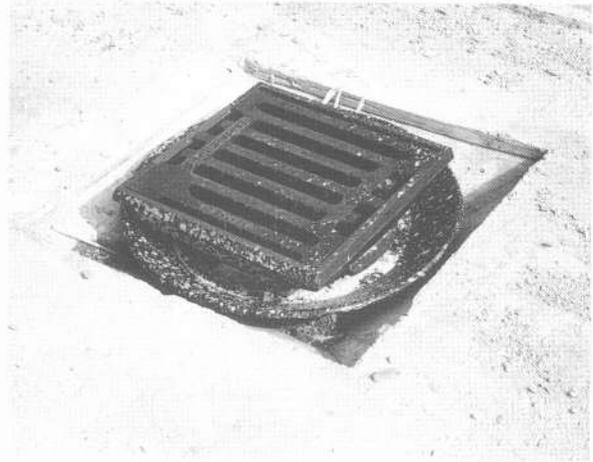


Figure 10
Avaloir positionné
sur un pont en Belgi-
que (matériel Passavant
référence 4901)

2.4.2 - L'axe de l'avaloir est décalé par rapport au fil d'eau

Le dispositif d'évacuation est en général intégré à la bordure de trottoir ou au trottoir. Cette solution est surtout à retenir pour éviter une zone encombrée de la structure: câbles de précontrainte, âme de poutre (métallique ou en béton), etc.

La figure 11 donne quelques exemples de dispositions possibles.

2.5 - Emplacement des avaloirs

Leurs deux fonctions :

- l'évacuation des eaux de ruissellement,
- le drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement,

conditionnent leurs positions: être placés aux points bas des tabliers.

Bien entendu, d'autres considérations interviennent: nombre total ou espacement, possibilités d'accès ou de raccordement, lieu de rejet, etc. Il est donc important de définir les implantations dès le stade de projet (cf. CES 71, § 9, p.13) car ensuite il peut être trop tard. L'implantation d'une entrée d'eau en son point optimal peut s'avérer impossible si on a établi un appareil d'appui ou un chevêtre au droit d'un point bas, si le fil d'eau se trouve au dessus de l'âme d'une poutre ou d'un caisson, si le cablage rend impossible sa traversée par un tuyau, etc. Il est fort probable qu'une accumulation d'eau, locale mais permanente, ne pourra plus y être évitée.

2.6 - Dimensionnement

2.6.1 - Diamètre minimum et maximum

Afin d'éviter des colmatages tels que ceux de la figure 13 conduisant à des travaux d'entretien délicats (quand cet entretien est possible) il est conseillé de choisir un diamètre au moins égal à 100 mm.



Figure 13
Colmatage d'un avaloir à tuyau
de trop petit diamètre.

D'autre part il est déconseillé de choisir un diamètre supérieur à 25 cm afin de rendre l'insertion dans le ferrailage ou dans les nervures de dalles orthotropes plus aisée. Il est préférable de multiplier le nombre d'avaloirs d'un diamètre inférieur à 25 cm.

$$120 \text{ mm} \leq \text{Diamètre conseillé} \leq 250 \text{ mm}$$

2.6.2 - Détermination de l'espacement et du diamètre

L'espacement et le diamètre sont deux caractéristiques liées entre elles et l'on ne peut dimensionner l'une qu'en fixant la valeur de l'autre.

Or il est beaucoup plus facile de faire varier l'espacement que le diamètre qui est une donnée du produit et, dans un but de standardisation des équipements, il n'est pas souhaitable de multiplier les matériels avec plusieurs diamètres. En pratique, on trouve les diamètres suivants: $\emptyset 100$, $\emptyset 120$ (pièce décrite au § 2.3), $\emptyset 125$, $\emptyset 150$, rarement plus.

Pour déterminer l'espacement et/ou le diamètre il est proposé deux méthodes.

- a) La première permet d'effectuer un **prédimensionnement** qui peut s'avérer suffisant au début d'une étude de pont. Elle est basée sur la norme NF P 30.201, de Janvier 1948: "Code des conditions minimales d'exécution des travaux de couverture des bâtiments et édifices". Selon le § 7.5 de cette norme:

1 m² de surface peut être évacué par:

. 1 cm² de section d'avaloir pour un raccord par un moignon cylindrique,

. 0,7 cm² de section d'avaloir pour un raccord par un large cône ou une cuvette.

La transposition de valeurs définies pour des toitures terrasses au contexte des surfaces de ponts peut être sujet à caution aussi ne doit-elle être réservée qu'à un prédimensionnement.

- b) La **seconde**, plus précise en principe, est extrapolée des principes de calcul des réseaux pour la section courante et utilise la méthode des temps d'équilibre.

C'est celle qui est à utiliser lors de la définition du réseau d'assainissement du pont.

L'une et l'autre des méthodes sont présentées dans la 2ème partie et font l'objet d'abaques.

2.7 - Les dispositifs d'entrée

2.7.1 - L'avaloir ne comporte pas de grille

C'est une disposition simple et efficace. Cependant elle pose le problème de la sécurité de la circulation des piétons ou des cycles. C'est pourquoi son domaine d'emploi est surtout celui des passages inférieurs autoroutiers et des voies express (interdites aux piétons). Sur les autres ouvrages on tiendra compte de la position de l'entrée d'eau (par exemple voir disposition au § 2.4.2), de sa dimension et du volume du trafic piéton et cycles.

Des grilles ne sont donc à envisager que si elles sont strictement nécessaires et à condition de prévoir un entretien systématique pour qu'elles puissent fonctionner normalement (sinon elles ne débitent plus). Or cet entretien est le plus souvent impossible à mettre efficacement en place. Fig 14.

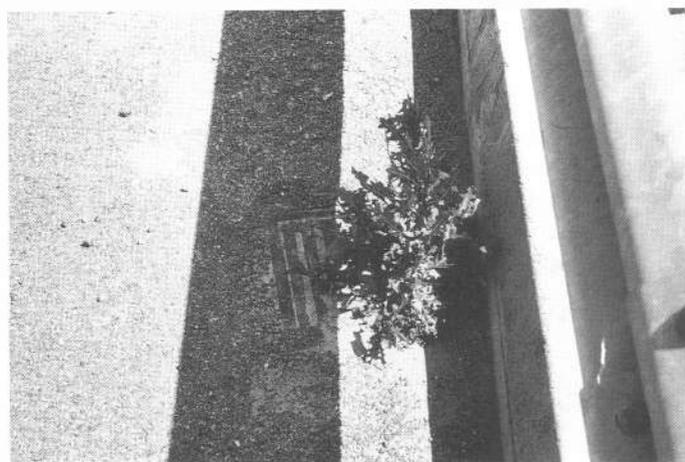


Figure 14

Les grilles nécessitent un entretien fréquent. Faute de celui-ci elles s'encrassent et deviennent inefficaces

2.7.2 - L'avaloir est couvert par une grille

Son but est d'assurer la continuité de la surface de circulation tout en permettant l'évacuation de l'eau.

Outre le dimensionnement de l'ouverture et la résistance qui sont traités dans la deuxième partie, les points suivants sont à examiner lors du choix du dispositif.

a) Position et espacement des barreaux.

L'orientation des barreaux sera fonction de la pente longitudinale du fil d'eau. Si elle est:

- inférieure ou égale à 2%, les barreaux seront transversaux par rapport au courant,

- supérieure à 2%, les barreaux seront suivant le sens du courant à condition que la sécurité de la circulation des cycles soit assurée.

Dans le cas d'une circulation de 2-roues (vélos surtout) importante il est conseillé de disposer soit deux évacuations l'une derrière l'autre dans le sens du courant avec des barreaux positionnés transversalement, soit d'utiliser des barreaux sinusoïdaux.

Quand à l'espacement entre barreaux il est souhaitable d'avoir un intervalle supérieur à 2 cm pour permettre un autonettoyage efficace, sans jamais dépasser 4 à 5 cm.

b) le dispositif ne doit pas comporter d'angles morts pour avoir un drainage correct,

c) le démontage et le remontage doit pouvoir se faire sans difficultés particulières, de préférence sans outils spéciaux, mais il est souhaitable que des dispositions particulières rendent le vol difficile.

On trouvera dans la documentation technique des sociétés spécialisées des exemples de grilles pouvant donner satisfaction et dont certaines ont été représentées sur les dessins. Voir liste des sociétés en annexe.

3 - LIAISON DE L'AVALOIR AVEC LE RESEAU D'EVACUATION

3.1 - Rejet direct dans la nature ou rejet dans un réseau?

3.1.1 - La réglementation

Ce sont des considérations de protection de l'environnement qui vont conduire à la décision de traiter les eaux de ruissellement polluées par la circulation routière. Cette décision se prend au niveau de l'avant projet routier.

L'incidence de la pollution sur le site est examinée lors de l'étude d'impact (Loi du 10 Juillet 1976 , Circulaire du 2.1.86 relative aux modalités d'Instruction des dossiers techniques, Opérations d'investissements routiers, voir p 30, § 3.3.2 de cette circulaire et Circulaire du 27.10.87 pour les autoroutes) en fonction de la réglementation sur la pollution des eaux. Les principaux textes pouvant concerner les rejets d'eaux de ruissellement d'un pont sont actuellement les suivants:

- Loi 64-1245 du 16.12.64 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre la pollution, art 1 et 3 surtout;

- Décret n° 73.218 du 23.2.73 portant application des articles 2 et 6 de la loi ci-dessus;

- Circulaire du 18.2.85 sur les pollutions accidentelles des eaux intérieures, et l'Instruction jointe à ce texte.

L'importance et les conséquences dépendent de la nature de la pollution et de la sensibilité du milieu récepteur.

Suivant sa nature, il y a 4 classes de pollution routière; la pollution:

- temporaire due aux chantiers;
- chronique due à la circulation;
- saisonnière due aux produits de déverglaçage;
- accidentelle due au déversement de produits chimiques.

La sensibilité du milieu récepteur dépend, quant à elle, de:

- captage d'eau, potable, industrielle, agricole,...
- lac, étang ou rivière piscicole,
- zones de baignade;
- vallée à cours d'eau d'étiage faible;
- zones humides d'eaux stagnantes

D'une façon générale, les rejets routiers ne font pas l'objet d'autorisation de rejet prévue par l'article 5 de la Loi 64.1245. Cependant, dans l'esprit des textes, toutes les dispositions doivent être prises pour que les rejets d'origine routière n'entraînent pas la pollution.

3.1.2 - Dispositifs de stockage et de traitement des eaux

Ces dispositifs ou système ne sont pas spécifiques aux ouvrages d'art et ils sont, en général, utilisés en liaison avec la portion de réseau routier située sur le même bassin versant que l'ouvrage.

On distingue:

- la zone urbaine où les eaux sont séparées suivant la concentration en matière polluante et rejetées dans les réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées;

- la rase campagne où on élimine les huiles et les rejets décantables. Ensuite on essaye de diluer au maximum les rejets dans les bassins de stockage.

La pollution chronique est traitée par deshuilage et décantation ou séparation des premiers flots.

La pollution saisonnière est encore rarement traitée. Elle peut l'être par dilution dans les bassins de stockage, mais il faut de très grande capacité pour ramener le taux de sels à 200 mg/l (en pratique on se contente de 10 g/l).

La pollution accidentelle est traitée par stockage et évacuation ultérieure des effluents (bac à graisse).

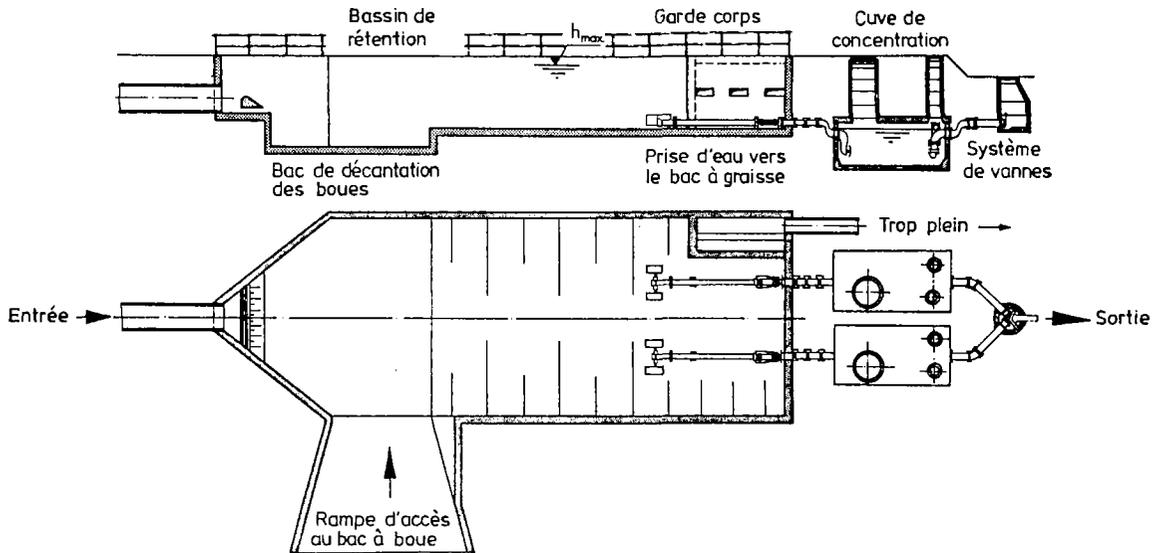


Figure 14.1 - Dispositif de traitement des effluents
Modèle Passavant "Regulator"
(reproduit avec l'aimable autorisation de Passavant)

3.2 - Evacuation en chute libre

3.2.1 - Généralités

Cette disposition qui consiste à arrêter le dispositif d'évacuation immédiatement, ou presque, après avoir traversé la structure est en général efficace et surtout économique.

Les eaux de ruissellement sont alors évacuées:

- soit dans le milieu naturel et ceci n'est possible que si cela ne risque pas d'entraîner une pollution du milieu (voir § 3.1 ci-dessus) ou une gêne aux usagers des zones en contrebas (habitations par exemple);

- soit vers le réseau d'assainissement situé au niveau de la zone franchie;

3.2.2. - Dispositions techniques

Quel que soit le cas de figure il est conseillé de respecter les règles suivantes.

a) au débouché sous la structure

Pour éviter des souillures ou des désordres tels que ceux de la figure 2 (gauche) le tuyau doit déboucher en ménageant une goutte d'eau, figure 15 (voir aussi fig 2, droite).

b) distance aux parements verticaux proches

le débouché du tuyau ne doit pas se faire à proximité d'un parement vertical (de poutre ou d'âme de caisson par ex) car l'eau, poussée par le vent, pourrait provoquer des corrosions. Pour l'éviter on prolonge le tuyau comme indiqué sur les figures 16 et 17.

Cette précaution, si elle est importante dans le cas des structures en béton, l'est encore plus quand il s'agit de poutres ou de caissons métalliques.

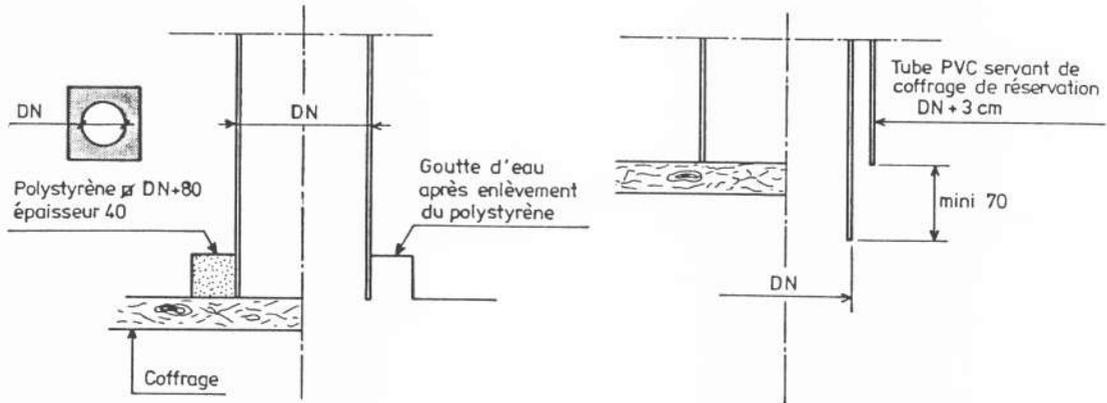


Figure 15 - Dispositions conseillées pour le coffrage au débouché du tuyau, à l'intrados

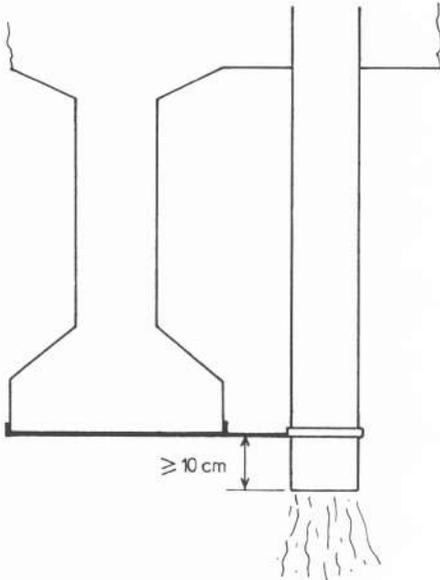


Figure 16

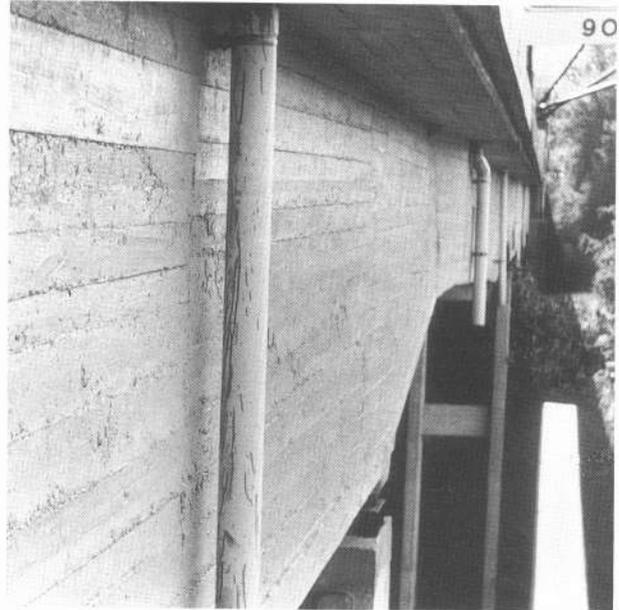


Figure 17 (pont en Italie)

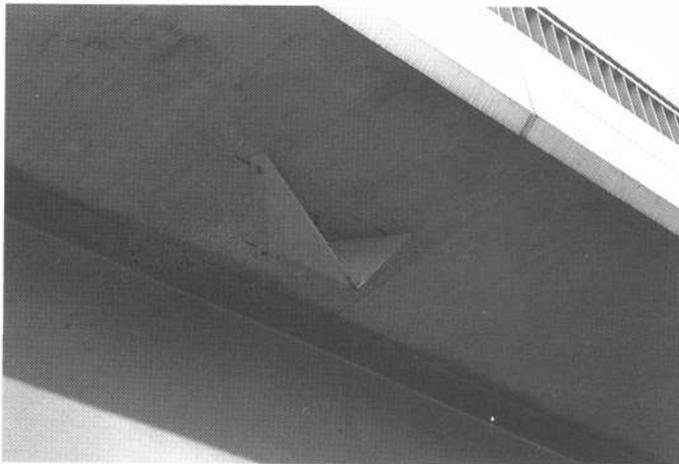
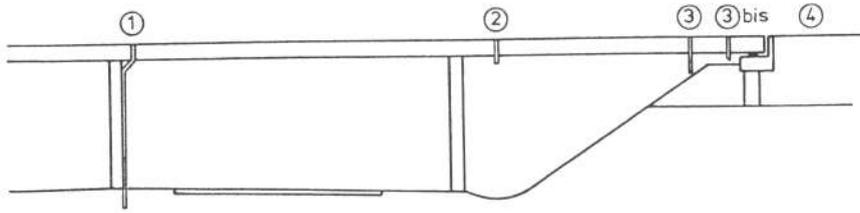


Figure 18
Dispositions esthétiques du débouché du tuyau évitant les risques de projections sur les parements.

Figure 19 - Dispositions types d'évacuation des eaux de sur un pont



- 1 Descente d'eau le long de la pile, voir § 3.4;
- 2 Evacuation en chute libre à l'aplomb du fossé, voir § 3.2;
- 4 Evacuation hors ouvrage vers le réseau général d'assainissement de la plateforme;
- 3 Raccord à une descente d'eau intégrée au perré, voir § 3.3;
- 3 bis Raccord à un caniveau de sommet de perré, voir § 3.3;

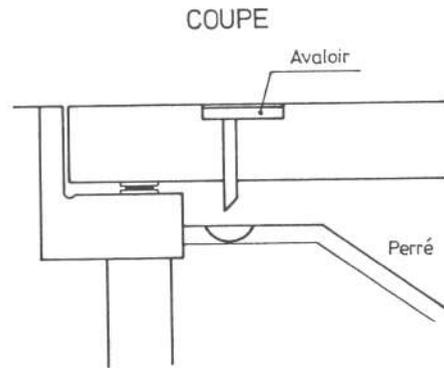
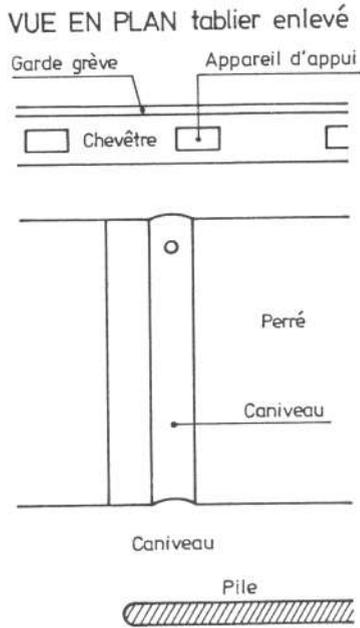


Figure 20 - Principe d'une liaison directe entre l'avaloir et le réseau d'assainissement de la plateforme inférieure

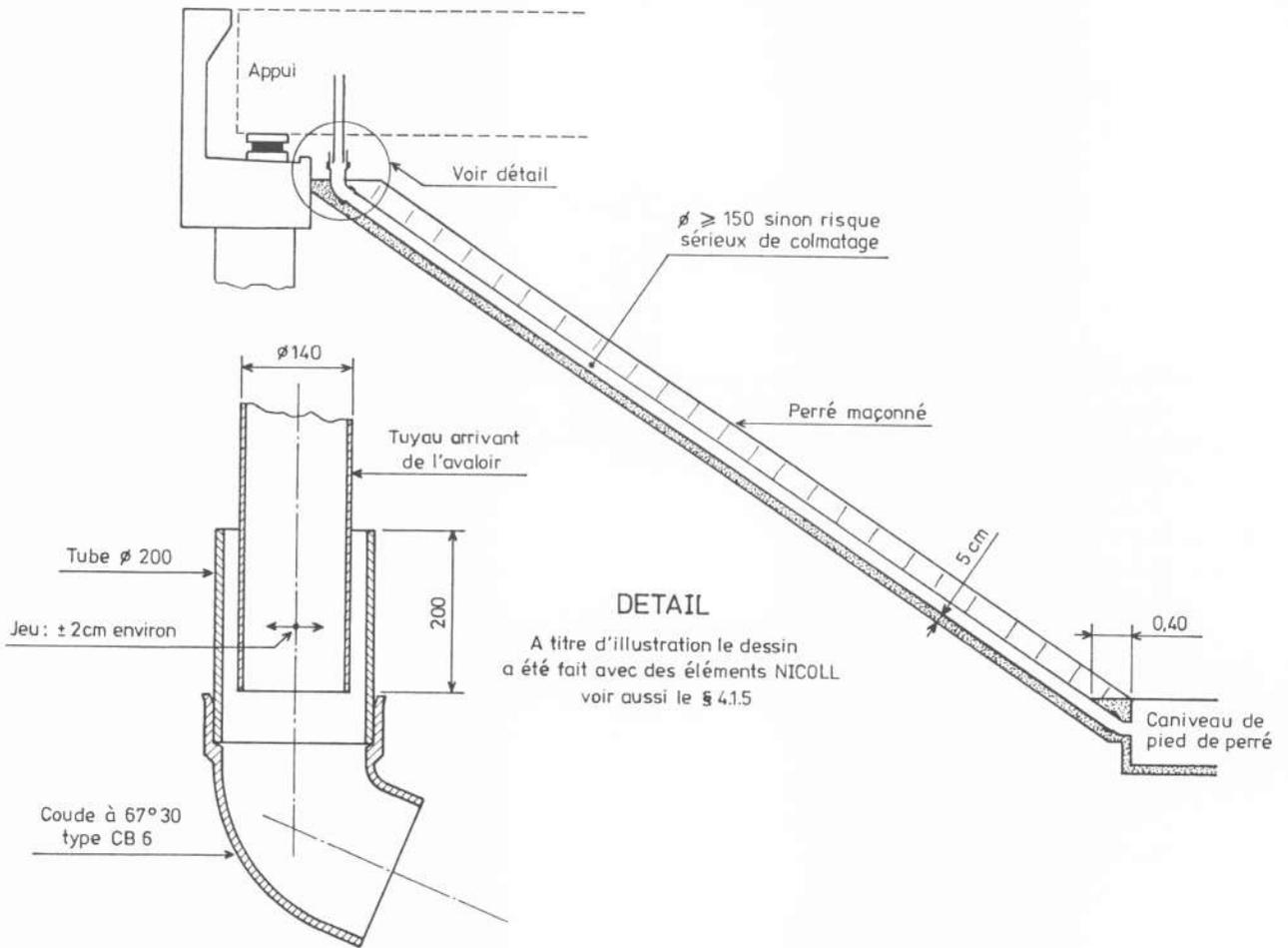
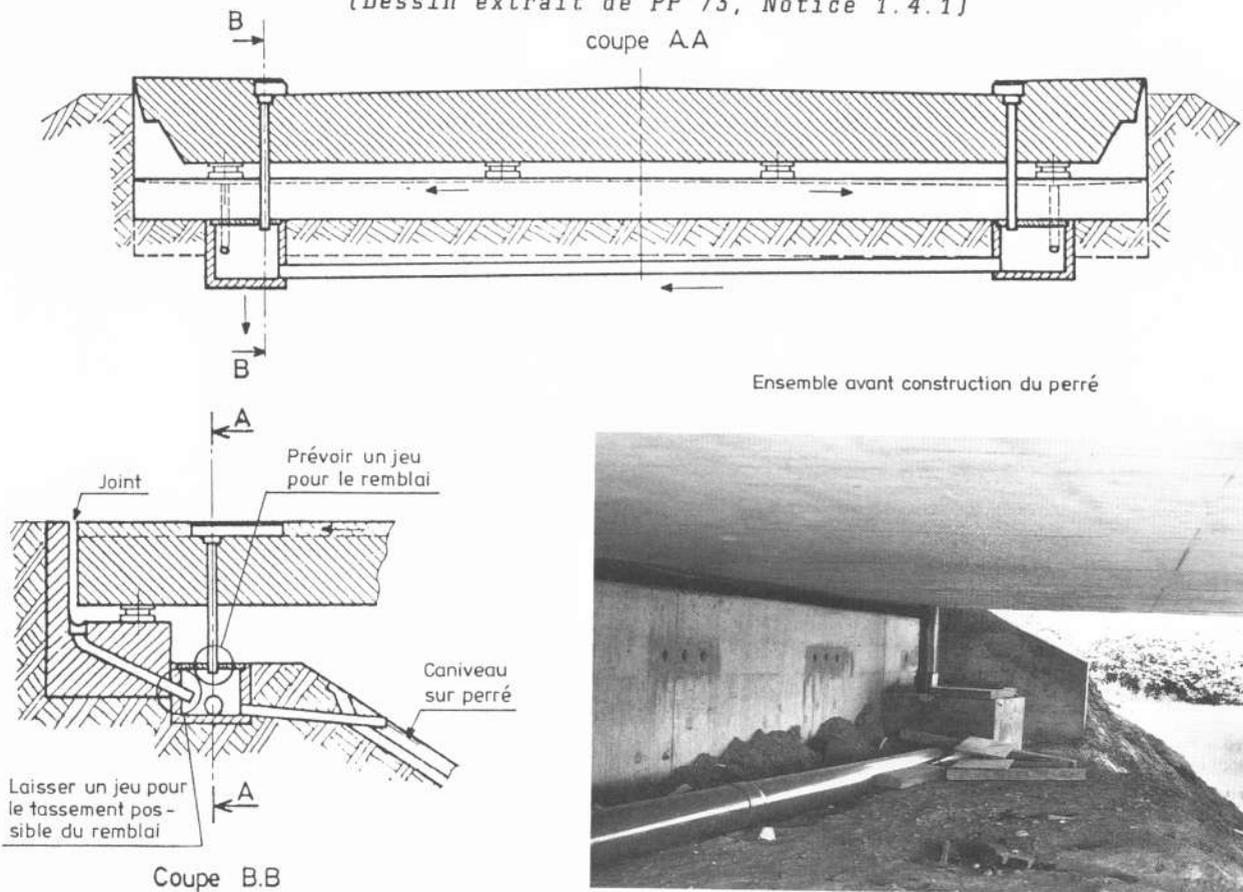


Figure 21 - Dispositif de collecte des eaux en sommet de perré (Dessin extrait de PP 73, Notice 1.4.1)



c) Disposition à l'aplomb

Le point de chute ne doit pas être une zone susceptible de créer une gêne: chaussée circulée, parking, rivières navigables, etc. En effet, il faut tenir compte des éléments transportés par l'eau: sable, cailloux, écrous, etc. qui, eux, peuvent être dangereux.

De toute façon, il semble que le tuyau concentre l'eau et rende le jet plus "agressif". Des essais de dispositifs style "brise jets" n'ont pas donné satisfaction et il ne faut pas compter sur eux pour améliorer une situation.

Enfin des dispositions adéquates seront à prendre dans la zone de chute pour éviter les effets de l'érosion.

3.3 - Evacuation en liaison avec le perré sur ouvrage

Le dispositif d'évacuation est raccordé à un système de collecte intégré au perré.

Dans le cas le plus simple l'eau évacuée par un tuyau conforme aux dispositions du § 3.2.2 tombe en chute libre dans un caniveau de sommet de perré (fig 19. Schéma 4) ou dans une descente d'eau implantée sur le perré (fig 19. Schéma 3 et photo). Ces solutions présentent les avantages de la simplicité et de l'efficacité.

Parfois le tuyau arrivant du dessous du tablier est relié à un autre système de canalisation conduisant les eaux jusqu'en pied du perré et, de là, au réseau général d'assainissement. Les figures 20 et 21 donnent le principe de ce dispositif.

Il faut veiller à ce que la jonction entre le tuyau et la partie sous perré puisse se faire avec un jeu suffisant correspondant au soufflé du joint de chaussée, sinon il y a risque de déboitement.

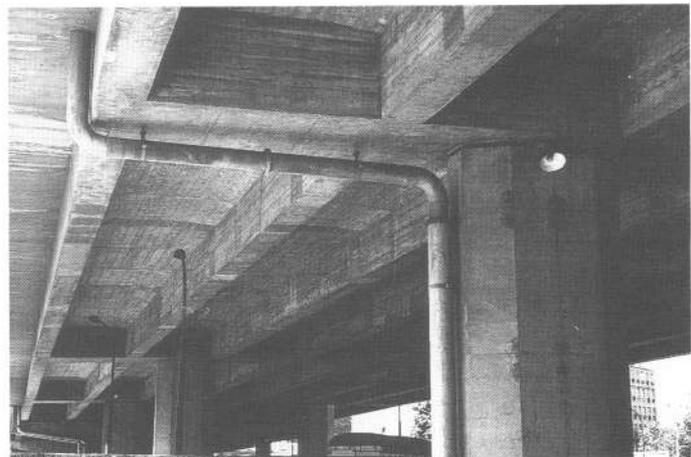
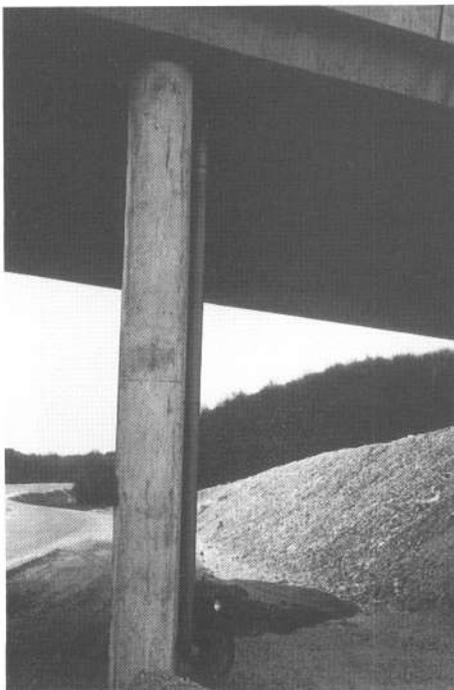


Figure 22

Ci-dessus: Difficulté d'insertion esthétique d'une descente d'eau en présence de larges encorbellements. Le tracé sinueux et l'absence de dispositifs d'accès rendent l'entretien délicat.

Ci-contre: Descente d'eau contre une pile de rive d'un PS d'auto route

En outre, si le **dispositif** présente l'avantage de la discrétion, on notera sa **grande sensibilité aux mouvements du sol** (ce qui est souvent le cas des remblais sous travée de rive).

3.4 - Evacuation le long d'une pile (voir fig 19, point 1)

Une fois réglées les questions d'esthétique, ce qui est loin d'être facile si l'on en juge par la photo de la figure 22, il convient de tenir compte des mouvements relatifs du tablier par rapport à l'appui. La jonction doit comporter un jeu en conséquence. Voir le § 4.1.5.

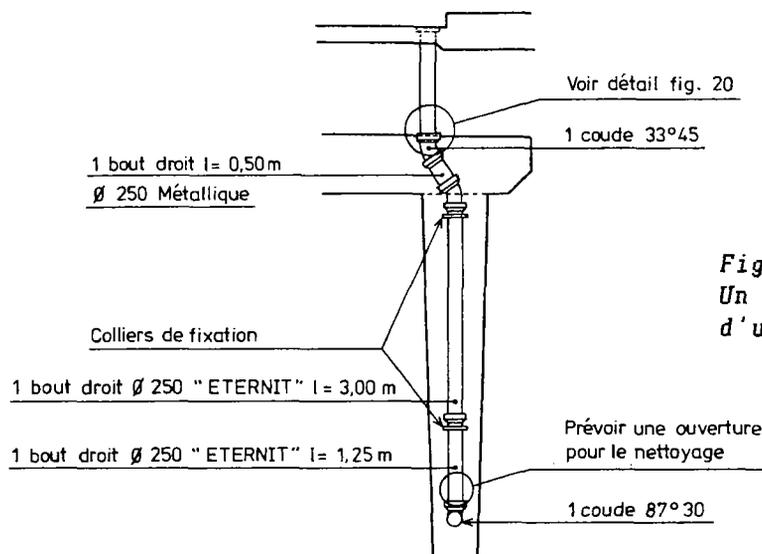


Figure 23
Un exemple de descente le long
d'une pile.

3.5 - Evacuation dans un collecteur

Ce mode d'évacuation qui concerne surtout les ouvrages importants où le volume d'eau à évacuer est notable fait l'objet du chapitre ci-après.

4 - EVACUATION DANS UN COLLECTEUR

4.1 - Dispositions constructives générales du projet

L'objectif est de ramener toutes les eaux venant des avaloirs dans un ouvrage unique d'assainissement qui les conduira à l'extérieur de l'ouvrage vers un bassin de décantation si nécessaire et vers le réseau d'assainissement de l'itinéraire.

4.1.1 - Liaison avec le collecteur

Elle doit être assurée par une entrée à 45°. La dérivation est en général perpendiculaire au collecteur. Figures 24, 25 et 26.

4.1.2 - Pentes longitudinales et courbes

La pente minimale du collecteur doit être supérieure à 1% et, si possible, de l'ordre de 3%.

Figure 23.1 - Exemple de collecte des eaux au droit d'une culée d'ouvrage

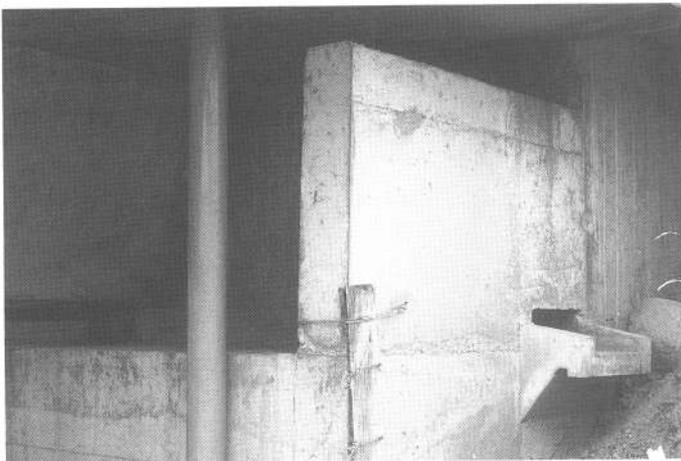
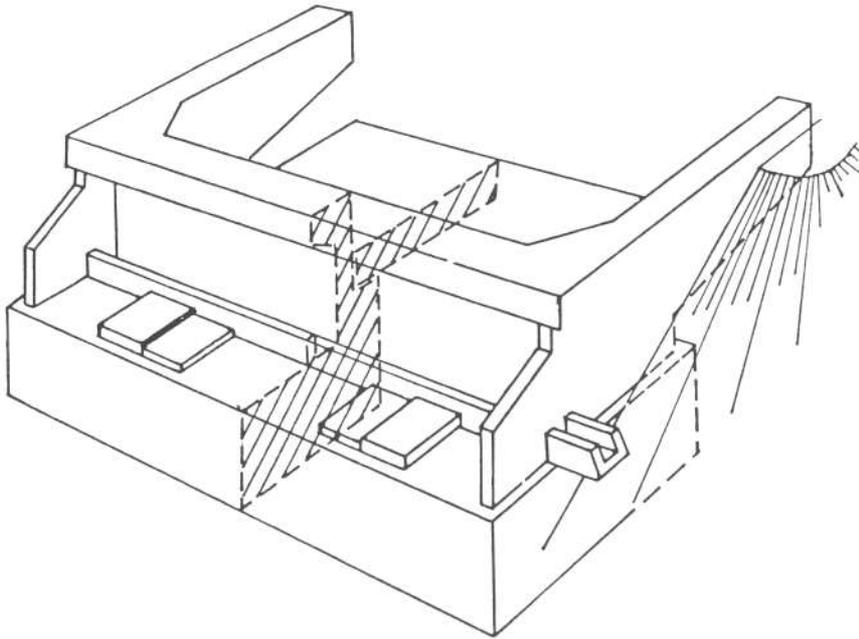


Illustration concrète du schéma ci-dessus

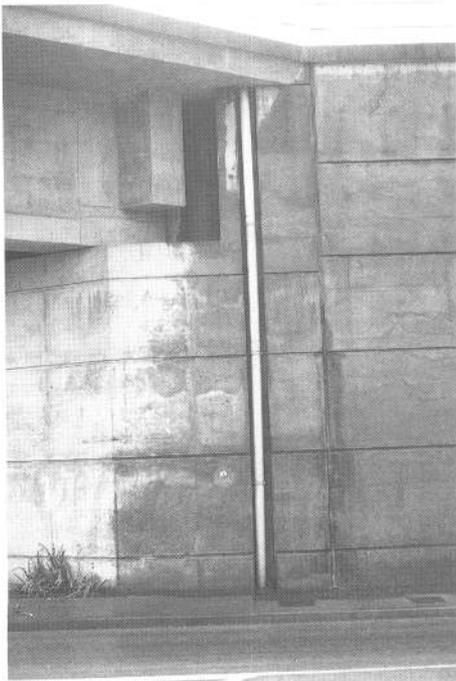


Figure 23.2
Descente d'eau encastrée dans le mur de front de la culée.
Nota: la jonction tuyau/tabletlier ne prend pas, semble-t-il, l'effet de la dilatation. S'inspirer des conseils du § 4.1.5 ci-après.

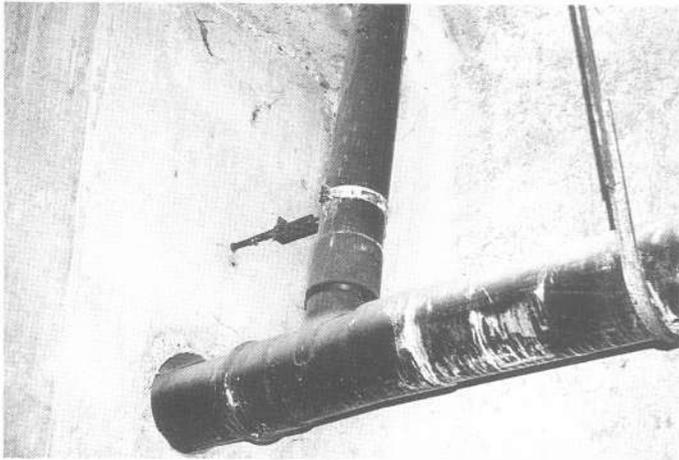


Figure 24
Cette disposition de jonction perpendiculairement au collecteur est peu conseillée, car elle diminue le débit et augmente les risques de colmatage.
Noter aussi la mauvaise tenue à la corrosion des systèmes de fixation.

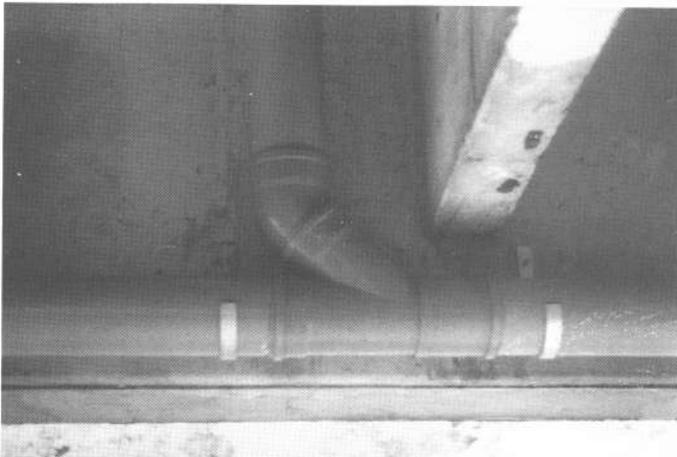


Figure 25
Disposition conseillée de raccordement au collecteur par un piquage à 45°.

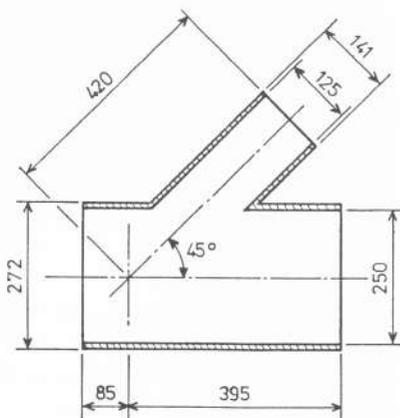


Figure 26
Pièce type de raccordement Ø125 sur Ø250; dessin fait dans le cas d'un branchement Eternit modèle Interliss

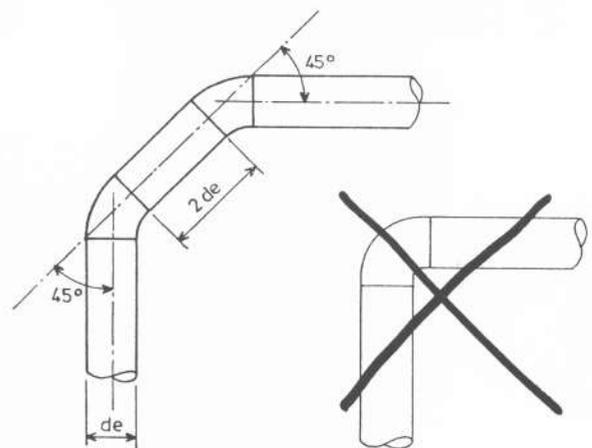


Figure 27
Coudes à 90°
Conseillé

déconseillé

Pour faciliter le passage éventuel d'outils de curage il est conseillé de réaliser des coudes à 90° à l'aide de deux coudes à 45°. Figure 27.

4.1.3 - Implantation du collecteur dans un ouvrage

Cette implantation est fonction du type de structure et de nombreuses solutions sont envisageables; cependant, avant d'arrêter le choix d'une situation, il est souhaitable de s'assurer que les conditions suivantes soient bien remplies:

- accessibilité en toutes circonstances de toutes les parties de la canalisations, mais surtout aux entrées de curage pour faciliter l'entretien ;

- le dispositif et son mode de fixation ne risquent pas de porter préjudice à la structure;

- les éléments peuvent être facilement changés.

Pour l'implantation d'un collecteur on peut distinguer deux cas de figure.

a) Pont dalle ou structure très mince

Le collecteur ne peut être que suspendu en intrados, éventuellement caché par un bardage de corniche, ou celui-ci est constitué par une corniche caniveau (voir chapitre 3).

Dans le premier cas il faudra bien examiner toutes les dispositions à prévoir pour assurer l'entretien du dispositif. Or ceci est souvent délicat compte tenu des difficultés d'accès.

b) Pont à poutre, à poutre caisson ou similaire

Outre les solutions ci-dessus on peut envisager de ramener les eaux des avaloirs dans le caisson ou dans une partie cachée de la structure.

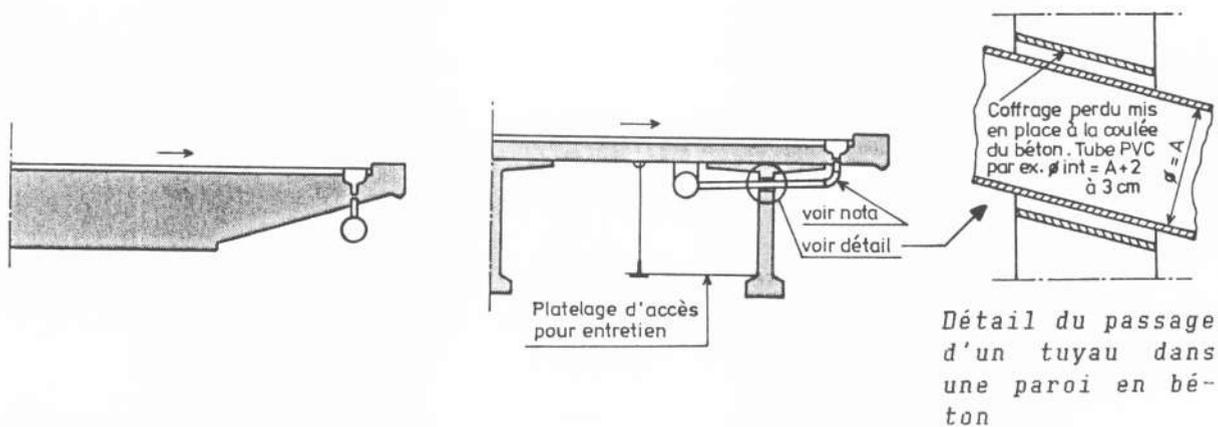
Si le collecteur est dans le plan vertical ou presque des avaloirs ceci ne pose pas de problèmes particuliers (voir figure 25 par ex.). Par contre si les avaloirs sont dans un plan vertical éloigné de la zone d'implantation souhaitée du collecteur, et c'est le cas des ponts à larges encorbellements, cela oblige à un renvoi délicat de conception, peu esthétique et d'entretien difficile. Voir figures 22 et 28.

Par ailleurs cela oblige, parfois, à traverser les âmes ce qui n'est pas toujours souhaitable mécaniquement dans le cas de structures en béton et est interdit pour les structures métalliques.

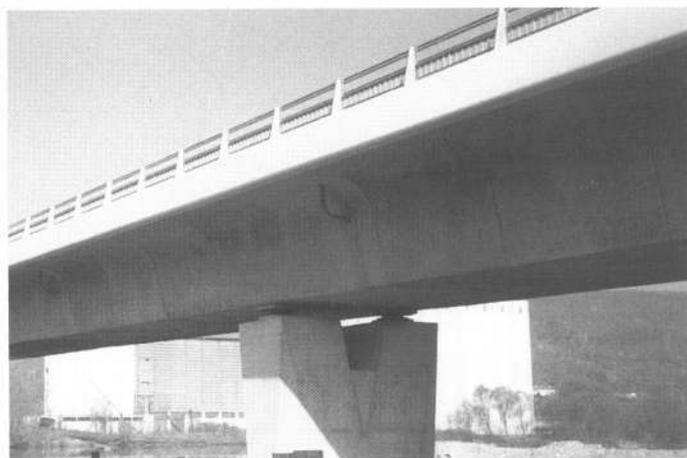
Enfin l'implantation qui consiste à noyer le collecteur dans le béton est fortement déconseillée car elle ne permet pas l'échange éventuel d'un élément de conduite détériorée. D'autre part le matériau est soumis à de nombreuses contraintes aussi bien lors de la mise en oeuvre : poussée du béton, chocs de vibrateurs, poussée d'Archimède, obstruction accidentelle par du béton etc. qu'en service : retrait/fluage du béton, dilatation différentielle entre le béton et le collecteur, etc.

Or la réparation ou même l'entretien de ces conduites peut s'avérer quasiment impossible.

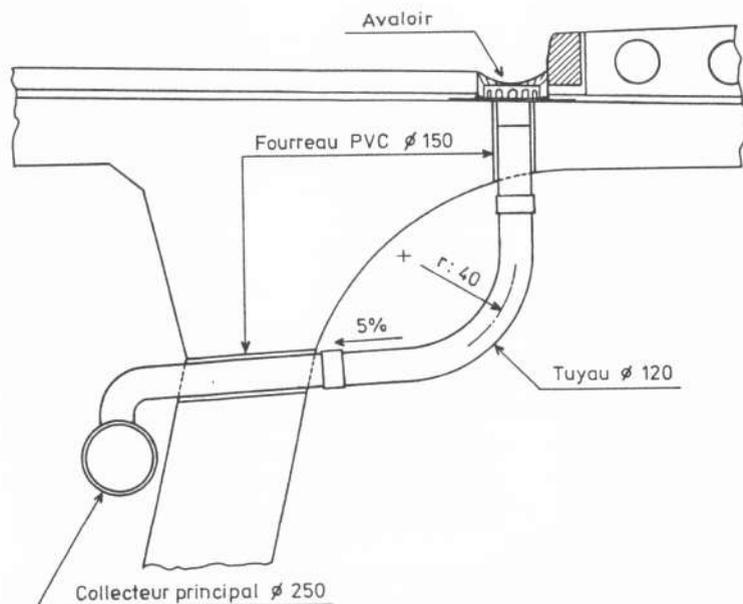
Figure 28 - Implantations possibles du collecteur dans un ouvrage



Nota : coude de la figure 27. Risque de détérioration par nettoyage par le haut à la barre à mine (outil à interdire dans ce contexte)



Un exemple de jonction avaloir/collecteur dans un pont caisson à large encorbellement latéral



4.1.4 - Fixation dans la structure

Les tuyaux et les collecteurs seront fixés par des colliers conformes aux normes NF P 37.414, 415 et 416.

La fixation dans la structure se fera de préférence à l'aide de rail d'ancrage ou de douille d'ancrage mis en oeuvre à la coulée du béton. L'intérêt de ce mode de fixation est de permettre un démontage donc un changement aisé des éléments. Voir figure 29.

Dans le cas d'emploi de rail d'ancrage on s'efforcera d'orienter le rail de telle sorte que sa présence n'affaiblisse pas systématiquement la structure. Le sens perpendiculaire à l'axe de l'ouvrage est ainsi souhaitable à l'intrados d'un encorbellement.

La fixation par chevilles à expansion (chevilles autoforeuses ou non) est fortement déconseillée car il y a risque de corrosion, de glissement dans le trou ou de blessures de câbles de précontrainte. Sur les inconvénients de ce mode d'ancrage voir le dossier pilote GC.77, notice 2.1 § 8.3.3.

Les distances entre les fixations sont de l'ordre de 1 m pour les canalisations d'allure horizontale et inférieures à 2 m pour les installations verticales. L'attache doit envelopper tout le tuyau afin de bien répartir la charge du tuyau plein.

Par ailleurs, pour faciliter la visite de l'ouvrage et l'entretien de la canalisation, il est conseillé de ménager une distance à la paroi équivalente à un diamètre.

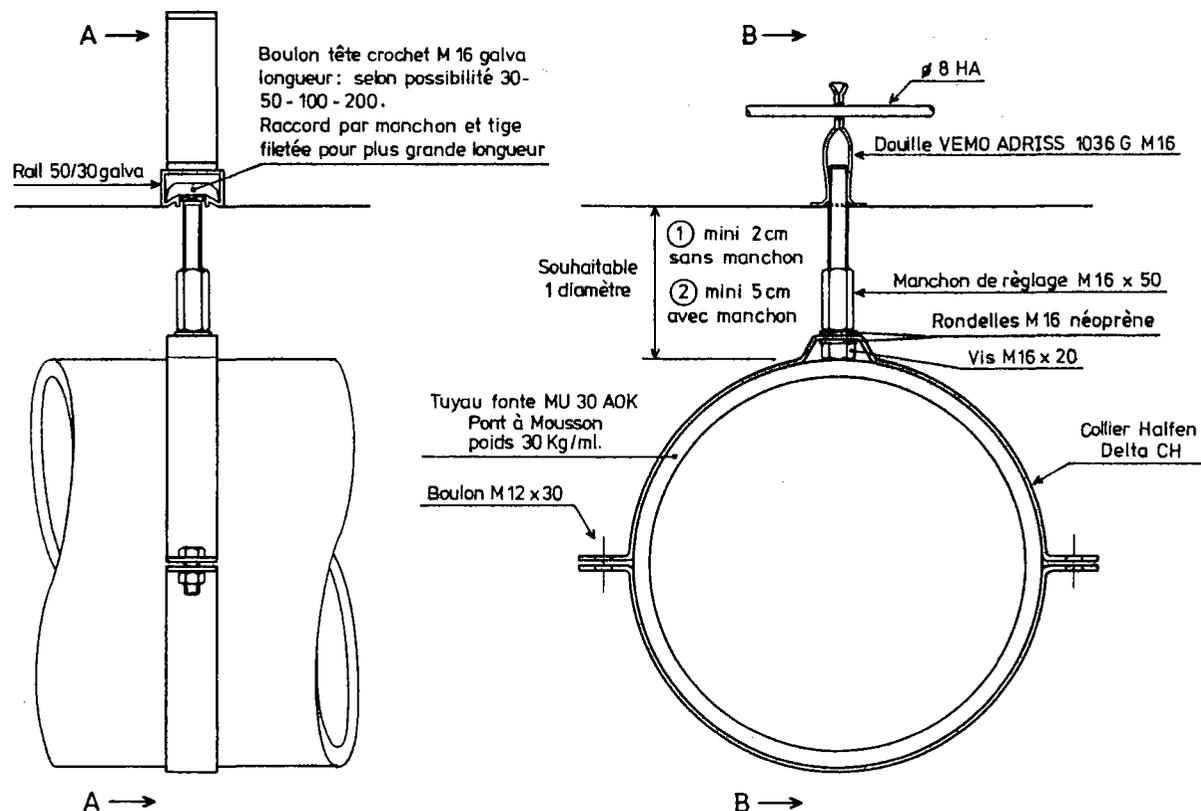


Figure 29

Schéma type d'une fixation d'un tuyau dans une structure.

A gauche, vue suivant BB, avec une fixation par rail d'ancrage;

A droite, vue suivant AA, avec une fixation par douille.

L'ensemble doit être conçu pour résister à d'éventuelles vibrations; en particulier celles résultant du passage des charges sur l'ouvrage. Dans ce but on prévoira une butée longitudinale en extrémité du collecteur.

Enfin toutes les parties en acier doivent être protégées contre la corrosion par galvanisation à chaud (cf Norme NF A 91.121).

Sur les structures métalliques les berceaux supports de conduite seront soudés sur la structure dans les mêmes conditions que les autres parties majeures de l'ouvrage (soudeur agréé, conditions de soudures conformes, etc.). Si ces conditions ne peuvent être réunies (pont ancien, personnel compétent non disponible,...) il est déconseillé formellement de souder et la fixation se fera alors par des vis dans des trous taraudés ou par des brides fixées aux éléments de la structure.

Hors ouvrage, si le collecteur est enterré, ceci sera fait conformément au F 70 du CCTG (canalisations d'assainissement et ouvrages annexes).

4.1.5 - Dispositions particulières au passage ouvrage/appui (piles ou culées)

Compte tenu des divers mouvements: dilatation/contraction, retrait/fluage, rotation, tassement, etc. la jonction entre le collecteur sur ouvrage et celui sur appui doit comporter des degrés de liberté correspondant aux mouvements.

Les solutions peuvent consister en un manchon en élastomère (figure 31), fixé à chaque extrémités du collecteur, en un tuyau se déversant dans un entonnoir (voir figure 30) ou dans un bassin, etc.

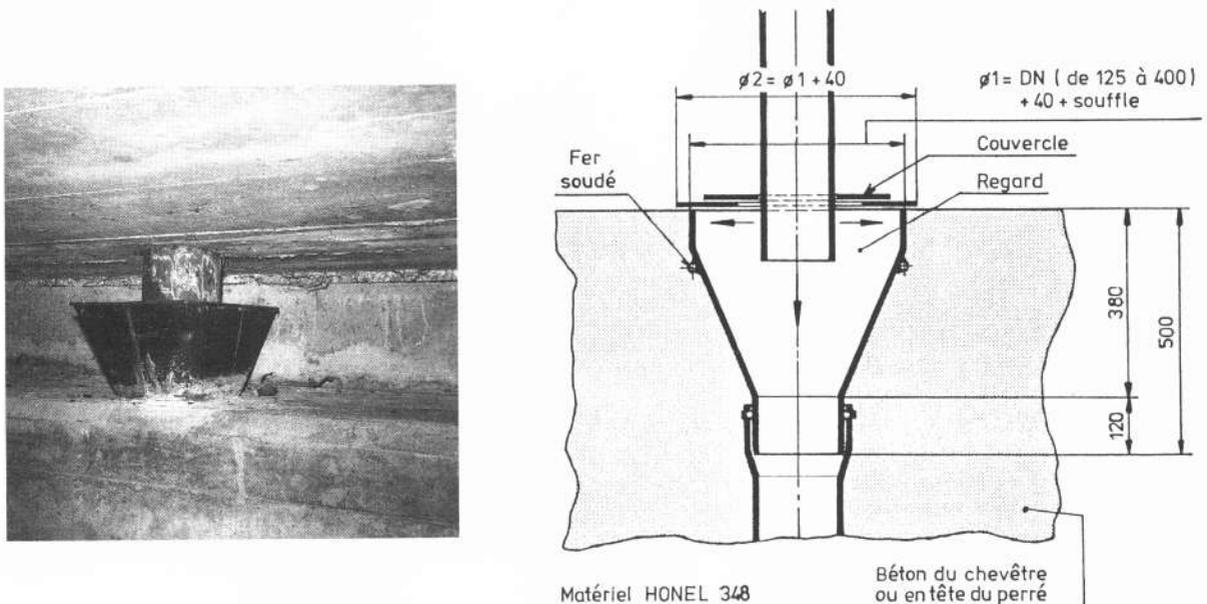


Figure 30 - liaison collecteur/appui par un dispositif à entonnoir

4.1.6 - Entretien

Les avaloirs sur pont ne recueillent pas uniquement les eaux de ruissellement et ces eaux sont souvent "chargées" en sable, feuilles mortes, débris divers, etc. qui peuvent provoquer le colmatage des tuyauteries avec toutes les conséquences qui en découlent.

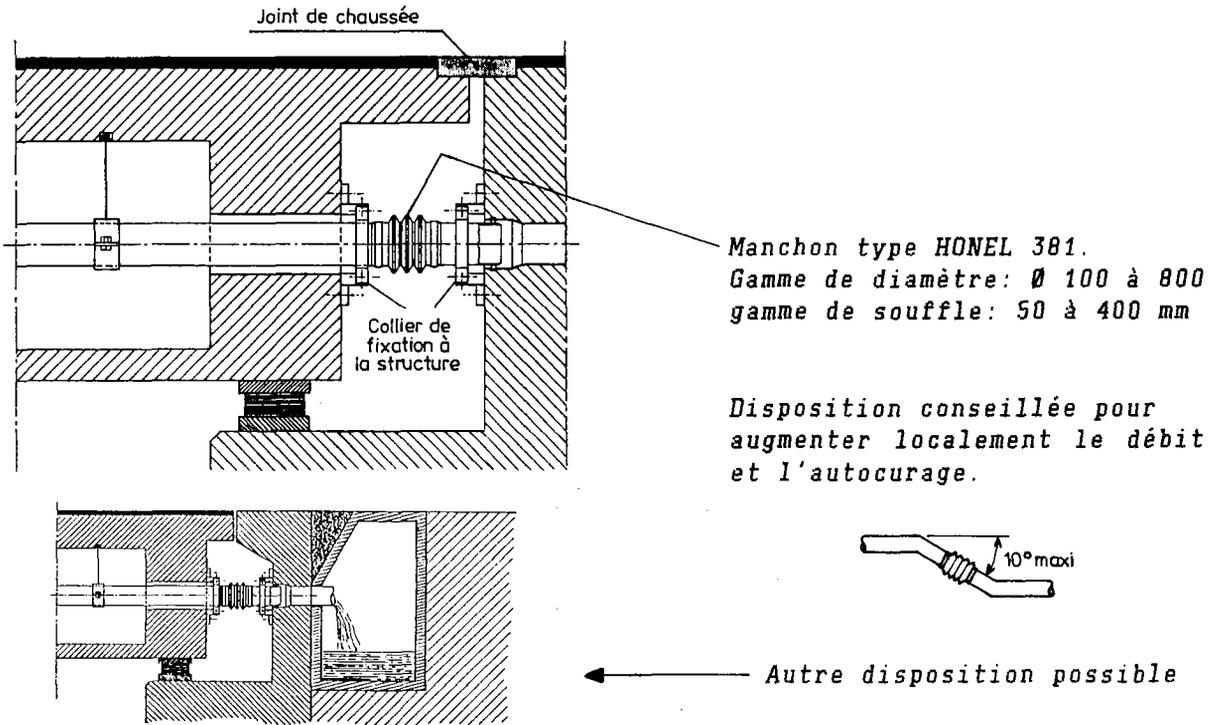


Figure 31 - Manchon de dilatation

Ceci sera surtout le cas quand le débit sera insuffisant pour assurer un autocurage: pente faible, tracé tortueux, diamètre trop petit... L'une des opérations d'entretien va donc consister à supprimer le colmatage et, pour cela, il faut pouvoir accéder à l'intérieur des tuyaux pour introduire des "furets" (et non des barres à mines, outil trop souvent utilisé par le personnel, et dont les conséquences sur les dispositifs sont parfois catastrophiques, voir figure 34).

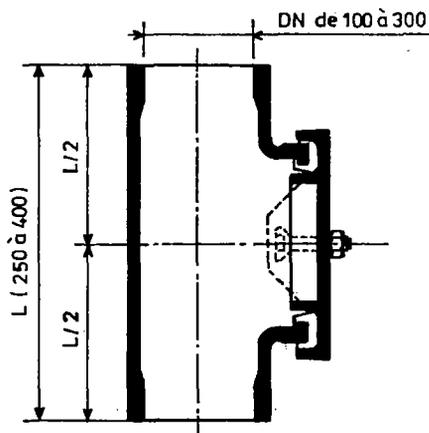


Figure 32
Té avec trappe de visite hermétique pouvant se placer sur un tuyau (modèles MU10ROA à MU30ROA de Pont-à-Mousson)

Ces accès (figure 32) sont donc primordiaux pour le service d'entretien et ils doivent être situés à intervalles réguliers et dans les zones à risques.

4.2 - Les matériaux constitutifs des tuyaux de descente (et des collecteurs)

4.2.1 - Généralités

Dans le domaine du bâtiment il est fait appel à de nombreux matériaux pour constituer ces tuyaux d'évacuation. Le contexte particulier du bâtiment (esthétique, monument historique, etc.) explique cette diversité.

C'est ainsi que l'on trouve: le cuivre, l'alliage d'aluminium, la tôle d'acier galvanisé, l'acier inoxydable, le plomb, le zinc, le fibre ciment, la fonte et les plastiques (PVC, PHED, Polyester armé de fibres de verre,...).

Pour une utilisation sur pont nous déconseillons:

- le cuivre pour son prix qui, en outre, peut inciter à du vandalisme et pour le risque de corrosion galvanique,

- l'alliage d'aluminium pour les risques de corrosion galvanique en présence d'eau salée, avec l'acier ou les parties de la structure en acier,

- la tôle d'acier galvanisé: la vitesse de corrosion de la couche de protection risque d'être importante en raison de l'eau salée chargée en sable.

- l'acier inoxydable dont le coût est certes élevé mais qui présente cependant une excellente tenue à la corrosion,

- le plomb, lourd et cher, dont l'utilisation est surtout réservée aux monuments.

Il reste donc le zinc, le fibre ciment, la fonte et les plastiques; chacun de ces produits a ses avantages et ses inconvénients que nous avons présentés dans un tableau comparatif et résumé.

4.2.2 - Commentaires complémentaires à ce tableau

4.2.2.1 - Le zinc

C'est un matériau intéressant pour les petits diamètres dans les zones non accessibles au public, peu accessibles aux outils de curage et si le changement est facile.

Les normes décrivent bien le produit et son mode de mise en oeuvre aussi il convient de les respecter.

4.2.2.2 - Le fibre ciment

Ce matériau est intéressant par ses possibilités et par la gamme des produits proposés.

Si la pose est facile elle nécessite de tenir compte d'une certaine fragilité du matériau; en outre il est nécessaire de ménager un joint de 5 mm entre deux tuyaux consécutifs pour reprendre tous les mouvements de la structure (tassement, flèche,...).

La conception des emboîtements doit en tenir compte (voir figure 33).

4.2.2.3 - La fonte

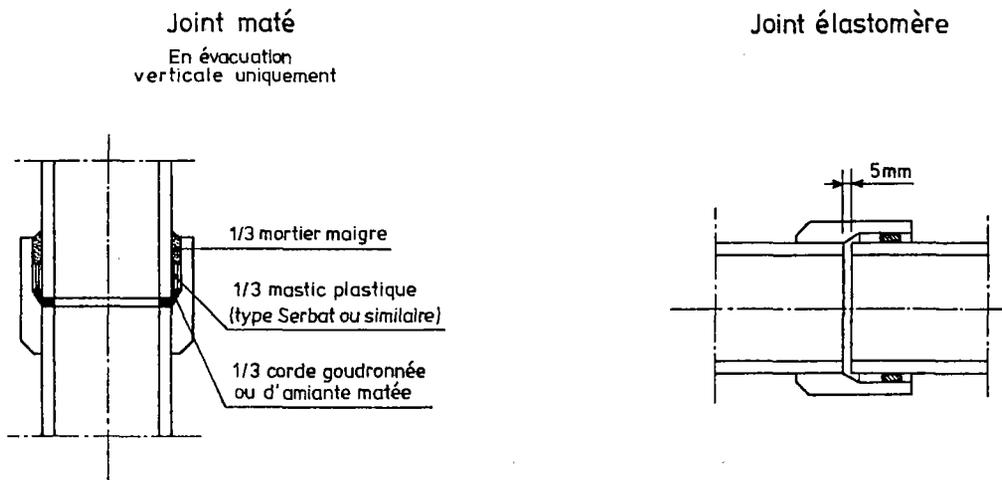
C'est le matériau le plus intéressant par sa variété des produits, ses possibilités esthétiques, sa tenue à la corrosion, sa résistance aux chocs et sa facilité de mise en oeuvre.

Son principal handicap est son poids qui reste, malgré tout, acceptable.

TABLEAU COMPARATIF DES MATERIAUX POUR LE TRANSPORT DES EAUX PLUVIALES

LE PRODUIT	NORME	GAMME DES PRODUITS EN DIAMETRE	COEFFICIENT DE DILATATION	DENSITE ET POIDS EN KG AU M/L	POSSIBILITE DE COLORATION	MISE EN OEUVRE	TENUE A LA CORROSION	RESISTANCE AUX CHOCS
ZINC allié au cuivre titane voir § 4.2.2.1	NF P 36.403 A 55.201 et A 55.211	Soudés: cylindriques jusqu'à Ø 160 Agrafés: cylindriques: Ø 100 carrés jusqu'à 100 [sur demande]	2,2 . 10 ⁻⁵	d = 7,18 Ø 160: 3 100: 2,4	Oui, existe en prépa- né gris/ar- doise. Zinc préla- qué de dif- férentes couleurs	Facile car le maté- riau est léger et se prête bien à toutes les formes contournées parfois nécessaire. Les parois lisses diminuent les ris- ques d'engorgement	Satisfaisante. Possibilité d'attaque par des acides du bitume en présence d'humidité et sous l'action des UV Le risque n'existe pas pour le zinc prélaqué	moyenne
FIBRE CIMENT voir § 4.2.2.2	NF P 16.302 [éventuel- lement P 16.304] tuyau sous pression: P 41.302	Il existe deux types de tuyaux: - à emboîtement Ø 100 à Ø 300 - à bout lisse Ø 100 à Ø 1200	1. 10 ⁻⁵	d = 2 Ø 200: 12,5	Oui mais reste en principe ré- servée aux produits plans. Technique délicate qui ne peut être faite qu'en usine	Nécessite un certain nombre de précautions (voir DTU 60.1)	Bonne vis-à-vis des produits véhiculés par les eaux pluviales et provenant de la circula- tion routière. Résiste aux agents chimi- ques courants de pH com- pris entre 5,5 et 12,5 Dans certains cas la tenue à l'abrasion n'a pas donné satisfaction	Moyenne à faible. C'est un matériau d'une fragilité relative.
FONTE D'ACIER voir § 4.2.2.3	NF A 48.720 pour les tuyaux et les accessoires marque NF	Ø 50 à Ø 400	1,1 . 10 ⁻⁵	d = 7,1 Ø 200: 17,4	Oui. Revêtement coloré systéma- tique, large gamme disponible	Sans problèmes particuliers. La mise en oeuvre est très bien codifiée [voir les manuels des Sociétés et DTU 60.1 et 60.2]	Excellente A condition d'utiliser un revêtement extérieur et un classement anti- acide	Bonne
PLASTIQUE (PVC) voir § 4.2.2.4	NF P 16.351 et P 16.352 ainsi que T 54.002 à 54.005 DTU 60.32 et 60.33	Ø 50 à Ø 250 parfois jusqu'à 500 avec certains produits	7 . 10 ⁻⁵	d = 1,5 (0,8 pour les tubes cellulai- res) Ø 160: 2,7	Non une couleur: le gris	Très facile avec de nombreuses solu- tions techniques permises par le ma- tériau; en particu- lier pour le colla- ge ou la jonction de raccord. Les parois lisses diminuent les ris- ques d'engorgement	Bonne tenue aux produits chimiques tels que essen- ce, sels de deverglaçage, etc. si les concentrations sont faibles. Les produits posés en extérieur doivent être aptes à résister aux UV [marque EP sur le tube]	Moyenne, surtout par basses températures. Tenue au feu: classe M ₁

Figure 33 - Emboîtement des tuyaux en fibreciment



Dans le cas de tuyaux à emboîtement, l'emboîture doit toujours être tournée vers le haut, il est conseillé de laisser un jeu de 5mm entre chaque tuyau. Chaque tuyau est fixé par un collier placé à 50mm au dessous de l'emboîture ou de son extrémité. Il ne faut jamais bloquer un tuyau à ses deux extrémités.

4.2.2.4 - Le plastique (le PVC)

Ce matériau est très intéressant par sa variété des produits, sa légèreté et sa facilité de montage.

Par contre son **coefficient de dilatation, près de 7 fois celui du béton**, nécessite de prendre des dispositions adéquates qui, si elles sont omises, peuvent entraîner des désordres graves (ce qui a été observé). Ainsi il faut prévoir:

a) pour les canalisations verticales:

- un manchon de dilatation pour 5 m de hauteur de chute,
- des colliers spéciaux.

b) pour les collecteurs horizontaux:

- un calage du joint en fonction de la température à la pose et du retrait prévisible de la structure,
- des manchons de dilatation spéciaux sur les tuyaux.

Ces exigences ajoutées à une certaine fragilité (figure 34) et à une tenue aux produits chimiques variable (en particulier les hydrocarbures et les solvants) font que ce matériau doit être réservé à des réseaux de faible longueur. Dans les zones sensibles: captage des eaux par exemple, d'autres produits doivent être préférés.

Les autres plastiques, tels que le polyester armé de fibres de verre ou le polyéthylène haute densité restent, pour le moment, peu utili-

sés. Leur qualité de tenue à la corrosion (le polyester a fait ses preuves en construction nautique, à condition de recevoir un vernis de protection) et de facilité de montage devraient cependant aider à leur développement.

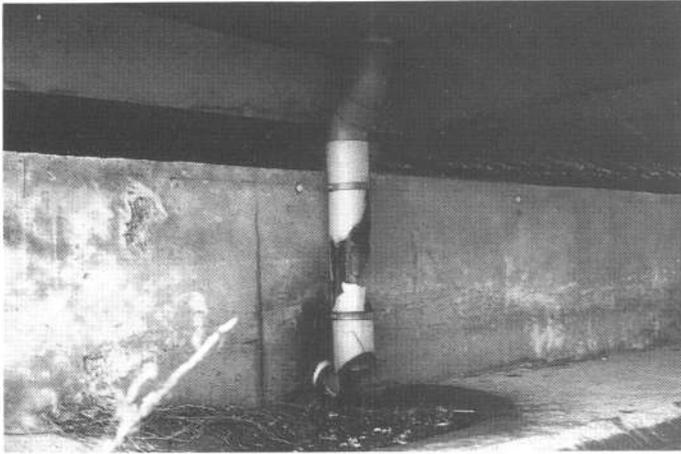


Figure 34
Un exemple de mauvaise tenue à l'abrasion d'un tuyau en PVC (ou la conséquence de chocs par des outils de nettoyage?).

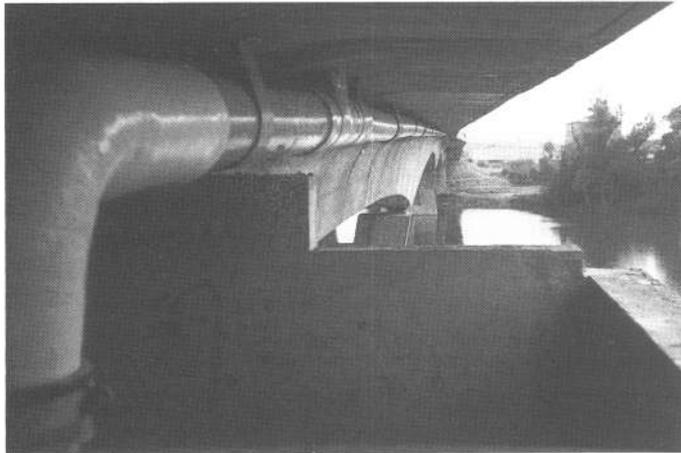
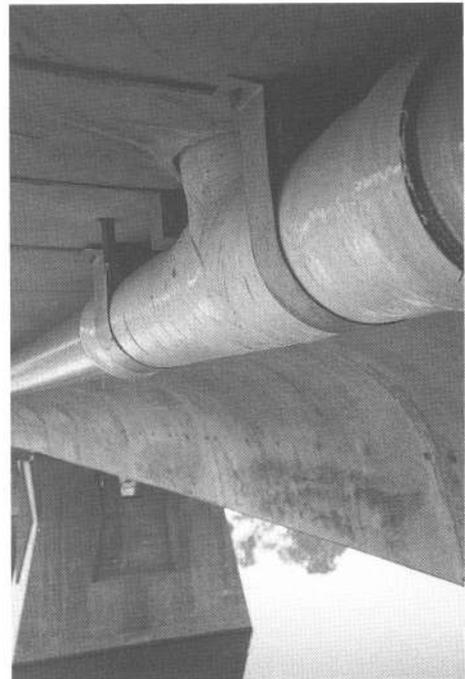


Figure 35
Conduite d'évacuation en polyester.
A noter un coude et un piquage non conformes aux conseils donnés aux § 4.1.1 et 4.1.2.



CHAPITRE 3 LA CORNICHE CANIVEAU

1 - FONCTION ET PRESENTATION

Les eaux pluviales sont recueillies dans les fils d'eau pour être évacuées, ensuite, par des avaloirs.

Le raccordement de ces avaloirs à un collecteur quand il s'agit d'un pont à larges encorbellements, plus ou moins déversé, peut être inadmissible esthétiquement et très difficile à réaliser techniquement.

De là, l'idée d'augmenter la capacité du fil d'eau en créant un nouveau fil d'eau intégré à la corniche ; cette dernière va ainsi fonctionner comme un cheneau. Voir figure 1.



Figure 1
Vue de l'ensemble en place

Il est à noter que ce cheneau peut également servir à des passages de réseaux ; cette utilisation convient particulièrement pour les ouvrages unidirectionnels où, pour des raisons de symétrie, une corniche est prévue en point haut du profil en travers comme en point bas.

La présence d'une corniche caniveau va aussi avoir un autre aspect favorable en récupérant une grande partie des menus objets venant de la chaussée et projetés hors du pont.

2 - CARACTERISTIQUES ET CRITERES D'EMPLOI DES DIFFERENTS MATERIAUX

Avant-propos : certains renseignements relatifs au matériau du cheneau sont transposables au cas de corniche seule et cela constitue de ce fait un complément à la pièce 5 "corniches" du dossier GC77.

2.1 - Le béton armé

Les premières corniches caniveau ont été réalisées en béton armé préfabriqué.

Maintenant, elles sont soit coulées en place, soit préfabriquées, avec divers systèmes de liaison entre les parties préfabriquées et la partie coulée en place.

Les figures 2 et 3 donnent un exemple de chacune des deux solutions, étant entendu que ces schémas ne sont donnés qu'à titre de simple illustration et ne constituent donc pas des solutions types.

Les critères de choix et les dispositions constructives particulières sont les suivants :

- a) la solution en coulage en place par tronçons de 5 à 10 m nécessite un coffrage suspendu qui donne des cadences de chantier modestes.

Compte tenu de la forme de ces corniches, assez compliquée à coffrer, et la longueur importante des ouvrages où elles sont implantées, c'est la solution de la préfabrication qui est la plus usitée et la plus performante.

- b) Il est absolument indispensable de veiller à la bonne mise en place des armatures, surtout quand il s'agit d'éléments préfabriqués qui sont en général sous-traités à une usine de préfabrication. De plus, on prévoira systématiquement deux nappes d'armatures transversales (par rapport à l'axe longitudinal de l'ouvrage) ; cette règle, classique pour les parois minces, assure d'avoir à sa place la nappe utile. On évitera ainsi les ruptures brutales, au cours des travaux ou des opérations d'entretien, avec les conséquences dramatiques pour le personnel.
- c) Ces éléments de corniche sont prévus pour recevoir de l'eau de salage et sont situés dans un environnement particulièrement agressif qui nécessite de respecter les prescriptions du BAEL sur l'enrobage des armatures.

Mais ceci risquerait de conduire à des éléments particulièrement lourds, aussi nous proposerions de systématiser l'usage d'armatures galvanisées dans ce contexte, avec un enrobage de 2,5 cm.

- d) Il est conseillé de conserver un moule pour le service gestionnaire quand il aura à refaire un ou plusieurs éléments de corniche suite à un accident (heurt par un véhicule hors gabarit, chute d'objet lourd, enfoncement de dispositif de retenue, ...).

2.2 - L'acier

La corniche caniveau comprend alors les éléments suivants (voir figure 4) :

- a) un dispositif d'ancrage dans la structure par douilles d'ancrage, rail d'ancrage, pièces soudées dans le cas de structure en acier, etc.

Figure 2 - Exemple de réalisation de corniche caniveau en béton armé, coulé en place

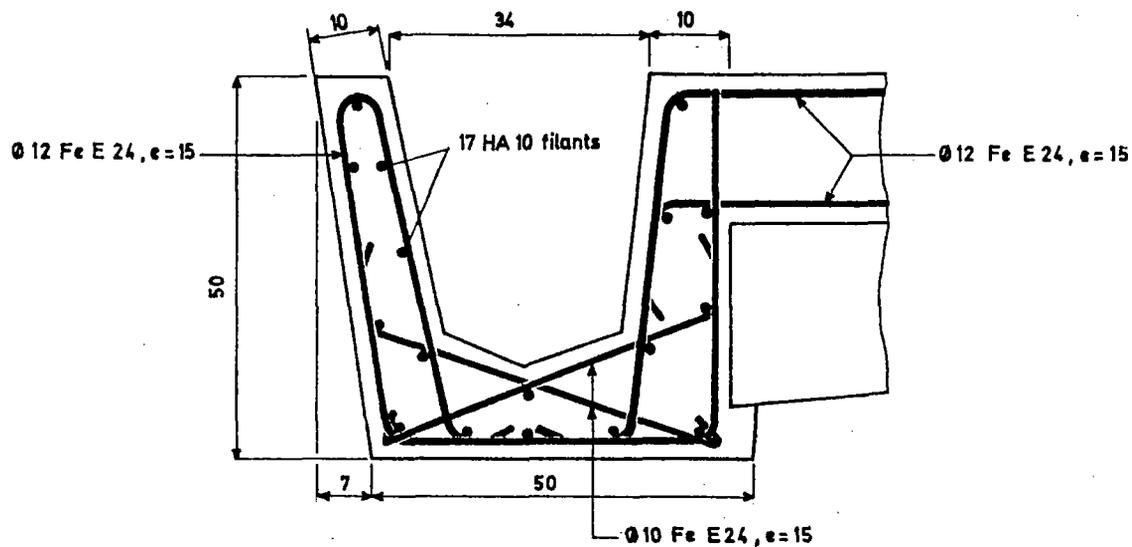
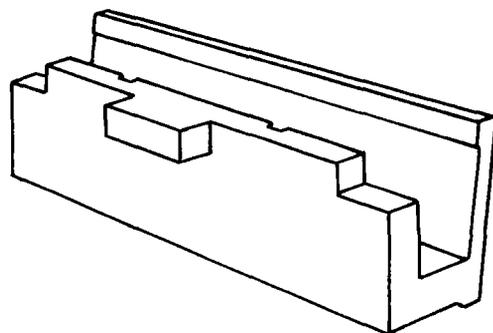
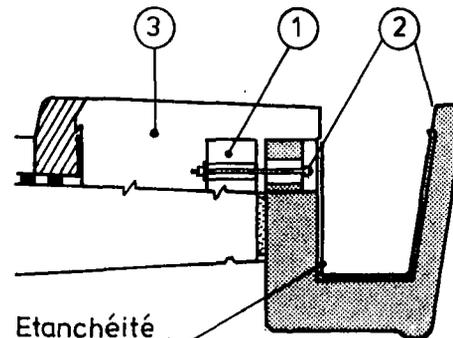
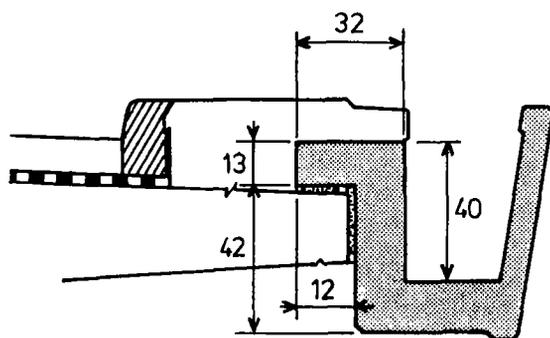


Figure 3 - Exemple de réalisation de corniche caniveau en béton armé, préfabriqué.

Principe de la disposition adoptée par Scetauroute, agence Sud-est.



Perspective sommaire

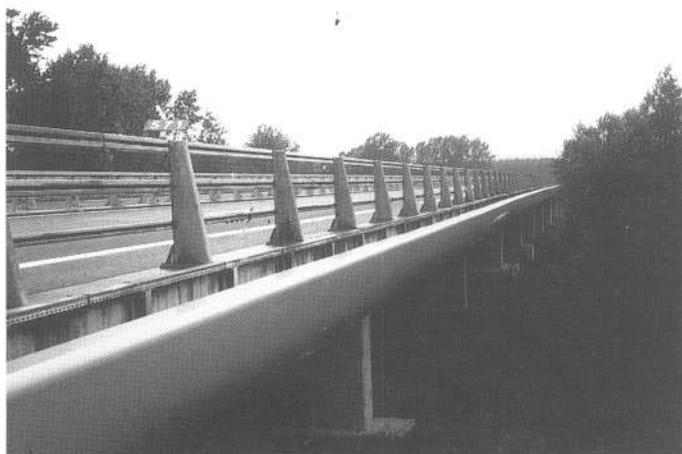


cotes en cm

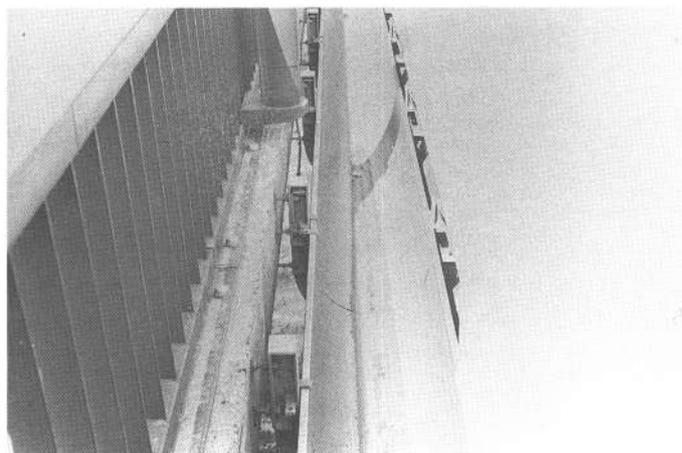
- Cinématique de pose :
- ① - exécution des plots 15 x 15 x 15 sur le tablier
 - ② - accrochage des éléments préfabriqués au moyen des tiges filetées Ø16 et calage
 - ③ - exécution de la longrine coulée en place



b) *Détail du passage de l'eau du fil d'eau vers le cheneau.*



c) *Vue générale*



d) *Autre ouvrage équipé du même modèle de corniche caniveau métallique.*

Les premières réalisations de ces corniches caniveau ont été faites en les fixant sur le flanc vertical de la dalle de l'ouvrage et l'habitude a été prise de continuer ainsi. Cette disposition nous semble critiquable pour deux raisons au moins:

- la corniche ne joue plus son rôle de protection du parement et ceci devrait conduire à modifier la corniche sur ce point pour tenir compte des conseils du § 4.5 de ce chapitre.
- le mode de sollicitation des fixations n'est pas mécaniquement satisfaisant. En outre, cette position rend le montage particulièrement "acrobatique".

- b) des berceaux comportant des réglages en altitude et en alignement,
- c) une tôle en acier inoxydable formant le cheneau, appuyée sur les berceaux,
- d) un bardage décoratif constituant la corniche elle-même.

L'intérêt de cette solution est sa légèreté qui représente un gain important de poids dans le cas des grandes portées. La facilité de montage d'éléments standards préparés en atelier constitue aussi un élément attractif ; cette standardisation facilite, ultérieurement, la réparation en service.

Outre les dispositions constructives traitées au § 4 ci-après, les précautions suivantes doivent être prises :

- le cheneau est en acier inoxydable Z6 CN 18.09 ou 18.10. L'agressivité des eaux transportées (sels de déverglaçage entre autre) et l'usure par abrasion rendrait très vite inefficace une quelconque protection (par galvanisation, par peinture, ...) d'un acier doux . Il n'est pas impossible d'observer, exceptionnellement, une corrosion par piqûre sur ces nuances, mais le coût (1,5 fois le 18.10) des aciers au molybdène, plus performant en tenue à la corrosion, est à mettre en balance avec le risque (mineur, en particulier grâce à l'évacuation rapide des produits corrosifs) et les conséquences du passage de quelques gouttes d'eau à long terme.

- pour les mêmes raisons d'environnement, la protection contre la corrosion de toute la charpente en acier sera assurée par la galvanisation au zinc au trempé (NF A 91.121) ;

- éviter la formation d'un couple galvanique entre éléments de la corniche de métal de nature différente. Pour cela, on interpose une feuille d'élastomère (ou similaire) entre le berceau et la tôle du cheneau en la fixant sur l'un des éléments (ou entre le berceau et le bardage quand celui-ci est en alliage d'aluminium). Voir le détail d'une fixation sur la figure 5.

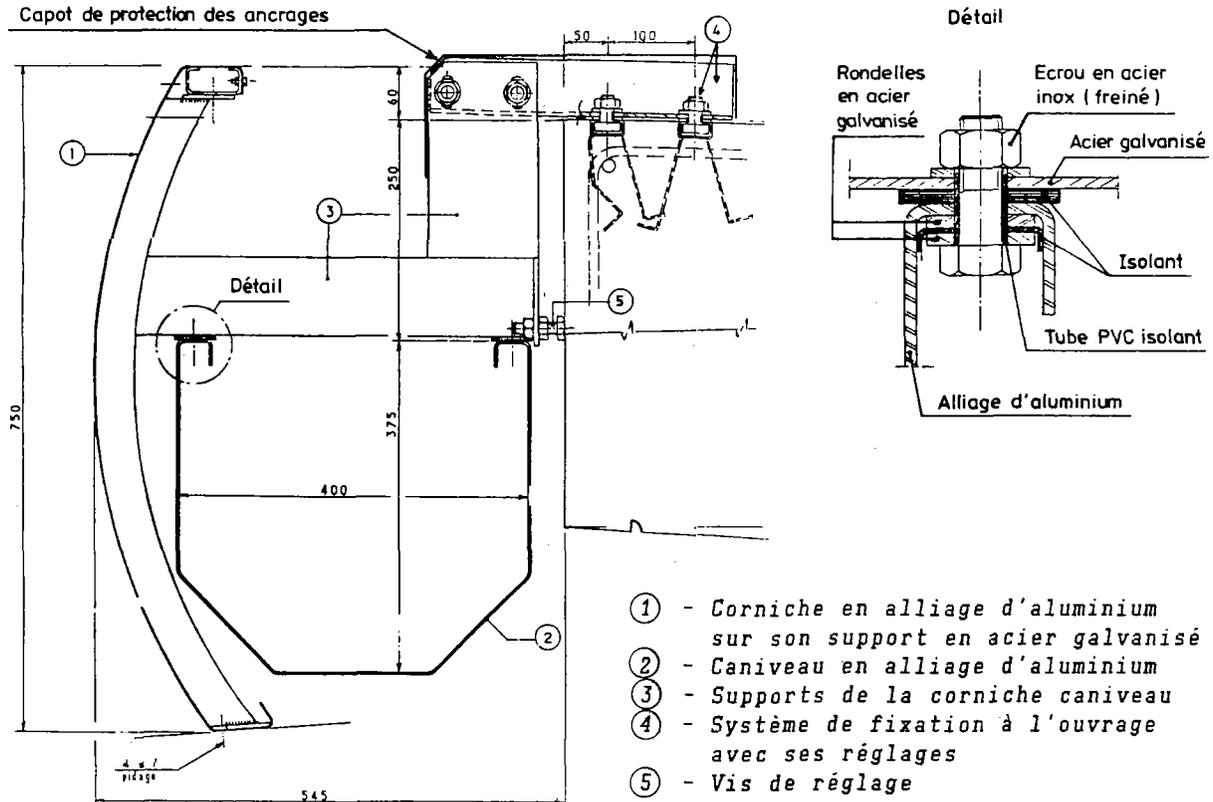
2.3 - L'alliage d'aluminium

A la date de rédaction de ce document quelques réalisations de cheneau en alliage d'aluminium ont été faites. Le recul est encore insuffisant pour que l'on puisse en tirer des enseignements. On peut cependant noter l'importance des points suivants. Il faut:

- a) éviter la formation d'un couple galvanique comme pour le cas de l'acier; voir le dernier alinéa du § 2.2 ci-dessus et les dispositions au niveau des fixations décrites sur la figure 5.
- b) prendre des précautions contre l'apparition de certains phénomènes de corrosion en présence d'eau ayant passé sur du plomb (entrée d'eau, déversoir, étanchéité, ...)
- c) recourir à l'emploi d'alliage d'aluminium ayant une bonne tenue à la corrosion en milieu salin: le 5083 ou le 5086 paraissent satisfaisant sur ce point.

Enfin, le coût en reste élevé mais concurrentiel avec l'acier inoxydable.

Figure 5 : exemple de corniche caniveau en alliage d'aluminium
Dispositif proposé par la société SACO TP
Noter le principe de la fixation sur la partie horizontale de la corniche,
bien meilleur mécaniquement, et le capot de protection au dessus des
ancrages et du flanc vertical de la dalle



2.4 - Le GRC - le Polyester ...

Pour le moment, les réalisations se limitent à un ou deux cas (en GRC) et il convient de suivre leur comportement.

A priori, le GRC (Glass Reinforced Concrete ou mortier armé de fibres de verre) serait à prohiber dans une utilisation dans ce contexte en raison :

- de la nature fragile du matériau. Les fabricants eux-mêmes déconseillent son emploi en élément pouvant être soumis à des actions ou à des sollicitations comme du personnel circulant dans le cheneau. Dans de tels cas, dans le bâtiment, les bureaux de contrôle exigent un ferrailage.

- de la difficulté de réparation des épaufrures, en particulier lors des manutentions de montage,

- de sa pérennité au niveau de la fibre, surtout en présence d'humidité : de par les différences de pH, la fibre de verre serait attaquée par le ciment. Certes les fibres subissent un traitement devant retarder cette attaque, mais quelle est son efficacité et sa durée réelles?

- des difficultés de mise en place des inserts permettant la fixation à la structure et le réglage correct de la corniche.

3. - DIMENSIONNEMENT MECANIQUE

Nota : la détermination de la section est en partie II du présent document.

Il est conseillé de prendre en compte les actions suivantes (valeurs de service et non valeurs ultimes) :

a) la plus défavorable des deux charges d'exploitation ainsi définies :

- la corniche pleine d'eau chargée de boue ou de saletés (on pourra prendre une densité égale à 1,5) ou, éventuellement, de neige tassée,

- 150 kg au mètre linéaire, ce qui correspond à deux ouvriers occupés à réaliser l'étanchéité ou à nettoyer cette corniche (voir fig 6).

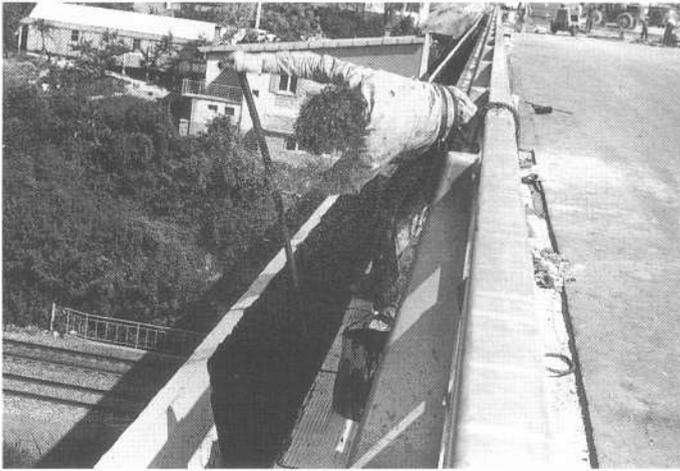


Figure 6

Le dimensionnement de la corniche caniveau doit tenir compte de la présence d'ouvriers chargés de la mise en oeuvre et de l'entretien

b) le poids propre de la corniche.

Nota: Pour le dimensionnement des fixations, on n'omettra pas de tenir compte des actions sur le bardage de la corniche (par ex le vent).

4. - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PARTICULIERES

4.1 - Jonction fil d'eau - corniche caniveau

Le transfert de l'eau du fil d'eau vers le cheneau va se faire par des passages au travers du trottoir ou de la longrine d'ancrage de la barrière.

Deux dispositions sont envisageables :

- le canal ouvert en U (figures 4 b et 7),

- le tube que l'on peut assimiler à un avaloir horizontal. Les dimensions de ce tube devra permettre d'éviter le colmatage et faciliter l'entretien, un diamètre $\varnothing 150$ ou 150×150 paraît un minimum.

Dans les deux cas, on veillera à prévoir les dispositions évitant un risque de contournement de l'étanchéité : relevé dans une engravure jusque dans le canal, prise en sandwich de la collerette de l'avaloir.

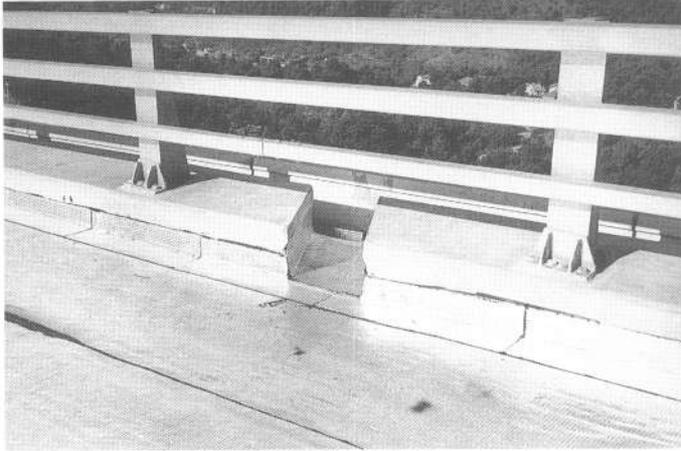
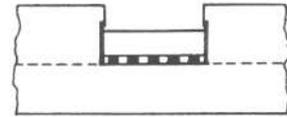


Figure 7
Passage d'eau vers la corniche
caniveau en U.



Si cela est nécessaire, l'évacuation sera prolongée par un tube ou un U de telle sorte que l'eau tombe bien dans la corniche.

4.2 - Evacuation de l'eau de la corniche

Elle peut se faire soit en extrémité après le passage du joint (voir § 4.3 ci-après) soit en intermédiaire par une prise (voir fig 8).

L'intérêt de la corniche caniveau est de permettre un grand débit d'évacuation, donc de limiter les canalisations internes au caisson et les renvois. Il paraît donc souhaitable de rechercher, dans la mesure du possible, à faire l'évacuation en extrémité de préférence.



Figure 8
Evacuation intermédiaire avec
renvoi dans un caisson

4.3 - Passage des joints de chaussée

Ce passage constitue une difficulté technique que l'on doit résoudre en s'orientant vers des dispositions les plus simples possibles.

A ce sujet, on tiendra compte du fait que les ponts ont une pente longitudinale mais, du fait des appareils d'appui horizontaux, il apparaît des déplacements verticaux relatifs entre les éléments en vis-à-vis, incompatibles avec certains systèmes: voir "joints de chaussée" fig. 12, p 16 et figure 11 de ce chapitre.

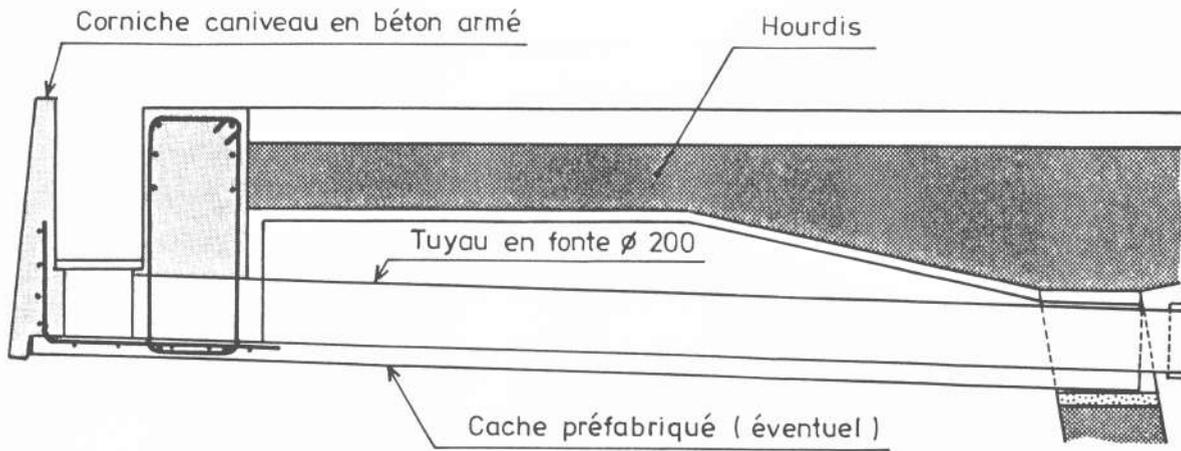


Figure 9 - Schéma d'une disposition d'évacuation intermédiaire du cheneau avec renvoi dans un caisson

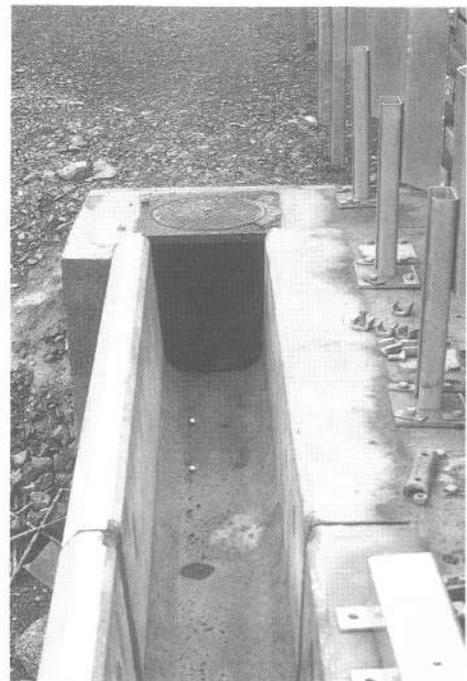
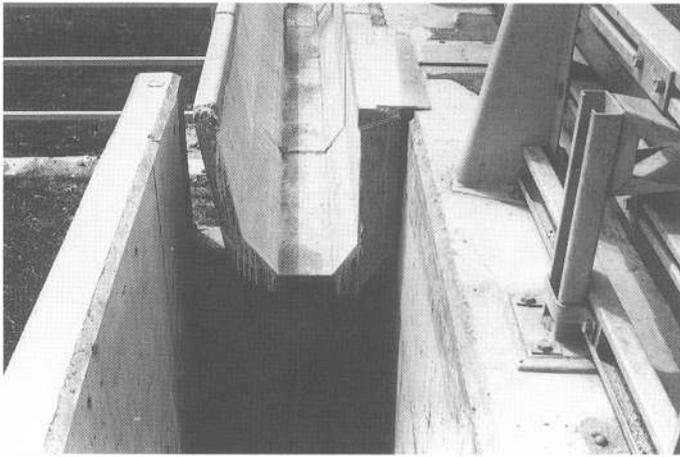


Figure 10 - Evacuation en fin de corniche avec passage du joint d'ouvrage. Le cheneau s'arrête au joint et l'eau est rejetée dans un réceptacle situé sur le remblai d'accès.

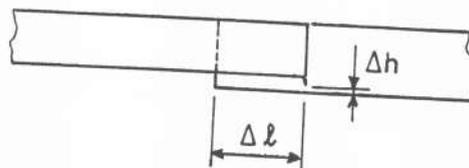


Figure 11 - Passage d'un joint intermédiaire

Δl correspond au jeu du joint de dilatation
 Δh correspond à la valeur de la variation d'altitude
 $\Delta h = \Delta l \cdot \text{pente en } \%$

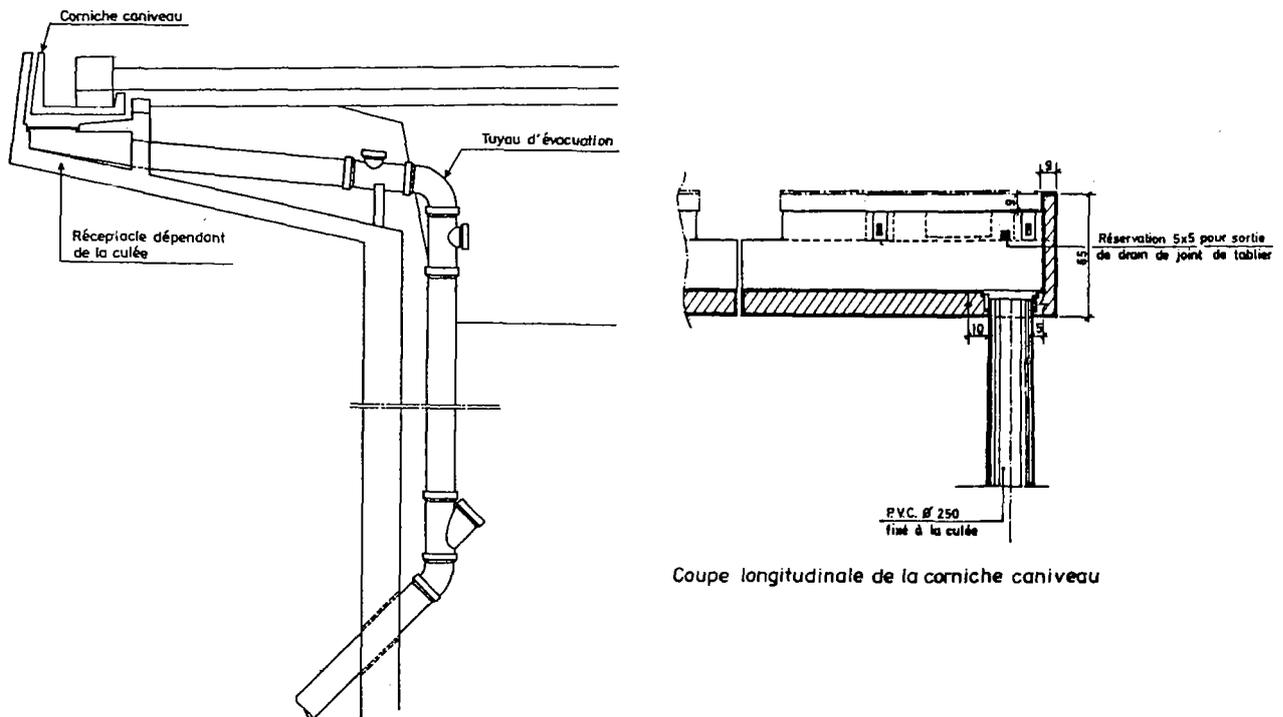


Figure 12 - Passage du joint en extrémité
Deux exemples de dispositions constructives de la collecte des eaux de la corniche caniveau au niveau de la culée.

C'est pourquoi nous préconisons aux extrémités les dispositions s'inspirant des figures 11 et 12.

4.4 - Étanchéité

4.4.1 - Corniche caniveau en béton armé

Pour éviter les passages d'eau aux joints entre éléments et assurer la protection du béton, il est nécessaire de réaliser une étanchéité.

Pour ne pas alourdir la corniche, le choix des produits est limité à ceux dont l'épaisseur est faible.

Les feuilles préfabriquées conformes aux prescriptions du F67, titre I, pourraient à la rigueur convenir. Cependant, on peut craindre une diminution des caractéristiques dans le temps (altération de certains élastomères par les rayons UV) et une usure par abrasion, surtout si la pente est forte. Ceci obligerait à prévoir des feuilles comportant une autoprotection de préférence en acier inoxydable (type Acroten ou similaire), car l'aluminium pourrait se corroder (voir § 2.3 ci-dessus), complétée par un dallage de 15 à 20 mm d'asphalte sablé.

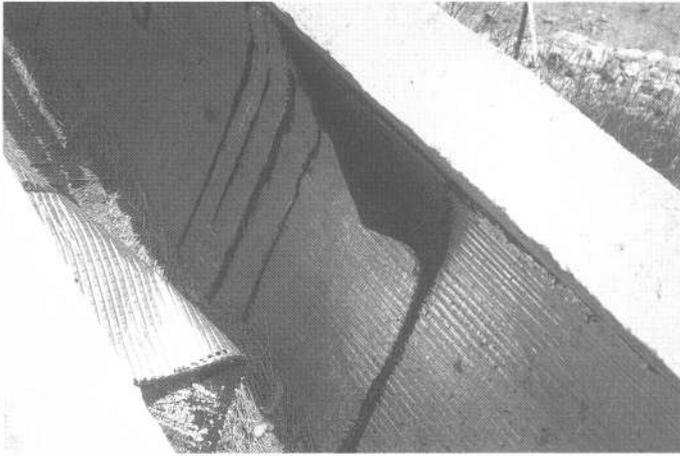


Figure 13
Autre problème: la mauvaise tenue des feuilles sur les parois verticales.

En outre, ces feuilles nécessitent un maintien par des bandes de solin métalliques en paroi verticale, sinon il y a décollément (voir fig 13). Devant ces difficultés d'emploi, on s'est orienté vers d'autres solutions et on peut fonder beaucoup d'espoir dans les techniques d'étanchéité par film mince adhérent à base de polyuréthane projeté (type Baytec). Leur mise en oeuvre possible sur des surfaces contournées, leur excellente caractéristique de tenue à la fissuration et surtout à l'abrasion et leur facilité de mise en oeuvre, les rendent très intéressantes.

4.4.2 - Corniche caniveau métallique

Il s'agit, dans ce cas, d'assurer une étanchéité entre les éléments métalliques et ceci est obtenu avec des joints en élastomère. Voir figure 4, détail.

4.5 - Protection entre le parement et la corniche

La fonction première d'une corniche est d'ordre esthétique (voir GC 77, pièce 5.1). Ceci est obtenu par la forme, les proportions et la couleur. Mais cette fonction esthétique découle aussi de son rôle de goutte d'eau ou de larmier, en éloignant les eaux de ruissellement des parements.

Pour éviter l'attaque du béton de la structure et la détérioration des ancrages et des berceaux, ainsi que des souillures inesthétiques, il faut empêcher la pénétration de l'eau entre la structure (bord de dalle) et le cheneau.

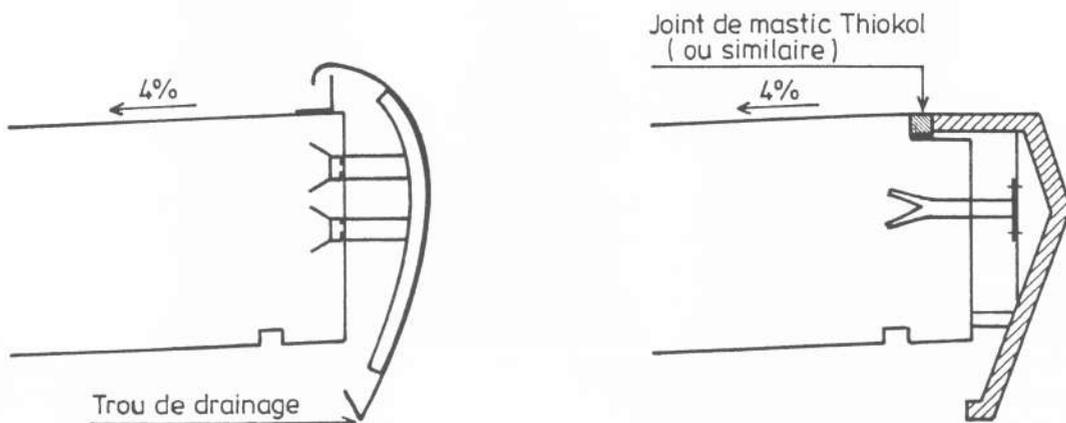


Figure 14

Pour cela, nous conseillons de prendre les précautions s'inspirant des dessins de la figure 14 et de la disposition présentée sur la figure 5. Faute de quoi il ne faudra pas s'étonner des déboires dans quelques années.

4.6 - Sécurité du personnel

Toutes les interventions, que ce soit à la mise en oeuvre ou pendant les opérations d'entretien, doivent se faire en **assurant la sécurité du personnel** : ceinture antichute attachée à la barrière de sécurité (figure 6) ou à un "fil de vie" (figure 15 a), garde-corps amovible (figure 15 c) etc ...

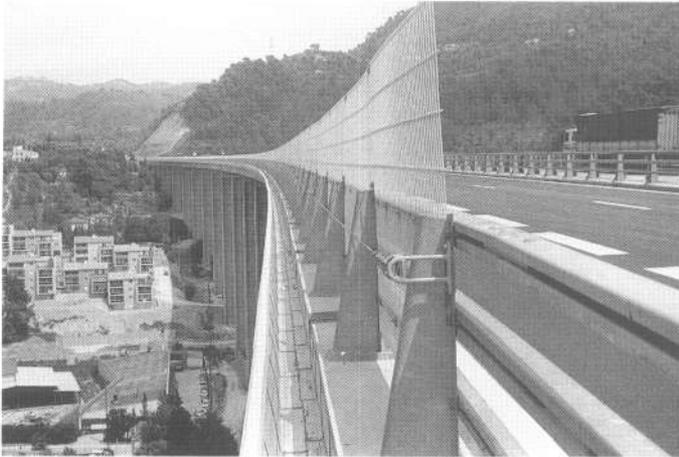
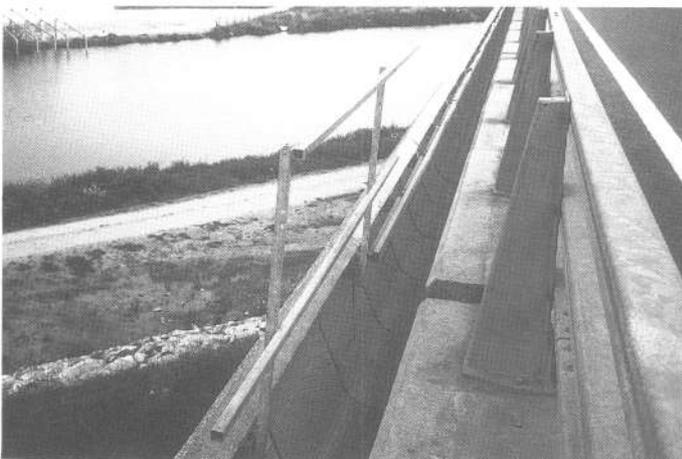


Figure 15
a) "Fil de vie" fixée sur la barrière et sur lequel viendra se fixer la ceinture antichute



b) Le bandeau extérieur est assez haut pour assurer la sécurité du personnel [il a, en outre, une fonction d'écran acoustique].



c) garde corps amovible dont le déploiement, en présence d'ouvriers, assure leur sécurité. Le dispositif ne paraît pas d'une sécurité parfaite car il suppose que le personnel prendra la précaution de le déplier; en outre son maniement peut, au pliage, coincer une main.

CHAPITRE 4 - LES PERRES

I - GENERALITES

Si les perrés sous travées de rive ne constituent pas un véritable ouvrage d'évacuation des eaux pluviales, ils jouent cependant un rôle important dans le système d'évacuation puisqu'ils intègrent certains éléments de ce système, et, surtout, en assurant la protection des remblais dans cette zone contre les effets de l'érosion par les eaux de ruissellement.

C'est à ce titre que cet équipement se trouve inclus dans ce document *.

Seul le cas des perrés sous travées de rive est envisagé ici. Les aménagements de quart de cône de remblai trop raide pour être correctement végétalisé ou les situations particulières, comme la tenue de remblai en zone inondable, ne sont pas traités ici; cependant certains conseils pourront être utilement repris de ce chapitre

2 - JUSTIFICATION D'UN PERRE

2.1 - Pourquoi un perré ?

La construction d'ouvrages d'art (ponts ou viaducs) conduit automatiquement à un bouleversement et à un remodelage souvent importants des sites dans lesquels ils sont implantés. Il en résulte des zones de déblai et de remblai étendues, des surfaces dénudées qui doivent être stabilisées, en surface et en profondeur, et rétablies dans l'harmonie du paysage.

La stabilisation en profondeur des talus étant supposée réalisée grâce à l'adoption d'une pente judicieuse, la stabilisation et la protection des sols en surface sont normalement et économiquement assurées, en section courante, par la végétation qui, en outre, assure la continuité du paysage.

Mais au droit des ponts cette stabilisation est perturbée par un certain nombre de facteurs. Tout d'abord nous distinguerons :

a) Le cas des ouvrages sans travées de rive.

La stabilité (ou la protection) des terres est assurée par des murs, piédroits, voiles verticaux, etc. et le raccord avec les terrains

* comme il l'était dans le précédent dossier JADE 68

POURQUOI UN PERRÉ ?



figure 1
En l'absence de perré le remblai subit un ravinement, surtout si l'on a pas prévu des descentes comme sur la figure 2 ci-contre.

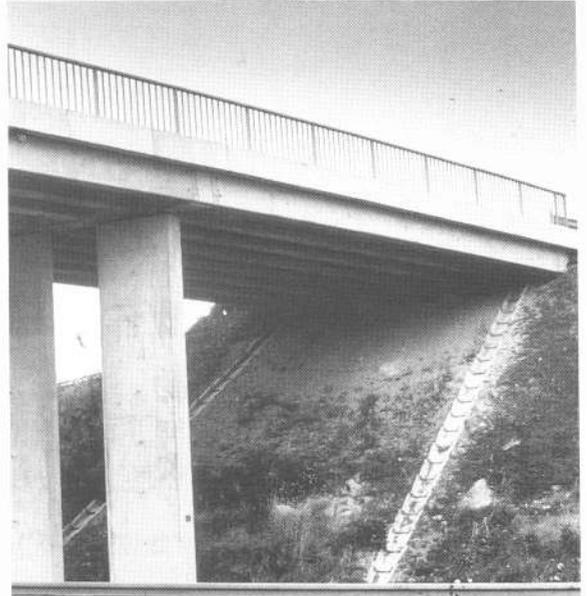


figure 3
Sous un ouvrage étroit le remblai peut ne pas être perré car la végétation reçoit suffisamment d'eau pour pousser.

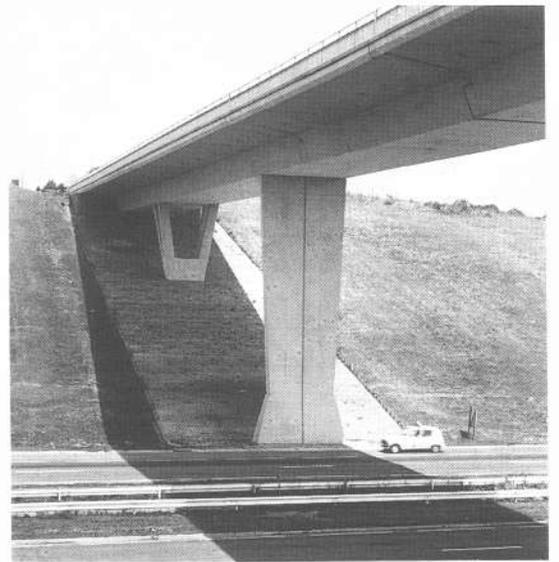


figure 4
De même sous un pont haut où le perré ne se justifie que au ras de la culée.



figure 5
Il n'est pas utile de projeter des surfaces aussi importantes avec un perré (d'autant que la solution dalle en béton n'est pas très heureuse). La végétation aurait permis la stabilisation de la partie du remblai non située sous l'ouvrage.

contigus est assuré par des murs en aile ou en retour.

L'esthétique de l'ensemble est alors obtenue par le choix judicieux des caractéristiques géométriques de l'ouvrage.

b) le cas des ouvrages comportant des travées de rive établies au-dessus des talus et reposant sur des piles culées noyées en tout ou en partie dans le remblai.

Pour les terres situées sous ces travées la stabilité est remise en cause par deux facteurs :

- la pente que l'on souhaite la plus forte possible pour réduire la longueur de l'ouvrage, tout en étant limité par des contraintes mécaniques et esthétiques pour le rapport entre les travées centrales et les travées de rive (la plage conseillée va de 0,65 à 0,85).

- l'absence de lumière et d'eau sous l'ouvrage, qui limite les possibilités de reprise de la végétation sur ces talus.

C'est le cas du § b) ci-dessus qui est justifiable d'un perré.

2.2 - Les paramètres à prendre en compte pour le choix ou non d'un perré

Avant d'arrêter son choix sur un modèle de perré, il faut tout d'abord décider s'il est nécessaire ou non de réaliser un tel équipement dont le coût varie de 5 à 10% du coût total de l'ouvrage (ce coût est évidemment fonction de la longueur de l'ouvrage et la valeur de 5% correspond à un PS autoroutier).

2.2.1 - Les données de base liées au contexte de l'ouvrage

2.2.1.1 - Le climat de la région, dont dépendront, toutes autres choses égales par ailleurs, les possibilités de reprise et de développement de la végétation sous les travées de rive aussi bien du reste qu'en section courante.

2.2.1.2 - La hauteur de l'ouvrage (fig 4) qui influe favorablement sur la reprise et le développement de la végétation sous une grande partie de l'ouvrage. Dès que le tirant d'air dépasse 7 à 8 m, des exemples montrent que la végétation peut reprendre et se développer sauf peut être sur les quelques mètres carrés situés au ras de l'appui côté talus, ce qui n'a le plus souvent guère d'importance.

2.2.1.3 - L'étroitesse de l'ouvrage (fig 3) qui influe de même favorablement sur la reprise et le développement de la végétation. C'est le cas notamment des profils en travers routiers correspondant à des largeurs de chaussée de 2,5 m, 4, voire 5 et 6 m.

2.2.1.4 - Le caractère plus ou moins giboyeux de la région; les animaux (rats, lapins ou autres) semblent apprécier ces zones à l'abri pour y creuser leur terrier risquant, ainsi, de déstabiliser le remblai.

2.2.1.5 - L'escalade ou la descente du talus par le personnel d'exécution des travaux de parachèvement et ultérieurement par celui chargé des visites périodiques de l'ouvrage. Dans le cas où les zones restent accessibles au public, on n'oubliera pas en outre que les enfants affectionnent ces plans inclinés pour des jeux qui nuisent à la bonne tenue des talus.



figure 6
La ligne d'ombre matérialise la zone exacte qu'il aurait été souhaitable d'équiper d'un perré. Ici un perré en opus incertum.



figures 7 et 8
Deux exemples de surface de perré.
A gauche dalle Evergreen, Gobimat, ou similaire.
A droite pavés ronds sans jointoiment.

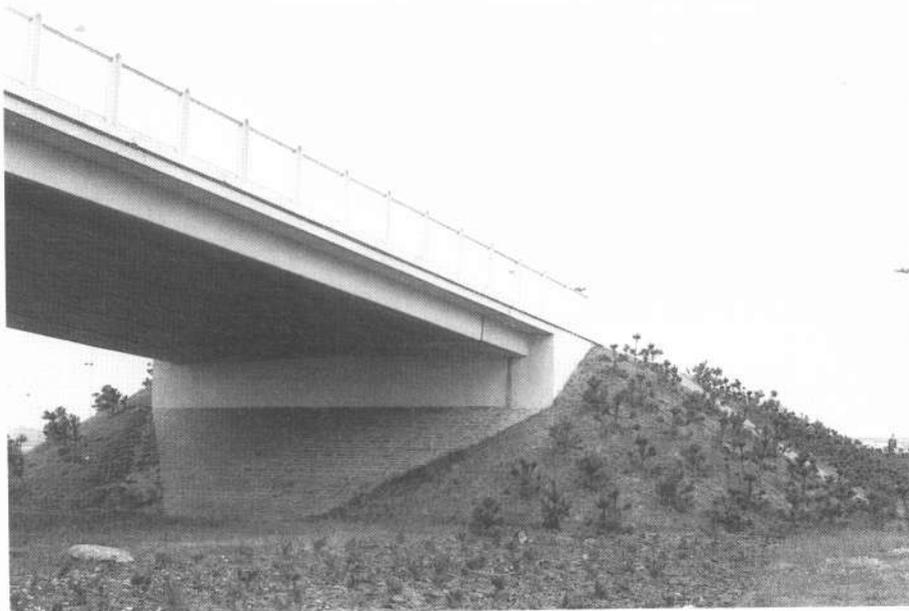
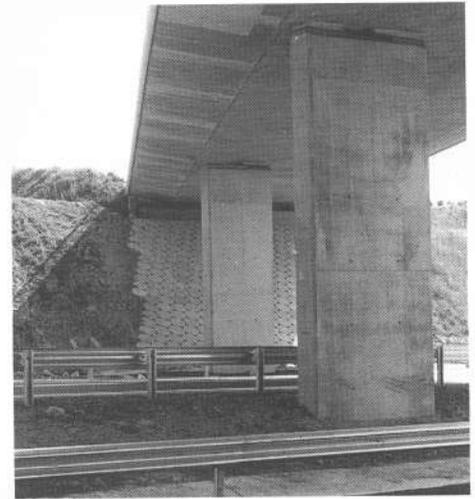


figure 9
Cette surface de perré paraît bien correspondre à la zone où la végétation va pouvoir se développer et permet une bonne intégration de l'ouvrage avec le remblai.

2.2.1.6 - La zone traversée par la voie construite qui peut être frappée de servitudes tendant à améliorer l'esthétique et imposant un caractère plus luxueux de l'environnement des chaussées : forêt, proximité d'un site ou monument classé, échangeur, zone urbaine, etc.

2.2.1.7 - Enfin du matériau constitutif du talus lorsqu'il est en déblai. Le matériau doit être étudié du double point de vue de la stabilité en profondeur et de la stabilité en surface. A cet égard seuls les matériaux présentant une certaine cohésion peuvent supporter sans dommage des escalades de talus même peu nombreuses, et fixer la végétation; les matériaux pulvérulents (sables et graves propres) sont ravagés à chaque passage à pied et ne résistent guère à l'érosion par les agents atmosphériques.

2.2.2 - Les paramètres sur lesquels le projeteur peut intervenir

2.2.2.1 - La pente du talus

Diminuer la pente d'un talus conduira à allonger le tablier mais peut permettre d'éviter d'avoir à construire des perrés ; inversement, raidir la pente d'un talus conduit à une certaine économie sur le tablier, mais peut obliger à construire des perrés.

En réalité la démonstration est plus théorique que réelle car il existe des contraintes tant dans la raideur d'une pente de talus perreyé que dans la diminution de la longueur d'une travée de rive (voir alinéa b du § 2.1).

Aussi une erreur d'appréciation, à la suite de laquelle on se trouverait dans la nécessité de construire des perrés ultérieurement, transformerait cette solution légèrement moins chère en une solution largement plus chère. C'est pourquoi, en cas de doute, si le gabarit n'est pas surabondant et si la largeur de l'ouvrage est importante, mieux vaut consentir les perrés et donner une pente normale aux talus.

2.2.2.2 - Le matériau constitutif du talus lorsqu'il est en remblai.

Le plus souvent il s'agira de matériaux provenant des déblais proches. Toutefois il n'est pas illogique de prévoir des matériaux sélectionnés provenant d'emprunts plus éloignés, si ces matériaux permettent d'éviter les perrés (voir en particulier le document "Dalles de transition", § 2.2, pour les solutions d'aménagement de remblais d'accès évitant la dalle).

2.2.2.3 - Le mode d'exécution des remblais

Ceci concerne surtout la façon dont les matériaux seront déversés, répandus, arrosés éventuellement et compactés aux différents niveaux, compte-tenu du programme des travaux qui influe sur les moyens que l'entrepreneur pourra utiliser et par là sur le résultat à obtenir. Cet aspect du problème doit être apprécié avec un souci particulier de réalisme (voir encore le document "Dalles de transition").

2.2.2.4 - L'utilisation éventuelle des talus pour supporter les échafaudages.

Ceci peut entraîner une érosion anormale si des surépaisseurs n'ont pas été ménagées ou si le talus n'a pas été perreyé, à moins qu'une

remise en état effective et très soignée soit faite à la suite de l'enlèvement de l'échafaudage.

2.2.2.5 - L'utilisation éventuelle des talus pour l'évacuation des eaux pluviales venant de l'ouvrage. Ces eaux sont conduites vers le fossé en pied de talus (voir ch 2, fig 19, 20 et 21). Dans ce cas il est souhaitable que la totalité du talus soit perreyée pour éviter des érosions dues à la divagation de ces eaux en cas de conduites disjointes ou bouchées; ces érosions provoquent généralement la rupture des descentes d'eau elles-mêmes (voir ch 1, fig 4a).

2.2.2.6 - La sélection de plantes peu exigeantes en eau et en lumière.

Moyennant quelques précautions pendant les premières années, ceci devrait permettre d'obtenir, dans certains cas limites et douteux, une solution plus sûre que l'absence totale de végétation, donc de protection, et cependant plus économique qu'un perré : lierre par exemple.

On constate, dans la pratique, que cette solution est peu envisagée, peut-être parce que la végétation reste insuffisante pour tenir correctement les terres.

2.3 - Conclusions

On voit ainsi que les éléments de décision sont nombreux et que chaque ouvrage mérite une étude particulière, très rapide du reste.

Ainsi sur un même itinéraire les deux solutions peuvent fort bien se rencontrer et de nombreux exemples existent.

Dans les cas limites et douteux, on n'oubliera pas qu'un **perré** peut toujours être exécuté ultérieurement sans supplément de dépense important.

On notera cependant que l'exécution ultérieure, surtout dans le cadre d'une gestion par des services autres que les autoroutes concédées, pèsera sur des crédits d'entretien souvent comptés au plus juste!

°
° °

Dans ce qui suit seul est retenu le cas où la décision en faveur du perré a été prise.

3 - ASPECT ESTHETIQUE

Le projeteur, par un choix judicieux des matériaux, formes, proportions et éventuellement coloration des éléments constitutifs (de préférence par le choix des matériaux et en excluant la peinture des perrés), s'efforcera de mettre en valeur la structure de l'ouvrage qui reste l'objectif primordial de la recherche esthétique en matière d'ouvrage d'art.

Dans cette optique il est nécessaire de créer un contraste entre l'intrados du tablier ainsi que, parfois, les piles de l'ouvrage et le perré.

LES MATERIAUX CONSTITUTIFS

outre les matériaux qui illustrent les autres chapitres, on peut citer :



figure 10
Dalles béton bicolore et perré à relief.

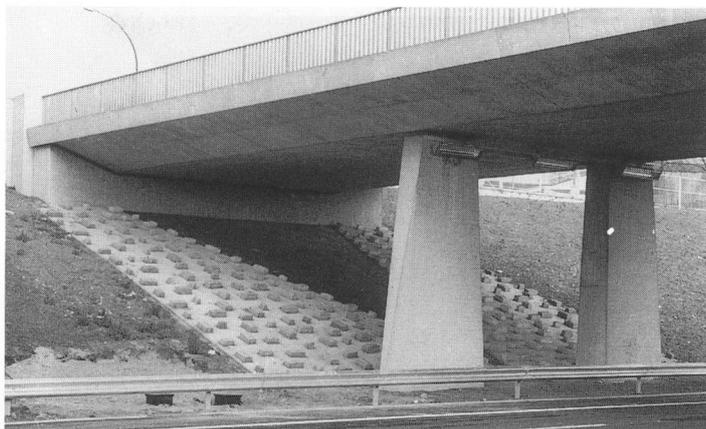


figure 11
Utilisation de deux couleurs pour le perré et pavés en relief sur une dalle en béton (ce qui facilite l'accès à la culée).

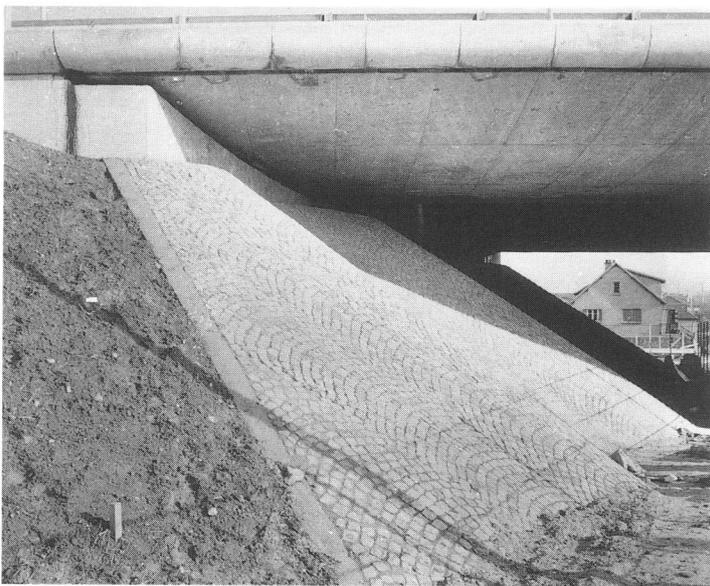


figure 12
Pavés de réemploi et perré à surface modelée.



figure 13
Opus incertum. Noter, en bordure du perré, l'escalier d'accès à la culée

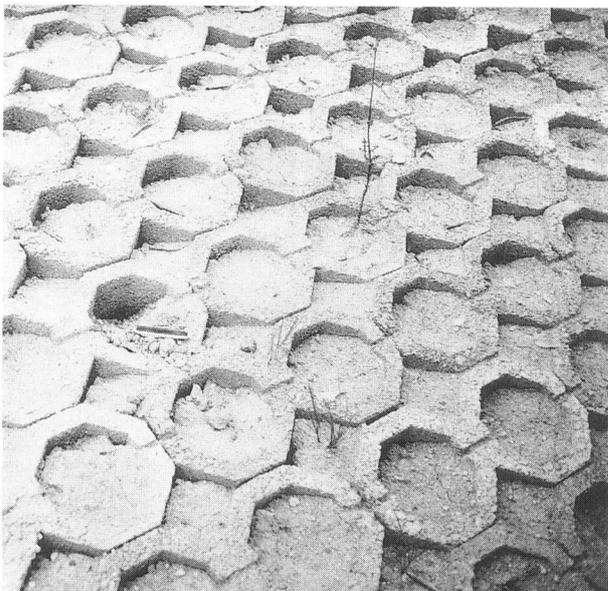


figure 14
Dallettes ajourées.



figure 15
Dallettes rondes non jointoyées.

Nota : le noir et blanc ne permet pas de rendre tous les aspects des matériaux surtout colorés.

LES MATERIAUX CONSTITUTIFS

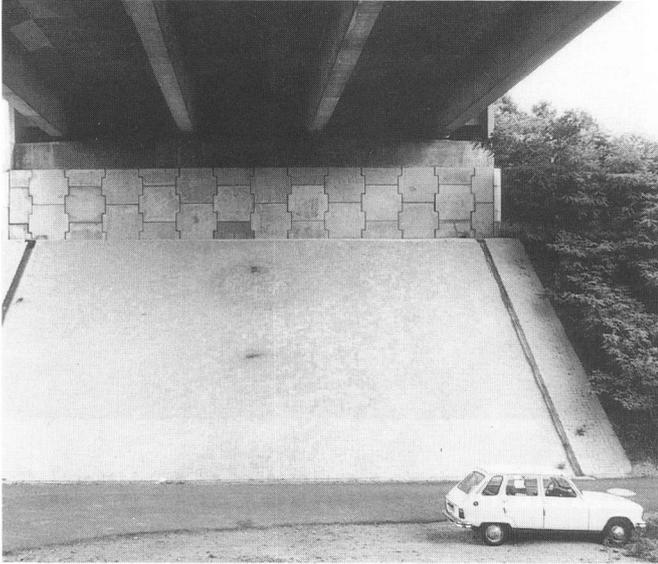


figure 16
Dalle béton.



figure 17
Modèle Evergreen ou similaire.



figure 18
Briques rouges.



figure 19
Grès.



figure 20
Dalle béton à relief.



figure 21
Dallettes béton à bords chanfreinés.

Pour ce faire il est conseillé, lors du choix du matériau constitutif des perrés, de faire appel à des éléments assemblés qui contrastent avec le monolithisme du tablier et dont la coloration et la matière, aussi soutenues que celles des talus environnants, mettront en valeur la couleur et le coffrage du béton de l'ouvrage. On n'oubliera pas, cependant, que dans le cas d'ouvrages très larges, situés en zone urbaine, les effets de la coloration sont très rapidement annulés par un dépôt de saletés uniformisant le tout.

Dans certains cas, l'emploi de matériaux propres à la région (grès de Fontainebleau ou des Vosges, ardoise d'Angers,...) favorisera cette mise en valeur.

4 - DISPOSITIONS TECHNIQUES.

4.1 - Surface à équiper

Il y a lieu de se limiter à la zone où la reprise de la végétation est improbable, c'est-à-dire le plus souvent à un peu moins (10 à 20 cm) que la stricte projection horizontale des travées de rive.

En effet on n'a pas intérêt à déborder de cette zone car :

- la végétation risque de prendre entre les éléments constitutifs du perré et le disloquer,

- les perrés sont des équipements coûteux qu'il est inutile d'étendre.

Toutefois cette règle nécessite que, le long du perré tout spécialement, le talus soit stable en surface pour ne pas être ravagé par quelques passages à pied.

La seule exception à cette règle correspond, dans le cas d'un ouvrage biais, à un perré muni d'une descente d'eau dont le tracé, suivant la ligne de plus grande pente, sortirait des limites ci-dessus. Il faudrait alors élargir un peu la base du perré, du côté de l'angle incriminé mais certainement pas modifier le tracé du caniveau. Cet élargissement doit rester limité sans quoi il ferait perdre l'intérêt économique de la descente d'eau à travers le tablier et l'évacuation des eaux de ruissellement serait alors reportée au-delà du tablier (voir fig 27).

Toutefois cette disposition est à comparer économiquement avec celle consistant à enterrer la descente et à projeter un perré suivant la règle du 1er alinéa.

4.2 - Bordure et pied de perré

Il est indispensable que les perrés comportent latéralement une bordure en béton armé, pour éviter toute amorce de dislocation, et que l'arête soit nette (fig 26).

Pour les pieds de perré deux cas sont à considérer :

- S'il existe un caniveau bétonné bordant la chaussée, son fil d'eau sera continué au droit du perré et une cunette de pied de perré sera coulée en place en béton B 30 ou 35 lissé à la truelle (ce béton doit être étudié pour résister aux effets des cycles de gel-dégel). Cette cunette servira, en outre, d'épaulement au perré.

LES MATERIAUX CONSTITUTIFS



figure 22
Aménagement avec deux pentes : le perré n'équipe que la partie supérieure.

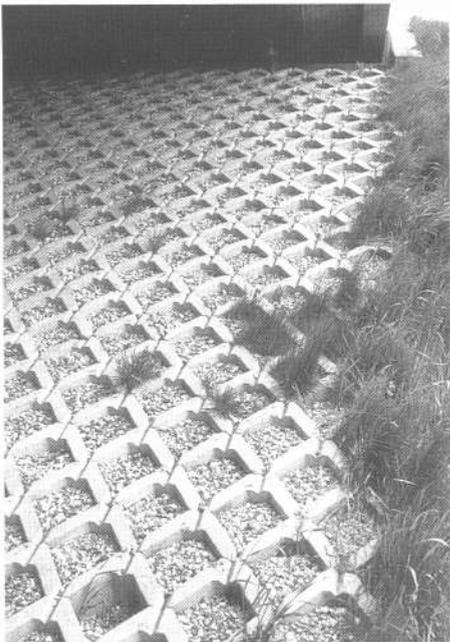


figure 23
Dallettes ajourées montrant la reprise de la végétation entre les éléments.



figure 24
Grès de Fontainebleau.



figure 25
Perré en cailloutis.
Cette solution peut s'avérer satisfaisante, cependant il est déconseillé de traiter ainsi le quart de cône où la végétation aurait repris facilement atténuant l'impact visuel du perré. Ce perré n'empêche pas le développement d'une végétation difficile à maîtriser dans cette zone.

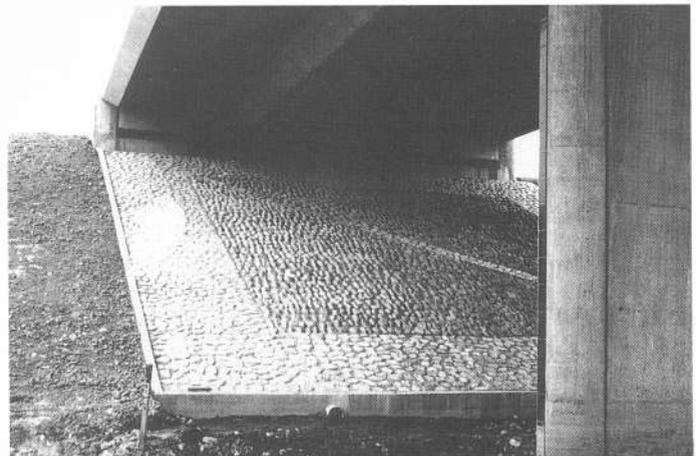


figure 26
Perré constitué de galets colorés et agencés selon un motif. Photo prise en phase de chantier: la cunette de pied de perré n'est pas encore exécutée et permet de voir la bordure et le débouché du tuyau d'évacuation de l'eau passant sous le perré.

- S'il n'y a pas de caniveau général bétonné (pente faible) une simple murette enterrée de 0,20 x 0,20 m de section sera coulée en place en béton B 30 ou 35 taloché pour servir d'épaulement au perré (fig 26).

4.3 - Les matériaux constitutifs

Pour constituer ces perrés on peut faire appel à de nombreux produits. Nous n'avons, cependant, pas retenu la dalle de béton vibré et taloché car elle donne un aspect de carapace en général d'une esthétique peu satisfaisante (fig 5).

4.3.1 - Les éléments en pavés ou dallettes préfabriqués

Les dimensions et les formes des dallettes sont extrêmement variables selon les modèles. En général elles sont en béton B35 et les dimensions courantes sont de 1m x 0,50m ou 0,50m x 0,50m. Les éléments sont posés à sec, non rejointoyés et en lits horizontaux sur un support correctement réglé et compacté.

Signalons que les maçons préfèrent souvent les poser sur une mince couche de béton maigre qui facilite le réglage. Mais cette couche n'est pas indispensable, aussi, elle ne doit pas être prévue dans les consultations.

Les pavés préfabriqués sont en béton vibré comprimé et les formes sont variables là aussi. Citons parmi les nombreux produits présents sur le marché :

- Les pavés de forme carrée de 0,30m de côté.

- Les pavés de forme plus compliquée comme par exemple les pavés à emboîtement ou les dalles sinusoïdales TRIEF (à feuillures à mi-épaisseur : 2 x 4 cm), ce qui confèrent à l'ensemble une grande résistance, tout en conservant cependant une certaine souplesse locale et une bonne continuité de la surface.

Ils sont posés comme les dallettes.

4.3.2 - Les grilles ou les tapis préfabriqués

Dans cette gamme on trouve des dalles ajourées en béton comme le modèle Evergreen de Sotubema (50 x 50 x 11 cm) et des grilles de fils synthétiques sur lesquelles sont fixées des pavés en béton: procédé Gobimat (tapis de 1,50 x 3 ou 4 ou 5 m et partie couverte par les pavés de 1,20 m de large).

Il existe aussi des solutions par des pavés préfabriqués ajourés et posés les uns à côté des autres (fig 23).

L'intérêt majeur de ces solutions est de bien retenir la terre tout en permettant à la végétation de pousser très facilement entre les pavés, sur la zone du perré qui lui convient.

Ils sont posés directement sur le terrain correctement réglé.

4.3.3 - Maçonnerie

On peut utiliser un matériau qui sera choisi pour son aspect architectural parmi ceux disponibles dans la région. Citons par exemple les

moellons bruts, les dalles de grès, les dalles d'ardoise, les briques, etc. voire des pavés de réemploi si l'un dispose de tels pavés, ce qui permet de liquider, économiquement, des stocks encombrants.

Cette maçonnerie sera exécutée à joints incertains, très rarement à assises régulières sauf si l'aspect architectural l'impose et les facilités d'approvisionnement le permettent et l'incitent.

Elle sera hourdée au mortier M 35 et posée sur une mince (5 à 10 cm) couche de béton B 30.

Citons aussi certaines réalisations de perrés avec une couverture de 20 à 30 cm de gros cailloux de dimensions homogènes (fig 25).

4.4 - Evacuation des eaux intégrée au perré

Dans le chapitre 2 il a été indiqué comment descendre les eaux pluviales arrivant de l'ouvrage. L'une des solutions consiste à les faire couler sur les perrés dans des caniveaux appropriés ; c'est une disposition simple d'exécution, si le biais de l'ouvrage est faible, et économique. Voir figures 27 à 32. Cependant nous attirons l'attention sur les points suivants ; il faut que :

- la descente d'eau le long du perré soit **étanche**, donc en maçonnerie rejointoyée au mortier de ciment (fig 27) et posée sur une assise de béton maigre, ou plus simplement en béton B 30 (fig 28 et 31). Si la descente d'eau est constituée de tuiles en béton emboîtées les unes dans les autres (fig 29), elle sera posée sur une assise susceptible de peu bouger pour éviter toute dislocation nuisible à une bonne évacuation.

- la section ménagée soit confortable et d'un profil assez en **creux** pour que l'eau n'ait pas tendance à divaguer.

- cette descente d'eau soit implantée suivant la **ligne de plus grande pente du talus** et non suivant une ligne arbitrairement choisie pour des raisons de symétrie ou d'architecture.

D'autre part les eaux recueillies par le dispositif de drainage du joint ou sur les appuis ne doivent pas divaguer sous peine de voir des trainées inesthétiques et polluantes pour la structure. Les tuyauteries doivent donc être correctement raccordées.

DISPOSITIONS POUR L'EVACUATION DES EAUX

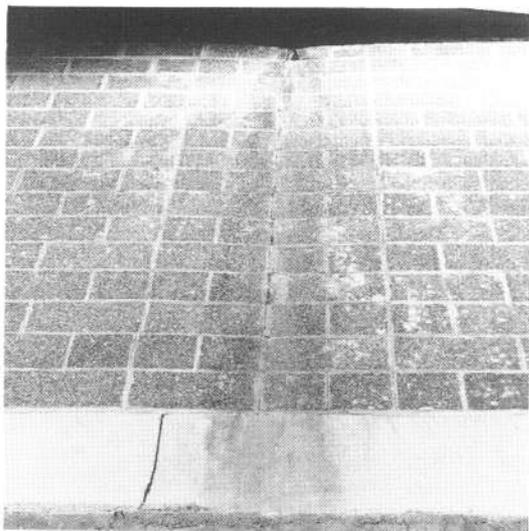


figure 27
L'écoulement libre n'est pas souhaitable (perré avec dalles en béton à granulats noirs délavés).



figure 28 →
L'aménagement d'une rigole est préférable (perré avec dalles en béton à petits reliefs de surface).

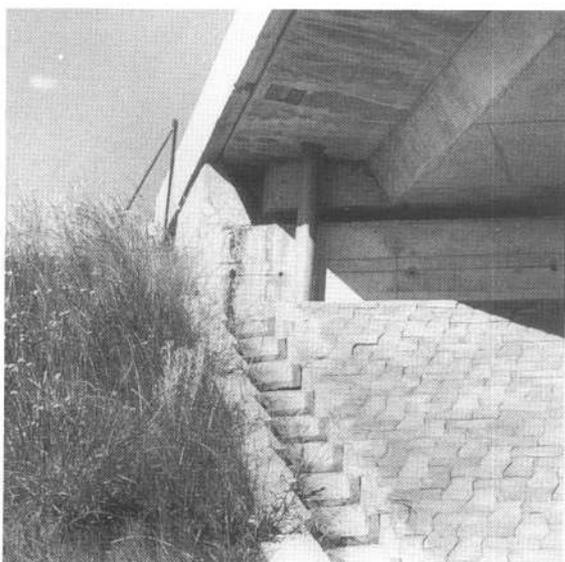


figure 29
Descente d'eau aménagée par des tuiles (dalles Trief).

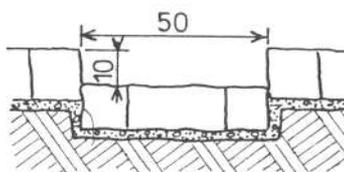
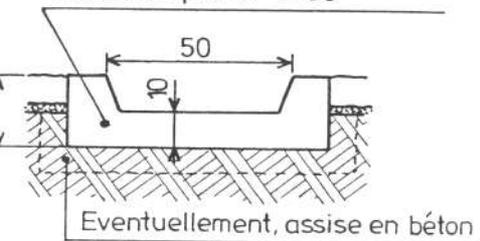


figure 30
Cunette de pied de perré. Noter la bordure coulée en place.

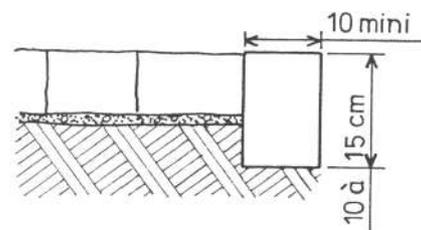
figure 31 - Caniveaux, cunettes et bordures

Coupes de caniveaux de descente d'eau

Béton armé d'un léger treillis coulé en place B 30

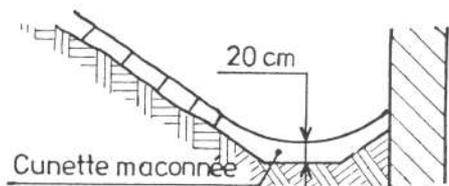


Bordure en béton coulé en place



BORDURE DE PIED DE PERRE

avec cunette maçonnée



sans caniveau de descente et sans cunette

cotes en cm.

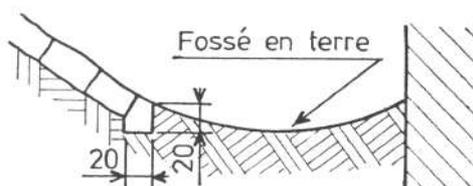
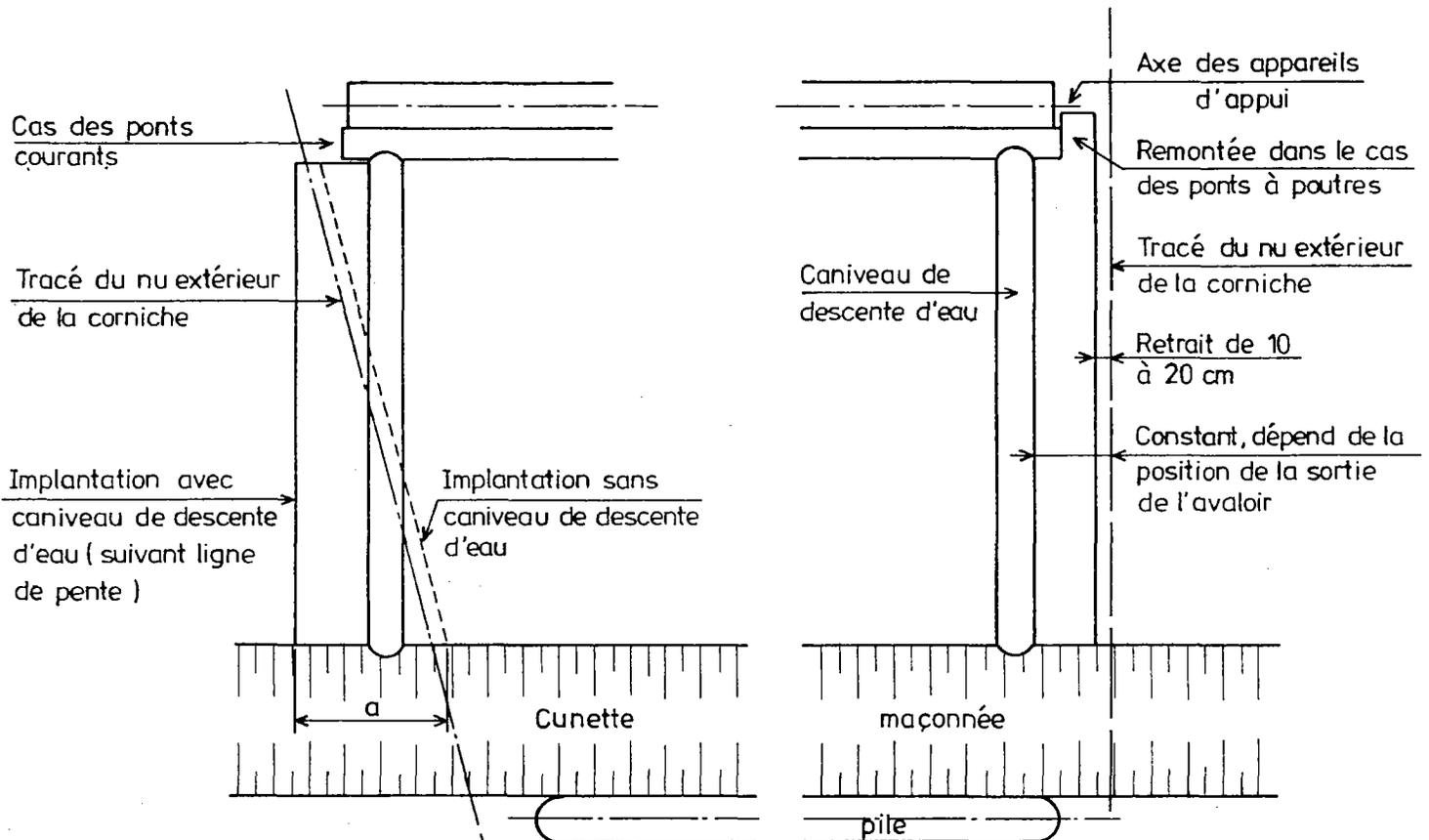


figure 32 - TRACES DES DESCENTES D'EAU SUR PERRES

Vue de dessus, tablier enlevé

Franchissement légèrement biais

Franchissement droit



Dans le cas d'ouvrage très biais ou si l'on ne souhaite pas augmenter la valeur de "a" inconsiderement pour ne pas avoir un perré coûteux ou inesthétique, on réalisera l'évacuation selon un autre cheminement (descente sur remblai, tuyaux sous perré, etc.). La valeur de "a" et le choix de la solution dépendent de paramètres liés à l'ouvrage et en particulier de la position de l'avaloir dans le profil en travers ; c'est au stade de l'étude que la décision doit être prise.

EXECUTION DES PERRES



figure 33
Exécution de la fondation.

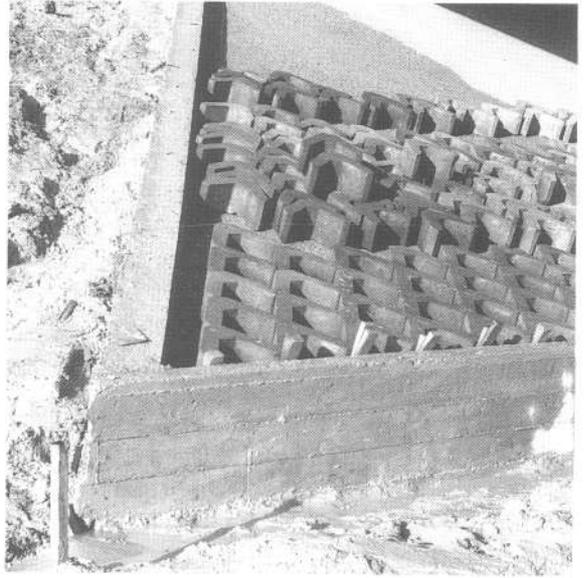


figure 34
Bordures de côté et de pied.



figure 35
Mise en oeuvre des dalles (pavés Trief).



figure 36
Mise en oeuvre des dalles ajourées.

DEUXIEME PARTIE

Dimensionnement des ouvrages d'évacuation

AVERTISSEMENT

Les éléments contenus dans cette deuxième partie sont relativement nouveaux et n'ont pas fait l'objet d'applications pratiques suffisamment nombreuses pour tester la validité du dimensionnement proposé.

C'est pourquoi nous vous conseillons d'aborder ce texte avec un certain esprit critique et de ne pas hésiter à procéder à des recoupe-ments par d'autres méthodes.

C'est pourquoi, aussi, il est déconseillé de rendre ce texte contractuel.

Enfin nous serions heureux de connaître vos observations, vos propositions de modifications, vos difficultés dans ce domaine; ceci nous aidera à améliorer le document lors d'une prochaine refonte.

AVANT PROPOS

Ce chapitre reprend partiellement les éléments pour le dimensionnement des ouvrages de drainage et d'assainissement d'une plateforme routière ou autoroutière réunis dans le document "Recommandation".

L'adaptation au cas des ponts avait fait l'objet, en 1976, d'une étude, restée à l'état de document interne au SETRA, par M. CORNET. Certains éléments de cette étude ont été repris dans le présent chapitre.

1 - INTRODUCTION

Pour dimensionner correctement les ouvrages d'assainissement on doit avoir rassemblé les éléments d'appréciation du volume d'eau pluviale tombant sur l'ouvrage d'art et, en particulier, l'intensité de l'averse.

Le choix du débit à évacuer doit tenir compte du fait que l'on accepte de voir les ouvrages d'assainissement saturés selon une fréquence donnée.

Cette fréquence sera un compromis entre la sécurité, le coût de l'investissement et le coût d'entretien.

2 - LE CHOIX DE L'AVERSE DE REFERENCE

2.1 - Généralités

Ce choix est fonction du niveau de service désiré pour la catégorie de route construite. Les fréquences les plus utilisées correspondent à des périodes de retour des averses de 5, 10, 15 et 25 ans. Il n'est cependant pas toujours possible de prendre en compte les fréquences de 15 et 25 ans car les enregistrements disponibles portent souvent sur une période trop courte.

En partant des cartes pluviométriques publiées dans le document "Recommandations" et des relevés pluviométriques de la Météorologie Nationale * il est possible de donner une répartition géographique schématique de la fréquence décennale des averses.

Dans un but de simplification et pour tendre à une meilleure standardisation des ouvrages d'assainissement, nous proposons de partager la France en trois grandes zones pluviales (cette schématisation extrême n'est valable que pour les ouvrages d'art). Figure 1.

- zone 1: $I_{10} = 100$ mm/h
- zone 2: $I_{10} = 150$ mm/h (soit moins de 2 l/mn/m²).
- zone 3: $I_{10} = 200$ mm/h (soit moins de 3 l/mn/m²).

Si l'on désire une plus grande précision il peut être fait appel à des relevés spécifiques et détaillés. De même pour les ouvrages situés hors de la France métropolitaine (DOM - TOM par exemple).

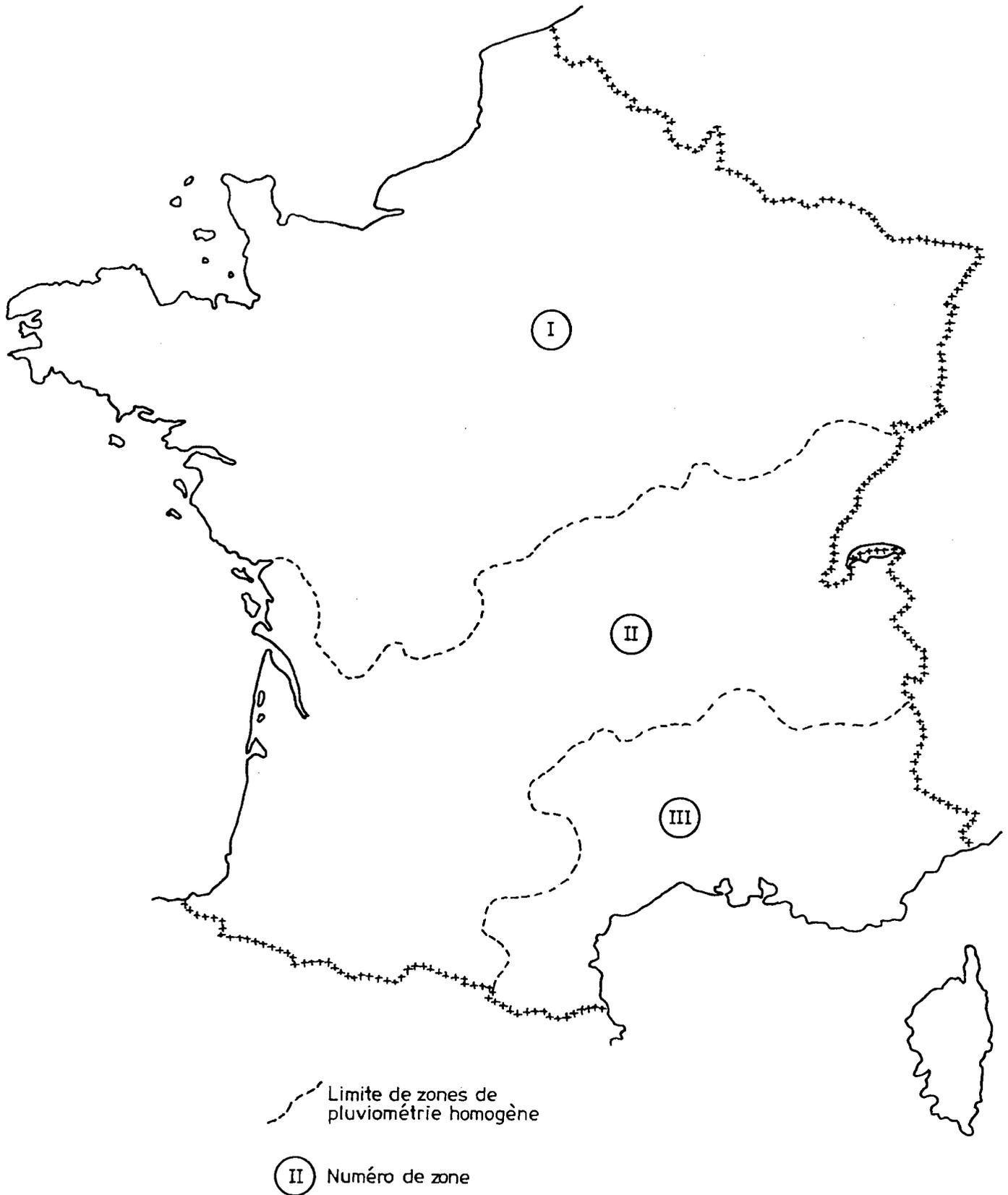
2.2 - Choix des périodes de retour (inverse de la fréquence) **

- 5 ans : peut convenir pour les routes secondaires très peu circulées si les risques de débordement ne mettent pas en cause la pérennité des ouvrages routiers.

* La Météorologie Nationale devrait publier en 1989 des tableaux statistiques et des graphiques présentant des dépassements de seuils pour 6, 15, 30 et 60 minutes

** Voir "Recommandations pour l'assainissement routier", Ch 2, p 23.

Figure 1



- 10 ans : c'est la valeur la plus couramment utilisée pour les routes et autoroutes.

- 15 ans : cette fréquence peut être exceptionnellement retenue pour des autoroutes particulièrement chargées (en particulier en zone urbaine) pour se prémunir contre les risques d'inondations.

- 25 ans : cette valeur peut permettre de vérifier que l'eau débordant des ouvrages d'évacuation lors de cette averse n'atteint pas les voies de circulation (pour les autoroutes et les voies rapides urbaines).

A défaut d'enregistrement des précipitations permettant de définir des courbes intensité/durée, pour une période de retour supérieure à 10 ans, on peut admettre :

$$i_{15} = 1,07 \cdot i_{10} \quad \text{et} \quad i_{25} = 1,14 \cdot i_{10}.$$

Pour des périodes de retour de 10 ans, à défaut de relevés statistiques, on peut utiliser les relations suivantes:

$$i = a \cdot t^{-b} \quad (\text{formule monôme ou de Montana, valable surtout pour des temps de concentration supérieurs à 3-4 h})$$

$$i = \frac{\alpha}{\beta + t} \quad (\text{formule hyperbolique}), \quad \text{avec } i \text{ en mm/h et } t \text{ en minutes}$$

Voir le document "Recommandations", pages 22 et 47.

3 - LES METHODES DE CALCUL POUR DIMENSIONNER LES OUVRAGES D'EVACUATION

3.1 - Notations utilisées

L - mètre - Longueur de saturation ou longueur d'utilisation de l'ouvrage d'assainissement faisant l'objet du dimensionnement.

i - mm/h - Intensité de la pluie.

ℓ - mètre - largeur hors tout de l'accotement et de la chaussée (pour un profil en toit prendre l/2).

R_h - mètre - Rayon hydraulique de l'ouvrage d'assainissement avec

$$R_h = \frac{S}{P} \quad \begin{array}{l} S \text{ Section mouillée du caniveau ou de la canalisation pleine} \\ P \text{ Périmètre mouillé} \end{array}$$

n - sans unité - Coefficient de débit.

Q - en litre/seconde - Débit d'absorption.

K - sans unité - Coefficient de Manning-Strickler.

C - % - Coefficient de ruissellement.

H - mètre - Hauteur (maximale) d'eau dans l'ouvrage d'assainissement.

p - mètre par mètre - pente longitudinale du tablier de pont.

3.2 - La méthode du "temps d'équilibre"

Son domaine d'emploi paraît surtout bien adapté au cas des ouvrages à faible pente longitudinale (moins de 0,3%), or les ouvrages ont une pente longitudinale minimale supérieure ou égale à 0,5%.

Le processus cinématique de ruissellement, de collecte et d'évacuation des eaux est supposé se dérouler comme suit: une averse d'intensité "i" supposée constante commence à tomber sur le tablier de pont. Pendant l'averse, une très faible partie de l'eau s'infiltré, l'autre ruisselle, s'accumule dans le réseau et coule vers l'exutoire où le débit augmente jusqu'à atteindre une valeur égale au débit d'apport "Q_{max}" constant de l'averse, diminué de l'infiltration. A partir de ce moment, si l'averse dure toujours, le débit reste constant à l'exutoire et en tout point du réseau. On dit que le réseau est en équilibre et on appelle temps d'équilibre "t_e", le temps nécessaire à son établissement. Voir figure 2.

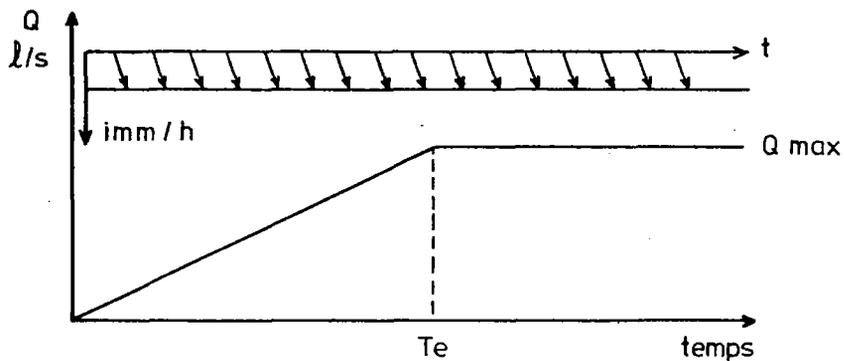


Figure 2

Il est évident que la valeur de t_e dépend des caractéristiques de la plateforme, de celles des ouvrages d'évacuation et de l'intensité i de la pluie. On dimensionne les ouvrages pour une intensité critique i_c située à l'intersection de la courbe t_e = f(i) et de la courbe i = g(t) (figure 3).

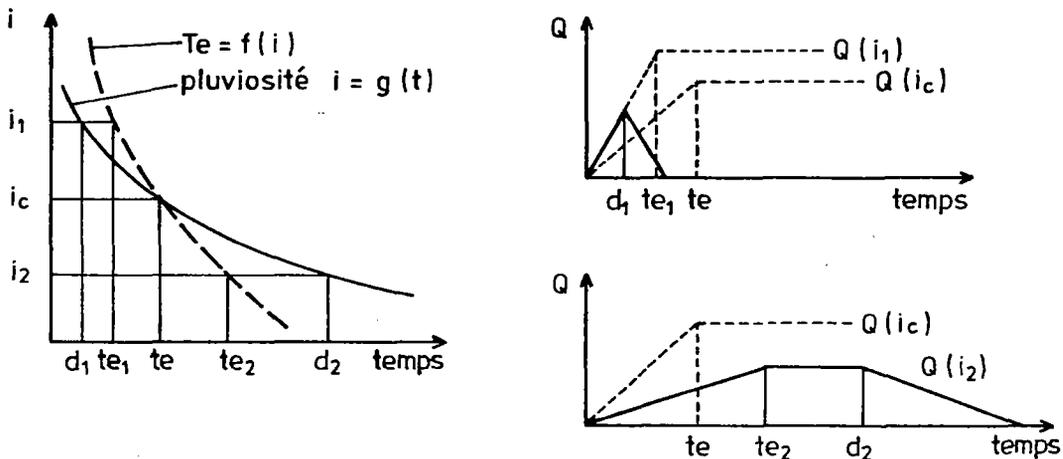


Figure 3

Les étapes de la méthode comprennent le calcul du:

a) débit de ruissellement Q à prendre en compte. Il est proportionnel à la longueur L de la plateforme (donc à la surface) et à l'intensité i de l'averse.

b) débit maximum Q_C que peut évacuer l'ouvrage (débit capable) compte tenu de ses caractéristiques hydrauliques et de sa pente. On prend généralement le débit de saturation.

c) temps d'équilibre du réseau.

Ce débit maximum Q_C est donné généralement par la formule de Manning-Strickler:

$$Q_C = 1000 \cdot K \cdot R_h^{2/3} \cdot S \cdot p = \text{débit capable en } \ell/s$$

Avec p inférieur à 0,02 (2%)

et K : coefficient de Manning-Strickler;

La valeur de ce coefficient peut être prise égale à :

40 à 80 pour les tubes en béton,

60 à 120 pour les tubes en PVC,

50 à 100 pour les tubes en fibre ciment,

70 à 85 pour l'asphalte, un peu moins pour l'enrobé.

On compare la longueur d'utilisation L à celle du réseau. Si elle est :

- égale ou supérieure : l'ouvrage prévu suffit,

- inférieure : l'ouvrage est insuffisant et il faut reprendre le calcul avec un ouvrage plus performant. Le réseau est ainsi dimensionné de proche en proche, par itération du calcul avec des ouvrages de plus en plus performant.

Des programmes de calcul automatique sur ordinateur ont été mis au point qui donnent des tracés d'abaques.

3.3 - Méthode dite "rationnelle"

Dans cette méthode la durée de la pluie est prise égale au temps de concentration T_C ; ce temps est celui que met l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné jusqu'à l'exutoire.

Cette méthode est adaptée au cas des ouvrages d'assainissement sur des ponts courts (moins de 100 m). En effet, cette méthode surestime les débits du fait de la mauvaise appréciation du coefficient C , mais, sur les ponts, ce coefficient est voisin de 1. Compte tenu des temps de réponse très courts (t_C inférieur à 6 mn), l'intensité i de l'averse de référence doit être prise maximale.

Le débit à évacuer ainsi calculé est alors comparé à la capacité de l'ouvrage d'assainissement.

Le temps de concentration s'exprime par:

$T_C = 5 \text{ mn}(\text{temps forfaitaire sur chaussée}) + T_R (\text{temps dans le réseau})$

$$\text{Avec } T_R = \frac{L \cdot \varrho}{V \cdot 0,85} = \frac{L \cdot S}{0,85 \cdot Q} = \frac{S}{0,85 \cdot C \cdot i \cdot \varrho}$$

Où V : vitesse de l'eau, en m/s
Q : débit de l'ouvrage, en litre/sec
Voir autres notations au § 3.1

Si on détermine l'intensité i de l'averse, on peut en tirer T_C . L'intersection de la courbe $T_C = f(i)$ avec la courbe de pluviosité donne la solution.

Des programmes de calcul ont été mis au point et c'est à partir de ceux-ci qu'ont été établis les abaques des pages suivantes.

Pour les ouvrages longs, il est nécessaire de procéder à une vérification par la méthode des temps d'équilibre, afin de tenir compte de l'effet d'accumulation dans le réseau d'une part et de la décroissance de l'intensité d'autre part pour éviter un surdimensionnement.

4 - DIMENSIONNEMENT A L'AIDE DES ABAQUES

4.1 - Généralités

Ils permettent, connaissant :

- les caractéristiques structurales du pont,
- la fréquence d'averse (choisie a priori ; en général, on prendra une fréquence décennale)
- les caractéristiques géométriques de l'ouvrage d'assainissement,

de déterminer sa longueur de saturation et, inversement, connaissant sa longueur, de déterminer ses caractéristiques géométriques.

4.2. - Dimensionnement des grilles

4.2.1 - Dimensionnement de l'ouverture

Les grilles doivent être dimensionnées pour ne pas être un obstacle à l'absorption. Une règle couramment admise est d'avoir une surface de grille (non compris les barreaux) supérieure de 1,5 fois la section du tuyau d'évacuation. Il est possible de calculer le débit d'une grille par la formule du déversoir qui donne :

$$Q = C_g \times L_p \times H^{3/2}$$

en supposant une alimentation par tous les côtés.

Avec L_p : périmètre de l'ouverture de la grille (en ne tenant pas compte des barreaux), en mètre,
H : hauteur d'eau au-dessus de la grille, en mètre,
 C_g : constante dépendant de la grille.

4.2.2 - Résistance

En fonction de sa position dans le profil en travers la grille est soumise à différents systèmes de charge.

- a) Si elle est dans la largeur roulable, c'est le système de charge B (art. 5 du F.61 du C.P.C, titre II) qu'il faut considérer ; en particulier le système Bc (art. 5.2.1) qui consiste en une roue de 6 tonnes sur un rectangle de 0,25 x 0,25 m. Ce système est affecté des coefficients b_c (art 5.2.2), de majorations dynamiques (art. 5.5), des effets du freinage (art. 6) ou de la force centrifuge (art. 7),
- b) Si la grille est hors de la largeur roulable mais non séparée de celle-ci par un dispositif de retenue de la classe barrière, ce sont les charges sur les trottoirs (ch. II du titre II du F.61 du C.P.C) qui sont applicables.

Dans ce cas la charge principale est la roue de 6 tonnes sur un carré de 25 cm de côté. Elle est à prendre dans les conditions indiquées à l'article susvisé (en particulier le dernier alinéa du commentaire de l'article 12.2).

- c) Dans le cas où elle est située sur un trottoir séparé de la largeur roulable par une barrière normale, ou sur une passerelle, la charge à prendre en compte est celle de l'article 12.1 du texte déjà cité.

4.3 - Espacement et diamètre des avaloirs

4.3.1 - Prédimensionnement

Ainsi qu'il est indiqué au § 2.6.2 a) du chapitre 2 il est possible d'effectuer un prédimensionnement rapide en utilisant les éléments de la norme NF P 30.201. Ceci fait l'objet de la figure 4.

4.3.2 - Détermination de l'espacement des avaloirs

L'étude est faite dans le cas d'une pente longitudinale supérieure ou égale à 0,5%. Dans le cas, rare, d'une pente inférieure à cette valeur, consulter le gestionnaire.

4.3.2.1 - Principe de construction du nomogramme * de la fig 5

Le nomogramme a été construit à partir de la méthode dite "rationnelle". La relation est la suivante:

$$\text{Espacement des avaloirs } L = \frac{1000 \cdot K \cdot R_h^{2/3} \cdot S \cdot p^{1/2} \cdot 3600}{C \cdot i \cdot \ell}$$

Avec : K pris égal à 70 (coefficient de Manning-Strickler pour l'asphalte)

C pris égal à 0,95 (surface quasiment étanche)

* Ces nomogrammes ont été préparés par M. LE KHAC, du CTOA du SETRA.

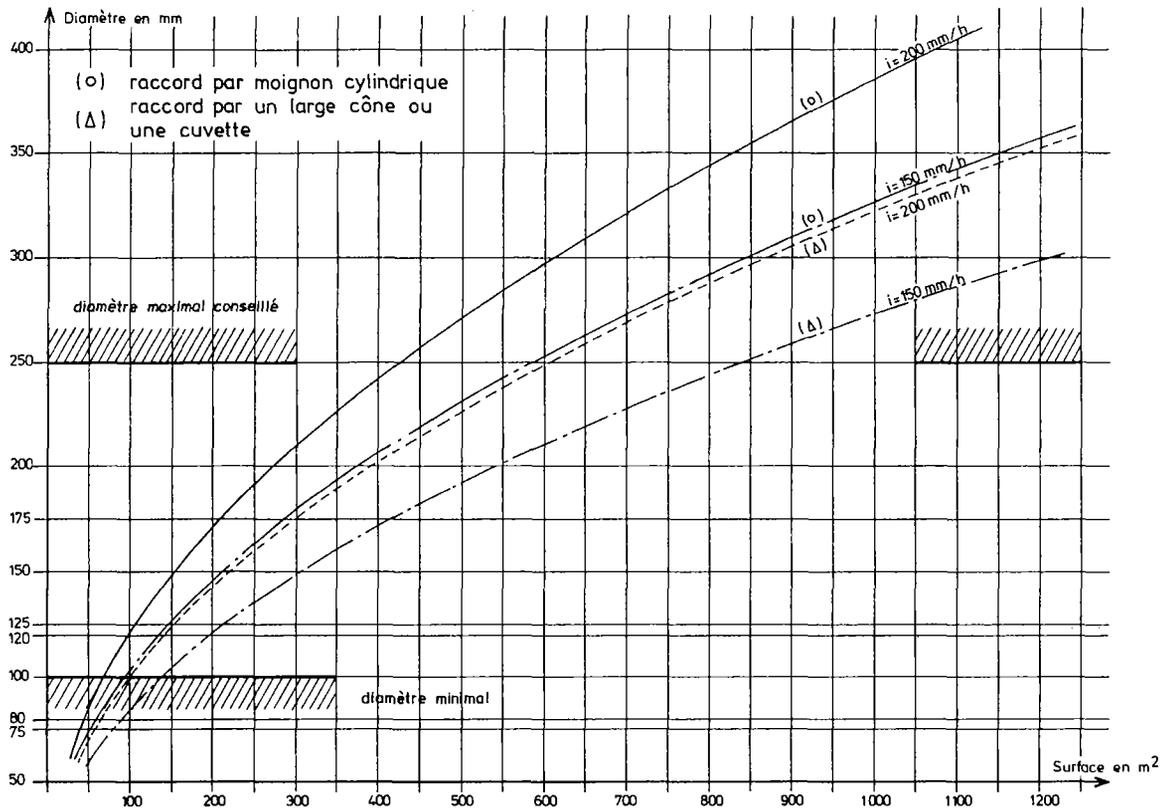


Figure 4 - Surface de tablier intéressée par un avaloir de diamètre donné en fonction du type de raccord et de deux intensités de pluie

4.3.2.2 - Détermination pratique

L'espacement des avaloirs "L", en fonction de la pente longitudinale du fil d'eau, peut être déterminé soit par le calcul, soit graphiquement. La démarche est détaillée à l'aide d'un exemple.

EXEMPLE : cas d'un ouvrage construit en région parisienne

Détermination graphique.

a) Choix de l'averse : i

Ce choix est fait à l'aide des relevés météorologiques (voir la figure 1). On prendra, en général, l'averse de fréquence 10 ans. Dans le cas de choix d'averse à fréquence 15 ans ou 25 ans, voir le § 2.3 ou consulter les services de la météorologie.

Dans l'exemple choisi $i_{10} = 140 \text{ mm/h}$.

b) Largeur de voie à drainer : ℓ

Cette largeur comprend la chaussée mais aussi les bandes dérasées, les trottoirs et tous les autres éléments de la plateforme recevant l'averse et dont l'eau sera évacuée par l'avaloir à dimensionner (en particulier tenir compte des écrans acoustiques, surtout s'ils sont inclinés).

Dans l'exemple : $l = 10$ m.

c) Détermination de $i \times l$, ce qui donne:

$$i \times l = 140 \times 10 = 1400.$$

d) Pente longitudinale de l'ouvrage: p ;

Exemple: $p = 0,01$ m/m (1%).

e) Sur le nomogramme, on trace une droite reliant le point 1 % de l'échelle des pentes à la valeur de la largeur maximale de la nappe d'eau que l'on accepte de voir le long de la bordure de trottoir sur l'ouvrage au moment de l'averse (cette largeur ne correspond pas à la partie géométrique du fil d'eau tel qu'il est défini au § 2.4 du ch.1).

En principe, il est conseillé une largeur de la nappe d'eau:

- inférieure ou égale à 1,5 m pour les ouvrages comportant une bande d'arrêt d'urgence,

- inférieure ou égale à 1 m pour les ouvrages sans bandes d'arrêt.

Dans l'exemple choisi la largeur est de 125 cm. Cette droite intercepte une droite verticale sans échelle. On rejoint ce point d'interception avec la valeur du produit $i \times l$, ici 1400. La nouvelle droite ainsi tracée intercepte l'échelle des valeurs de L "espacement des avaloirs" en un point constituant la solution.

Dans l'exemple choisi l'espacement des avaloirs serait de 16m.

Détermination par le calcul.

La précision des nomogrammes n'est pas excellente, aussi, dans le cas où l'on souhaiterait une meilleure précision, nous conseillons de recourir au calcul, ce qui ne devrait pas poser de problèmes avec une petite calculette de bureau.

Pour ce calcul il est précisé que les nomogrammes ont été tracés à partir des hypothèses suivantes: la pente transversale au droit du fil d'eau est de 2,75 %, ce qui donne, si b est la largeur du fil d'eau, $P = 2,0275 \cdot b$ et $S = 0,0275 \cdot b / 2$.

4.3.3 - Choix du diamètre (en mm)

Cet espacement n'est pas indépendant du diamètre de l'avaloir. Aussi, il est nécessaire, pour obtenir la pleine efficacité du débit, que, en fonction de la pente longitudinale du tablier, on choisisse le diamètre adapté.

Ce tableau a été établi à partir de la relation suivante:

$$\left[\begin{array}{l} \text{ } \\ \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right. \varnothing = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_C}{3,14 \cdot \mu \sqrt{2 g \left(H + \frac{Q_C^2 \cdot 0,5 \cdot g \cdot S^2}{2} \right)}}}$$
 avec $Q_C = K \cdot R_h^{2/3} \cdot S \cdot p^{1/2}$

Figure 5
Détermination graphique de
l'espacement des avaloirs.

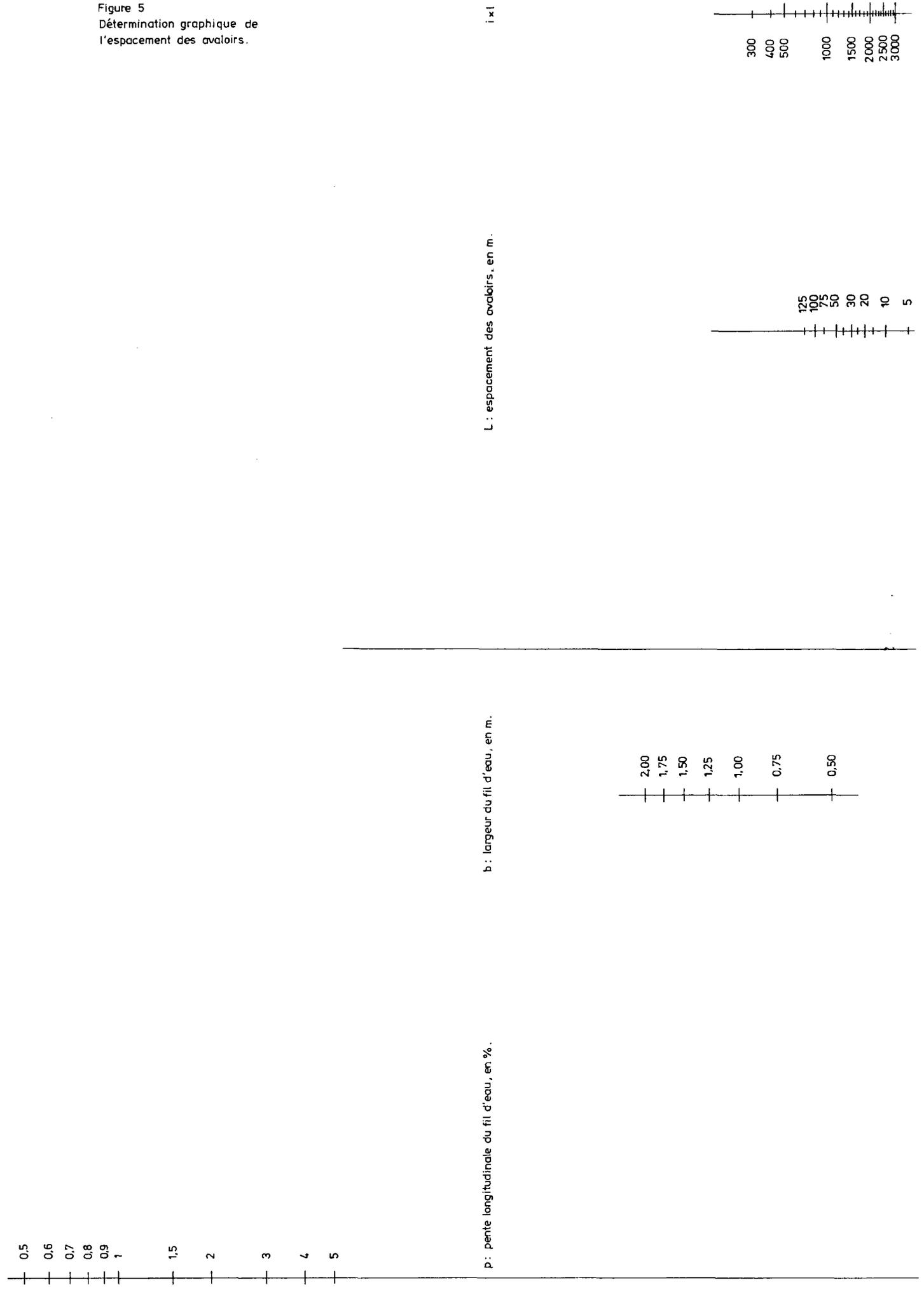
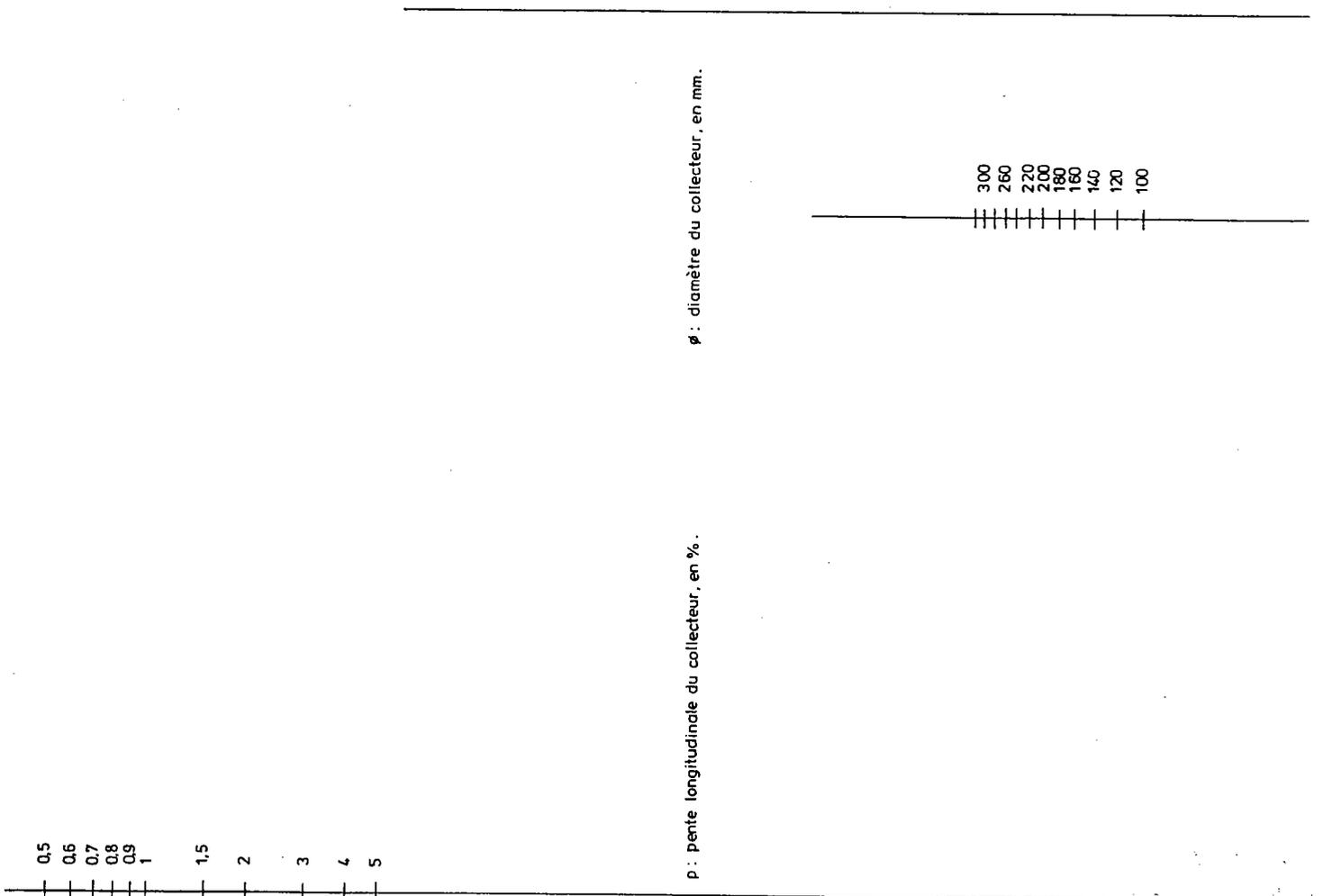


Figure 6
Détermination graphique de la longueur
d'utilisation d'un collecteur en béton armé
(K = 80)



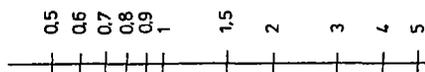
φ : diamètre du collecteur, en mm.

p : pente longitudinale du collecteur, en %.

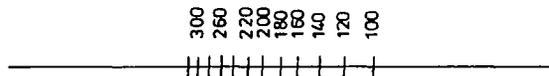
L : longueur d'utilisation, en m.

i x l

Figure 7
Détermination graphique de la longueur
d'utilisation d'un collecteur en fonte
(K = 90)

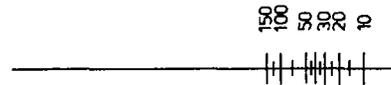


p : pente longitudinale du collecteur, en %.



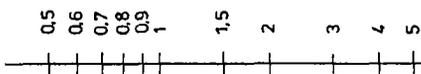
ϕ : diamètre du collecteur, en mm.

L : longueur d'utilisation, en m.



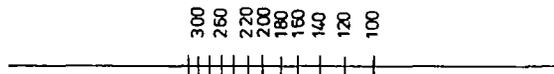
ixl

Figure 8
Détermination graphique de la longueur
d'utilisation d'un collecteur en fibreciment
(K = 105)

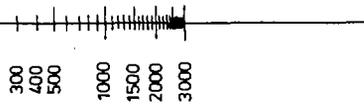


p : pente longitudinale du collecteur, en % .

φ : diamètre du collecteur, en mm.



L : longueur d'utilisation, en m.



i x l

largeur de la nappe d'eau, en cm	Pente longitudinale du tablier du pont (en %)					
	0,5	1	2	3	4	5
50 à 100	100	100	100	100	100	100
125	100	100	100	150	150	150
150	100	100	150	150	150	200
175	150	150	150	200	200	200
200	150	150	200	200	250	250
DIAMETRE Ø EN MILLIMETRE						

Ø - mètre - diamètre de l'avaloir.

Q_c - m³/s - débit capable du "fil d'eau".

H - mètre - hauteur de la nappe d'eau au-dessus de l'avaloir.

μ - sans unité - Coefficient de débit. Lorsque h varie de 0,50 à 0,10 mètre, pour un orifice à arête vives: μ varie de 0,7 à 0,6 et pour un orifice aux arêtes arrondies: μ varie de 0,8 à 0,7.

4.4 - Longueur d'utilisation ou diamètre d'un collecteur

4.4.1 - Principe de construction des nomogrammes (figures 6, 7, 8 et 9)

Les nomogrammes ont été construits à partir de la méthode dite "rationnelle" selon la relation donnée au § 4.3.2.1 avec

- K pris égal: . à 80 pour un collecteur en béton armé,
 . à 105 pour un collecteur en fibre ciment,
 . à 120 pour un collecteur en PVC,
 . à 90 pour un collecteur en fonte.

C pris égal à 0,95.

p , en mètre par mètre, pente longitudinale du collecteur, prise égale à 0,005 (0,5%).

$R_h = \frac{\delta}{4}$ avec un collecteur coulant à plein.

4.4.2 - Détermination graphique

Le principe est identique à celui de la détermination de l'espacement des avaloirs. Connaissant p , la pente longitudinale, et la valeur du produit $i \times \ell$ on peut déterminer soit Ø, le diamètre, si on se fixe L, la longueur d'utilisation, soit L si on se fixe Ø.

EXEMPLE: Si on reprend le cas de figure précédent, on trouve, pour une longueur d'utilisation $L = 150$ m, un diamètre de collecteur en fibreciment de $\varnothing 25$ cm.

4.5 - Le dimensionnement des corniches caniveaux

Nota: attention aux unités et voir les notations utilisées au § 3.1

Nous supposons la section de la corniche constante.

Le bassin versant est défini par les paramètres i , L , ℓ et p .

En fonction de ces paramètres, la section mouillée est définie par la relation (1) voir figure 10.

$$R_h^{2/3} \cdot S \geq A = \frac{i \cdot \ell \cdot L}{360 \cdot K \cdot \sqrt{p}} \cdot 10^{-4} \quad (1)$$

avec, pour une section trapézoïdale:

S : section mouillée = $H (a + u/2)$

$$R_h: \text{ rayon hydraulique} = \frac{S}{\text{périmètre}} = \frac{H (a + u/2)}{H + a + \sqrt{H^2 + u^2}}$$

où H , a et u sont exprimés en mètres.

et K : Coefficient de Manning-Strickler dont la valeur peut être prise à:

- 80 pour un béton étanché par un brai-époxy ou une feuille d'étanchéité,
- 105 pour une tôle métallique.

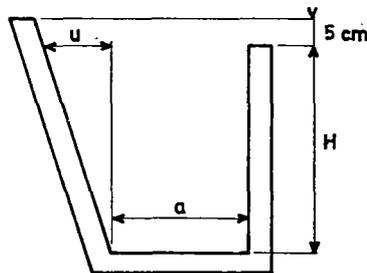


Figure 10

$$\text{d'où la relation (2) } \left[\frac{(a + u/2)^5 \cdot H^5}{(H + a + \sqrt{H^2 + u^2})^2} \right]^{1/3} \geq A$$

Connaissant A et pour une valeur fixée a priori de u , la relation (2) permet de déterminer " a " minimal en fonction de H ou inversement. L'abaque de la figure 11 donne, en fonction de A et pour un coefficient de Manning-Strickler égal à 80, les choix possibles du couple (a, H) dans le cas où u est égal à 0,1 m.

La section mouillée vérifiera en outre deux conditions:

- une surhauteur de 5 cm côté extérieur pour éviter les débordements;
- pour les corniches en béton, le fond doit avoir une largeur intérieure supérieure à 20 cm, ceci pour permettre l'exécution de l'étanchéité intérieure de la corniche.

Les sections minimales des exutoires au niveau des culées ou à la fin de chaque tronçon de corniche caniveau sont définies par la relation (3):

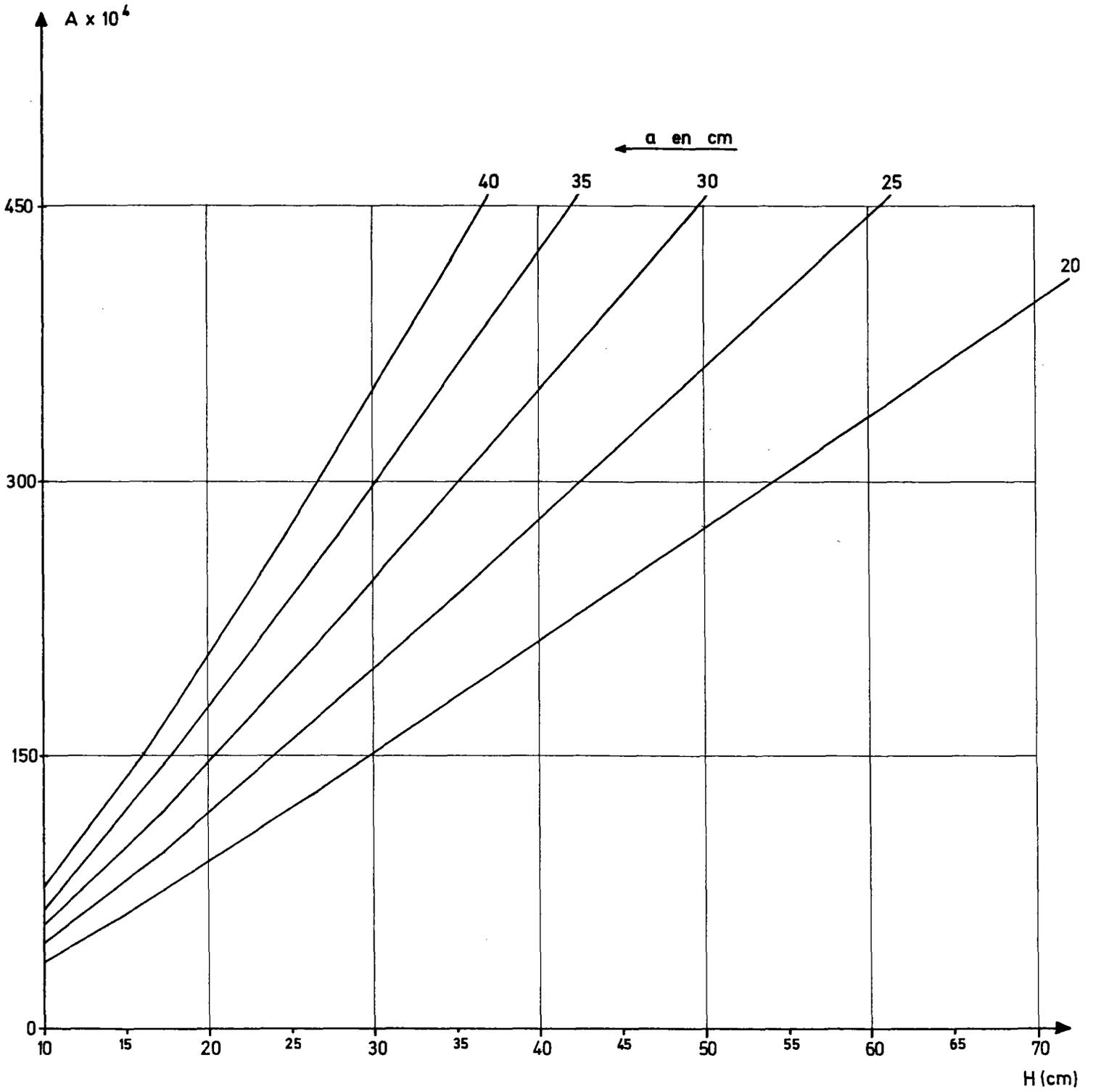
$$S_e \text{ en mètre} = \frac{Q_c}{\mu \sqrt{2 g H + Q_c^2/S^2}} \quad (3)$$

avec

- Q_c en m^3/s : débit capable de la corniche caniveau égal à $K \cdot R_h^{2/3} \cdot S \cdot p^{1/2}$ [mêmes unités que pour la relation(1)].
- S , en m^2 , section de la corniche caniveau.
- μ , coefficient de débit qui peut être généralement pris égal à 0,7.

En fait, on n'hésitera pas à surdimensionner cette section car, aux exutoires, s'amassent toutes les saletés venant du tablier.

Figure 11
Abaque donnant "a" minimal en fonction de H ou, inversement, pour u = 10 cm
et K = 80



SOMMAIRE

	Pages
PARTIE I - ÉVACUATION DES EAUX À LA SURFACE D'UN TABLIER D'OUVRAGE D'ART	3
CHAPITRE I - DISPOSITIONS GÉNÉRALES.....	5
1 - GENERALITES.....	5
1.1 - Introduction.....	5
1.2 - Définition de l'assainissement d'un pont.....	5
1.3 - Intérêts du bon assainissement d'un pont.....	5
1.4 - Importance de l'étude des dispositions d'assainissement	7
1.5 - Cas particulier de l'évacuation des eaux en phase de construction.....	8
2 - LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN ASSAINISSEMENT D'UN PONT.....	9
2.1 - Schéma général.....	9
2.2 - Relation avec les parties hors ouvrages.....	9
2.3 - La collecte transversale.....	9
2.3.1 - Pentes transversales de la chaussée.....	10
2.3.2 - Cas particulier des zones à changement de dévers..	10
2.3.3 - Pentes transversales des autres éléments du profil en travers.....	10
2.3.4 - Passage de l'eau sous un DBA.....	11
2.4 - La collecte longitudinale.....	11
2.4.1 - Pente longitudinale des ouvrages.....	11
2.4.2 - Exécution d'un fil d'eau en béton bitumineux.....	11
2.4.3 - Exécution d'un caniveau/fil d'eau en asphalte.....	12
2.5 - Drainage de l'interface étanchéité/couche de roulement.	14
2.5.1 - Revêtement courant.....	14
2.5.2 - Cas particulier des enrobés drainants.....	16
2.6 - Evacuation aux extrémités de l'ouvrage, sur remblai....	17
2.6.1 - Principe.....	17
2.6.2 - Passage du joint de chaussée.....	17
2.6.3 - Dispositions techniques.....	19
2.7 - Dispositions spécifiques au trottoir.....	19
2.8 - Assainissement à l'intérieur des poutres caissons.....	21
2.9 - Evacuation à travers le tablier.....	21
CHAPITRE 2 - LES AVALOIRS.....	23
1 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	23
2 - L'ENTRÉE D'EAU.....	23
2.1 - Qualités exigibles pour un dispositif d'entrée d'eau... 23	23
2.2 - Les dispositifs simples.....	24
2.3 - Le dispositif en fonte d'acier moulé.....	27
2.4 - Autres dispositifs.....	27
2.4.1 - L'avaloir est dans le fil d'eau.....	27
2.4.2 - L'avaloir est décalé par rapport au fil d'eau....	32
2.5 - Emplacement des avaloirs.....	32
2.6 - Dimensionnement.....	32
2.6.1 - Diamètre minimum et maximum.....	32
2.6.2 - Détermination de l'espacement et du diamètre....	33
2.7 - Les dispositifs d'entrée.....	34
2.7.1 - L'avaloir ne comporte pas de grille.....	34
2.7.2 - L'avaloir est couvert par une grille.....	34
3 - LIAISON DE L'AVALOIR AVEC LE RÉSEAU D'ÉVACUATION.....	35
3.1 - Rejet direct dans la nature ou rejet dans un réseau... 35	35
3.1.1 - La réglementation.....	35
3.1.2 - Dispositifs de stockage et de traitement des eaux. 36	36

	pages
3.2 - Evacuation en chute libre.....	37
3.2.1 - Généralités.....	37
3.2.2 - Dispositions techniques.....	37
3.3 - Evacuation en liaison avec le perré.....	41
3.4 - Evacuation le long d'une pile.....	42
3.5 - Evacuation dans un collecteur.....	42
4 - ÉVACUATION DANS UN COLLECTEUR.....	42
4.1 - Dispositions constructives générales du projet.....	42
4.1.1 - Liaison avec le collecteur.....	42
4.1.2 - Pentes longitudinales et courbes.....	42
4.1.3 - Implantation possible du collecteur dans l'ouvrage	45
4.1.4 - Fixation dans la structure.....	47
4.1.5 - Dispositions particulières au passage ouvrage/appui	48
4.1.6 - Entretien.....	48
4.2 - Les matériaux constitutifs des tuyaux de descente.....	49
4.2.1 - Généralités.....	49
4.2.2 - Commentaires complémentaires au tableau.....	49
CHAPITRE 3 - LA CORNICHE CANIVEAU.....	55
1 - FONCTION ET PRÉSENTATION.....	55
2 - CRACTÉRISTIQUES ET CRITÈRES D'EMPLOI DES DIFFÉRENTS MATÉRIAUX..	55
2.1 - Le béton armé.....	55
2.2 - L'acier.....	55
2.3 - L'alliage d'aluminium.....	60
2.4 - Le GRC, le polyester.....	61
3 - DIMENSIONNEMENT MÉCANIQUE.....	62
4 - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PARTICULIÈRES.....	62
4.1 - Jonction fil d'eau/corniche caniveau.....	62
4.2 - Évacuation de l'eau de la corniche.....	63
4.3 - Passage des joints de chaussées.....	63
4.4 - Étanchéité.....	65
4.4.1 - Corniche caniveau en béton armé.....	65
4.4.2 - Corniche caniveau en métal.....	66
4.5 - Protection entre le parement et la corniche.....	66
4.6 - Sécurité du personnel.....	67
CHAPITRE 4 - LES PERRÉS.....	69
1 - GENERALITES.....	69
2 - JUSTIFICATION D'UN PERRE.....	69
2.1 - Pourquoi un perré?.....	69
2.2 - Les paramètres à prendre en compte pour le choix ou non	
d'un perré.....	71
2.2.1 - Les données de base liées au contexte de l'ouvrage	71
2.2.2 - Les paramètres sur lesquels le projeteur peut	
intervenir.....	73
2.3 - Conclusions.....	74
3 - ASPECT ESTHETIQUE.....	74
4 - DISPOSITIONS TECHNIQUES.....	77
4.1 - Surface à équiper.....	77
4.2 - Bordure et pied de perré.....	77
4.3 - Les matériaux constitutifs.....	79
4.3.1 - Les éléments en pavés ou dalles préfabriqués...	79
4.3.2 - Les grilles ou les tapis préfabriqués.....	79
4.3.3 - Maçonnerie.....	80
4.4 - Evacuation des eaux intégrée au perré.....	80

PARTIE II - DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ÉVACUATION.....	85
1 - INTRODUCTION.....	87
2 - LE CHOIX DE L'AVERSE DE REFERENCE.....	87
2.1 - Généralités.....	87
2.2 - Choix des périodes de retour.....	87
3 - LES MÉTHODES DE CALCUL DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ÉVACUATION	89
3.1 - Notations utilisées.....	89
3.2 - La méthode du "temps d'équilibre".....	90
3.3 - La méthode dite "Rationnelle".....	91
4 - DIMENSIONNEMENT A L'AIDE D'ABAQUES.....	92
4.1 - Généralités.....	92
4.2 - Dimensionnement des grilles.....	92
4.2.1 - Dimensionnement de l'ouverture.....	92
4.2.2 - Résistance.....	93
4.3 - Espacement et diamètre des avaloirs.....	93
4.3.1 - Prédimensionnement.....	93
4.3.2 - Détermination de l'entraxe.....	93
4.3.2.1 - Principe de construction du nomogramme.....	93
4.3.2.2 - Détermination pratique.....	94
4.3.3 - Choix du diamètre.....	95
4.4 - Longueur d'utilisation ou diamètre d'un collecteur.....	100
4.4.1 - Principe de construction des nomogrammes.....	100
4.4.2 - Détermination graphique.....	100
4.5 - Le dimensionnement des corniches caniveaux.....	101

Annexes

Documentation et Renseignements divers

Textes
Bibliographie
Adresses utiles

BIBLIOGRAPHIE

STER 81

GC 77

CES 71

PP 73

MUR 73

NOTE D'INFORMATION N°40 (Chaussées) de Août 88: Enrobés drainants

NOTE D'INFORMATION N° 1 (Environnement): Routes et pollution des eaux

RECOMMANDATION POUR L'ASSAINISSEMENT ROUTIER - SETRA.LCPC

DTU 43/1, 60/1, 60/2, 60/32, 60/33

NF A 55.201, A 55.211, A 91.121, P 16.302, P 16.304, P 16.351, P 16.352,

P 30.201, P 34.414, P 34.415, P 34.416, P 36.403, P 41.302, P 48.720,

T 54.002, T 54.005.

ADRESSES UTILES

ADRISS (douille VEMO) Avenue Chateau BP 604 - 95004 CERGY PONTOISE CEDEX
Tel: 30.37.23.45

CIPEC 29 avenue G. Mesureur - 78170 LA CELLE SAINT CLOUD - Tel: 39.18.06.54

DANI ALU (drain) BP 32 -69751 CHARBONNIERES CEDEX - Tel: 78.87.12.48

EQUIPEMENT ROUTIER 11 avenue de Lattre de Tassigny - 69882 MEYZIEU
Tel: 78.31.08.08

ETERNIT - BP 3 - 78540 VERNOUILLET - Tel: 39.79.60.60

FIBRECIMENT (Syndicat) 32 rue de Ponthieu - 75008 PARIS - Tel: 43.59.40.68

GOBIMAT Sté Etudes et Techniques Bergeon-Buret
36 rue Paul Valéry - 75016 PARIS - Tel: 45.00.67.02

HALFEN 18 rue Goubet - 75940 PARIS CEDEX 19 - Tel: 42.00.11.02

HONNEGER (Honel) CH-8427 RORBAS BP 37 - Tel: 86.51177

NICOLL 33 rue d'Artois - 75008 PARIS - Tel: 45.63.67.97

PASSAVANT (distribué par FRANCEAUX)
136 rue Benoit Frachon - 78500 SARTROUVILLE - Tel: 39.57.56.66

PONT A MOUSSON BATIMENT (Agence de Paris) 4 rue Paul Valéry - 75016 PARIS
Tel: 47.27.09.61

SABLA (Trief) 34 route d'Ecully - 69570 DARDILLY - Tel: 78.35.70.22

SACO TP Z. Artisanale de la Serve BP 42 - 24110 SAINT ASTIER
Tel: 53.54.00.446

SOTUBEMA (Evergreen) 77170 COUBERT - Tel: 64.06.71.24

TODELUM 55 Rue Chaussy - 95 SARCELLES - Tel: 39.19.09.57

UA SAMBRE et MEUSE (division TP) Tour Aurore 18 place Reflets
92080 LA DEFENSE - Tel: 47.76.44.07

WAVIN BP 5 - 03150 VARENNES SUR ALLIER - Tel: 70.45.62.73

ZINC (Centre du) 101/109 Rue Jean Jaurès - 92307 LEVALLOIS PERRET
Tel: 47.39.47.40

ICTARN

Avril 1970

68

Commentaires

III - 3. PROFIL EN TRAVERS DES CHAUSSEES

III - 3.1.

Les pentes transversales choisies résultent d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluie.

III - 3.2.

La règle de variation du dévers de 2 % par seconde traduit une condition de confort (vitesse de roulis).

Elle conduit également à limiter la pente différentielle d'un bord de chaussée (de 7 m) par rapport à l'autre à une valeur comprise entre 0,4 % (à 120 km/h) et 1,2 % (à 40 km/h), ce qui est satisfaisant au point de vue esthétique.

Cette règle de variation du dévers présente l'avantage d'être plus exigeante pour les routes de catégorie supérieure que pour les routes de catégorie inférieure en conduisant à des ordres de grandeur raisonnables pour les longueurs de raccordement.

Texte

69

Avril 1970

III - 3. PROFIL EN TRAVERS DE LA CHAUSSEE

III - 3.1. En alignement :

Le profil de la chaussée au sens structural est constitué par deux versants plans raccordés sur l'axe.

Cependant les chaussées unidirectionnelles comportent un seul versant plan dirigé vers l'extérieur, de même, éventuellement, que les chaussées bidirectionnelles de 5 m.

Les pentes transversales sont les suivantes en fonction de la nature du revêtement ;

- chaussée non revêtue 4 %
- tapis d'enrobés ou enduit superficiel 2,5 %
- béton de ciment 2 %

En traverse, les caniveaux peuvent avoir une pente transversale plus forte, convenablement raccordée aux pentes ci-dessus indiquées.

III - 3.2. En courbe :

Le profil comporte un seul versant plan en pente vers l'intérieur de la courbe lorsque son rayon est inférieur à la valeur RH' , définie au chapitre I.

Le dévers doit régner sur la totalité de la partie circulaire de la courbe ; il doit être introduit par un raccordement à courbure progressive d'une longueur au moins égale à ce qui est nécessaire pour limiter la variation de dévers à 2 % par seconde, soit, pour 1 % de variation de dévers, une longueur de :

Vitesse de référence (Km/h)	120	100	80	60	40
Longueur pour une variation de 1 % du dévers (m)	16,5	14	11	8,5	5,5



III - 6 - PROFILS SUR OUVRAGES D'ART

III - 6.1. Dispositions générales

Le profil transversal sur ouvrages d'art peut être plus étroit qu'en section courante : la largeur de la chaussée est soit conservée, soit augmentée de certaines surlargeurs, définies plus loin ; les bandes d'arrêt sont soit conservées à leur largeur courante, soit supprimées ; le reste des accotements est remplacé par les éléments du tablier qui sont strictement nécessaires pour y placer les dispositifs de sécurité éventuels et les garde-corps, et pour y assurer le passage éventuel des piétons.

Pour les ouvrages d'art terminés par des culées, les profils en travers sur ouvrages, qui résultent des dispositions définies plus loin, sont à appliquer également sur toute la longueur des culées, la largeur de celles-ci étant alors strictement suffisante pour recevoir les bouts du tablier.

L'introduction du profil sur ouvrage d'art se fera progressivement sur une certaine longueur à partir des extrémités de l'ouvrage, déterminée de façon à éviter toute variation brusque de profil. En particulier, s'il y a des glissières et qu'elles sont posées en biais pour amorcer un rétrécissement, elles auront par rapport à l'axe de la chaussée une inclinaison en plan qui corresponde à une vitesse de déplacement latéral d'au plus 2 mètres par seconde à la vitesse courante des véhicules qui abordent l'ouvrage.

Si les bandes d'arrêt sont conservées sur ouvrage, leur pente transversale est égale à celle de la chaussée à laquelle elles se raccordent. Si une diminution de la pente transversale de la chaussée et des bandes d'arrêt présente de l'intérêt pour le dégagement des gabarits sous l'ouvrage, cette pente pourra, en alignement seulement, être réduite à 1 % moyennant un raccordement convenable aux sections adjacentes.

En règle absolue, le dévers, le tracé en plan et en profil en long de la voie ne doivent présenter aux abords de l'ouvrage aucune variation brusque, sensible à l'usager. Par ailleurs, la constitution des chaussées et bandes d'arrêt sur l'ouvrage ne doit, autant que possible, présenter aucun changement d'aspect et de rigidité par rapport à la section courante.

III.5. - PENTES TRANSVERSALES

1. - En alignement

Les deux chaussées et leurs surlargeurs présentent une pente transversale de 2,5 % vers l'extérieur. Cette valeur peut être ramenée à 2 % dans le cas de grands ouvrages où une telle mesure peut en faciliter la conception, sous réserve d'un suivi particulier.

Les bandes d'arrêt d'urgence présentent, au-delà des surlargeurs de chaussée, une pente transversale de 4 % vers l'extérieur. Toutefois on peut avoir une pente identique à celle de la chaussée sur ouvrage d'art et en section courante, si cette solution ne présente pas d'inconvénient pour l'évacuation des eaux de ruissellement.

Les bandes dérasées de gauche et les versants en toit du terre-plein central revêtu présentent les mêmes pentes transversales que les chaussées adjacentes.

Lorsque la bande médiane du terre-plein central n'est pas revêtue on adopte un profil qui permet le recueil et l'évacuation de l'eau en dehors des chaussées.

La berme extérieure engazonnée présente une pente transversale de 8 % vers l'extérieur qui peut être portée à 25 % dans le cas où elle est intégrée à la cunette.

2. - En courbe (1)

Lorsqu'il est nécessaire d'introduire un changement de dévers, la longueur de la chaussée sur laquelle règnent les dévers compris entre - 1 % + 1 % est déterminée de manière à ne compromettre ni l'écoulement des eaux de ruissellement, ni l'aspect du tracé. A cet effet, on s'efforce de respecter une différence de pente de 0,5 % à 1 % entre le bord droit et le bord gauche de la chaussée.

Tant que le dévers ne dépasse pas 4 %, les pentes des B.A.U. sont les mêmes qu'en alignement.

Quand le dévers est supérieur à 4 % :

- la pente de la B.A.U. adjacente à la chaussée intérieure est égale au dévers ;
- la pente de la B.A.U. adjacente à la chaussée extérieure est de sens opposé au dévers et égale à 1,5 %.

Les dispositions relatives aux surlargeurs de chaussées, aux B.D.G., et aux bermes engazonnées sont les mêmes qu'en alignement droit.

(1) Voir également : les dévers, dans le chapitre *Tracé en plan (II.2)*.

Pour assurer la sécurité des usagers et améliorer la pérennité des structures, les eaux de pluie et de ruissellement doivent être évacuées rapidement et efficacement du dessus du tablier d'un pont.

Ce document se propose de donner des conseils pour projeter et réaliser le réseau d'évacuation des eaux d'un pont. Il s'efforce de donner une description aussi complète que possible des différents dispositifs avec leurs avantages et leurs inconvénients, ainsi que les précautions à prendre et les implications éventuelles qu'ils introduisent dès le stade de la conception de la structure elle-même.

L'une des parties traite des perrés, l'autre donne une méthode de dimensionnement de ces ouvrages en fonction de la pluviométrie.

Prix de vente : 140 F

ISBN 2-11-085656 4