

# **dossier pilote des tunnels génie civil**

## **section 7 assainissement, drainage et réseaux divers**

Juillet 1998

**CENTRE D'ÉTUDES DES TUNNELS  
25, AVENUE FRANÇOIS-MITTERRAND - CASE N°1 - 69674 BRON CEDEX - FRANCE  
TEL : 04 72 14 34 00 - TELECOPIE : 04 72 14 34 30**

I.S.B.N. 2-11-084743-3

# SOMMAIRE

|                   |                                                  |           |
|-------------------|--------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chapitre 1</b> | <b>L'eau dans un tunnel</b>                      | <b>7</b>  |
| 1.1               | Les eaux d'assainissement                        | 7         |
| 1.1.1             | Recueil des eaux d'assainissement                | 7         |
| 1.1.2             | Stockage et traitement des eaux d'assainissement | 7         |
| 1.2               | Les eaux de drainage du massif                   | 8         |
| 1.2.1             | Rôle du dispositif de drainage du massif         | 8         |
| 1.2.2             | Recueil des eaux de drainage                     | 8         |
| <b>Chapitre 2</b> | <b>L'assainissement</b>                          | <b>9</b>  |
| 2.1               | Le rôle de l'assainissement                      | 9         |
| 2.2               | Critères de choix                                | 9         |
| 2.2.1             | Principes généraux                               | 9         |
| 2.2.2             | La chaussée                                      | 9         |
| 2.2.3             | Le caniveau                                      | 10        |
| 2.2.4             | Les regards                                      | 10        |
| 2.3               | Implantation et conséquence sur la géométrie     | 11        |
| 2.4               | Conception et dimensionnement                    | 12        |
| 2.4.1             | Le caniveau                                      | 12        |
| 2.4.2             | Le regard                                        | 12        |
| <b>Chapitre 3</b> | <b>La collecte des eaux souterraines</b>         | <b>13</b> |
| 3.1               | Rôle de la collecte                              | 13        |
| 3.2               | Critères de choix                                | 13        |
| 3.2.1             | Principes généraux                               | 13        |
| 3.2.2             | La collecte des eaux en base de piédroit         | 13        |
| 3.2.3             | La collecte des eaux sous chaussée               | 13        |
| 3.3               | Implantation et conséquence sur la géométrie     | 14        |
| 3.3.1             | La collecte des eaux en base de piédroit         | 14        |
| 3.3.2             | La collecte des eaux sous chaussée               | 14        |
| 3.4               | Conception et dimensionnement                    | 14        |
| 3.4.1             | La collecte des eaux en base de piédroit         | 14        |
| 3.4.2             | La collecte des eaux sous chaussée               | 14        |
| <b>Chapitre 4</b> | <b>Stockage et traitement des effluents</b>      | <b>15</b> |
| 4.1               | Conception générale des projets                  | 15        |
| 4.2               | Stockage des effluents                           | 16        |
| 4.2.1             | Séparation                                       | 16        |
| 4.2.2             | Régulation                                       | 16        |
| 4.2.3             | Dérivation                                       | 16        |
| 4.3               | Traitement                                       | 16        |
| 4.3.1             | Dégrillage                                       | 16        |
| 4.3.2             | Décantation                                      | 16        |
| 4.3.3             | Déshuilage                                       | 17        |
| 4.3.4             | Pompage                                          | 17        |
| 4.4               | Conditions d'exploitation                        | 18        |
| 4.5               | Quelques références à connaître                  | 18        |
| <b>Chapitre 5</b> | <b>Autres réseaux et dispositions types</b>      | <b>19</b> |
| 5.1               | Réseaux propres à l'ouvrage                      | 19        |
| 5.2               | Réseaux particuliers en tunnel                   | 19        |
| 5.3               | Réseaux concédés                                 | 19        |

## L'eau dans un tunnel

*Dans un tunnel en exploitation il est toujours nécessaire de prévoir le captage et l'évacuation des **eaux d'assainissement** provenant de la chaussée (pluie, lavage des piédroits) auxquelles peuvent s'ajouter le cas échéant des liquides provenant de déversements accidentels.*

*Si l'ouvrage n'est pas revêtu d'une étanchéité sur la totalité de son périmètre, il est très souvent nécessaire de capter également les **eaux de drainage du massif**, à la base des piédroits et sous la chaussée, de façon à éviter leur remontée dans les couches de chaussée.*

### 1.1 - Les eaux d'assainissement

Les eaux de drainage du massif (cf. 1.2), non polluées, sont évacuées directement dans le milieu naturel.

#### 1.1.2 - Stockage et traitement des eaux d'assainissement

#### 1.1.1 - Recueil des eaux d'assainissement

Les eaux d'assainissement proviennent essentiellement des eaux sur chaussée (pluie, lavage des piédroits). Ces eaux étant polluées par les résidus du trafic routier, il est vivement conseillé de les capter et de les évacuer en réseau séparatif, de façon à pouvoir les traiter avant rejet dans le milieu naturel.

Le système séparatif permet également de faire face beaucoup plus facilement au recueil et au stockage de liquides dangereux et/ou polluants qui peuvent être déversés sur la chaussée de manière accidentelle.

Le dispositif de recueil des eaux d'assainissement comporte quatre parties :

- un réseau de collecte primaire en rive de chaussée,
- des siphons et leurs regards associés,
- un collecteur général,
- un dispositif de rétention en sortie de tunnel.

Les différents éléments de ce dispositif sont présentés aux chapitres 2 et 4 de la présente section.

Les principales dispositions pouvant être adoptées sont présentées au chapitre 4.

La conception des ouvrages de stockage et de traitement doit tenir compte des conditions d'exploitation du tunnel. Ces ouvrages doivent en effet faire l'objet d'une surveillance et d'un entretien bien adaptés pour être efficaces, en particulier en cas de pollution accidentelle.

## **1.2 - Les eaux de drainage du massif**

### **1.2.1 - Rôle du dispositif de drainage du massif**

Lorsqu'on a recours à une solution d'étanchement par drainage (cf. chapitre 2 de la section 5 "Etanchement et revêtement") les eaux captées par les drains doivent être collectées et évacuées par un système de canalisations disposé et dimensionné en fonction des débits attendus. L'observation, pendant la phase de travaux, des venues d'eau, de leur débit et des fluctuations de celui-ci (en fonction notamment des conditions climatiques : influence des précipitations, variations saisonnières ...) est bien sûr essentielle pour concevoir ce dispositif.

Le même problème se présente lorsque la mise hors d'eau d'une partie du massif est nécessaire pour éviter le déclenchement de phénomènes évolutifs : gonflement ou dissolution du terrain.

Lorsqu'on réalise une étanchéité partielle du tunnel (par exemple par mise en place d'une feuille d'étanchéité à l'extrados du revêtement en voûte et piédroits) l'eau arrêtée et canalisée par cette barrière d'étanchéité aura tendance à rejoindre la fondation de l'ouvrage et à pénétrer dans celui-ci à sa base, de même que les eaux provenant directement de cette fondation. Il est donc nécessaire d'interposer des canalisations drainantes de façon à capter ces eaux et à assurer ainsi un étanchement satisfaisant en radier.

### **1.2.2 - Recueil des eaux de drainage**

Le chapitre 3 présente des dispositions types prouvant être adoptées pour capter les eaux du massif à la base du tunnel, dans le cas de l'étanchéité partielle évoqué ci-avant.

Les eaux de drainage du massif sont généralement captées par un double système de canalisations :

- à la base des piédroits, contre la feuille d'étanchéité,
- sous la chaussée : le drain général est placé suffisamment bas pour capter, au moyen d'antennes, des points bas localisés qui ont pu être mis en évidence lors du déroctage en radier.

Il n'est pas toujours facile d'évaluer les débits à évacuer, mais il faut rappeler que la solution d'étanchéité partielle n'est bien adaptée que si les débits de drainage restent suffisamment faibles. Dans le cas contraire, il vaudra généralement mieux s'orienter vers une solution d'étanchéité complète, qui évite de créer des circulations d'eau autour du tunnel.

# L'assainissement

*Ce chapitre sur l'assainissement décrit les dispositifs particulièrement bien adaptés au recueil des matières dangereuses liquides. Il peut toutefois être étendu à d'autres ouvrages qu'ils soient ou non autorisés au passage de ces matières. En effet, cette autorisation peut être simplement différée et le surcoût peu important ne saurait justifier de se limiter à un assainissement classique interdisant tout passage ultérieur de matières dangereuses.*

*A l'inverse, la réalisation après coup d'un système répondant aux exigences des transports de matières dangereuses serait très onéreux, et sa construction constituerait une gêne importante à la circulation.*

## 2.1 - Le rôle de l'assainissement

Les dispositifs d'assainissement en tunnel ont pour objet de collecter les produits de ruissellement intérieurs dont la provenance est :

- **normale** : eaux de ruissellement entraînées par les véhicules par temps de pluie ou de neige, eaux de lavage des piédroits et des chaussées;
- **accidentelle** : produits déversés sur la chaussée en cas d'accident.

## 2.2 - Critères de choix

### 2.2.1 - Principes généraux

Lorsque la longueur du tunnel est inférieure à 200 mètres, il n'est pas nécessaire d'implanter un dispositif de collecte des eaux de surface.

Lorsque la longueur du tunnel est comprise entre 200 et 400 mètres, le dispositif de collecte peut être utilisé comme canalisation principale. Il n'est donc pas obligatoirement doublé d'un collecteur général, si la pente s'y prête.

Lorsque la longueur du tunnel est supérieure à 400 mètres, le dispositif de collecte doit obligatoirement être doublé d'un collecteur de diamètre supérieur ou égal à 400 mm et relié à ce dernier par des regards siphoniques espacés au maximum de 100 mètres. Cette prescription répond au souci de recueillir et d'extraire rapidement les produits éventuellement dangereux de l'atmosphère du tunnel.

L'élément principal dimensionnant l'assainissement est le déversement accidentel de matières.

Les objectifs de sécurité sont :

- réduire au maximum la surface d'étalement intéressée par un déversement accidentel sur la chaussée ;
- éviter toute propagation de l'incendie dans le tunnel et dans le système de recueil des matières dangereuses, donc limiter la formation d'un mélange gazeux détonnant entre les vapeurs de liquide volatil et l'air, par réduction de la surface de contact.

Il est à noter que pour le confort de l'utilisateur et les facilités d'entretien, on s'efforce d'installer l'ensemble sous trottoir.

### 2.2.2 - La chaussée

Tel que précisé au paragraphe 3.3.2 de la section 8 "chaussées" l'emploi de béton bitumineux drainant est déconseillé en tunnel car non adapté aux contraintes particulières du milieu.

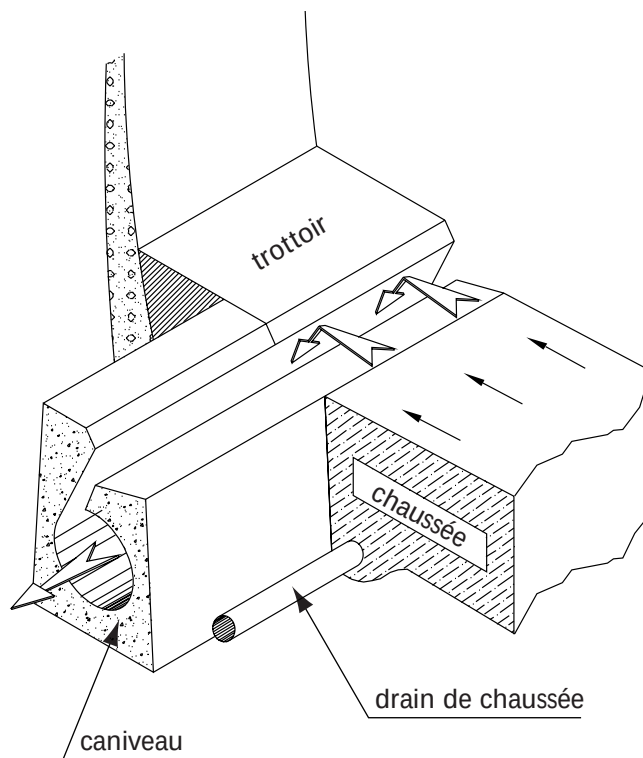
### 2.2.3 - Le caniveau

Le caniveau doit pouvoir absorber les effluents dans un temps très court afin de limiter la surface d'étalement de la nappe sur la chaussée.

Le dispositif doit être continu (les discontinuités dans l'absorption laissent subsister un risque d'accumulation de produit potentiellement dangereux).

Ce type de dispositif qui utilise en partie l'énergie cinétique du liquide déversé pour faciliter sa réception, offre **une très bonne absorption** et intègre la bordure de trottoir d'un profil minimum T2. Son **utilisation** doit être **privilégiée**.

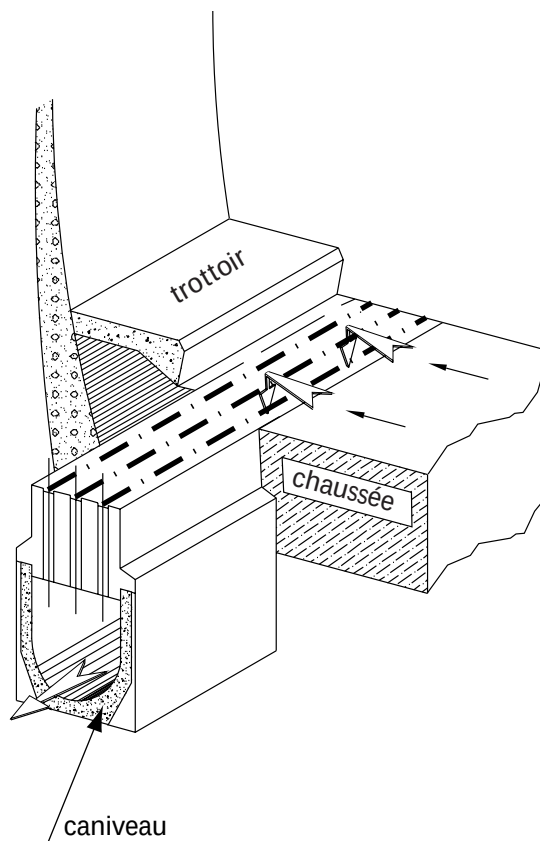
L'adaptation de ce système au cas des trottoirs franchissables peut être envisagée (en renforçant la résistance de la bordure et en modifiant la contre-pente du trottoir).



▲ Fig. 2.1 - Caniveau à absorption horizontale intégrant la bordure de trottoir

Son implantation se situe en bordure de chaussée ou sur bande dérasée. Compte-tenu de son encombrement sous chaussée et de son plus faible pouvoir absorbant (grille horizontale), ce dispositif doit être réservé aux trottoirs étroits et dont l'emprise est totalement utilisée par les réseaux divers.

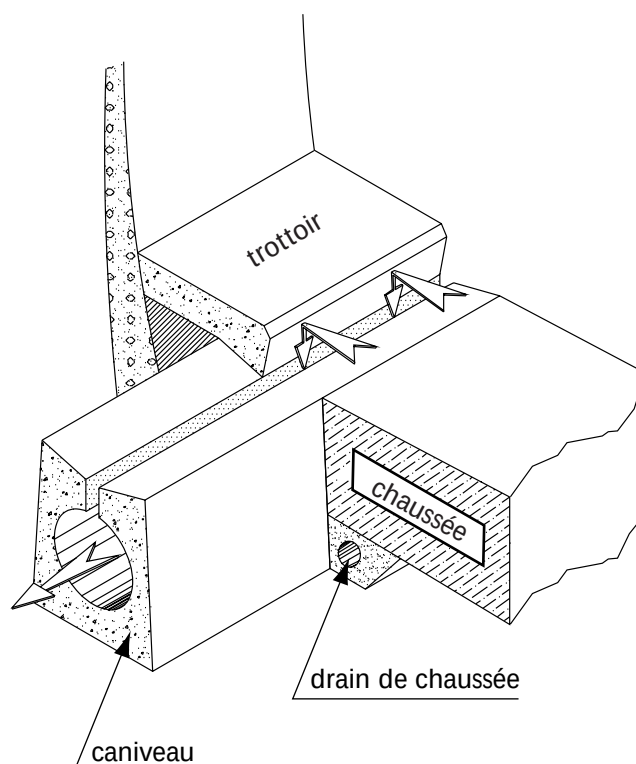
Ce dispositif doit être monobloc afin d'éviter tout risque de détérioration lié à une mauvaise fixation de la grille.



▲ Fig. 2.2 - Caniveau à absorption verticale surmonté d'une grille

Comme pour le caniveau à absorption horizontale, l'ensemble caniveau/bordure situé en limite de chaussée offre l'avantage de pouvoir être réalisé grâce à un coffrage glissant. En revanche, la fente horizontale impose une utilisation exclusivement autoroutière (absence de cyclistes).

La capacité d'absorption reste inférieure à celle du dispositif à absorption horizontale.



▲ Fig. 2.3 - Caniveau à absorption verticale à fente continue

## 2.2.4 - Les regards

Afin d'éviter la propagation de l'incendie dans le tunnel, les regards doivent constituer des barrières infranchissables pour l'incendie à l'intérieur du système de collecte. A cet effet, ils doivent être coupe-feu et siphonides. Ils doivent par ailleurs présenter une emprise minimum sous chaussée et bande dérasée de manière à réduire les inconvénients d'entretien et d'inconfort sous circulation. Le maintien en eau des siphons peut être assuré :

- par le branchement du drain des eaux provenant du massif (dispositif à éviter car le débit est difficilement contrôlable);
- par le lavage périodique des piédroits latéraux;
- par le branchement sur le réseau incendie et son utilisation comme chasse.

Un contrôle régulier du maintien en eau des siphons doit être exécuté par les services d'exploitation.

Les études et expérimentations réalisées en situation d'incendie ont montré qu'il subsistait un risque de soulèvement violent des trappes métalliques de fermeture en cas d'explosion en siphon. Il convient de ne pas disposer ceux-ci au droit des refuges. (1)

## 2.3 - Implantation et conséquence sur la géométrie

Quel que soit le type de tunnel, unidirectionnel ou bidirectionnel, et si les caractéristiques géométriques le permettent (rayon en plan supérieur au rayon minimal normal non déversé pour la vitesse de référence correspondante), le profil en travers doit présenter une pente unique afin d'implanter le dispositif de collecte d'un seul côté. On évite ainsi tout changement de côté qui serait trop contraignant pour le passage sous chaussée des réseaux.

La géométrie du tunnel et en particulier la largeur du trottoir doivent être adaptées à la pose d'un caniveau de largeur minimale 50 cm.

(1) M. PERARD, E. CASALE, C. CWILINSKI, A. THIBOUD. Essais en vraie grandeur de systèmes de recueil des liquides enflammés répandus sur la chaussée d'un tunnel routier. *Tunnels et ouvrages souterrains*, n° 135, mai/juin 1996.

## 2.4 - Conception et dimensionnement

### 2.4.1 - Le caniveau

Il doit respecter les critères suivants (cf. figure 2.4) :

- Hauteur maximale : 60 cm, en effet, il est intéressant de pouvoir le situer au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation principale d'assainissement afin de limiter les problèmes de déroctage qui sont toujours onéreux et délicats au voisinage des piédroits de l'ouvrage.

- Emprise maximale sous trottoir : 50 cm, dimensions correctes pour un trottoir de largeur minimale de 60 cm. Toutefois cette disposition ne permettant pas de libérer un espace suffisant entre le caniveau et le piédroit pour la pose de câbles (RAU/EDF...) ; des trottoirs plus larges doivent alors être envisagés (70 à 80 cm) si ces réseaux sont installés.

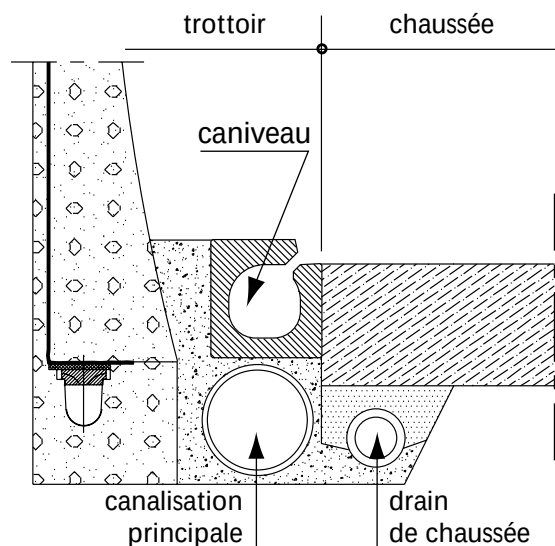
- Section d'écoulement minimale intérieure de 1200 cm<sup>2</sup> soit une canalisation  $\varnothing$  400 ou équivalent quelle que soit la pente longitudinale du projet.

- Section d'absorption permettant l'évacuation d'un déversement brutal de 4 m<sup>3</sup> de produit liquide (contenance maximale d'un compartiment d'un camion citerne) en moins de 10 secondes (sur une longueur

estimée à 50 m). Le dimensionnement des ouvrages qui s'en déduit est précisé sur les schémas annexés.

- Pour une utilisation sous trottoir, être capable de résister au chargement d'une roue isolée de 6 tonnes sur une surface de 25 cm x 25 cm.

- Pour une utilisation sous chaussée, respecter la norme NFP 98-313 relative aux dispositifs de couronnement et de fermeture.



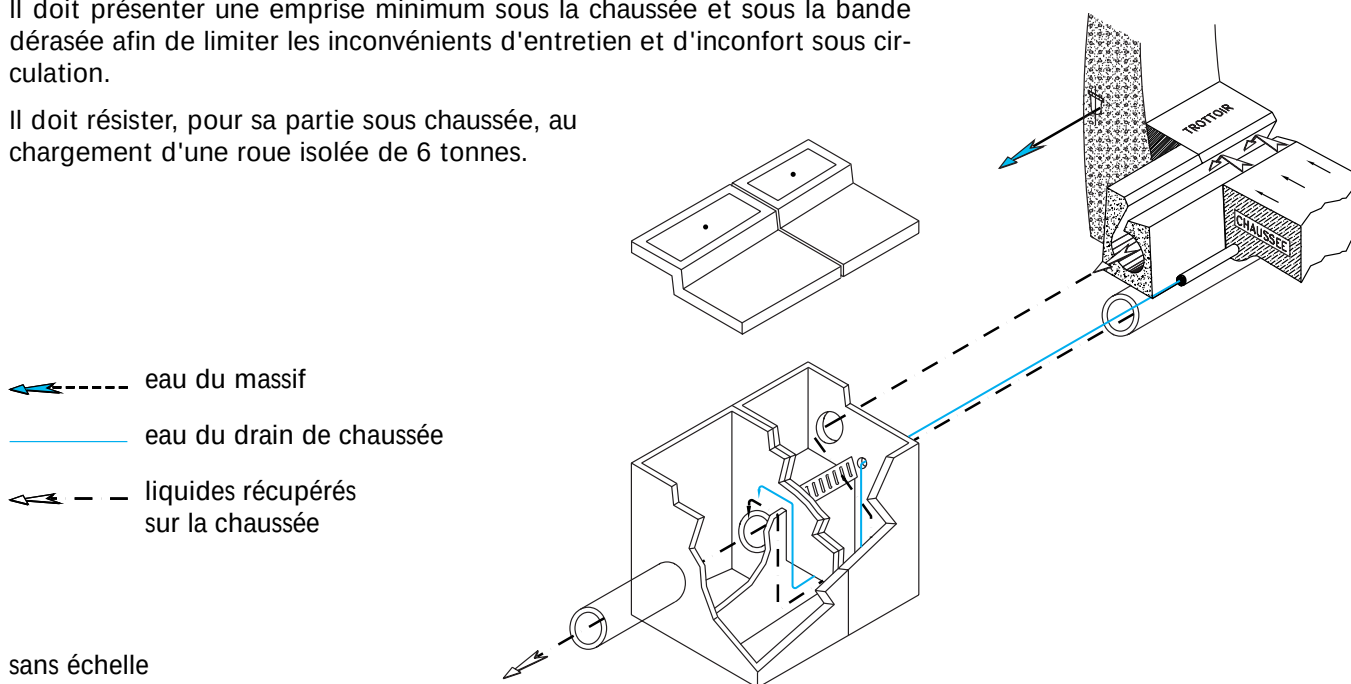
▲ Fig. 2.4

*Disposition type du caniveau*

### 2.4.2 - Le regard

Il doit présenter une emprise minimum sous la chaussée et sous la bande dérasée afin de limiter les inconvénients d'entretien et d'inconfort sous circulation.

Il doit résister, pour sa partie sous chaussée, au chargement d'une roue isolée de 6 tonnes.



sans échelle

▲ Fig. 2.5

*Regard siphonoïde (tunnel du Siaix)*



# La collecte des eaux souterraines

## 3.1 - Rôle de la collecte

Les dispositifs mis en place ont pour objet de collecter les eaux souterraines provenant :

- de la circulation sur l'extrados du revêtement ;
- de la fondation de la chaussée (et accessoirement les eaux pouvant traverser la chaussée mais en quantité négligeable).

Cette collecte s'effectue au moyen de drains, en base des piédroits d'une part, sous la chaussée d'autre part.

## 3.2 - Critères de choix

### 3.2.1 - Principes généraux

Pour les tunnels de longueur inférieure à 400 mètres, au système de collecte des eaux du massif sont adjoints des regards de visite espacés au maximum de 100 mètres : ces regards sont implantés dans des niches de faibles dimensions prévues à cet effet. Les eaux recueillies peuvent être évacuées directement à l'extérieur dans le milieu naturel, sans raccordement à un collecteur général.

Pour les tunnels de longueur supérieure à 400 mètres, la collecte des eaux du massif est de préférence raccordée à un collecteur par le biais de regards visibles espacés de 100 mètres maximum (si possible au droit des niches de sécurité). Il s'agit :

- soit d'un collecteur spécifique dont les eaux s'évacuent directement à l'extérieur dans le milieu naturel ;
- soit de la canalisation d'assainissement mais ceci n'est admissible que pour des tunnels pas trop longs et pas trop circulés pour lesquels le mélange des eaux d'assainissement et des eaux du massif est compatible avec les conditions de rejet dans le milieu naturel.

### 3.2.2 - La collecte des eaux en base de piédroit

On utilisera de préférence des réservations dans le béton des piédroits.

L'utilisation de drains PVC est à déconseiller ; en effet lors de la mise en oeuvre du béton, les fortes pressions (0,1 MPa) entraînent des désordres inacceptables.

### 3.2.3 - La collecte des eaux sous chaussée

Les infiltrations provenant de la fondation sont canalisées :

- transversalement, à l'aide de saignées drainantes (remplies de matériaux perméables) ou de drains rayonnants conduisant les eaux vers la collecte longitudinale ; les flaches pouvant exister sur le fond de fouille seront ainsi drainées.

- longitudinalement, dans une buse de drainage perméable à sa partie supérieure. Cette buse doit être implantée plus bas que la cote inférieure du fond de fouille. Elle doit être curable et comporter des regards de visite régulièrement espacés (100 mètres maximum).

Il est généralement prévu une seule buse de drainage. Cependant on peut prévoir une buse de chaque côté dans les cas suivants :

- changement de dévers dans le tunnel ;
- profil en toit de la chaussée (imposé par le gabarit de hauteur) ;
- venues d'eau importantes.

Dans le cas de mise en place d'un radier, une seule buse centrée au point bas de ce dernier assure le drainage. Il convient bien sûr de prévoir un exutoire à ce drain lorsque la contre-voûte ne règne que sur une partie du tunnel.

### 3.3 - Implantation et conséquences sur la géométrie

#### 3.3.1 - La collecte des eaux en base de piédroit

Implanté dans le soubassement des piédroits, le dispositif de collecte des eaux du massif nécessite une sur-épaisseur de ce dernier de façon à ne pas créer de point faible.

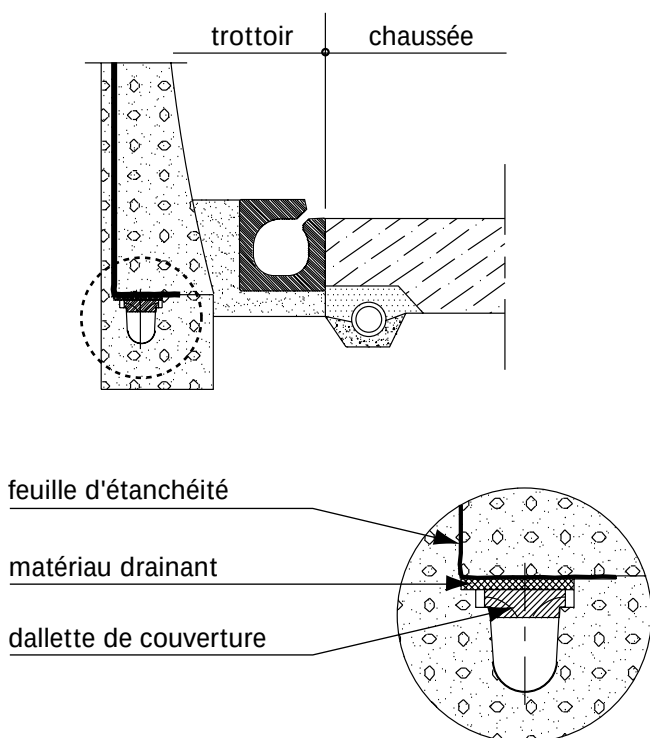
Le niveau supérieur de ce dispositif de collecte est celui du soubassement des piédroits, niveau légèrement inférieur à celui des trottoirs.

#### 3.3.2 - La collecte des eaux sous chaussée

L'implantation des buses de drainage se fait en limite de chaussées ou si possible sous les trottoirs.

Ces buses doivent être protégées pour éviter d'être endommagées par des engins de chantier pendant les travaux.

Les regards de visites peuvent être ceux de l'assainissement à condition que leur conception ne permette pas d'interconnection avec le réseau d'assainissement.



▲ Fig. 3.1

*La collecte des eaux du massif*

### 3.4 - Conception et dimensionnement

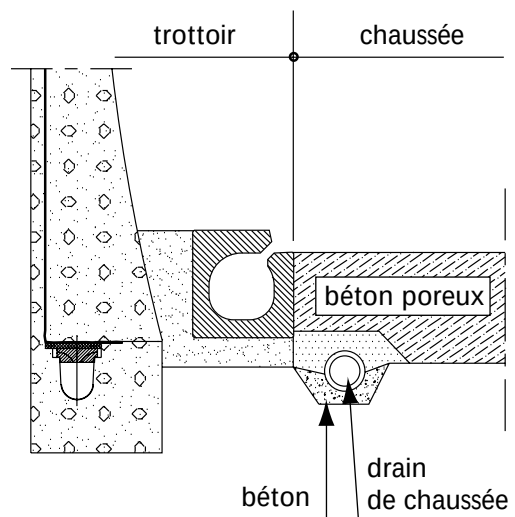
#### 3.4.1 - La collecte des eaux en base de piédroit

Elle doit respecter les critères suivants :

- section d'écoulement minimale au moins égale à  $450 \text{ cm}^2$  ;
  - section d'absorption minimale en partie supérieure d'au moins  $400 \text{ cm}^2$  par mètre linéaire ;
  - résistance à l'écrasement lors du bétonnage du revêtement supérieure à  $0.1 \text{ MPa/m}^2$ .
- (fig. 3.1)

#### 3.4.2 - La collecte des eaux sous chaussée

Le dimensionnement des buses doit être adapté aux venues d'eaux rencontrées, toutefois leur dimensionnement ne doit pas être inférieur à un diamètre de 200 mm pour faciliter l'entretien. (fig. 3.2)



▲ Fig. 3.2

*La collecte des eaux sous chaussée*

# Stockage et traitement des effluents

## 4.1 - Conception générale des projets

Dans tout réseau de voirie moderne, la conception du système d'assainissement est fortement influencée par la qualité de l'environnement et la sensibilité du milieu récepteur.

Les infrastructures nouvelles, traversant bien souvent des zones jusqu'alors préservées, doivent à cet égard répondre à des exigences croissantes, allant jusqu'à la construction systématique de réseaux séparatifs.

C'est le cas notamment pour les autoroutes, où les eaux de ruissellement de chaussée sont fréquemment recueillies dans un système d'assainissement totalement indépendant.

La raison en est que les premières eaux d'orage sont fortement polluées par les traces d'hydrocarbures présentes sur chaussée, et que le risque de déversement accidentel de produits toxiques n'est pas écarté.

**Les tunnels** n'échappent pas à cette évolution, et s'il est vrai qu'il n'y a que très peu d'eaux météoriques près des têtes, le lavage périodique à l'intérieur de l'ouvrage lessive les dépôts, comme à l'air libre.

D'autre part, compte tenu du milieu particulier et confiné, des précautions très spécifiques sont en règle générale prises vis à vis des risques de pollution accidentelle.

Les analyses réalisées à ce jour montrent que globalement les charges polluantes dues à la circulation automobile sont du même ordre de grandeur qu'à l'air libre pour des conditions semblables (trafic notamment).

Mais le rejet de la pollution en tunnel est concentré,

pour l'essentiel, au moment des lavages qui conduisent à des concentrations en polluants très élevées (jusqu'à 100, voire 1000 fois les valeurs observées à l'air libre).

On trouvera dans le dossier pilote "Environnement" des tunnels, un développement de cette problématique.

Rappelons simplement ici quelques éléments essentiels :

### ⇒ **Vulnérabilité du milieu récepteur :**

- risque de pollution de la nappe en particulier dans la zone d'influence d'un captage,
- cours d'eau à faible débit d'étiage et (ou) de bonne qualité piscicole,
- plans d'eau.

### ⇒ **Données relatives à l'ouvrage :**

- dispositions concernant les matières dangereuses,
- méthodes et fréquences des lavages.

### ⇒ **Type de pollution :**

- pollution chronique due à la circulation automobile (usure de la chaussée, usure des moteurs et des pneumatiques, gaz d'échappement),
- pollution saisonnière aux têtes : fondants (chlorure de sodium, additifs),
- pollution accidentelle : déversement consécutif à un accident de la circulation (hydrocarbures dans la majorité des cas. Viennent ensuite des matières toxiques et corrosives lorsque le transit des matières dangereuses est autorisé en tunnel),
- pollution périodique : le lavage des tunnels (pollution riche en matières en suspension, en métaux lourds et hydrocarbures).

Toute cette pollution de surface, séparée des eaux claires de drainage du massif, doit être stockée et faire l'objet d'un traitement.

## 4.2 - Stockage des effluents

Il s'agit tout d'abord de sélectionner et stocker les effluents, qui feront ensuite l'objet d'un traitement. Les flots sont pour cela séparés, régulés et dérivés.

### 4.2.1 - Séparation

Comme on l'a vu précédemment, il faut tout d'abord s'efforcer de réduire le volume d'effluents à traiter, en procédant à l'élimination directe au milieu naturel des eaux claires (système séparatif).

Les ouvrages à concevoir ne sont d'ailleurs pas forcément spécifiques au tunnel considéré, et peuvent être intégrés dans une section entière de la voirie traitée.

### 4.2.2 - Régulation

Ces ouvrages sont destinés à régulariser les flots d'entrée afin de restituer à l'aval un débit compatible avec la capacité de l'exutoire. La limitation des débits peut avoir différentes origines :

- *une contrainte administrative* :
  - l'autorisation de rejet délivrée au titre de la Police des Eaux peut fixer une valeur maximale de débit.
- *une contrainte technique* :
  - la capacité de l'exutoire existant (ruisseau ou collecteur) peut imposer une limitation de débit avant raccordement ,
  - le rejet en nappe doit être limité afin de protéger les ouvrages d'infiltration contre les risques de colmatage,
  - le dispositif de traitement peut imposer une alimentation à débit constant.
- *une contrainte économique* :
  - l'exutoire peut être situé très loin de la route et le bassin de retenue permettra de réduire le dimensionnement du collecteur aval.

### 4.2.3 - Dérivation

#### Principes des ouvrages "by-pass" :

Ils peuvent avoir différentes fonctions :

- détourner les eaux résiduelles "propres" en cas de pollution accidentelle pour ne pas engorger le bassin de rétention,
- diriger les eaux vers un bassin de confinement ou vers un dispositif de traitement.

Ces ouvrages sont constitués de vannes murales complétées par un système de verrouillage empêchant toute manipulation intempestive.

#### Les vannes de fermeture :

Leur fonction est de piéger la pollution accidentelle de façon "active". Disposées en aval du bassin de rétention, elles permettent d'isoler la pollution dans l'ouvrage. Ce sont des ouvrages fragiles par rapport à l'arrivée de gros matériaux ou de sable (nécessité d'un dégrillage amont).

On peut utiliser :

- des vannes manuelles : Les vannes à crémaillère ont une fermeture plus rapide que les vannes à volant.
- des vannes motorisées de type vanne murale ou vanne papillon. Elles peuvent être commandées "in situ" ou télécommandées.

#### Autres systèmes :

Il existe des ouvrages plus rustiques, dérivés des bassins siphoides, permettant de stocker un volume accidentel d'hydrocarbures. L'avantage de ces systèmes est de supprimer les installations mécaniques qui restent un point faible du dispositif.

## 4.3 - Traitement

Hors cas de déversement accidentel d'hydrocarbures ou de produits toxiques, le bassin de rétention permet de procéder à un traitement des eaux polluées avant rejet.

Il s'agit là de techniques largement décrites et analysées par ailleurs. Rappelons simplement les principaux traitements usuellement mis en oeuvre :

### 4.3.1 - Dégrillage

Ce prétraitement a pour but d'éliminer les déchets divers (bouteilles plastiques, papiers, feuilles...) et de protéger les ouvrages en aval (dispositifs de vidange de bassin, pompes, vannes, déshuileurs, bassin de retenue permanents...).

En ce qui concerne les tunnels, les systèmes comportant des grilles, ou encore la fente du dispositif préconisé d'avaloir continu à fente latérale, ont un rôle de dégrillage grossier.

Ces systèmes nécessitent un minimum d'entretien.

### 4.3.2 - Décantation

Différentes études réalisées sur des bassins versants de ruissellement urbain ou autoroutier concluent sur l'importance de la pollution particulaire par rapport à la pollution totale dissoute. La décantation est ainsi le meilleur traitement vis-à-vis de la pollution chronique.

Plus de 80 % de la pollution d'origine diverse est fixée sur les particules solides.

### 4.3.3 - Déshuilage

Le déshuilage permet de séparer par flottation des huiles, hydrocarbures et graisses de densité inférieure à celle de l'eau. Si aucun système de dégrillage amont n'a été prévu, il permet en plus de piéger les flottants mais les fréquences d'entretien en sont alors augmentées. La vitesse des eaux doit être réduite pour permettre la séparation des huiles et hydrocarbures et la mise en place d'une cloison siphonide maintient les flottants.

La fonction de déshuilage reste importante en cas de lutte contre la pollution accidentelle. Elle intervient à deux niveaux : s'il existe un bassin de retenue amont, on peut prévoir un système de déshuilage comme volume supplémentaire de stockage (temps d'intervention augmenté) ou un système formé d'un bassin unique avec cloisons siphonides permettant de piéger un volume supérieur d'hydrocarbures.

### 4.3.4 - Pompage (fig. 4.1)

Dans le cas où le milieu récepteur est particulièrement sensible, on peut s'interroger sur l'intérêt d'un traitement, et lui préférer un stockage simple (des

eaux de lavages) avec pompes et évacuation, car cette opération peut être programmée.

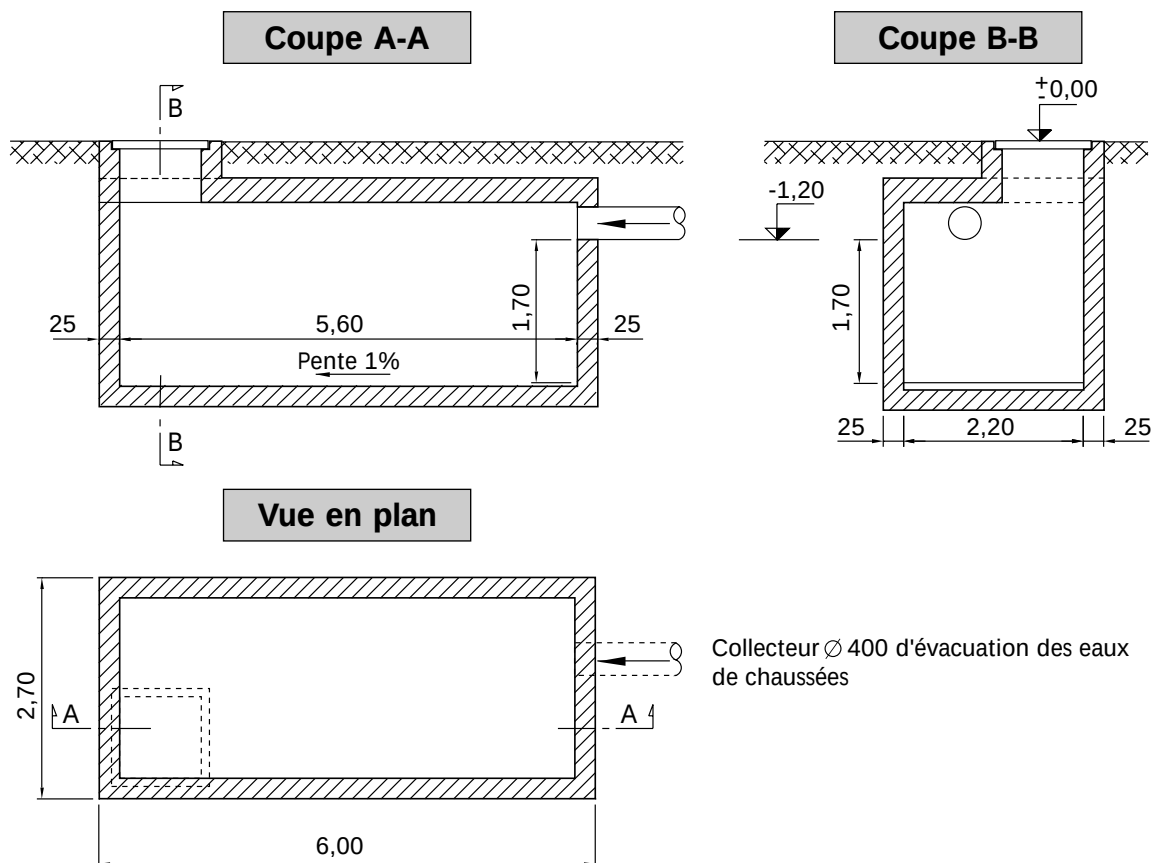
On retient en général, dans le cas d'un système d'assainissement réservé au seul tunnel en cause, un volume de :

- 30 m<sup>3</sup> pour le bassin de traitement, déshuilage et décantation,
- 20 m<sup>3</sup> pour les liquides de pollution accidentelle, en amont. Il doit permettre l'intervention des services de sécurité et d'exploitation (pompage en règle générale).

L'avis de la commission de sécurité doit être sollicité, notamment si le transit des matières dangereuses est autorisé.



*Bassin de stockage*



▲ Fig. 4.1

*Bassin de stockage des matières dangereuses (Déviation de Foix - Tunnel sur la RN 20)*

## 4.4 - Conditions d'exploitation

Comme tout système en fonctionnement permanent, quoique intermittent, et compte tenu du rôle qu'il joue en matière de sécurité, le réseau de collecte et l'installation de traitement doivent faire l'objet de soins attentifs.

### Moyens de surveillance et d'alerte :

Certains dispositifs sont équipés pour alerter et/ou réagir instantanément en cas de déversement accidentel. Ainsi, les obturateurs automatiques sur les séparateurs à hydrocarbures ou les vannes commandées par des sondes de mesure de résistivité permettent de piéger la pollution accidentelle de type hydrocarbures sans intervention humaine. Mais ces éléments sont fragiles.

Les bassins peuvent aussi être équipés d'alarmes de niveau prévenant un poste centralisé en cas d'excès ou de manque, une rectification des débits est alors possible.

Pour l'ensemble d'un réseau routier ou autoroutier en site sensible, une surveillance par caméra permet une réaction rapide en cas d'accident. Sinon, des postes d'appel peuvent être mis en place.

Les informations sont recueillies et traitées par le PC.

Dans tous les cas, et dans le cadre des plans départementaux existants, les rôles et les missions des différents intervenants doivent être clairement établis (sous forme de consignes par exemple) afin d'optimiser la mise en place des moyens secours et de lutte contre la pollution en cas d'accident.

Le délai d'intervention (résultante du temps d'alerte et du temps de réaction), selon le niveau technologique des dispositifs de traitement prévus, selon les moyens de surveillance et d'alerte en place sur le réseau, et selon les plans départementaux existants, peut varier de quelques minutes à quelques heures.

La conception des ouvrages doit évidemment en tenir compte.

Il faut souligner la nécessité, pour le gestionnaire du tunnel, de disposer de moyens d'exploitation suffisants en regard de la sophistication des systèmes mis en place.

## 4.5 - Quelques références à connaître

- Arrêté du 10 août 1961 (modifié par les arrêtés des 28 février 1962, 7 septembre 1967 et 22 mai 1973).

Cet arrêté indique dans son article 1er les concentrations à ne pas dépasser pour certaines substances toxiques, et en particulier les métaux, dans les eaux destinées à l'alimentation humaine.

- Circulaire n°78-84 du 16 juin 1978 relative à la politique des objectifs de qualité des cours d'eau, sections de cours d'eau, canaux, lacs ou étangs (Ministère des Transports) et circulaire interministérielle du 17 mars 1978 annexée.

### ◆ D'autres textes concernent le cas particulier des périmètres de protection de captage qui ont été définis par l'article L.20 (loi n°67 1245 du 16 décembre 1964) du Code de la Santé Publique :

- Décret n°61.859 du 1er août 1961 modifié, relatif au contrôle de la qualité des eaux potables, articles 4.1 et 4.2 (ajoutés par le décret n°67.1093 du 15 décembre 1967).

- Circulaire du 10 décembre 1968 relative au périmètre de protection des points de prélèvements d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines.

### ◆ Circulaire n°81-109 du 29 décembre 1981 relative à la sécurité dans les tunnels routiers (en cours de révision).

### ◆ Textes de portée générale :

- Loi sur l'eau du 3 Janvier 1992 et les décrets d'application n° 93.742 du 29.03.1993 et 93.743 du 29.03.93 (voir notamment l'annexe de ce dernier texte, sur les niveaux de pollution admissibles).

## Autres réseaux et dispositions types

*Un certain nombre de réseaux sont directement liés à l'exploitation de l'ouvrage et à la mise à disposition de l'usager d'équipements ou de services. Mais d'autres peuvent être implantés par les concessionnaires, les services de sécurité, et des réserves pour l'avenir doivent être raisonnablement évaluées. La construction d'un tunnel peut générer en effet des demandes visant à utiliser cet espace nouveau, dans un site jusqu'alors inaccessible, pour y implanter différents réseaux.*

*En tunnel, l'espace disponible, limité, doit donc être géré avec soin.*

*On comprend d'ailleurs aisément que toute intervention postérieure à la construction pour modifier ou rajouter des réseaux sera d'un coût très élevé, et occasionnera d'importantes gênes à la circulation.*

*Plus qu'à l'air libre, il faut donc ici prévoir.*

### 5.1 - Réseaux propres à l'ouvrage

- Assainissement (se référer aux chapitres précédents)  
Collecteur principal (voire deux si changement de dévers) (souvent Ø 400) et caniveau de recueil des matières dangereuses (Ø 400).

- Drains (extérieur au revêtement et sous chaussée) (en général Ø 300).

- Réseau d'eau, de lutte contre l'incendie (en général Ø 200)

- Réseau électrique MT (parfois double alimentation de sécurité (fourreaux Ø 150).

- Réseau électrique BT (10 fourreaux Ø 80).

- Réseau électrique TBT (jalonnement de sécurité) (deux fourreaux Ø 80).

- Réseau électrique éclairage public (deux fourreaux Ø 80).

- Courants faibles Réseau d'appel d'urgence

Gestion technique centralisée GTC

Alimentation d'appareils divers (opacimètres, panneaux à messages variables, compteurs, détecteurs, contrôleur de zone etc...). (fourreaux Ø 80).

- Caméras (câbles ou fibres optiques) (fourreaux Ø 80).

- Distribution d'air frais dans les refuges (Ø 600).

### 5.2 - Réseaux particuliers en tunnel

- Câble rayonnant (diffusion d'ondes radio dans l'ouvrage).

- Câble de détection d'incendie (occasionnel).

Ces réseaux sont disposés en voûte.

### 5.3 - Réseaux concédés

- Liaison PTT (à négocier avec les différents services de France Telecom) (il n'est pas rare de réserver plusieurs fourreaux Ø 80).

- Liaisons EDF particulières (exemple Ø 200 récemment)

- Transports de gaz (**à proscrire**, compte tenu des risques inhérents à ce type de réseau en atmosphère confinée).
- Réseaux urbains d'eau potable ou d'assainissement.
- Liaisons particulières de sécurité (par exemple cas des systèmes de déclenchements d'avalanches en zone de montagne).

Ces réseaux se développent parallèlement à l'axe de l'ouvrage, certains comportant des antennes ou des dérivations pour alimenter différents équipements.

Il convient de bien disposer ces différentes canalisations, compte tenu :

- des interférences à éviter (par exemple courants faibles et MT),
- de l'encombrement de certaines dérivations (rayons de courbure pour la fibre optique par exemple),
- de la séparation de câbles redondants pour améliorer la sécurité de l'exploitation (cas de la double MT

par exemple),

- du contournement des regards, siphons, trappes de visites.

Les schémas joints illustrent, à partir de cas concrets, ces dispositions constructives.

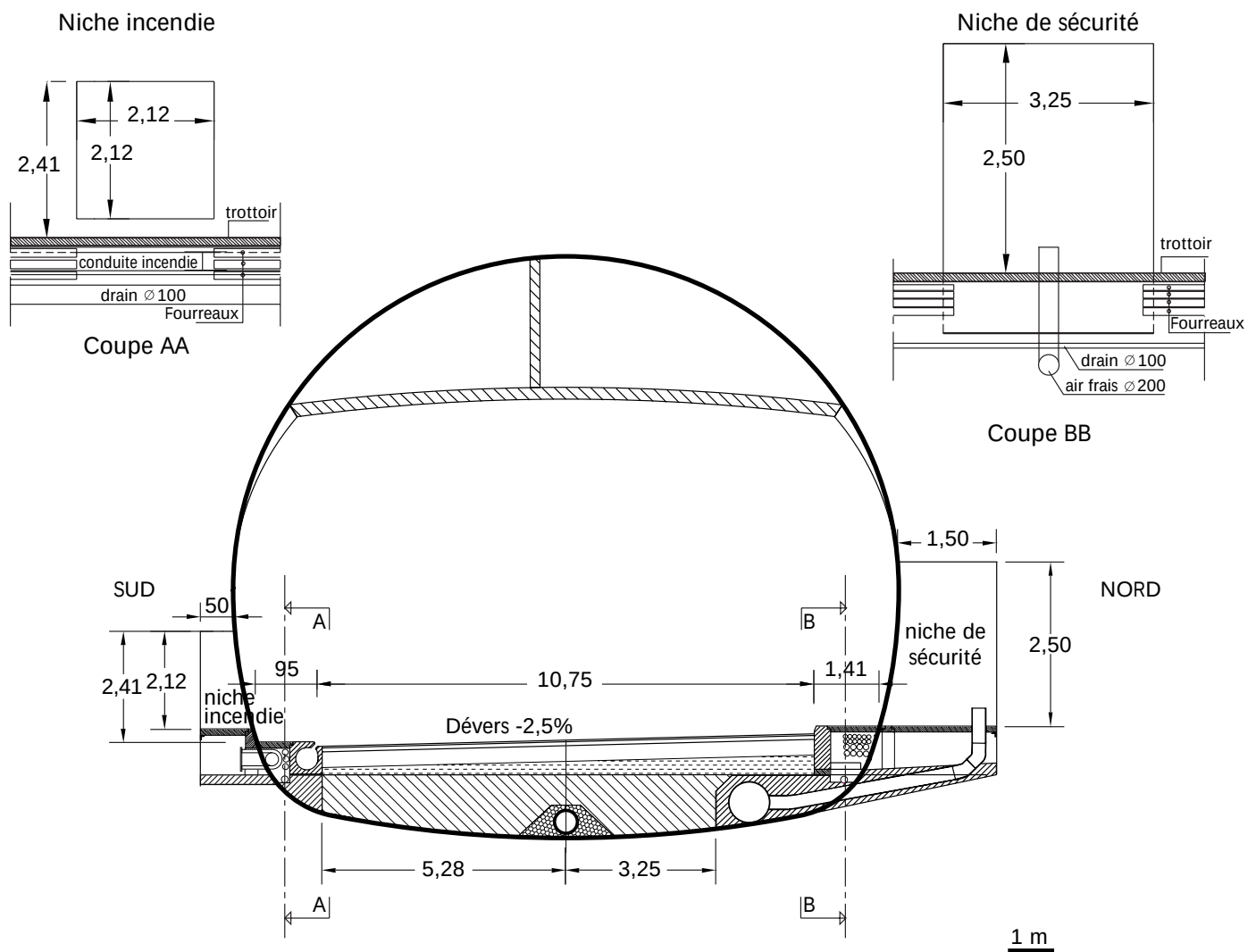
Différents réservations sont à prévoir au niveau du génie civil :

- dans les trottoirs (se référer aux schémas),
- en piedroit (accrochage des câbles sur supports rapportés).

Cette solution, pratique, reste peu esthétique, bien que souvent occultée par la présence de l'éclairage.

- dans des galeries techniques.

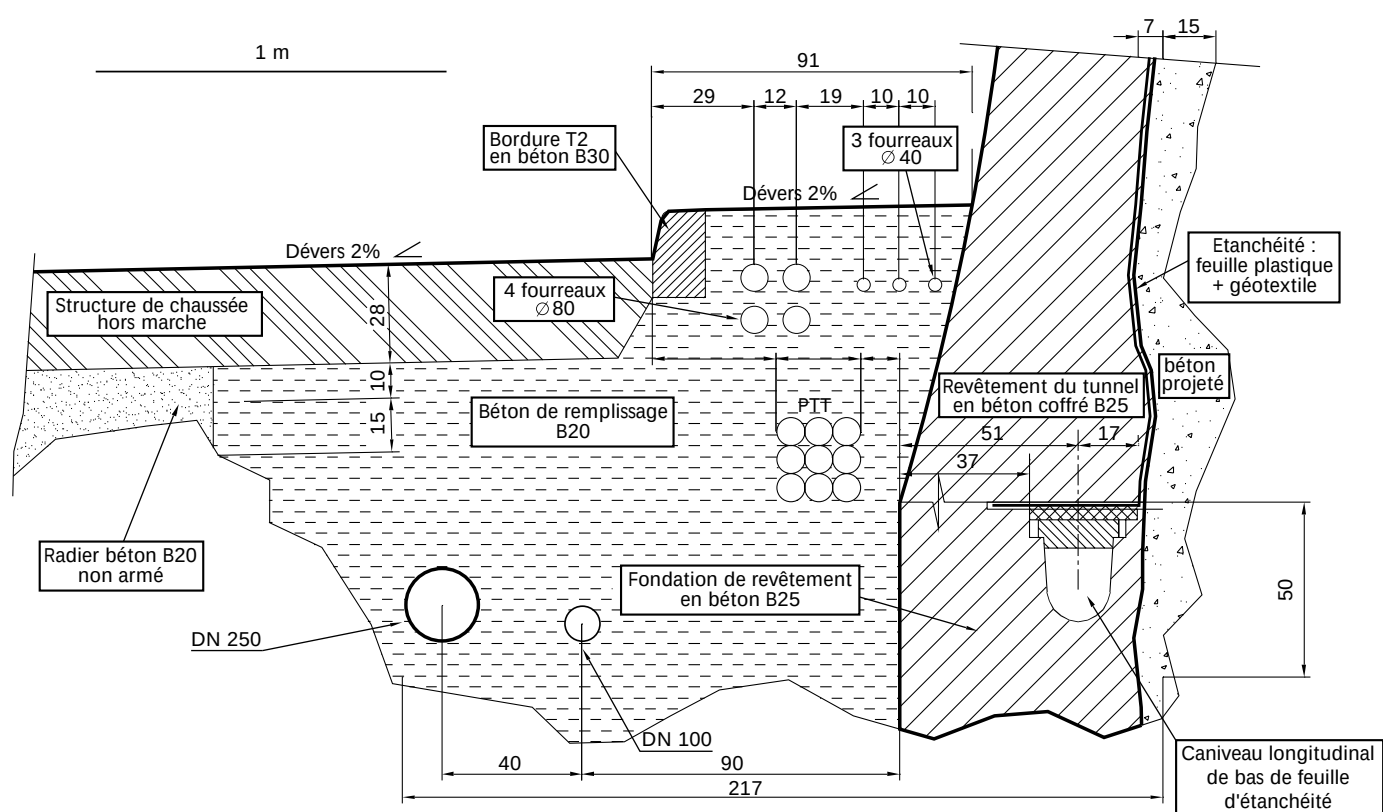
Cette dernière formule, largement utilisée dans le cas des ouvrages creusés au tunnelier, qui dégage des espaces techniques sous la dalle de chaussée, offre une grande souplesse d'évolution.



▲ Fig. 5 a

*Coupe type sur structure interne (traversée souterraine de Toulon)*





▲ Fig. 5 b

*Coupe type sur chaussée et trottoir Sud (tunnel sous la Citadelle - Besançon)*