

**MINISTERE DE L'EQUIPEMENT DES TRANSPORTS ET DU TOURISME**

**DIRECTION DES ROUTES**

**ESSAIS HYDRAULIQUES DES  
SYSTEMES DE RECUEIL DES LIQUIDES  
REPANDUS SUR LA CHAUSSEE  
DES TUNNELS ROUTIERS**

**RAPPORT DE RECHERCHE**

S. LINGELSER

**CENTRE D'ETUDES DES TUNNELS**  
109, Avenue Salvador Allende - Cse n°1 - 69674 Bron Cedex France  
Tél:78 41 81 25 Telex Cetelyo 370008 F Fax :72 37 81 11

AOUT 1994

## SOMMAIRE

### 1 - Préambule

### 2 - Problématique

- 2.1 - Description des systèmes de recueil
- 2.2 - Essais de déversement réalisés antérieurement

### 3 - Débits à prendre en compte

- 3.1 - Rappels
- 3.2 - Accidents
- 3.3 - Débit à la brèche

### 4 - Epanchages réalisés

- 4.1 - Ecoulement faible en continu
- 4.2 - Déversement brutal

### 5 - Mesures effectuées

- 5.1 - Mesure des débits
- 5.2 - Caractérisation de la flaque
- 5.3 - Hauteur d'eau dans les caniveaux de récupération
- 5.4 - Hauteur d'eau sur la chaussée

### 6 - Sites retenus

- 6.1 - Tunnel à avaloirs ordinaires
- 6.2 - Tunnels à caniveau fendu
- 6.3 - Tunnels à avaloirs à faible espacement
- 6.4 - Tableau récapitulatif

### 7 - Résultats des essais

- 7.1 - Tunnel des Monts
- 7.2 - Tunnel du Siaix
- 7.3 - Tunnel de la Grand Mare à Rouen
- 7.4 - Tunnel de Cornil
- 7.5 - Tunnel de Châtillon
- 7.6 - Tunnel de Saint Germain

### 8 - Comparaison des systèmes

- 8.1 - Ecoulement faible et continu
- 8.2 - Relâchement brutal

### 9 - Conclusions

Les essais ont été réalisés avec la collaboration de MM. PERARD, DANIEL, MARCON, GUERIN, MICHELET et CANAVATE du Centre d'Etudes des Tunnels.

## 1 - PREAMBULE

L'autorisation du transit des matières dangereuses dans un tunnel routier conduit à prévoir des ouvrages spécifiques de recueil et d'évacuation des matières dangereuses et des produits inflammables, de façon à réduire l'impact d'un déversement accidentel en tunnel ainsi que toute propagation d'un éventuel incendie. Le CETU demande ainsi que soit réalisé un caniveau fendu sur toute la longueur de l'ouvrage et que celui-ci soit relié au collecteur par des siphons coupe-feu. Il envisage même de demander cette disposition pour tous les tunnels de plus de 200 m de longueur, même interdits aux matières dangereuses, afin de réserver la possibilité d'une autorisation ultérieure et de limiter les risques en cas de transgression de l'interdiction. Toutefois des incertitudes demeurent sur l'efficacité de tels dispositifs en regard du surcoût qu'ils entraînent.

C'est ainsi que lors de l'approbation du dossier d'APOA du doublement du tunnel de Chamoise (section Bourg Sud -Sylans de l'autoroute A.40), Monsieur l'Ingénieur Général Spécialisé "Ouvrage d'Art" a émis les observations suivantes concernant le recueil des eaux et effluents :

"Un dispositif d'avaloir continu est adopté ; il est constitué par un caniveau comprenant une fente continue de 3 cm de largeur.

Observation : La conception des regards siphoides, leurs dimensions et leur efficacité en cas d'incendie feront l'objet d'études et d'essais menés en liaison avec le CETU."

Le CETU au titre de sa mission de recherche et de définition de doctrine technique pour le compte du Ministère de l'Équipement, la SAPRR dans le cadre de la construction du deuxième tube de Chamoise, ainsi qu'au titre des tunnels en exploitation sur son réseau autoroutier concédé, ont décidé de réaliser en commun une étude de l'efficacité et du comportement de systèmes de recueil de liquides en vue de réduire les risques en tunnel et d'améliorer la sécurité des usagers.

Cette étude, objet d'un protocole entre le CETU et la SAPRR, comporte trois parties :

- Etude bibliographique sur les systèmes de recueil de liquides inflammables en France et à l'étranger, dans tous domaines (routes, installations pétrolières, industrie chimique, etc ), visant les tests d'efficacité qui ont pu être faits sur caniveaux et siphons coupe-feu, mais aussi toutes autres informations : calcul, réalisation, etc. Un rapport a été établi par l'INERIS le 24 Décembre 1992.
- Recensement des installations existantes en tunnel et réalisation d'essais en site réel en l'absence de feu (épandage d'eau) visant à comparer les différents systèmes (regards avaloirs sans caniveau fendu, différents types de caniveaux fendus) selon les caractéristiques géométriques du tunnel (largeur, pente et dévers de la chaussée notamment). Ces essais, réalisés par le CETU, font l'objet du présent rapport.
- Essais de comportement en cas d'incendie réalisés sur une installation expérimentale. Cette étude a été confiée à l'INERIS. Il est en rendu compte séparément.

La SAPRR a confié à son maître d'oeuvre SCETAUROUTE, Direction des Tunnels et Travaux Souterrains, une mission de suivi du projet pour son compte. Le pilotage de l'ensemble du projet est assuré par le CETU.

## 2 - PROBLEMATIQUE

### 2.1 - Description des systèmes de recueil

Dans la plupart des tunnels les eaux de chaussée sont évacuées tous les 50 m à travers un avaloir dans un collecteur.

Il est souhaitable qu'un système spécial de recueil des liquides dangereux répandus sur la chaussée s'accompagne d'un réseau de drainage séparatif.

Les eaux d'infiltration du terrain qui sont en principe propres disposent alors d'un système de recueil spécifique.

Les systèmes de recueil des liquides dangereux sur chaussée préconisés par le CETU comportent quatre parties :

- 1 - un réseau de collecte primaire des eaux en rive de chaussée,
- 2 - des siphons,
- 3 - un collecteur général,
- 4 - une cuve de rétention.

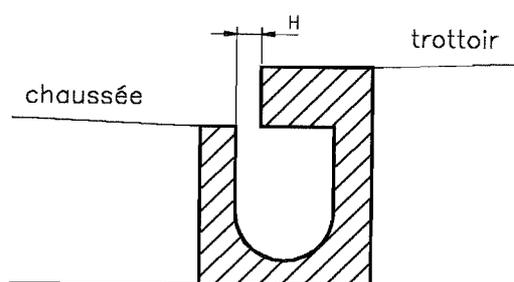
Les systèmes de collecte primaire envisageables présentent plusieurs variantes que les essais hydrauliques décrits dans le présent rapport avaient pour objet de comparer.

#### 2.1.1 - Système continu avec caniveau fendu

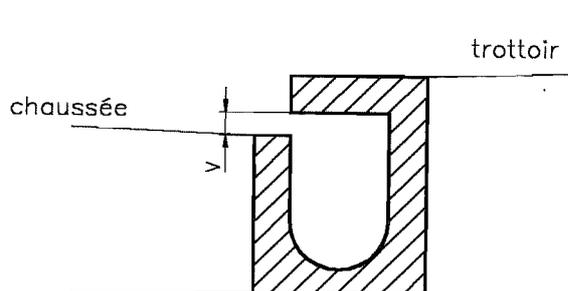
Le caniveau présente une ouverture continue en forme de fente, généralement verticale, mais parfois horizontale (schéma ci-dessous), sur toute la longueur de l'ouvrage. Ce système s'apparente au caniveau rencontré sur les aérodromes. Il a été mis dans les tunnels pour la première fois en Suisse. Le caniveau est raccordé en général tous les 50 m à un collecteur d'un diamètre de l'ordre de 400 mm par l'intermédiaire d'un siphon.

La dernière génération de siphon fait également office de décanteur.

C'est ce système, avec fente verticale, qui est actuellement recommandé par le CETU.



Caniveau à fente à ouverture horizontale



Caniveau à fente à ouverture verticale

### **2.1.2 - Système continu avec grilles**

Une grille située au point bas du profil en travers court tout le long du tunnel. Ce système, qui n'est plus mis en place, a été installé dans le tunnel du Châtelard (voir chapitre 2.2) situé sur la voie express Le Fayet-Les Houches dans le département de la Haute Savoie.

### **2.1.3 - Système discontinu avec avaloirs à grille faiblement espacés**

Les avaloirs sont constitués pas des grilles de dimension 10 x 40 cm ou 30 x 30 cm avec un espacement de l'ordre de 10 à 11 m. Les liquides récoltés par les avaloirs se jettent directement dans le collecteur. A l'heure actuelle ces systèmes ne sont pas équipés de siphons car il en faudrait un très grand nombre.

## **2.2 - Essais de déversement réalisés antérieurement**

Depuis de nombreuses années, le CETU se préoccupe de l'efficacité des systèmes de recueil installés en tunnel et a déjà été amené à réaliser différents essais. Pour le tunnel de Noailles, aucun résultat n'est disponible pour les tests effectués dans le courant de l'été 1992.

Entre Novembre 1992 et Mars 1993, les anglais ont également fait des essais similaires dans le Tyne Tunnel.

### **2.2.1 - Tunnel du Châtelard**

Le tube montant du tunnel du Châtelard (longueur 400 m) est unidirectionnel à deux voies. Sa largeur roulable de 9 m est bordée par des trottoirs de 0,80 m. Il est situé sur la voie express Le Fayet-Les Houches dans le département de la Haute Savoie.

Le système de récupération des eaux de chaussée est constitué d'un caniveau continu de 0,20 m de large par 0,90 m de profondeur et recouvert par des grilles ayant un taux d'ouverture de 1135 cm<sup>2</sup> par mètre de chaussée (schéma page 5). A noter qu'il n'a pas été prévu de siphon entre le caniveau et le collecteur principal. Chaque tronçon élémentaire de recueil a une longueur de 50 m.

Les essais de Juin 1986 ont été réalisés en deux phases :

- écoulement à débit continu simulant par exemple la rupture d'une vanne de camion citerne. L'essai a été fait en ouvrant la prise d'eau de 100 mm d'un camion pompier de 3000 l (débit moyen 3-4 l/s) ;
- déversement brutal obtenu en basculant la benne étanchée et remplie d'eau d'un camion (volume de 9,5 m<sup>3</sup> déversé en 6 à 7 s) représentant le cas d'une éventration de citerne.

Dans la zone d'essai, la chaussée présente un dévers de 2 % et une pente longitudinale de 0,5 %.

Les principales conclusions qui ont été dégagées de ces essais sont les suivantes :

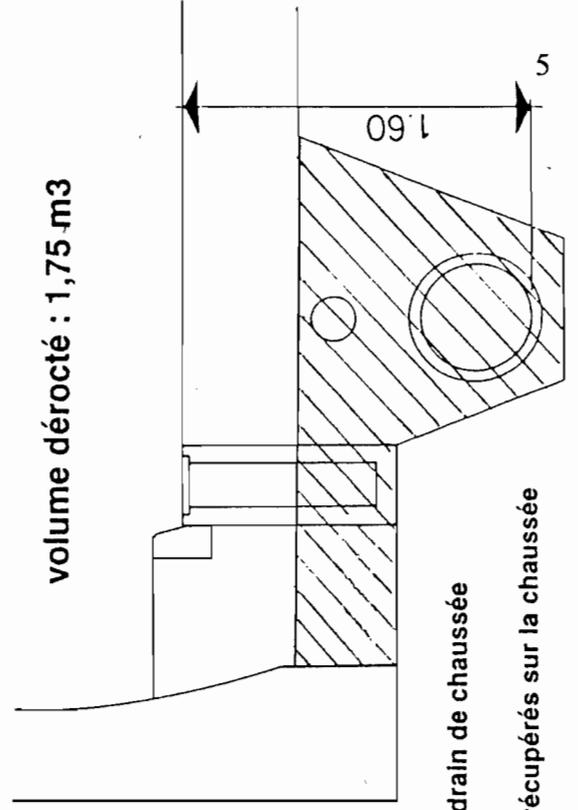
- le recueil d'un débit continu de l'ordre de 5 ou 6 l/s ne pose aucun problème mais conduit à une surface de chaussée mouillée d'environ 50 m<sup>2</sup> (photo page 7 et schéma page 6),
- l'arrivée soudaine d'un grand volume d'eau conduit à un étalement longitudinal important de la nappe : 60 m environ correspondant à une surface mouillée de 450 m<sup>2</sup> (schéma page 6),
- une largeur de grille réduite à 10 cm (taux d'ouverture de 500 à 600 cm<sup>2</sup> par mètre de chaussée) au lieu de 20 cm ne modifie sensiblement ni la surface mouillée (450 m<sup>2</sup>) ni le temps de résorption d'environ 1 mn,
- le dimensionnement du caniveau de recueil (0,20 x 0,90 m) s'avère correct et même très confortable pour le cas du déversement brutal de 9,5 m<sup>3</sup>.

# TUNNEL DU CHATELARD (1986)

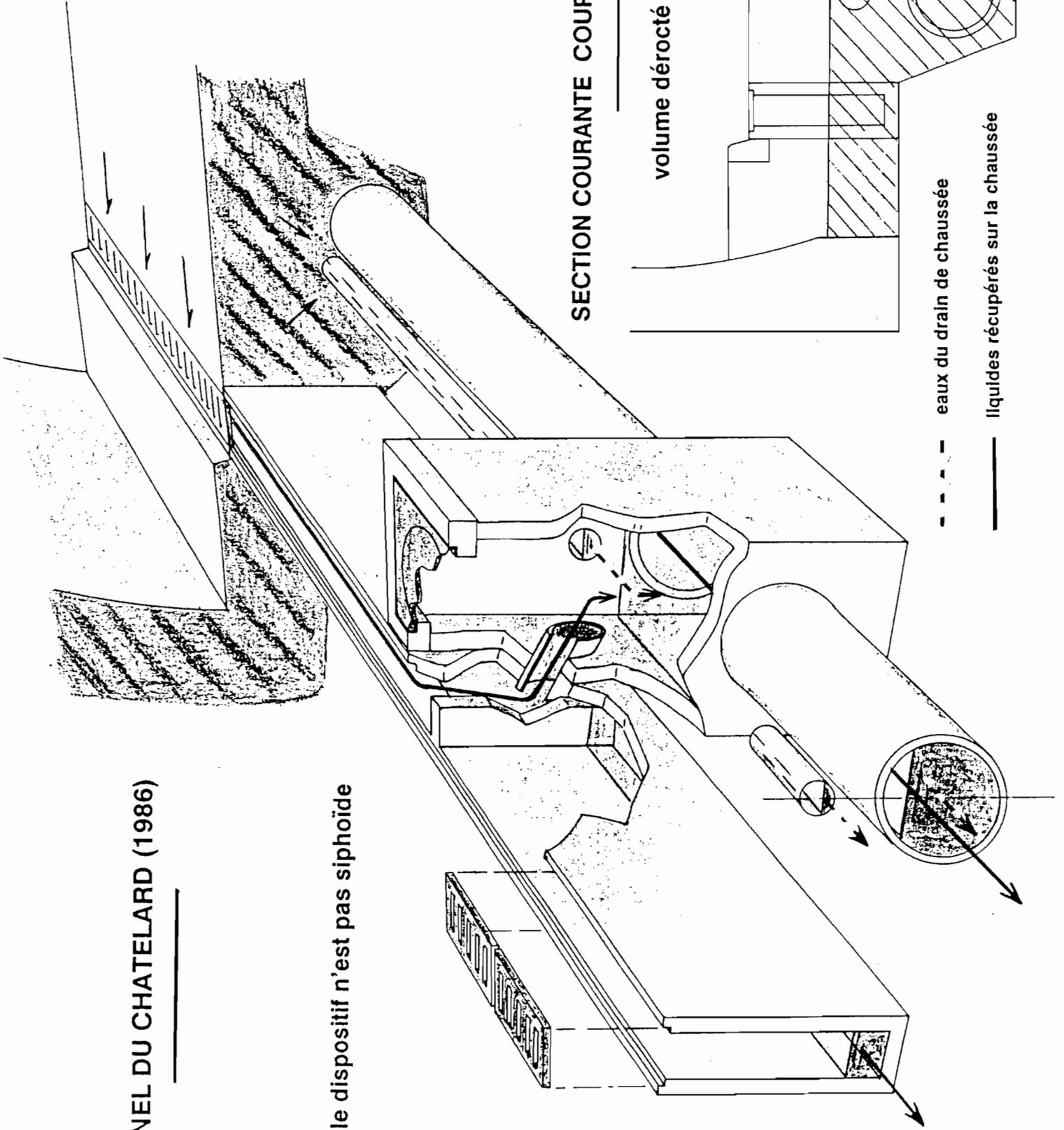
nota : le dispositif n'est pas siphonoïde

## SECTION COURANTE COUPE TRANSVERSALE

volume dérocté : 1,75 m<sup>3</sup>

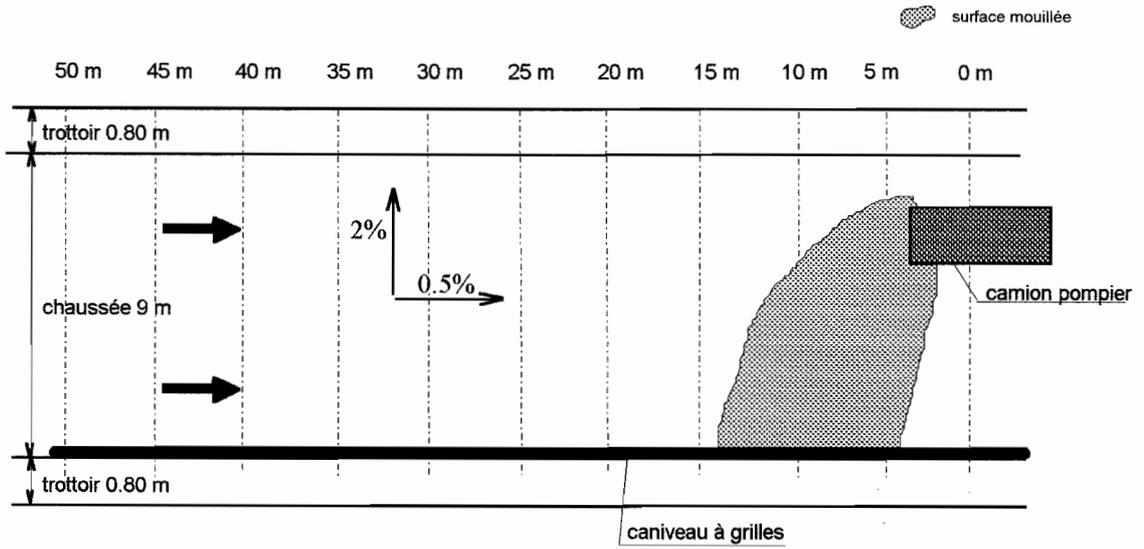


--- eaux du drain de chaussée  
— liquides récupérés sur la chaussée



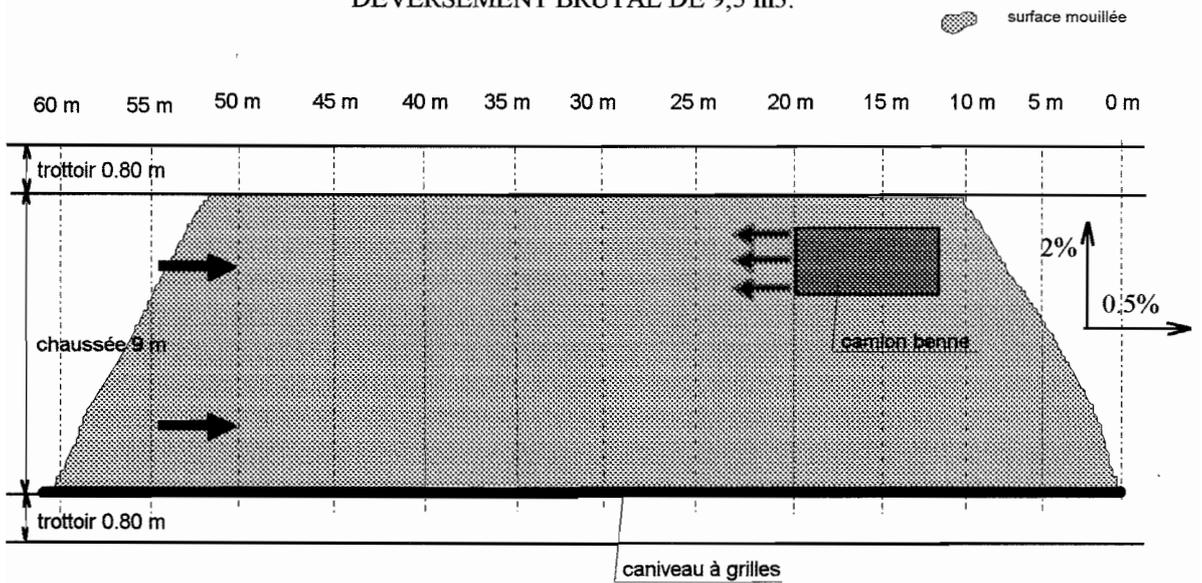
### TUNNEL du CHATELARD

VIDAGE PAR GRAVITE DE LA CITERNE POMPIER DE 3000 l.



### TUNNEL du CHATELARD

DEVERSEMENT BRUTAL DE 9,5 m<sup>3</sup>.





**Vue de la zone mouillée lors de l'écoulement faible**



**Vue de la zone mouillée lors du relâchement brutal de 9,5 m<sup>3</sup>**

### ***2.2.2 - Tunnel de Knutange - Bois des Chênes***

Le tunnel du Bois des Chênes est situé sur l'autoroute A.30 (section Knutange-Havange) entre Metz et Longwy dans le département de la Moselle. Le tunnel a une longueur de 300 m, une largeur entre bordures de 10 m et est exploité en circulation bidirectionnelle depuis le mois de Juillet 1990. La pente longitudinale de l'ouvrage est (en descente) de 3,9 % de Longwy (Ouest) vers Metz (Est) et le dévers transversal de 2,5 % du Nord vers le Sud.

Les caractéristiques du système de recueil prévu au D.C.E. étaient les suivantes :

- Les produits liquides (eaux + hydrocarbures) ruisselant sur la chaussée (entraînement par les véhicules) ou déversés accidentellement (renversement d'une citerne) sont récupérés le long du piédroit Sud du tunnel par un caniveau ACO T100 monobloc de classe F équipé de fentes horizontales dans sa partie supérieure. Les liquides ainsi collectés sont ensuite évacués dans des regards équipés d'un siphon et d'un dispositif déboureur disposés sur le caniveau tous les 50 m (en bordure de voie).
- Parallèlement à cette récupération de chaussée, les eaux recueillies à l'extrados du revêtement en béton coffré, recouvert d'une feuille d'étanchéité, et les eaux de drainage du fond de chaussée sont également rejetées dans ces regards siphons.
- Les regards sont reliés entre eux par un collecteur général de quatre cent millimètres de diamètre intérieur qui évacue l'ensemble des effluents vers un bassin de récupération de grande capacité situé à la tête Est du tunnel (tête aval).

En cours de travaux, des modifications du caniveau à fente ont été faites. Le modèle type proposé au D.C.E. a été remplacé par un caniveau ACODRAIN T100 sur proposition de l'entreprise. Les différences se situent au niveau de la section d'absorption elle-même (340 cm<sup>2</sup> au lieu de 500 cm<sup>2</sup>) et de la section d'écoulement (250 cm<sup>2</sup> au lieu de 1200 cm<sup>2</sup>). Par ailleurs, le bassin de récupération n'a pas été réalisé.



Les essais réalisés le 28 Mai 1990 avaient pour but de simuler un déversement accidentel sur chaussée.

Deux types d'essais ont été effectués :

*- Ecoulement lent et continu*

L'écoulement lent a été réalisé à partir d'une borne incendie située sur le bord de chaussée opposé à celui équipé du caniveau de récupération. Le débit de l'écoulement était voisin de 17 l/s et l'ouverture de la borne dura environ 15 mn.

*- Déversement brutal d'un volume de 4 m<sup>3</sup>*

Le déversement a été réalisé par basculement d'une benne de camion remplie d'eau, à trois reprises et à des distances du caniveau de récupération de 2 m, 6 m ( $\approx$  milieu de chaussée) et 10 m (côté opposé au caniveau).

Les résultats de ces essais sont donnés page suivante et récapitulés dans les tableau ci-dessous.

N° essai	Type d'essai	Dimension de la nappe	Temps d'absorption de la nappe
1	Écoulement lent 17 l/s pendant 15 mn	175 m <sup>2</sup>	-
2	Déversement brutal 4 m <sup>3</sup> en 20 s Bord de chaussée opposé au caniveau	400 m <sup>2</sup>	2 mn 15 s
3	Déversement brutal 4 m <sup>3</sup> en 20 s Milieu de chaussée	400 m <sup>2</sup>	2 mn 30 s
4	Déversement brutal 4 m <sup>3</sup> en 20 s 2 m du caniveau	450 m <sup>2</sup>	2 mn 40 s

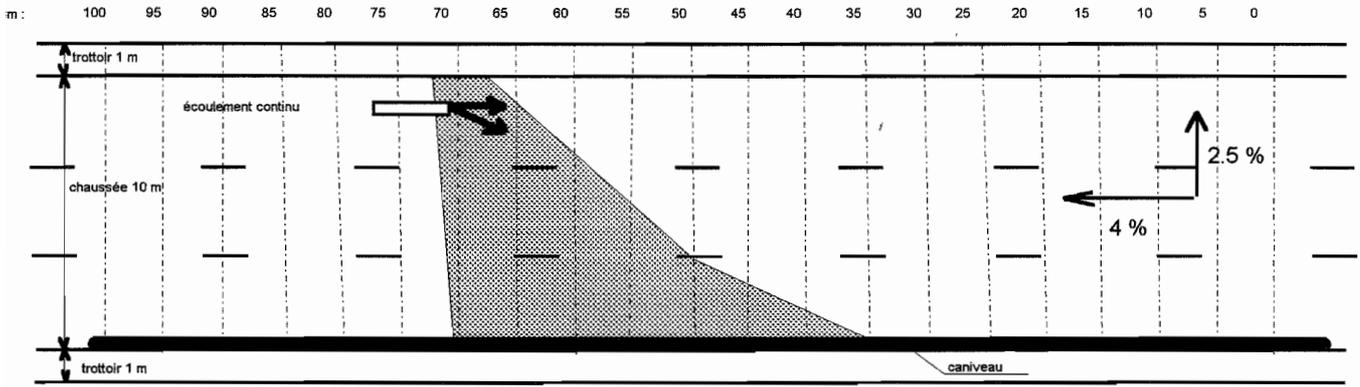
Ces essais de déversement ont permis de constater que les caniveaux ne remplissaient plus complètement leur fonction dès que le déversement se situait sur la demi-chaussée la plus proche du caniveau, malgré la pente longitudinale importante du tunnel (4 %). (Absorption difficile et refoulement à l'extérieur du caniveau par manque de section d'écoulement).

En ce qui concerne les regards équipés de siphon et de dispositif débourbeur, les essais ont montré qu'ils ne constituaient pas un obstacle à l'écoulement des liquides et que leur dimensionnement était correct.

TUNNEL de KNUTANGE

ESSAI N° 1 : Ecoulement continu 17 l/s

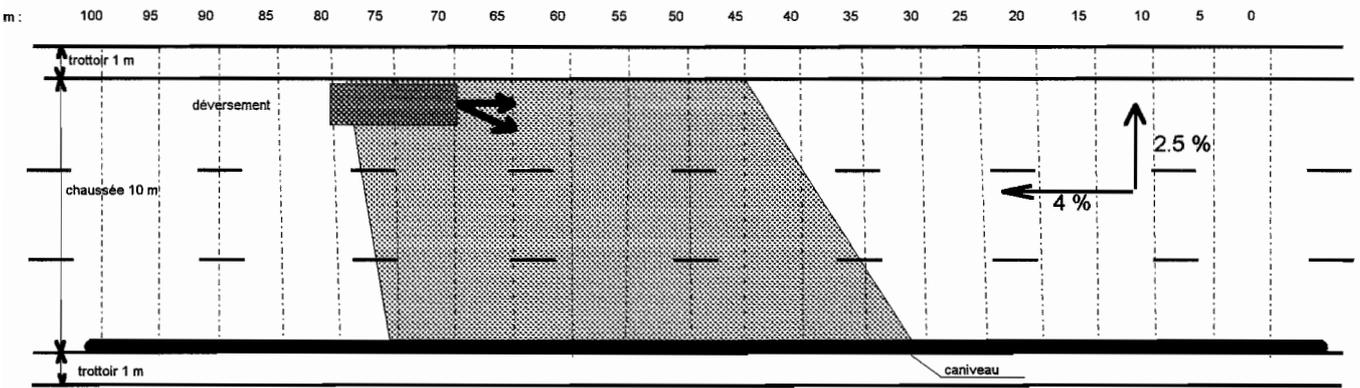
surface mouillée



TUNNEL de KNUTANGE

ESSAI N° 2 : Déversement brutal 4 m3

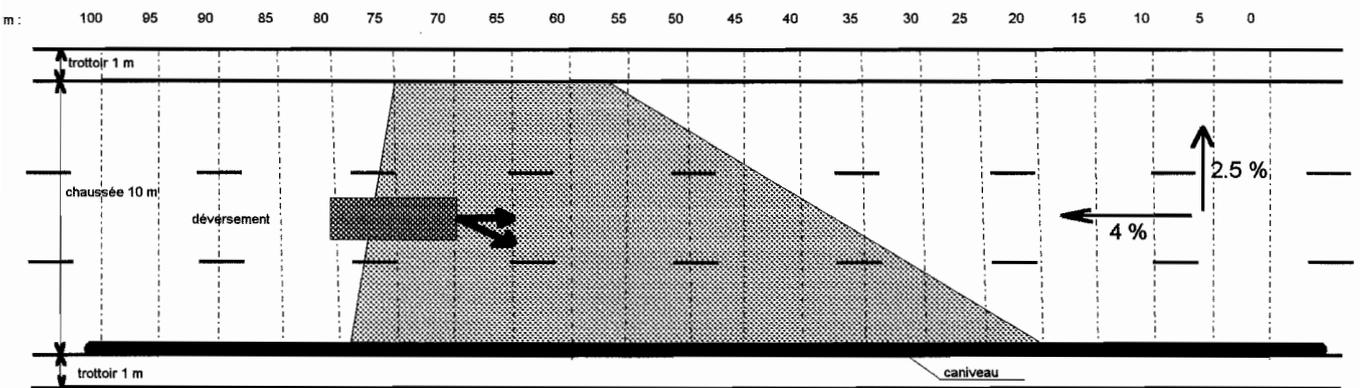
surface mouillée



TUNNEL de KNUTANGE

ESSAI N° 3 : Déversement brutal 4 m3

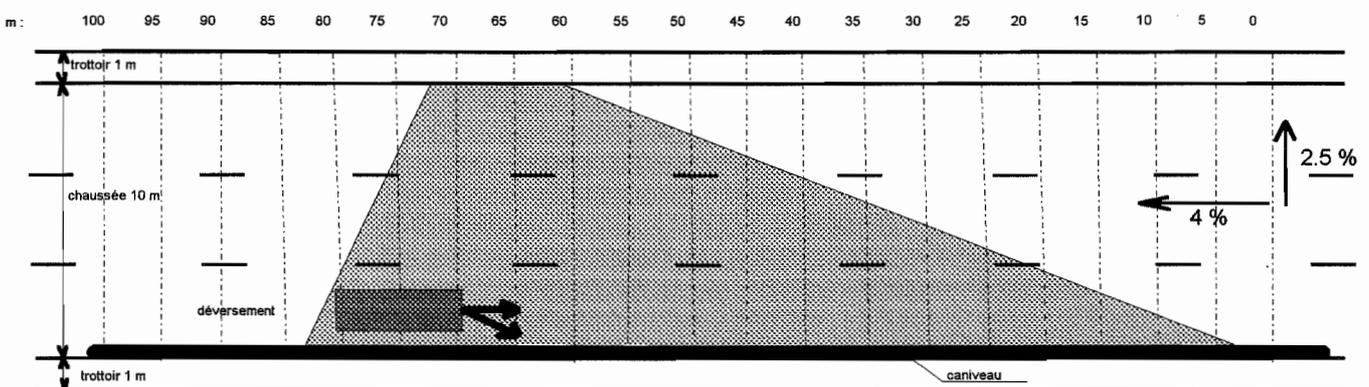
surface mouillée



TUNNEL de KNUTANGE

ESSAI N° 4 : Déversement brutal 4m3

surface mouillée



### **3 - DEBITS A PRENDRE EN COMPTE**

#### **3.1 - Rappels**

La capacité des réservoirs des poids lourds est généralement de 2 fois 300 litres, mais elle peut aller jusqu'à 900 litres.

La capacité des compartiments de citerne varie de 2 à 5 m<sup>3</sup>.

La capacité des citernes de camion est de 11,7 à 14,7 m<sup>3</sup>. Celle des camions avec remorque ou des tracteurs avec semi-remorque varie de 29,7 à 32,5 m<sup>3</sup>.

La densité moyenne des hydrocarbures est de 0,78.

#### **3.2 - Accidents**

L'étude bibliographique menée par l'INERIS comporte un volet visant à analyser les accidents survenus sur des citernes routières afin de cerner les conditions d'écoulement les plus fréquentes et de déterminer les débits à la brèche à prendre en compte.

Cette analyse a été réalisée à partir des informations recueillies dans la littérature et principalement à l'aide de moyens spécifiques de recensement des accidents.

Ce sont :

- les données statistiques établies par la Mission du Transport des Matières Dangereuses (Direction des Transports Terrestres du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme) concernant les accidents et les incidents survenus de 1987 à 1990 pendant le transport par voie routière.
- les données de la banque MHIDAS du HSE (Health Safety Executive, Grande-Bretagne) concernant les accidents de transports routiers.

Ces statistiques d'accidents montrent que le nombre moyen d'épandage de liquides inflammables est de l'ordre de 50 si l'on considère la période de 1987 à 1990 incluse.

La quantité de liquides inflammables perdue équivaut dans ces conditions à environ 435 t. La quantité moyenne de liquide inflammable déversée est ainsi de l'ordre de 9 t par épandage.

Toutefois, les statistiques et autres données d'accidents font apparaître qu'un nombre très restreint d'accidents constatés annuellement se rapportent à des cas d'ouvertures beaucoup plus importantes dans les citernes comme en témoignent certains descriptifs d'accidents spectaculaires (accident de St Privat de Vallonge en 1988, ayant conduit à un incendie de 32 000 l de carburants par exemple).

A titre d'exemple, pour l'année 1988, la quantité de liquide inflammable déversée à chaque épandage, serait réduite à 5,2 t si on excluait trois cas de déversements massifs équivalant à 75 000 l de carburants.

### 3.3 - Débit à la brèche

L'INERIS a effectué des calculs de débits à la brèche pour différents diamètres d'orifice.

Les hypothèses retenues se rapportent à quatre scénarios possibles d'accident : fuite d'une vanne, rupture d'une canalisation, poinçonnement et éventration d'une citerne.

L'étude a donc pris en compte des diamètres d'ouverture de 10, 50 et 100 mm d'une part, et l'ouverture totale d'une citerne d'autre part.

Les calculs ont été faits en considérant le cas d'une citerne remplie d'hexane sur une hauteur de 2 m soumis à la pression atmosphérique : ces calculs ont conduit à des débits de fuite en continu correspondant respectivement à :

- 0,196 kg/s pour un orifice de 10 mm,
- 4,91 kg/s pour un orifice de 50 mm,
- 19,6 kg/s pour un orifice de 100 mm.

L'ouverture totale d'un compartiment de citerne de 5000 kg entraînera bien sur un débit instantané de 5000 kg.

Les calculs ont été poursuivis pour évaluer les quantités totales de vapeurs qui seraient émises dans les cas des écoulements en continu et en instantané.

Les quantités maximales de vapeurs pouvant être émises dans le cas d'un épandage au sol et d'un jet sortant d'une citerne seraient alors de l'ordre de :

- 1,48 kg/s dans le cas d'un débit de fuite de 4,91 kg/s (ouverture de  $\varnothing$  50 mm)
- 2,77 kg/s dans le cas d'un débit de fuite de 19,6 kg/s (ouverture de  $\varnothing$  100 mm)

La quantité maximale de vapeur correspondant au déversement instantané de 5 000 kg, ne serait quant à elle que de l'ordre de 1,1 kg/s au moment du déversement. Ces écarts importants s'expliquent par la présence uniquement d'un épandage au sol dans ce dernier cas qui ne conduit qu'à une évaporation en surface du liquide et par les vitesses différentes d'écoulement du liquide au travers des orifices de 50 et 100 mm.

Si l'on reprend les chiffres précédents à savoir que la moyenne des épandages pour la période de 1987 à 1990 est de 9 t et qu'on lui applique le débit de fuite évalué à 19,6 kg /s dans le scénario de rupture d'un raccord de citerne routière, le temps nécessaire pour parvenir à un déversement de 9 t avoisinerait 7 à 8 mn.

Pour l'année 1988, la quantité de liquide inflammable déversée à chaque épandage, est réduite à 5,2 t si l'on excepte trois cas de déversements massifs. Le temps nécessaire pour parvenir au déversement de 5,2 t avoisinerait alors 4 à 5 mn dans le cas d'un débit de 19,6 kg/s (orifice de 100 mm).

Tous ces chiffres fournis par l'INERIS sont récapitulés dans le tableau ci-après :

<b>Orifice en mn</b>	<b>Débit liquide de fuite kg/s</b>	<b>Débit gazeux simultané kg/s</b>	<b>Durée en mn déversement de 9 tonnes</b>	<b>Durée en mn déversement de 5,2 tonnes</b>
10	0,196			
50	4,91	1,48		
100	19,6	2,77	7 à 8	4 à 5
Ouverture totale			instantané	instantané

## 4 - EPANDAGES REALISES

Deux catégories d'essais sont effectuées :

### 4.1 - Ecoulement faible en continu

Il simule une fuite dans un compartiment.

L'essai est réalisé en faisant débiter un poteau d'incendie. Suivant les sites d'essais, l'ouverture maximale du poteau d'incendie a conduit à des débits s'étageant de 19 l/s à 37 l/s. Dans certains cas, deux essais ont été réalisés avec des débits différents (du simple au double environ). L'emplacement du relâchement doit être le plus éloigné du point bas du profil en travers. L'essai est poursuivi jusqu'à obtenir des conditions d'écoulement bien stabilisées permettant des mesures. Une durée de 10 mn est retenue.



Mise en place du tuyau raccordé au poteau d'incendie pour l'essai en écoulement continu

## 4.2 - Déversement brutal

Il représente l'éventrement d'un compartiment.

Deux types d'essais sont réalisés :  
- déversement de 5 m<sup>3</sup>  
- déversement de 10 m<sup>3</sup>.

L'opération s'effectue pendant 6 à 7 s. Les essais sont réalisés grâce à un bac préfabriqué de 3 x 3 m dont l'un des pans peut s'ouvrir brusquement.



**Remplissage du bac préfabriqué**



**Ouverture du bac préfabriqué**



**Le bac préfabriqué en fin d'essais**

## 5 - MESURES EFFECTUEES

### 5.1 - Mesure des débits

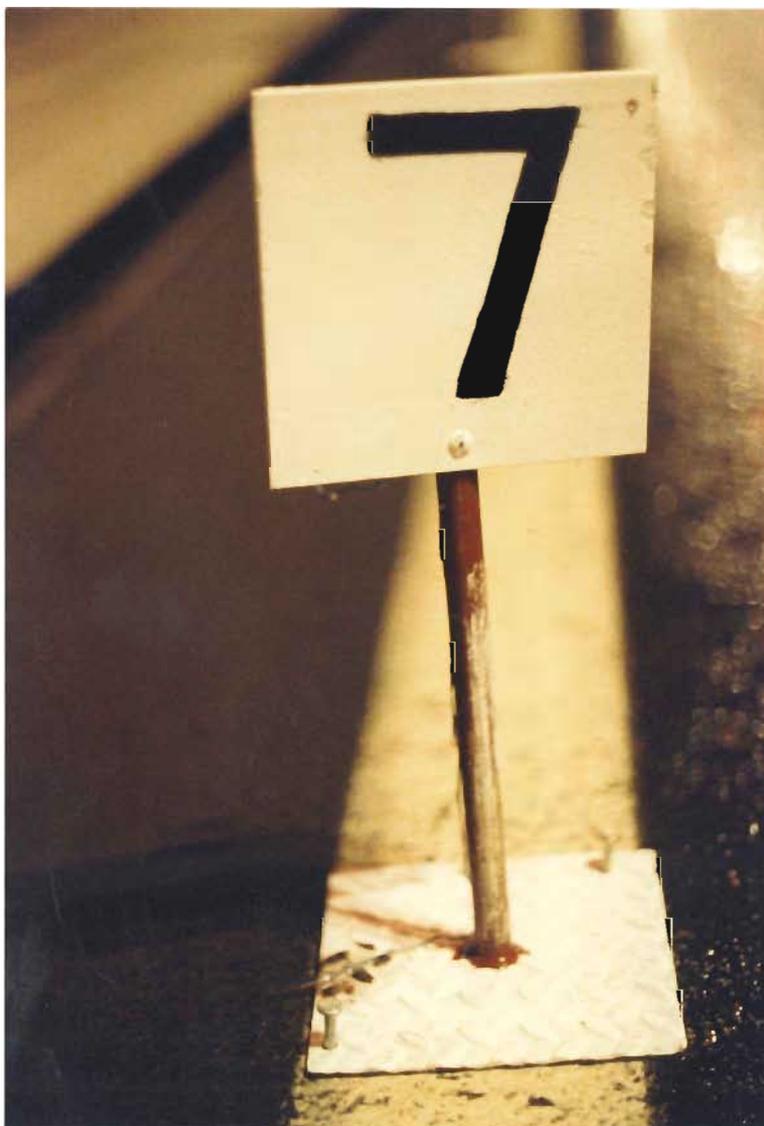
La mesure du débit d'écoulement faible se fait en mesurant le temps de remplissage d'un récipient jaugé. Le moyen est très approché.

### 5.2 - Caractérisation de la flaque

La caractérisation de la surface mouillée en étendue et en hauteur de liquide est réalisée grâce à un quadrillage avec de la bande réfléchissante autocollante et à des plots enduits de craie disposés sur la chaussée sur lesquels on peut contrôler la hauteur maximale atteinte par l'eau.

Cette mesure de hauteur d'eau a généralement été très peu fiable car elle est fortement perturbée par l'effet de sillage qui se produit autour du pied du plot.

Plusieurs caméscopes disposés autour du site d'essai permettent d'apprécier l'étendue de la flaque.



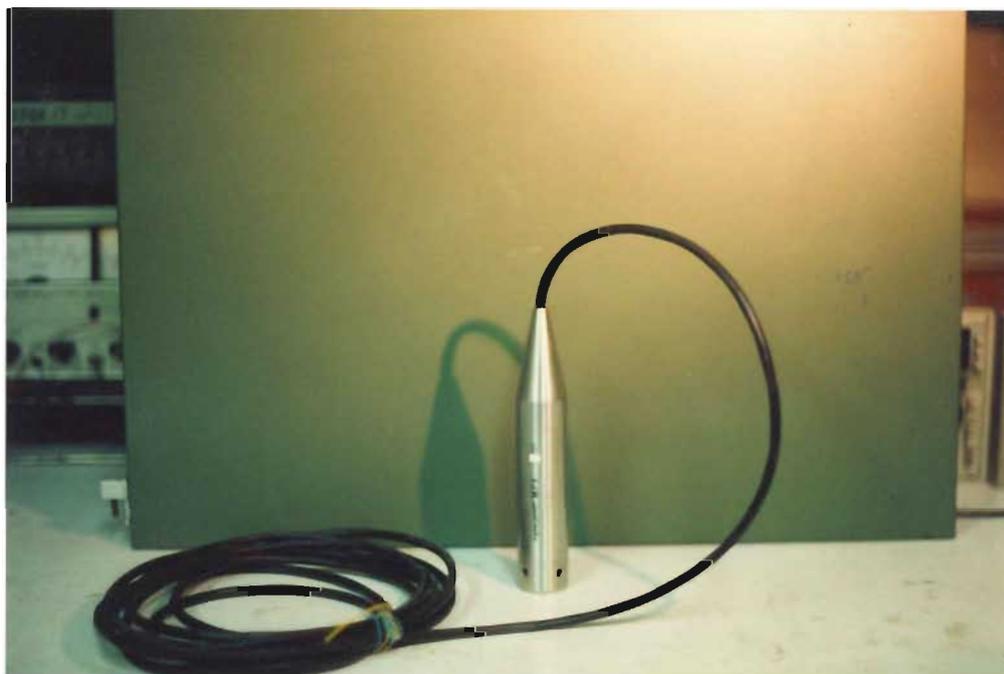
Plot enduit de craie pour la mesure de hauteur d'eau sur la chaussée



**Quadrillage de la chaussée avec bande réfléchissante et plots numérotés**

### 5.3 - Hauteur d'eau dans les caniveaux de récupération

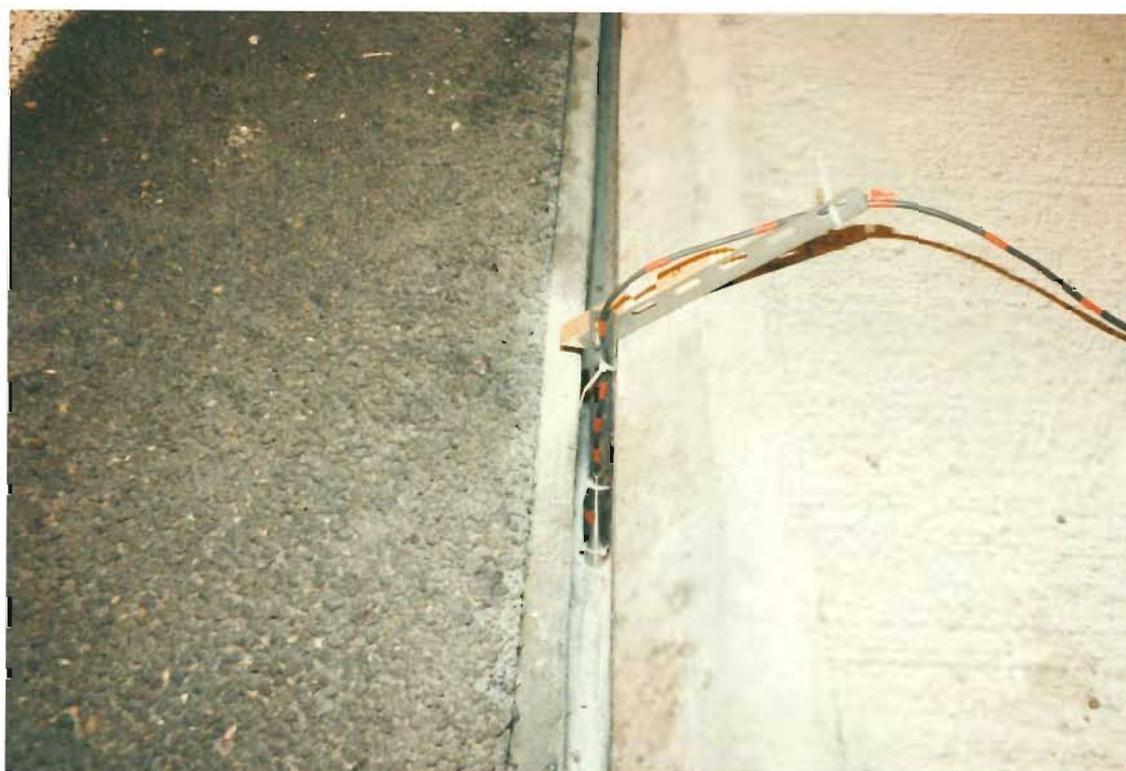
Lorsque la configuration du site le permet, la hauteur d'eau dans les caniveaux est mesurée en continu par l'intermédiaire de capteurs piézo-électriques (sondes MPX de PARATRONIC) et enregistrée sur un DELTALOGGER.



Sonde MPX de Paratronic



**Mise en place des capteurs en extrémité de caniveau**



**Mise en place du capteur dans le caniveau**

#### **5.4 - Hauteur d'eau sur la chaussée**

Pour tenter d'estimer le temps pendant lequel il persiste sur la chaussée un film d'eau de hauteur appréciable, le CETU a mis au point un système de détection très simple.

Une diode électroluminescente reste allumée tant que le contact électrique entre deux fils est établi par une présence d'eau.

Il est intéressant de connaître le temps pendant lequel une épaisseur conséquente de liquide reste sur la chaussée car c'est ce qui conditionnera la durée d'un incendie éventuel. On peut en effet estimer que l'incendie sera alimenté tant qu'il y aura une hauteur appréciable de combustible sur la chaussée et que cet incendie s'éteindra de lui-même dès lors qu'il n'y aura plus de réserve.

## 6 - SITES RETENUS

Les sites d'essais devaient avoir des caractéristiques les plus voisines possibles afin que la comparaison des systèmes de recueil des matières dangereuses soit significative. Plusieurs couples de déclivité-dévers devaient être testés.

### 6.1 - Tunnel à avaloirs ordinaires

Le tunnel des Monts a été choisi car il présente des avaloirs ordinaires et devait permettre d'apprécier les améliorations proposées (réduction de l'espacement des avaloirs, etc.). De plus, des essais y étaient relativement faciles à organiser.

### 6.2 - Tunnels à caniveau fendu

Ce système a été installé dans différents tunnels (Siaix, Cornil, 2ème tube de Noailles, les Iles, Grand Mare).

Nous avons retenu les tunnels de Siaix, de Cornil et de la Grand Mare à Rouen. Les deux premiers diffèrent essentiellement de par leur déclivité et le tunnel de la Grand Mare a pour principales différences avec les deux autres une chaussée drainante et un caniveau avec fente horizontale.

### 6.3 - Tunnels à avaloirs à faible espacement

Nous avons retenu les tunnels de St Germain et de Châtillon qui présentent tous les deux des avaloirs espacés de 11 m mais avec des grilles de 13 x 50 pour St Germain et des grilles de 30 x 30 pour Châtillon.

### 6.4 - Tableau récapitulatif

N°	Tunnel	Déclivité %	Dévers %	Système de drainage
1	Monts	0,68	1	avaloir ordinaire tous les 50 m
2	Saint Germain	1,8	3	avaloir à grille 13 x 50 tous les 11 m
3	Châtillon	0,6	1,8	avaloir à grille 30 x 30 tous les 11 m
4	Siaix	1,5	2,5	caniveau à fente verticale + siphon
5	Cornil	3,2	2,5	caniveau à fente verticale + siphon
6	Grand Mare	3,5	2,5	caniveau à fente horizontale + siphon + chaussée drainante

## 7 - RESULTATS DES ESSAIS

Les principaux résultats des essais effectués sur chacun des sites sont donnés ci-après.

### 7.1 - Tunnel des Monts

Le tunnel des Monts situé sur la RN 201 dans la traversée de Chambéry comporte deux tubes unidirectionnels à 3 voies de circulation.

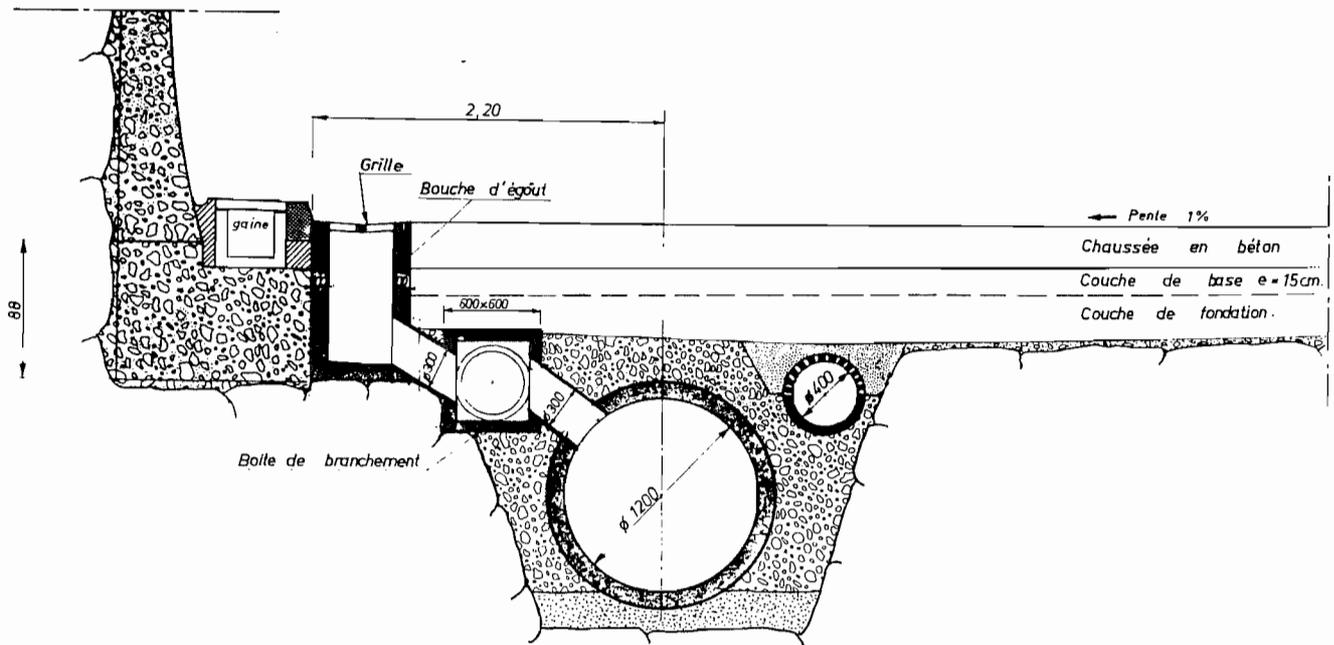
#### 7.1.1 - Caractéristiques géométriques et assainissement

Le tube Sud, dans lequel ont été réalisés les essais, a une longueur de 850 m. La rampe en tunnel dans le sens Ouest-Est est de 0,68 %. Le dévers est de 1 % constant sur toute la longueur de l'ouvrage. La chaussée d'une largeur de 10,80 m est bordée de deux trottoirs de 0,60 m. La zone d'essai était située à 200 m de l'entrée du tube Sud.

Le système d'assainissement est constitué de grilles avaloirs de 0,75 m x 0,30 m réparties tous les 50 m. Elles comportent 30 ouvertures d'environ 0,0025 m<sup>2</sup> d'où un passage libre de 0,75 m<sup>2</sup>. Les avaloirs sont reliés au collecteur sans l'intermédiaire d'un siphon.



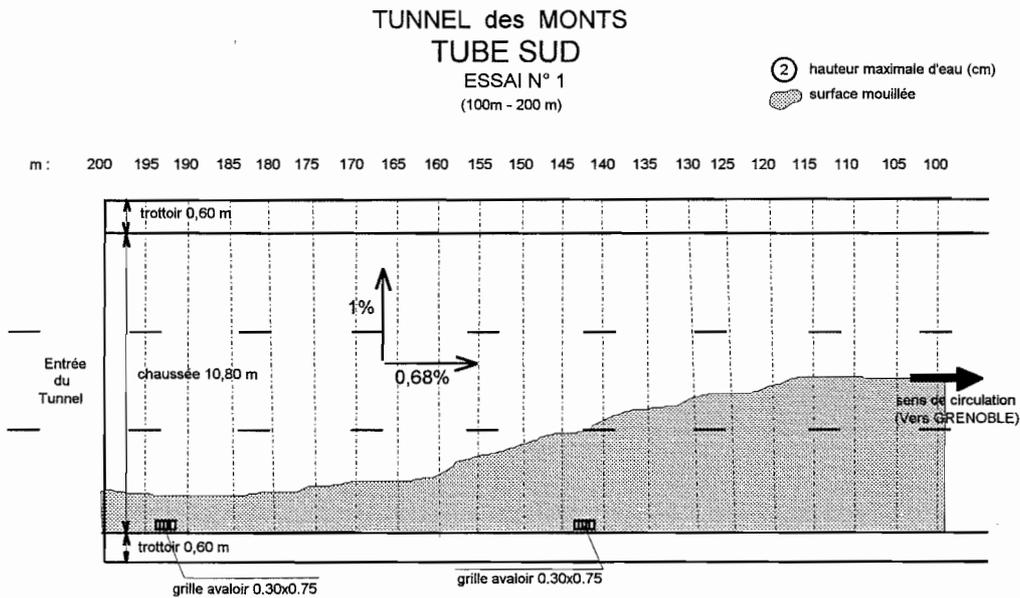
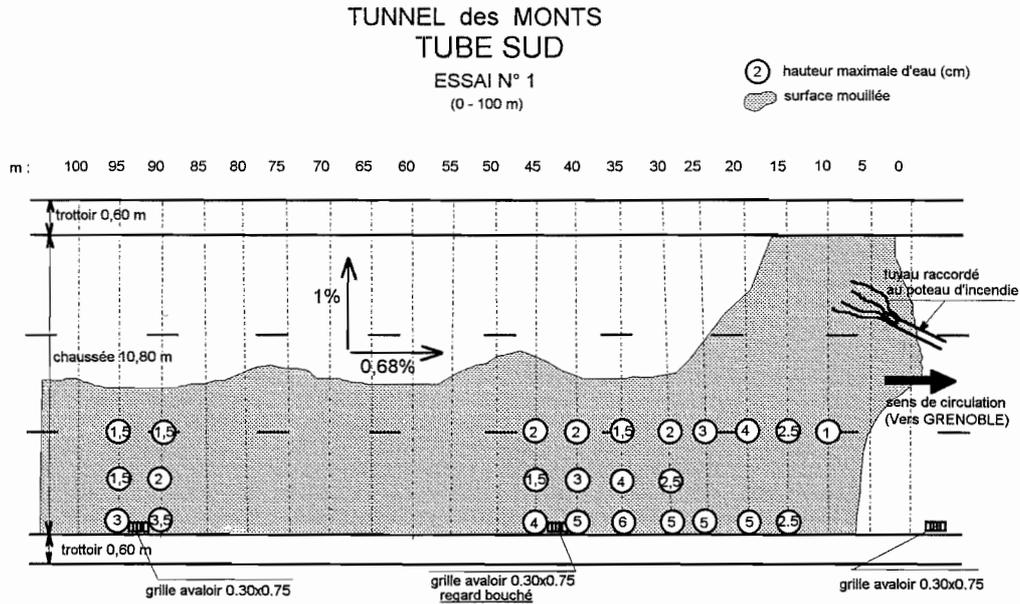
Détail d'une grille avaloir



Détail du branchement des avaloirs sur le collecteur

7.1.2 - *Ecoulement faible en continu*

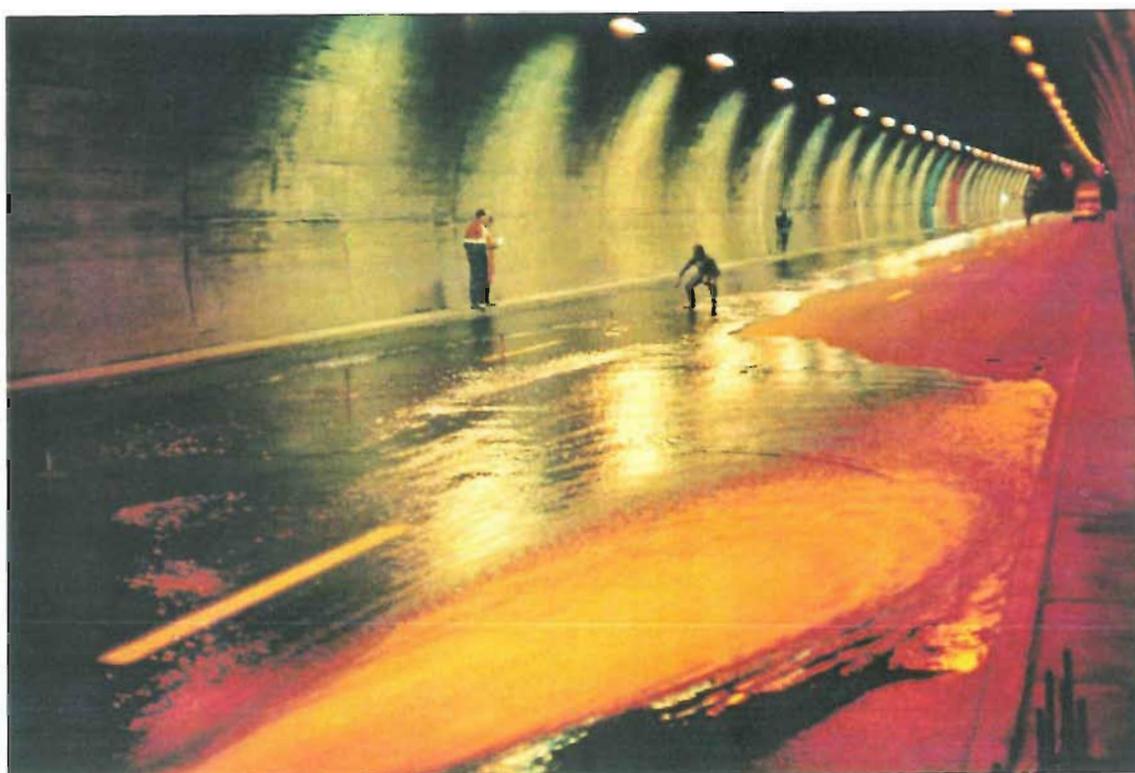
Le débit était de l'ordre de 35 l/s.



La surface mouillée dans le tunnel s'étend approximativement sur une voie et demi de large ( $\cong 5,40$  m) sur 120 à 130 mètres de long en partant du point de relâchement et se prolonge jusqu'à la sortie du tunnel sur environ une demi voie de large ( $\cong 1,90$  m). Il faut noter que la grille située la plus près du tuyau de déversement était entièrement obstruée.

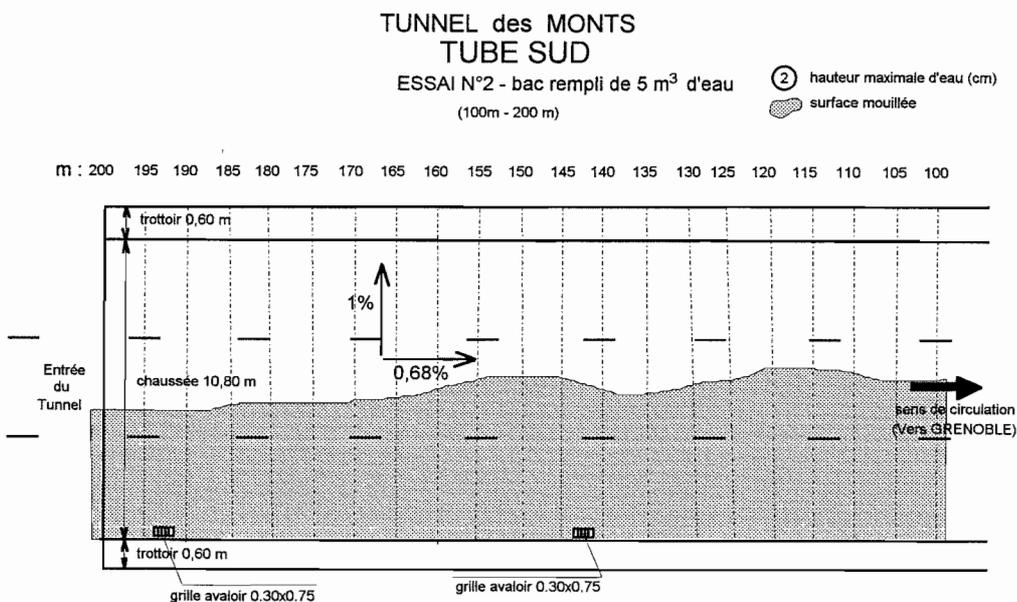
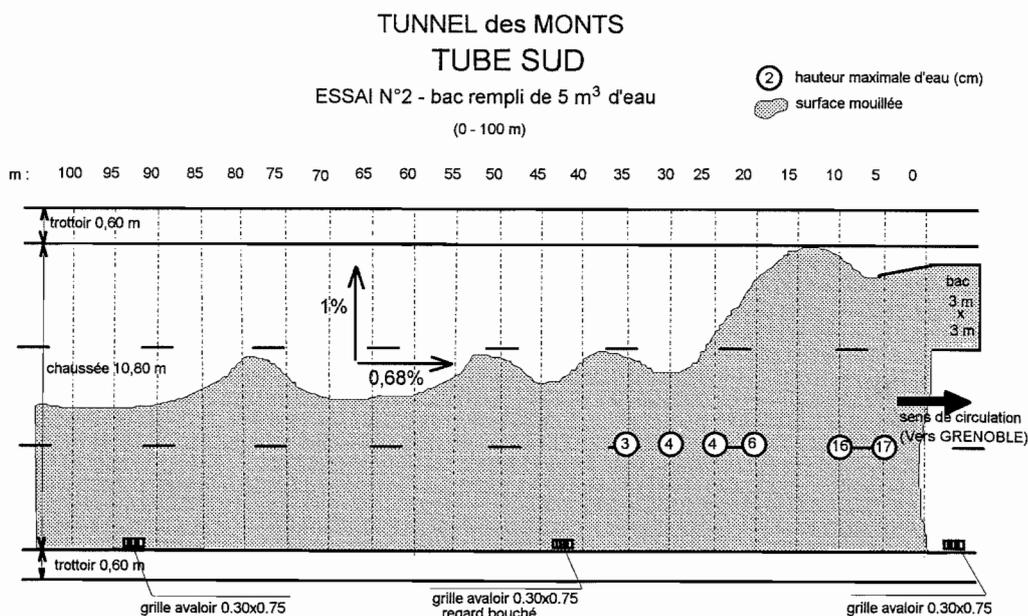
La hauteur maximale d'eau constatée était de l'ordre de 5 à 6 cm le long du trottoir droit de l'ouvrage (dans le sens de circulation). Les valeurs sont très approximatives car il se produit un effet de sillage autour du plot, ce qui fausse les mesures.

La surface totale mouillée a été évaluée à environ 950 m<sup>2</sup>.



**Essai d'écoulement en continu**

### 7.1.3 - Relâchement brutal de 5 m<sup>3</sup>

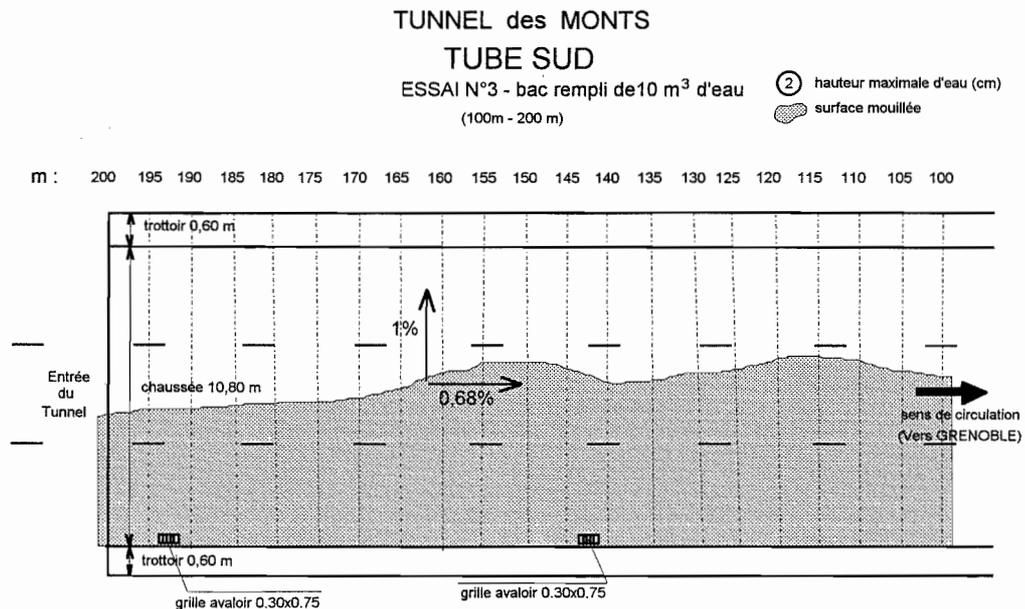
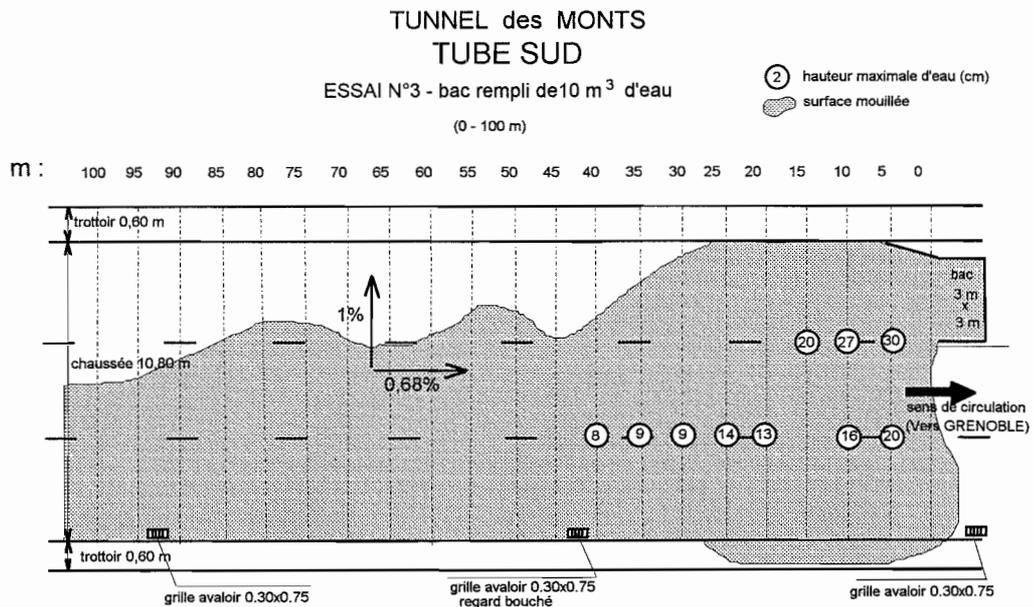


La surface mouillée dans le tunnel est sensiblement plus importante que lors de l'essai précédent puisque l'on arrive à environ 1200 m<sup>2</sup>.

Il a été particulièrement difficile d'évaluer la hauteur maximale d'eau en différents points de la chaussée à cause du sillage provoqué autour des plots. A proximité du relâchement cette hauteur est de l'ordre de 16 à 17 cm mais pendant un temps relativement court que nous ne sommes pas arrivés à mesurer.

La constatation la plus importante que l'on a pu faire est que la surface mouillée s'étend encore bien après la tête de tunnel et donc que le système d'assainissement est totalement inefficace pour récupérer un tel déversement.

**7.1.4 - Relâchement brutal de 10 m<sup>3</sup>**



Mêmes constatations que lors de l'essai précédent, l'ouvrage est inondé jusque bien après la tête du tunnel.

Bien que mesurées approximativement les hauteurs maximales d'eau sur la chaussée sont importantes (de l'ordre de 30 cm). Lors du relâchement, l'eau passe au-dessus du trottoir de droite.

La surface mouillée à l'intérieur de l'ouvrage atteint environ 1480 m<sup>2</sup> (photo ci-dessous).



Aperçu de l'étendue de la flaque pour le relâchement de 10 m<sup>3</sup>

## 7.2 - Tunnel du Siaix

Le tunnel du Siaix est situé sur la RN 90 entre Moutiers et Bourg Saint-Maurice.

### 7.2.1 - Caractéristiques géométriques et assainissement

La longueur totale de ce tunnel bidirectionnel est de 1571 m. La chaussée présente une rampe de 1,5 % sur 1272 m à partir de la tête Sud-Ouest et une pente de 0,90 % à la tête Nord-Est sur 127 m.

Cet ouvrage a une largeur roulable de 10,60 m qui se décompose en deux voies latérales de 3,80 m et d'une voie centrale de 3 m. La largeur des trottoirs est de 0,95 m environ. Les dévers passent de -2,5 % à la tête Sud-Ouest à +5 % à la tête Nord-Est.

Dans la zone d'essai située à environ 200 m de la tête Sud-Ouest de l'ouvrage, le dévers est de -2,5 % et la rampe de 1,5 %.

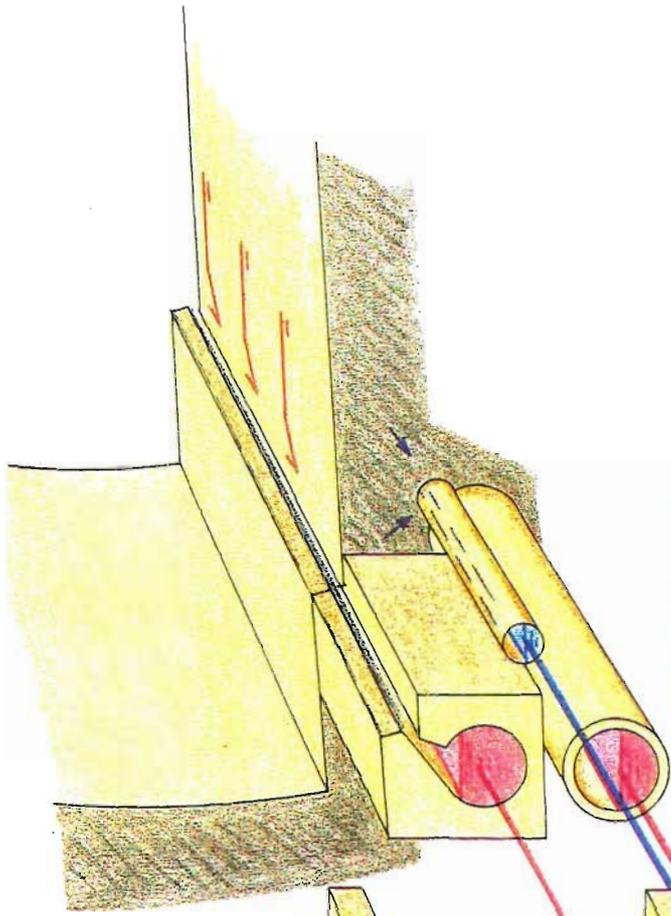
Le réseau d'assainissement du tunnel est totalement séparé du réseau de drainage du massif. Le principe retenu est la récupération en continu le long du trottoir situé au point bas du dévers par un caniveau à fente longitudinale verticale (largeur de la fente 6 cm). Les liquides ainsi collectés s'évacuent ensuite dans des regards débourbeurs et siphonides situés tous les 100 m.

La section d'absorption du caniveau est de 600 cm<sup>2</sup> par mètre de caniveau et la section d'écoulement minimale de 1250 cm<sup>2</sup>. Le principe général du système d'assainissement est présenté page suivante.

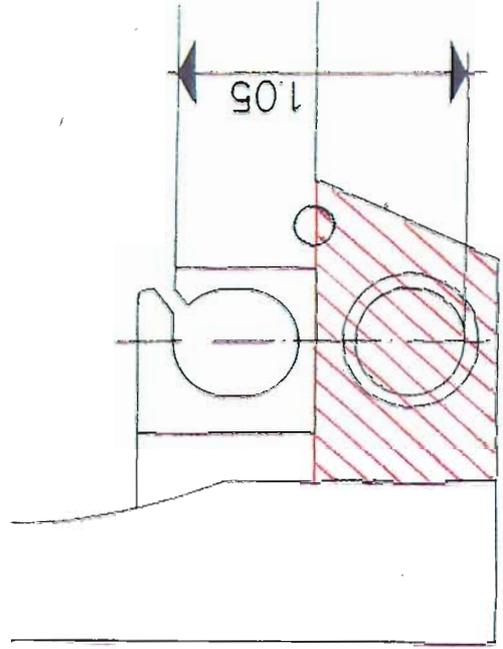
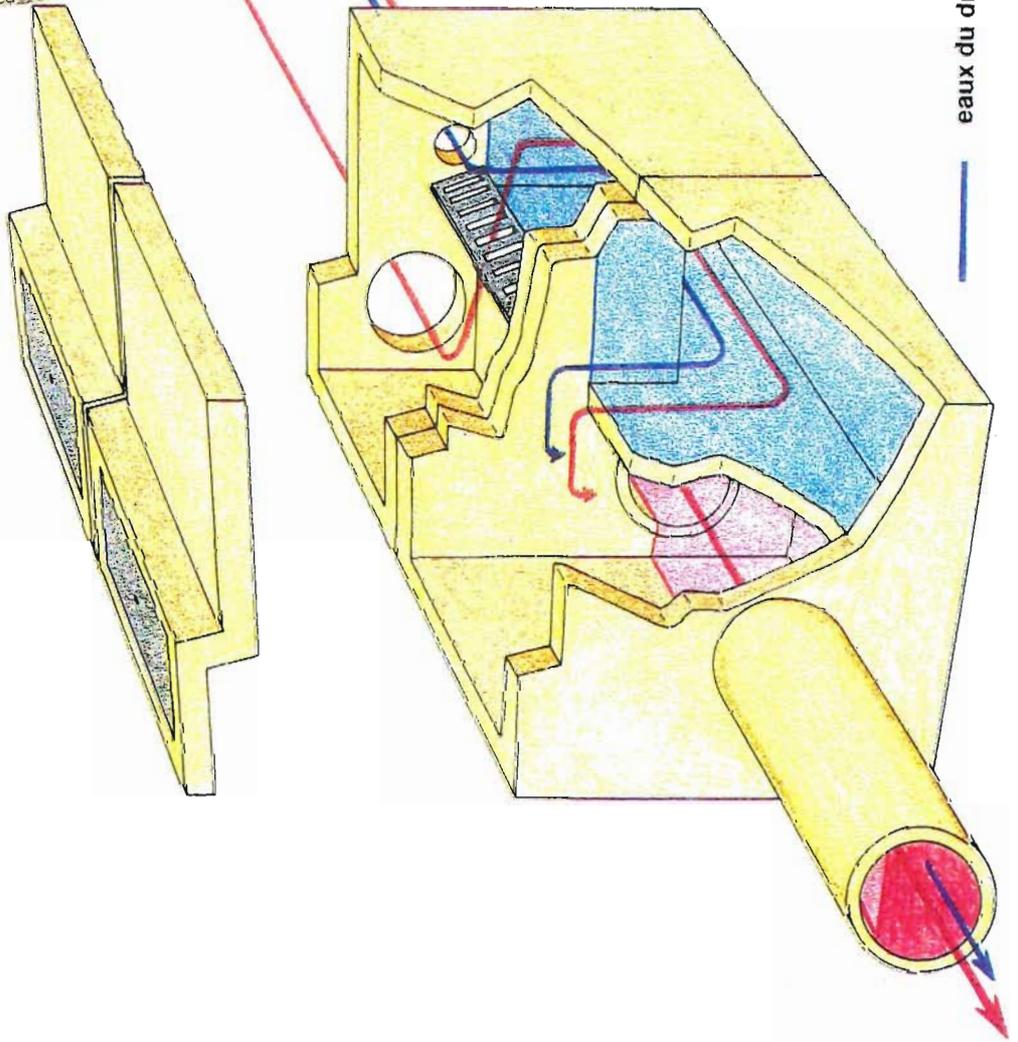


Vue du caniveau à fente verticale

**TUNNEL DU SIAIX (1989)**



**SECTION COURANTE COUPE TRANSVERSALE**

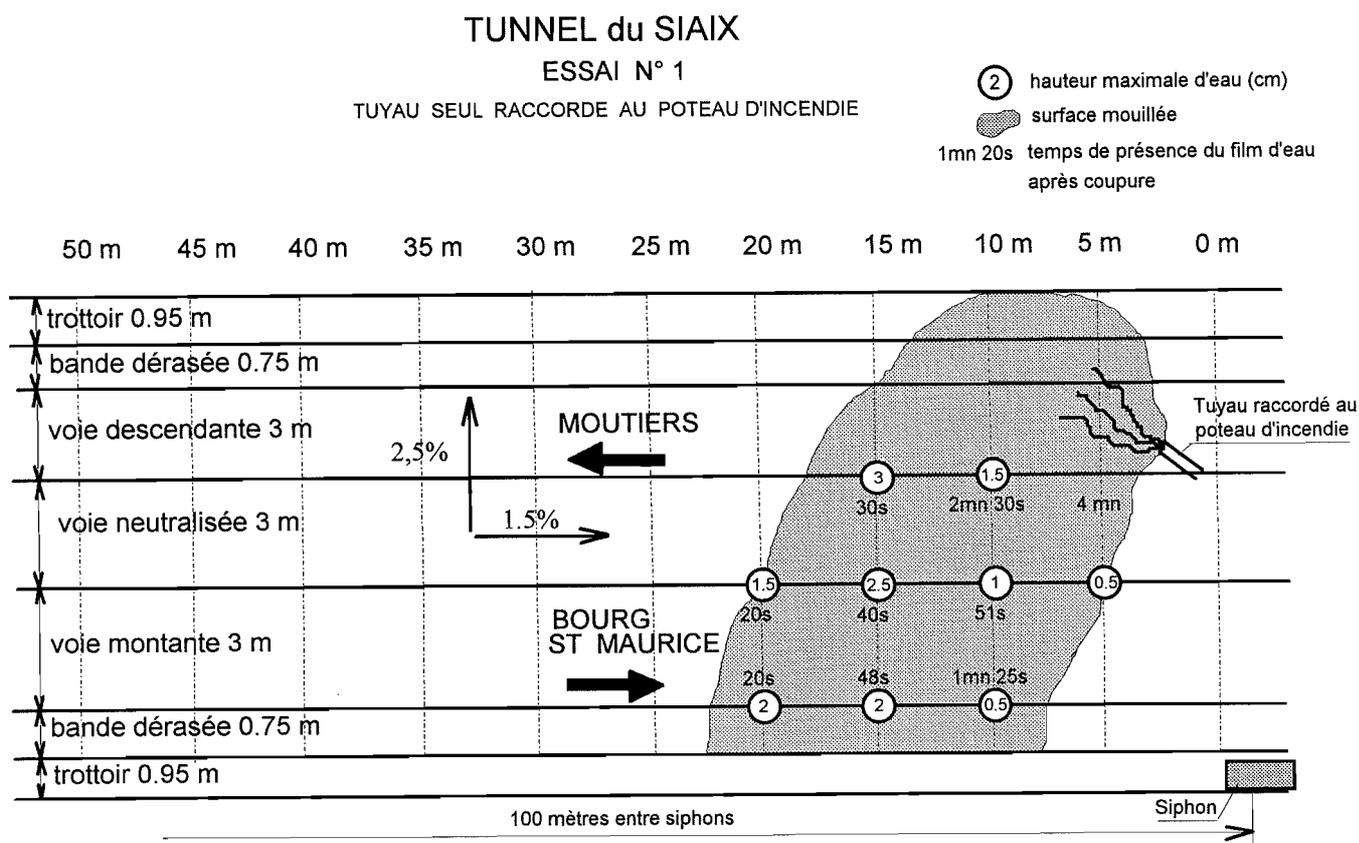


— eaux du drain de chaussée

— liquides récupérés sur la chaussée

### 7.2.2 - Ecoulement faible en continu

Le débit était de l'ordre de 23 l/s.



La surface mouillée atteint 160 m<sup>2</sup> (photo page suivante).

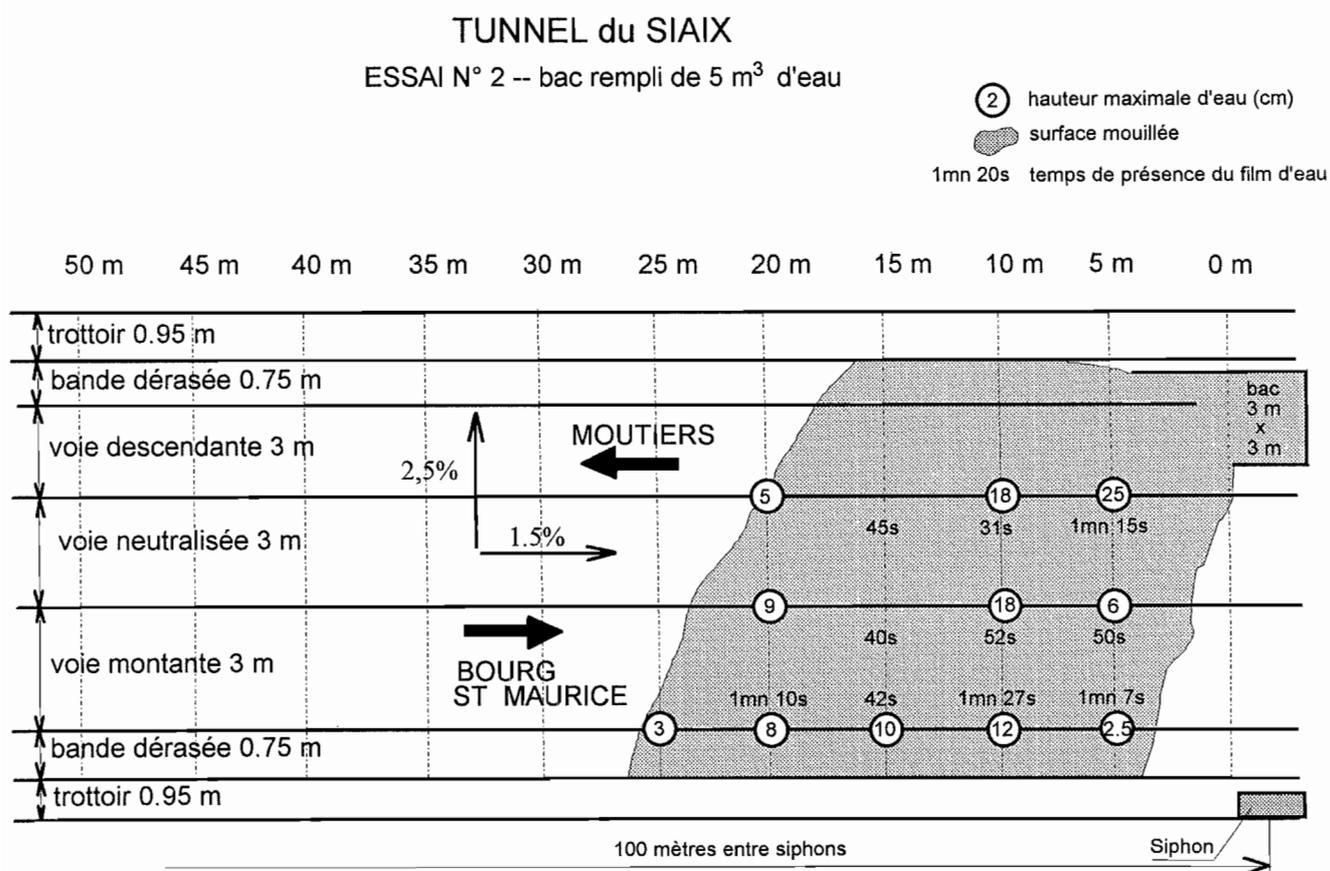
Le niveau d'eau sur la chaussée se situe entre 1 et 3 cm. Hormis à proximité immédiate de l'embouchure du tuyau d'arrivée d'eau il faut moins d'une minute pour que la chaussée ne présente plus de flaque d'eau de hauteur mesurable.

En extrémité de caniveau, juste à l'amont du siphon (en aval par rapport au déversement), le niveau d'eau à l'intérieur du caniveau varie entre 4 à 7 cm.



**Etendue de la flaque d'eau au cours de l'essai avec écoulement faible**

### 7.2.3 - Relâchement brutal de 5 m<sup>3</sup>



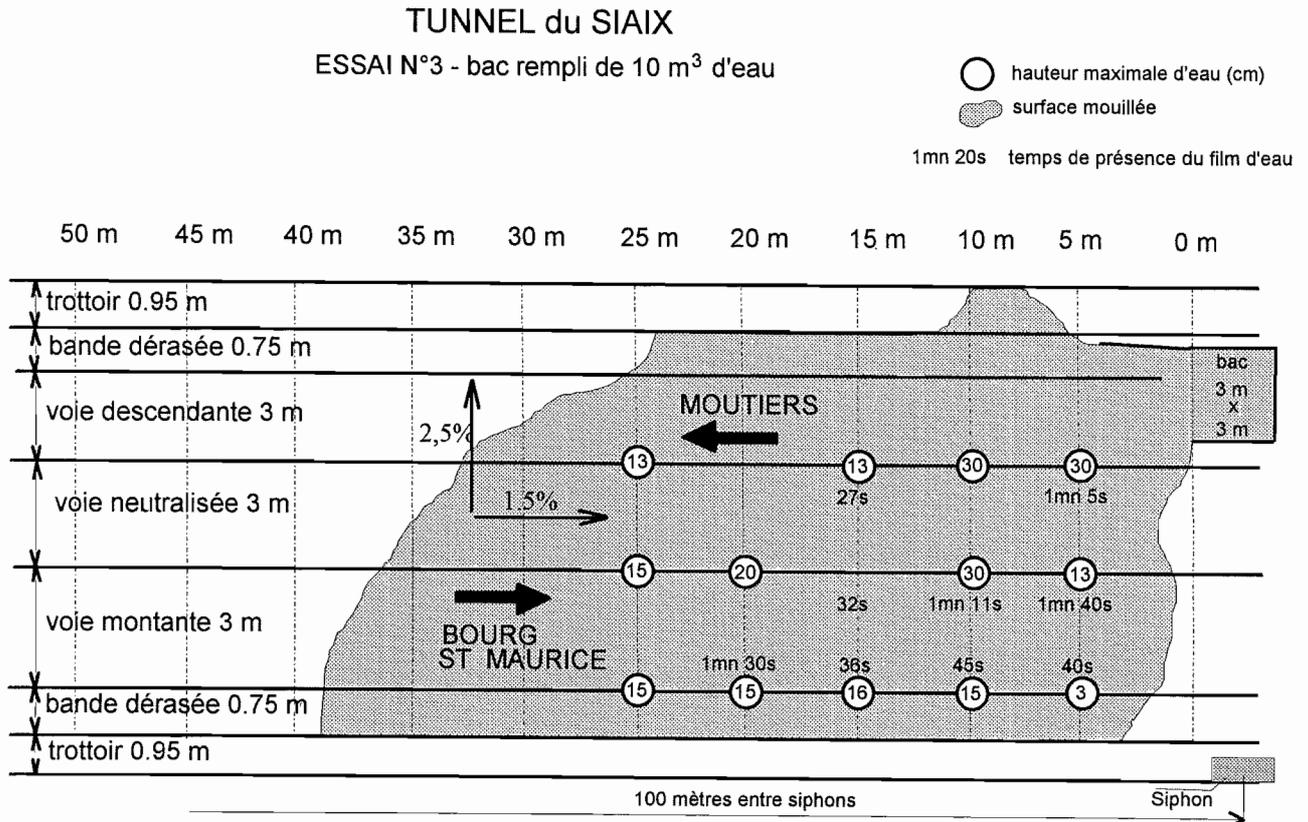
La surface mouillée atteint environ 200 m<sup>2</sup>.

Il faut environ 1 mn à 1 mn 30 s pour qu'il ne reste plus de flaque de hauteur mesurable sur la chaussée.

Juste à l'amont du siphon, la hauteur maximale d'eau mesurée dans le caniveau est d'environ une dizaine de centimètres.

Sur la chaussée, la hauteur maximale d'eau est d'environ 25 cm au plus près du relâchement et de 10 à 12 cm à proximité du trottoir. Ces valeurs sont très approximatives car le phénomène de sillage qui se produit autour des plots gêne considérablement les mesures.

#### 7.2.4 - Relâchement brutal de 10 m<sup>3</sup>



La surface mouillée atteint environ 335 m<sup>2</sup>.

Les hauteurs maximales d'eau à proximité du trottoir se situent aux alentours de 15 cm. Le temps de présence d'eau sur la chaussée est de l'ordre de 1 mn 30 s à 1 mn 40 s au maximum.

Le niveau d'eau dans le caniveau atteint les 40 cm à son extrémité. Le caniveau déborde, l'eau en excès se répandant dans le caniveau contigu, de l'autre côté du regard siphonoïde.



**Surface mouillée lors du relâchement de 10 m<sup>3</sup>**

### 7.3 - Tunnel de la Grand Mare à Rouen

Le tunnel de la Grand Mare fait partie de la Rocade Nord-Est de Rouen, voie rapide urbaine à 2 x 2 voies qui permet à la RN 28 de contourner le centre ville de Rouen.

#### 7.3.1 - Caractéristiques géométriques et assainissement

Ce tunnel à deux tubes séparés a une longueur de 1520 m en incluant les ouvrages de têtes. Le tube montant présente une rampe de 3,5 % sur environ 360 m, puis une courbe  $R = 30\ 000$  sur 215 m pour terminer par une rampe de 2,78 %. La chaussée de 7,50 m de largeur comprend une bande dérasée de 1 m, une voie de 3,50 m et une voie de 3 m. Elle est bordée d'un trottoir franchissable de 1,35 m à droite et de 0,65 m à gauche. Le dévers est constant et égal à 2,5 %. Dans la zone d'essais, la rampe est de 3,5 %.

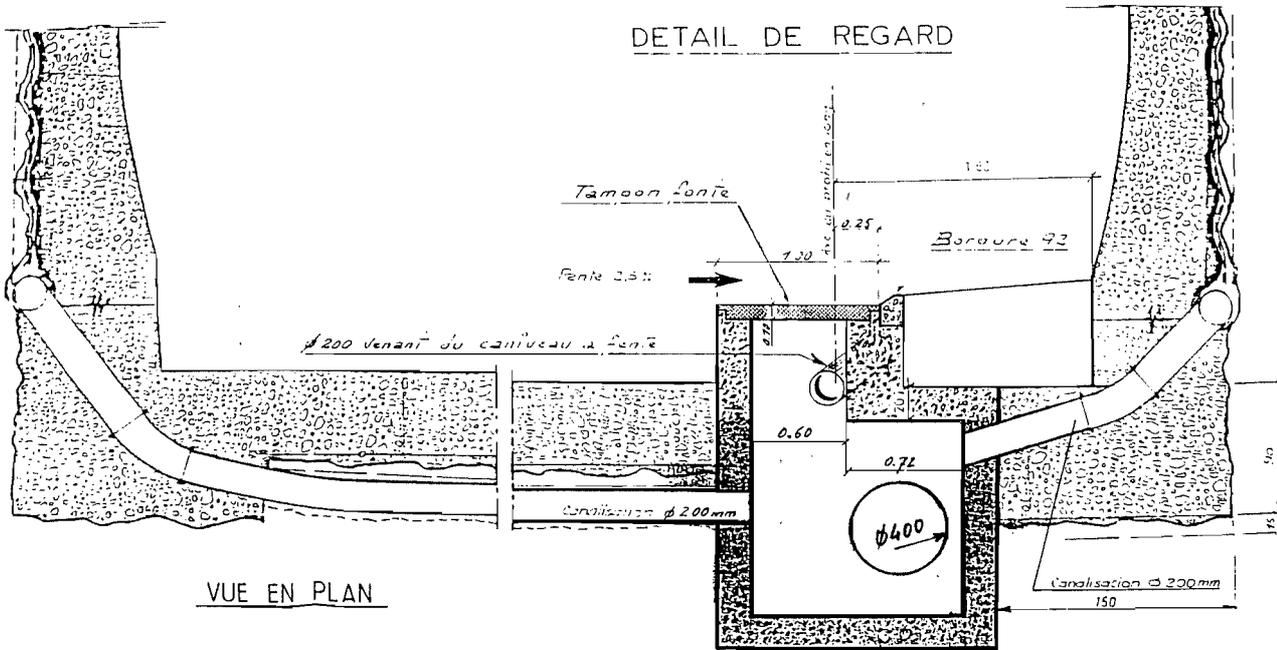
Il faut noter que la chaussée est revêtue d'un enrobé drainant. Des mesures réalisées par COCHERY-BOURDIN-CHAUSSE en Octobre 1992 ont donné une drainabilité d'environ 1,5 cm/s au centre de la chaussée.

Le réseau d'assainissement du tunnel n'est pas séparé du réseau de drainage du massif. Le principe retenu est la récupération en continu le long du trottoir situé au point bas du dévers par un caniveau à fente longitudinale horizontale (largeur de la fente 3,5 cm).

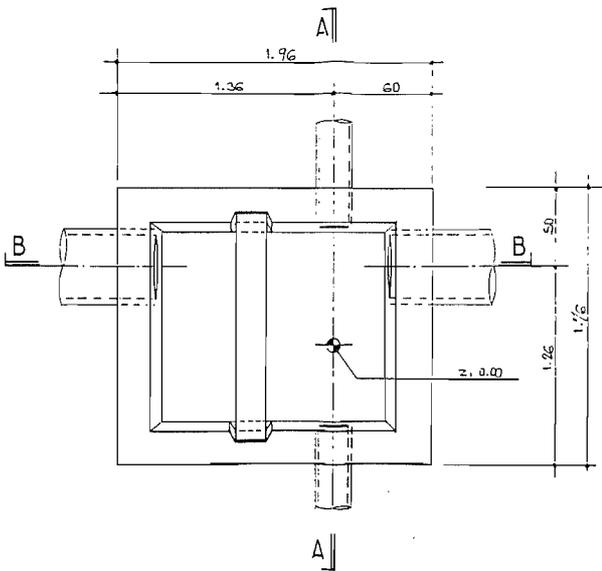
Le caniveau de diamètre 200 mm est raccordé tous les 50 m à un regard siphoné.



Caniveau à fente et regard

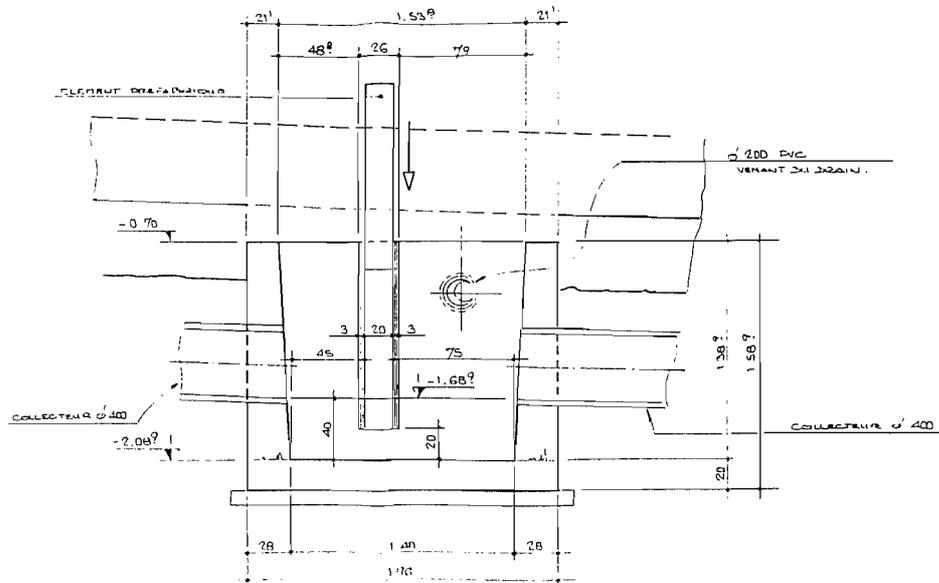
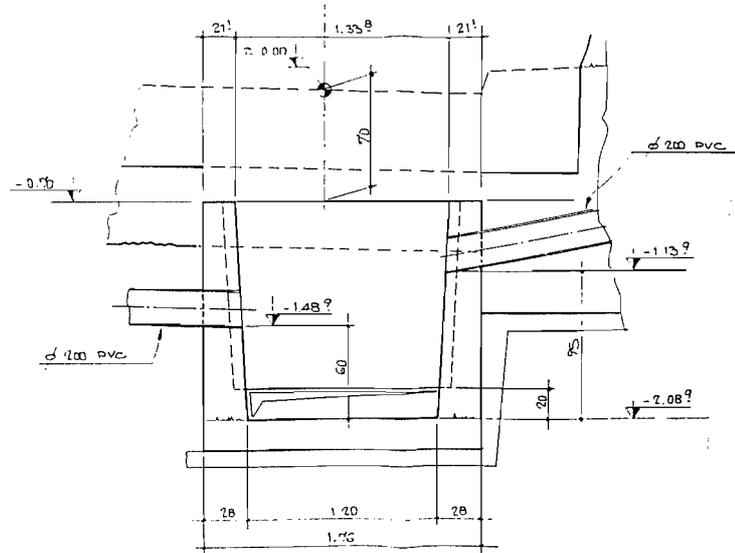


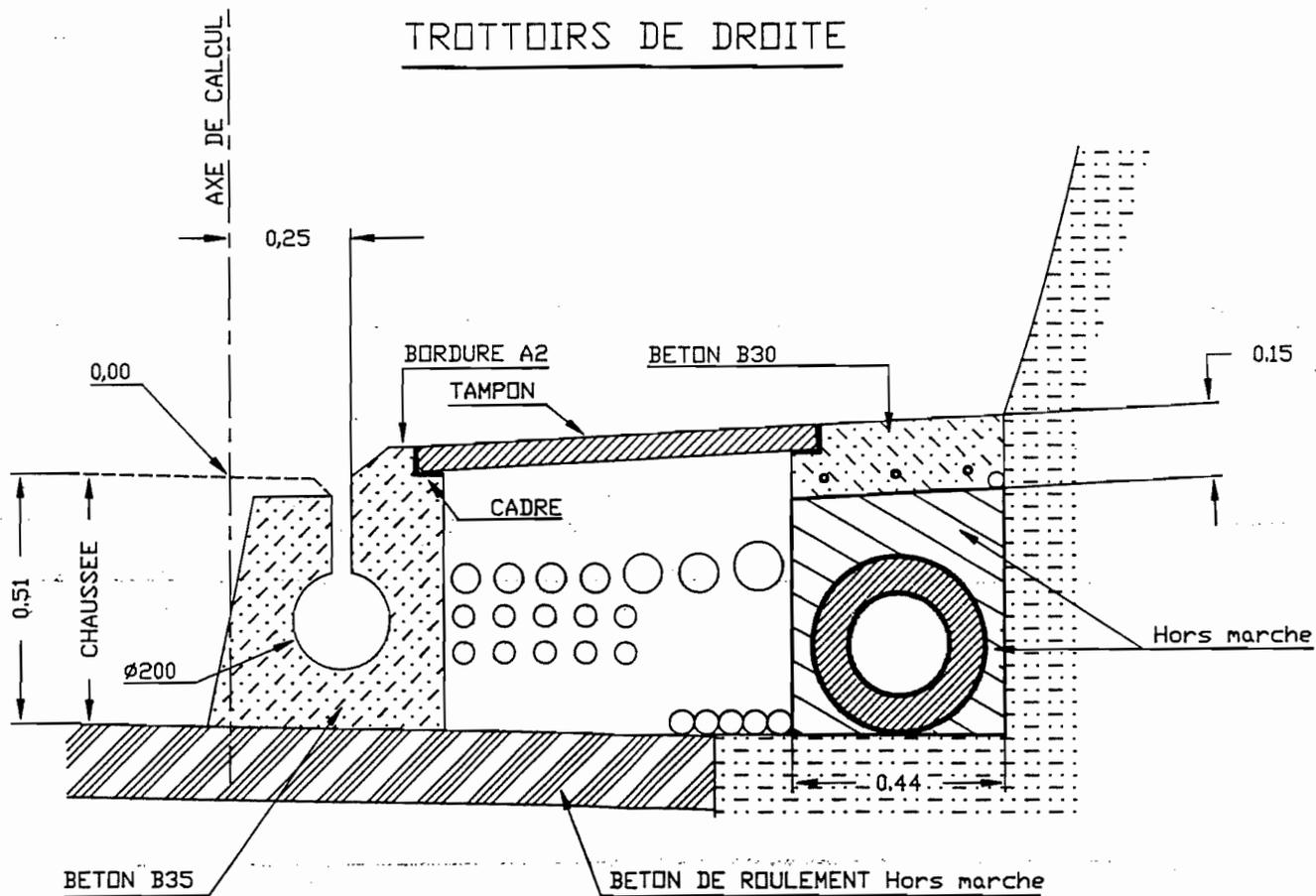
VUE EN PLAN



B - B  
COUPE LONGITUDINALE DANS L'AXE DU COLLECTEUR

A - A  
COUPE TYPE TRANSVERSALE



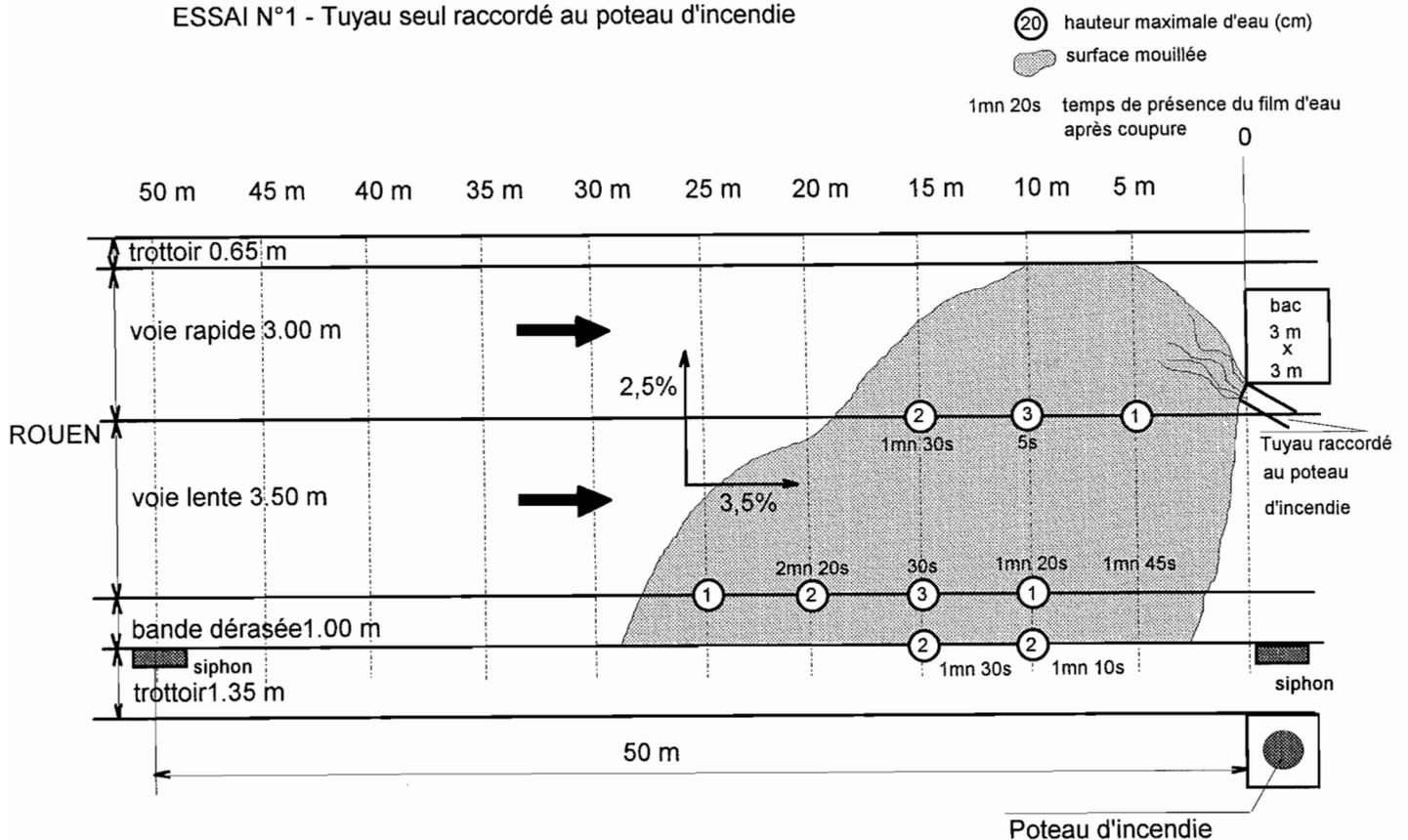
TROTTOIRS DE DROITE

### 7.3.2 - Écoulement faible en continu

Le débit était de l'ordre de 37 l/s.

#### TUNNEL de la GRAND'MARE

##### ESSAI N°1 - Tuyau seul raccordé au poteau d'incendie



La surface totale mouillée est de l'ordre de 140 m<sup>2</sup>.

Le niveau d'eau sur la chaussée se situe entre 1 et 3 cm. Le capteur de niveau installé dans le caniveau a eu ses résultats fortement perturbés par les remous, car il était placé trop près de l'extrémité du caniveau. La position a d'ailleurs été modifiée pour les essais suivants. Nous avons cependant mesuré manuellement une hauteur de 15 cm en extrémité du caniveau.

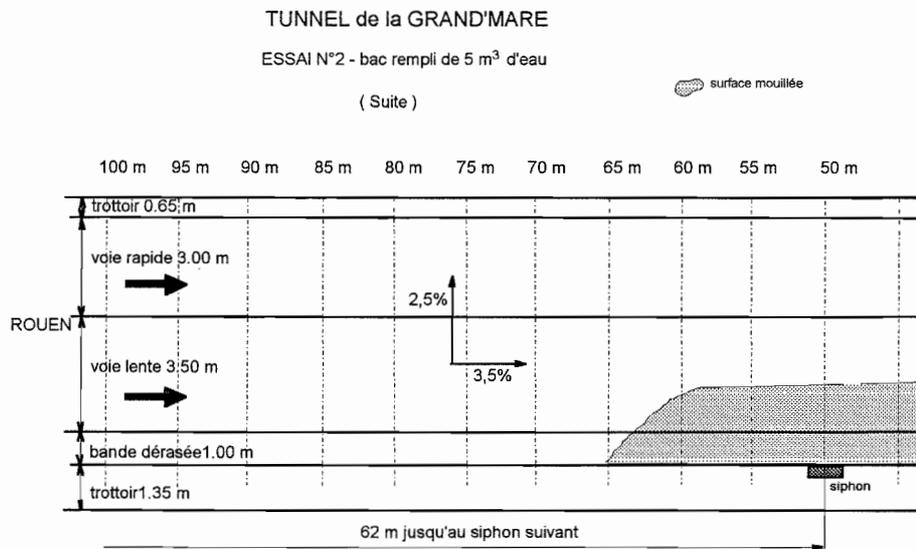
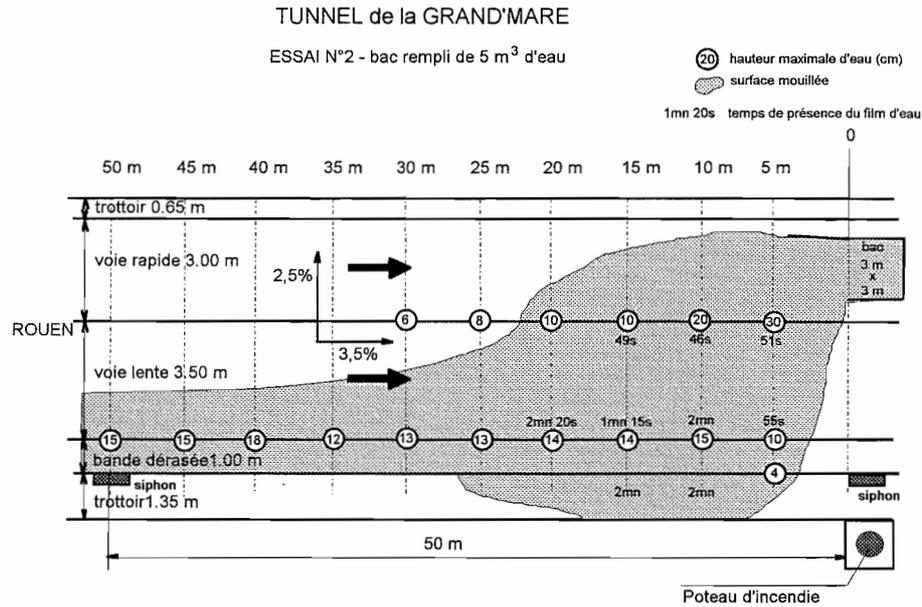
Après l'arrêt de l'alimentation en eau, on constate un séchage rapide de la chaussée. Le film d'eau est détecté par les capteurs pendant environ 1 mn 30 s en moyenne. Toute trace d'eau disparaît de la chaussée au bout d'environ 10 mn et il faut environ 20 mn pour qu'elle soit totalement sèche.

Des plots ont été placés de façon à évaluer le temps pendant lequel il persiste un écoulement entre l'enrobé drainant et le béton. Ils n'ont plus détecté d'eau au bout d'environ 1 mn 30 s, mais on a pu constater qu'il persistait un écoulement d'eau entre le béton et le revêtement drainant pendant pratiquement 15 mn. Dans le caniveau, le niveau d'eau était insuffisant pour être mesuré (la limite inférieure des capteurs est 2 cm) mais l'écoulement persiste environ 30 mn après la coupure de l'alimentation.



**Ecoulement faible en continu**

### 7.3.3 - Relâchement brutal de 5 m<sup>3</sup>



La surface mouillée avoisine les 245 m<sup>2</sup>. Bien que les hauteurs d'eau mesurées sur la chaussée soient très approximatives à cause du sillage qui se forme autour des plots, en bordure de trottoir, ce niveau d'eau est en moyenne d'une quinzaine de centimètres, et il faut environ 2 mn pour qu'il n'y ait plus de trace d'eau sur la chaussée.

Lors du relâchement l'eau passe au-dessus du trottoir de droite sur une vingtaine de mètres. Ceci est facilité par le fait que la bordure de trottoir est biseautée pour être franchissable.

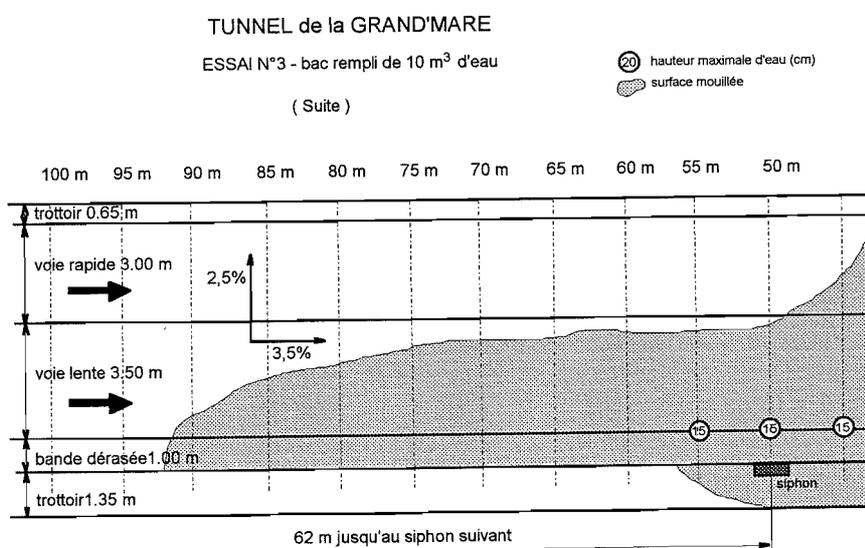
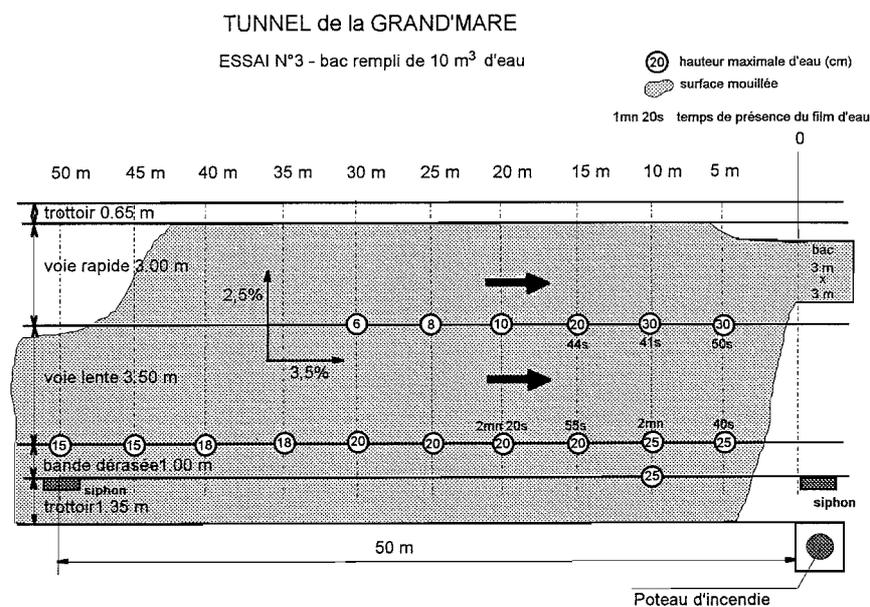
Dans le caniveau, la hauteur d'eau maximale mesurée à son extrémité est d'environ 30 cm. L'eau a débordé et s'est engouffrée dans le caniveau contigu, de l'autre côté du regard siphonoïde.

Comme lors de l'essai précédent, les capteurs placés à la limite de l'enrobé drainant et de la couche de liaison n'ont plus détecté d'eau après environ 2 mn, mais on a pu constater visuellement la persistance d'un écoulement très léger pendant environ 20 mn.



**Surface mouillée lors du relâchement de 5 m<sup>3</sup>**

### 7.3.4 - Relâchement brutal de 10 m<sup>3</sup>



La surface mouillée atteint pour cet essai environ 535 m<sup>2</sup>.

L'eau submerge le trottoir sur une cinquantaine de mètres. Il y a environ 20 cm d'eau sur la chaussée à proximité du trottoir. Les deux premiers siphons débordent et l'eau se répand dans les deux caniveaux contigus.

La plus grande masse de liquide s'évacue en environ 1 mn dans les caniveaux, mais 20 mn après il s'écoule toujours un filet d'eau en fond de caniveau et en son extrémité alors que la chaussée apparaît entièrement sèche.

Les temps de présence d'eau sur la chaussée sont identiques à ceux de l'essai précédent : 50 s au milieu et environ 2 mn vers le trottoir.

## 7.4 - Tunnel de Cornil

Le tunnel de Cornil est situé sur la RN 89 entre Tulle et Brive.

### 7.4.1 - Caractéristiques géométriques et assainissement

La longueur totale de cet ouvrage bidirectionnel est de 380 m.

Le profil en travers est à trois voies de circulation, de 10,50 m de largeur totale bordée par deux bandes dérasées de 0,50 m. Les trottoirs situés de part et d'autre de la chaussée ont une largeur de 1 m.

La rampe de 3,2 % est constante de la tête Tulle vers la tête Brive.

Sur l'ensemble de l'aménagement, la chaussée présente un dévers en toit penté à 2,5 % de part et d'autre de l'axe de symétrie du tunnel (soit le milieu de la largeur roulable et l'axe du profil en long).

La zone d'essais était située à 200 m de la tête côté Brive.

Le réseau d'assainissement de la chaussée est totalement séparé du réseau de drainage du massif.

Le principe retenu pour les récupérations des matières dangereuses est un caniveau à fente longitudinale verticale. Les liquides ainsi collectés s'évacuent ensuite dans des regards débourbeurs et siphonides situés tous les 100 m de part et d'autre de la chaussée.

La section d'absorption du caniveau est de 600 cm<sup>2</sup> par mètre de caniveau et la section d'écoulement minimale de 1250 cm<sup>2</sup>.

La section de passage dans le siphon des regards est comprise entre 900 et 1100 cm<sup>2</sup>.



Caniveau à fente à l'entrée de l'ouvrage

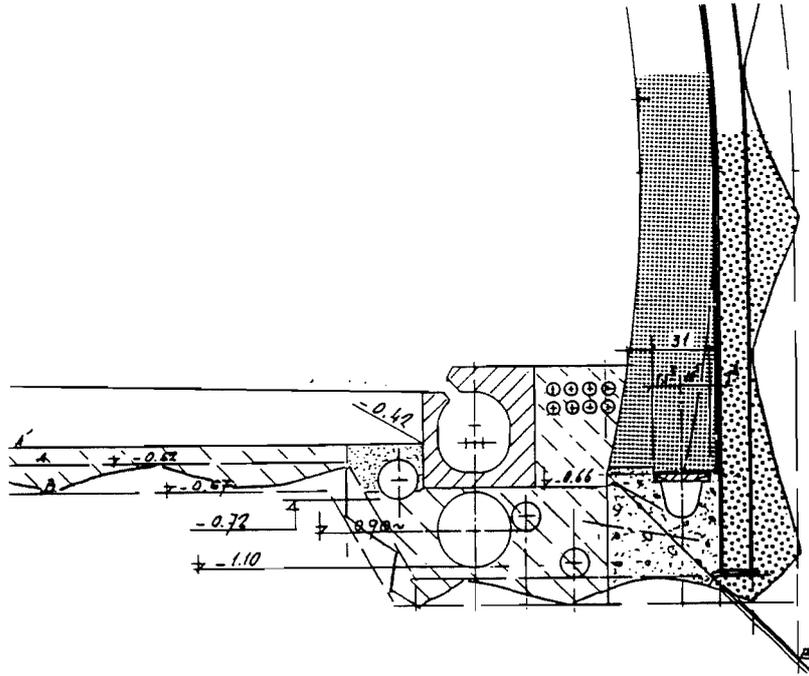
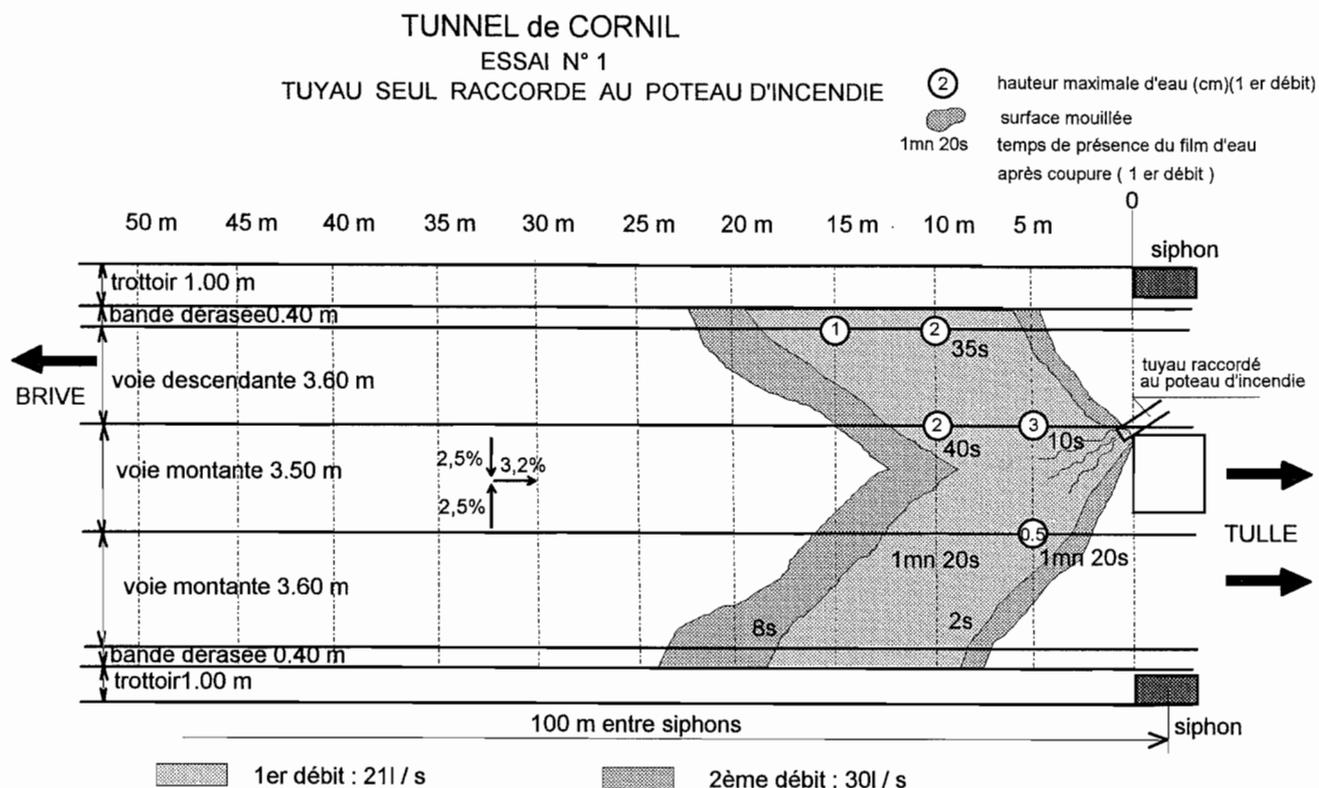


Schéma de principe du système de recueil des eaux de chaussée

### 7.4.2 - Écoulement faible en continu

Deux essais d'écoulement faible en continu ont été réalisés avec des débits de 21 l/s et 30 l/s.



Les surfaces totales mouillées lors de chaque essai sont respectivement de l'ordre de 120 et 170 m<sup>2</sup>.

Le caniveau absorbe sans aucun problème l'eau s'échappant du tuyau d'incendie.

Le niveau d'eau sur la chaussée est très faible puisqu'il se situe entre 1 et 3 cm. Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif car trop faibles pour être mesurées avec précision.

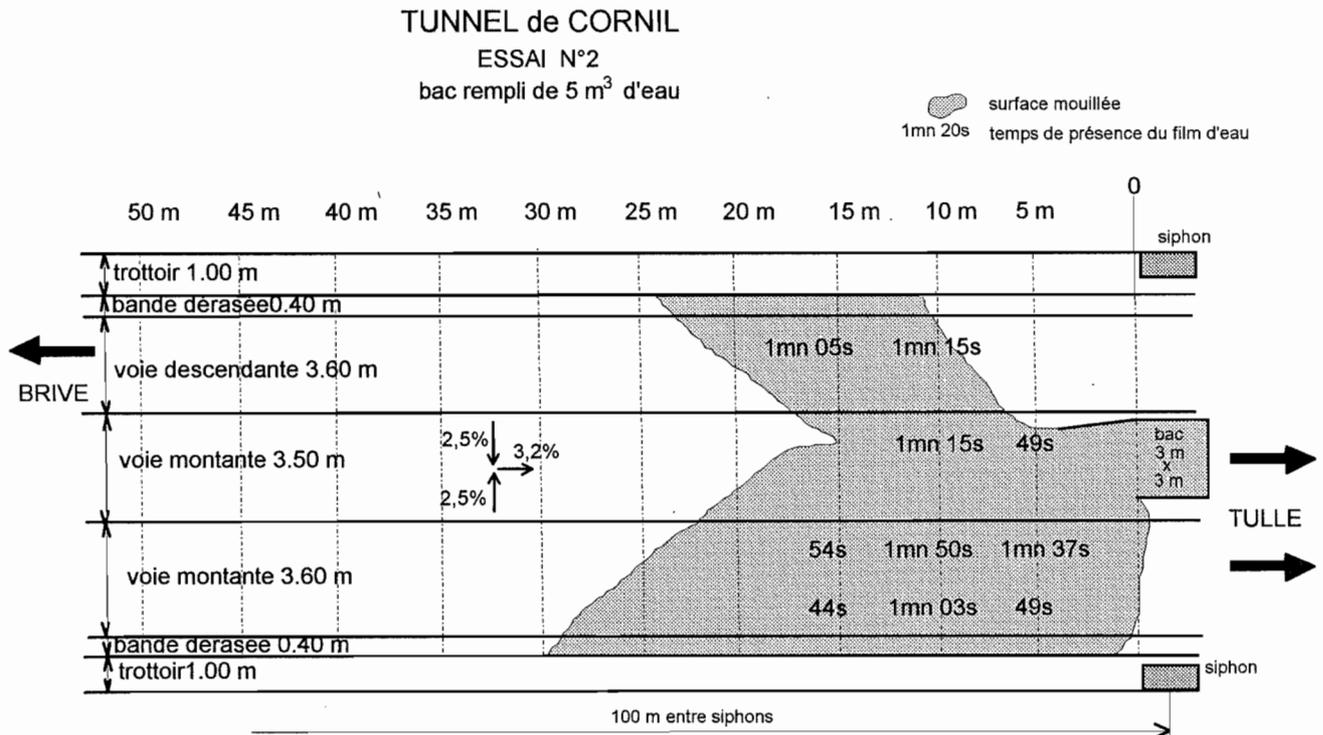
Nous avons tenté de mesurer le temps pendant lequel il persistait un film d'eau sur la chaussée après avoir coupé le débit du poteau d'incendie. Nous avons constaté qu'il faut environ 1 mn 30 s à 1 mn 40 s pour que la chaussée ne présente plus de flaque d'eau d'une hauteur mesurable.

En extrémité du caniveau (droite de la chaussée dans le sens Brive-Tulle), le capteur a montré qu'il y avait environ 20 cm d'eau dans le caniveau pendant les 10 mn qu'a duré l'essai. Sur la gauche de la chaussée, les débris séjournant dans le caniveau ne nous ont pas permis d'effectuer de mesures correctes, le capteur étant constamment obturé.



**Zone mouillée lors de l'écoulement continu avec un débit de 30 l/s**

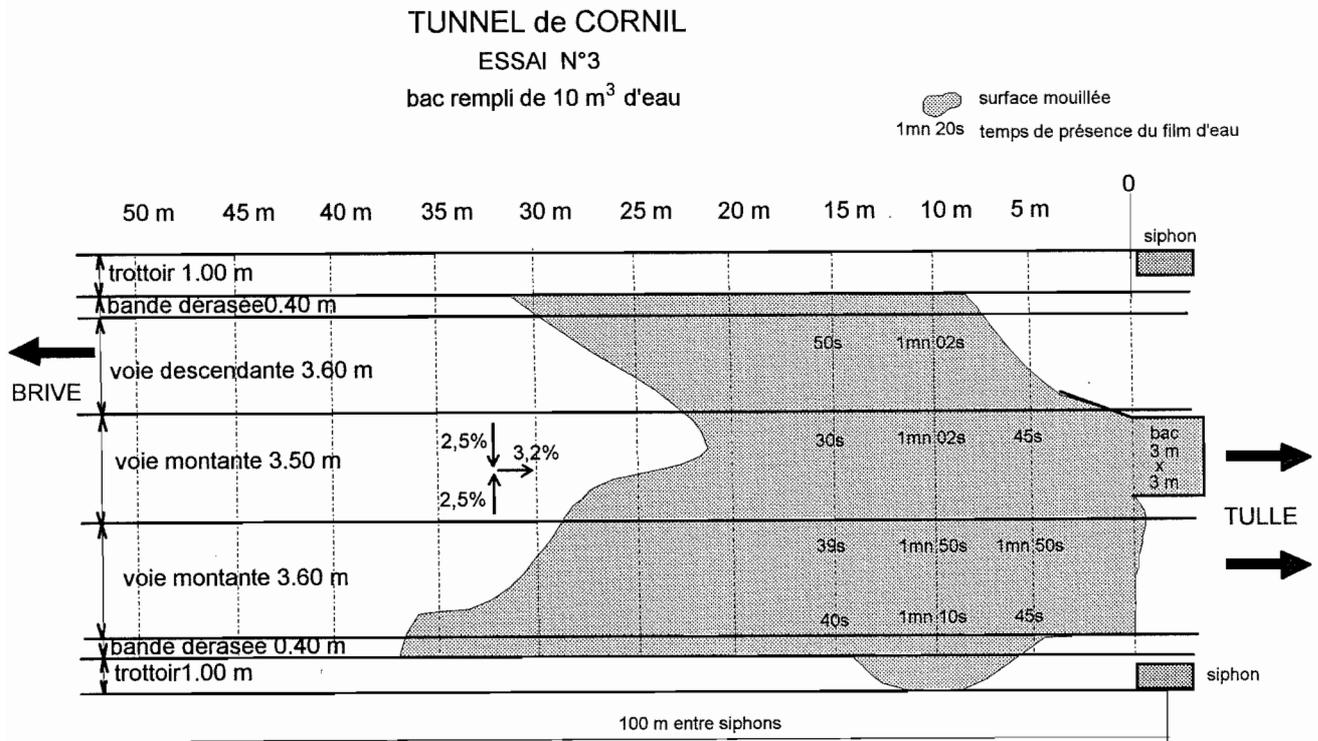
### 7.4.3 - Relâchement brutal de 5 m<sup>3</sup>



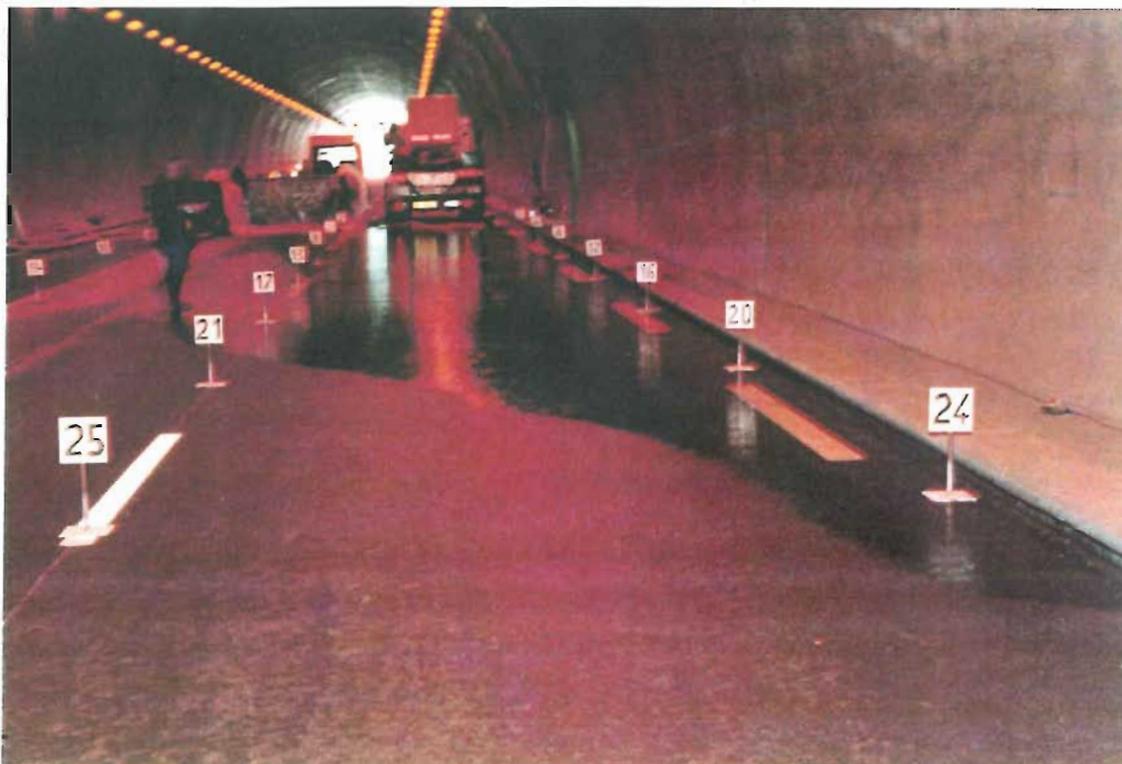
La surface mouillée atteint environ 215 m<sup>2</sup>. Comme lors de l'essai précédent, le caniveau absorbe toute l'eau répandue sans aucun problème. Il faut environ 1 mn 50 s pour qu'il ne reste plus de flaque de hauteur mesurable sur la chaussée. La hauteur d'eau maximale sur la chaussée n'a pas été mesurée car le sillage se produisant autour des plots fausse totalement la mesure.

Le capteur de niveau situé sur la gauche de la chaussée dans le sens Brive-Tulle n'a pu être utilisé à cause des débris situés dans le caniveau. Par contre, sur la droite de la chaussée dans le sens Brive-Tulle, on a constaté une pointe d'environ 30 cm d'eau. Le siphon étant partiellement obturé par les débris, il refoule et le liquide se répand dans le caniveau contigu.

#### 7.4.4 - Relâchement brutal de 10 m<sup>3</sup>



La surface mouillée atteint environ 300 m<sup>2</sup>. Le temps de présence d'eau sur la chaussée est sensiblement identique à celui relevé lors du précédent essai (de l'ordre de 1 mn 50 s). L'eau passe légèrement sur le trottoir, ce qui montre que le dimensionnement du caniveau est limite pour un relâchement de 10 m<sup>3</sup>.



**Relâchement de 10 m<sup>3</sup> : côté droit de la chaussée sens Brive-Tulle**



**Relâchement 10 m<sup>3</sup> : côté gauche de la chaussée sens Brive-Tulle**

## 7.5 - Tunnel de Chatillon

Le tunnel de Châtillon est situé sur la section Châtillon/Saint Martin de l'autoroute A.40.

### 7.5.1 - Caractéristiques géométriques

L'ouvrage comprend 2 tubes unidirectionnels à deux voies de circulation.

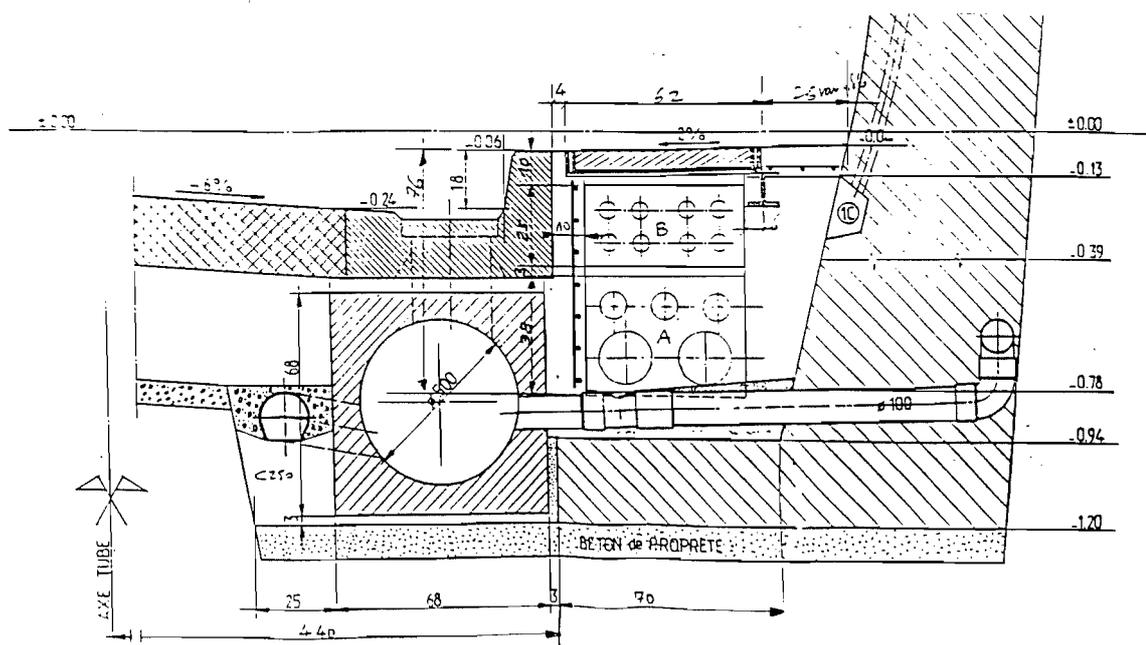
Le tracé en plan présente une courbe en S. La longueur du tube Nord est de 605 m et celle du tube Sud de 625 m.

Le tube Nord présente une pente régulière de - 0,6 % vers l'Ouest et le tube Sud une pente moyenne de - 0,9 %.

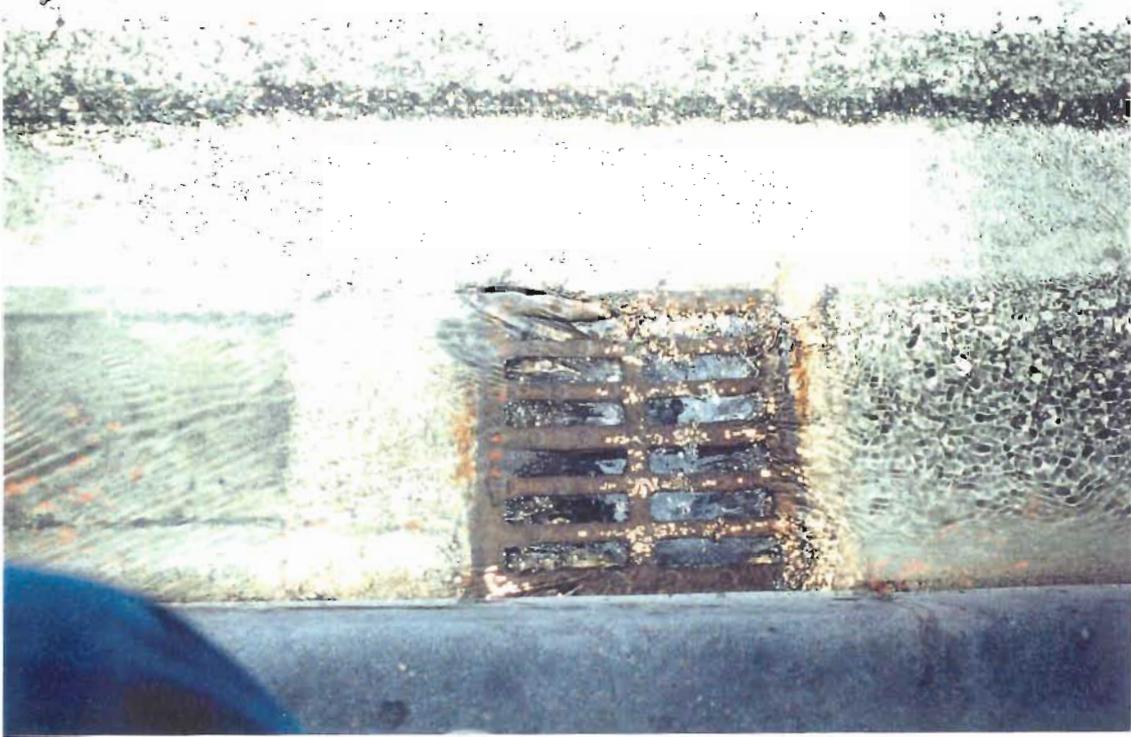
Le dévers de la chaussée est variable de + 6 % à - 6 %. La chaussée bordée de 2 trottoirs d'environ 1 m se décompose en 2 voies de 3,5 m plus 2 bandes dérasées de 0,75 m.

Le système de récupération des matières dangereuses est un système discontinu non séparatif avec avaloirs à grille de 30 x 30 cm répartis tous les 11 m au point bas du dévers et tous les 50 m au point haut du dévers. (gauche de la chaussée dans la zone d'essais). Les liquides récoltés par les avaloirs se jettent directement dans le collecteur de  $\varnothing$  500 mm, sans siphon. De part et d'autre de la chaussée, les grilles des avaloirs sont placées dans un caniveau continu à ciel ouvert de 0,3 m de large et de 3 cm de profondeur.

Les essais ont été effectués approximativement au milieu du tube Nord. A cet endroit, le dévers mesuré par nos soins est de 1,8 %.



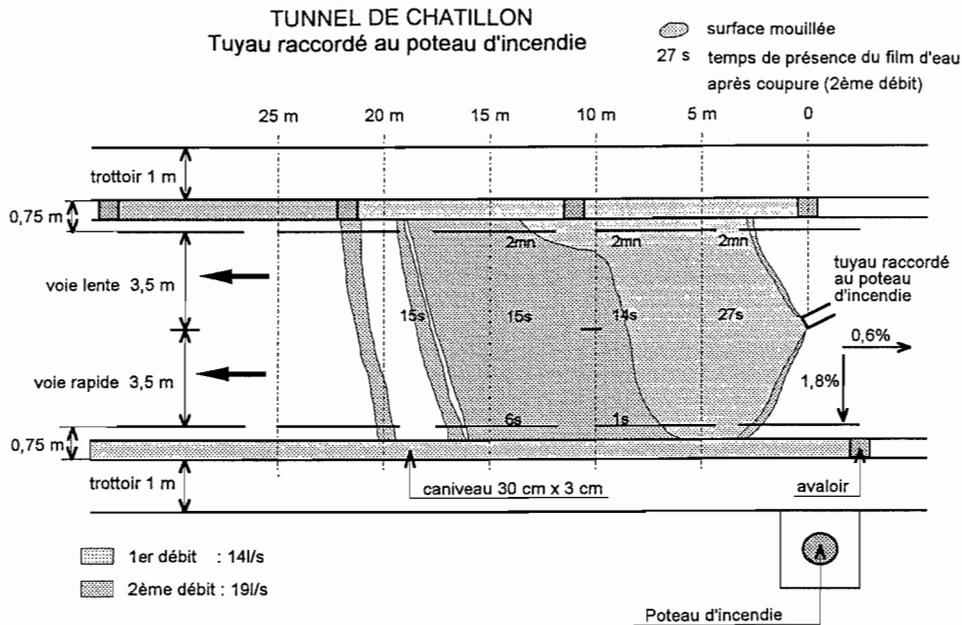
Systeme de récupération des eaux de chaussée



**Chaque grille comporte 12 ouvertures de 3 cm par 12 cm,  
ce qui donne une surface de passage de  $0,0036 \text{ m}^2 \times 12$  soit  $0,0432 \text{ m}^2$ .**

### 7.5.2 - Écoulement faible en continu

Deux essais d'écoulement faible ont été réalisés avec des débits de 14 l/s et 19 l/s.



Avec le débit de 14 l/s, la surface totale mouillée est de l'ordre de 85 m<sup>2</sup>.

L'eau se répand dans les deux caniveaux situés le long de chaque trottoir et s'évacue totalement par trois avaloirs sur la droite de la chaussée et par deux avaloirs sur la gauche. Le caniveau de droite contient ainsi du liquide sur environ 20 m et celui de gauche sur environ 55 m (espacement des avaloirs environ 11 m côté bas du dévers et environ 50 m côté haut du dévers).

Lors du second essai avec le débit de 19 l/s, la surface mouillée est plus importante que lors du premier essai puisque l'on atteint environ 180 m<sup>2</sup>.

Sur la droite de la chaussée, quatre avaloirs sont nécessaires pour évacuer l'eau du caniveau qui est rempli sur une trentaine de mètres.

Sur la gauche de la chaussée, peu de différences par rapport à l'essai précédent, le caniveau est mouillé sur 50 m et l'eau s'évacue par seulement deux avaloirs. On constate un léger refoulement au droit de l'avaloir situé à 50 m, un filet d'eau traverse la chaussée et se répand dans le caniveau opposé.

Lors de l'arrêt du débit d'eau, nous avons mesuré le temps pendant lequel il persistait un film d'eau sur la chaussée. La partie gauche de la chaussée s'assèche très rapidement et il faut environ 2 mn pour que toute l'eau évacue la chaussée.

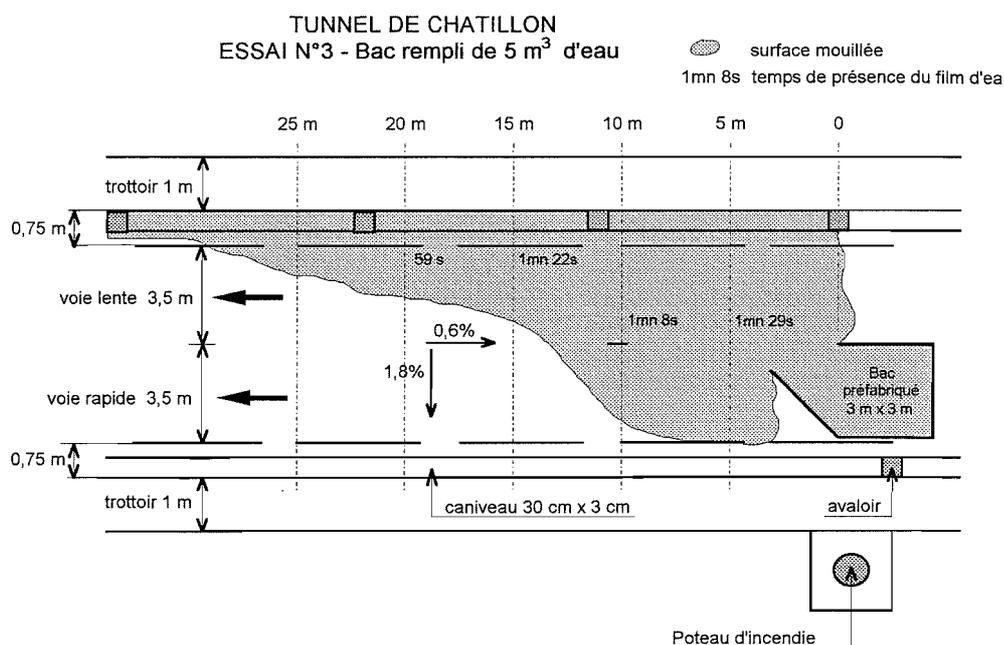
Les grilles des avaloirs étant scellées, nous n'avons pas pu accéder au collecteur pour y faire des mesures de niveau d'eau.

Sur la chaussée, les hauteurs d'eau étant de l'ordre de grandeur de la semelle des plots (environ 1 cm) aucune mesure précise n'a pu être effectuée.



**Surface mouillée avec l'écoulement continu : débit 19 l/s**

### 7.5.3 - Relâchement brutal de 5 m<sup>3</sup>



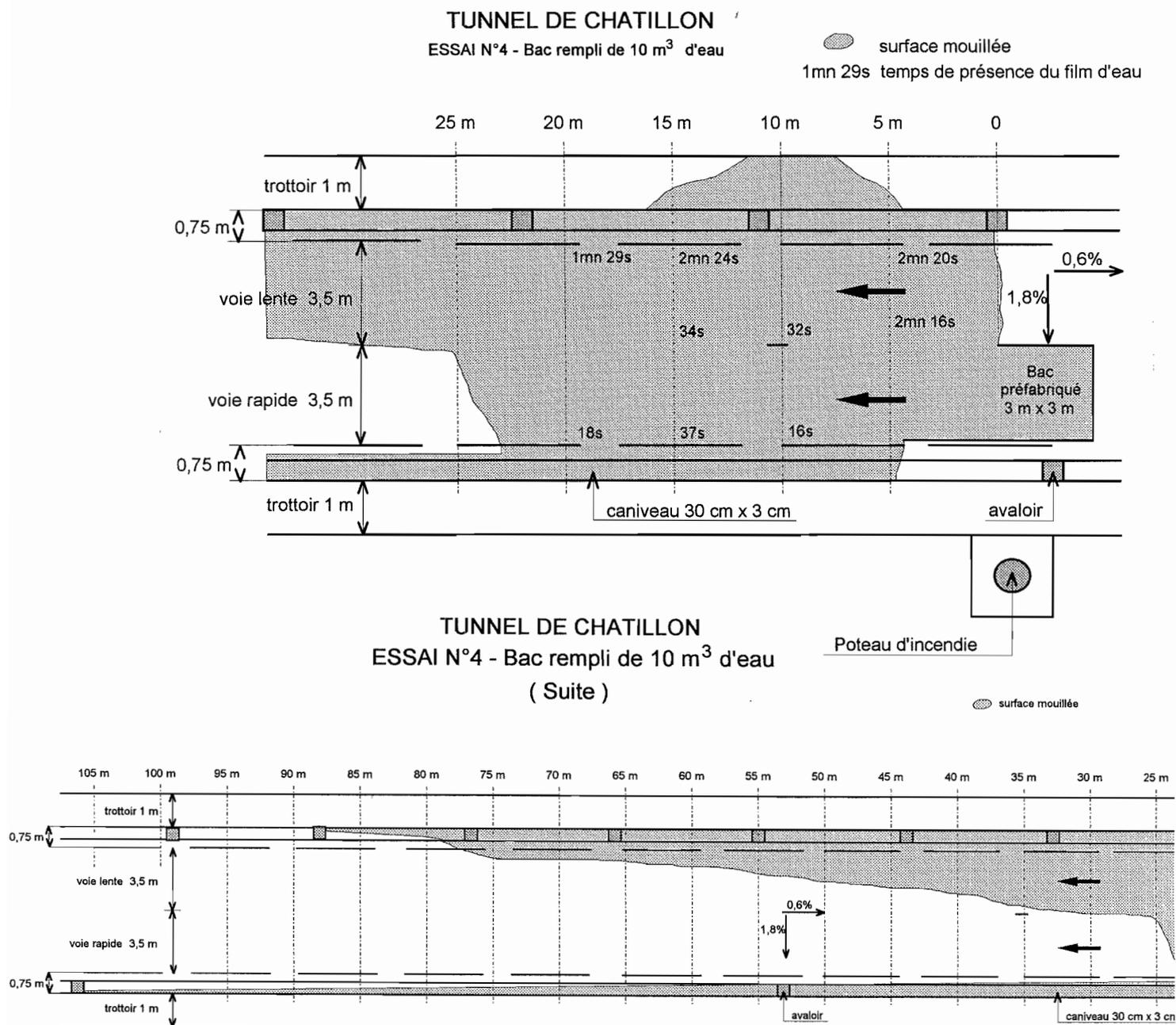
La surface totale mouillée avoisine les 150 m<sup>2</sup>.

L'eau n'atteint pas le caniveau situé sur la gauche de la chaussée. Ceci est probablement dû au fait que la porte du bac ne s'est qu'imparfaitement ouverte lors du relâchement. Il en résulte vraisemblablement une sous-évaluation de la surface de la flaque en comparaison avec les autres tunnels. Le caniveau de droite est rempli sur une cinquantaine de mètres et il faut 6 avaloirs pour absorber tout le liquide épandu.

Environ 1 mn 30 s sont nécessaire pour que l'eau évacue complètement la chaussée.

Les hauteurs d'eau sur la chaussée n'ont pas été mesurées car elles sont totalement faussées par le sillage qui se crée autour des plots. Comme pour l'essai précédent, aucune mesure de niveau d'eau n'a été faite à l'intérieur du caniveau inaccessible.

### 7.5.4 - Relâchement brutal de 10 m<sup>3</sup>



La surface totale mouillée atteint environ 385 m<sup>2</sup>.

L'eau s'étale jusqu'à 80 m du point de relâchement dans le caniveau de droite et il faut 9 avaloirs pour tout absorber. Sur le côté gauche, l'eau se répand dans le caniveau jusqu'à la grille située à environ 100 m du point de relâchement.

Le liquide épandu met environ 2 mn 30 s pour évacuer complètement la chaussée.

Pour les mêmes raisons qu'évoquées précédemment aucune mesure de hauteur d'eau n'a été faite sur la chaussée et dans le caniveau.



**Relâchement brutal de 10 m<sup>3</sup>**

## 7.6 - Tunnel de Saint Germain

Le tunnel de Saint Germain de Joux est situé sur la section Châtillon/Saint Martin de l'autoroute A.40.

### 7.6.1 - Caractéristiques géométriques

L'ouvrage comprend 2 tubes unidirectionnels à deux voies de circulation.

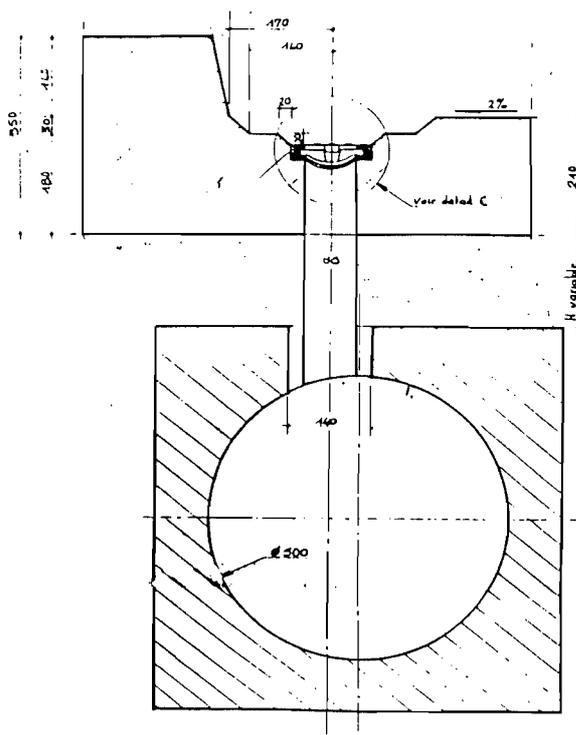
La longueur du tube Nord est de 1293 m et celle du tube Sud de 1234 m.

Le tube Nord présente une pente régulière de - 1,8 % vers l'Est et le tube Sud une pente moyenne de - 2 %.

Le dévers de la chaussée est variable de + 4,5 % à - 2,5 %. La chaussée bordée de 2 trottoirs d'environ 1 m se décompose en 2 voies de 3,5 m plus 2 bandes dérasées de 0,75 m.

Le système de récupération des matières dangereuses est un système discontinu non séparatif avec avaloirs à grille de 0,500 x 0,123 m répartis tous les 11 m au point bas du dévers et tous les 50 m au point haut du dévers (gauche de la chaussée dans la zone d'essai). Les liquides récoltés par les avaloirs se jettent directement dans le collecteur, sans siphon. De part et d'autre de la chaussée, les grilles des avaloirs sont placées dans un caniveau à ciel ouvert de 0,3 m de large et de 3 cm de profondeur.

Les essais ont été effectués approximativement à 200 m de la sortie du tube Nord. A cet endroit, le dévers mesuré par nos soins est de 3 %.

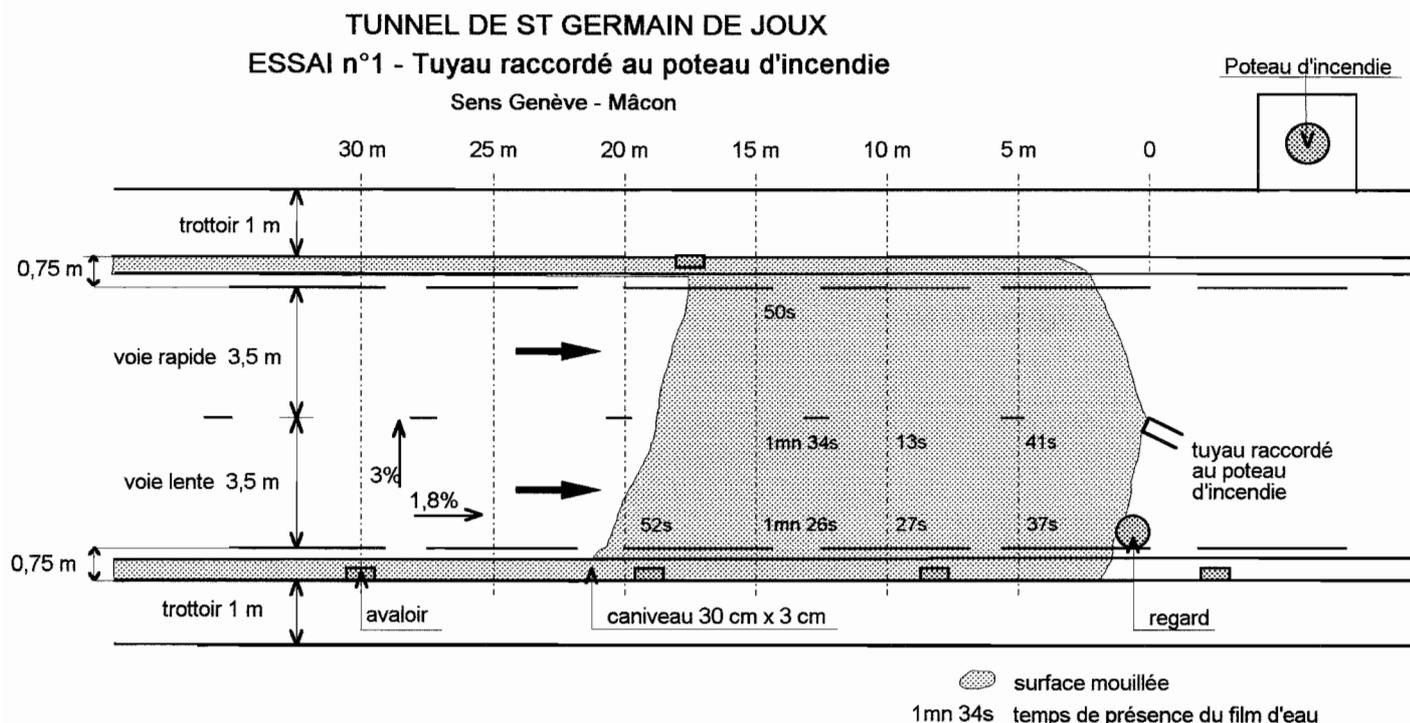


Systeme de récupération des eaux de chaussée



Chaque grille comporte 17 ouvertures de 1,5 cm par 8 cm ce qui donne une surface de passage de  $0,0012 \text{ m}^2 \times 17$  soit  $0,0204 \text{ m}^2$ .

### 7.6.2 - Ecoulement faible en continu



Le débit était d'environ 30 l/s.

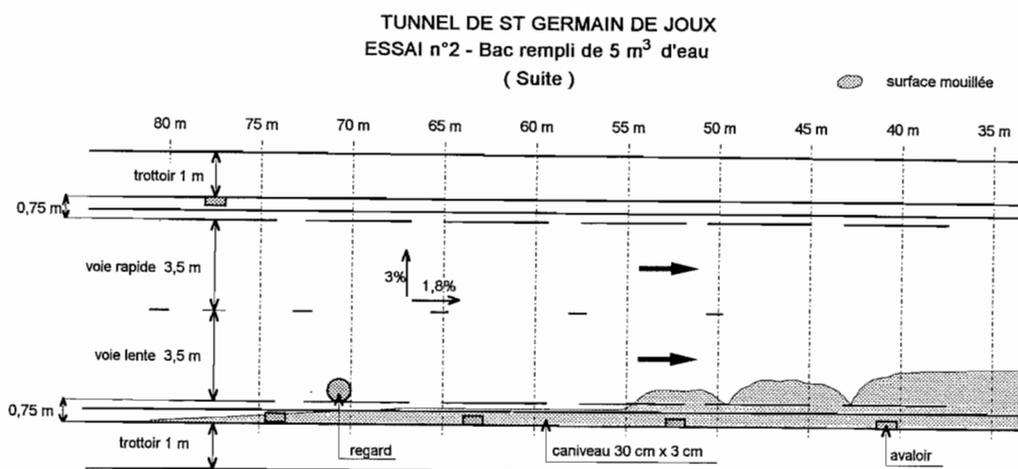
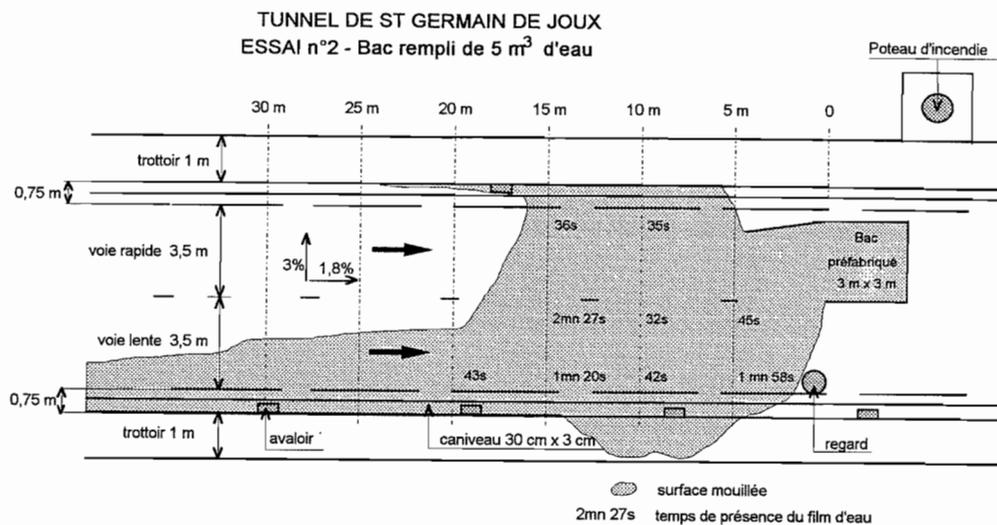
La surface totale mouillée est de l'ordre de 225 m<sup>2</sup>.

L'eau se répand dans les deux caniveaux situés le long de chaque trottoir. Le caniveau de la voie de gauche contient ainsi du liquide sur environ 100 m et celui de droite sur environ 50 m. Lors de l'arrêt du débit d'eau, nous avons mesuré le temps pendant lequel il persistait un film d'eau sur la chaussée. Il faut environ 1 mn 30 s pour que toute l'eau évacue la chaussée.

Le capteur de niveau placé dans le collecteur n'a pas fonctionné correctement à cause des perturbations dues à l'écoulement, néanmoins nous avons mesuré manuellement une hauteur d'eau de 5 à 6 cm.

Sur la chaussée, la hauteur d'eau est approximativement du même ordre de grandeur que l'épaisseur de la semelle des plots, donc impossible à mesurer (environ 1 cm).

### 7.6.3 - Relâchement brutal de 5 m<sup>3</sup>



La surface totale mouillée avoisine les 225 m<sup>2</sup>.

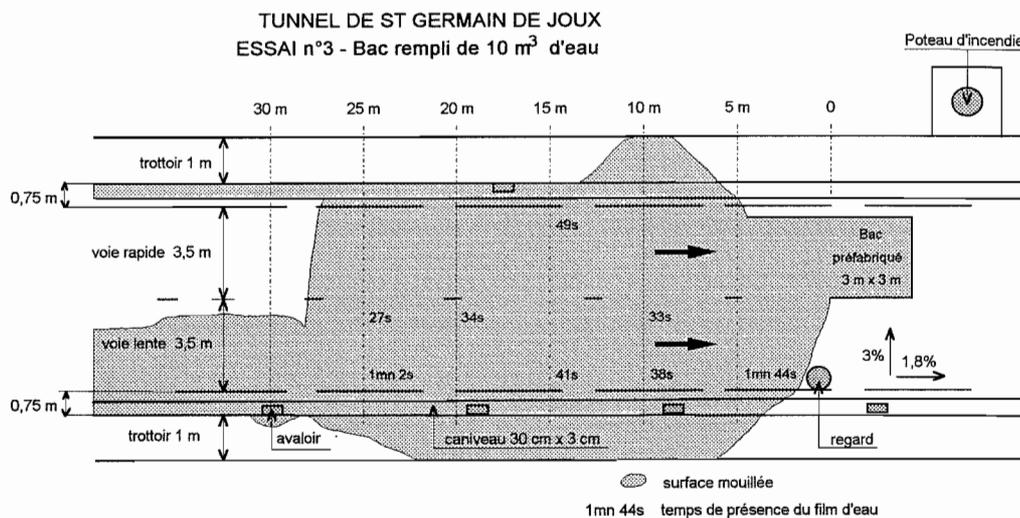
Le caniveau de gauche est rempli sur une vingtaine de mètres et tout le liquide épandu dans ce caniveau s'évacue par un seul avaloir. Sur la droite de la chaussée, le caniveau est rempli sur environ 75 m et 7 avaloirs sont nécessaires pour évacuer l'eau.

Environ 2 mn 30 s sont nécessaires pour que l'eau disparaisse complètement de la chaussée.

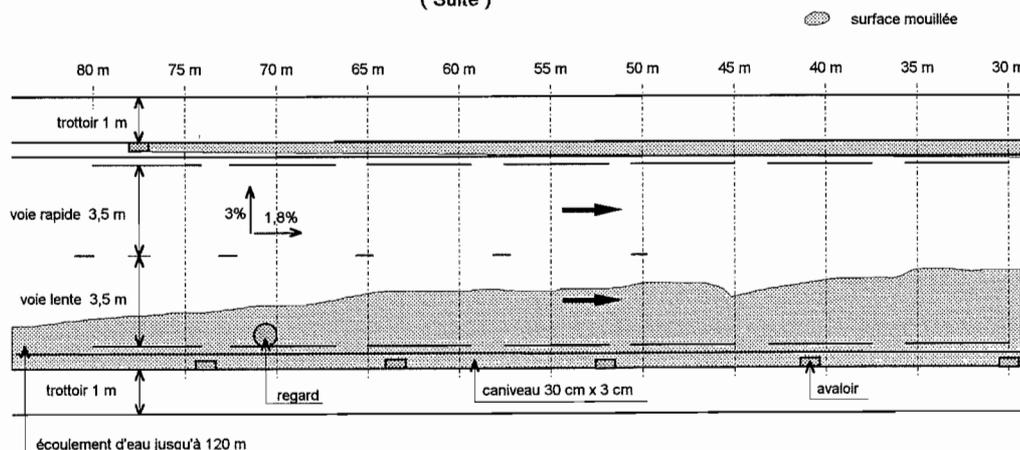
L'eau submerge le trottoir de droite sur 7 à 8 m.

Sur la chaussée, les hauteurs d'eau n'ont pas été mesurées à cause du sillage qui se crée autour des plots et qui gêne les mesures. Dans le collecteur, le signal du capteur était trop perturbé par l'écoulement pour être exploitable.

### 7.6.4 - Relâchement brutal de 10 m<sup>3</sup>



**TUNNEL DE ST GERMAIN DE JOUX**  
ESSAI n°3 - Bac rempli de 10 m<sup>3</sup> d'eau  
( Suite )



La surface totale mouillée atteint environ 405 m<sup>2</sup>.

L'eau s'étale jusqu'à 120 m du point de relâchement dans le caniveau de droite. Sur le côté gauche, l'eau se répand dans le caniveau jusqu'à la grille située à environ 80 m du point de relâchement.

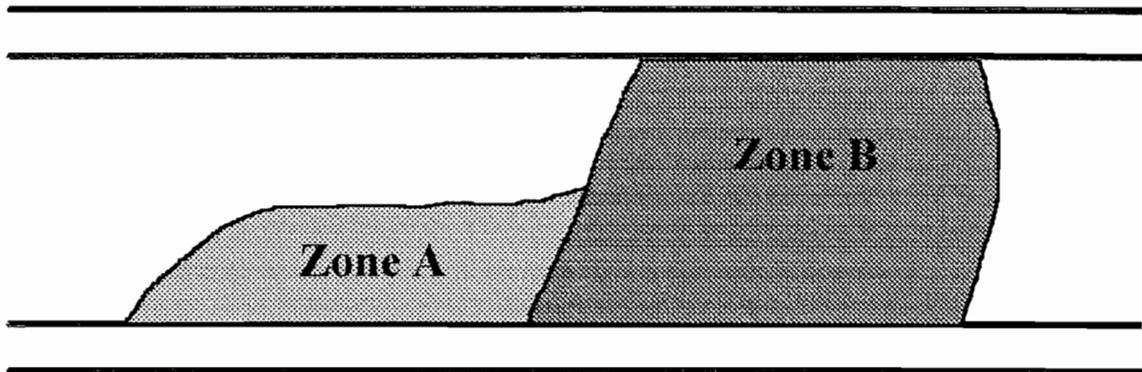
Le trottoir de gauche est submergé sur 4 à 5 m et celui de droite est recouvert sur environ 20 m.

Pour les mêmes raisons que lors de l'essai avec 5 m<sup>3</sup>, les hauteurs d'eau sur la chaussée et dans le collecteur n'ont pas été mesurées.

Le liquide épandu met environ 1 mn 50 s pour évacuer complètement la chaussée.

## 8 - COMPARAISON DES SYSTEMES

Pour comparer les taches mouillées dans chacun des tunnels, la forme de celles-ci a été interprétée en faisant apparaître deux zones, comme indiqué sur le schéma ci-dessous :



La forme et la surface de la zone B sont directement liées à la pente de la chaussée et aux conditions du déversement (débit, direction, impulsion, etc). Cette zone est censée correspondre à la zone mouillée minimale qui serait obtenue avec une absorption immédiate et totale de l'eau atteignant le caniveau.

La zone A pour sa part correspond au supplément de chaussée qui est mouillé du fait que le recueil n'absorbe pas parfaitement le liquide. Il s'agit plus ou moins d'une zone de stockage du liquide, ou de transport de celui-ci vers des dispositifs d'absorption non saturés. Ce sont les caractéristiques de cette zone qui serviront à comparer l'efficacité de l'absorption des différents systèmes de recueil.

### 8.1 - Ecoulement faible et continu

Les principaux résultats sont récapitulés sur les schémas de la page 67 et dans le tableau page 68.

La colonne du tableau intitulée "surface mouillée" indique la surface globale mouillée lors de l'essai, y compris les trottoirs lorsque c'est le cas et y compris les caniveaux découverts pour les tunnels de Châtillon et de Saint Germain.

La colonne "surface mouillée réduite " correspond aux mêmes chiffres rapportés au débit de l'écoulement.

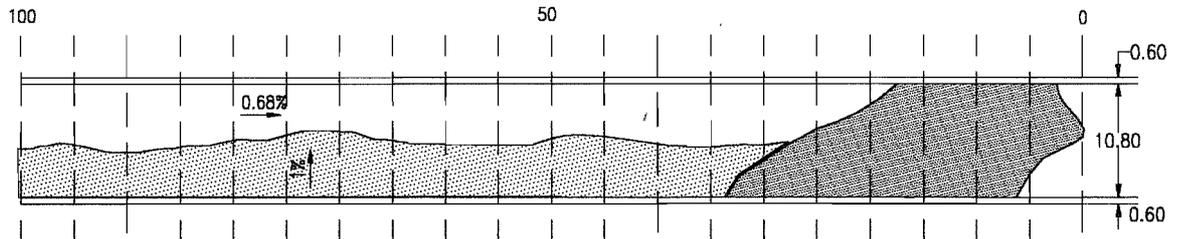
La colonne "longueur mouillée" correspond à la distance maximale sur laquelle s'est répandu du liquide, c'est à dire la distance jusqu'à laquelle un feu de liquide enflammé peut se propager. Pour Châtillon et Saint Germain, ce chiffre correspond à la longueur maximale mouillée dans les caniveaux bordant la chaussée.

La colonne suivante "longueur mouillée réduite" indique les mêmes valeurs rapportées au débit de l'écoulement.

Les dernières colonnes du tableau donnent les mêmes caractéristiques pour la zone A, ainsi que la surface de la zone B.

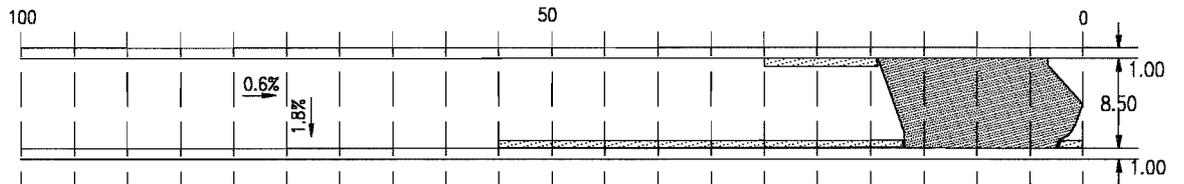
En ce qui concerne la zone A des tunnels de Châtillon et de Saint Germain et pour la détermination des surfaces et des longueurs, les caniveaux bordant la chaussée ont été pris en compte, ce qui est logique puisqu'en cas d'incendie les flammes se propageraient sur toute la longueur de caniveau contenant du liquide.

LES MONTS  
Débit:35l/s



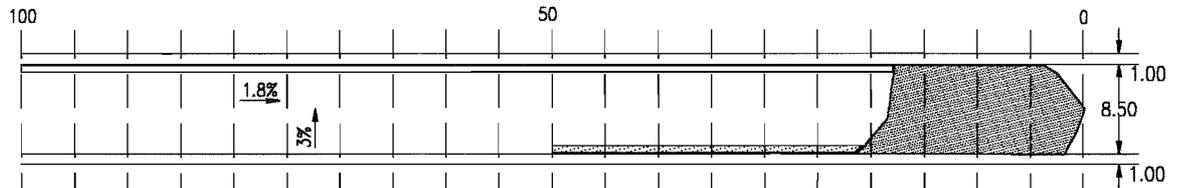
Surface totale mouillée jusqu'à la sortie de l'ouvrage : 950 m<sup>2</sup>

CHATILLON  
Débit:19l/s



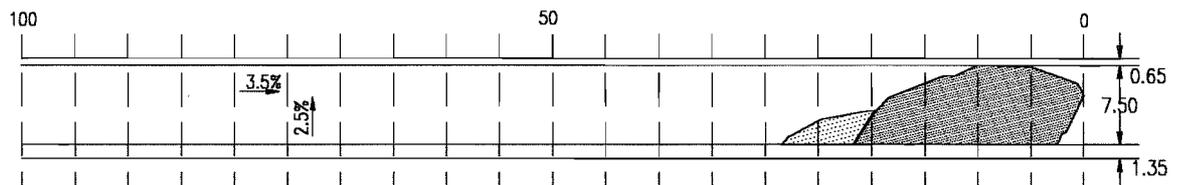
Surface totale mouillée : 180 m<sup>2</sup>

ST GERMAIN  
Débit:30l/s



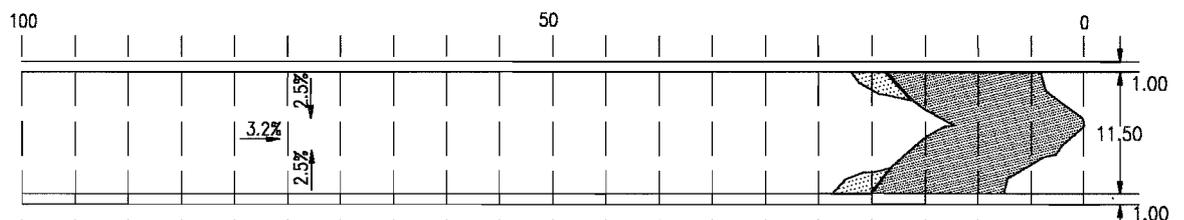
Surface totale mouillée : 225 m<sup>2</sup>

GRAND MARE  
Débit:37l/s



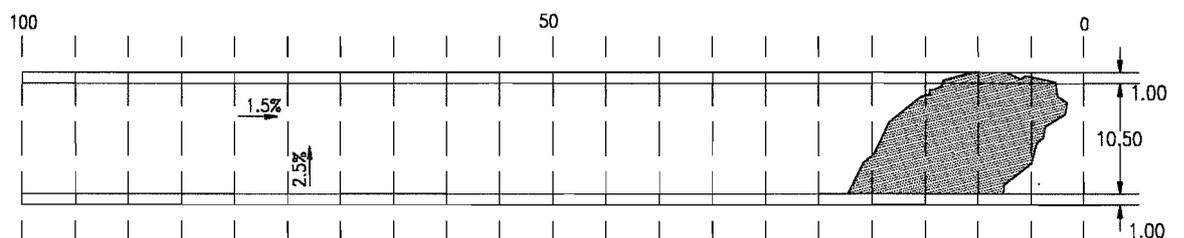
Surface totale mouillée : 140 m<sup>2</sup>

CORNIL  
Débit:30l/s



Surface totale mouillée : 170 m<sup>2</sup>

SIAIX  
Débit:23l/s



Surface totale mouillée : 160 m<sup>2</sup>

 zone A  
 zone B

ÉCOULEMENT FAIBLE ET CONTINU

Tunnel	Pente (%)	Dévers (%)	Largeur de chaussée (m)	Système	Débit (l/s)	Surface mouillée (m <sup>2</sup> )	Surface mouillée réduite (m <sup>2</sup> /(l/s))	Long. mouillée (m)	Long. mouillée réduite (m/(l/s))	Surface zone A (m <sup>2</sup> )	Surface zone A réduite (m <sup>2</sup> /(l/s))	Long. zone A (m)	Long. zone A réduite (m/(l/s))	Surface zone B (m <sup>2</sup> )
Monts	0.68	1	10.8	Avaloirs 0.75*0.3 tous les 50 m	35	> 950	27.	> 200	5.7	695	19.9	> 200	5.7	255
Chatillon	0.6	1.8	8.5	Avaloirs 0.3*0.3 tous les 11 m	14	85	6.1	50	3.6	20	1.4	40	2.9	65
Saint Germain	0.6	1.8	8.5	Avaloirs 0.3*0.3 tous les 11 m	19	180	9.5	60	3.2	20	1.1	40	2.1	160
Grand Mare	1.8	3	8.5	Avaloirs 0.5*0.12 tous les 11 m	30	225	7.5	100	3.3	35	1.2	80	2.7	190
Cornil	3.5	2.5	7.5	Fente continue horiz.	37	140	3.8	30	0.8	20	0.5	10	0.3	120
Siaix	3.2	2.5 en toit	11.5	Fente continue vert. 2 côtés	21	120	5.7	20	1	0	0	0	0	120
Siaix	3.2	2.5 en toit	11.5	Fente continue vert. 2 côtés	30	170	5.7	25	0.8	10	0.3	5	0.2	160
Siaix	1.5	2.5	10.5	Fente continue vert.	23	160	7	20	0.9	0	0	0	0	160

- **Surface totale mouillée**

Les surfaces totales mouillées ainsi que les longueurs totales de tunnel concernées par les déversements mentionnées dans le tableau de la page précédente ne sont pas utilisées pour la comparaison des systèmes car ces critères n'ont pas une très grande signification puisqu'ils intègrent les caractéristiques géométriques des ouvrages (pente, dévers, largeur de chaussée, etc.) en plus de l'efficacité du système de recueil.

La première remarque que l'on peut faire est que le système de recueil du tunnel des Monts est totalement inefficace pour des déversements de cette importance; les valeurs indiquées sont celles mesurées à l'intérieur du tunnel, mais il ne faut pas oublier que l'eau déversée s'est également répandue bien après la tête de l'ouvrage.

- **Surface de la zone A**

Si l'on excepte ce tunnel et que l'on compare pour les autres ouvrages les surfaces mouillées des zones A que nous avons estimées comme étant dues principalement au manque d'efficacité du système de recueil, on note une meilleure performance pour les systèmes à fente continue. Ramenées à un débit d'écoulement de 1 l/s, les valeurs mesurées pour les systèmes à fente continue vont de 0 m<sup>2</sup> pour le tunnel du Siaix à 0,5 m<sup>2</sup> pour celui de la Grand Mare, le tunnel de Cornil se situant entre ces deux valeurs, alors que dans le cas de système à avaloirs comme pour les tunnels de Châtillon et de St Germain, ces mêmes surfaces de zone A sont supérieures à 1,1 m<sup>2</sup>.

Les caniveaux à fente continue "verticale" comme dans les tunnels de Cornil ou du Siaix ont d'ailleurs une meilleure efficacité (surface mouillée réduite de 0 à 0,3 m<sup>2</sup>) que le caniveau à fente continue "horizontale" du tunnel de la Grand Mare (surface mouillée réduite de 0,5 m<sup>2</sup>). Ceci peut s'expliquer par le fait que dans le cas d'une fente verticale, la dynamique de la vague de liquide est directement utilisée alors que lorsque la fente est horizontale, le liquide n'est entraîné dans le caniveau que par la force de gravité.

- **Longueur de la zone A**

Si l'on compare les longueurs des zones A pour chacun des systèmes, on note une nette différence entre les systèmes à fente continue type Siaix, Cornil, Grand Mare (de 0 à 10 m) et les systèmes à avaloirs répartis tous les 11 m type Châtillon et St Germain (de 40 à 80 m).

Cette différence est essentiellement due aux caniveaux bordant les chaussées dans les tunnels de Chatillon et de Saint Germain. Le liquide épandu sur la chaussée se concentre dans ces caniveaux sur des longueurs importantes.

- **Epaisseurs d'eau sur la chaussée**

Les mesures de niveaux d'eau sur la chaussée ne sont pas significatives, hormis pour le tunnel des Monts. La flaque n'était en fait, dans chaque cas, qu'un film d'eau d'un ou deux centimètres d'épaisseur, donc très difficile à mesurer avec les moyens que nous avons mis en oeuvre.

- **Temps de séjour de l'eau sur la chaussée**

Quel que soit le système de recueil, hormis toujours celui du tunnel des Monts, il faut environ 1 mn 30 à 2 mn pour que toute l'eau évacue la chaussée dès lors que l'on coupe le débit de la bouche d'incendie.

Dans le cas du tunnel de la Grand Mare à Rouen, bien que l'on constate une disparition rapide de l'eau de la surface de la chaussée (1 mn 30 en moyenne), le liquide pénètre dans l'enrobé drainant et continue de s'écouler pendant plus de 15 mn entre la couche de chaussée sous jacente et cet enrobé.

Nous avons même constaté un écoulement persistant pendant environ 30 mn dans le caniveau à l'amont du siphon. Ainsi en cas d'incendie, le foyer serait alimenté pendant plus de 15 mn à cause du liquide emprisonné dans l'enrobé drainant.

- **Section transversale des caniveaux**

En ce qui concerne le dimensionnement des caniveaux, les mesures de niveau d'eau effectuées juste à l'amont des siphons ont montré qu'un diamètre de 200 mm (tunnel de la Grand Mare) est limite pour un débit de 37 l/s compte tenu de sa pente de 3,5 % (environ 15 cm d'eau dans le caniveau). Un caniveau de diamètre 400 mm comme c'est le cas au Cornil ou au Siaix est correctement dimensionné pour une pente de 3,2 % ou de 1,5 % : avec un débit de 30 l/s, nous avons mesuré environ 20 cm d'eau pendant 10 mn dans le tunnel de Cornil.

## **8.2 - Relâchement brutal**

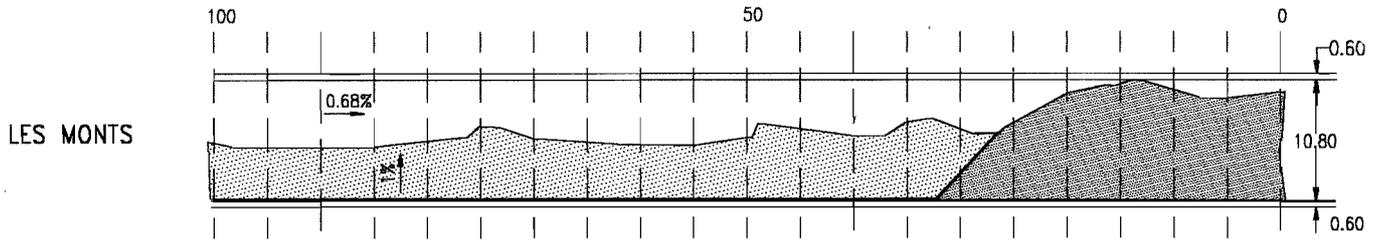
Les principaux résultats obtenus avec les relâchements de 5 m<sup>3</sup> et de 10 m<sup>3</sup> sont récapitulés dans le tableau page 71 et les schémas des pages 72 et 73.

La définition des surfaces et des longueurs est identique à celle du paragraphe précédent.

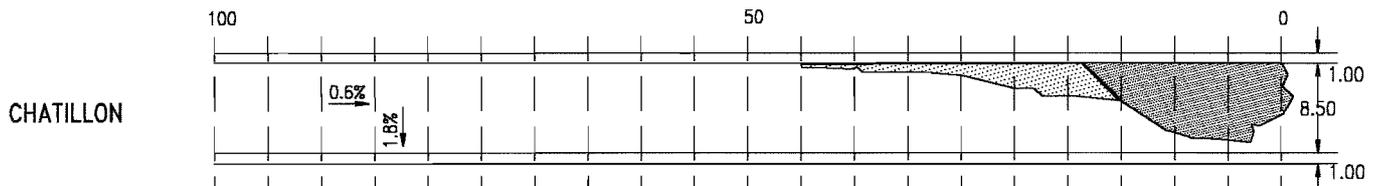
**RELACHEMENT BRUTAL**

Tunnel	Pente (%)	Dévers (%)	Largeur de chaussée (m)	Système	RELACHEMENT BRUTAL 5 m3						RELACHEMENT BRUTAL 10 m3					
					Surface mouillée (m2)	Long. mouillée (m)	Surface zone A (m2)	Long. zone A (m)	Surface zone B (m2)	Surface mouillée (m2)	Long. mouillée (m)	Surface zone A (m2)	Long. zone A (m)	Surface zone B (m2)		
Monts	0.68	1	10.8	Avaloirs 0.75*0.3 tous les 50 m	1200	> 200	950	> 200	250	1480	> 200	1080	> 200	400		
Chatillon	0.6	1.8	8.5	Avaloirs 0.3*0.3 tous les 11 m	150	50	40	30	110	385	105	140	80	245		
Saint Germain	1.8	3	8.5	Avaloirs 0.5*0.12 tous les 11 m	225	80	80	60	145	405	120	155	95	250		
Grand Marc	3.5	2.5	7.5	Fente continue horiz.	245	65	80	40	165	535	90	120	40	415		
Cornil	3.2	2.5 en toit	11.5	Fente continue vert. 2 côtés	215	30	0	0	215	300	35	0	0	300		
Siaix	1.5	2.5	10.5	Fente continue vert.	200	25	0	0	200	335	40	0	0	335		

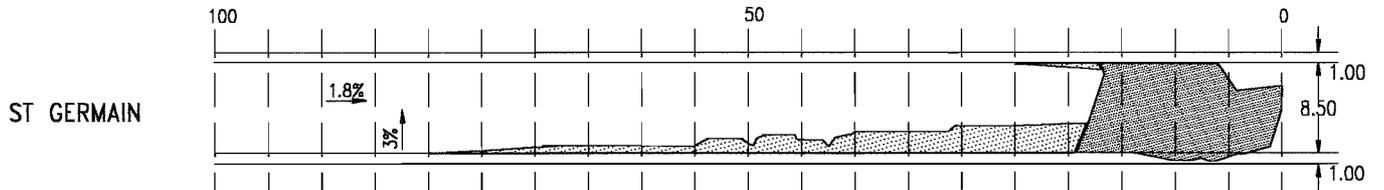
# RELACHEMENT BRUTAL 5 M3



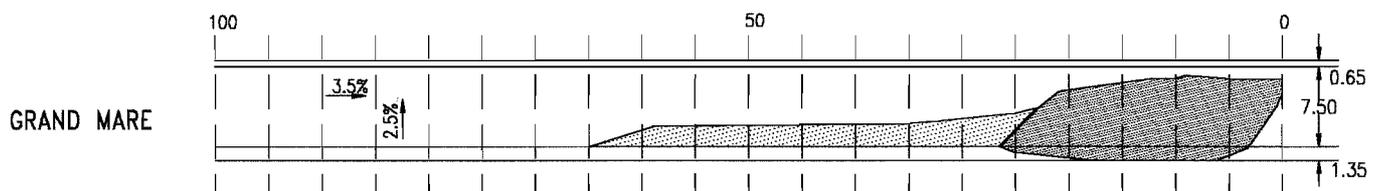
Surface totale mouillée jusqu'à la sortie de l'ouvrage : 1200 m<sup>2</sup>



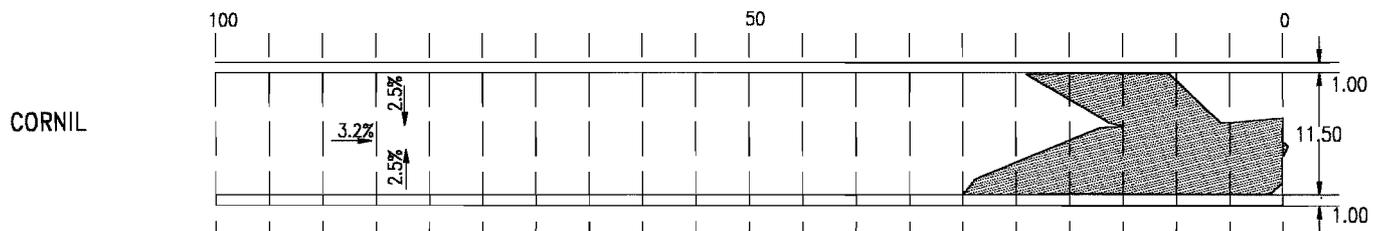
Surface totale mouillée: 150 m<sup>2</sup>



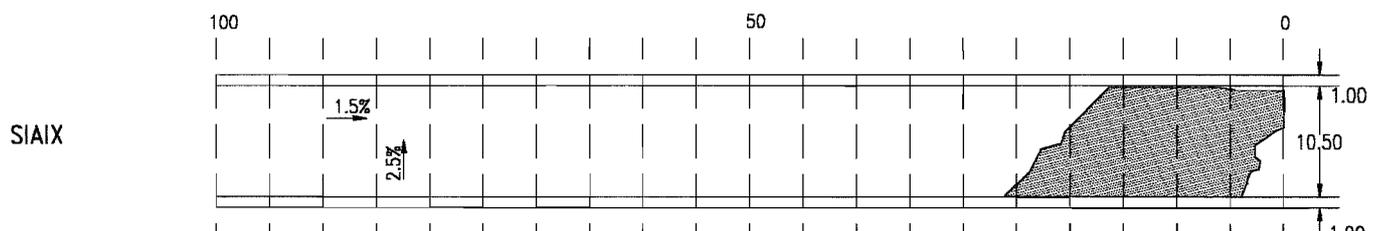
Surface totale mouillée: 225 m<sup>2</sup>



Surface totale mouillée: 245 m<sup>2</sup>

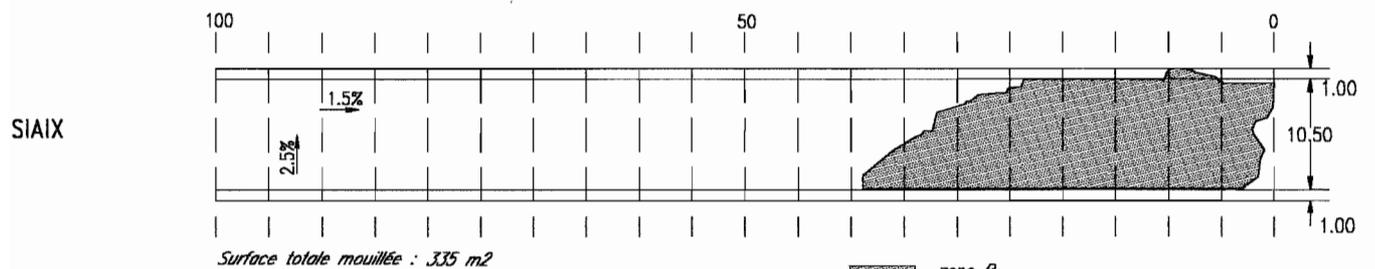
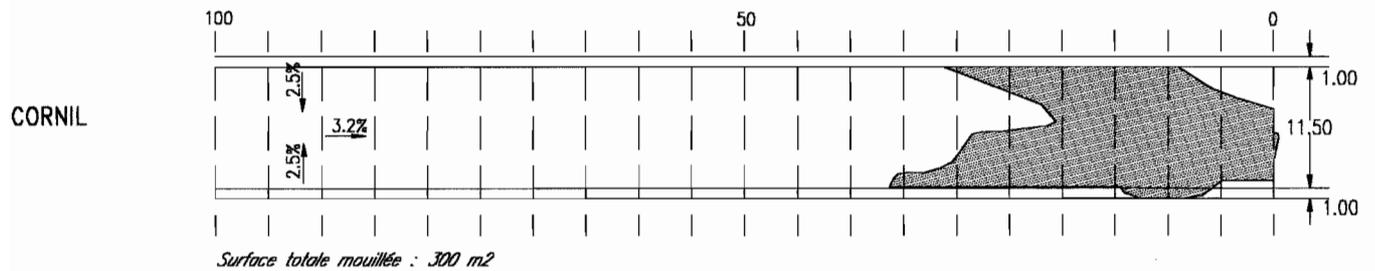
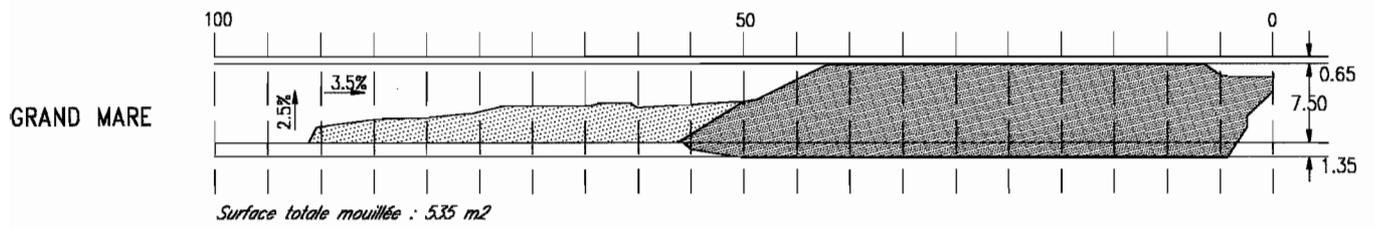
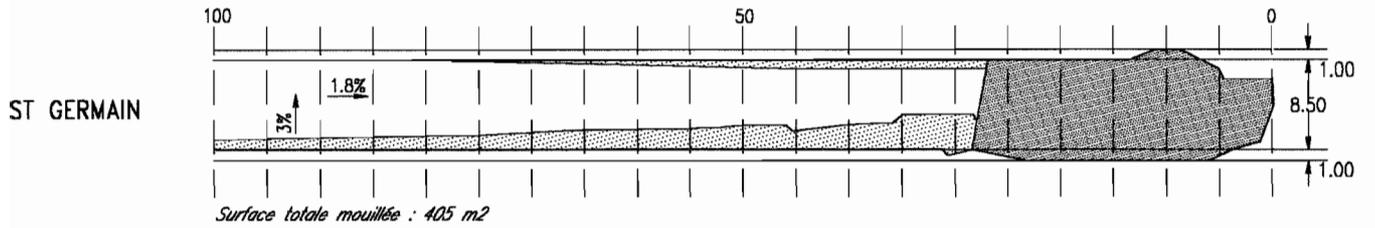
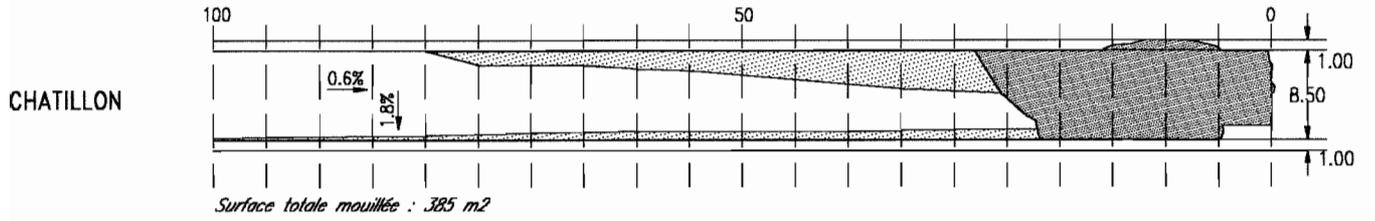
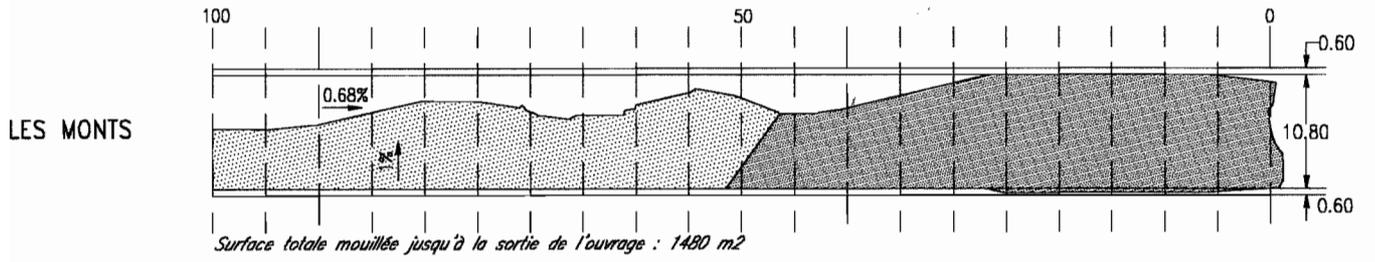


Surface totale mouillée: 215 m<sup>2</sup>



Surface totale mouillée: 200 m<sup>2</sup>

zone B  
 zone A



zone B  
zone A

Comme précédemment, nous allons faire abstraction du tunnel des Monts dont le système de récupération des liquides est totalement inefficace pour ce type de relâchement, et nous ne nous attarderons pas non plus sur les surfaces et longueurs totales mouillées, car ce critère qui intègre les caractéristiques géométriques de l'ouvrage comme nous l'avons expliqué précédemment, ne nous paraît pas suffisamment significatif.

- **Surface de la zone A**

Pour un relâchement de  $5 \text{ m}^3$ , la zone A a une surface d'environ  $80 \text{ m}^2$  dans le tunnel de Saint Germain et de  $40 \text{ m}^2$  dans le tunnel de Châtillon. Cette dernière valeur est certainement sous-évaluée du fait que la porte du bac s'est moins bien ouverte qu'habituellement lors de cet essai et que le déversement a donc été moins brutal. Dans les tunnels de Siaix et de Cornil, la zone A est inexistante.

La comparaison est semblable pour le relâchement de  $10 \text{ m}^3$  : la zone A atteint  $155$  et  $140 \text{ m}^2$  dans les tunnels de Saint Germain et de Châtillon alors qu'elle reste inexistante dans les tunnels de Siaix et de Cornil.

Le système par avaloirs répartis tous les  $11 \text{ m}$  des tunnels de Saint Germain et Châtillon apparaît donc moins efficace pour absorber les déversements brutaux que celui par fente verticale continue des tunnels du Siaix et de Cornil.

La comparaison de ceux-ci avec le tunnel de la Grand Mare est semblable quant aux constatations : on observe dans ce dernier des zones A de  $80$  à  $120 \text{ m}^2$  pour les déversements de  $5$  et  $10 \text{ m}^3$ . En revanche l'interprétation doit sans doute être différente. Alors que le défaut d'efficacité constaté dans les tunnels de Saint Germain et de Châtillon semble tenir au système d'absorption par avaloirs discontinus, il semble qu'au tunnel de la Grand Mare ce soit surtout la capacité d'écoulement longitudinale du caniveau qui soit en cause, du fait d'une section transversale insuffisante. Il n'en demeure pas moins que la fente horizontale de ce tunnel intercepte nettement moins bien l'écoulement rapide sur la chaussée que la fente verticale des tunnels de Siaix et de Cornil.

- **Longueur de la zone A**

Pour le relâchement brutal de  $10 \text{ m}^3$ , la zone A présente des longueurs importantes dans les tunnels de Saint Germain et Châtillon ( $95$  et  $80 \text{ m}$  respectivement). Dans le cas de l'écoulement faible et continu, ces longueurs s'expliquaient essentiellement par la canalisation d'une partie de l'écoulement dans le caniveau ouvert situé en haut de dévers. Le même phénomène s'observe encore dans le tunnel de Châtillon. En revanche, dans le tunnel de Saint Germain, la "langue" de liquide progresse en bas de dévers et est due à une insuffisance d'absorption par les avaloirs. C'est également ce qu'on constate dans les deux tunnels pour le relâchement de  $5 \text{ m}^3$ , mais sur des longueurs moindres ( $60 \text{ m}$  dans le tunnel de Saint Germain et  $30 \text{ m}$  dans celui de Châtillon).

Dans le tunnel de la Grand Mare, la longueur de  $40 \text{ m}$  mesurée pour la zone A dans les deux essais semble due à la situation du caniveau, de section insuffisante.

- **Temps de séjour de l'eau sur la chaussée**

L'eau épanchée s'évacue de la chaussée en un temps maximum de  $1 \text{ mn } 40 \text{ s}$  à  $1 \text{ mn } 50 \text{ s}$  dans les tunnels de Cornil, Siaix et Saint Germain. Pour la Grand Mare et Châtillon, il faut attendre  $2 \text{ mn } 20$ . Mais à Rouen, le liquide reste prisonnier dans l'enrobé drainant et continue à s'écouler pendant plus de  $20 \text{ mn}$ . Dans les tunnels de Châtillon et Saint Germain, et bien qu'ayant évacué la chaussée, le liquide reste concentré dans les caniveaux à l'air libre bordant cette chaussée et un

incendie peut y être entretenu pendant un temps nettement supérieur aux 1 mn 50 cités précédemment. Ceci est différent pour les tunnels du Siaix et du Cornil, car le liquide se trouve alors à l'intérieur du caniveau.

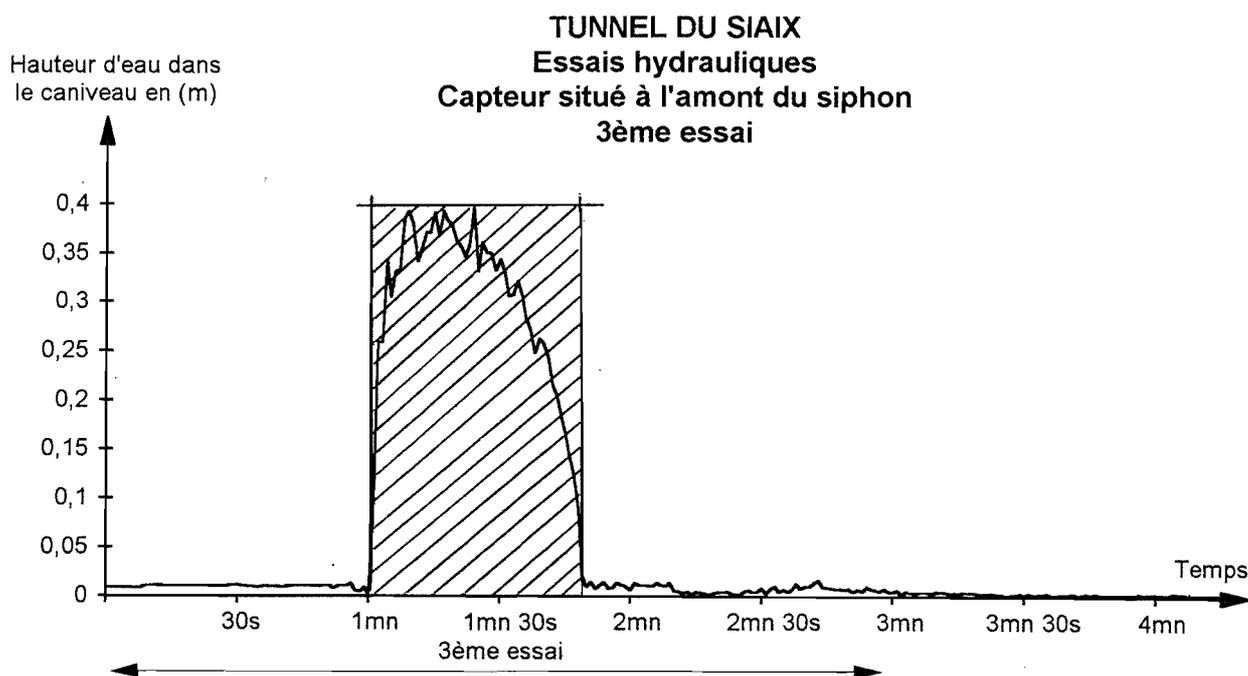
### • Section transversale des caniveaux et siphons

Le dimensionnement de l'ensemble caniveau-siphon du tunnel de la Grand Mare à Rouen est nettement insuffisant pour absorber des volumes de 5 ou 10 m<sup>3</sup> de liquide épandu sur la chaussée. Lors de l'essai avec 10 m<sup>3</sup>, les deux siphons situés à l'aval de la zone d'essai ont débordé et refoulé, et les caniveaux contigus ont été totalement remplis.

Dans le tunnel de Cornil, il est difficile d'évaluer si le dimensionnement de l'installation est correct car caniveaux et siphons étaient fortement encombrés par des débris. Il a fallu plus de 6 mn pour que liquide évacue le caniveau et passe à travers le siphon.

Dans le tunnel du Siaix, et lors de l'essai avec 10 m<sup>3</sup>, le capteur de niveau situé à l'amont du siphon nous a fournit quelques valeurs que l'on peut interpréter pour évaluer le dimensionnement de l'installation. Si l'on fait abstraction du léger refoulement que l'on a constaté, le caniveau de diamètre 400 mm a été totalement rempli (0,40 m mesuré) et il a servi de stockage aux 10 m<sup>3</sup> relâchés (volume du caniveau : 0,125 m<sup>2</sup> x 100 m = 12,5 m<sup>3</sup>).

Il a fallu de l'ordre de 50 s pour que la quasi totalité de ces 10 m<sup>3</sup> traverse le siphon, soit donc un débit moyen d'environ 200 l/s (schéma ci-dessous).



Le débit de pointe peut être approché à partir de la méthode suivante : la surface hachurée de la courbe ci-avant correspond sensiblement à un volume de 13 500 l (en comparaison des 10 000 l délimités par la courbe). Le débit de pointe peut donc être évalué à 13 500 l en 50 s soit environ 270 l/s.

## 9 - CONCLUSIONS

La première conclusion que l'on peut tirer de ces essais concerne le tunnel des Monts à Chambéry. Le système de recueil des liquides épandus sur la chaussée est totalement inefficace pour le type de déversement qu'on a simulé. Un arrêté de la Préfecture de Savoie en date du 11 Janvier 1982 autorise le transit des matières dangereuses dans ce tunnel et donc un déversement accidentel de matière inflammable est toujours possible. Un incendie survenant alors pourrait être particulièrement violent avec une nappe enflammée pouvant dépasser 1000 m<sup>2</sup>.

La seconde conclusion concerne le tunnel de la Grand Mare à Rouen. Le système de caniveau à fente "horizontale" intercepte nettement moins bien l'écoulement sur la chaussée que la fente "verticale" des tunnels de Siaix et de Cornil, mais l'élément le plus défavorable dans cet ouvrage réside dans la mise en oeuvre d'un enrobé drainant. Pour limiter les risques dûs à un épandage de matière dangereuse sur la chaussée, on a installé un caniveau à fente continue dont le rôle est d'évacuer le plus rapidement possible ces matières dangereuses à l'extérieur du tunnel. Parallèlement à ce système, la chaussée est revêtue d'un enrobé drainant qui absorbe le produit épandu et joue le rôle d'une éponge. Ceci va à l'encontre de la sécurité des usagers qui demanderait d'évacuer au plus vite tout produit dangereux de l'intérieur du tunnel.

La comparaison des deux grands types de systèmes utilisés pour le recueil des liquides nous a montré que les systèmes à fente continue des tunnels de Cornil et du Siaix étaient d'une efficacité bien supérieure aux systèmes à avaloirs répartis tous les 11 mètres réalisés dans les tunnels de Châtillon et de Saint Germain.

Si l'on examine les zones A que nous avons définies au chapitre 8 comme étant les plus représentatives de l'efficacité du système de recueil, on constate que pour les systèmes à avaloirs, leurs surfaces vont de 40 à 80 m<sup>2</sup> lors du relâchement de 5 m<sup>3</sup> et de 140 à 155 m<sup>2</sup> pour le relâchement de 10 m<sup>3</sup>. Pour ces mêmes essais les zones A sont inexistantes dans le cas de systèmes à fente continue "verticale".

Un autre critère important est la longueur des zones A qui représente la distance sur laquelle un incendie pourrait être propagé. Ainsi lors du dernier essai dans le tunnel de Saint Germain, le liquide s'est répandu dans les caniveaux à ciel ouvert bordant la chaussée sur près de 100 m. En cas d'incendie, les usagers arrêtés sur la chaussée seraient bordés de part et d'autre par un mur de flamme qui les empêcherait d'atteindre les trottoirs et donc les by-pass éventuels ainsi que les niches de sécurité, extincteurs, téléphone et poteau d'incendie, sans oublier le risque de communiquer le feu à d'autres véhicules immobilisés au-dessus des caniveaux ou à proximité immédiate.

Une fente "verticale" telle le Siaix ou le Cornil est-elle préférable à une fente "horizontale" comme celle de Grand Mare à Rouen ?

Les essais ont montré que oui et cela s'explique facilement par le fait que dans le premier cas, la dynamique du flot de liquide participe à l'absorption alors dans le second cas, seule la gravité fait pénétrer l'eau dans le caniveau. Une fente "horizontale" de 3,5 cm est nettement insuffisante ; en doublant cette dimension le système deviendrait peut être performant, mais il pourrait alors présenter un risque pour les roues de motocyclette.

La largeur de la fente dans le Siaix et le Cornil est de 6 cm. Cette dimension semble correcte car d'une part elle offre une bonne section de passage (600 cm<sup>2</sup> par mètre de caniveau) et d'autre part elle ne permet ni le passage des boîtes de boisson en fer blanc, ni celui des bouteilles.

**Remarques** : quelques défauts ont été constatés sur des installations par ailleurs satisfaisantes et il nous paraît important de les signaler :

- Incohérence entre les sections successives du système d'assainissement, le débit admissible étant plus faible en aval qu'en amont. C'est notamment le cas dans les tunnels de Siaix et du Cornil où la section de passage dans les siphons est inférieure à la section des caniveaux. Il convient donc de veiller à ce que le débit de dimensionnement soit respecté sur toute la longueur du système.
- Graves problèmes de nettoyage dans certains tunnels :
  - le système doit être visitable, ce qui n'est pas le cas à Châtillon ; à St Germain les regards ont été rajoutés en cours d'exploitation ;
  - le nettoyage doit être fait régulièrement sous peine de perte d'efficacité, comme constaté dans plusieurs tunnels.
- Problèmes d'alimentation du réseau incendie,
  - la qualité des eaux dans le tunnel du Siaix est déplorable,
  - dans le tunnel du Cornil, d'une part il a été impossible d'alimenter la colonne sèche à partir du système prévu, et d'autre part l'alimentation de cette colonne sèche est située côté bas du tunnel, ce qui en cas d'épandage présenterait un danger pour les pompiers.

\*  
\*       \*

## **Bibliographie**

- Rapport de synthèse de l'étude de sécurité des systèmes de recueil équipant les tunnels routiers - INERIS
- Compte-rendu des essais Tunnel du Châtelard - B. BROUSSE - CETU
- Compte-rendu des essais Tunnel de Knutange - M. MERCUSOT - CETU