

Fermeture des tunnels routiers

Ouvrages sans congestion récurrente -

septembre 2002

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	4
2. CHAMP D'APPLICATION	5
3. DOCUMENTS DE REFERENCE	6
4. LE CONTEXTE DE LA FERMETURE	7
4.1. Principes	7
4.2. Les divers cas de fermeture	7
4.3. Les exigences	8
4.4. Les spécificités de mise en œuvre des barrières	9
5. DISPOSITIFS DE FERMETURE	11
5.1. consistance des dispositifs de fermeture	11
5.1.1. La fermeture d'urgence	11
5.1.2. La fermeture programmée	12
5.1.3. La fermeture non programmée sans caractère d'urgence	12
5.2. Le matériel	12
5.2.1. Le dispositif de coupure	12
5.2.2. Le dispositif d'information	14
5.2.3. La présignalisation	15
5.3. Les exigences techniques du dispositif de coupure	16
5.3.1. barrières	16
5.3.2. Alimentation électrique	18
5.3.3. Commandes et retours d'informations	19
5.3.4. Maintenance	20
5.3.5. Essais périodiques	20
5.4. Implantation du dispositif de coupure	21
5.4.1. Fermeture aux têtes	21
5.4.2. Coupures à l'intérieur du tunnel	22
6. SCHEMAS DE DISPOSITIFS RECOMMANDES	23
6.1. Fermeture non programmée	23
6.1.1. Fermeture aux têtes	23
6.1.2. Coupures à l'intérieur du tunnel	34
6.2. Fermeture programmée	38
6.2.1. Tunnels unidirectionnels	38
6.2.2. Tunnels bidirectionnels	41
6.2.3. Tunnels à accès complexes	41
7. PRINCIPES DE MISE EN OEUVRE	42
7.1. Nature juridique de la fermeture	42

7.2. Procédures de fermeture programmée	42
7.3. Procédures de fermeture d'urgence	42

Annexes

Les outils réglementaires de la coupure	44
Le signal G2	44
Le feu R24	45
Le signal B1	46
Les signaux d'affectation de voies R21	47
Déroulement d'une expérimentation	48
Evolution d'un bouchon en fonction du débit par voie	50

Le présent document a été rédigé par JY. GROSSE qui a bénéficié des avis et conseils de Mme J. VILLANNEAU (SETRA) et de M. JM. CHAUVIN (CETE Normandie Centre) ainsi que de nombreux agents du Centre d'Études des Tunnels.

1. PREAMBULE

Un des enseignements tirés de l'incendie du tunnel du Mont-Blanc a été qu'il fallait absolument, lorsqu'un sinistre survenait, pouvoir empêcher au plus tôt les usagers d'entrer dans l'ouvrage. En effet un dispositif interdisant efficacement et rapidement l'entrée dans un tunnel en cas d'événement tel qu'accident, incendie, etc. devrait permettre de réduire le nombre d'éventuelles victimes. La circulation doit, dans toute la mesure du possible, être arrêtée à l'air libre, afin de ne pas mettre en danger les usagers à l'arrêt et d'éviter tout sur-accident en souterrain. En outre, dans les tunnels longs, il faut empêcher les usagers déjà en tunnel de venir s'accumuler à proximité d'un accident ou incendie, ce qui implique des dispositifs à l'intérieur de l'ouvrage.

Actuellement, des expérimentations comprenant des dispositifs de coupure de trafic à l'entrée de certains tunnels ont été mises en oeuvre. Certaines réalisations se sont inspirées des solutions proposées dans le guide technique "Expérimentation de signalisation des coupures d'autoroutes" établi en 1995 par un groupe de travail conduit par le SETRA et animé par le CETE Normandie Centre.¹

Ces expérimentations ont été faites au départ par les exploitants indépendamment les uns des autres, en prenant en compte d'une part les textes réglementaires et d'autre part le comportement réel des usagers vis-à-vis de la signalisation déjà existante dans certains ouvrages. Les dispositifs mis en place sont assez souvent différents d'un ouvrage à l'autre en raison de la spécificité de chaque ouvrage mais aussi de l'absence de tout document guide.

Le présent document a donc pour objet de proposer des règles d'implantation et des procédures pour mettre en place des dispositifs interdisant efficacement et rapidement l'entrée dans un tunnel en cas de besoin². Il traite essentiellement le cas de la fermeture d'urgence, mais comme une part importante des dispositifs recommandés peut être utilisée dans d'autres situations il aborde aussi la fermeture programmée ainsi que la fermeture non-programmée ne présentant pas un caractère d'urgence.

Il est destiné aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre et aux exploitants de tunnels.

La mise en place d'équipements répondant à des règles identiques dans tous les tunnels ne peut que favoriser la perception qu'aura l'utilisateur d'un tel dispositif et ainsi améliorer sa réaction face à une fermeture d'urgence.

¹ Les schémas proposés dans le présent document sur la fermeture des tunnels s'inspirent largement de ceux proposés par le groupe de travail sur l'expérimentation de signalisation des coupures d'autoroutes.

² La mise en œuvre d'une quelconque des solutions proposées dans le présent document doit faire l'objet **d'une demande d'expérimentation auprès de la D.S.C.R.** On trouvera en annexe les différentes phases du déroulement d'une expérimentation.

2. CHAMP D'APPLICATION

La circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national prévoit, dans son annexe 2 (**Instruction technique relative aux dispositions de sécurité dans les nouveaux tunnels routiers**), la mise en place de dispositifs de fermeture. Le paragraphe 3.7.2 est reproduit ci-dessous *in extenso* :

« 3.7.2. Signalisation et dispositifs d'arrêt du trafic

Dans tous les cas, une signalisation permettant d'interdire l'accès de l'ouvrage en cas de besoin doit être prévue à une cinquantaine de mètres avant chaque entrée, distance à adapter en fonction des contraintes du site (visibilité de la signalisation à l'approche, visibilité de la tête de tunnel depuis le point d'arrêt, etc.). Cette distance est nécessaire pour permettre l'accès et les manœuvres des services de secours. La signalisation d'arrêt (y compris la présignalisation associée) doit être intégrée au système global de gestion de trafic de l'itinéraire sur lequel est situé le tunnel, afin d'orienter les usagers vers d'autres itinéraires bien avant l'entrée.

Pour les tunnels de plus de 800 m de longueur surveillés en permanence ou non (degrés D3 ou D4 de permanence et surveillance définis au paragraphe 5.1.1) cette signalisation sera complétée par un dispositif télécommandé de fermeture physique (barrière) et par un panneau à message variable permettant d'informer les usagers des raisons de la fermeture. La signalisation sera si nécessaire renforcée pour limiter le risque d'accident dû à la fermeture d'une barrière.

A l'intérieur des tunnels de plus de 1000 m de longueur surveillés en permanence ou non (degrés D3 ou D4 de permanence et surveillance), des feux seront placés tous les 800 m environ afin de faire arrêter les usagers circulant dans le tunnel au moment où l'alarme est reçue. Chaque feu sera associé à un panneau à message variable permettant d'informer les usagers des raisons de l'arrêt.

En l'absence de surveillance permanente (degrés D1, D2 ou D3), il doit être prévu un boîtier de commande prioritaire de la signalisation à la disposition des forces de police en cas de besoin. Celui-ci est installé en principe du côté droit dans le sens entrant ou du côté de la bande d'arrêt d'urgence s'il en existe une, au niveau des têtes ou à proximité immédiate. »

Le présent document concerne donc tous les tunnels pour lesquels s'applique le paragraphe 3.7.2 reproduit ci-dessus.

L'instruction technique ne s'applique en toute rigueur qu'aux nouveaux tunnels du réseau national. Toutefois les dispositions qui permettent d'améliorer la sécurité sans investissements lourds, notamment celles relatives à la signalisation et la fermeture, doivent être appliquées aussi aux tunnels existants.

Enfin, en restant dans l'esprit qui a conduit à porter la circulaire interministérielle et ses annexes à la connaissance des collectivités territoriales maîtres d'ouvrage ou gestionnaires de tunnels routiers, les présentes recommandations peuvent, elles-aussi, être portées à leur connaissance.

Le contenu de ce document **ne s'applique pas aux tunnels à congestion récurrente**, notamment à ceux de la région parisienne. Les dispositions à prendre pour fermer un tunnel en cas de risque de saturation globale du réseau routier sont à l'étude dans un groupe de travail présidé par l'ingénieur général Farran.

Ce document **ne traite pas non plus** des dispositifs et modalités qui sont communes aux opérations classiques d'exploitation de la route, ni des procédures d'évacuation des usagers sous le contrôle des forces de Police.

3. DOCUMENTS DE REFERENCE

Les cas d'utilisation de dispositifs d'arrêt du trafic avant l'entrée ou en tunnel sont définis dans la circulaire interministérielle n° 2000-63 déjà citée.

A ce document s'ajoutent d'autres textes, relatifs à la signalisation, tels que :

- L'instruction interministérielle sur la signalisation routière du 24 novembre 1967 (Livre I) et les arrêtés modificatifs,
- L'instruction interministérielle sur la signalisation des routes et autoroutes du 8 mars 1971 (Livre II) et les dispositions modificatives,
- Panneaux de signalisation à messages variables, Guide technique, décembre 1994 (SETRA),
- Signalisation temporaire, Routes bidirectionnelles, Manuel du chef de chantier, Édition 2000, Vol.1 (SETRA),
- Signalisation temporaire, Routes à chaussées séparées, Manuel du chef de chantier, Édition 2002, Vol.2 (SETRA),
- Signalisation temporaire, Milieu urbain, Manuel du chef de chantier, Édition 2002, Vol.3 (CERTU),
- Signalisation temporaire, Les alternats, Manuel du chef de chantier, Édition 2000, Vol.4 (SETRA),
- Conception et mise en œuvre des déviations, Guide technique, Édition 2000, Vol.5 (SETRA),
- Choix d'un mode d'exploitation, Guide technique, Édition 2002, Vol.6 (SETRA).

Enfin, à tous ces textes à caractère de réglementation ou de recommandation, il convient d'ajouter le guide technique "Expérimentation de signalisation des coupures d'autoroutes"³ établi en 1995 par un groupe de travail sous la conduite du SETRA et animé par le CETE Normandie Centre.

Les solutions proposées dans ce guide devaient, après trois ans (en 1999), faire l'objet de comptes-rendus d'expérimentation afin d'amender ou de confirmer les dispositions prévues par le guide. Cette période n'a pas permis de juger des expérimentations de fermeture d'ouvrages et certaines ne sont apparues qu'après que la circulaire 2000-63 en a rendu l'emploi obligatoire.

³ Le document est disponible au bureau des ventes du SETRA

4. LE CONTEXTE DE LA FERMETURE

4.1. PRINCIPES

La fermeture d'un tunnel est systématiquement réalisée au moyen d'une signalisation d'arrêt disposée à l'extérieur, avant l'entrée.

Pour les tunnels bénéficiant d'une possibilité de télécommande à partir d'un poste de contrôle-commande, ce moyen est renforcé par deux dispositions complémentaires :

- Barrières permettant d'interdire physiquement l'accès à l'ouvrage,
- Panneaux à messages variables permettant d'informer les usagers des raisons de la fermeture.

En outre, à l'intérieur des tunnels longs disposant d'un poste de contrôle-commande, une signalisation d'arrêt (feux et panneaux à messages variables) doit être mise en place à intervalles réguliers afin d'interdire aux usagers déjà engagés dans l'ouvrage de se rapprocher d'un éventuel accident ou incendie ; dans certains cas très particuliers elle peut être accompagnée de dispositifs de coupure physique.

Les dispositifs techniques mis en œuvre pour réaliser une fermeture de tunnel doivent être complétés par :

- Des instructions d'utilisation à intégrer dans les consignes d'exploitation,
- Des procédures d'intervention des différents services concernés (exploitant, services de secours, forces de l'ordre, etc.) qui font partie du Plan d'Intervention et de Secours (PIS).

Ces deux sortes de prescriptions doivent être élaborées en prenant en compte les caractéristiques propres à l'ouvrage, la nature du trafic ainsi que les moyens dont disposent l'exploitant et les autres services concernés.

4.2. LES DIVERS CAS DE FERMETURE

La fermeture d'un tunnel peut découler :

- D'une situation d'urgence (incendie ou accident grave),
- D'une situation programmée (lavage ou entretien),
- D'une situation non-programmée qui, toutefois, ne présente pas un caractère d'urgence extrême (incident ou panne).

Ce document traite surtout de la fermeture d'urgence. En effet, cette situation est très délicate à gérer, car elle doit conduire à un arrêt de la circulation rapide et efficace, tout en réduisant le plus possible le risque de sur-accident. Elle a un caractère soudain et exceptionnel et elle impose donc la mise en œuvre d'un dispositif très complet (ensemble de présignalisation, panneaux à messages variables, barrières) avec des équipements disposés en amont de l'ouvrage et à ses têtes.

Fort heureusement, les situations (incendie ou accident grave) pour lesquelles il faut condamner très rapidement l'accès à un ouvrage sont peu courantes : le dispositif de fermeture d'urgence d'un tunnel sera donc peu utilisé.

A l'inverse, les opérations de maintenance sur les différents matériels présents dans un tunnel sont régulières et fréquentes ; elles imposent très souvent une fermeture complète de l'ouvrage (ou d'un tube).

Les fermetures pour maintenance sont plus faciles à accomplir dans la mesure où :

- Elles sont programmées,
- Du personnel d'exploitation est présent sur place.

Leur mise en œuvre doit pouvoir se faire avec encore plus de facilité et de sécurité pour les équipes d'intervention en utilisant tout ou partie des équipements mis en place pour la fermeture d'urgence : c'est pourquoi la fermeture programmée est aussi abordée dans le présent document.

Un troisième type de fermeture est traité : il s'agit de la fermeture non-programmée mais qui ne présente pas un caractère d'urgence extrême. Un incident mineur, arrêt ou panne d'un véhicule en tunnel, peut conduire l'exploitant à fermer complètement son tunnel (ou tout au moins un tube) pour éviter à des usagers :

- De venir s'agglutiner derrière le véhicule arrêté et de créer ainsi des conditions risquant de provoquer un sur-accident,
- De gêner l'intervention de l'exploitant.

Toutefois, par rapport à une fermeture d'urgence, le faible niveau de gravité de l'incident rapporté au risque non négligeable de sur-accident en cas de fermeture brutale ne justifie pas que la fermeture soit aussi rapide que pour un incendie ou un accident grave. L'ensemble du dispositif de fermeture doit être activé au plus tôt mais l'enchaînement des différentes phases du processus de fermeture peut s'étaler un peu plus dans le temps.

4.3. LES EXIGENCES

La fermeture d'urgence d'un tunnel a pour objectif :

- D'empêcher que les usagers ne pénètrent dans l'ouvrage ;
- D'éviter que les usagers présents dans l'ouvrage ne s'agglutinent sur l'accident ou l'incendie ;
- De faciliter l'accès des secours et l'évacuation des usagers bloqués.

Mais il faut simultanément éviter de provoquer des sur-accidents.

En outre, il faut prendre en compte la possible congestion de trafic induite sur l'ensemble des itinéraires d'accès. Ce dernier point n'est pas traité en détail dans ce document.

La fermeture programmée a pour objectif :

- D'empêcher que les usagers ne pénètrent dans l'ouvrage ou dans une partie de celui-ci ;
- De créer et gérer un alternat ou un basculement ou d'aménager une sortie en amont.

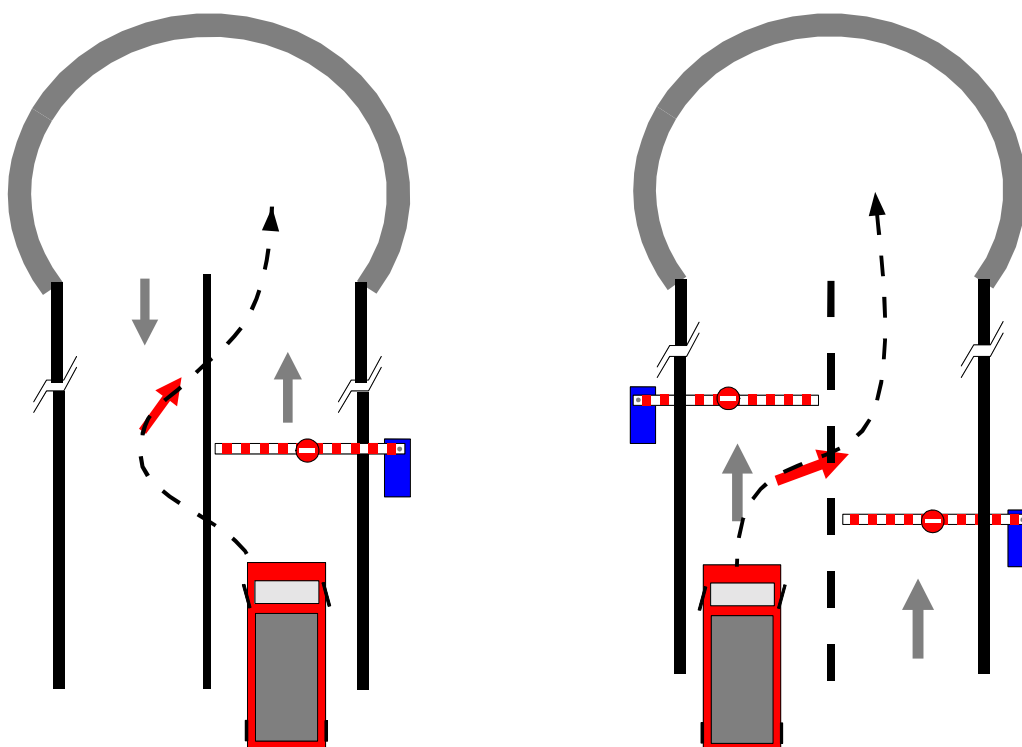
Enfin, pour une fermeture non programmée ne présentant pas un caractère d'urgence, il convient de satisfaire aux mêmes exigences que pour une fermeture d'urgence mais en disposant d'une durée plus longue pour réaliser la séquence complète de fermeture.

4.4. LES SPECIFICITES DE MISE EN ŒUVRE DES BARRIERES

Les barrières ont pour vocation de renforcer le caractère dissuasif de la signalisation. Elles ne doivent pas être conçues comme un obstacle infranchissable ; il convient de laisser systématiquement un passage possible et d'utiliser des demi-barrières.

Ainsi, selon la nature de l'ouvrage il est recommandé d'installer à chaque tête :

- une barrière, sur la demi-chaussée du sens entrant, pour un tunnel bidirectionnel
- des barrières décalées pour un tunnel unidirectionnel.

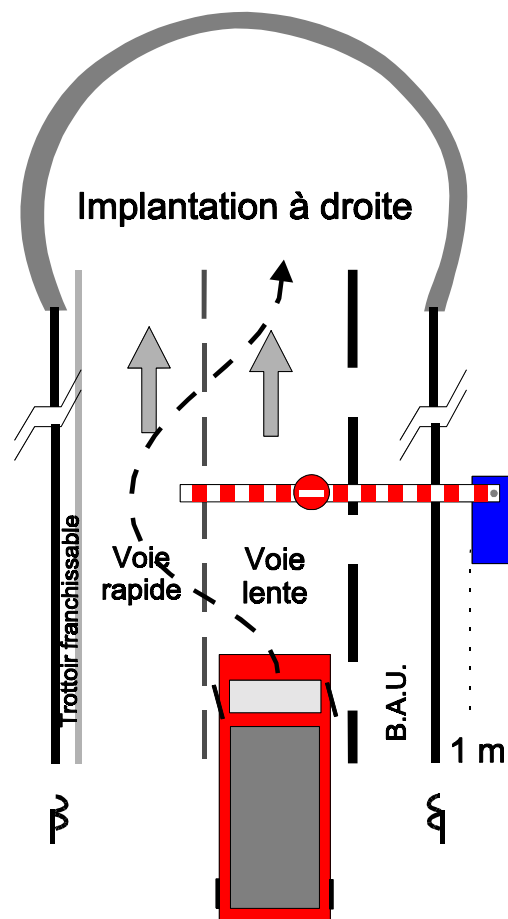
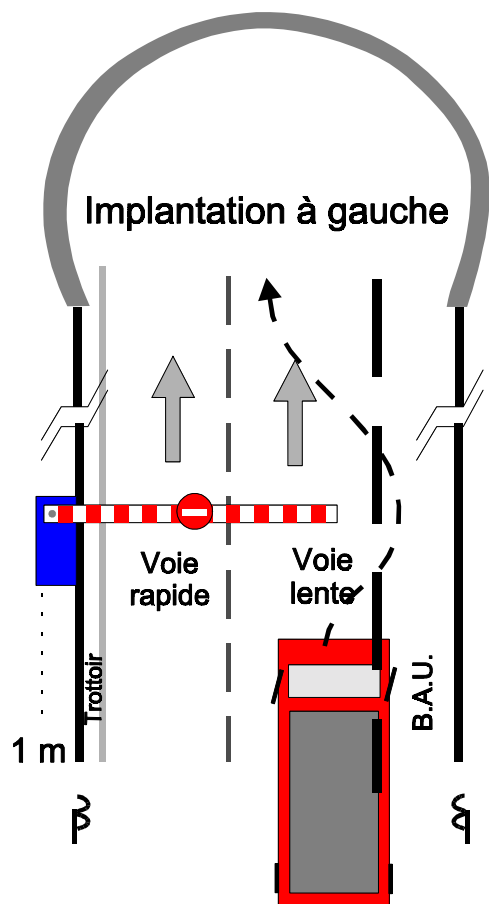


Les demi-barrières sont décalées de manière à laisser un passage pour les secours. Le passage doit alors être calculé selon les exigences du franchissement des demi-barrières par un fourgon pompe-tonne présentant une longueur de 8 m, une largeur de 2,50 m et un diamètre de braquage entre murs de 19 m.⁴

Les demi-barrières utilisées pour renforcer la fermeture d'un tunnel unidirectionnel peuvent aussi être implantées face à face si les secours disposent d'un accès à la tête du tunnel situé après le dispositif de fermeture.

⁴ Circulaire 2000-63 paragraphe 2.3

En cas de difficultés pour implanter des demi-barrières de part et d'autre, il est possible d'utiliser une barrière unique de grande longueur disposée à droite ou à gauche de la chaussée. L'implantation doit être faite de manière à ménager un espace suffisant pour le passage des secours.



5. DISPOSITIFS DE FERMETURE

Dans la suite de ce document on distingue par convention :

- le dispositif de coupure, qui interdit l'accès à l'ouvrage,
- le dispositif de fermeture, qui comprend la coupure et sa signalisation.

5.1. CONSISTANCE DES DISPOSITIFS DE FERMETURE

5.1.1. LA FERMETURE D'URGENCE

Comme indiqué ci-avant, suivant les ouvrages il peut y avoir deux types de fermeture : avant l'entrée et en tunnel.

La fermeture avant l'entrée d'un tunnel comprend :

- Un dispositif de coupure par feux, qui selon les cas est complété ou non par des barrières physiques (cette fermeture physique peut déjà exister sous forme de barrière de péage) ;
- Une information sous forme de PMV⁵ dont le rôle est d'expliquer les raisons de la fermeture (sans raison valable, il est à craindre que la fermeture ne soit pas respectée).
- Une présignalisation dont le but est de prévenir les sur-accidents en avertissant l'usager de la fermeture de l'itinéraire en aval et en lui permettant d'arriver sur un éventuel bouchon en effectuant un ralentissement progressif.

Les fermetures à l'intérieur du tunnel comprennent :

- Un dispositif de coupure par feux d'arrêt ;
- Une information sous forme de PMV, au droit de ce dispositif, dont le rôle est d'expliquer les raisons du blocage du trafic et par la suite de faire passer diverses consignes aux usagers : des indications pour l'évacuation vers une issue de secours ou une information de reprise normale du trafic.

Les feux d'arrêt en tunnel peuvent aussi être complétés par des barrières en respectant le principe énoncé pour la fermeture aux têtes : une barrière renforce la signalisation mais ne doit pas être perçue comme un obstacle infranchissable. Il convient de laisser systématiquement un passage possible.

Dans les tunnels disposant de fermetures à l'intérieur de l'ouvrage, il existe en principe des dispositifs de retransmission de stations de radiodiffusion, qui permettent de faire entendre des messages de sécurité en interrompant les retransmissions.

Bien que pour un usager, une fermeture à l'intérieur d'un tunnel soit un événement soudain et incongru, il ne faut pas mettre en place une présignalisation. En effet, de tels dispositifs encombreraient encore l'espace intérieur du tunnel, déjà très chargé et nuiraient à sa lisibilité.

⁵ PMV Panneau à Message Variable

5.1.2. LA FERMETURE PROGRAMMEE

Elle comprend :

- Les feux d'arrêt et/ou les barrières utilisés pour la fermeture d'urgence aux têtes ;
- Tous les éléments prévus par le "Manuel de chef de chantier" (notamment le balisage par dispositif conique K5a ) ;
- Une présignalisation dont le but est de prévenir les sur-accidents en avertissant l'utilisateur des travaux sur l'itinéraire en aval et en lui permettant d'arriver sur un éventuel bouchon en effectuant un ralentissement progressif ;
- Une information de travaux par PMV, s'ils existent, et éventuellement par des messages radio dont le rôle est d'attirer l'attention des usagers sur le dispositif mis en place et sur les restrictions de trafic qu'il peut engendrer ainsi que les dispositions prévues pour un retour à une circulation normale ;
- Optionnellement, un matériel spécifique (feux d'affectation de voies, Bra) pour accompagner le balisage de la fermeture.

5.1.3. LA FERMETURE NON PROGRAMMEE SANS CARACTERE D'URGENCE

Elle utilise les dispositifs décrits pour une fermeture d'urgence au paragraphe 5.1.1. mais avec une mise en œuvre beaucoup moins brutale.

Bien entendu, les informations affichées sur les PMV doivent être adaptées à la nature de l'incident.

5.2. LE MATERIEL

On trouve en annexe le descriptif détaillé des matériels utilisés pour réaliser une coupure.

5.2.1. LE DISPOSITIF DE COUPURE

Le dispositif de coupure doit comporter au minimum **un feu R24**  implanté en position au droit de la coupure, à droite de la chaussée et visible depuis toutes les voies. Ce feu est opposable à l'utilisateur : *"Un feu rouge clignotant (R24), ou un ensemble de deux feux rouges clignotant en alternance, impose l'arrêt de tous les véhicules"* ⁶.

Ce feu peut être répété sur la gauche de la chaussée en cas de mauvaise visibilité du feu à droite et dès lors que la chaussée comporte plus d'une voie par sens. Cette dernière disposition est prise afin d'assurer la visibilité du feu R24, lorsque la voie de droite est occupée par des véhicules dont le gabarit est susceptible de masquer la signalisation, pour les tunnels unidirectionnels et aussi pour éviter que l'utilisateur ne soit tenté de dépasser les véhicules arrêtés devant lui, pour les tunnels bidirectionnels.

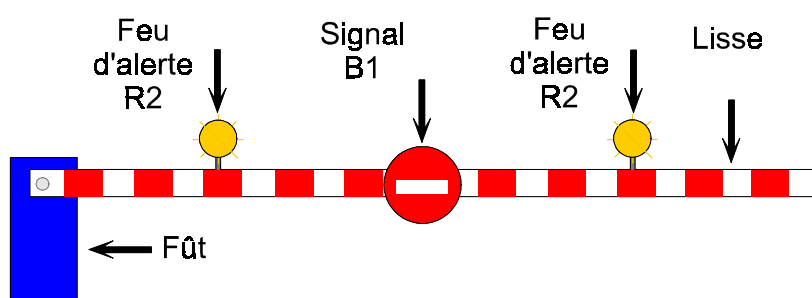
⁶ Article 2 de l'arrêté du 24/11/67 de l'Instruction Interministérielle sur la signalisation routière

Le ou les feux R24 utilisés peuvent être placés sur les fûts⁷ des barrières à hauteur suffisante pour être visibles depuis les deux voies par des usagers arrêtés derrière d'autres véhicules légers.

Les barrières peuvent être simples ou doubles, à pivotement horizontal ou vertical. Des informations sont données au paragraphe sur les exigences techniques. Elles doivent être implantées en position, au droit de la coupure. La lisse de la barrière doit être identique à celle du signal G2 utilisé pour les passages à niveau.



Une barrière est ordinairement constituée d'un **fût** contenant les mécanismes et les commandes, d'une **lisse** axée sur ce fût et d'une signalisation par **panneau B1** donnant une perception visuelle plus importante de la barrière. Des **feux d'alerte à éclats R2** peuvent être utilisés dans des situations sensibles (trafic rapide, soudaineté de la découverte ou visibilité médiocre de l'obstacle).



Le **signal B1** qui équipe la lisse d'une barrière peut être placé au centre de celle-ci si elle est unique, ou à son extrémité dans le cas où deux demi-barrières sont utilisées, l'autre demi-barrière étant alors dépourvue du signal B1. Ce panneau constitue une prise au vent importante, sensible en particulier pour les barrières de grande longueur. Il convient donc d'en limiter l'usage dans les environnements difficiles. La gamme petite ($\phi = 650$ mm) doit être utilisée.

En cas de conditions difficiles (trafic rapide, risques importants de collision avec l'obstacle, contre-jour, ...) et uniquement dans ce cas, la lisse de la barrière peut être équipée de **feux**



d'alerte R2. Ces feux doivent être placés au-dessus de la barrière. Leur support doit permettre leur orientation face à l'usager, dans le cas d'une approche en virage par exemple.

⁷ Voir page suivante

Les barrières du dispositif de coupure doivent, en outre, être équipée de la **sonnerie**  du signal G2. L'intensité sonore de la sonnerie ne doit pas excéder 105 dB. Cette sonnerie doit fonctionner à chaque manœuvre de la barrière et au maximum une minute après son abaissement ou son élévation. En environnement sensible et en ville, ce temps peut être ramené à la durée de fonctionnement de la barrière et la sonnerie doit pouvoir être neutralisée pendant les périodes d'essais.

5.2.2. LE DISPOSITIF D'INFORMATION

Le **PMV d'information** doit être implanté à droite de la chaussée, au niveau des barrières, et à hauteur suffisante pour être vu correctement par les premiers véhicules sur la file de gauche. Il doit imposer l'arrêt et indiquer la raison de la fermeture.



Si on est certain qu'un incendie a lieu dans le tunnel, on peut afficher "INCENDIE". Il est légitime de penser que la perception de ce terme est suffisamment forte chez l'utilisateur pour obtenir qu'il s'arrête.



Dans les autres cas, le terme générique "ACCIDENT" peut être utilisé pour indiquer tout événement survenu dans l'ouvrage.

Dans les ouvrages longs disposant d'un poste de contrôle-commande, la continuité de couverture radio est assurée pour un certain nombre de stations FM grand public. L'exploitant dispose alors de la possibilité d'incruster sur les fréquences retransmises dans son tunnel des messages, préenregistrés ou non. Cette incrustation de messages est possible uniquement dans l'ouvrage. A l'extérieur, l'utilisateur peut généralement capter les mêmes stations FM que dans le tunnel mais les émetteurs qui assurent la diffusion "extérieure" rayonnent sur des zones géographiques très étendues. Comme une information relative à une fermeture d'urgence d'un tunnel n'intéresse pas les auditeurs des stations grand public, elle ne sera pas transmise par celles-ci. Par conséquent on ne doit pas afficher sur le PMV extérieur d'information relative à une station FM grand public.

Sur certains réseaux, notamment sur autoroutes, des stations FM sont plus particulièrement dédiées au trafic et des bulletins d'information sur les conditions, voire les incidents, de circulation sont régulièrement diffusés. Dans ce cas, il est envisageable, lorsqu'il est confirmé que la fermeture du tunnel va être longue (cela signifie que les services de secours sont arrivés sur le site et qu'ils disposent d'éléments suffisamment précis pour estimer la durée de leurs interventions), d'indiquer sur le PMV extérieur la fréquence FM sur laquelle l'utilisateur trouvera des informations relatives à la situation dans le tunnel.

Sur les PMV disposés à l'intérieur du tunnel, une des fréquences radio FM retransmises dans l'ouvrage doit être indiquée, si elle existe. Cette disposition permet à l'exploitant de donner des nouvelles aux usagers quant à la nature de l'incident.

Par la suite, l'exploitant a la possibilité de modifier le message du PMV et de diffuser des consignes permettant l'évacuation ou le retour à la normale.

5.2.3. LA PRESIGNALISATION

Rappelons que la fermeture d'un tunnel peut, en cas d'urgence, se faire de manière très brutale avec un risque de sur-accident. Il convient, par conséquent, de prendre le maximum de soin à réaliser une présignalisation la plus efficace possible.

En mode normal d'exploitation de l'ouvrage, la signalisation mise en place dans le cadre d'une fermeture doit être inactive. Il s'agit donc d'une signalisation variable activée uniquement en cas de fermeture.

Le nombre des équipements de présignalisation est dû à la nécessité de n'abaisser la vitesse que progressivement. Il faut au minimum 2 paliers⁸ à 90 puis 50 km/h sur les voies rapides limitées à 110 km/h ou 130 km/h, et au minimum un palier sur les voies limitées à 90 km/h.

Les différentes présignalisations doivent être faites à des distances compatibles avec les vitesses de l'itinéraire. Cependant, si du matériel existe déjà (portiques sur voies rapides par exemple), ces distances peuvent être adaptées dans une mesure raisonnable, afin d'éviter la surabondance de la signalisation et des coûts excessifs.

Les panneaux doivent être implantés à droite en rive pour les approches de tunnel qui ne sont pas sur voies rapides. Pour les voies rapides (autoroutes, VRU ou voies de caractéristiques semblables) à plusieurs voies de circulation, les panneaux, normalement implantés à droite, peuvent être répétés à gauche si la lisibilité de la signalisation n'est pas bonne. Ils peuvent aussi être implantés sur des portiques au-dessus des voies.

Les panneaux utilisés sont :

- Le signal A14  et un texte explicatif qui indique le danger le plus immédiat ("TUNNEL FERME A XXX M" pour la présignalisation du danger de la coupure ou "BOUCHON A X KM" pour la prise en compte de la queue de bouchon) ;
- Le signal B1  et le panneau "XXX M" pour annoncer la coupure physique ;
- Le signal B3  pour permettre la préparation d'un basculement sur un autre tube (tunnel à 2 tubes unidirectionnels) ou d'un alternat (tunnel bidirectionnel) ;
- Le signal B14  indiquant la vitesse maximale autorisée (110, 90, 70, 50 km/h) pour le contrôle de la vitesse des usagers arrivant sur la coupure ;
- Le signal AK5  et un texte explicatif "CIRCULATION A DOUBLE SENS A X km" pour annoncer un basculement ou "CIRCULATION SUR UNE VOIE A X km" pour une neutralisation ;

⁸ La réglementation tolère les paliers de 40 km/h au lieu de 20 km/h prévus normalement sur les voies rapides.

ou des panneaux de signalisation temporaire

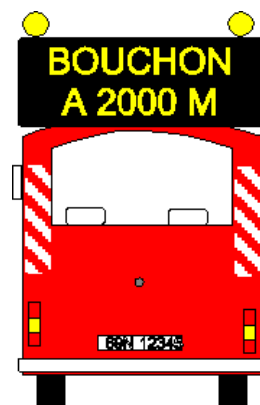


- De type KD8 pour présignaler un basculement ;



- De type KD10 ou avec une indication de distance pour présignaler la neutralisation de la voie.

Le dispositif peut être complété par un PMV sur fourgon mentionnant la distance à la queue de bouchon, si une bande d'arrêt d'urgence permet cette option.



5.3. LES EXIGENCES TECHNIQUES DU DISPOSITIF DE COUPURE

Tous les matériels mis en œuvre dans les fermetures de tunnel sont utilisés sur les réseaux routiers et/ou autoroutiers (hormis le dispositif de coupure par barrières) et répondent à des certifications ou des homologations. Pour les PMV, on doit se référer au guide technique du SETRA de décembre 1994.

Les seuls matériels réellement nouveaux introduits par la fermeture des tunnels sont **les barrières** qui ont une fonction distincte du signal G2 et des exigences techniques, donc des conformations, spécifiques.

5.3.1. BARRIERES

Les barrières utilisées pour les fermetures de tunnels doivent avoir une lisse semblable à celle du signal G2 :

- Alternativement de couleur rouge et blanche,
- Revêtement obligatoirement rétroréfléchissant de classe II.

Les lisses des barrières doivent être, soit pliables (l'aluminium de la barrière se tord en cas de choc avec un véhicule), soit cassantes.

Les matériaux utilisés pour la fabrication des barrières sont, soit de la fibre de verre ou un composite, soit de l'aluminium. Dans ce dernier cas, l'aluminium doit être anodisé (15 à 20 μm) pour résister aux atmosphères corrosives des tunnels lorsque les barrières sont implantées à l'intérieur. Le fût des barrières est constitué de tôle suffisamment protégée (zingage et plusieurs couches de peinture) ou d'inox (316L).

Les barrières sont obligatoirement télécommandées⁹ et manœuvrables localement par les services de secours¹⁰.

Le fût de la barrière doit pouvoir pivoter pour permettre les essais (voir ce paragraphe). Le pivotement du fût doit amener la lisse en position parallèle à la chaussée, autorisant son abaissement, à pleine charge, testé à partir du système de gestion technique centralisée de l'ouvrage (GTC) et sans perturber le trafic.

Le dimensionnement des barrières (notamment la prise en compte de l'impact du vent sur la lisse) doit être fait en appliquant les règles habituelles retenues pour la mise en œuvre d'équipements de signalisation.

Photo de l'accès au Pont de Normandie

Barrière de 12 m calculée pour une vitesse de vent de 180 km/h.



La fixation des barrières à l'extérieur nécessite la création d'un massif en béton armé de bonnes dimensions (environ 500 x 500 x 1000 mm). Cette réalisation n'est pas toujours possible, en particulier sur des tabliers de ponts ou s'il y a un système d'évacuation d'eau proche. Il convient de prendre en compte ces contraintes en utilisant une barrière plus grande ou en décalant l'ensemble du dispositif de coupure.

Les barrières peuvent être soit levantes soit pivotantes. Ce dernier mode de fonctionnement peut être adopté pour des barrières en tunnel lorsque le profil en travers (voûte par exemple) ne permet pas de maintenir une lisse verticalement. La lisse est alors rabattue contre le pignon en position ouverte.



Barrière levante



Barrière pivotante

⁹ Paragraphe 3.7.2 de la circulaire 2000-63

¹⁰ Voir chapitre "Commandes"

Les barrières sont munies de contacts permettant le retour d'informations à la GTC.¹¹



Afin de protéger les usagers engagés sous la barrière, celle-ci doit être munie d'un système (boucle magnétique, faisceau optique ou à ultra-sons) bloquant la descente si l'espace sous la lisse est occupé. D'autres systèmes, tels que des limiteurs de couple, permettent aussi d'arrêter le mouvement de la barrière si la lisse rencontre un obstacle pendant sa manœuvre.

Tunnel du Lioran – DDE 15

Une boucle sous la barrière interdit la descente en présence d'un véhicule.

Il est important que la barrière continue son mouvement (montée ou descente) après avoir été bloquée.

5.3.2. ALIMENTATION ELECTRIQUE

La circulaire 2000-63 précise, paragraphe 3.1.1, que les barrières de fermeture du tunnel et les dispositifs de signalisation font partie des équipements de sécurité devant bénéficier d'une alimentation sans coupure. Cette disposition s'applique donc à l'ensemble du dispositif de fermeture d'un tunnel.

Les ordres de commande des barrières (ouverture / fermeture) doivent être de type "maintenu" et non pas "impulsionnel". Ceci a pour but essentiel d'éviter que des ordres fugitifs (pannes, surtensions dues à des phénomènes atmosphériques, ...) ne viennent perturber le fonctionnement des barrières. On peut imaginer aisément les conséquences que pourrait avoir la fermeture inopinée d'une barrière sur autoroute.

C'est aussi une sécurité vis-à-vis de l'utilisateur : sur un ordre de fermeture par exemple, une barrière continuera à se fermer même si elle a été momentanément arrêtée dans son mouvement (par un véhicule bloqué).

La puissance électrique nécessaire pour assurer le fonctionnement d'une barrière est assez faible. En effet, les mécanismes actionnant les barrières sont généralement munis de contre-poids ou de systèmes à ressort et de réducteurs permettant de limiter les efforts du moteur qui actionne la lisse, ce qui limite fortement la puissance consommée par le moto-réducteur. De plus, la consommation du système électronique de commande est très faible.

En excluant le renforcement lumineux, la puissance électrique à fournir pour alimenter une barrière est de ¹²:

- 0,3 kW pour une lisse de moins de 5 mètres de longueur,
- 0,6 kW pour une lisse de 5 à 12 mètres de longueur.

¹¹ Voir chapitre "Commandes"

¹² Valeurs fournies par des constructeurs

Pour chaque barrière il convient donc de disposer :

- D'un câble de type U1000 RO2V pour l'alimentation en puissance,
- D'un câble de type multipaires pour la télécommande et le report des informations d'état.

5.3.3. COMMANDES ET RETOURS D'INFORMATIONS

L'ensemble du dispositif de coupure doit être télécommandé depuis une GTC pour les tunnels surveillés de degré de permanence et de surveillance D3 ou D4.

En outre, la circulaire 2000-63 précise au paragraphe 3.7.2 que :

"En l'absence de surveillance permanente (degrés D1, D2 ou D3), il doit être prévu un boîtier de commande prioritaire de la signalisation à la disposition des forces de police en cas de besoin. Celui-ci est installé en principe du côté droit dans le sens entrant ou du côté de la bande d'arrêt d'urgence, s'il en existe une, au niveau des têtes ou à proximité immédiate."

Les barrières pour la fermeture d'urgence ne sont implantées que pour un degré D3 ou D4. Dans le cas d'un degré D3, la circulaire impose la mise en place d'une commande locale. Lorsque l'ouvrage est de niveau D4 la même disposition peut être retenue. En effet, les secours arrivant sur place disposeront ainsi d'une commande locale de la barrière permettant son ouverture.

La commande locale peut être une "clé pompiers" ou une télécommande n'autorisant qu'une manœuvre temporaire.

L'usage d'une manivelle qui reste en permanence sur la barrière n'est pas recommandé (voir photo ci-contre).



Lors d'essais, on peut parfois être amené à faire pivoter le fût de la barrière. Pour éviter de laisser la barrière dans cette position à la fin des essais, un contact "pivotement" est nécessaire.

Les informations suivantes doivent être disponibles sous une forme compatible avec le système de GTC de l'ouvrage :

- Position de la barrière (ouverte ou fermée) ;
- Prise de commande locale ;
- Ensemble pivoté.

D'autres informations (fréquemment proposées par les constructeurs) peuvent être souhaitées par l'exploitant du système. On peut alors avoir :

- Une synthèse des défauts (Surcharge, Court-circuit, Absence de tension) ;

- Un défaut d'allumage des feux (d'alerte R2 et/ou d'arrêt R24) ;
- Un défaut de sonnerie ;
- Une information sur la rupture de la lisse.

Les feux de signalisation peuvent posséder un retour d'information de l'allumage et de l'extinction effectifs basé sur la consommation du signal.

5.3.4. MAINTENANCE

La maintenance des systèmes, autres que les barrières, ne fait pas l'objet de ce document. L'entretien des signaux fait l'objet de l'article 18 de l'Instruction Interministérielle sur la signalisation routière (Généralités).

La maintenance des barrières se réduit aux prescriptions fournies par le constructeur (graissage périodique des éléments mécaniques).

On doit veiller aussi à ce que la lisse soit régulièrement nettoyée afin d'en assurer une visibilité correcte, surtout en milieu urbain ou fortement pollué (le revêtement rétroréfléchissant peut être changé en atelier). Le fonctionnement des feux d'alerte R2 et des feux d'arrêt R24 doit être vérifié.

Il convient de prévoir un stock de lisses de rechange.

5.3.5. ESSAIS PERIODIQUES

Comme tous les équipements présents dans un tunnel, le système de fermeture d'urgence est un ensemble qui doit pouvoir fonctionner à tout moment. Cette installation est appelée à être employée parfois moins d'une fois par an. Il convient donc d'en **tester le fonctionnement régulièrement**.

C'est le but des essais périodiques dont la fréquence est déterminée par l'environnement (agressivité de l'atmosphère, force du vent, etc.).

Afin d'effectuer des essais sans perturber le trafic, on peut procéder de la manière suivante :

- Pour les barrières levantes, on effectue des essais avec la lisse en place après avoir fait pivoter l'ensemble ;
- Pour les barrières pivotantes, ou à défaut de place dans la section courante des tunnels, on peut enlever la lisse et la remplacer par un système de ressort simulant le couple à apporter pour la manœuvre. Un système mécanique simple assure un verrouillage de telle sorte que la barrière ne puisse pas rester en position pivotée. A défaut, un retour d'alarme de cette position doit être fait à la GTC.

5.4. IMPLANTATION DU DISPOSITIF DE COUPURE

5.4.1. FERMETURE AUX TÊTES

La position du dispositif de coupure par rapport à la tête d'un tunnel est précisée dans la circulaire 2000-63¹³: "...une cinquantaine de mètres, distance à adapter en fonction des contraintes du site (visibilité de la signalisation à l'approche, visibilité de la tête de tunnel depuis le point d'arrêt, etc.)". La distance d'implantation d'un dispositif d'arrêt résulte d'un compromis entre plusieurs éléments :

- D'une part, il paraît judicieux d'arrêter des véhicules au plus près d'une tête de tunnel. En effet, la fermeture a pour but de limiter le nombre des véhicules qui pourraient entrer dans l'ouvrage alors que celui-ci est rendu dangereux suite à un accident ou un incendie. Ceci est moins vrai lorsque la vitesse des véhicules est élevée, car le nombre de véhicules supplémentaires arrêtés sera faible si on recule la barrière de 100 m par exemple, en raison du peu de véhicules en circulation sur une telle longueur.

La proximité entre le système de coupure et la tête permet aussi aux usagers arrêtés de mieux comprendre le pourquoi de la fermeture et donc, de mieux la respecter. Rappelons qu'il est obligatoire d'assurer, pendant le maintien à l'arrêt, une information par PMV et messages radio éventuels si le tunnel est surveillé.

- D'autre part, la distance doit être suffisante pour permettre aux secours de disposer d'un emplacement pour manœuvrer et pour établir un poste de commandement, voire un hôpital de campagne. Une distance plus grande permet en outre une dilution des fumées qui pourraient sortir d'un ouvrage dans lequel sévit un incendie : on évite ainsi de soumettre les usagers à des fumées toxiques.

Augmenter la distance permet aussi d'éviter l'effet canon d'une explosion en tunnel. Mais l'instruction technique traite ce cas en doublant le dispositif lorsque les marchandises dangereuses sont autorisées dans le tunnel et qu'une seconde coupure peut être implantée au niveau d'un carrefour ou d'un échangeur (§ 7.3.3) :

« Pour les tunnels de plus de 800 m surveillés en permanence ou non (degrés D3 ou D4 de permanence et surveillance définis au paragraphe 5.1.1), des dispositifs de signalisation, d'information et de fermeture physique sont prévus au paragraphe 3.7.2 afin d'interdire l'accès à l'ouvrage en cas de besoin. Chaque fois qu'un point particulier de l'itinéraire (carrefour, échangeur, etc.) rend cette disposition réaliste, ceux-ci seront complétés par des dispositifs similaires placés 500 m au moins en avant de la tête, de façon à mettre les usagers autant que possible à l'abri des effets d'un accident grave survenant dans le tunnel (explosion, relâchement de gaz toxique notamment). »

D'autres considérations font que la distance entre le dispositif de fermeture et la tête du tunnel est éminemment variable (dans une mesure raisonnable, un ordre d'idée étant de 20 à 150 m). On peut citer, sans être exhaustif :

- La présence d'un convergent proche de l'entrée principale : on peut alors barrer l'accès secondaire et l'accès principal séparément ou faire une coupure commune ;
- La présence à l'air libre d'une sortie relativement proche avant l'entrée : on souhaite cumuler la coupure avec la déviation de l'itinéraire ;

¹³ Cette distance d'une cinquantaine de mètres a été approuvée par la Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles (DDSC) du ministère de l'Intérieur, autorité de tutelle des pompiers.

- La présence d'un ouvrage ne permettant pas l'implantation d'une coupure physique : entre 2 murs (isolation phonique par exemple), il convient de réaliser des niches pour loger les barrières,
- Sur un pont où l'épaisseur insuffisante du tablier ne permet pas d'ancrer les barrières, etc.

Toutes les situations sont à étudier au cas par cas et en concertation avec différents partenaires. Certains services de pompiers, par exemple, voudront disposer de plus de place à l'extérieur d'un tunnel en fonction de leurs matériels, d'autres préféreront une coupure n'ayant laissé entrer que peu de véhicules.



Tunnel de Saorge – DDE 06

Les barrières mises pour fermer ce tunnel ont été décalées à cause de la présence de plusieurs ouvrages d'art successifs.

Le fût de la barrière ne doit pas constituer un obstacle dangereux sur le bas coté de la chaussée.

La meilleure solution est une embase fusible ; à défaut, il convient de protéger le fût de la barrière, la lisse en position ouverte et le PMV d'information en les plaçant suffisamment éloignés du bord de la chaussée. Lorsque cela est possible, une distance d'un mètre entre le fût et le bord de la chaussée est souhaitable. Une autre solution, pour protéger le fût contre les chocs, consiste à le placer derrière une glissière.

Si des barrières sont utilisées en section courante de tunnel, on doit, si possible, mettre le fût et la barrière dans un renforcement, en faisant coïncider l'emplacement du dispositif de coupure avec un emplacement d'arrêt d'urgence par exemple. Là aussi, il convient de protéger le fût par un dispositif adapté.

5.4.2. COUPURES A L'INTERIEUR DU TUNNEL

La place disponible pour mettre en place des barrières peut être insuffisante. Il n'est pas possible, comme à l'air libre, de les éloigner du bord de la chaussée ou de les placer derrière des glissières de sécurité. Si l'emplacement n'est pas prévu dès la construction, il faudra alors les implanter à l'extrémité d'un dispositif d'arrêt d'urgence.

Si des barrières levantes sont utilisées, on retiendra des demi-barrières. En effet, en position relevée, le profil en travers ne permet pas l'usage d'une grande lisse. On préférera l'usage de barrières pivotantes qui pourront plus facilement s'escamoter le long du piédroit.

6. SCHEMAS DE DISPOSITIFS RECOMMANDES

Les schémas des pages suivantes concernent des tunnels de plus de 800 m de longueur surveillés en permanence ou non (degré D3 ou D4 au sens de la circulaire n° 2000-63). Ils présentent des dispositifs de :

- Fermeture en têtes (avec barrières) qui font appel à la notion de dispositif normal et de dispositif allégé¹⁴,
- Coupure à l'intérieur du tunnel.

Le dispositif normal est la règle mais un dispositif allégé peut être admis dans certains cas. Il s'agit alors d'un compromis entre l'efficacité de la signalisation d'une part, et son coût ou sa difficulté de mise en place, d'autre part.

Ce compromis peut aussi se justifier en cas de contraintes de place pour implanter le dispositif normal ou d'autres contraintes techniques.

Comme indiqué précédemment (§ 4.2) la fermeture d'un tunnel peut découler d'une des trois situations suivantes :

- Urgence (incendie ou accident grave),
- Intervention programmée (lavage ou entretien),
- Intervention non-programmée qui, toutefois, ne présente pas un caractère d'urgence extrême (incident ou panne) ; celle-ci est traitée ci-après en même temps que l'intervention d'urgence.

Chaque schéma présenté possède une partie commentaire expliquant les particularités rencontrées.

Étant donné que les tunnels sont très souvent des cas particuliers quant à la configuration des accès, la succession d'ouvrages, etc., chaque dispositif de fermeture devra faire l'objet d'une **étude particulière** intégrant les conditions de trafic et associant tous les intervenants (exploitant, services de secours, forces de l'ordre, etc.). A ce titre, les schémas proposés doivent servir d'exemple mais leur rigidité n'est pas absolue. Par exemple, les indications de distance qui apparaissent sont à moduler en fonction des spécificités et des contraintes de chaque ouvrage. En particulier, la distance de 50 m, choisie pour l'implantation du dispositif de coupure, est une indication moyenne (voir § 5.4.1)

6.1. FERMETURE NON PROGRAMMEE

6.1.1. *FERMETURE AUX TETES*

Rappelons que lorsqu'une fermeture physique, avec une barrière, est mise en œuvre à l'entrée d'un tunnel, elle rend nécessaire dans les tunnels surveillés suffisamment longs :

- La présence d'une signalisation en amont afin d'anticiper des réactions brutales et éviter des sur-accidents,
- Un système d'information destiné à l'usager pour éviter qu'il ne perde patience,
- Des dispositions pour gérer la queue de bouchon.

¹⁴ cf. Guide sur l'expérimentation des coupures d'autoroutes

La fermeture d'un tunnel ne peut pas toujours répondre à des règles strictes. Il convient d'examiner en particulier, la présence d'accès à proximité de l'ouvrage, voire à l'intérieur de celui-ci. Dans tous les cas, une bonne implantation d'un dispositif de fermeture est le résultat de la concertation entre les différents intervenants (bureau d'étude, gestionnaire de la voie, forces de police, pompiers, SMUR, ...).

Les procédures d'exploitation relatives aux différentes fermetures doivent être rédigées en prenant en compte le trafic qui se révèle soudainement bloqué en cas de situation d'urgence ou dévié de son itinéraire habituel en situation d'entretien ; elles doivent notamment définir les conditions d'accès de l'exploitant et des services de secours ainsi que la mise en place (si nécessaire) d'un itinéraire de délestage.

Il importe de noter aussi les points suivants :

- La fermeture d'urgence d'un tunnel bidirectionnel à une voie par sens se fait obligatoirement dans les deux sens.
- La présence d'une sortie à l'amont immédiat permet le détournement du trafic et le dispositif de coupure se fait alors au droit de la sortie. Cependant si la distance de la tête du tunnel à cette sortie est importante, on peut laisser passer un nombre non négligeable de véhicules. Cette situation conduit à mettre en place deux dispositifs de fermeture : l'un au droit du tunnel et l'autre au droit de la sortie.
- Une succession d'ouvrages est généralement considérée du point de vue de la présignalisation comme un seul et même ouvrage. Par exemple, un viaduc précédant un tunnel doit être examiné, du point de vue de la fermeture, comme le prolongement du tunnel. Cette disposition conduit à fermer en amont du viaduc et à répéter cette fermeture en tête si l'interdistance entre les deux est trop grande.
- Lorsque les dispositifs d'arrêt sont doublés pour interdire l'accès à un ouvrage, dans le cas d'une sortie en amont permettant un dégagement de l'itinéraire par exemple, il n'est pas nécessaire que le premier dispositif soit muni de barrières.

6.1.1.1 - Tunnels unidirectionnels

Lors d'une fermeture d'urgence on peut choisir de fermer ou non les deux tubes de l'ouvrage. Si on choisit de fermer les deux tubes, la fermeture du tube qui n'est pas celui dans lequel l'incendie (ou l'accident grave) a été détecté ne doit pas se faire trop brutalement.

La fermeture "simultanée" des deux tubes est envisageable dans des ouvrages qui disposent de galeries inter-tubes ; les usagers, bloqués dans un des tubes par un accident ou un incendie, sont invités à utiliser l'autre tube et il est préférable qu'ils ne débouchent pas, à pied, dans un tunnel circulé. En outre, le tube non concerné par l'incendie (ou l'accident) peut alors servir d'accès aux secours.

Trois schémas sont présentés ci après. Le premier est celui d'une fermeture d'urgence d'un ouvrage qui dispose d'une interruption du terre-plein central (ITPC) située à moins d'une centaine de mètres de l'entrée. Rappelons à ce propos que l'instruction technique prévoit (§ 2.3.2) que « *pour les tunnels à deux tubes, un aménagement permettant aux véhicules de secours de passer d'une chaussée à l'autre sera prévu à l'extérieur à proximité de chaque tête* ». Lorsque toutefois l'ITPC est plus éloignée (entre 100 et 300 m environ – en cas d'impossibilité technique de l'implanter plus près) il convient de mettre en place deux dispositifs de fermeture :

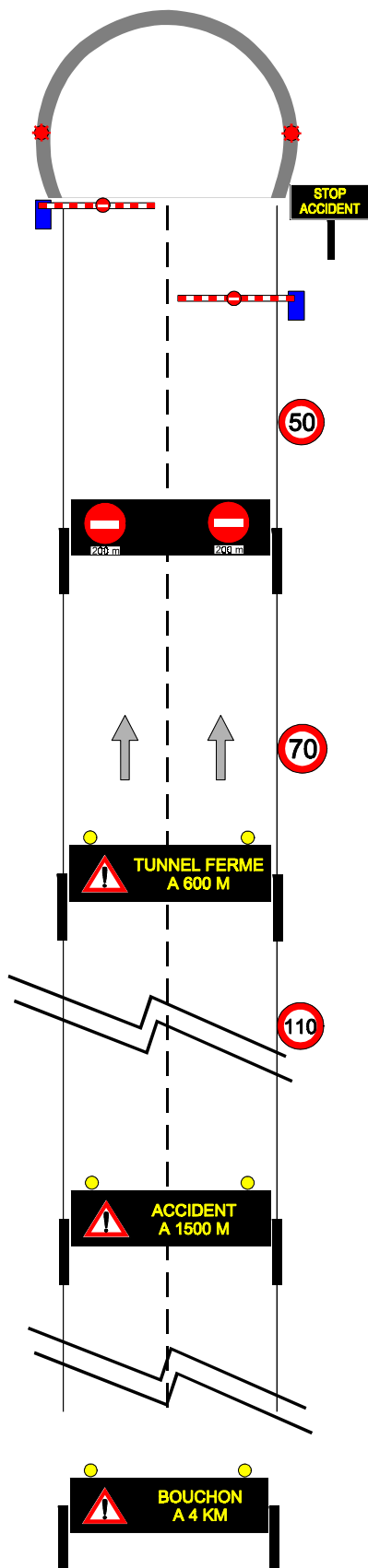
- Un juste après l'ITPC (dans le sens de circulation),
- Un à une cinquantaine de mètres de l'entrée de l'ouvrage.

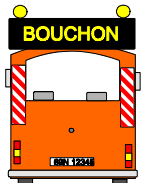
Le second schéma traite lui aussi une fermeture d'urgence mais il présente un dispositif allégé.

Le troisième est établi en reprenant les équipements qui apparaissent dans le premier mais avec une séquence adaptée au cas d'une fermeture non-programmée ne présentant pas un caractère d'urgence (cas d'un obstacle sur voie de droite ¹⁵). On neutralise automatiquement une voie en utilisant une partie du dispositif de fermeture d'urgence.

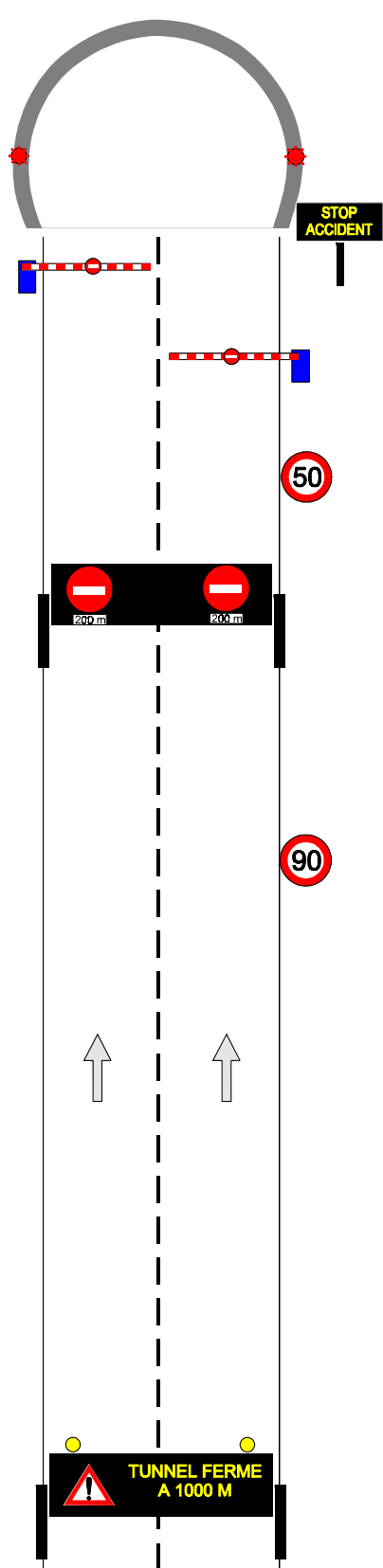
¹⁵ Il peut s'agir d'un véhicule en panne ou d'objets plus ou moins volumineux présents sur la chaussée considérée.

Fermeture dynamique (ITPC à moins de 100 m de l'entrée)



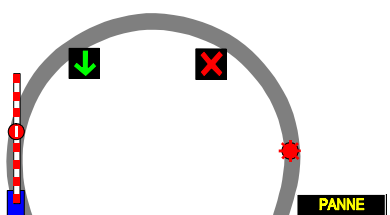
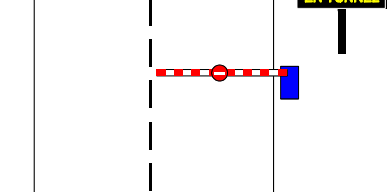
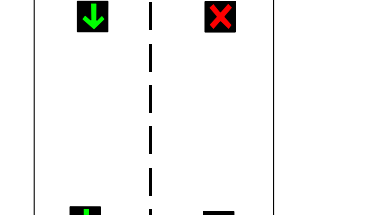
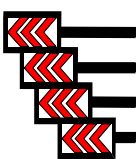
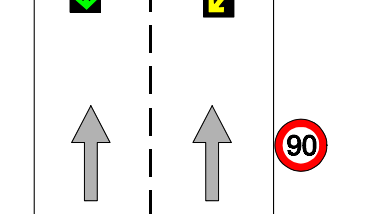
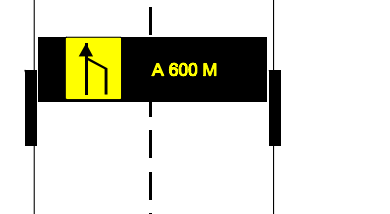
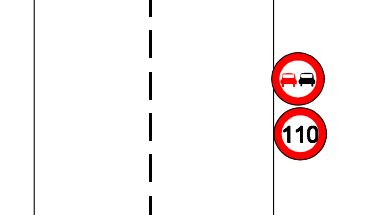
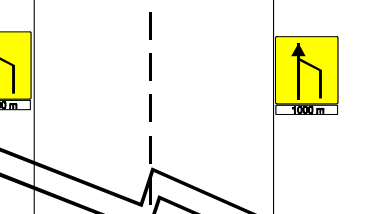
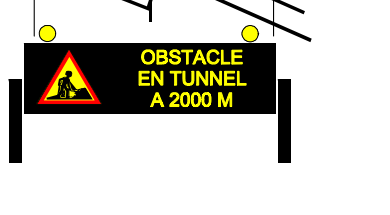
D (m)	Dispositifs optionnels	Commentaires
0	 feux d'alerte sur barrière 	Le signal B1 peut être placé en rive ou au-dessus des voies.
50	  	Si l'itinéraire est équipé de feux d'affectation de voies, les feux de tête seront mis en position allumés croix rouge de Saint-André R21a, à partir de la tête de l'ouvrage, dès les premiers instants de la coupure.
100	Le signal B14 "50 km/h" peut être répété à gauche (conseillé)	La sonnerie est facultative en environnement sensible.
200		S'il existe une deuxième ligne de SAV en amont, ils doivent être éteints dans cette situation.
600	Le signal B14 "90 km/h" peut être répété à gauche (conseillé)	Les limitations de vitesse sont normalement faites par paliers de 20 km/h. Il est cependant envisageable de faire des paliers de 40 km/h (à titre dérogatoire).
>1000	Le signal B14 "110 km/h" peut être répété à gauche (conseillé)	
à x km	ou fourgon mobile 	

Fermeture dynamique – Dispositif allégé



D (m)	Dispositifs optionnels	Commentaires
0	 feux d'alerte sur barrière	Le signal B1 peut être placé en rive ou au-dessus des voies.
50	 	Si l'itinéraire est équipé de feux d'affectation de voies, ils seront mis en position allumés croix rouge de Saint-André R21a à partir de la tête de tunnel dès les premiers instants de la coupure.
100	Le signal B14 "50 km/h" peut être répété à gauche (conseillé)	La sonnerie est facultative en environnement sensible.
200		S'il existe une deuxième ligne de SAV en amont, ils doivent être éteints dans cette situation.
500		
600		Si le PMV à 1000 m n'existe pas ou s'il n'y a pas de fourgon mobile ou si la présignalisation est située à plus de 3000 m du tunnel un PMV peut être implanté
1000 environ	ou un fourgon mobile s'il existe et s'il a pu se porter vers l'accès du tunnel	Distance de 1000 à 3000 m L'un de ces dispositifs existe si le PMV à 600 m n'existe pas.

Neutralisation dynamique de voie

	D (m)	Dispositifs optionnels	Commentaires
	0	 feux d'alerte sur barrière	Le PMV indiquera Travaux pour un entretien et Accident si la voie est neutralisée par un véhicule.
			La sonnerie est facultative en environnement sensible.
	100		Un balisage par K5a  sera posé dès que possible.
	400		Les Bra sont envisageables pour les tunnels à fort trafic lorsque les conditions de pose d'un biseau traditionnel sont difficiles ou lorsque l'urgence est incompatible avec le délai d'intervention d'une équipe. On notera que les Bra ne dispensent pas de mettre un balisage traditionnel.
	500	le signal B14 "90 km/h" peut être répété à gauche (conseillé)	
	600		Les lignes de feux d'affectation de voies sont normalement espacées de 200 à 400 m. Il est préférable que la neutralisation couvre l'ensemble du tunnel.
	800	Les signaux B3 et B14 "110 km/h" peuvent être répétés à gauche (conseillé)	
	1000		
	>1000		

6.1.1.2 - Tunnels bidirectionnels

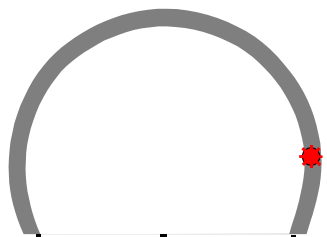
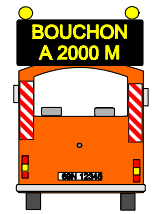
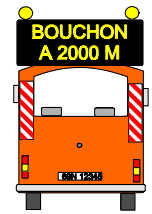
On convient d'appeler tunnel bidirectionnel, au sens de la gestion du trafic et de sa coupure, un tunnel à chaussées non séparées autrement que par un marquage au sol.

Dans un tunnel bidirectionnel à une voie par sens, lors d'une **fermeture d'urgence**, il est obligatoire de **fermer les deux sens de circulation** en activant simultanément les dispositifs implantés sur les accès.

Dans le cas d'une fermeture non-programmée ne présentant pas un caractère d'urgence, (obstacle sur un sens de circulation par exemple), il convient aussi de fermer chaque accès mais la fermeture du sens de circulation qui n'est pas perturbé peut se faire de manière moins brutale.

Un schéma d'une fermeture d'urgence est présenté ci-après. Les équipements qui apparaissent peuvent aussi être utilisés dans le cas d'une fermeture non-programmée ne présentant pas un caractère d'urgence (cas d'un obstacle sur voie) avec une séquence différente (messages adaptés à la nature de la fermeture, activation du dispositif plus étalée dans le temps).

Fermeture dynamique

	D (m)	Dispositifs optionnels	Commentaires
	0		Le signal B1 peut être placé en rive.
	50		Si l'itinéraire a plusieurs voies par sens de circulation, les feux seront allumés croix rouge de Saint-André R21a dès les premiers instants de la coupure.
	100		La sonnerie est facultative en environnement sensible.
	200		Le feu R24 peut être répété à gauche par visibilité médiocre (dérogatoire).
	500		
	600	S'il existe un accotement utilisable par un véhicule de signalisation	
			

6.1.1.3 – Cas particuliers des accès complexes

En milieu urbain¹⁶, compte tenu de la densité de trafic, il est impératif d'associer à la procédure de fermeture un plan de circulation préétabli. Ce plan peut être couplé avec les plans de feux, des PMV d'informations, les radios locales, etc. Il est important d'agir rapidement pour maintenir un accès correct aux services de secours. Ils doivent être associés dans la mise au point de la procédure de fermeture et de choix d'itinéraires alternatifs.

Comme dans les cas examinés précédemment, le dispositif de coupure se fait au plus près de la tête du tunnel, de façon à arrêter un maximum de véhicules en cas de fermeture d'urgence.

Si plusieurs entrées sont proches des têtes de l'ouvrage, on peut réaliser une fermeture sur ces entrées. De même, si des sorties sont proches des têtes de l'ouvrage, on peut réaliser une fermeture au droit de ces sorties pour organiser une évacuation naturelle des usagers. Si la distance entre ces dispositifs et la tête du tunnel conduit à ce qu'un nombre trop important de véhicules franchissent le premier barrage, on doit répéter ce dispositif de coupure avant la tête de l'ouvrage.

Le dispositif de coupure peut être composé de feux R24 seuls ou de feux R24 accompagnés de barrières. Pour des raisons de commodité, les schémas ci-après illustrent cette seconde option



Un tunnel urbain : Tunnel Jenner au Havre (Tête nord)

¹⁶ Les tunnels à congestion récurrente ne sont pas traités (cf. Chapitre Champ d'application)

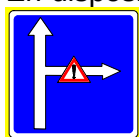
En ce qui concerne la présignalisation, il faut considérer 2 cas :

Les accès ne sont pas dans l'axe des têtes du tunnel :

On doit alors essayer de présignaliser dans les rues adjacentes la présence de barrières par un

panneau à message variable du type B2a  ou B2b  suivant le cas accompagné d'un panneau "TUNNEL FERME". Comme les voies d'accès à l'ouvrage peuvent former un angle avec celui-ci, la présignalisation a alors pour but de prévenir un usager qu'il peut trouver une barrière fermée à quelques mètres devant lui alors qu'il ne voit pas encore l'entrée de l'ouvrage.

En dispositif allégé, on peut présignaliser le dispositif de coupure par des panneaux fixes C24c



Si l'entrée du tunnel se fait par un rond-point, on peut alors utiliser cette présignalisation allégée.

L'évacuation des usagers sur le rond-point doit alors se faire par un autre accès.



Photo de la Tête Tarragnoz du tunnel de la Citadelle à Besançon

Les accès sont dans l'axe des têtes du tunnel :

On se rapproche alors des schémas proposés précédemment pour des tunnels uni ou bidirectionnels.

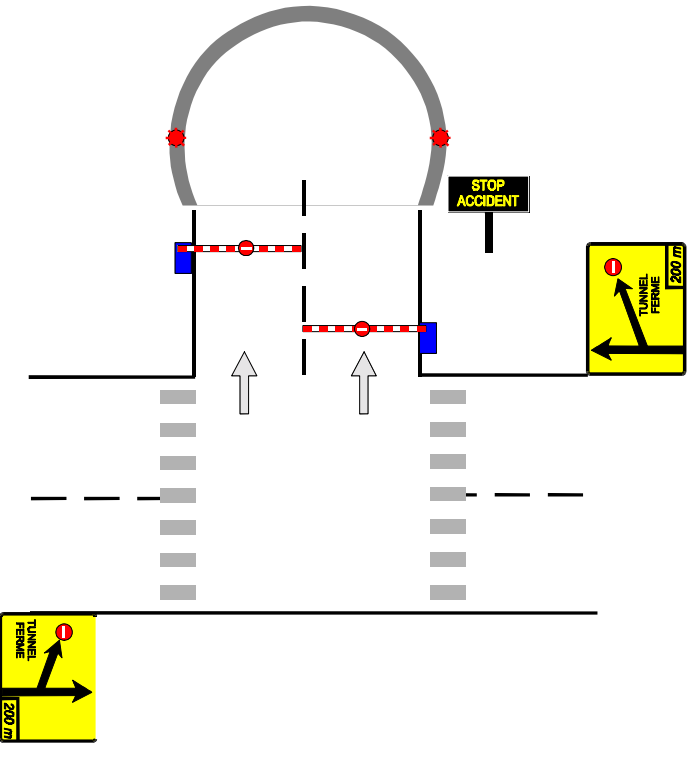
La présignalisation est allégée pour tenir compte de la vitesse autorisée sur les accès à l'ouvrage.

En cas de visibilité médiocre, les panneaux de présignalisation peuvent aussi être doublés à gauche de la chaussée.



Photo de la tête est du tunnel de l'Étoile à Strasbourg.

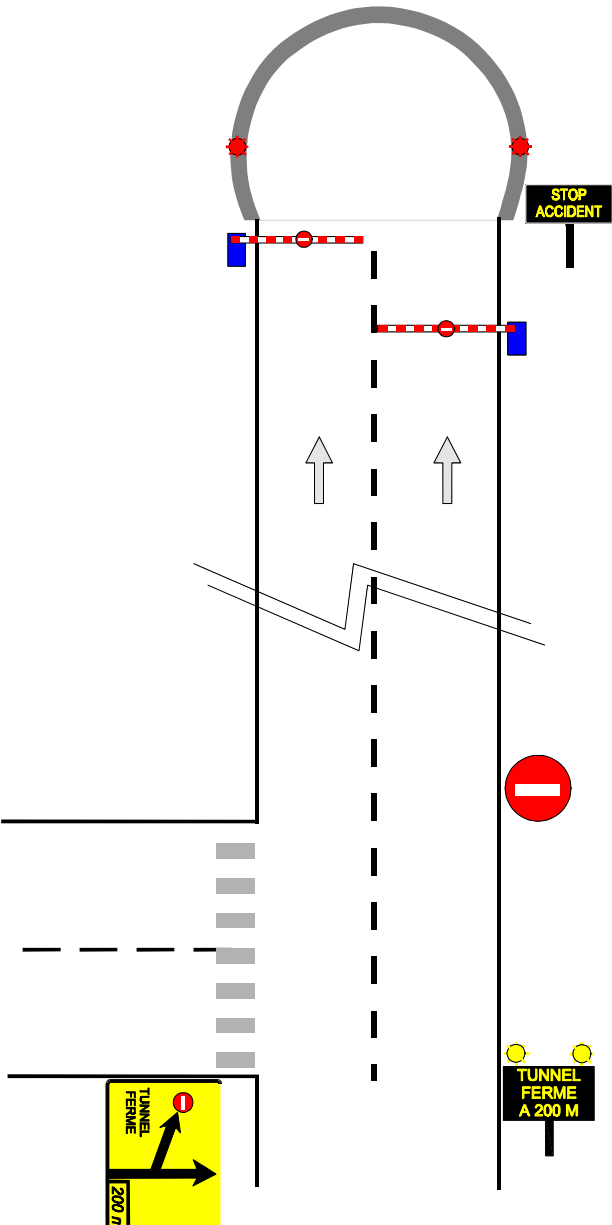
Les accès ne sont pas tous dans l'axe du tunnel

D (m)	Dispositifs optionnels	Commentaires
	PMV B1 sur un portique en tête feux d'alerte sur barrière et sur les PMV KD42 	En milieu urbain, la barrière est disposée au plus près de la tête de l'ouvrage. La sonnerie devra être arrêtée durant les essais. Le fonctionnement des PMV KD42 est simultanée avec la fermeture.



*Tranchée couverte Vivier Merle à Lyon,
les accès ne sont pas tous dans l'axe du tunnel.*

Les accès sont dans l'axe du tunnel

	D (m)	Dispositifs optionnels	Commentaires
	0	PMV B1 sur un portique en tête  feux d'alerte sur barrière 	En milieu urbain, la barrière est disposée au plus près de la tête de l'ouvrage. La sonnerie devra être arrêtée en milieu urbain pendant les essais.
	50	En unidirectionnel, les panneaux peuvent être répétés à gauche.	
	suivant les accès	 Feux d'alerte sur KD42	Si des accès riverains sont possibles entre l'entrée de l'ouvrage et l'intersection, il peut être envisageable de doubler les barrières au niveau de l'intersection.

6.1.2. COUPURES A L'INTERIEUR DU TUNNEL

Rappelons que les dispositifs de coupure en section courante de tunnel équipent les ouvrages mentionnés au paragraphe 3.7.2 de la circulaire 2000-63 :

« A l'intérieur des tunnels de plus de 1000 m de longueur surveillés en permanence ou non (degrés D3 ou D4 de permanence et surveillance), des feux seront placés tous les 800 m environ afin de faire arrêter les usagers circulant dans le tunnel au moment où l'alarme est reçue. Chaque feu sera associé à un panneau à message variable permettant d'informer les usagers des raisons de l'arrêt. »

Les inter-distances indiquées sont approximatives. On doit déterminer le nombre de dispositifs de coupure en fonction d'un pas de 800 mètres environ, puis les répartir aussi régulièrement que possible dans l'ouvrage.

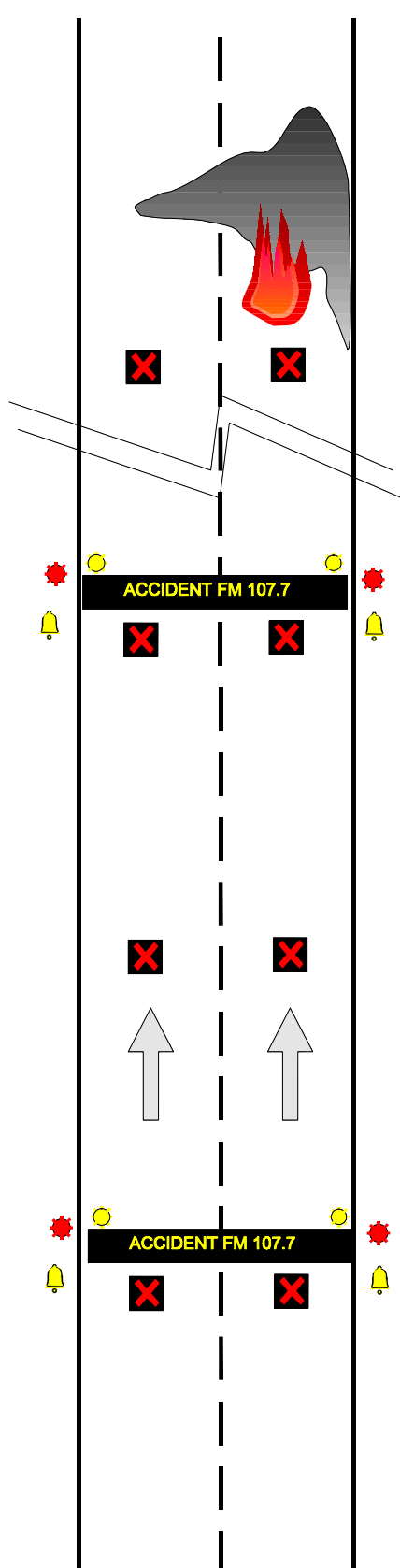
Des barrières peuvent être employées en section courante pour compléter le dispositif réglementaire et matérialiser l'arrêt. Ces barrières doivent permettre de bloquer le flux de circulation qui progresse vers l'incendie tout en autorisant le passage des services de secours.

Dans un tunnel à deux tubes unidirectionnels, pour ce qui concerne le tube dans lequel se situe l'incident, il convient d'arrêter uniquement les usagers qui vont vers l'incident ; les dispositifs de coupure en aval de l'incident par rapport au sens de circulation ne doivent pas être activés. Lorsqu'on veut fermer l'autre tube, il convient de le faire en tête, sauf cas particulier, et de ne pas activer les dispositifs de coupure intérieurs pour ne pas gêner la sortie des usagers.

Dans un tunnel bidirectionnel il convient de stopper tous les usagers qui vont vers l'incident et seulement ceux-ci ; pour chaque sens de circulation on doit donc activer uniquement les dispositifs de coupure situés en amont de l'incident par rapport au sens de circulation.

Deux schémas sont présentés ci après. Le premier concerne un tunnel unidirectionnel avec des dispositifs de coupure qui sont activés en amont de l'incendie. Le second présente les dispositifs d'un tunnel bidirectionnel : la progression des usagers vers le sinistre est stoppée pour chaque sens de circulation.

Dispositifs en tunnel unidirectionnel



Dispositifs optionnels

Commentaires

Les feux R21 à l'aval du sinistre seront éteints.

La sonnerie (ou sirène) restera en fonction jusqu'à la fermeture.

Les feux R21 les plus proches du sinistre et tous ceux en amont sont allumés en croix de St André R21a. (dérogatoire)

Le PMV au-dessus des voies indiquera "Accident FM 107.7" puis, alternativement et si le danger persiste, "Rejoignez un abri". Si le danger n'est pas patent mais que la coupure dure, il affichera "Arrêtez les moteurs".

Les barrières sont fermées en amont du sinistre.

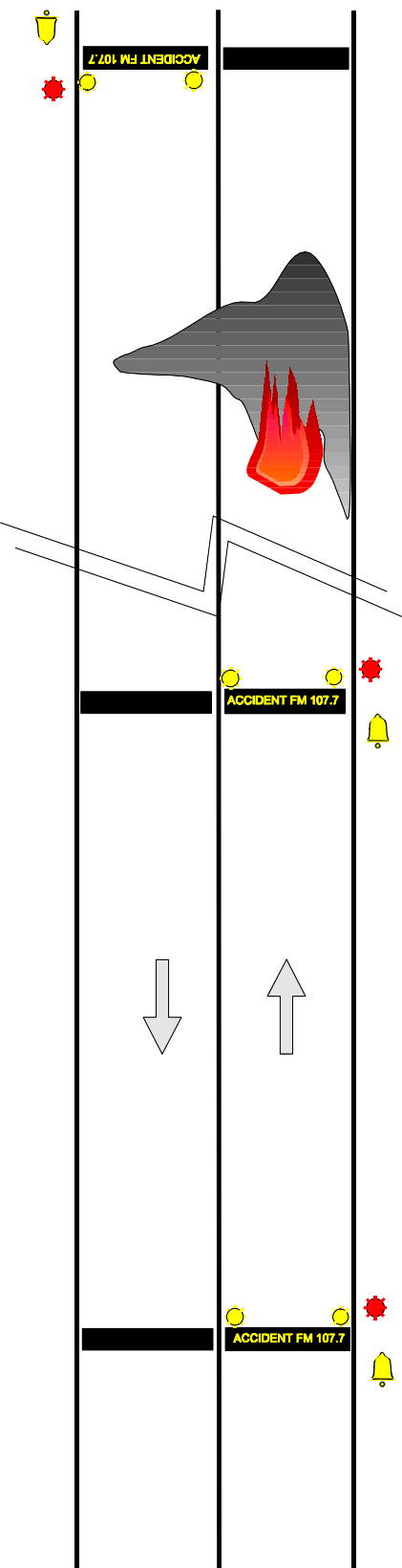
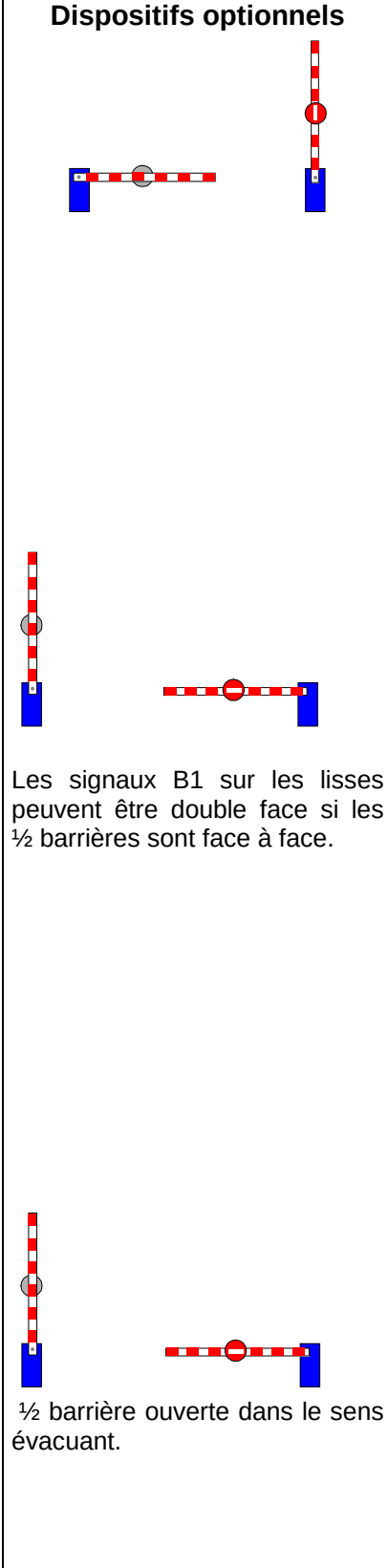
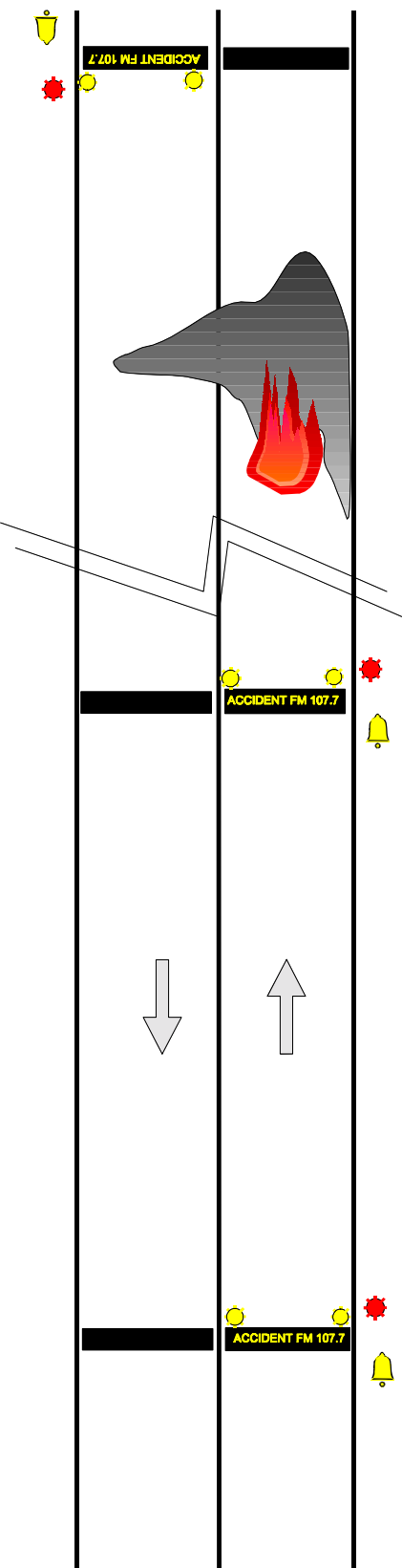
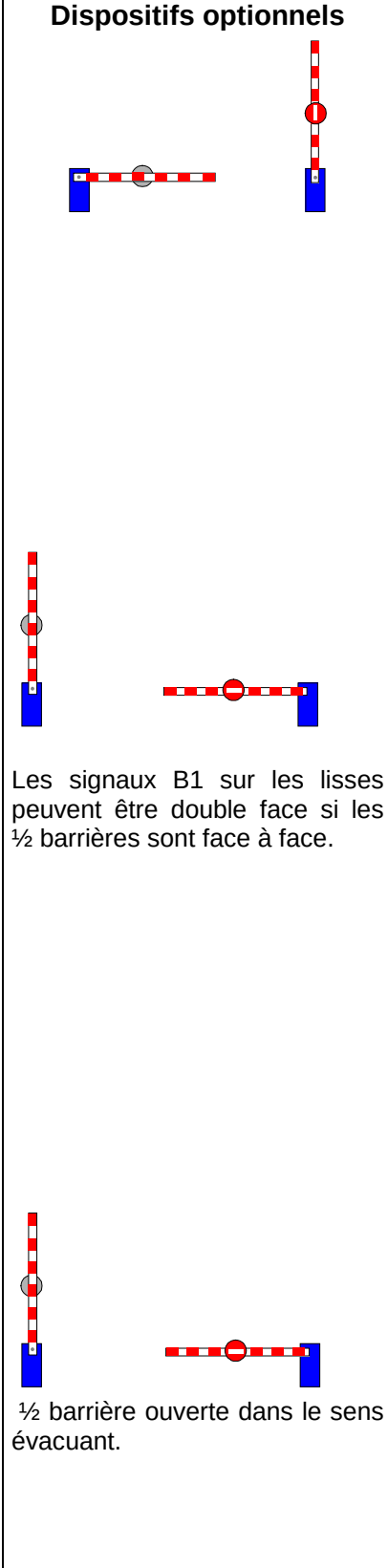
Les barrières sont fermées en amont du sinistre.

On peut présignaler l'allumage des feux R24 dans les cas difficiles. On utilise alors un PMV

de type A17  150 m avant la coupure.

Tous les éventuels dispositifs de fermeture en amont seront activés.

Dispositifs en tunnel bidirectionnel

	Dispositifs optionnels	Commentaires
	 Les signaux B1 sur les lisses peuvent être double face si les $\frac{1}{2}$ barrières sont face à face.	Tous les éventuels dispositifs de fermeture en amont seront activés dans le sens de l'accès au sinistre et ouverts du côté de l'évacuation tant que l'ouvrage ne sera pas évacué. Le PMV fermant la voie indiquera soit "Accident FM 107.7" soit "Incendie FM 107.7", l'autre indiquera "Évacuez" s'il reste des véhicules pouvant le faire, soit "Rejoignez un abri" s'il y a des usagers à pied. Le feu R24 sera éteint dans le sens de l'évacuation. La sonnerie (ou sirène) restera en fonction jusqu'à la fermeture et plus longtemps encore, si le danger est manifeste. Tous les éventuels dispositifs de fermeture en amont seront activés dans le sens de l'accès au sinistre.
	 $\frac{1}{2}$ barrière ouverte dans le sens évacuant.	

6.2. FERMETURE PROGRAMMEE

Rappelons que ce document traite surtout de la fermeture d'urgence, cas de figure qui impose la mise en œuvre d'un dispositif très complet (barrières, panneaux à message variable, ensemble de présignalisation, ...) avec des équipements disposés aux têtes de l'ouvrage et d'autres plus ou moins loin en amont.

Tout ou partie du matériel installé peut être utilisé pour des fermetures programmées.

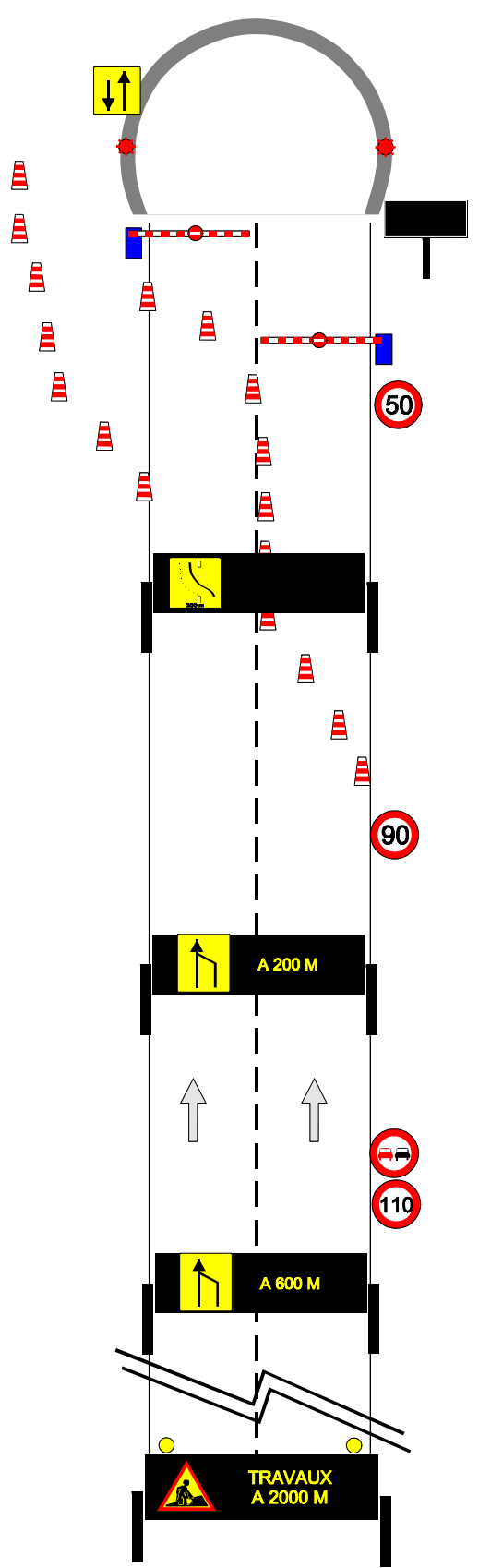
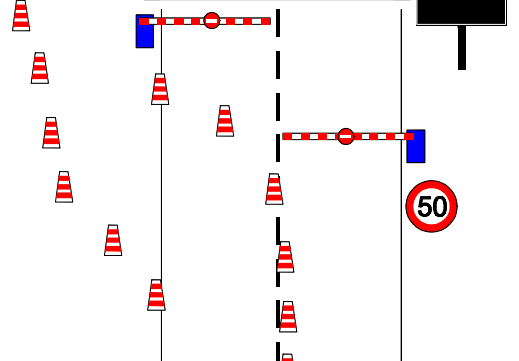
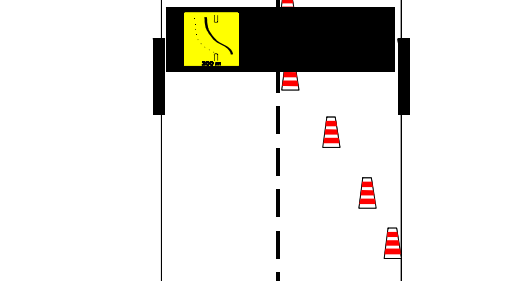
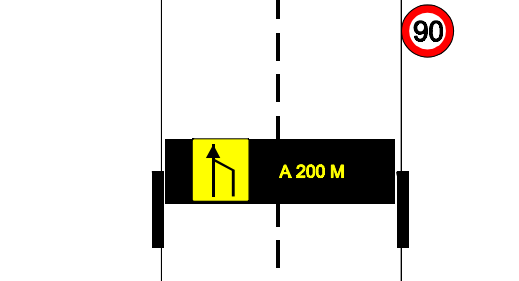
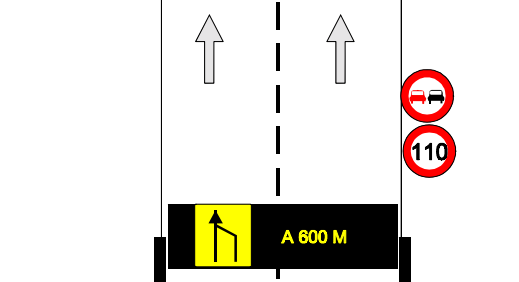
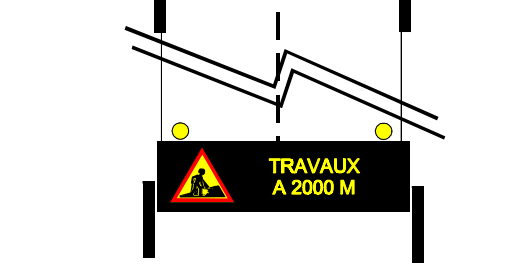
Les mesures d'exploitation ainsi que les conditions de fermetures programmées peuvent être très différentes d'un ouvrage à l'autre. Aussi les schémas qui sont présentés ci-après n'ont pour but que d'illustrer, par des exemples, quels usages peuvent être faits du dispositif de fermeture d'urgence lors d'interventions programmées.

6.2.1. TUNNELS UNIDIRECTIONNELS

Une mesure d'exploitation assez courante dans les tunnels unidirectionnels est le basculement de la circulation d'un tube sur une des voies de l'autre tube : la circulation déviée se fait alors à contresens. C'est le cas pour des lavages ou des entretiens de tunnels, très souvent effectués de nuit : le tube en travaux est alors interdit à la circulation et l'autre est mis en circulation bidirectionnelle. Il est alors tout à fait possible d'utiliser tout ou partie des dispositifs mis en place pour la fermeture d'urgence. Dans ce cas précis le balisage nécessaire pour assurer la circulation bidirectionnelle doit être mis en place **avant** le basculement de la circulation.

Deux schémas sont proposés : un avec un dispositif complet et l'autre avec un dispositif allégé.

Basculement - Dispositif complet -

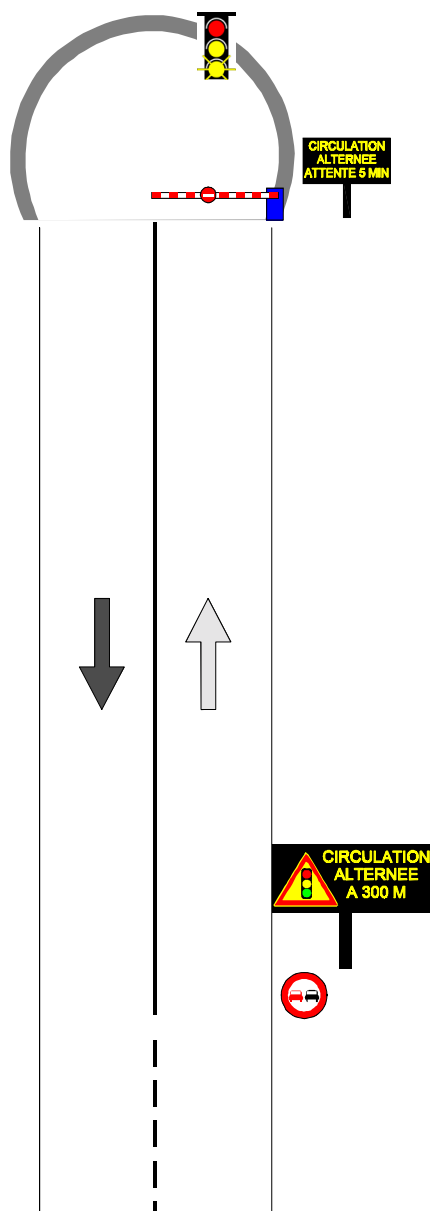
	D (m)	Dispositifs optionnels	Commentaires
	0	  feux d'alerte sur barrière	Le signal B1 peut être placé en rive ou au-dessus des voies.
	100	 Le signal B14 50 km/h peut être répété à gauche	Normalement, on rétablit la vitesse à 90 km/h après le franchissement du TPC. La sonnerie est facultative en environnement sensible. Le balisage de séparation
	200	Le signal KD8 de changement de chaussée peut être accompagné du texte "sur x km"	des flux par K5a  dans le tube à double sens doit absolument être réalisé <u>avant</u> la mise en service du basculement. Les seuls SAV ne suffisent pas.
	500	Le signal B14 90 km/h peut être répété à gauche (conseillé)	
	600	Les signaux B3 et B14 peuvent être répétés à gauche (conseillé)	
	800		
	1000		
	> 1000		

[illegible]40

6.2.2. TUNNELS BIDIRECTIONNELS

Dans le cas d'un tunnel bidirectionnel à une voie par sens, la fermeture programmée d'une voie peut nécessiter un alternat, notamment lorsque qu'il n'est pas raisonnable de fermer l'ouvrage et de mettre une déviation en place. Dans ce cas il est **obligatoire** de réaliser l'alternat à l'extérieur de l'ouvrage.

La mise en place d'un alternat ne peut pas se faire de manière automatique, une intervention humaine est indispensable sur le site.

Alternat			
	D (m)	Dispositifs à mettre en place manuellement	Commentaires
	0	pose de cônes K5a  pour baliser l'obstacle en tunnel	La barrière peut être utilisée en position baissée ou levée en conjonction avec le feu KR11.
	100	 Panneau B14 50 km/h	Le feu KR11 pourra être placé horizontalement pour les problèmes de place. Si l'attente au feu rouge dépasse quelques minutes, il peut être utile d'indiquer la durée d'attente ou un compte à rebours.
	300	Si nécessaire, signalisation de queue de bouchon  par	On peut faire alterner le texte du PMV avec INCIDENT DANS LE TUNNEL

6.2.3. TUNNELS A ACCES COMPLEXES

En cas de fermeture programmée, on doit prévoir de condamner tous les accès proches de l'ouvrage et le dispositif de coupure n'est qu'un complément.

7. PRINCIPES DE MISE EN OEUVRE

La mise en œuvre d'une fermeture comprend : le déclenchement des matériels de coupure et de présignalisation, la prise en compte des usagers bloqués (ou déviés par la coupure) et de la congestion induite sur l'itinéraire du tunnel et les itinéraires connexes. Cette dernière préoccupation doit concerner tous les partenaires intéressés par les plans globaux de déplacements. Elle n'est pas traitée dans ce document.

7.1. NATURE JURIDIQUE DE LA FERMETURE

La fermeture d'urgence est prévue dans le cadre de **scénarios qui apparaissent dans le PIS** propre à chaque ouvrage. Quel que soit le type de fermeture, l'élaboration des consignes et des procédures d'intervention doit être faite de manière extrêmement précise.

7.2. PROCEDURES DE FERMETURE PROGRAMMEE

La procédure de fermeture programmée dépend de la nature des travaux.

Le déclenchement de la procédure programmée, le balisage de chantier et la gestion du trafic à l'extérieur de l'ouvrage sont décrits dans le Manuel du chef de chantier.

La fermeture des barrières ou l'activation des feux R24 n'est qu'une redondance d'information.

On n'utilisera pas de sonnerie dans le cas de fermeture programmée.

7.3. PROCEDURES DE FERMETURE D'URGENCE

Elles sont établies dans le cadre du PIS de l'ouvrage. Une activation type d'une fermeture est proposée ci-dessous **à titre d'exemple** :

Instant T

Dans les toutes premières secondes, il convient de limiter les conséquences possibles de l'accident en mettant en œuvre immédiatement les dispositions suivantes :

- La fermeture de toutes les barrières d'entrées et la mise en route des sonneries ;
- L'activation des PMV d'information et des feux ;
- L'activation de toute la séquence de présignalisation ;

(Les activations du dispositif de coupure et de sa présignalisation sont simultanées. Dans le cas d'un ouvrage unidirectionnel à 2 voies (ou plus), les demi-barrières sont fermées simultanément sur toutes les voies)

- L'appel des secours et des forces de police ;
- Le déclenchement des séquences prévues par le P.I.S. (ventilation, appel des services d'exploitation disponibles pour la gestion de l'événement et l'aide aux usagers qui sont à l'intérieur, assistance pour le passage des secours) ;
- Les messages radio en tunnel répétés toutes les 30 secondes : "Arrêtez votre moteur, quittez votre véhicule et rejoignez rapidement une issue de secours", en cas

d'incendie, ou "Maintenez votre distance à l'arrêt, le personnel d'exploitation va vous prendre en charge", en cas d'accident.

Instant T+1 minute

- Arrêt des sonneries ;
- Répétition des messages d'information radio toutes les 30 secondes ;
- Transmission de l'information "Tunnel fermé" à la station radio routière extérieure si elle existe.

Instant T+5 minutes

- Gestion de la queue de bouchon, mise en œuvre dès que possible d'un fourgon avec PMV "Bouchon" et FLR si nécessaire ;
- Évacuation des usagers bloqués à l'intérieur en faisant éventuellement faire demi-tour aux véhicules si des agents d'exploitation sont arrivés sur le lieu de l'incendie.

Dès que possible, il convient d'activer les procédures d'exploitation prévues pour dévier et/ou évacuer les véhicules bloqués à l'extérieur.

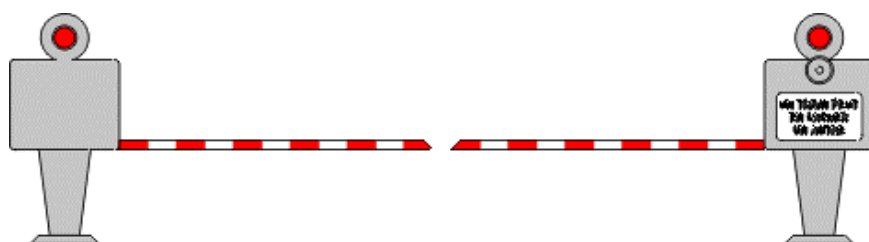
ANNEXES

~~~~~

### Les outils réglementaires de la coupure

Il existe plusieurs moyens réglementaires pour interrompre le trafic routier. Il s'agit ici, d'examiner les signaux de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière<sup>17</sup> qui peuvent être utiles dans le cadre de la fermeture des tunnels aux entrées et en section courante.

#### Le signal G2



Le signal G2 est l'ensemble utilisé pour indiquer un passage à niveau muni d'une signalisation lumineuse et sonore avec demi-barrières automatiques.

Le signal G2 est constitué d'un signal sonore, d'un feu clignotant de type R24 et d'une ou deux demi-barrières peintes en blanc et rouge rétro réfléchissantes en totalité. Un deuxième feu R24 en synchronisme ou en alternance peut aussi être placé sur la gauche de la chaussée.

Ces signaux sont associés indissolublement dans l'esprit des usagers aux passages des trains. Le panneau "Un train peut en cacher un autre" ne saurait bien sûr figurer en tête d'un ouvrage souterrain. Leurs utilisations pour condamner un tunnel ne sont donc pas appropriées. Toutefois certaines composants (lisses des barrières, feux et sonneries) du signal G2 peuvent être utilisés pour le dispositif de coupure dans le cadre de la fermeture d'un tunnel.

Pour des raisons d'homogénéité avec le matériel employé aux passages à niveau et en attendant qu'un matériel spécifique soit certifié en tant qu'équipement de la route<sup>18</sup>, il est souhaitable que les éléments employés pour les dispositifs de coupure des tunnels soient semblables à ceux de ces signaux.

Ce signal n'est pas homologué comme équipement de la route mais comme équipement du réseau ferré. A ce titre, il est connu par Réseau Ferré de France (RFF) sous le vocable SAL 2FC (Signalisation Automatique et Lumineuse à 2 barrières et à Franchissement Conditionnel).

La sonnerie recommandée par le cahier des charges de RFF précise que celle-ci a un niveau sonore de 105 dB. Ce niveau sonore pourra être moins important en milieu urbain.

---

<sup>17</sup> Instruction interministérielle sur la signalisation routière 2<sup>ème</sup> partie. Signalisation de danger.

Instruction interministérielle sur la signalisation routière 6<sup>ème</sup> partie. Feux de circulation permanents.

<sup>18</sup> Certification NF Équipements de la route délivré par l'ASQUER, organisme mandaté par l'AFNOR.

## Le feu R24



Le feu R24 est un signal de prescription d'arrêt immédiat, rouge et clignotant .

La réglementation relative à ce signal figure à l'article 111-2.

*Ce signal a pour objet d'interdire à tous les véhicules le franchissement d'un tronçon de route rendu dangereux ou impossible pendant une durée limitée, éventuellement indéterminée. L'absence de période jaune avant passage au rouge ne permet pas d'exiger le respect absolu du signal par les premiers véhicules ; en revanche, il peut être activé instantanément ; en conséquence, il est souhaitable d'en réserver l'usage aux cas d'arrêt impératif et inhabituel, et de l'accompagner dans la mesure du possible d'une signalisation fixe ou variable expliquant la nature du risque ou la cause de la coupure de la route. Son emploi pour la signalisation des carrefours est interdit.*

*Il peut être activé et désactivé de façon automatique par des détecteurs adéquats. Son action peut être renforcée par une barrière physique fermée manuellement ou automatiquement quelques secondes après son activation.*

*Le signal R24 peut être utilisé aux passages à niveau, à proximité des aérodromes, ...*

L'article 111-2 poursuit en précisant que le signal R24 peut aussi protéger une section dangereuse telle qu'un tunnel. On voit ici que ce signal est parfaitement adapté pour interdire l'accès à un ouvrage souterrain dans un cas d'urgence et peut aussi être utilisé pour arrêter le trafic dans les tunnels de plus de 1000 mètres.

Afin d'être juridiquement opposable à l'automobiliste, le dispositif de coupure d'un tunnel devra toujours comporter au moins un feu R24 et c'est ce feu qui est renforcé par une barrière physique.

Cependant, dans le cadre de l'interdiction d'accès de l'ouvrage aux têtes, son emploi isolé est réglementairement admis pour les tunnels de moins de 800 mètres. Malheureusement, ce signal seul ne saurait retenir longtemps le trafic, c'est pourquoi il sera le plus souvent accompagné d'un dispositif physique de coupure.

La réglementation actuelle veut qu'on n'utilise qu'un seul feu R24 sur chaussée bidirectionnelle. L'usage du rappel à gauche doit donc faire l'objet d'une dérogation. En conséquence, la réglementation concernant le signal R24 (dernier paragraphe de l'article 111-2) devra être modifiée comme suit :

"En dérogation à l'article 109-4, et pour les passages à niveau et pour les tunnels uniquement, un signal R24 peut si nécessaire être rappelé à gauche de la route."

Enfin, en cas d'arrêt des véhicules à l'entrée d'un tunnel à plusieurs voies, le signal R24 pourra être répété sur la voie de gauche. Cette disposition vise à rendre plus visible et plus crédible le caractère exceptionnel de la situation. Dans ce cas, il est recommandé que les feux R24 clignotent en alternance à la fréquence de 1Hz.

## Le signal B1



Le signal B1 indique au début des chaussées en sens unique que les véhicules peuvent seulement y circuler en sens inverse. La réglementation concernant ce signal figure dans l'article 50 de la quatrième partie de l'Instruction Interministérielle sur la signalisation routière.

Le signal B1 est parfois utilisé sur portique au-dessus de chacune des voies. Cette implantation est abusive car la présence d'un seul signal B1 condamne l'ensemble des voies. Cependant, cet usage du B1 sur portique au-dessus de chacune des voies ne pose pas de problème de compréhension à l'usager (si l'ensemble des voies est activé) et tend à rendre le message de fermeture plus percutant.

Ce signal fait partie des dispositifs normaux ou allégés, retenus dans le Guide Expérimentation des Coupures d'Autoroutes<sup>19</sup> pour interdire l'accès à des tunnels. Il est utilisé en présignalisation de la coupure (il est alors accompagné d'un panonceau M1) et il est répété en position sur le fronton de l'ouvrage ou sur le côté de la chaussée.

Le signal B1 est aussi fréquemment utilisé dans les expérimentations de fermetures aux têtes de tunnel placé sur la lisse de la barrière, voire doublé sur les deux lisses de demi-barrières. Cette position spéciale du B1 permet de rendre plus lisible l'obstacle en donnant une "épaisseur" plus importante à la lisse. Cette position est recommandée dès que la vitesse d'approche sur l'obstacle est susceptible d'être élevée (faible trafic) ou que les conditions de visibilité de la lisse sont médiocres (contraste avec l'environnement). Cette disposition n'est pas recommandée si les conditions climatiques (vent fort) sont susceptibles d'endommager la barrière.



Le signal B0 indique que, sur la chaussée à laquelle il s'applique, toute circulation est interdite dans les deux sens.

La réglementation concernant ce signal figure dans l'article 50 de la quatrième partie de l'Instruction Interministérielle sur la signalisation routière.

Dans le cadre de la fermeture d'un tunnel, ce panneau pourrait trouver son usage en tête d'ouvrage voire en présignalisation accompagné d'un panonceau de distance M1.

Cependant, d'une part, ce panneau est mal compris des usagers car il est relativement peu employé et d'autre part, bien qu'il soit l'outil réglementaire pour interdire la circulation en aval, l'usager pourrait s'étonner de trouver à l'entrée d'un ouvrage qui vient d'être fermé des véhicules qui en sortent alors qu'un panneau lui indique que toute circulation est interdite dans les deux sens.

Pour cette raison, et pour le bilan négatif qui en est fait quant à sa compréhension, l'usage du B0 en entrée de tunnel n'est pas recommandé et on lui préfère le signal B1.

---

<sup>19</sup> Expérimentation de signalisation des coupures d'autoroutes. Guide technique SETRA Décembre 1995.

## Les signaux d'affectation de voies R21

Les signaux d'affectation de voies R21 ont un emploi et une implantation définis à l'article 111 de la sixième partie de l'Instruction Interministérielle sur la signalisation routière.



R21a



R21b



R21cd



R21cg

Ils servent soit à optimiser l'utilisation des voies d'une chaussée à double sens de circulation lorsque le trafic subit de fortes variations alternantes, soit à condamner occasionnellement certaines voies pour des raisons de sécurité, d'exploitation ou de contrôle individuel. La réglementation stipule en outre que, lorsque la section équipée cesse de faire l'objet d'une exploitation par feux d'affectation de voies, tous les signaux doivent être éteints.

Il est hors de question de fermer un itinéraire avec des signaux d'affectation de voies et l'on doit réserver leur usage à l'affectation des voies sur une chaussée à plusieurs voies. De même, ces feux ne peuvent pas servir à réaliser un alternat en tunnel.

Afin de ne pas dévaloriser leur usage, on ne devra donc jamais les utiliser seuls pour fermer un tunnel ni pour arrêter le trafic en section courante des tunnels de plus de 1000 mètres.

Cependant, pour des questions d'homogénéité avec la signalisation de fermeture des têtes et celle d'arrêt du trafic en section courante des tunnels de plus de 1000 mètres, si ces feux existent, ils seront allumés avec le signal R21a (croix de Saint André) simultanément sur toutes voies d'un ouvrage lorsque la fermeture d'urgence sera activée et avec une présignalisation avec le signal R21cd ou cg pour condamner une voie s'il s'agit d'une fermeture programmée.

## **Déroulement d'une expérimentation**

### **Phase 1 : Opportunité et description de l'expérimentation**

Le gestionnaire de la voirie propose à la DSCR de réaliser une expérimentation concernant un équipement de la route. Un dossier motivant l'opération est réalisé par le gestionnaire, notamment à partir des éléments suivants :

- Objectifs de l'expérimentation
- Description de la situation actuelle et du problème rencontré
- Description technique précise du dispositif à expérimenter
- Plan d'implantation du dispositif sur le site
- Gains attendus
- Comparaison du dispositif à expérimenter par rapport à des systèmes équivalents et réglementaires
- Attestation du demandeur précisant que le produit ou dispositif objet de l'expérimentation n'est pas en contradiction avec la législation sur la propriété industrielle et est libre de tout droit antérieur.

La DSCR, assistée par son réseau technique, évalue l'opportunité de réaliser cette expérimentation :

- Si l'opportunité n'est pas confirmée, la DSCR n'autorise pas l'expérimentation.
- Si l'opportunité est confirmée, la DSCR autorise le gestionnaire à réaliser l'expérimentation, dans le cadre de l'article 14-1 de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière. Les conditions dans lesquelles se déroule l'expérimentation sont précisées par les phases suivantes.

### **Phase 2 : Préparation de l'expérimentation et de son évaluation**

- Réunion de cadrage et présentation des différents acteurs impliqués
- Réalisation du cahier des charges de l'expérimentation :
  - Cadrage de l'expérimentation : objectifs, choix d'un site représentatif (ou plusieurs), conditions générales de mise en œuvre, durée, ...
  - Procédure d'évaluation : que contrôler et comment, examen de la situation avant expérimentation, mesures et examens réguliers après mise en service du système, matériels et moyens à mettre en œuvre, ...
- Une première version du cahier des charges doit être proposée par le gestionnaire (les principaux éléments peuvent avantageusement être inclus dans le dossier de la phase 1). Cette version est complétée et validée par le réseau technique de la DSCR.

### **Phase 3 : Mise en œuvre de l'expérimentation et évaluation**

- Application des dispositions prévues dans la phase précédente
- Financement de l'expérimentation : l'expérimentation (produits mis en œuvre, mesures réalisées dans le cadre de l'évaluation, ...) est financée par le gestionnaire de la voirie.



#### **Phase 4 : Conclusion de l'expérimentation**

L'évaluation de l'expérimentation doit permettre à la DSCR d'aboutir à l'une des deux conclusions suivantes :

- Le système expérimenté ne présente pas un réel intérêt (pas de gain significatif en termes de sécurité, faible efficacité, effets induits néfastes, ....) : la DSCR met un terme définitif à l'expérimentation, le gestionnaire doit déposer à sa charge le système installé.
- Le système expérimenté présente un intérêt réel : la DSCR, assistée par le réseau technique, démarre les travaux permettant de le prendre en compte dans la réglementation (arrêté du 24/11/67, qualification, ...), et met éventuellement en œuvre un dispositif d'accompagnement (note d'information, guide technique, ...).

## Evolution d'un bouchon en fonction du débit par voie

