

BUNDESAMT FÜR VERKEHR
OFFICE FÉDÉRAL DES TRANSPORTS
UFFICIO FEDERALE DEI TRASPORTI
FEDERAL OFFICE OF TRANSPORT

Rapport final
sur la
SECURITE
dans les
tunnels ferroviaires
suisses

Etude réalisée par l'OFT sur mandat du chef du DETEC

Berne, janvier 2001

Impressum

Responsable:	Office fédéral des transports (OFT), division technique
Direction:	OFT, division technique, section installations (L. Riesen)
Collaboration:	OFT, division technique: - section technologie de sécurité (A. Fuhrer) - section matériel roulant (P. Pieren) OFT division constructions: - section Rail 2000/TGV (R. Müller) - section AlpTransit (P. Breitenstein) OFT division surveillance: - section audits/événements (P. Habegger) OFT Support: - section droit (W. Amacker) - section politique et communication (S. Moser) Organe d'état major ASIT (H. Meuli, A. Ruch, N. Seifert, K. Kammer, Ch. Lanz)
Adresse:	Office fédéral des transports (OFT), Communication, Bollwerk 27, CH - 3003 Berne, Tél. 031 / 322 36 43, Fax 031 / 322 76 99
Edition:	Version 1.0, janvier 2001

Table des matières

A	Résumé.....	1
B	Bases	7
1	Introduction.....	7
1.1	Mandat.....	7
1.2	Buts de l'étude.....	7
1.3	Champ d'application	8
2	Généralités à propos de la sécurité des tunnels	9
2.1	Sécurité des tunnels ferroviaires	9
2.2	Analyse des accidents, comparaison entre tunnel et voie à ciel ouvert	10
2.3	Comparaison entre trafic routier et trafic ferroviaire	13
2.4	Tunnels ferroviaires AlpTransit.....	15
3	Démarche	17
3.1	Les tunnels faisant l'objet de l'enquête.....	17
3.2	Déroulement.....	17
3.3	Classification des tunnels	18
3.4	Données	22
C	Les tunnels ferroviaires suisses (évaluation).....	25
1	Tour d'horizon / appréciation	26
1.1	Tour d'horizon.....	26
1.2	Répartition par catégories.....	27
2	Evaluation générale	31
2.1	Systèmes de tunnels et largeurs des voies	31
2.2	Longueur.....	33
2.3	Age et état de la construction	34
2.4	Trafic (volume / composition).....	36
3	Evaluation des possibilités d'autosauvetage	39
3.1	Longueur des chemins de fuite.....	39
3.2	Équipement des chemins de fuite.....	40
4	Evaluation du soutien au sauvetage par des tiers	42
4.1	Accessibilité des tunnels	42
4.2	Services d'intervention.....	43
4.3	Infrastructure de communication	44
4.4	Planification des interventions (état actuel)	45
5	Matériel roulant (état actuel).....	47
5.1	Généralités	47
5.2	Exemple: nouveau matériel roulant pour le tunnel de la Vereina	48
6	Information des voyageurs (état actuel)	48

7	Transport de voitures (état actuel).....	49
7.1	Mesures de sécurité spécifiques	49
7.2	Problèmes de sécurité particuliers	50
7.3	Transport de voitures entre Kandersteg et Iselle.....	51
D	Mesures	53
1	Introduction.....	53
1.1	Généralités	53
1.2	Mesures déjà planifiées sur des ouvrages concrets.....	54
1.3	Bases légales	54
2	Catalogue des mesures.....	55
2.1	Mesures propres à éviter des accidents.....	56
2.2	Mesures propres à réduire l'ampleur des accidents.....	59
2.3	Mesures propres à faciliter l'autosauvetage	61
2.4	Mesures propres à faciliter le sauvetage par des tiers	63
2.5	Mesures concernant le matériel roulant	67
2.6	Mesures concernant l'information des voyageurs	69
2.7	Mesure immédiate spéciale découlant de l'ordonnance sur les accidents majeurs (planification et plans d'intervention)	71
2.8	Mesures spécifiques au transport de voitures	72
2.9	Mesures spéciales pour les tunnels binationaux.....	73
E	Démarche proposée et conclusions	75
1	Enrichissement de la banque de données des tunnels	75
2	Application des mesures	75
2.1	Généralités	75
2.2	Mesures concernant l'infrastructure, l'exploitation, l'organisation	76
2.3	Mesures concernant le matériel roulant	76
2.4	Mesures concernant l'information des passagers	77
2.5	Mesure immédiate spéciale découlant de l'OPAM (planification et plans d'intervention).....	78
2.6	Mesures spécifiques au transport de voitures	78
2.7	Mesures spéciales pour les tunnels binationaux.....	78
2.8	Coûts et financement des mesures	78
3	Conclusion.....	79
	Annexes.....	81
A1	Liste des tunnels.....	83
A2	Liste des sigles des compagnies de chemin de fer	91
A3	Questionnaire	93
A4	Mesures «non recommandées»	97
A5	Exemple d'une fiche d'information distribuée aux passagers des trains de voyageurs (Chemins de fer danois, DSB).....	101

Liste des tableaux

Tableau 1: Aperçu des tunnels de la catégorie D	4
Tableau 2: Accidents de chemins de fer de 1990 à 1997	10
Tableau 3: Accidents de chemin de fer entre 1990 et 1997: personnes tuées	11
Tableau 4: Comparaison des types d'accidents sur l'ensemble du réseau et dans l'ensemble des tunnels des CFF	11
Tableau 5: CFF: victimes calculées sur l'ensemble du réseau et dans les tunnels	12
Tableau 6: Accidents, blessés et morts: comparaison rail/route	13
Tableau 7: Fréquences d'accidents de divers moyens de transports	14
Tableau 8: Catégories selon l'OFT (SUV affiné)	19
Tableau 9: Facteurs entrant dans le calcul du coefficient	20
Tableau 10: Paramètres de la banque de donnée des tunnels ferroviaires suisses	23
Tableau 11: Répartition des tunnels dans les différentes catégories	28
Tableau 12: Tunnels des sous-catégories D1 à D4	29
Tableau 13: Systèmes de tunnels de la catégorie D	32
Tableau 14: Ecartement et genre de chemin de fer	32
Tableau 15: Répartition des tunnels ferroviaires suisses en fonction de leur longueur	33
Tableau 16: Age des tunnels de la catégorie D	35
Tableau 17: Etat des constructions des tunnels des catégories D et C	36
Tableau 18: Exploitation	38
Tableau 19: Mesures de sécurité spécifique au transport de voitures	50
Tableau 20: Tunnels des catégories C et D sur le tronçon Kandersteg - Iselle	51

Liste des illustrations

Figure 1:	Nombre de tunnels par compagnie de chemin de fer	27
Figure 2:	Situation géographique des tunnels de la catégorie D	30
Figure 3:	Systèmes de tunnels.....	31
Figure 4:	Répartition par longueur	33
Figure 5:	Age des tunnels et travaux d'entretien.....	34
Figure 6:	Fréquence des trains	37
Figure 7:	Part des trains marchandises	38
Figure 8:	Longueur des chemins de fuite.....	40
Figure 9:	Infrastructure d'autosauvetage	41
Figure 10:	Possibilités d'accès aux portails des tunnels	42
Figure 11:	Temps d'engagement des forces d'intervention locales	43
Figure 12:	Moyens d'alarme et de communication	45
Figure 13:	Etat de l'exécution de l'ordonnance sur les accidents majeurs (plans de lignes).....	46

Liste des abréviations

Sigles des compagnies ferroviaires: voir la légende à l'annexe A2

DE-OCF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer
DE-OARF	Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur l'accès au réseau ferroviaire
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
En _{n°}	norme européenne (n°)
prEn _{n°}	norme européenne provisoire (n°)
ETC	entreprises de transport concessionnaires
GZ	train de marchandises
OARF	ordonnance sur l'accès au réseau ferroviaire
OCF	ordonnance sur les chemins de fer
OFROU	Office fédéral des routes
OFT	Office fédéral des transports
OFS	Office fédéral de la statistique
OPAM	Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs
PZ	train de voyageurs
SUV	Sicherheitsstandards unterirdischer Verkehrsanlagen der SBB (Bericht 1993)
UIC	Union internationale des chemins de fer

A Résumé

L'enquête de l'OFT sur la sécurité des tunnels ferroviaires suisses arrive à la conclusion que la plupart des tunnels ont un niveau de sécurité élevé et qu'ils ne posent pas de sérieux problèmes en la matière. Les types d'accidents ferroviaires les plus fréquents ne peuvent pas avoir lieu dans des tunnels. Pour les usagers du rail, la traversée des tunnels est donc encore plus sûre que la pleine voie.

Toutefois, les dégâts d'un accident se produisant dans un tunnel peuvent être considérables. Cela s'explique par le grand nombre des personnes transportées dans les rames, ainsi que par la configuration des tunnels.

Bien que le niveau de sécurité actuel soit élevé, les mesures de sauvetage revêtent une importance extraordinaire. L'enquête constate que certaines mesures s'imposent pour certains longs tunnels. Par ailleurs, il est encore possible d'optimiser le matériel roulant, ainsi que l'équipement et l'intervention des services de secours.

Les incendies qui se sont produits en 1999 dans les tunnels routiers du Mont-Blanc et du Tauern ont incité M. Moritz Leuenberger, conseiller fédéral et chef du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) à faire examiner la sécurité des tunnels ferroviaires par l'Office fédéral des transports (OFT). Il s'est agi notamment d'évaluer l'état des tunnels sur le plan technique et de la construction, l'adéquation du matériel roulant, l'équipement des services d'intervention et l'information prévue pour les voyageurs en cas d'incident éventuel.

Le présent rapport résume les résultats de l'étude menée par l'OFT. Il repose sur la vaste enquête que celui-ci a réalisée auprès des compagnies ferroviaires suisses à propos de la sécurité de leurs tunnels. Les CFF ont déjà revu la leur au début des années 90. Les résultats de leur étude, ainsi que la méthode utilisée à cette occasion ont constitué une autre base du présent rapport.

Les mesures les plus efficaces pour améliorer les possibilités de sauvetage – l'aménagement de chemins de fuite courts et bien équipés, l'amélioration des accès aux tunnels ou l'installation de systèmes de communication multiples – entraînent des coûts considérables. Ils peuvent, pour la plupart, être intégrés dans le renouvellement des constructions, prévu de toute manière pour de nombreux tunnels. L'OFT s'attend à ce que les compagnies ferroviaires suisses prévoient les mesures à prendre et il leur recommande d'adapter la planification de leurs investissements.

Premier aperçu des tunnels ferroviaires suisses

L'étude sur la sécurité des tunnels ferroviaires suisses a fourni pour la première fois un aperçu des caractéristiques des ouvrages en question. L'étude a porté sur les 689 tunnels en service au 1^{er} janvier 2000. Trois d'entre eux traversent la frontière et sont binationaux.

Les entreprises ferroviaires propriétaires ou exploitantes des tunnels sont au nombre de 67. La principale d'entre elles, les CFF est responsable de 250 ouvrages, soit de 36 % de tous les tunnels. Viennent ensuite le RhB avec 113 tunnels (16 %), le BLS avec 51 (7 %) et le MOB avec 31 (5 %).

70 % de tous les tunnels ont une longueur inférieure à 300 m. Au maximum, ils sont donc aussi longs qu'une rame voyageurs. Seuls 10 % des tunnels mesurent plus d'un kilomètre. Les 12 tunnels dont la longueur dépasse 5000 m représentent 35 % de la longueur globale des tunnels. Les tunnels d'une certaine longueur ont, pour la plupart, une seule voie, ce qui exclut quasiment les accidents tels que les collisions. Mais un grand nombre des longs tunnels se trouve sur des axes importants et sont utilisés tant pour le trafic voyageurs que pour celui des marchandises.

L'infrastructure ferroviaire de la Suisse date en grande partie des débuts du XX^e siècle, voire du XIX^e. 107 tunnels, soit moins d'un sixième de tous les tunnels étudiés, ont moins de 75 ans. 77 ont été percés après 1950. Pour la majorité des tunnels, les derniers grands travaux d'entretien ont été faits il y a plus de 20 ans. C'est pourquoi d'importantes mesures de construction s'imposent prochainement ou sont déjà planifiées pour de nombreux ouvrages. Un seul des longs tunnels doit, pour des raisons techniques, être assaini rapidement.

Le chemin de fer – un moyen de transport sûr

Le chemin de fer est un moyen de transport sûr. Son guidage par le rail empêche des situations dangereuses telles que le dérapage ou la circulation sur la mauvaise voie, ce qui provoque souvent des accidents sur la route. Par ailleurs, les chemins de fer emploient un nombre relativement restreint de conducteurs. Ceux-ci ont une formation professionnelle et sont encore surveillés sur le plan technique. Entre 1990 et 1997, il s'est produit chaque année 260 accidents ferroviaires avec 80 blessés et 48 morts. Cela représente 200 à 400 fois moins d'accidents et de blessés que dans la circulation routière et 15 fois moins de décès. Durant la même période, 62 % des accidents ferroviaires concernaient des collisions. Deux tiers d'entre elles ont eu lieu sur des passages à niveau. Avec plus de 40 % dans le total de tous les accidents, c'est le genre d'accident qui se produit le plus fréquemment sur les chemins de fer.

Une analyse des CFF sur les causes des accidents avec décès montre qu'il y a nettement moins d'accidents mortels dans les tunnels qu'en pleine voie. Les accidents graves qui se produisent fréquemment, notamment sur les passages à niveau ou lorsque des gens traversent les voies ou font des bonds pour accéder aux trains ou en sortir, ne peuvent pratiquement pas avoir lieu dans des tunnels. Sur les tronçons en tunnel, les CFF enregistrent en moyenne quatre fois moins de victimes d'accidents (décès) par kilomètre qu'en pleine voie. Les deux derniers accidents qui se sont produits dans des tunnels CFF et qui ont entraîné des décès datent de plusieurs décennies. Ils ont eu lieu en 1971 dans le tunnel du Simplon et en 1932 dans celui de Güttsch (Lucerne).

Les conséquences des accidents se produisant dans un tunnel peuvent toutefois prendre de grandes proportions. Ceux qui ont eu lieu jusqu'ici montrent que les répercussions varient énormément selon que les passagers peuvent ou non se mettre rapidement en sécurité (autosauvetage). C'est surtout en cas d'incendie que les conditions se dégradent très vite en raison de la fumée et de la chaleur. Le sauvetage par des tiers nécessite du temps. Il est en outre rendu plus difficile par les conditions régnant à l'intérieur des tunnels.

Etant donné ces aspects, la longueur du tunnel joue un rôle fondamental dans l'évaluation de la sécurité. Les autres paramètres pris en considération sont les suivants: système du tunnel, exploitation, équipement de l'infrastructure, possibilités de sauvetage et d'intervention. Ces éléments sont résumés sous la forme d'un coefficient. Etant donné la longueur des tunnels et ce coefficient, les tunnels ont été répartis entre quatre catégories.

Après l'analyse de la longueur des tunnels et l'établissement des coefficients, le rapport arrive à la conclusion que 84 % des tunnels ne posent pas de problème sur le plan de la sécurité. Il s'agit pour la plupart d'ouvrages de 300 m au maximum. Ils sont attribués aux catégories A et B. Des mesures spécifiques doivent être examinées pour 84 tunnels de la catégorie C. Des mesures sont justifiées pour les 26 longs tunnels appartenant à la catégorie D (cf. tableau).

Faciliter l'autosauvetage

La distance de fuite maximale du lieu de l'accident jusqu'à un portail sûr correspond, en règle générale, à la moitié de la longueur du tunnel. Pour plus de 30 tunnels des catégories C et D, ces distances de fuite maximales mesurent entre 1 et 9,5 km. La situation est plus favorable avec les tunnels à deux tubes qui sont dotés de galeries transversales à des intervalles de quelque centaines de mètres. Ce système réduit notablement la distance de fuite. C'est la raison pour laquelle il est aussi prévu pour les nouveaux tunnels de base du St-Gothard et du Loetschberg.

Divers dispositifs techniques peuvent faciliter considérablement l'autosauvetage: 26 tunnels des catégories C et D sont équipés d'éclairage, 25 possèdent un trottoir muni d'une main courante et d'un marquage pour le chemin de fuite. Deux tunnels sont dotés de dispositifs d'aération.

Tunnels ferroviaires de la catégorie D. Des mesures de sécurité spécifiques sont justifiées pour de tels ouvrages.

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Chemin de fer</i>	<i>Longueur (m)</i>	<i>Ouverture</i>	<i>Nombre tubes</i>	<i>Nombre voies</i>
Albis	CFF	3'360	1897	1	1
Albula	RhB	5'865	1903	1	1
Furka-Base	FO	15'442	1982	1	1
St-Gothard	CFF	15'003	1882	1	2
Grauholz	CFF	6'301	1995	1	2
Grenchenberg	BLS	8'578	1915	1	1
enholz	CFF	2'837	1980	1	2
Hauenstein Base	CFF	8'134	1916	1	2
Heitersberg	CFF	4'929	1975	1	2
Hirschengraben	CFF	1'246	1989	1	2
Jungfrau	JB	7'122	1912	1	1
Käferberg	CFF	2'119	1969	1	2
Kerenzerberg	CFF	3'955	1961	1	2
Loges (des)	CFF	3'259	1859	1	1
Lötschberg	BLS	14'612	1913	1	2
Mittelgraben II	BLS	3'298	1991	1	1
Mont-d'Or	CFF	6'099	1915	1	1
Ricken	CFF	8'603	1910	1	1
Schanze	RBS	1'200	1965	1	2
Schwamendingen	VBZ	2'161	1986	1	2
Simplon	CFF	19'803	1906	2	1+1
Stutzeck-Axenbergr	CFF	3'375	1942	1	1
Vereina	RhB	19'043	1999	1	1
Wasserfluh	BT	3'556	1910	1	1
Weissenstein	RM	3'700	1908	1	1
Zürichberg	CFF	4'830	1990	1	2

Tableau 1: Aperçu des tunnels de la catégorie D

La rapidité de l'aide est déterminante

En cas d'incident, les services d'intervention propres au chemin de fer et/ou les services de secours locaux tels que les pompiers, les services sanitaires, les services chimiques, etc. apportent de l'aide de l'extérieur. Plus ils arrivent rapidement sur les lieux, plus leurs prestations sont efficaces. Or en cas d'incendie ou d'explosion dans le tunnel, du fait de la fumée et de la chaleur, ils ne peuvent agir que s'ils sont rapidement opérationnels sur les lieux du sinistre. Leur efficacité dépend de la qualité des possibilités de communication, ainsi que de la rapidité de leur engagement et de l'accessibilité des tunnels.

Les deux bons tiers des tunnels de la catégorie D sont dotés de possibilités de communication entre le tunnel et le monde extérieur, ce qui permet de donner l'alarme à partir du tun-

nel proprement dit. Les tunnels les plus longs et ceux qui écoulent un trafic-voyageurs particulièrement élevé disposent tous des installations ad hoc.

En cas d'accident, quelques chemins de fer disposent de leurs propres trains d'extinction et de sauvetage qui peuvent pénétrer directement dans les tunnels via le réseau ferroviaire. Pour intervenir, il faut cependant réunir l'organe de défense de l'entreprise. Pour les longs tunnels, les moyens de sauvetage se trouvent parfois à proximité des portails. Dans tous les autres cas, il faut s'accommoder d'un long chemin d'approche.

Desserte insuffisante par les véhicules routiers

Les services d'intervention locaux sont en règle générale plus rapides; pour les deux tiers des tunnels de la catégorie D, ils atteignent les portails en moins de 20 minutes. Les agglomérations disposent de service d'intervention professionnels, de sorte que les possibilités de sauvetage y sont meilleures qu'en périphérie. Contrairement aux services d'intervention des chemins de fer, les services de sauvetage locaux ne disposent pas de véhicules ferroviaires. Cela étant, il leur est souvent difficile d'atteindre les portails des tunnels. Pour moins d'un cinquième de tous les tunnels, seul l'un des portails est accessible par la route. Cette proportion passe à 25-30 % pour les tunnels des catégories C et D. Par ailleurs, aucun des tunnels ferroviaires ne peut être emprunté par des véhicules routiers.

S'agissant des tronçons prévus pour le transport de marchandises dangereuses, les chemins de fer élaborent actuellement des plans dits de ligne, afin d'optimiser l'engagement des services d'intervention, tant ferroviaires que locaux. Ces travaux sont terminés pour plus de la moitié des tunnels des catégories C et D. A noter d'ailleurs que les trains transportant des marchandises dangereuses ne se trouvent que rarement dans les tunnels en même temps que les trains de voyageurs – surtout dans les petits tunnels.

Un bon matériel roulant garantit la sécurité

Le matériel roulant a aussi de l'importance pour la sécurité des tunnels ferroviaires. Un bon entretien et le respect des directives sur le chargement sont essentiels pour la sécurité. Outre la protection contre les incendies, il est très important, en trafic-voyageurs, de pouvoir ponter le frein d'urgence. On empêche ainsi qu'un train s'arrête inutilement dans un tunnel, ce qui peut augmenter l'ampleur des dégâts.

Enfin, les entreprises ferroviaires doivent garantir que le personnel et les voyageurs soient informés du comportement à adopter en cas d'accident. Le rapport arrive à la conclusion que la communication peut encore être améliorée. La rapidité de l'information des passagers en cas d'arrêt dans un tunnel n'est guère garantie. Des informations préventives ne sont données qu'à de rares occasions, notamment dans le trafic combiné accompagné (chaussée roulante).

Objectif: atteindre le niveau de sécurité des nouveaux tunnels ferroviaires

Le rapport contient une liste des mesures de sécurité pour les tunnels, classées par ordre de priorité. Elles permettront de se rapprocher du niveau de sécurité des nouveaux tunnels.

Le choix des mesures doit tenir compte des caractéristiques spécifiques d'un tunnel. Formulées à titre de recommandations destinées aux entreprises ferroviaires, les mesures sont structurées selon les points forts suivants:

- Mesures prévenant les événements
- Mesures diminuant l'ampleur des dégâts
- Mesures facilitant l'autosauvetage
- Mesures facilitant le sauvetage par des tiers.

Dans une prochaine étape, les entreprises ferroviaires indiqueront à l'OFT les mesures permettant d'améliorer encore la sécurité de leurs tunnels le plus efficacement possible. Pour le moment, aucune possibilité de financement particulière n'est disponible. Il incombe donc aux entreprises ferroviaires d'intégrer ces mesures dans la planification de leurs investissements. Ainsi, les CFF, par exemple, disposent d'un crédit de 45 millions de francs depuis 1998. Ces fonds permettront d'aménager d'ici 2005 dans 27 tunnels des chemins de fuite dotés de mains courantes, de marquages et d'éclairage.

B Bases

1 Introduction

Les tunnels ferroviaires sont-ils suffisamment sûrs?

Telle est la question que le présent rapport se propose d'étudier.

Ce sont les incendies dramatiques qui se sont produits dans les tunnels du Mont-Blanc et du Tauern qui sont à l'origine de la présente étude. En 1999, ils ont attiré l'attention du public sur les dangers que présente la situation particulière d'un tunnel ouvert à la circulation.

Le présent rapport dresse pour la première fois un inventaire de l'ensemble des tunnels ferroviaires en exploitation en Suisse au 1^{er} janvier 2000, et forme ainsi la base d'autres études ciblées et de la mise au point de mesures visant à améliorer la sécurité dans ces ouvrages.

1.1 Mandat

Le 14 septembre 1999, le chef du DETEC a chargé l'OFT d'élaborer un rapport sur la sécurité dans les tunnels ferroviaires suisses. Ce rapport devait mettre en évidence l'état des tunnels sur le plan de la construction et de la technique, l'adéquation du matériel roulant, l'équipement des forces d'intervention et la situation relative à l'information des voyageurs quant au comportement à adopter en cas d'incendie.

Dans un rapport intermédiaire, l'OFT a informé le chef du DETEC en février 2000 de l'avancement de son étude. Les premiers résultats ont été portés à la connaissance du public en mars 2000.

1.2 Buts de l'étude

1.2.1 Inventaire des tunnels ferroviaires

Il a fallu d'abord dresser un inventaire complet de tous les tunnels ferroviaires en exploitation en Suisse. A ce jour, il n'existait encore aucune vue d'ensemble de ce genre. Cette collection de données réunissant des informations de base sur tous les tunnels ferroviaires pourra constituer une base décisionnelle pour les travaux ultérieurs effectués en vue d'améliorer la sécurité dans ces ouvrages.

1.2.2 Appréciation de la sécurité

Sur la base des études effectuées, on a pu entreprendre une première appréciation de la sécurité dans les tunnels et, partant, du risque qu'ils présentent.

1.2.3 Analyse et recommandations de mesures

L'étude comporte en outre une analyse des mesures pouvant améliorer la sécurité dans les tunnels et des recommandations dans ce sens pour les démarches ultérieures.

1.3 Champ d'application

1.3.1 Le tunnel en tant qu'objet de l'enquête

- L'enquête a pour objet **tous les tunnels ferroviaires existants** en Suisse (que l'on se bornera à nommer tunnels ferroviaires ou tunnels), qui étaient **en service le 1^{er} janvier 2000** et exploités par une compagnie de chemin de fer (conformément aux art. 1 et 2 de la loi sur les chemins de fer (LCdF)).
- On qualifie de «suisse» tout tunnel situé au moins partiellement (c.-à-d. avec un portail) sur le territoire de la Suisse.
- On appelle tunnel un tronçon de chemin de fer ayant un recouvrement naturel ou artificiel, en général avec une couche de roches, d'humus ou de végétation.

Ne sont pas considérés comme tunnels:

- les «passages inférieurs» ayant pour recouvrements, p.ex., une chaussée, une route ou plusieurs voies ferrées.
- les galeries (non prolongées par un tunnel)

1.3.2 Contenu de l'enquête

- La saisie des données englobe des informations sur la sécurité des tunnels et de leurs équipements, de leur exploitation, de l'organisation et des services d'intervention.
- L'étude et les mesures proposées ciblent en premier lieu la sécurité des personnes (voyageurs) dans les tunnels (sécurité spécifique aux tunnels).
- Les risques généraux liés à la sécurité des trains sur l'ensemble du réseau ne sont pas traités spécialement ici.
- Les marchandises dangereuses ne sont considérées que dans la mesure où elles peuvent avoir une influence sur la sécurité des personnes dans les tunnels.
- Les dommages matériels et les dommages causés à l'environnement, ainsi que les dommages subséquents consécutifs à des accidents (p.ex. atteintes à la santé des riverains causées par une pollution de l'environnement) ne sont pas pris en compte. Ils sont étudiés dans le cadre de l'application de l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (détermination des risques).
- Les spécificités du trafic combiné accompagné (chaussée roulante) font l'objet d'une analyse spéciale.

2 Généralités à propos de la sécurité des tunnels

2.1 Sécurité des tunnels ferroviaires

A priori, le chemin de fer est un moyen de transport sûr. Si les **accidents** faisant des blessés et des morts sont très rares dans le **domaine ferroviaire**, encore plus rares sont les accidents se produisant dans les **tunnels ferroviaires**. C'est ainsi que les deux derniers accidents (exception faite des accidents de travail) ayant eu des suites mortelles dans un tunnel CFF datent des années 1971 (tunnel du Simplon) et 1932 (tunnel du Gütsch près de Lucerne).

La sécurité des tunnels ferroviaires est élevée pour les raisons suivantes:

- Certaines causes d'accidents n'existent pas dans les tunnels ferroviaires, par exemple tous les accidents se produisant sur les passages à niveau.
- Il en va de même pour le nombre relativement important d'accidents dus à des manœuvres dans le trafic ferroviaire.

Néanmoins, les tunnels possèdent des caractéristiques spécifiques susceptibles d'augmenter leurs risques:

- A cause de l'étroitesse de l'espace, les possibilités de fuite (autosauvetage) et l'intervention des secours extérieurs (sauvetage par des tiers) sont restreintes. Cela peut avoir des conséquences dramatiques, en particulier en cas d'incendie.
- Il est plus difficile de se sauver par ses propres moyens dans un long tunnel que sur un tronçon à ciel ouvert étant donné que le chemin de fuite est généralement long et qu'il passe par le tube de circulation lui-même (dans les tunnels à un tube). En cas d'incendie, ce chemin va donc s'enfumer rapidement ce qui va rendre la survie des personnes plus difficile.
- Le sauvetage par des tiers est également plus compliqué car il ne peut intervenir qu'après un certain temps et que les forces d'intervention doivent d'abord pénétrer dans le tunnel.

2.2 Analyse des accidents, comparaison entre tunnel et voie à ciel ouvert

L'OFT et l'OFS publient périodiquement des statistiques des accidents ferroviaires. Le tableau 2 ci-dessous indique les accidents survenus entre 1990 et 1997 (dernières données disponibles) sur l'ensemble du réseau ferroviaire:

	Total accidents	Collisions					Déraillements			autres accidents
		<i>avec des trains</i>	<i>lors de manœuvres</i>	<i>à des passages à niveau</i>	<i>autres</i>	Total des collisions	<i>de trains</i>	<i>lors de manœuvres</i>	Total des déraillements	
	Nombre									
Moy. CFF '90-'97	119	7	9	33	12	61	9	4	13	45
Moy. ETC '90-'97	141	3	4	74	20	101	12	3	15	25
Moy. tous '90-'97	260	10	13	107	32	162	21	7	28	70
	Part									
Moy. CFF '90-'97	46%	11%	15%	54%	20%	51%	69%	31%	11%	38%
Moy. ETC '90-'97	54%	3%	4%	73%	20%	72%	80%	20%	11%	17%
Moy. tous '90-'97	100%	6%	8%	66%	20%	62%	75%	25%	11%	27%

Tableau 2 : Accidents de chemins de fer de 1990 à 1997¹

Ainsi, de 1990 à 1997, 260 accidents se sont produits en moyenne annuelle en Suisse. 62% de ces accidents sont des collisions, 11% des déraillements et 27% avaient d'autres causes. La cause d'accident la plus fréquente était constituée par les collisions sur des passages à niveau (66% des collisions et 41% de l'ensemble des accidents).

¹ OFS/transport/tableau E-E-21 (source des données: Office fédéral des transports)

En moyenne des années 1990 à 1997, ces accidents ont provoqué la mort de 48 personnes par an (voir tableau 3). Dans 15% des cas, il s'agissait de voyageurs, dans 14% d'employés et dans 71% de tierces personnes.

	Nombre de personnes tuées			
	<i>Voyageurs</i>	<i>Employés</i>	<i>Tiers</i>	Total
Moy. CFF '90-'97	6	5	20	31
Moy. ETC '90-'97	1	2	14	17
Moy. tous '90-'97	7	7	34	48
	Part des personnes tuées			
	<i>Voyageurs</i>	<i>Employés</i>	<i>Tiers</i>	Total
Moy. CFF '90-'97	21%	15%	64%	100%
Moy. ETC '90-'97	4%	13%	83%	100%
Moy. tous '90-'97	15%	14%	71%	100%

Tableau 3: Accidents de chemin de fer entre 1990 et 1997: personnes tuées²

La répartition relative des types d'accidents ayant causé des victimes est très différente sur l'ensemble du réseau et dans les tunnels. Dans le cas des CFF, par exemple, ces différences sont très visibles (voir tableau 4).

Type d'accident	Réseau CFF global	Tunnels CFF
	<i>Répartition relative des décès par type d'accident</i>	<i>Répartition relative des décès par type d'accident</i>
Accidents de personnes (traversée des voies, montée et descente de train, chutes hors de trains)	36%	7%
Accidents de travail (en lien avec des mouvements de trains)	28,4%	35%
Accidents de trains impliquant des voyageurs (déraillements et collisions)	7%	15%
Accidents de trains impliquant des tiers (accidents sur des passages à niveau et lors de manœuvres)	28%	0%
Incendies dans des trains	0,4%	40%
Pertes de marchandises dangereuses avec effets sur les voyageurs et sur la population résidente	0,2%	3%
Total	100%	100%

Tableau 4: Comparaison des types d'accidents sur l'ensemble du réseau et dans l'ensemble des tunnels des CFF³

² OFS/Transport/Tbleau E-E-21 (Source des données: Office fédéral des transports)

³ CFF, 1998: Sécurité dans les tunnels existants

Sur l'ensemble du réseau des CFF, 36% des décès sont donc dus à des «accidents de voyageurs», 28% à des accidents de travail et 28% concernent des «tiers» (sans les suicides).

En revanche, dans les tunnels, les accidents se répartissent d'une manière très différentes:

- La part des décès causés par des incendies y est de 40%, contre 0,4% sur l'ensemble du réseau.
- Dans les tunnels, la part des accidents de train avec des tiers est de 0% contre 28% sur l'ensemble du réseau.
- Dans les tunnels, les accidents impliquant des personnes ne causent que 7% des décès contre 36% sur l'ensemble du réseau des CFF.

La répartition différente des victimes d'accidents dans les tunnels dépend aussi du fait que plusieurs causes d'accidents ferroviaires avec des tiers (passages à niveau) ou impliquant des personnes (accès plus difficile) disparaissent. Mais **cela réduit** aussi la **fréquence d'un accident** mortel par kilomètre de voie dans les tunnels comparativement au réseau dans son ensemble.

Dans leurs études⁴, les CFF arrivent à la conclusion que 39 personnes perdent la vie en moyenne chaque année sur l'ensemble de leur réseau. Si l'on considère que les tunnels représentent 7% environ du réseau ferroviaire des CFF, on devrait y comptabiliser environ 2,7 victimes par an si la proportion des accidents mortels était la même que sur le réseau. Or, pour les tunnels, ce chiffre est de 0,7 victime par année (voir tableau 5).

<i>Réseau</i>	<i>Part du réseau</i>	<i>Victimes/an</i>	<i>Part des victimes</i>
Total CFF	100%	39	100%
Tunnels CFF	7%	0,7	1,8%

Tableau 5 : CFF: victimes calculées sur l'ensemble du réseau et dans les tunnels

La probabilité effective qu'un accident mortel se produise dans un tunnel est égale à 1,8% de la même probabilité sur l'ensemble du réseau (compte tenu d'une proportion de 7% de tunnels). La probabilité – et donc la fréquence – des accidents mortels survenant dans un tunnel est donc environ quatre fois plus faible que sur un tronçon à ciel ouvert.

Cependant, si l'on considère l'ampleur possible des accidents, en particulier la possibilité de catastrophes faisant de nombreux morts, le risque augmente dans les tunnels. De surcroît, il faut tenir compte du fait qu'il existe une aversion contre les grands accidents (aversion suscitée par les risques encourus). C'est pourquoi, on pondère généralement les risques de telle sorte que les accidents de grande ampleur (p.ex. faisant de nombreuses victimes) aient une valence supérieure aux petits accidents faisant peu de victimes. Dans les risques pondérés du réseau CFF, les risques inhérents aux tunnels pèsent environ 11%

⁴ CFF, 1993: Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB

(pour une proportion de tunnels de 7%). Le risque pondéré est donc environ 50% plus élevé dans les tunnels que sur un tronçon à ciel ouvert.⁵

En résumé, on peut constater que les **tunnels sont plus sûrs** que les tronçons ferroviaires à ciel ouvert. Les accidents ayant des suites mortelles sont environ quatre fois plus rares dans les tunnels que sur des tronçons à ciel ouvert.

2.3 Comparaison entre trafic routier et trafic ferroviaire

Selon l'OFROU⁶, les fautes commises par les usagers de la route sont la principale cause de 95% des accidents de la route!

Le premier avantage du rail sur la route sur le plan de la sécurité est donc le guidage des convois par le rail. Il empêche des situations dangereuses susceptibles d'aboutir à des accidents sur la route (p.ex. dérapages, circulation sur la fausse voie, ...).

En outre, les trains sont exclusivement pilotés par des conducteurs de locomotives professionnels qui, en plus, sont surveillés techniquement (arrêt automatique des trains, ZUB et dans le futur signalisation en cabine (FSS), dispositif de sécurité appelé «pédale d'homme mort»). Sur la route, les conducteurs professionnels circulent essentiellement dans des camions ou des autobus. Le nombre de conducteurs rapporté aux volumes de transport (voyageurs ou marchandises) est nettement plus faible sur le rail que sur la route. Cela réduit en conséquence les probabilités d'accidents.

Année	Chemin de fer			Route		
	<i>Accidents</i>	<i>Blessés</i>	<i>Morts</i>	<i>Accidents</i>	<i>Blessés</i>	<i>Morts</i>
1970	619	396	101	74709	35961	1694
1980	330	132	72	67160	32326	1246
1990	329	140	87	79436	29243	954
1995	219	55	31	89098	28759	692
1997	209	50	40	79178	27286	587
moy. 90-97	260	80	48	82080	28280	743

Tableau 6: Accidents, blessés et morts: comparaison rail/route⁷

En valeurs absolues, de 1990 à 1997 il s'est produit en moyenne environ 300 fois plus d'accidents sur le réseau routier que sur le rail (voir tableau 6). Le nombre de blessés varie dans la même fourchette, celui des personnes tuées est 15 fois plus élevé sur la route que sur le rail.

Si l'on compare la probabilité des accidents mortels dus aux différents moyens de transport⁸, on voit que les motocycles et les cyclomoteurs sont les véhicules les plus dangereux,

⁵ CFF, 1993: Sicherheitsstandard für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB

⁶ Office fédéral des routes: OFROU Tunnel Task Force, rapport final du 23 mai 2000

⁷ OFS: Statistique suisse des transports, diverses années, et des transports publics

suivis des voitures de tourisme (VT). Les transports en commun – train direct, train régional, bus, tram, trolleybus – sont plus sûrs.

L'inconvénient du trafic ferroviaire réside dans le grand nombre de voyageurs transportés parfois par les convois et susceptibles d'être impliqués dans un accident. Bien que les accidents y soient plus rares que dans le trafic routier, leur ampleur peut y être considérablement plus importante que sur la route. Néanmoins, le niveau de sécurité des moyens de transport public est élevé, ce qui réduit d'autant les risques encourus par les usagers. Du point de vue purement statistique, on constate que le rail tue 0,0004 personne par million de voyageurs-kilomètres, alors que la route cause le décès de 0,0059 personne (voir tableau 7).

Sécurité des voyages (Chiffres de 1997)	Accidents ^{a)} par mio de voya- geurs-km	Accidents de personnes ^{b)} par mio de voyageurs-km		
		total	blessées	tuées
Transports publics (TP)	0,0403	0,0184	0,0179	0,0005
- dont chemins de fer ^{c)}	0,0228	0,0039	0,0035	0,0004
- dont autobus et trolleybus ^{d)}	0,1194	0,0841	0,0832	0,0009
Trafic individuel (TI)^{e)}	0,9836	0,3119	0,3060	0,0059

^{a)} Total des accidents, y compris tiers
^{b)} TP: Voyageurs; TI: Conducteurs et accompagnants
^{c)} Chemins de fer trafic général, tramways
^{d)} Cars postaux, entreprises municipales de transport et concessionnaires d'automobiles
^{e)} Automobiles, cycles, motos, vélos

Tableau 7: Fréquences d'accidents de divers moyens de transports⁹

L'analyse vaut également par analogie pour le trafic marchandises. La probabilité de perdre la vie lors d'un accident se produisant durant un transport de marchandises est sensiblement plus élevée sur la route que sur le rail.

En résumé, on peut dire que le **trafic ferroviaire est plus sûr que le trafic routier**. De plus, tant sur la route que sur le rail, le nombre d'accidents est plus faible dans les tunnels qu'à ciel ouvert parce que certaines causes d'accidents peuvent y être exclues par définition.

⁸ SET 1997b: Umweltindikatoren im Verkehr, Infrast, rapport SET 1/97 in:DETEC, 1998: Transport hier – aujourd'hui - demain. Données, faits, politique (p. 47)

⁹ LITRA: Les transports en chiffres 1999, Sécurité des voyages

2.4 Tunnels ferroviaires AlpTransit

Bien que, conformément au mandat reçu, les études effectuées concernent exclusivement les tunnels ferroviaires en service, nous allons, par souci d'exhaustivité, faire un parallèle avec les tunnels du projet AlpTransit.

Dans la mesure où elles sont applicables, on a introduit les exigences posées aux très longs tunnels du projet AlpTransit dans la définition, l'analyse et l'évaluation des mesures susceptibles d'augmenter la sécurité dans les tunnels ferroviaires existants.

Le niveau de sécurité de ces derniers doit être rapproché de celui des tunnels AlpTransit compte tenu des données spécifiques.

2.4.1 Infrastructure

Les conceptions de la sécurité font l'objet de discussions approfondies dans le cadre des travaux d'approbation en cours pour les nouveaux tunnels ferroviaires (AlpTransit). Le niveau de sécurité de ces très longs nouveaux tunnels découle de l'état actuel de la technique de sécurité et correspond aux exigences posées aux tronçons ferroviaires européens à grande capacité. Il se situe donc évidemment sensiblement au-dessus de celui des tunnels existants.

Les exigences relevant de la sécurité posées aux tunnels de base du St-Gothard et du Loetschberg peuvent être par exemple résumées comme il suit:

Tunnel de base du St-Gothard

- Deux tubes à une voie, l'un des tubes («tube sain») servant de chemin de fuite pour le «tube malade»;
- 2 arrêts d'urgence, situés chacun au tiers de la longueur, équipés d'une infrastructure spécifique pour l'autosauvetage et le sauvetage par des tiers, en particulier d'une amène d'air frais et d'un dispositif d'extraction de fumée;
- Galeries transversales entre les deux tubes, tous les 325 m;
- «Tube sain» doté d'un climat permettant, en cas d'accident, l'évacuation des voyageurs (autosauvetage) et l'intervention des services de secours (sauvetage par des tiers);
- Chemins de fuite dotés de mains courante et d'un éclairage;
- Drainage des tunnels avec canalisations séparées pour les eaux propres et les eaux sales du tunnel (lorsque les eaux de la montagne atteignent un débit donné), protection contre les explosions et volume de retenue.
- Infrastructure de communication et d'alarme.

Tunnel de base du Loetschberg

- Deux tubes; entre l'arrêt d'urgence de Ferden et le portail de Frutigen, un seul tube est doté des équipements techniques ferroviaires. Un tube peut donc toujours servir de chemin de fuite;
- Un arrêt d'urgence avec dispositif d'extraction des fumées, un arrêt de service sans ce dispositif, à peu près à chaque tiers de la longueur, équipés d'une infrastructure spéciale pour l'autosauvetage et le sauvetage par des tiers, en particulier d'une amenée d'air frais;
- Galeries transversales entre les deux tubes tous les 333 m;
- Les deux tunnels de base du Loetschberg et du St-Gothard sont très similaires sur les autres points.

2.4.2 Exigences posées au matériel roulant pour les nouveaux tunnels

Dans la perspective de l'exploitation des nouveaux tunnels de base à travers les Alpes (tunnels de base du St-Gothard et du Loetschberg), on a défini des «standards» qui fixent notamment des exigences minimales au matériel roulant appelé à y circuler:

- Capacité de rouler en cas d'incident: le train reste au moins capable de rouler pendant 15 minutes à compter du moment où l'incendie atteint son maximum (selon UIC IF 4/91)
- Pontage du frein d'urgence: chaque train est équipé d'un dispositif l'empêchant de s'arrêter, même aux petites vitesses
- Interruption de la ventilation en cas d'accident: afin d'empêcher l'aspiration d'air contaminé.

Ces exigences, qui s'appliquent au matériel roulant de trains de voyageurs obéissant aux normes internationales, permettent un arrêt contrôlé soit hors du tunnel, soit à l'un des arrêts d'urgence prévus à cet effet et équipés en conséquence (voir chapitre B2.4.1).

En plus de ces conditions, il y a lieu de respecter les normes et les prescriptions internationales en vigueur, telles que prescriptions UIC, prEN 50129 level 4, prEN 50128, EN 50155 et prEN 50120.

3 Démarche

A ce jour, il n'existe pas d'inventaire «officiel» des tunnels ferroviaires en Suisse.

Par conséquent, le premier travail a consisté à élaborer un inventaire complet de tous les tunnels ferroviaires se trouvant en Suisse. Une publication, «Schienennetz Schweiz»¹⁰, a été une base précieuse à cet effet. L'auteur a bien voulu mettre à disposition des auteurs de la présente étude la liste des tunnels qu'il avait élaborée.

3.1 Les tunnels faisant l'objet de l'enquête

Conformément au mandat reçu, l'étude englobe tous les tunnels ferroviaires existant en Suisse, cet ensemble réunissant donc les tunnels de tous les types de chemin de fer, à savoir: lignes à voie normale et à voie étroite, funiculaires et chemins de fer à crémaillère.

La définition exacte des tunnels qui font l'objet de la présente étude figure au chapitre B1.3.1.

L'objet de l'étude est le tunnel ferroviaire qui, en tant que système, permet à un tronçon ferroviaire de contourner un obstacle (naturel) en sous-sol. Voici quelques exemples: le Simplon est un tunnel à deux tubes. De ce point de vue, les systèmes de tunnels suivants sont possibles: tunnel à une voie, tunnel à double voie et 2 x tunnel à une voie.

Le tunnel le plus court n'a que 7 mètres de long. Mais lui aussi passe sous un obstacle. Les passages inférieurs, en revanche, ne comptent pas parmi les tunnels car, généralement, ils sont recouverts d'une chaussée (éventuellement d'une voie ferrée).

3.2 Déroulement

En collaboration avec diverses entreprises ferroviaires et compte tenu de la méthode d'évaluation choisie, on a mis au point un questionnaire qui fournit toutes les données significatives nécessaires pour décrire et évaluer les différents tunnels. En l'occurrence, il a fallu trouver un compromis entre la volonté d'élaborer une banque de données aussi complète que possible et les moyens effectifs des compagnies de chemin de fer. Certaines d'entre elles possèdent des dizaines de tunnels et la saisie des données peut donc entraîner un volumineux travail. Quelques informations importantes ne sont pas disponibles pour les tunnels d'un certain âge, p.ex. leur largeur.

Au moyen de ce questionnaire (voir annexe A3), on a effectué un relevé complet des données auprès de toutes les entreprises de transport suisses possédant un ou plusieurs tunnels sur leur réseau.

Il en est sorti, ces derniers mois, une banque de données comportant des informations sur plus de 800 ouvrages (tunnels, galeries, tunnels à l'étranger, tunnels en construction, tunnels désaffectés...) et jusqu'à 120 informations par ouvrage.

¹⁰ Wägli, Hans G., 1998: Schienennetz Schweiz – ein technisch-historischer Atlas. AS Verlag & Buchkonzept AG Zürich

3.3 Classification des tunnels

3.3.1 Méthodes d'évaluation de la sécurité

Quels sont les paramètres significatifs lorsqu'on veut décrire la sécurité et le risque? D'une façon sommaire, on peut distinguer entre une évaluation qualitative et une évaluation quantitative:

Pour décrire quantitativement la sécurité dans un tunnel ferroviaire, on se sert de données relatives à la probabilité de survenance d'un accident donné (scénario), par exemple d'un déraillement à un embranchement. Le deuxième paramètre décrivant le risque quantitatif est l'ampleur de l'accident: combien de tués (blessés, ressources naturelles détruites, substance de bâtiments perdue, etc.) doit-on attendre d'un accident bien précis? Le premier paramètre est généralement le nombre de victimes. Cette valeur dépend donc du nombre de personnes se trouvant dans la zone de l'accident au moment où celui-ci se produit.

L'évaluation qualitative du standard de sécurité d'un tunnel examine quels sont les éléments en présence dans un tunnel (éventuellement quelle est leur qualité). Le choix des éléments à décrire résulte des questions spécifiques à résoudre et tient compte des conceptions fondamentales de la sécurité des compagnies de chemin de fer.

Une analyse quantitative détaillée des risques en vue de décrire la sécurité des tunnels ne vaut pas pour l'évaluation d'un grand nombre d'ouvrages.

Les CFF ont élaboré une solution pragmatique sous la forme d'une évaluation qualitative. En 1990, ils ont créé un groupe de travail «Sicherheitsstandards unterirdischer Verkehrsanlagen der SBB» (SUV), qui a publié en 1993 un rapport sur ce sujet¹¹. Les tunnels des CFF y sont répartis en quatre catégories pour l'évaluation de la sécurité. C'est sur cette évaluation que se fonde la conception mise au point par les CFF pour l'assainissement de leurs tunnels.

L'application de cette méthode apporte un avantage essentiel: une grande partie des données de base des CFF, compagnie qui possède le plus grand nombre de tunnels, a déjà été saisie.

Le point de départ de l'évaluation découlant de la méthode SUV 1993¹² est la caractéristique d'un tunnel CFF (fictif) «moyen»:

Le tunnel CFF moyen

- tunnel à double voie de 0,8 km de long et ayant un chemin de fuite maximal de 0,4 km longitudinalement (pas de sortie de secours);
- 113 trains par jour, dont 25% de trains marchandise;

¹¹ CFF, 1993: Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB, Schlussbericht, Teil 1: Betrachtungen für das SBB-Netz, Teil 2: Tunnelspezifische Aspekte

¹² CFF, 1993: Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB, Schlussbericht, Teil 1: Betrachtungen für das SBB-Netz, Teil 2: Tunnelspezifische Aspekte

- vitesse des trains: 100 km/h;
- nombre moyen de voyageurs: 119 personnes par train;
- pas de trottoir, pas de main courante, pas d'éclairage, pas de ventilation.

Les critères d'évaluation utilisés sont les suivants

- la longueur des tunnels, subdivisée en cinq classes;
- un coefficient, calculé comme le produit de 15 facteurs décrivant des écarts significatifs sous l'angle de la sécurité des tunnels par rapport au tunnel CFF «moyen».

La combinaison des classes de longueur et du coefficient donne les quatre catégories A, B, C et D.

Lors de l'évaluation de l'ensemble des tunnels ferroviaires (à voie normale et étroite, à crémaillère et funiculaires), il faut tenir compte des différences parfois grandes, p.ex. au niveau de l'exploitation et du matériel roulant. Afin de garantir l'objectivité de la classification et d'atteindre une transparence qui soit la plus grande possible dans la perspective de l'analyse de mesures, on a affiné la répartition du SUV de la manière suivante pour la présente évaluation:

Classe de longueur	Catégorie pour un petit coefficient	Catégorie pour un coefficient moyen	Catégorie pour un grand coefficient
jusqu'à 100 m	A	A	A
0,1 à 0,3 km	B	B	B
0,3 à 1 km	B	C 1	C 2
1 à 3 km	C 3	C 4	D 1
plus de 3 km	D 2	D 3	D 4

Légende:
A: pas de mesures spécifiques pour les tunnels
B: en général, pas de mesures spécifiques pour les tunnels
C: mesures spécifiques aux tunnels à examiner en fonction du rapport entre coûts spécifiques et efficacité
D: mesures spécifiques justifiées

Tableau 8: Catégories selon l'OFT (SUV affiné)

3.3.2 Longueur des tunnels

Les tunnels sont divisés en cinq classes de longueur, à savoir:

- Pour les tunnels de moins de 100 m de long, il n'y a pratiquement pas de différence avec les tronçons ouverts. Par conséquent, ces tunnels ne requièrent pas de mesures spécifiques visant à en améliorer la sécurité.
- Jusqu'à 300 m de long – ce qui équivaut à la longueur d'un train de voyageurs –, en général aucune mesure spécifique aux tunnels n'est nécessaire. Dans ce cas, le facteur important est l'utilité des mesures appliquées à l'ensemble du réseau.

- Entre 300 m et 1000 m de long, c'est la longueur du tunnel ferroviaire «moyen». Des mesures spécifiques aux tunnels peuvent être nécessaires suivant les conditions d'exploitation (qui s'expriment dans le coefficient).
- A partir de 1000 m de long, il faut observer spécialement la possibilité de fuir hors de la zone dangereuse après un accident.
- A priori, les tunnels de plus de 3000 m de long doivent être considérés séparément à cause de leur longueur. C'est la raison pour laquelle tous les tunnels de cette longueur sont rangés dans la catégorie D, pour laquelle des mesures spécifiques sont justifiées.

3.3.3 Coefficient

Le coefficient constitue une grandeur quasi-quantitative pour décrire les propriétés concernant spécifiquement la sécurité des tunnels. Il comprend des informations sur le système de tunnel, des données d'exploitation, des indications relatives à l'infrastructure et des renseignements sur les possibilités de secours et d'intervention. Ces valeurs initiales sont appelées «facteurs» (voir tableau 9).

Ce coefficient est le produit des 15 «facteurs» représentant chacun des écarts par rapport au tunnel CFF moyen. Ainsi, une fréquence de trains plus élevée génère un coefficient plus élevé, mais qui peut être compensé, par exemple, par une meilleure infrastructure, comme un trottoir avec une main courante.

Facteurs servant au calcul du coefficient	
F1:	nombre de voies par tube
F2:	nombre de zones d'embranchement par kilomètre de tunnel
F3:	fréquence des trains (trains par jour dans les deux directions pour chaque tube)
F4:	part des trains de marchandises (trains de marchandises / total des trains)
F5:	vitesse des trains de voyageurs
F6:	nombre de personnes par train de voyageurs
F7:	valeur maximale du nombre de voyageurs (pointe due aux pendulaires)
F8:	longueur du chemin de fuite
F9:	trottoir, main courante, marquage du chemin de fuite
F10:	éclairage
F11:	ventilation active
F12:	délai d'intervention des services de secours jusqu'au portail
F13:	moyen d'intervention des services de secours
F14:	possibilité d'accès au tunnel (pour les services de secours)
F15:	moyens d'alarme et de communication dans le tunnel

Tableau 9: Facteurs entrant dans le calcul du coefficient

Par rapport au SUV, l'OFT a introduit les compléments suivants:

- Pour le facteur 8, la longueur du chemin de fuite, on a fixé une valeur maximale de 2, ce qui correspond à un chemin de fuite long de quelque 3000 mètres. On admet que des

chemins de fuite plus longs n'ont pas d'incidence supplémentaire sur les possibilités d'autosauvetage.

- La valeur maximale du nombre de personnes transportées (facteur 7) tient compte des pointes dues aux pendulaires dans les agglomérations de Zurich, Bâle, Berne, Lausanne et Genève. Les occupations de pointe de certains trains, p.ex. dans les compagnies à vocation touristique, ne décrivent pas le «problème des pendulaires», que ce facteur doit prendre en compte.
- Le facteur 13 concernant les moyens d'intervention des services de secours est traité de manière analogue. Sont considérées comme équipées de manière supérieure à la moyenne les forces d'intervention (pompiers, sanitaires, etc.) que l'on trouve dans les agglomérations possédant un hôpital universitaire. Il s'agit de Zurich, Bâle, Berne, Lausanne et Genève.
- Pour ce qui est du facteur 14, il chiffre la possibilité qu'ont les services de secours locaux d'accéder au tunnel. L'élément qui revêt ici un intérêt particulier est la question de savoir si au moins un portail est accessible sur la route par des véhicules de 28 t.

Les coefficients se situent dans une fourchette entre un peu plus de «0» et env. «5». Pour la répartition dans les catégories, on forme les classes suivantes:

- Les coefficients inférieurs à 0,7 sont appelés «petits» coefficients;
- Les valeurs comprises entre 0,7 et 2,0 sont considérées comme des coefficients «moyens». C'est dans ce domaine que se situe le tunnel CFF «moyen» (fictif)
- Les coefficients supérieurs à 2,0 sont considérés comme de «grands» coefficients et provoquent, p.ex. dans la classe des tunnels de 1000 à 3000 m, le passage de la catégorie C à la catégorie D.

3.3.4 Classification

La classification des différents tunnels dans l'une des catégories se fait comme indiqué au tableau 8 (OFT, SUV affiné):

- Tous les tunnels de moins de 100 m de long sont incorporés dans la catégorie A.
- La catégorie B englobe tous les tunnels de 100 à 300 m ainsi que les tunnels de moins de 1000 m ayant un coefficient inférieur à 0,7.
- La catégorie C réunit les tunnels de 300 à 3000 m, à l'exception des tunnels de moins de 1000 m ayant un petit coefficient (catégorie B) et les tunnels de plus de 1000 m ayant un coefficient supérieur à 2,0 (catégorie D).
- La différenciation entre les catégories C1, C2, C3 et C4 se fait en ordre ascendant, à partir des «tunnels plus courts (300 à 1000 m) avec un coefficient moyen» (C1), «tunnels plus courts avec un coefficient élevé» (C2), «tunnels plus longs (1000 à 3000 m) avec petit coefficient» (C3) et «tunnels plus longs avec un coefficient moyen» (C4).

- Tous les tunnels de plus de 3000 m de long forment la catégorie D, dans laquelle on range également les tunnels de 1000 à 3000 m de long affectés d'un coefficient supérieur à 2,0. L'échelonnement en sous-catégories D1, D2, D3 et D4 se fait selon un processus analogue à celui appliqué aux catégories C1 à C4.

De plus amples détails sur la «méthode SUV» (en particulier à propos du calcul des coefficients) figurent dans le rapport final cité des CFF.

3.4 Données

Des données de base ont été relevées pour tous les tunnels (voir Annexe A3, questionnaire partie A). Sur plus de 180 tunnels de plus de 400 m de long, on a enregistré 20 paramètres ou informations supplémentaires (voir Annexe A3, questionnaire partie B). Le tableau 10 ci-dessous récapitule les données relevées:

Domaine	Données enregistrées
Situation et description	<ul style="list-style-type: none"> • Nom • Propriétaire avec son adresse • Age/date d'ouverture • Ligne • Gares les plus proches • Situation des portails • Tronçon et numéro du segment selon ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs, dans lequel le tunnel est situé (dans l'optique d'une liaison ultérieure avec la banque de données du rapport succinct)
Données techniques et relatives à la construction	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur du tunnel et, éventuellement, des galeries adjacentes • Nombre de tubes et de voies • Largeur des tubes à la hauteur des traverses • Profil d'espace libre • Nombre d'embranchements • Longueur max. du chemin de fuite • Eclairage de secours • Aération • Moyens d'alarme et de communication

Domaine	Données enregistrées
Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Type de trafic • Fréquence des trains • Occupation des trains de voyageurs (heures normales et de pointe) • Vitesse autorisée • Accidents (au cours des 10 dernières années) • Marchandises et marchandises dangereuses transportées
Etat des constructions	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovations (au cours des 20 dernières années) • Estimation du besoin d'assainissement
Sauvetage en cas d'accident	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilités d'accès aux portails • Trottoir / main courante / marquage du chemin de fuite / éclairage • Accès externes • Passages transversaux
Planification des interventions	<ul style="list-style-type: none"> • Etat des plans des tronçons et de détail selon l'ordonnance sur les accidents majeurs • Corps compétents en matière d'incendie et d'accident chimique • Temps d'intervention des services de secours locaux

Tableau 10: Paramètres de la banque de donnée des tunnels ferroviaires suisses

C Les tunnels ferroviaires suisses (évaluation)

Les évaluations effectuées doivent donner une image globale de l'ensemble des tunnels ferroviaires quant aux critères suivants:

- Nombre de tunnels, leurs rapports de propriété et leur incorporation dans les catégories A – D
- Evaluation générale avec les priorités suivantes:
 - systèmes de tunnels (tunnels à une ou deux voies, écartements et différenciation des systèmes ferroviaires)
 - répartition de la longueur des tunnels des catégories A – D
 - âge des tunnels et état en fonction des travaux d'entretien effectués
 - volume et composition du trafic
- Evaluation portant sur les possibilités d'autosauvetage avec, en particulier:
 - longueur des chemins de fuite
 - équipement des chemins de fuite
- Evaluation portant sur les possibilités de sauvetage par des tiers avec, en particulier:
 - accessibilité des portails
 - forces d'intervention locales
 - infrastructure de communication comme base d'une action efficace des services d'intervention
 - situation quant à la planification des interventions en vertu de l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs

Par ailleurs, il a été effectué une évaluation et un inventaire à propos de

- l'adéquation du matériel roulant
- l'information transmise aux voyageurs quant au comportement à adopter en cas d'accident dans un tunnel
- la sécurité des tunnels dans le domaine du transport des voitures

1 Tour d'horizon / appréciation

1.1 Tour d'horizon

Sur le total initial de 812 ouvrages traités dans la première phase de la saisie des données (voir aussi chapitre B3), on a pu intégrer finalement 689 tunnels (tous les tunnels situés sur le territoire suisse et 3 tunnels binationaux) dans l'évaluation.

N'ont pas été pris en compte:

- 40 tunnels désaffectés;
inutilisés à la date de l'évaluation (1.1.2000)
- 19 tunnels en construction;
encore en construction à la date de l'évaluation (1.1.2000)
- 17 galeries;
les galeries (n'aboutissant pas à un tunnel) n'ont pas été enregistrées comme tunnels
- 36 tunnels à l'étranger;
tunnels partiellement exploités et/ou entretenus par des compagnies de chemins de fer suisses, mais entièrement situés sur territoire étranger
- 11 ouvrages non valables;
il s'agit par exemple de tunnels répertoriés dans la liste sous un nouveau nom ou de passages inférieurs, etc.

En dépit de demandes réitérées, les compagnies responsables n'ont pas livré toutes les données sur tous les tunnels. Les lacunes qui en résultent sont indiquées dans les évaluations.

Néanmoins, force est de constater que ces quelques manques n'ont quasiment pas d'incidence sur la portée générale du rapport.

Il n'est pas non plus possible d'exclure le fait que divers tunnels pourraient ne pas avoir été recensés à ce jour, en particulier lorsque leurs propriétaires ne se sont pas annoncés. Au chapitre E1, on trouvera une description de la manière dont il faut examiner et compléter la banque de données.

Au total, 67 compagnies de chemins de fer possèdent et/ou exploitent les 689 tunnels ferroviaires répertoriés et sont donc responsables de leur sécurité conformément aux dispositions de l'ordonnance sur les chemins de fer.

Avec 250 tunnels, les CFF sont responsables de 36% de l'ensemble des tunnels suisses. Le Chemin de fer rhétique (RhB) possède 16% des tunnels (113), le BLS en détient 7% (soit 51 tunnels) et le MOB 5% (31 tunnels).

La figure 1 montre la répartition des tunnels en fonction de leurs propriétaires.

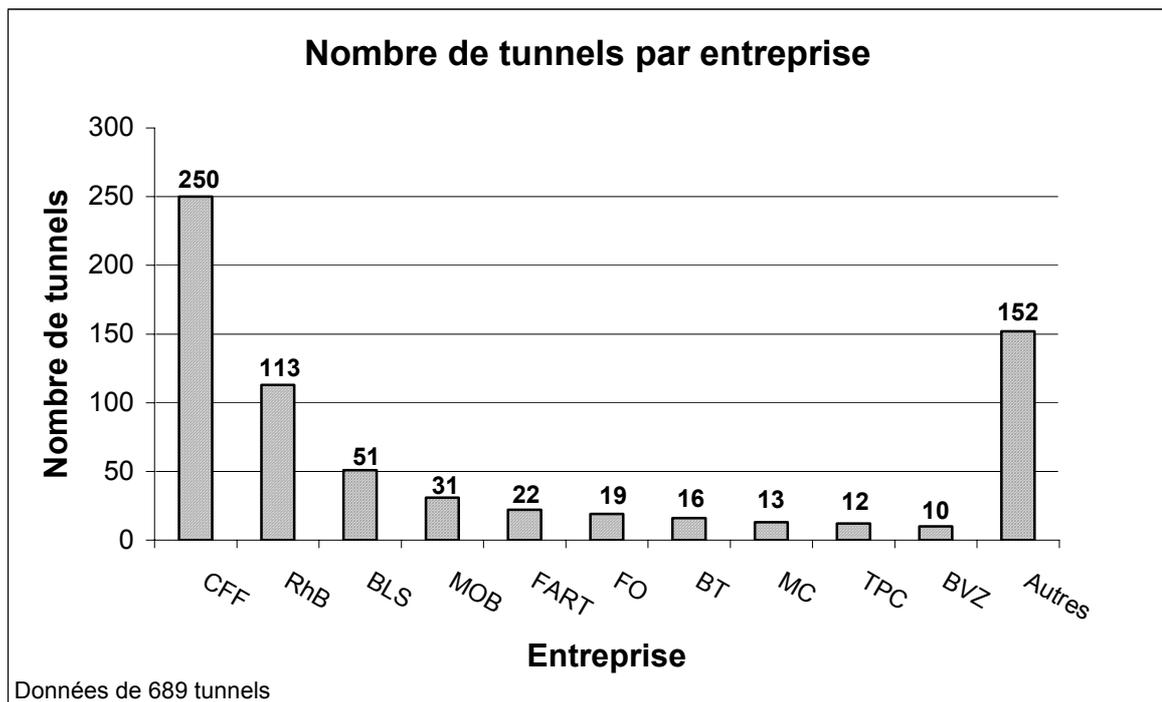


Figure 1: Nombre de tunnels par compagnie de chemin de fer

1.2 Répartition par catégories

La classification des tunnels a été effectuée selon la méthode décrite au chapitre B 3.2.

- **Catégorie A: 272 tunnels**
Pas de mesures spécifiques nécessaires (tunnels de moins de 100m de long)
- **Catégorie B: 307 tunnels**
En général, pas de mesures spécifiques nécessaires (tunnels entre 100 et 300 m de long [quelques-uns jusqu'à 1000 m])
- **Catégorie C: 84 tunnels**
Mesures spécifiques à examiner en fonction du rapport entre coûts spécifiques et efficacité (tunnels entre 300 et 3000 m de long; catégorie subdivisée en 4 sous-catégories C1 – C4)
- **Catégorie D: 26 tunnels**
Mesures spécifiques justifiées (tunnels de plus de 3 km de long [certains à partir de 1 km]; catégorie subdivisée en 4 sous-catégories D1 – D4)

Le tableau 11 montre la répartition des tunnels dans les différentes catégories et sous-catégories:

Catégorie	Nbre de tunnels	Nbre de tunnels (%)	Nbre de tunnels (% cum)	Long. totale des tunnels (km)	Longueur relative (%)	Longueur relative (% cum)
D4	6	0,9%	0,9%	53,81	14,0%	14,0%
D3	7	1,0%	1,9%	59,88	15,6%	29,6%
D2	8	1,2%	3,1%	55,18	14,4%	44,0%
D1	5	0,7%	3,8%	9,56	2,5%	46,5%
D	26	3,8%	3,8%	178,3	46,5%	46,5%
C4	24	3,5%	7,3%	38,81	10,1%	56,6%
C3	24	3,5%	10,8%	42,33	11,0%	67,7%
C2	10	1,5%	12,3%	6,92	1,8%	69,5%
C1	26	3,8%	16,1%	14,76	3,8%	73,3%
C	84	12,3%	16,1%	102,2	26,8%	73,3%
B	307	44,4%	60,5%	88,0	23,0%	96,3%
A	272	39,5%	100,0%	14,04	3,7%	100,0%
A+B	579	83,9%		102,4	26,7%	
TOUS	689	100,0%		383,69	100,0%	

Tableau 11: Répartition des tunnels dans les différentes catégories

Environ **84% des tunnels** figurent donc dans les groupes A et B qui **ne présentent pas de problèmes**.

Les 26 tunnels de la catégorie D représentent moins de 4% de l'ensemble des tunnels, mais leur longueur globale atteint près de 180 km, soit 46,5% de la longueur totale de l'ensemble des tunnels ferroviaires suisses.

Le tableau 12 présente la liste des 26 tunnels de la catégorie D (D1 – D4, ordre alphabétique par sous-catégorie). La classification des autres tunnels figure à l'annexe A1.

Nom du tunnel	Catégorie	Compagnie	Longueur (m)
Gotthard	D4	CFF	15'003
Grauholz	D4	CFF	6'301
Hauenstein Basis	D4	CFF	8'134
Heitersberg	D4	CFF	4'929
Lötschberg	D4	BLS	14'612
Zürichberg	D4	CFF	4'830
Albis	D3	CFF	3'360
Furka-Basis	D3	FO	15'442
Kerenzerberg	D3	CFF	3'955
Mont-d'Or	D3	CFF	6'099
Ricken	D3	CFF	8'603
Stutzeck-Axenberg	D3	CFF	3'375
Vereina	D3	RhB	19'043
Wasserfluh	D3	BT	3'556
Albula	D2	RhB	5'865
Grenchenberg	D2	BLS	8'578
Jungfrau	D2	JB	7'122
Loges (des)	D2	CFF	3'259
Mittelgraben II	D2	BLS	3'298
Simplon	D2	CFF	19'803
Weissenstein	D2	RM	3'700
Hagenholz	D1	CFF	2'837
Hirschengraben	D1	CFF	1'246
Käferberg	D1	CFF	2'119
Schanze	D1	RBS	1'200
Schwamendingen	D1	VBZ	2'161

Tableau 12: Tunnels des sous-catégories D1 à D4

La figure 2 ci-après montre la situation géographique des tunnels de la catégorie D.

- Légende**
- nr. nom du tunnel*
- 1 Simplon
 - 2 Vereina
 - 3 Furka-Basis
 - 4 Gotthard
 - 5 Lötschberg
 - 6 Ricken
 - 7 Grenchenberg
 - 8 Hauenstein Basis
 - 9 Schwamendingen
 - 10 Jungfrau
 - 11 Grauholz
 - 12 Mont-d'Or
 - 13 Albula
 - 14 Zürichberg
 - 15 Heitersberg
 - 16 Kerenzersberg
 - 17 Weissenstein
 - 18 Wasserfluh
 - 19 Stutzack-Axenberg
 - 20 Albis
 - 21 Mittelgraben II
 - 22 Loges
 - 23 Hagenholz
 - 24 Käferberg
 - 25 Hirschengraben
 - 26 Schanze

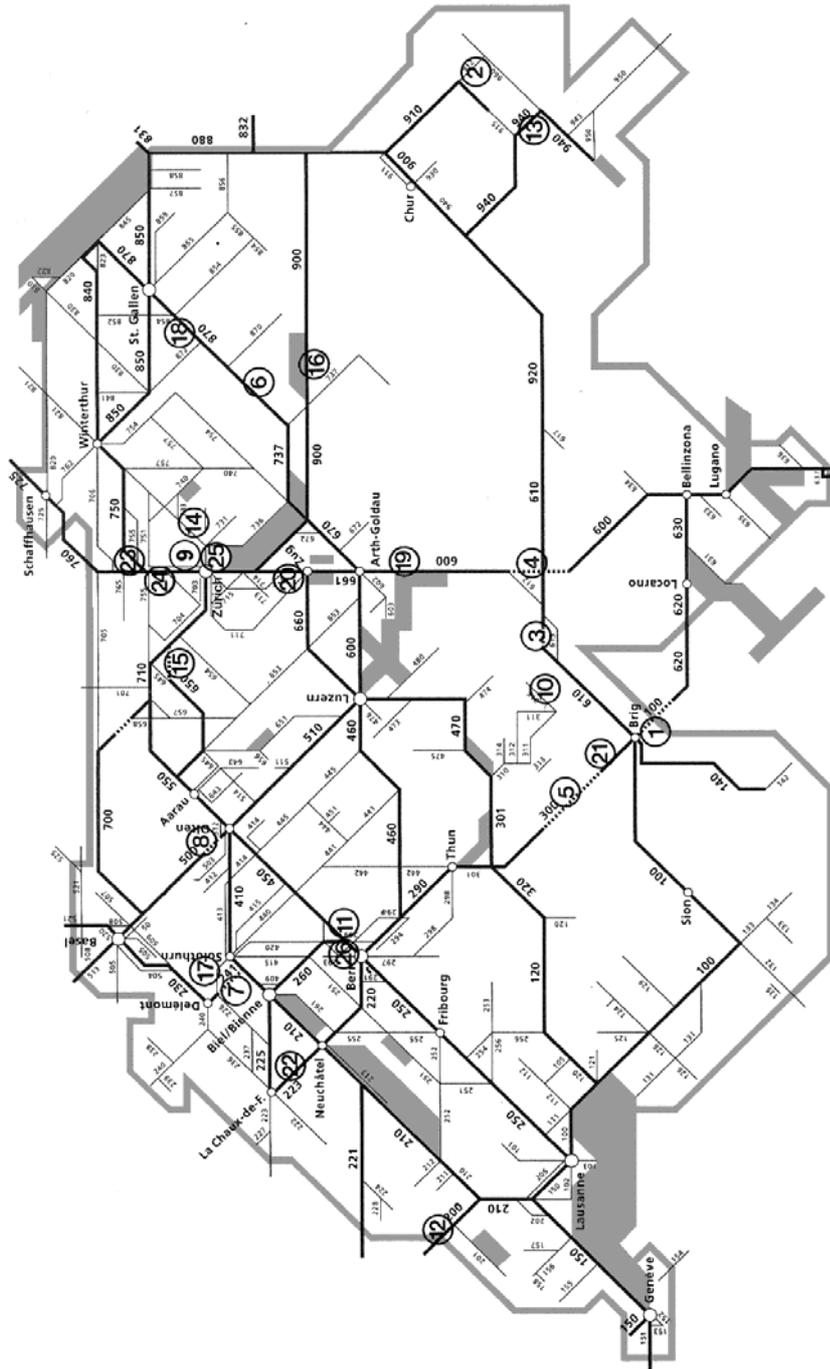


Figure 2: Situation géographique des tunnels de la catégorie D

2 Evaluation générale

2.1 Systèmes de tunnels et largeurs des voies

2.1.1 Systèmes de tunnels

En Suisse, on a construit à ce jour presque uniquement des tunnels à un tube (tunnels à une ou deux voies). Le système de tunnels à deux tubes (2 tunnels à une voie) forme l'exception.

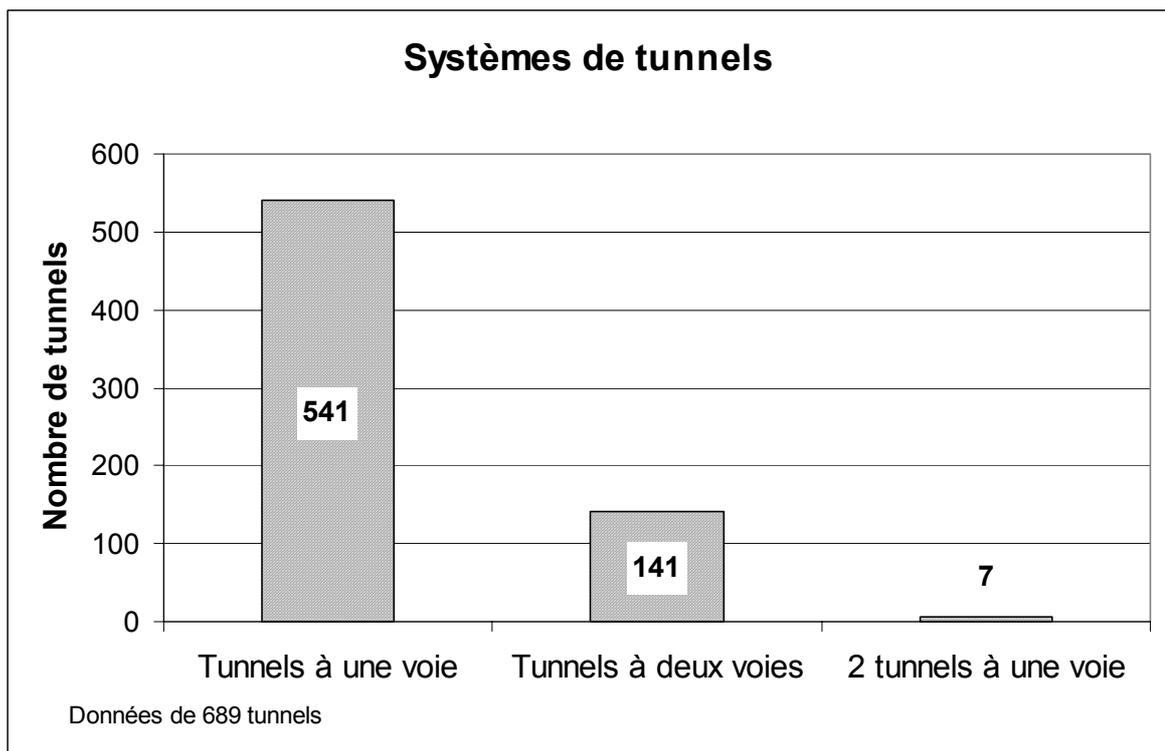


Figure 3: Systèmes de tunnels

541 tunnels sont donc des tunnels à une voie, 141 des tunnels à deux voies et seuls 7 sont des systèmes de deux tunnels à une voie.

A titre d'exemple, le tableau 13 ci-après montre les systèmes de tunnels de la catégorie D. On peut y observer que 14 de ces tunnels sont à une voie (y compris un système de deux tunnels à une voie), et que dans ceux-ci certains accidents, par exemple une collision après déraillement, un endommagement du profil d'espace libre à cause du déplacement du chargement convoyé, sont potentiellement impossibles.

Nom du tunnel	Compagnie	Nombre de tubes	Nombre de voies	Catégorie
Gotthard	CFF	1	2	D4
Grauholz	CFF	1	2	D4
Hauenstein Basis	CFF	1	2	D4
Heitersberg	CFF	1	2	D4
Lötschberg	BLS	1	2	D4
Zürichberg	CFF	1	2	D4
Albis	CFF	1	1	D3
Furka-Basis	FO	1	1	D3
Kerenzerberg	CFF	1	2	D3
Mont-d'Or	CFF	1	1	D3
Ricken	CFF	1	1	D3
Stutzeck-Axenberg	CFF	1	1	D3
Vereina	RhB	1	1	D3
Wasserfluh	BT	1	1	D3
Albula	RhB	1	1	D2
Grenchenberg	BLS	1	1	D2
Jungfrau	JB	1	1	D2
Loges (des)	CFF	1	1	D2
Mittalgraben II	BLS	1	1	D2
Simplon	CFF	2	1+1	D2
Weissenstein	RM	1	1	D2
Hagenholz	CFF	1	2	D1
Hirschengraben	CFF	1	2	D1
Käferberg	CFF	1	2	D1
Schanze	RBS	1	2	D1
Schwamendingen	VBZ	1	2	D1

Tableau 13: Systèmes de tunnels de la catégorie D

2.1.2 Ecartement des rails et genre de chemin de fer

S'agissant de l'écartement des rails et du genre de chemin de fer, les tunnels peuvent être subdivisés en fonction du tableau 14.

Ecartement des rails selon OCF art. 16	Total	dont à cré- maillère	dont funiculaires	dont à adhérence
Voie normale 1435 mm	334	3		331
Voie métrique 1000 mm (voie étroite)	276	34		242
Voie spéciale 1200, 800, 750 mm (voie étroite)	79	41	31	7
Total	689	78	31	580

Tableau 14: Ecartement et genre de chemin de fer

2.2 Longueur

Comme le montre le tableau 15 ci-dessous

- 10 % des tunnels ont plus de 1 km de long
- près de 40 % des tunnels ont une longueur inférieure à 100 m.

Classes de longueur (m)	Nbre de tunnels	Nbre de tunnels (%)	Nbre de tunnels (% cum)	Longueur totale des tunnels de la classe (km)	Longueur relative (%)	Longueur relative (% cum)
>9999	5	0,70%	0,70%	83,92	21,87%	21,87%
5000-9999	7	1,00%	1,70%	50,74	13,22%	35,09%
3000-4999	9	1,30%	3,00%	34,26	8,93%	44,02%
2000-2999	14	2,00%	5,00%	33,76	8,80%	52,82%
1000-1999	39	5,70%	10,70%	56,95	14,84%	67,66%
750-999	25	3,60%	14,30%	22,08	5,75%	73,41%
500-749	34	4,90%	19,20%	20,48	5,34%	78,75%
400-499	30	4,40%	23,60%	13,17	3,43%	82,18%
300-399	50	7,30%	30,90%	17,16	4,47%	86,65%
200-299	72	10,40%	41,30%	17,96	4,68%	91,33%
100-199	132	19,20%	60,50%	19,16	4,99%	96,32%
<100	272	39,50%	100,00%	14,05	3,66%	100,00%
TOTAL	689	100,00%		383,69	100,00%	

Tableau 15 : Répartition des tunnels ferroviaires suisses en fonction de leur longueur

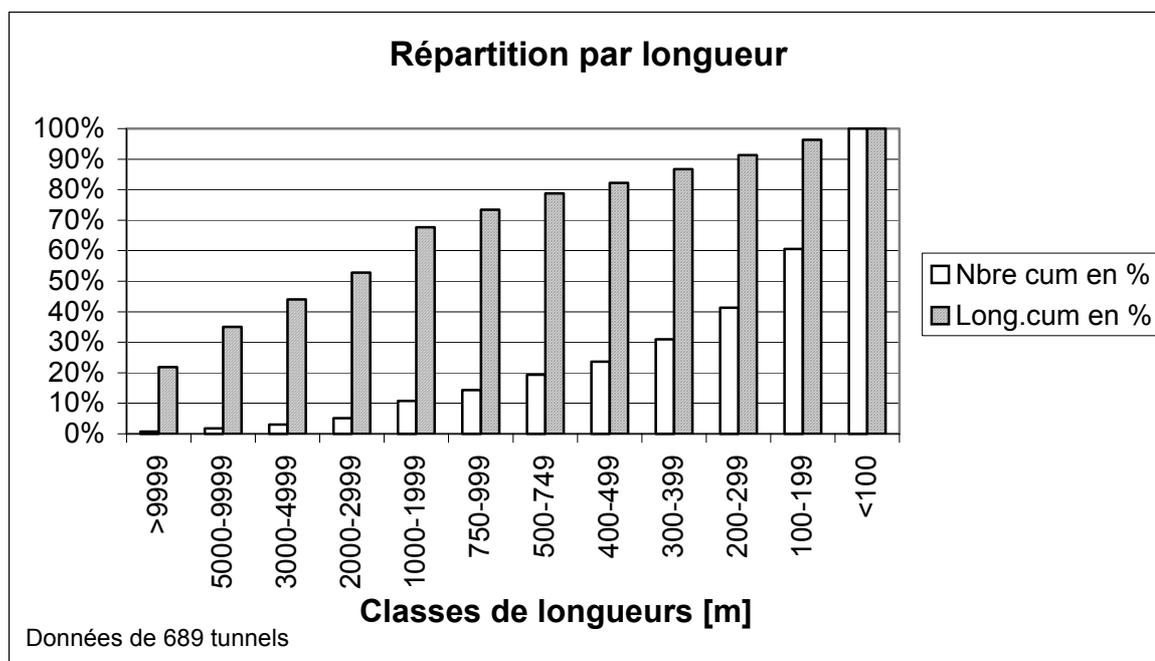


Figure 4: Répartition par longueur

En admettant que tous les kilomètres de tunnel présentent le même risque, la longueur cumulée est un paramètre intéressant. On constate que

- les tunnels les plus longs (10%) totalisent une longueur représentant 67% de celle de l'ensemble des tunnels,
- les 12 tunnels de plus de 5000 m de long représentent 35 % de la longueur totale des tunnels (kilomètres-tunnels).

2.3 Age et état de la construction

L'infrastructure ferroviaire suisse date en partie du début du XXe siècle, voire du XIXe siècle.

La figure 5 montre la répartition des années d'ouverture des tunnels ferroviaires et la part de ceux qui ont subi d'importants travaux d'entretien au cours des 20 dernières années. S'agissant de l'âge, on obtient l'image suivante:

- 273 tunnels ont été réalisés avant 1900;
- 300 tunnels ont été réalisés entre 1901 – 1925;
- 30 tunnels ont été réalisés entre 1926 – 1950;
- 77 tunnels ont été réalisés après 1951.

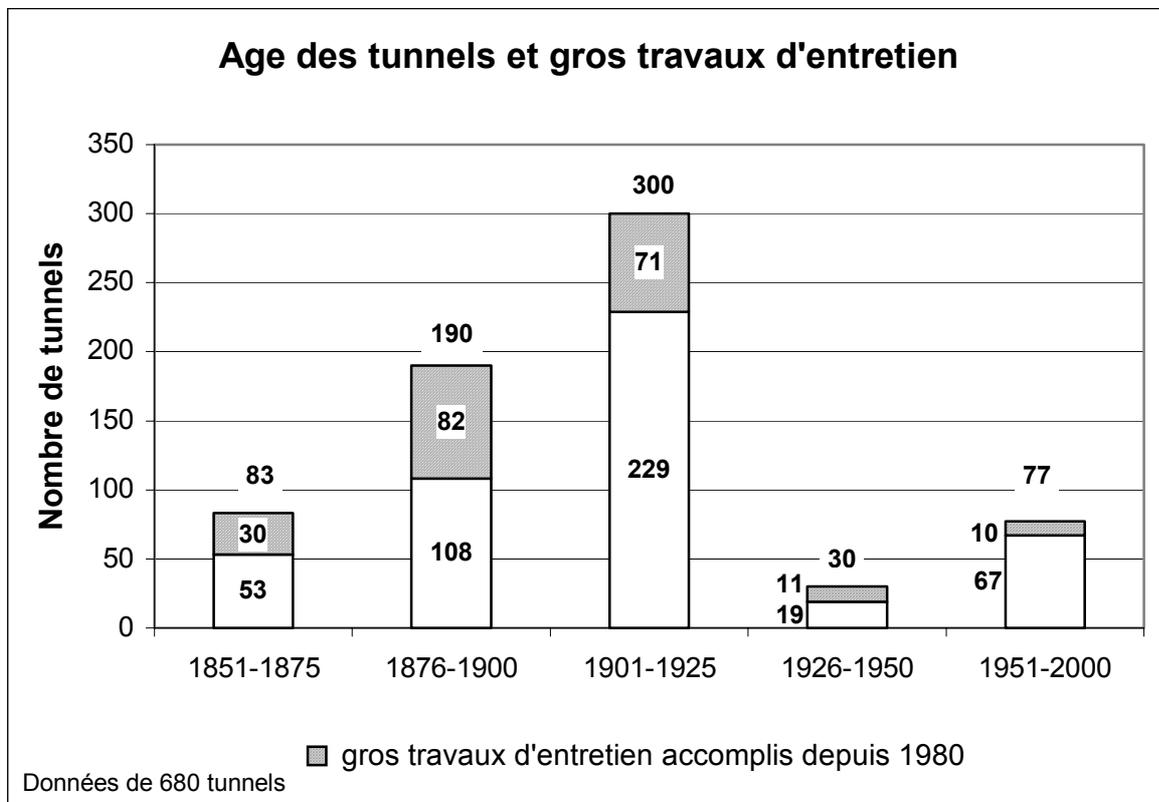


Figure 5: Age des tunnels et travaux d'entretien

Tous les tunnels subissent les travaux d'entretien nécessaires (rénovation et remise en état) dans le cadre des cycles usuels. La figure 5 montre en outre que les grands travaux d'entretien effectifs (compte non tenu des petits travaux d'entretien usuels) remontent à plus de 20 ans pour la majorité des tunnels.

A l'exemple de la catégorie D, représentative de l'ensemble des tunnels, le tableau 16 indique l'âge effectif des tunnels.

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Année d'ouverture</i>	<i>Age en années</i>
Loges	CFF	1859	140
Gotthard	CFF	1882	117
Albis	CFF	1897	102
Albula	RhB	1903	96
Simplon	CFF	1906	93
Weissenstein	RM	1908	91
Wasserfluh	BT	1910	89
Ricken	CFF	1910	89
Jungfrau	JB	1912	87
Lötschberg	BLS	1913	86
Grenchenberg	BLS	1915	84
Mont-d'Or	CFF	1915	84
Hauenstein Basis	CFF	1916	83
Stutzeck-Axenberg	CFF	1942	57
Kerenzerberg	CFF	1961	38
Schanze	RBS	1965	34
Käferberg	CFF	1969	30
Heitersberg	CFF	1975	24
Hagenholz	CFF	1980	19
Furka-Basis	FO	1982	17
Schwamendingen	VBZ	1986	13
Hirschengraben	CFF	1989	10
Zürichberg	CFF	1990	9
Mittelgraben II	BLS	1991	8
Grauholz	CFF	1995	4
Vereina	RhB	1999	1

Tableau 16: Age des tunnels de la catégorie D

Etant donné qu'en plus de l'âge des tunnels, il est intéressant de connaître l'état de leur construction, les compagnies ferroviaires ont été priées de déclarer, dans le cadre d'une déclaration individuelle, l'état général de leurs tunnels en fonction des critères suivants:

- Bon état des constructions,
- Endroits nécessitant un assainissement à moyen terme,
- Assainissement général nécessaire à moyen terme,

- Endroits nécessitant un assainissement à court terme,
- Assainissement général nécessaire à court terme.

	Total	Pas d'indication	Bon état	Endroits nécessitant un assainissement à moyen terme	Assainissement général nécessaire à moyen terme	Endroits nécessitant un assainissement à court terme	Assainissement général nécessaire à court terme
D4	6		4	1	1		
D3	7		6	1			
D2	8	1	2	4		1	
D1	5		3	2			
D	26	1	15	8	1	1	0
C4	24	1	7	7	7	2	
C3	24		6	9	3	5	1
C2	10	1	6	2	1		
C1	26	9	5	5	5	2	
C	84	11	24	23	16	9	1

Tableau 17: Etat des constructions des tunnels des catégories D et C

Dans l'interprétation de l'état actuel (selon le tableau 17), il est à noter que la question se rapportait à l'état des tunnels en général et non pas spécifiquement dans l'optique de la sécurité pour les voyageurs. On considérera qu'un tunnel nécessitant un assainissement n'est pas un tunnel manquant de sécurité et que les endroits nécessitant un assainissement ne concernent pas obligatoirement des éléments significatifs pour la sécurité (p.ex. venues d'eau, rénovation du profil d'espace libre...).

On peut constater que

- près de **90 % des tunnels D** et 56 % des tunnels C sont **en bon état**, à l'exception de quelques endroits nécessitant un assainissement à moyen terme,
- un seul tunnel des catégories C et D nécessite un assainissement à court terme.

Au vu de l'âge des tunnels et des grands travaux d'entretien effectués (selon figure 5), il est plausible que des travaux de ce type soient prévus ou en passe de l'être dans un avenir proche.

2.4 Trafic (volume / composition)

Deux facteurs sont capitaux dans l'appréciation de la sécurité des tunnels ferroviaires: le volume du trafic et la composition de celui-ci. C'est ainsi que, d'une part, le potentiel de risques est sensiblement supérieur dans les tunnels très fréquentés. D'autre part, la composition du trafic, en particulier la proportion de trains de voyageurs et de trains marchandises, a elle aussi une incidence sur l'appréciation de la sécurité d'un tunnel.

Le tunnel CFF «moyen» (fictif) utilisé comme référence est emprunté chaque jour par 113 convois, le trafic marchandises représentant une proportion de 25%; par conséquent, environ 90 trains de voyageurs et 30 trains marchandises y circulent quotidiennement. La figure 6 montre que, dans une majorité des tunnels, le volume du trafic est inférieur à celui de ce tunnel fictif. En revanche, le volume du trafic est supérieur à 150 trains par jour dans plus de 110 tunnels et même supérieur à 200 trains par jour dans 71 tunnels. La moitié environ des tunnels de la catégorie D s'écarte sensiblement de ces valeurs de base et tend vers le haut. Cela concerne surtout les tunnels de la catégorie D1, qui se caractérisent par des fréquences de passages très élevées et une forte proportion de trains de voyageurs. Le volume maximal de trafic atteint une moyenne journalière de quelque 500 trains.

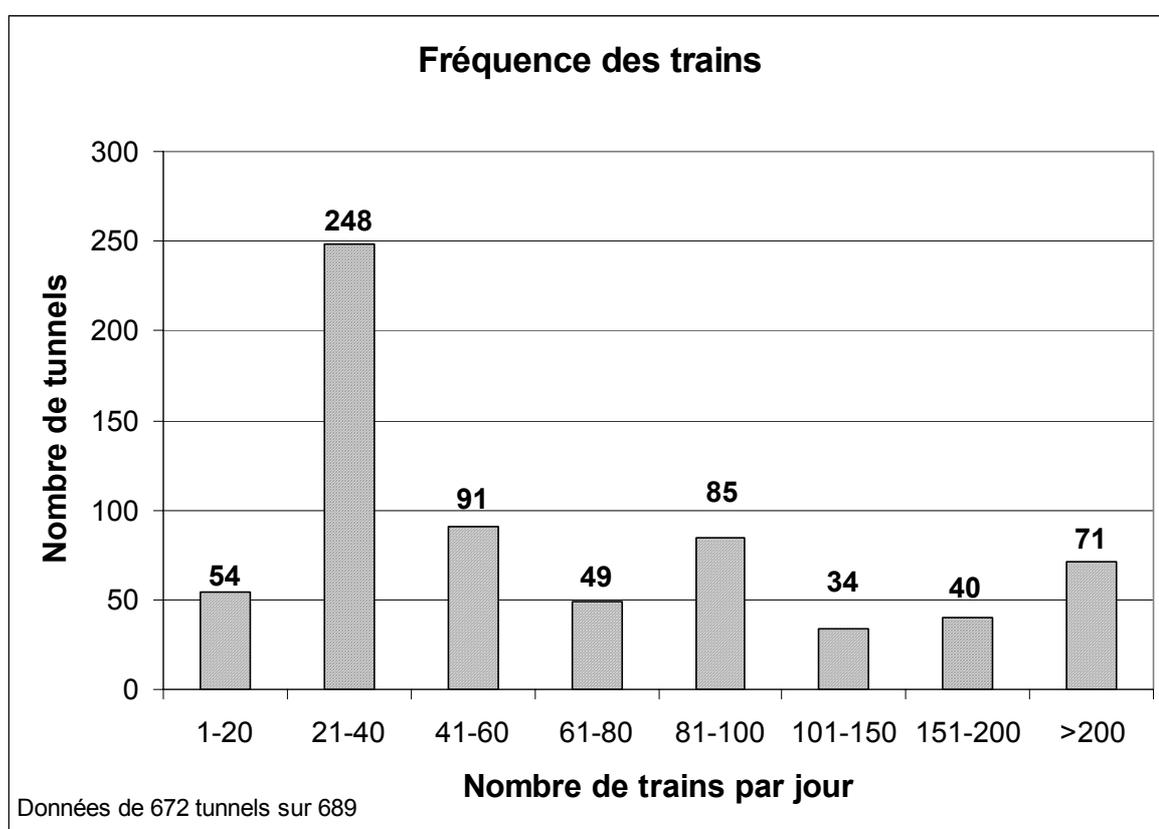


Figure 6: Fréquence des trains

Comme le confirme le tableau 18, la plupart des tunnels ferroviaires suisses ont un usage mixte, c'est-à-dire qu'il y circule aussi bien des trains de voyageurs que des convois de marchandises. Il s'ensuit, notamment pour les longs tunnels, que des trains voyageurs et marchandises (susceptibles de transporter des substances dangereuses) peuvent se trouver en même temps dans le même tunnel.

Caté- gorie	Nbre total de	Nombre de tunnels réservés au trans-	Nombre de tunnels servant au trafic	Nombre de tun- nels servant au	Pas d'indica-
------------------------	--------------------------	---	--	---	--------------------------

	<i>tunnels</i>	<i>port de voyageurs</i>	<i>voyageurs et marchandises (sans subst. dangereuses)</i>	<i>trafic voyageurs, march. et subst. dangereuses</i>	<i>tion</i>
D4	6	0	0	6	0
D3	7	0	1	6	0
D2	8	1	1	6	0
D1	5	2	0	3	0
D	26	3	2	21	0
C4	24	3	0	21	0
C3	24	2	2	18	2
C2	10	2	0	8	0
C1	26	2	1	22	1
C	84	9	3	69	3
B	307	46	40	212	9
A	272	66	48	156	2
Total	689	124	93	458	14

Tableau 18: Exploitation

Les longs tunnels de 3 km et plus (catégories D2 – D4) sont presque exclusivement utilisés pour tous les types de transport, ce qui n’est pas étonnant vu qu’ils servent essentiellement au trafic à travers les Alpes. La part des tunnels des catégories C et D réservés au transport de voyageurs est d’environ 11 %.

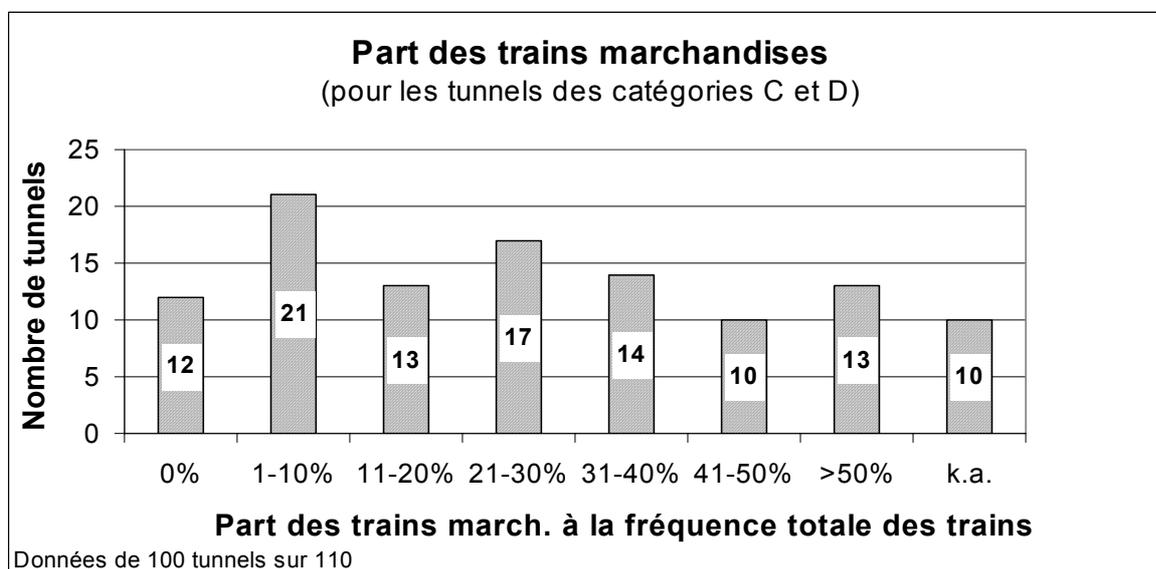


Figure 7: Part des trains marchandises

Dans les tunnels des catégories C et D, la part du trafic marchandises au trafic total varie beaucoup et peut dépasser 50% (voir figure 7).

3 Evaluation des possibilités d'autosauvetage

Le déroulement des catastrophes survenues par le passé dans des tunnels montrent indiscutablement qu'il faut accorder une grande priorité aux possibilités des personnes concernées de se sauver par leurs propres moyens, en particulier dans les incendies. Etant donné la rapidité avec laquelle un incendie peut prendre de l'ampleur à l'intérieur d'un tunnel (températures élevées, dégagement de chaleur, réduction de la concentration d'oxygène, perte de visibilité, propagation de la fumée et des gaz toxiques dans l'axe du tunnel), seules ont une réelle chance de se sauver les personnes qui évaluent rapidement et correctement le danger de leur situation et qui peuvent se mettre immédiatement en sécurité par leurs propres moyens. A cela, il faut ajouter que les secours extérieurs arrivent très probablement trop tard.

Si des mesures de soutien, propres à favoriser l'autosauvetage dans un tunnel, existent et si tant les voyageurs que le personnel du train sont informés du comportement correct à adopter en cas d'incendie dans ce même tunnel (voir chapitre C6), alors les chances de chacun de se mettre lui-même en sécurité seront plus importantes.

3.1 Longueur des chemins de fuite

On sait par expérience que, dans l'optique du sauvetage de personnes, la longueur des chemins de fuite occupe une place capitale en cas d'accident (p.ex. accompagné d'un incendie ou d'un dégagement de gaz toxiques). C'est ce qui explique pourquoi tous les tunnels de plus de 3 km de long sont incorporés dans la catégorie D (D2 – D4).

Etant donné que seuls quelques très rares tunnels ferroviaires possèdent des accès autres que les portails, la longueur des chemins de fuite équivaut en général à la moitié de la longueur d'un tunnel et peut atteindre jusqu'à 9,5 km.

Le Simplon, qui est le tunnel le plus long avec ses 19,8 km, possède deux tubes parallèles à une voie reliés par des galeries transversales ménagées tous les 500 m. Il est prévu d'appliquer ce système aux nouveaux tunnels de base du St-Gothard et du Loetschberg. Seul un tel système est de nature à créer des chemins de fuite courts vers le tube «sûr» même dans les longs tunnels. Les galeries transversales doivent pouvoir être utilisées comme chemin de fuite (praticabilité, pas de fumée pénétrant dans le second tube). Ce même effet peut être obtenu avec des galeries transversales donnant sur une galerie parallèle de service ou de secours.

La figure 8 ci-après indique la longueur des chemins de fuite des tunnels. 22 tunnels de la catégorie D et 11 tunnels de la catégorie C ont des chemins de fuite atteignant une longueur maximale de plus d'un kilomètre. Les conditions d'une fuite en vue de se mettre soi-même en sécurité dans un lieu sûr sont donc défavorables dans ces tunnels car la propagation de la fumée ne laisse guère de temps pour atteindre un portail.

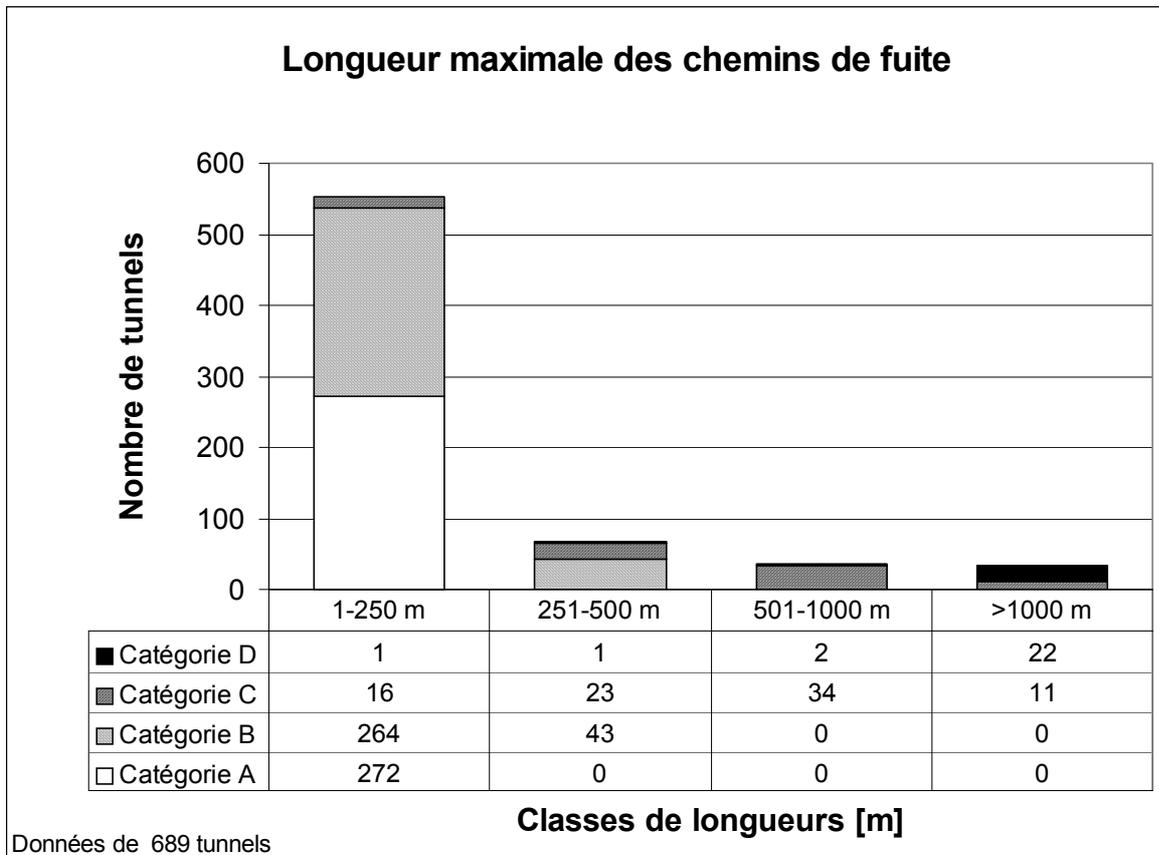


Figure 8: Longueur des chemins de fuite

3.2 Equipement des chemins de fuite

Hormis la question de leur longueur, celle de l'équipement des chemins de fuite revêt également une grande importance. Comme équipements susceptibles de faciliter la fuite et donc l'autosauvetage, on peut mentionner:

- trottoir, main courante et balisage facilitant une fuite sans obstacle vers la sortie la plus proche;
- éclairage du chemin de fuite;
- ventilation capable de maintenir des conditions ambiantes acceptables sur le chemin de fuite.

Outre le fait de faciliter la fuite, l'infrastructure sert évidemment aussi à l'évacuation des voyageurs et aux services d'intervention extérieurs ainsi qu'à l'amélioration de la sécurité pendant les travaux d'entretien.

La figure 9 décrit l'état actuel de l'infrastructure d'autosauvetage dans les tunnels des catégories C et D. Ainsi, 26 tunnels possèdent un éclairage, tandis que 25 sont équipés d'un trottoir simple, balisé et doté d'une main courante contre leur paroi. 2 tunnels disposent d'une ventilation pouvant être activée.

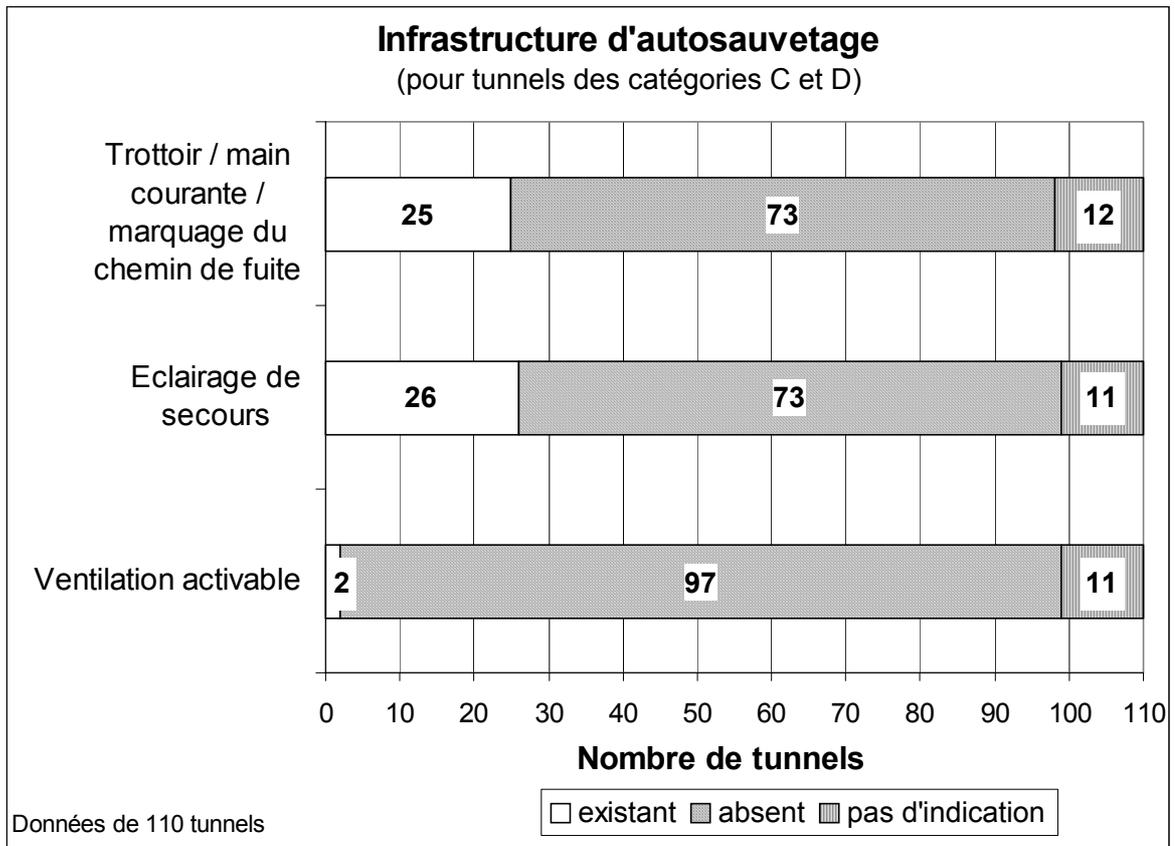


Figure 9: Infrastructure d'autosauvetage

Une des conditions importantes à une réaction rapide et réussie en cas d'accident dans un tunnel est aussi la communication entre l'intérieur et l'extérieur. L'infrastructure de communication (p.ex. téléphone de ligne, radio sol-trains, etc.) peut donc diminuer l'ampleur d'un accident tout en étant un précieux auxiliaire pour les personnes se sauvant par leurs propres moyens et pour les secours extérieurs. L'évaluation de l'infrastructure de communication est le sujet du chapitre C4.3.

4 Evaluation du soutien au sauvetage par des tiers

4.1 Accessibilité des tunnels

La possibilité d'accéder aux portails des tunnels est une condition importante pour l'engagement des services d'intervention locaux (pompiers, service sanitaire, service chimique, etc.) et / ou des forces d'intervention des compagnies de chemins de fer.

L'accès principal à un tunnel ferroviaire est évidemment la voie ferrée. Mais celle-ci ne peut être empruntée que par les forces d'intervention des compagnies de chemin de fer, puisqu'elles sont les seules à disposer de véhicules (d'extinction ou de sauvetage) capables de les emprunter.

Les services d'intervention locaux, eux, sont tributaires d'un accès routier.

Comme le montre la figure 10 ci-dessous, seuls 117 des 689 tunnels considérés possèdent au moins un portail accessible directement par la route (28 t). Cela correspond à une proportion inférieure à 20%.

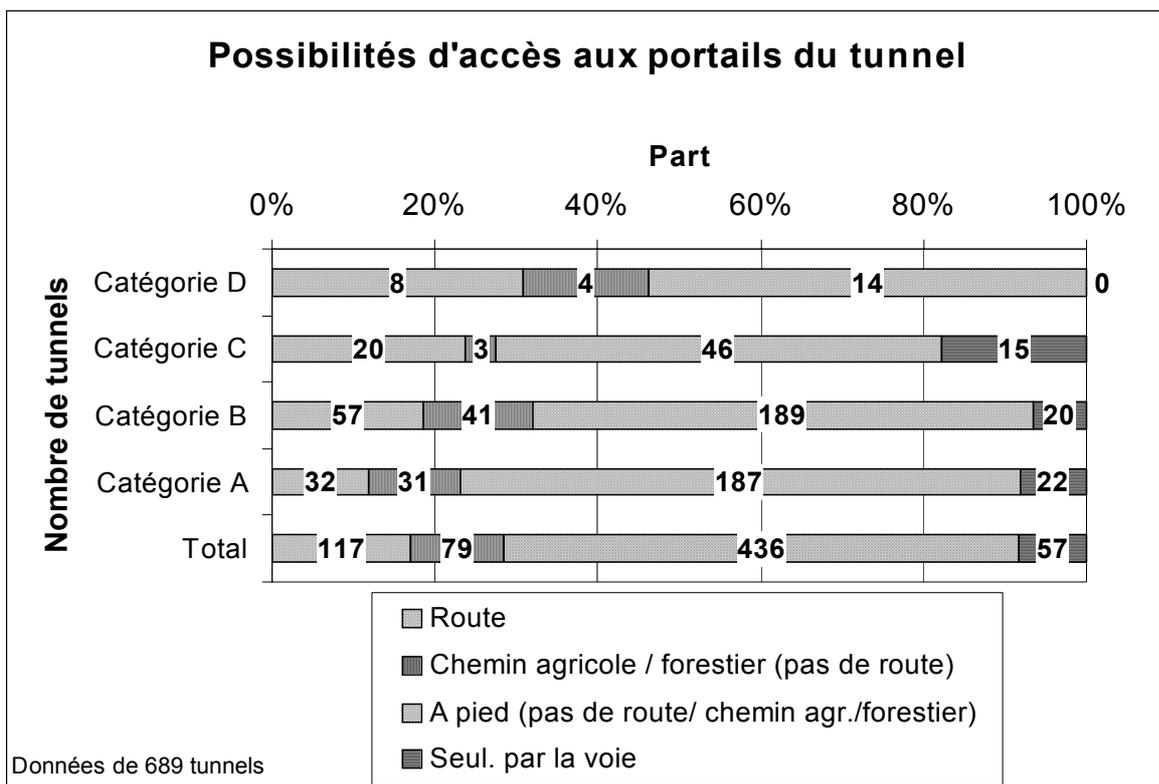


Figure 10: Possibilités d'accès aux portails des tunnels

Cette proportion est légèrement meilleure si l'on considère uniquement les tunnels des catégories D et C. La part des tunnels ayant un accès routier à un portail au moins y est de 25 à 30%.

Il est donc urgent de faire en sorte que la conception de l'intervention et l'équipement des services d'intervention tiennent compte de cet important facteur qu'est l'accessibilité des tunnels ferroviaires et permettent ainsi un engagement optimal de ces services.

4.2 Services d'intervention

Pour qu'un sauvetage extérieur puisse se faire, il est important que le laps de temps qui s'écoule entre le déclenchement de l'alarme et l'arrivée des secours au portail d'un tunnel (le temps d'engagement) soit aussi court que possible. La plupart des tunnels des catégories C et D peuvent être atteints relativement vite par les services d'intervention. Force est toutefois de relever ce qui suit: les chiffres indiqués reposent sur des estimations des compagnies ferroviaires et n'ont été vérifiés, à notre connaissance, que dans de très rares cas, lors d'exercices.

Dans les scénarios faisant intervenir un incendie ou une explosion dans un tunnel, les organes de défense mobilisés ne peuvent être efficaces que s'ils sont prêts à intervenir dans un laps de temps de 20 minutes au maximum sur le lieu du sinistre à l'intérieur du tunnel. Dans un long tunnel, en plus de la durée de l'approche, il faut considérer un autre facteur limitatif, la durée de la progression dans le tube, car elle peut prendre beaucoup de temps.

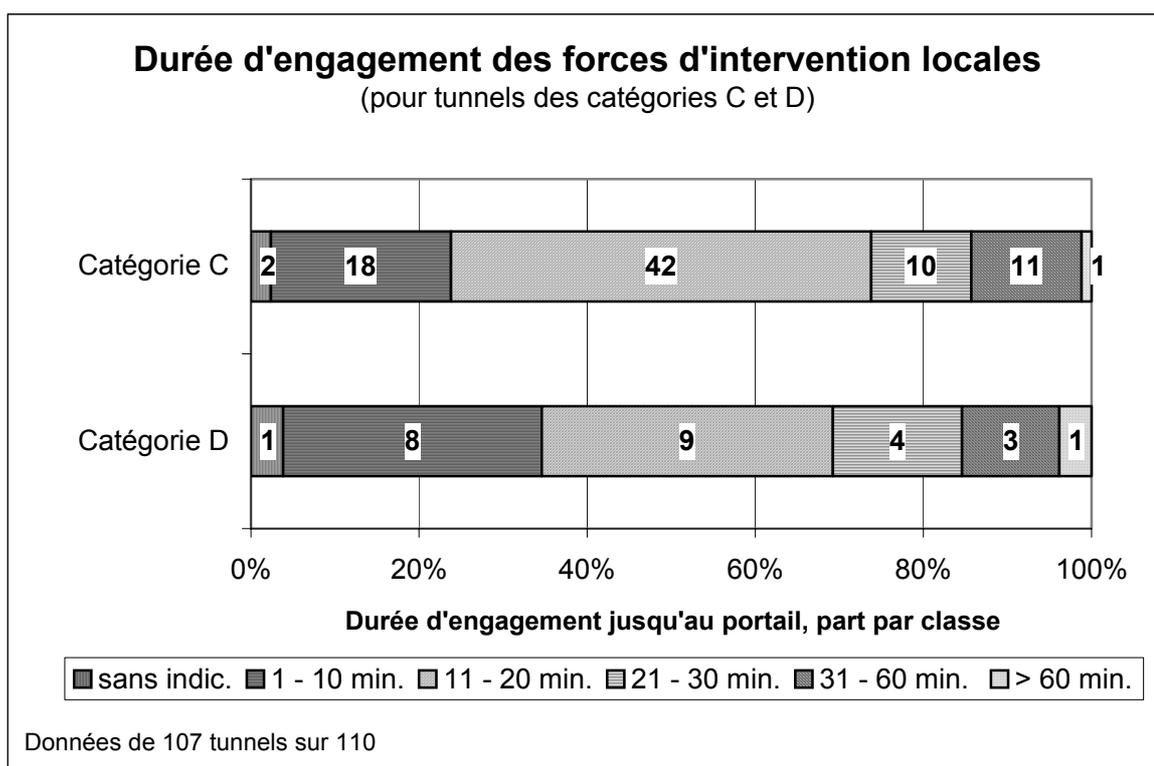


Figure 11: Temps d'engagement des forces d'intervention locales

Comme le montre la figure 11 ci-dessus, la préparation à l'engagement des services d'intervention locaux est relativement bonne. Dans 8 tunnels de la catégorie D seulement, les temps d'engagement sont supérieurs à 20 minutes (entre l'alarme et l'arrivée au portail).

Les compagnies suisses de chemin de fer possèdent leurs propres trains d'extinction et de sauvetage. Ceux-ci se trouvent parfois à proximité immédiate des portails des longs tunnels, mais en général, ils sont stationnés aux nœuds ferroviaires et ne peuvent donc intervenir dans un tunnel qu'après avoir parcouru un long trajet. Le problème inhérent à la plupart des trains d'extinction et de sauvetage est leur relativement long «temps de mise en route» jusqu'à leur intervention proprement dite. Lors d'une alarme, il faut, par exemple, d'abord rassembler le personnel du corps d'intervention propre à la compagnie.

La question de l'accès des services d'intervention locaux dans des tunnels ferroviaires n'est pas résolue de manière uniforme. Dans la plupart des cantons, les sapeurs-pompiers ne peuvent pas procéder eux-mêmes à une mise à la terre du courant de traction. Cette opération est pourtant une condition préliminaire contraignante pour pouvoir pénétrer rapidement et de manière autonome dans un tunnel ferroviaire. En Suisse, aucun tunnel ferroviaire n'a été conçu pour que puissent y circuler des véhicules routiers.

4.3 Infrastructure de communication

L'infrastructure de communication est une composante de la sécurité des tunnels ferroviaires, notamment dans les domaines suivants:

- elle sert à informer immédiatement, par exemple, la centrale de régulation des trains, à propos d'un accident survenu, ce qui permet à celui-ci de réagir rapidement et d'obtenir un résultat optimal (réduction de l'ampleur de l'accident et soutien de l'autosauvetage);
- une bonne infrastructure de communication est très importante pour un engagement ciblé des services d'intervention (assistance apportée aux secours extérieurs).

C'est ce qui explique pourquoi, par exemple, l'infrastructure de communication est très sophistiquée dans le tunnel de la Vereina inauguré en 1999: outre les moyens de communication traditionnels tels que téléphone de ligne et radio sol-trains, il est possible de communiquer par radio ou par téléphone sur d'autres canaux dans le tunnel. La transmission d'informations directement du poste de commandement aux émetteurs radiophoniques est une prestation spéciale conçue pour le transport des voitures.

La figure 12 présente les différents moyens de communication et leur diffusion dans les tunnels des catégories C et D, compte tenu du fait que plusieurs d'entre eux peuvent être installés dans un même tunnel. Les plus répandus sont la radio sol-trains, la radio d'exploitation et le téléphone de ligne (système de communication à fil). Le GSM (téléphonie mobile) n'est disponible que dans 8 tunnels.

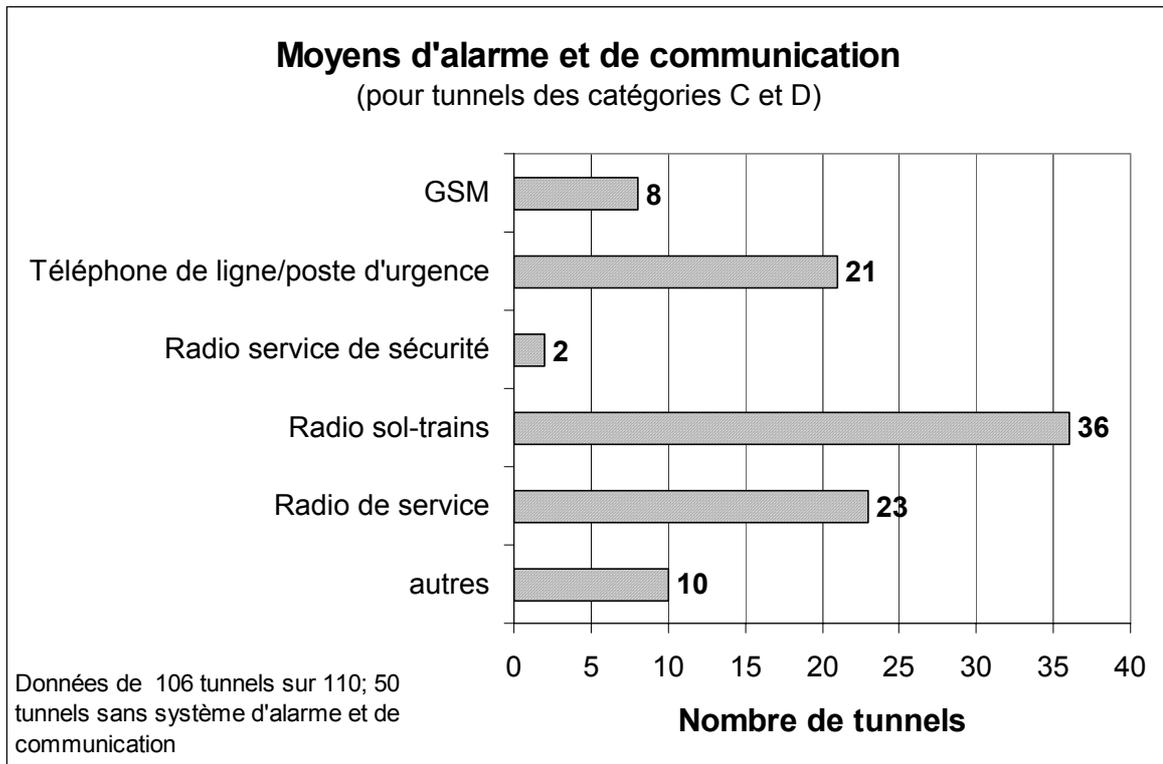


Figure 12: Moyens d'alarme et de communication

69 % des tunnels de la catégorie D et 45 % des tunnels de la catégorie C disposent au moins d'un moyen permettant de communiquer entre le tunnel et le monde extérieur.

Tous les tunnels des catégories D4 (tunnels les plus longs) et D1 (tunnels dans lesquels la fréquence du transport de personnes est particulièrement élevée) disposent de moyens d'alarme et de communication.

4.4 Planification des interventions (état actuel)

La planification des interventions découlant de l'ordonnance sur les accidents majeurs¹³ est un instrument de coordination entre les forces d'intervention des compagnies ferroviaires et les services d'intervention locaux. Elle règle le déroulement (espace, organisation, etc.) des interventions communes, p.ex. lors d'un incendie dans un tunnel.

Pour toutes les voies de communication assujetties à l'ordonnance sur les accidents majeurs¹⁴ (c'est-à-dire tronçons destinés au transport de marchandises dangereuses), les compagnies ferroviaires élaborent actuellement (sur la base des exigences concernant l'exécution de ladite ordonnance) des plans appelés plans de lignes, qui incluent également la totalité des tunnels. Suivant les données locales, les cantons responsables de la coordination des services d'intervention définissent d'entente avec les compagnies ferroviaires les

¹³ OPAM, annexe 2.3, lettre h

tunnels nécessitant un plan de détail spécial. Cela concerne essentiellement les longs tunnels.

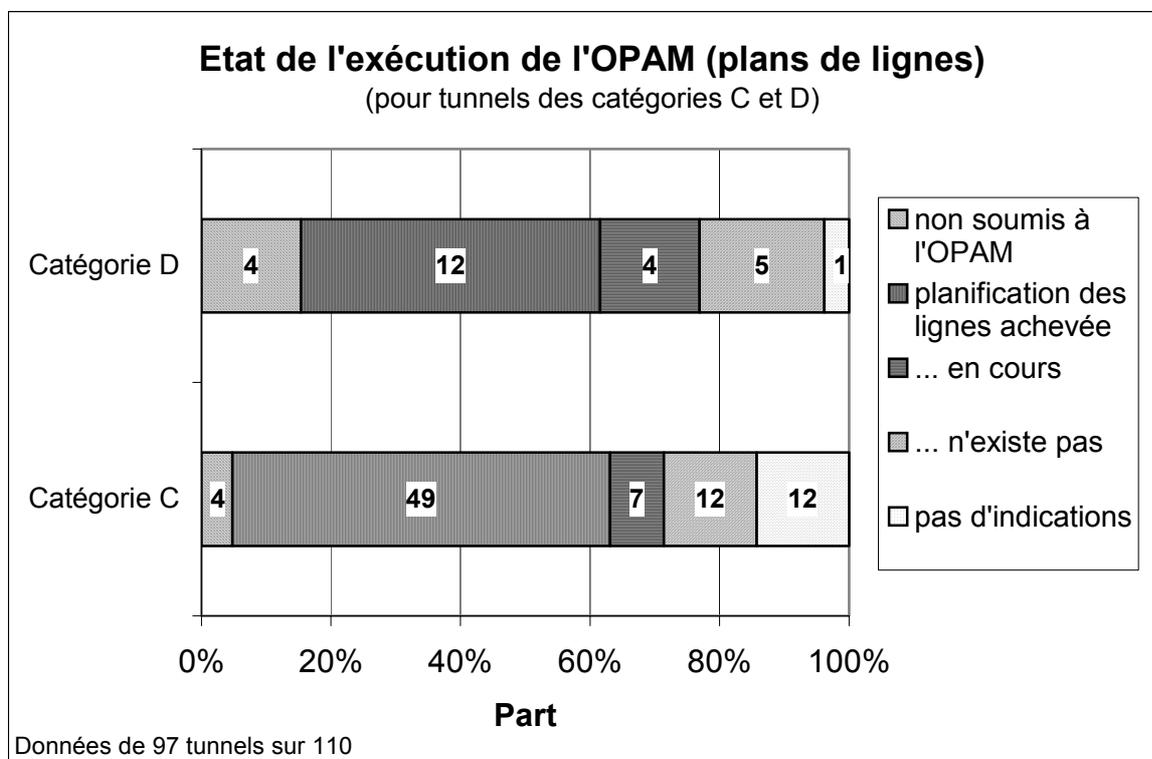


Figure 13: Etat de l'exécution de l'ordonnance sur les accidents majeurs (plans de lignes)
89 au moins des 110 tunnels des catégories C et D se trouvent sur des tronçons assujettis à l'ordonnance sur les accidents majeurs.

S'agissant des tunnels de la catégorie D, la planification des lignes est achevée dans environ 50 % des cas et en cours d'élaboration dans 15 %. Ces plans existent pour 60 % des tunnels de la catégorie C.

Il n'existe des plans de détail que pour 20 % à peine de tous les longs tunnels. La proportion est de 30 % dans la catégorie D et de 15 % dans la catégorie C. On notera en outre que (comme on l'a déjà vu plus haut), suivant les données locales, les informations du plan de détail sont intégrées dans le plan des lignes et que celui-ci est donc caduc. La part de ces tunnels ne peut être donnée sur la base des informations existantes. S'agissant des tunnels non assujettis à l'ordonnance sur les accidents majeurs, on détermine sur la base des conditions locales lesquels d'entre eux nécessitent l'élaboration d'un plan d'intervention dans le cadre de la sécurité des tunnels. Cela concerne les longs tunnels qu'aucun convoi de marchandises dangereuses n'emprunte.

¹⁴ OPAM, art. 1, al. 2, lettre c

5 Matériel roulant (état actuel)

5.1 Généralités

Lorsqu'on aborde la question du matériel roulant dans les considérations de sécurité, une distinction fondamentale s'impose:

- Sur le **réseau ferroviaire suisse à voie normale** circule de plus en plus de matériel roulant privé et/ou étranger. Cela signifie que l'on ne peut avoir qu'une influence relativement faible sur ce matériel, en particulier dans le trafic marchandises (trafic par wagons complets, trains blocs) et dans une moindre mesure dans le trafic voyageurs. Le niveau de sécurité du matériel roulant est déterminé par des règles et des normes internationales.
- S'agissant du **trafic combiné accompagné (chaussée roulante) et du transport des voitures**, où circule en majeure partie du matériel roulant spécial, le parc est relativement limité et laisse une plus grande marge de manœuvre sur le plan des standards de sécurité.
- Sur les **lignes à voie étroite, à crémaillère ou de funiculaire** circule un matériel roulant, généralement propriété de la compagnie et bien répertorié. Dans ce domaine, le standard de sécurité est fixé au moyen de règles suisses car il n'y a pas nécessité d'instaurer une coordination internationale. Etant donné l'autonomie de l'exploitation de ces lignes, il existe une plus grande marge de manœuvre que dans le cas du matériel roulant du réseau à voie normale.

Voitures voyageurs / véhicules moteurs

Dans les trains de voyageurs, les principaux critères de sécurité résident dans le «pontage du frein d'urgence» et la «protection contre l'incendie». Dans ces deux domaines, on possède des expériences avec du matériel roulant doté d'un équipement moderne (nouveau matériel roulant IC avec pontage du frein d'urgence, matériel roulant du tunnel de la Vereina/RhB doté d'un interphone relié au mécanicien de locomotive, matériaux peu inflammables utilisés pour les structures intérieures, extincteurs, installations sprinkler).

Un autre élément important sont les mesures de protection contre l'incendie dans la zone des installations techniques des trains de voyageurs, par exemple dans la locomotive ou, de plus en plus, près du plancher des voitures voyageurs et des véhicules moteurs (p.ex. Pendolino).

Wagons de marchandises

Dans le cas des wagons de marchandises, les principaux critères sont la «maintenance des wagons» et le «respect des directives de chargement». Il faut également accorder la plus grande attention au choix du wagon qui sera le plus adéquat, compte tenu du genre de marchandise à transporter.

Remplacer l'ensemble du matériel roulant actuel prendra encore beaucoup de temps. Il faudra donc travailler encore bien des années avec le «vieux» matériel.

Beaucoup d'incendies de trains sont dus à la malveillance ou à la négligence (p.ex. cigarette allumée jetée dans la poubelle). La présence de personnel en effectif suffisant dans les trains peut être susceptible de diminuer les actes de vandalisme et les dégâts matériels.

5.2 Exemple: nouveau matériel roulant pour le tunnel de la Vereina

A l'exemple du tunnel de la Vereina inauguré en 1999, on peut voir quelles sont les mesures dont la mise en œuvre est susceptible d'améliorer la sécurité du matériel roulant:

Véhicules moteurs:

- dispositifs d'alarme incendie dans les locomotives circulant régulièrement dans le tunnel de la Vereina
- extincteurs placés dans tous les véhicules moteurs et dans toutes les voitures-pilotes.

Voitures:

- extincteurs dans les fourgons à bagages
- système téléphonique de secours: interphones dans les trains de voyageurs

Transport de voitures:

- extincteurs sur les wagons-rampe
- système téléphonique de secours: boutons d'alarme sur les wagons-autos
- wagons couverts pour le transport de voitures (à l'exception du wagon-rampe) offrant une protection contre tout contact avec la caténaire
- deux détecteurs de déraillement sur chaque wagon-autos
- deux luminaires sur chaque wagon-autos

Ces mesures ont été appliquées sur du nouveau matériel roulant ainsi que sur du matériel déjà en exploitation. Mentionnons encore le fait que, dans cet exemple, il s'agit d'une exploitation autonome disposant par conséquent d'une plus grande marge de manœuvre (voir plus haut).

6 Information des voyageurs (état actuel)

La rapidité et la pertinence des informations données aux voyageurs dans les trains qui sont amenés à s'immobiliser dans un tunnel sont des facteurs extrêmement importants. Une information immédiate et correcte permet d'éviter de mauvais comportements (p.ex. descendre du train). La plupart des trains de voyageurs possèdent l'infrastructure technique nécessaire pour que le personnel de train ou le mécanicien de locomotive puissent renseigner les voyageurs. Mais la diffusion de l'information par le personnel de train doit être mieux institutionnalisée. Par ailleurs, l'information elle-même est susceptible d'amélioration, notamment en ce qui concerne le moment auquel elle est diffusée.

A l'heure actuelle, des informations préventives quant aux règles de comportement à adopter en cas d'incident dans un tunnel ferroviaire ne sont données qu'exceptionnellement aux voyageurs. L'information des passagers se fait systématiquement dans le trafic combiné accompagné (chaussée roulante), mais seulement partiellement dans le transport de voitures de tourisme.

7 Transport de voitures (état actuel)

Dans le cadre d'un sondage spécial effectué auprès des compagnies concernées, l'OFT a étudié les questions de sécurité spécifiquement liées au transport de voitures.

Le transport de voitures est une activité qui se déroule dans le tunnel du Loetschberg du BLS (depuis peu sur tout le trajet Kandersteg – Iselle), dans le tunnel de la Furka du FO ainsi que dans les deux tunnels du Chemin de fer Rhétique (RhB), l'Albula et la Vereina. Dans les tunnels de la Vereina, du Loetschberg et de la Furka, l'offre est comparable: on y recense en moyenne journalière, respectivement, 29, 22 et 20 convois par direction. La fréquence est actuellement sensiblement plus faible dans le tunnel de l'Albula, et sera encore réduite à l'avenir. S'agissant du volume de transport, le Loetschberg vient nettement en tête. Dans le tunnel de la Vereina, la demande repose sur des estimations du RhB.

7.1 Mesures de sécurité spécifiques

Le tableau 19 énumère les mesures spécifiques mises en œuvre par les entreprises ferroviaires en vue d'augmenter la sécurité du transport de voitures.

Mesures spécifiques au transport de voitures	Tunnel			
	<i>Vereina</i>	<i>Loetsch- berg</i>	<i>Furka</i>	<i>Albula</i>
Mesures d'exploitation				
Interdiction du transport de marchandises dangereuses sur des trains d'autos	OUI	OUI	OUI	OUI
Rencontres et croisements non prévus entre trains de voitures et trains transportant des marchandises dangereuses	OUI			
Les autobus qui ne peuvent pas être abrités par un toit ne doivent pas être occupés par des passagers (ceux-ci doivent prendre place dans le train de voyageurs).	OUI			
Tous les passagers voyagent dans des trains de voyageurs réguliers; les wagons porte-autos sont attelés à ces trains.				OUI
Pas de transport d'autobus				OUI

Mesures spécifiques au transport de voitures	Tunnel			
	<i>Vereina</i>	<i>Loetschberg</i>	<i>Furka</i>	<i>Albula</i>
Matériel roulant				
Wagons couverts (exception: wagons-rampe)	OUI	OUI	OUI	seul. wagons ouverts
Extincteurs (dans les véhicules moteurs, sur tous les wagons-autos)	OUI	OUI		
2 détecteurs de déraillement et 2 lanternes par wagons-autos.	OUI			
Système téléphonique de secours: touche d'alarme sur chaque wagon-autos (interphone dans les voitures de voyageurs)	OUI			
Dispositifs d'alarme incendie sur les locomotives	en général			
Instructions sur le comportement à adopter				
Radio: messages possibles à partir du chef de la circulation des trains	OUI	OUI	OUI	
Tableaux d'information dans la salle d'attente et/ou sur les wagons porte-autos	OUI		OUI	
Dispositions / informations au verso des titres de transport	OUI			
Réception Natel assurée	OUI			
Information orale par le personnel			OUI	

Tableau 19: Mesures de sécurité spécifique au transport de voitures

7.2 Problèmes de sécurité particuliers

Le tableau comparatif des mesures mises en œuvre par les entreprises ferroviaires en vue d'améliorer la sécurité du transport de voitures montre qu'il existe des différences sensibles entre les différents tunnels. Ces différences s'expliquent essentiellement par l'âge des ouvrages.

Le transport d'autobus n'est pas sans poser des problèmes. Sur les wagons-rampe non couverts peuvent se produire des incidents, comme, par exemple, un contact entre le véhicule et la caténaire à cause d'une lucarne ouverte. C'est la raison pour laquelle, au Loetschberg, par exemple, le transport d'autobus sur des wagons ouverts a été totalement arrêté. Les transports de ces véhicules se font sur des trains navettes spéciaux dont les wagons sont dotés d'une toiture et conçus pour les autobus et les camions. Dans le tunnel de la Vereina, par mesure de sécurité, aucun passager ne peut rester dans les autobus chargés sur des wagons ouverts (wagon-rampe). Les passagers de ces autobus traversent le tunnel dans un train de voyageurs.

Il est difficilement possible de sortir d'un autobus se trouvant sur un wagon d'un train-autos; en effet, les seules échappatoires possibles passent par la sortie de secours du pare-brise ou du haillon.

7.3 Transport de voitures entre Kandersteg et Iselle

Durant la saison d'été, le BLS offre parfois le transport direct de voitures entre Kandersteg et Iselle. Ce tronçon comprend les tunnels suivants des catégories C et D:

Tunnel	Longueur (m)	Catégorie
Loetschberg	14612	D4
Mittelgraben II	3298	D3
Hohtenn	1346	C3
Simplon	19803	D2

Tableau 20: Tunnels des catégories C et D sur le tronçon Kandersteg - Iselle

A l'exception du Simplon, ces tunnels sont également empruntés par des trains-autos lorsque le transport de voitures Kandersteg – Goppenstein est prolongé jusqu'à Brigue (par exemple en cas de danger d'avalanche en hiver).

A l'heure actuelle, il n'est pas possible de répondre de manière définitive à la question de savoir dans quelle mesure, dans ces tunnels, les instructions quant au comportement à adopter peuvent être, comme dans le cas du Loetschberg, diffusées à la radio directement par le chef de la circulation des trains.

D Mesures

1 Introduction

1.1 Généralités

De manière synthétique, on peut dire que les différents faisceaux de mesures mettent l'accent sur les points suivants:

- **Mesures propres à éviter des accidents:**
 - Chaque train convient au tronçon en tunnel qu'il a à parcourir,
 - La voie ferrée à l'intérieur du tunnel est en bon état.
- **Mesures propres à réduire l'ampleur des accidents:**
 - En cas d'accident (incendie), chaque train peut encore quitter le tunnel,
 - Le personnel et les voyageurs sont informés sur le comportement correct à adopter en cas d'accident.
- **Mesures propres à faciliter l'autosauvetage:**
 - Il existe des chemins de fuite courts et de bonne qualité,
 - Le personnel et les voyageurs sont informés sur le comportement correct à adopter pour se sauver par leurs propres moyens.
- **Mesures propres à faciliter le sauvetage par des tiers:**
 - Il existe un dispositif d'alarme, d'intervention et de sauvetage à l'usage des services appelés à intervenir en cas d'accident,
 - L'équipement et l'instruction des services d'intervention sont adaptés au dispositif mis en place pour les interventions dans un tunnel,
 - L'infrastructure dans le tunnel (notamment l'infrastructure de communication) permet une intervention efficace.

La sécurité dans les tunnels ferroviaires résulte donc de la conjugaison du matériel roulant approprié et de la partie fixe du système de transport (voies, aiguillages, caténaires, installations de signalisation, dispositifs de sûreté, systèmes de surveillance des trains ...). Tous les autres facteurs (autosauvetage et sauvetage par des tiers...) peuvent contribuer à réduire l'étendue d'un accident. Par conséquent, c'est indiscutablement dans la prévention des accidents qu'il faut concentrer les efforts de sécurité. C'est avec des mesures agissant sur l'ensemble du réseau que l'on pourra globalement atteindre la plus grande sécurité.

Les mesures de sécurité complémentaires ont donc pour but

- premièrement, d'éviter des accidents dans des tunnels ferroviaires,
- deuxièmement, de créer les conditions propres à permettre objectivement aux personnes touchées par un accident de se sauver par leurs propres moyens, et
- troisièmement, d'assurer des conditions propices à un sauvetage rapide et efficace par des tiers en cas d'accident.

Les mesures exposées dans le présent rapport final, mais aussi leur appréciation et les recommandations quant à leur mise en application constituent une sorte «d'arrêt sur

image» découlant de l'état actuel de la technique. Il faut s'attendre à ce que les progrès techniques débouchent sur d'autres mesures dont il n'est pas encore possible, d'un point de vue actuel (essentiellement parce que leur fiabilité n'est pas encore démontrée), de recommander l'application.

1.2 Mesures déjà planifiées sur des ouvrages concrets

Par définition, l'étude englobe les tunnels ferroviaires suisses en exploitation au 1^{er} janvier 2000. Elle ne tient donc pas compte des mesures planifiées par les entreprises ferroviaires pour l'an 2000 et plus tard en vue d'améliorer la sécurité des tunnels existants.

En 1998, les CFF ont déjà accordé un crédit de 45 millions de francs au titre de l'amélioration de la sécurité de leurs tunnels. D'ici 2005, ils prévoient d'aménager des chemins de fuite marqués et dotés de mains courantes, et de réaliser un éclairage dans 27 tunnels.

Nous n'avons pas connaissance d'autres rénovations au sens où nous l'entendons dans le présent rapport, c'est-à-dire liées à l'application de mesures visant à augmenter la sécurité dans les tunnels ferroviaires. De toute évidence, de telles rénovations intervenant durant l'application des mesures en question doivent aussi être prises en compte dans le cadre des travaux d'entretien généraux.

1.3 Bases légales

Lors de l'évaluation des mesures, on a constaté que celles-ci touchent certaines législations nationales et internationales susceptibles de compliquer, voire d'empêcher, la mise en application d'une mesure à l'heure actuelle. Si, dans l'analyse approfondie faite dans le cadre de l'application des mesures, il est constaté que l'application d'une mesure justifie la modification des bases légales, il y a lieu d'engager les démarches qui s'imposent.

Les bases légales concrètement touchées par des mesures visant à augmenter la sécurité dans les tunnels ferroviaires en exploitation sont les suivantes:

- Constitution fédérale (cst.) (trafic transitant à travers les Alpes),
- Loi sur le transport public (LT),
- Ordonnance sur l'accès au réseau ferroviaire (OARF) et ses dispositions d'exécution (DE-OARF),
- Ordonnance sur les chemins de fer (OCF) et ses dispositions d'exécution (DE-OCF),
- RID / RSD (Règlement concernant le transport international / suisse ferroviaire des marchandises dangereuses),
- Directives de l'UIC (Union internationale des chemins de fer),
- Normes EN (normes européennes).

2 Catalogue des mesures

Dans les chapitres suivants sont exposées les mesures discutées dans le cadre de l'étude, ordonnées en fonction de leur point d'incidence et rangées en mesures «recommandées» ou «recommandées conditionnellement» sur la base de l'appréciation de leur application.

Dans l'appréciation des mesures, on a tenu compte en premier lieu des paramètres suivants: ampleur de l'effet, incidence sur l'exploitation, genres de coûts occasionnés ainsi que possibilités d'application.

Sont qualifiées de «recommandées» les mesures généralement susceptibles d'apporter un grand gain de sécurité tout en n'ayant pas ou peu d'impact négatif sur l'exploitation.

Sont dites «recommandées conditionnellement» les mesures dont la mise en pratique n'est concrètement possible que dans certaines circonstances (p.ex. conditions locales, rapport coût-utilité, restrictions d'exploitation) ou qui ne peuvent pas être recommandées sur un plan général du fait qu'elles n'ont pas été expérimentées suffisamment dans la pratique.

Par ailleurs, chaque mesure s'est vu attribuer un niveau de priorité, qui indique l'ordre dans lequel les mesures doivent être prises en considération dans la planification de leur application.

L'annexe A3 présente un catalogue des mesures étudiées, dont il n'est pas encore possible de recommander la mise en œuvre compte tenu de l'évaluation actuelle.

Sur la base de la distinction de principe, évoquée, faite à propos du matériel roulant au chapitre C5.1 (lignes à voie normale \leftrightarrow lignes à voie étroite, à crémaillère et funiculaires), il faut tenir compte du fait que les mesures énumérées ne peuvent pas être appliquées de manière efficace dans n'importe quel cas de figure (p.ex. mesures ayant un effet sur l'ensemble du réseau dans le cas des funiculaires).

Par ailleurs, il est à noter que les mesures énumérées, analysées et évaluées ci-après ont été répertoriées indépendamment des mesures déjà réalisées dans des tunnels existants. Une comparaison avec la réduction des risques générée par les mesures proposées se fait pendant la phase de mise en pratique (voir chapitre E2).

2.1 Mesures propres à éviter des accidents

2.1.1 Aperçu

Infrastructure (tunnel et voie à l'intérieur du tunnel):

- Adaptations techniques (zones d'aiguillages, transformation en tunnel à une voie, etc.)
- Entretien conforme aux prescriptions

Infrastructure (ensemble du réseau)

- Mise en évidence d'irrégularités des trains (pesée de la charge des essieux, dispositifs de détection des boîtes chaudes, des blocages intempestifs d'un essieu et des méplats, etc.)

Exploitation

- Contrôle des trains avant le départ (prescriptions de charge, visiteurs, etc.)
- Autorisation délivrée uniquement au matériel roulant approprié

Matériel roulant

- Voir chapitre D2.5

2.1.2 Catalogue des mesures

Mesures touchant l'infrastructure (tunnel et voie à l'intérieur du tunnel)

Tube supplémentaire Extension à deux tunnels à une voie; à vérifier aussi en rapport avec les assainissements du profil d'espace libre car cette mesure élève incontestablement le niveau de sécurité. Mesure très coûteuse, c'est pourquoi le rapport coût-utilité est, en général, mauvais.	<i>recommandé priorité 1</i>
Dispositif d'arrêt automatique des trains près de tous les signaux avant les tunnels et dans ceux-ci Mesure en général réalisée.	<i>recommandé priorité 1</i>
Contrôle systématique de l'état de la voie à l'aide de voitures d'auscultation Mesure en général réalisée; les intervalles usuels sur les lignes sont suffisants, des mesures supplémentaires dans les tunnels ne sont pas nécessaires.	<i>recommandé priorité 1</i>
Dispositif de contrôle de libération de la voie à l'aide de compteurs d'essieux Mesure en général réalisée.	<i>recommandé priorité 1</i>
Optimisation des aiguillages dans la zone des tunnels et des portails Réduction du nombre d'aiguillages au strict nécessaire.	<i>recommandé priorité 2</i>
Surveillance systématique de l'état des tunnels	<i>recommandé</i>

Selon fiche UIC-779.10E; en général réalisée.	<i>priorité 2</i>
Cloison dans les tunnels à double voie (avec des portes à distances régulières) En général réalisable à très grands frais (place limitée).	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>
Suppression d'une voie dans les tunnels à double voie Possible seulement si les exigences de l'exploitation (capacité) le permettent.	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>

Mesures liées à l'infrastructure (ensemble du réseau)

Dispositif de repérage des méplats Mesure inscrite dans la conception du réseau.	<i>recommandé priorité 1</i>
Dispositif de détection des boîtes chaudes Mesure inscrite dans la conception du réseau.	<i>recommandé priorité 1</i>
Installation de mesure de la charge d'essieu Mesure inscrite dans la conception du réseau.	<i>recommandé priorité 1</i>
Dispositif de repérage des freinages intempestifs Mesure inscrite dans la conception du réseau.	<i>recommandé priorité 1</i>
Dispositifs de repérage des profils en vue d'enregistrer les engagements du gabarit Maturité technique pas atteinte. Examiner l'application de cette mesure compte tenu de l'évolution technique. Actuellement, le strict respect des prescriptions de charge est plus important.	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>
Mise en place de détecteurs de gaz avant les tunnels ou avant les tronçons qui en dénombrent beaucoup Discutable uniquement dans des cas spéciaux.	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>

Mesures organisationnelles

Observation optique des trains par du personnel de contrôle avant les longs tunnels ou avant les tronçons qui en dénombrent beaucoup Repérage d'irrégularités (incendies, déraillements, échappement de gaz); pour cette surveillance combinée, on ne peut guère remplacer le personnel par des moyens techniques.	<i>recommandé priorité 1</i>
Enregistrement systématique et évaluation ciblée des irrégularités Ce qui est important dans ce contexte c'est aussi l'application cohérente des mesures découlant des résultats de l'évaluation.	<i>recommandé priorité 1</i>
Observation stricte des prescriptions de charge des wagons de marchandises Ces prescriptions sont fixées et connues. Leur respect doit être vérifié avec rigueur.	<i>recommandé priorité 1</i>

<p>Vérification des prescriptions (directives de sécurité des tunnels) Cela inclut également la vérification de l'actualité des directives en vigueur (p.ex.DE-OCF) et leur adaptation si nécessaire. L'application des directives dans les tunnels existants est délicate.</p>	<i>recommandé priorité 2</i>
<p>Renforcement des prescriptions internationales réglant le transport de marchandises dangereuses dans les tunnels Renforcement des prescriptions en vigueur; proposer de nouvelles directives pour le transport des marchandises dangereuses (y c. exigences posées au matériel roulant).</p>	<i>recommandé priorité 2</i>
<p>Traversées de tunnels uniquement pour les véhicules répondant aux prescriptions sur la protection contre l'incendie et dotés d'un dispositif de pontage du frein d'urgence Doit être réglé via l'homologation des véhicules / l'homologation des lignes / le prix du sillon. Application difficile. (DE-OARF).</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 2</i>
<p>Interdiction du croisement de trains de voyageurs et de convois de marchandises Efficace en particulier pour le transport de marchandises dangereuses. A discuter dans le cas des tunnels à double voie, compte tenu de leur situation et des retombées sur l'exploitation (capacité).</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 2</i>
<p>Réduction de la vitesse dans les tunnels Forte limitation de l'exploitation (capacité), à examiner localement.</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>
<p>Transport de marchandises particulièrement dangereuses en convois et avec accompagnement Revient à une course spéciale à travers le tunnel (en l'absence d'autres trains); à discuter dans des cas particuliers.</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>
<p>Déviations de transports de marchandises particulièrement dangereuses sur d'autres tronçons A discuter dans des cas particuliers compte tenu du risque global (transfert du risque).</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>

2.2 Mesures propres à réduire l'ampleur des accidents

2.2.1 Aperçu

Infrastructure (tunnel et voie à l'intérieur du tunnel):

- Maintenir de bonnes conditions dans le tunnel (maintenir la voie utilisable aussi longtemps que possible afin que le train puisse sortir du tunnel).

Exploitation

- Identifier rapidement l'accident
- Aucun nouveau train dans le tunnel
- Instruction du personnel du train et des passagers à propos du comportement à adopter en cas d'accident.

Matériel roulant

- Voir chapitre D2.5

Information aux passagers

- Voir chapitre D2.6

2.2.2 Catalogue des mesures

Mesures touchant l'infrastructure

Garantir une communication par radio sol-trains ininterrompue dans le tunnel Information rapide sur l'accident survenu afin que des mesures (arrêt de trains avant le tunnel, ...) puissent être prises depuis le poste de commandement.	<i>recommandé priorité 1</i>
Systèmes automatiques d'alarme incendie et/ou d'extinction dans les installations techniques A vérifier localement sur les tronçons critiques.	<i>recommandé priorité 2</i>
Alimentation bilatérale ou segmentation des caténaires Dépend en premier lieu d'aspects liés à l'exploitation; à vérifier localement.	<i>recommandé priorité 2</i>
Protection des câbles et des lignes électriques dans les tunnels Optimisation à la faveur des travaux d'entretien.	<i>recommandé priorité 2</i>
Câbles ignifuges pour les installations dans les tunnels Moyennant des surcoûts minimales en rapport avec les travaux d'entretien. Important surtout pour la communication et l'éclairage.	<i>recommandé conditionnellement priorité 2</i>

<p>Dispositifs (actifs) d'évacuation des fumées et de la chaleur Coûts élevés, mesure techniquement efficace seulement si liée à une conception globale du système de ventilation (priorité dans les sections assimilables au métro).</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>
<p>Dispositif de fermeture et bacs de rétention pour le drainage du tunnel Essentiellement protection de l'environnement. Mauvais rapport coût-utilité sur le plan de la sécurité des personnes.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>
<p>Alarmes incendie (capteurs de chaleur et de fumée) dans les tunnels Application généralisée dans les tunnels pas recommandée. Examiner l'emploi dans les longs tunnels compte tenu des développements techniques.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>
<p>Dispositifs d'extinction automatiques dans les tunnels (sprinkler) Coûts élevés, fonctionnement de longue durée pas garanti actuellement. Examiner l'emploi compte tenu du développement technique et de l'efficacité.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>
<p>Mise en place ultérieure d'un dispositif de siphonnage Coût élevé, donc en général mauvais rapport coût-utilité. A vérifier localement; Exécution délicate et pas toujours possible.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>
<p>Protection de l'infrastructure de communication contre l'explosion Pour que l'utilisation de l'infrastructure de communication après un accident ne provoque pas d'explosion.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>
<p>Rendre la chaussée utilisable par les véhicules routiers Techniquement réalisable seulement dans certains cas. Accès des véhicules routiers au tunnel et demi-tour des véhicules dans le tunnel pas garantis.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>

Mesures organisationnelles

<p>En cas d'accident, arrêt devant le tunnel des trains suivants ou venant en sens contraire Judicieux lorsque de telles mesures peuvent être incorporées dans le fonctionnement de l'exploitation. Peut réduire la capacité (battement entre trains).</p>	<p><i>recommandé priorité 1</i></p>
---	---

2.3 Mesures propres à faciliter l'autosauvetage

2.3.1 Aperçu

Infrastructure (tunnel et voie à l'intérieur du tunnel):

- Chemins de fuite courts et de bonne qualité (sans obstacles, marqués, éclairés) conduisant en lieu sûr (sortie de secours, 2^e tube, abris, etc.)

Exploitation

- Instruction du personnel roulant et des passagers quant au comportement à adopter en cas d'accident.

Information des passagers

- Voir chapitre D2.6

2.3.2 Catalogue des mesures

Mesures touchant l'infrastructure

Accotements avec mains courantes; éloigner les câbles et autres obstacles. Solution optimisée compte tenu de la section existante du tunnel. Standard minimal; c.-à-d. partie du paquet de mesures minimal nécessaire pour l'autosauvetage dans les tunnels ferroviaires.	<i>recommandé priorité 1</i>
Marquage des chemins de fuite et information sur les distances à parcourir Standard minimal; c.-à-d. partie du paquet de mesures minimal nécessaire pour l'autosauvetage dans les tunnels ferroviaires.	<i>recommandé priorité 1</i>
Eclairage des tunnels (aussi dans la zone des portails) Standard minimal; c.-à-d. partie du paquet de mesures minimal nécessaire pour l'autosauvetage dans les tunnels ferroviaires. Examiner localement la hauteur de l'éclairage des tunnels.	<i>recommandé priorité 1</i>
Sorties de secours, galeries latérales faisant office de sorties de secours, sortie de secours verticale A vérifier localement car cette mesure élève indiscutablement le niveau de sécurité. Coût élevé, donc mauvais rapport coût-utilité.	<i>recommandé priorité 1</i>
Galeries de service et de secours avec galeries transversales donnant sur le tube de service A vérifier localement, car cette mesure élève indiscutablement le niveau de sécurité. Coût élevé, donc mauvais rapport coût-utilité.	<i>recommandé priorité 1</i>
Masques pour le personnel d'entretien Judicieux si l'entretien s'effectue pendant l'exploitation.	<i>recommandé priorité 1</i>

Station d'arrêt d'urgence au milieu des tunnels (abri avec sortie de secours), abri ventilé A vérifier localement, car cette mesure élève indiscutablement le niveau de sécurité. Coût élevé, donc mauvais rapport coût-utilité.	<i>recommandé priorité 1</i>
--	----------------------------------

Mesures organisationnelles

Instruction du personnel (de train) quant au comportement à adopter en cas d'accident	<i>recommandé priorité 1</i>
Uniformisation internationale de la signalisation des chemins de fuite Application aux tunnels ferroviaires des mesures proposées par l'OFROU.	<i>recommandé priorité 1</i>

2.4 Mesures propres à faciliter le sauvetage par des tiers

2.4.1 Aperçu

Infrastructure (tunnel et voie à l'intérieur du tunnel):

- Permettre un accès rapide au tunnel (accès routiers, mise à terre des lignes par les services d'intervention locaux, etc.)

Exploitation / services d'intervention

- Conception de l'alarme, de l'intervention et du sauvetage (intervention commune planifiée de tous les services appelés à intervenir)
- Alerte rapide
- Equipement correspondant à la conception de l'intervention
- Services d'intervention correctement instruits (y c. à la mise à terre de la ligne)

2.4.2 Catalogue des mesures

Mesures touchant l'infrastructure

Adaptation des téléphones pour les appels d'urgence dans les tunnels Adaptation des téléphones de ligne existants et pose d'autocollants SOS sur les téléphones.	<i>recommandé priorité 1</i>
Dispositifs de mise à terre permanents dans la zone des portails et instruction dispensée aux services d'intervention locaux concernant la «mise à terre des lignes» Mesure judicieuse. Permet un engagement rapide des services d'intervention. Nécessite instruction et formation permanente.	<i>recommandé priorité 1</i>
Améliorer les conditions de l'intervention des sapeurs-pompiers dans les tunnels Mesure générale, doit être accompagnée de diverses mesures concrètes.	<i>recommandé priorité 1</i>
Infrastructure de communication optimisée dans les tunnels De bons moyens de communication sont indispensables pour maîtriser efficacement un accident. P.ex. téléphone de ligne, radio (pompiers), téléphone mobile (introduire un numéro d'appel d'urgence ou préparer l'organisation via le 112), chaînes de radio (info sur les programmes, surtout dans transport de voitures).	<i>recommandé priorité 1</i>
Prescrire des systèmes de communication redondants Condition sine qua non pour maîtriser efficacement un accident.	<i>recommandé priorité 1</i>
Accès (routiers) aux portails et sorties de secours Efficace si réalisable (dépend des conditions locales; régime de propriété).	<i>recommandé priorité 2</i>

<p>Lors des travaux d'entretien: utilisation de l'infrastructure des chantiers (accès, place de rebroussement, raccords d'eau) Efficace si réalisable (dépend des conditions locales; régime de propriété).</p>	<i>recommandé priorité 2</i>
<p>Possibilité d'atterrissage pour des hélicoptères de sauvetage Efficace si réalisable (dépend des conditions locales; régime de propriété).</p>	<i>recommandé priorité 2</i>
<p>Places de secours équipées spécialement dans la zone des portails Efficace si réalisable (dépend des conditions locales; régime de propriété).</p>	<i>recommandé priorité 2</i>
<p>Equipement de base près des portails pour les interventions de secours spécifiques aux tunnels Avant de l'introduire sur tout le réseau, examiner cette mesure en rapport avec la philosophie d'intervention «train d'extinction et de sauvetage» et avec les services d'intervention locaux.</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 2</i>
<p>Conduite et amenée d'eau d'extinction dans les tunnels (conduite sèche) En général, mauvais rapport coût-utilité. Dépend aussi de la philosophie d'intervention (train d'extinction et de sauvetage ↔ services d'intervention locaux).</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>
<p>Bouton d'alarme manuel dans le tunnel avec liaison au poste de commandement Judicieux en liaison avec l'enclenchement de l'éclairage du tunnel. Autrement, les téléphones de ligne sont plus adéquats (alarme différenciée).</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>
<p>Amenée ponctuelle d'eau d'extinction aux endroits voulus dans le tunnel ou utilisation de l'eau de source (réservoirs) Entre en considération si les conditions locales sont favorables.</p>	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>

Mesures organisationnelles

<p>Elaboration de plans régionaux d'alarme et de sauvetage (y c. recours aux services du feu, chimiques et de radioprotection) L'engagement commun de tous les services d'intervention est le seul moyen efficace. L'opportunité du plan d'intervention doit être vérifiée par le biais d'exercices périodiques.</p>	<i>recommandé priorité 1</i>
<p>Préparation de plans d'intervention locaux, y c. exécution d'exercices communs (aussi pour des tunnels critiques non soumis à l'OPAM) L'engagement commun de tous les services d'intervention est le seul moyen efficace.</p>	<i>recommandé priorité 1</i>

Réduction du temps s'écoulant jusqu'à l'arrivée dans la zone du portail Optimiser en fonction des plans de sauvetage et des possibilités d'accès.	<i>recommandé priorité 1</i>
Coordination internationale pour les tunnels binationaux (judicieuse aussi pour les tunnels proches de la frontière) Surtout dans l'optique de la maîtrise du sinistre.	<i>recommandé priorité 1</i>
Chaque compagnie nomme un interlocuteur responsable de la coordination des services d'intervention Déjà partiellement réalisée; pour l'élaboration des plans d'intervention, exécution d'exercices; interlocuteur des services d'intervention locaux (selon annexe 2.1, lettre o, OPAM).	<i>recommandé priorité 1</i>
Promulgation de bases légales pour les exercices proches de la réalité (incendie) dans les tunnels Application aux tunnels ferroviaires des mesures proposées par l'OFROU.	<i>recommandé priorité 1</i>
Mise à disposition d'un tunnel pour des exercices et des expériences hors du réseau ferroviaire Application aux tunnels ferroviaires des mesures proposées par l'OFROU.	<i>recommandé priorité 1</i>
Coordination internationale de la directive pour les essais d'incendie dans les tunnels Application aux tunnels ferroviaires des mesures proposées par l'OFROU.	<i>recommandé priorité 2</i>
Identification des marchandises transportées après un accident Marchandises dangereuses identifiables rapidement et en tout temps.	<i>recommandé priorité 2</i>
Mise en sécurité immédiate du flux d'informations lors d'accidents impliquant des marchandises dangereuses Justifiée seulement dans des cas spéciaux car la réduction du risque est faible. A vérifier en liaison avec le risque de sabotage.	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>

Equipement

Tenir prêts des trains d'extinction et de sauvetage A examiner en lien avec les plans de sauvetage et d'intervention.	<i>recommandé priorité 1</i>
Appareils respiratoires pour les équipes de sauvetage Introduire en collaboration avec les services d'intervention locaux (partie du paquet de mesures minimal).	<i>recommandé priorité 1</i>
Améliorer les moyens d'alarme des services de protection d'établissement (train d'extinction et de sauvetage) Raccourcir le temps de réaction du train d'extinction et de sauvetage.	<i>recommandé priorité 1</i>

<p>Adapter ou compléter l'équipement des services de secours compétents pour leur engagement dans des tunnels Optimiser l'équipement des services d'intervention sur la base du dispositif d'intervention et des compétences.</p>	<p><i>recommandé priorité 1</i></p>
<p>Caméra infrarouge pour les engagements en cas de fortes fumées Etudier en détail l'effet et l'emploi de cette caméra en collaboration avec les services des tunnels routiers.</p>	<p><i>recommandé priorité 2</i></p>
<p>Ventilateur mobile (souffleur à haute puissance) A examiner essentiellement dans les tunnels sans équipement d'aération (en collaboration avec les services des tunnels routiers).</p>	<p><i>recommandé priorité 2</i></p>
<p>Assurer la possibilité d'intervention des services de secours au moyen de véhicules routiers adaptés au rail Emploi nécessitant du personnel ferroviaire; les expériences actuelles ne sont pas satisfaisantes; accès parfois inexistant; à examiner en fonction du dispositif d'intervention.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>
<p>Wagon-rampe pour le transport de véhicules routiers de sauvetage A examiner en fonction du dispositif d'intervention.</p>	<p><i>recommandé conditionnellement priorité 3</i></p>

2.5 Mesures concernant le matériel roulant

2.5.1 Aperçu

Mesures propres à éviter des accidents:

- Chaque train est adapté aux tunnels à traverser
- L'entretien et l'équipement complémentaire du matériel roulant (matériel privé et d'un certain âge) sont assurés

Mesures propres à réduire l'ampleur d'un accident:

- En cas d'accident (incendie), chaque train peut quitter le tunnel

2.5.2 Catalogue des mesures

Mesures propres à éviter des accidents

<p>Aménagement antiincendie des voitures voyageurs Mesure réglée dans la fiche UIC (indépendamment de la sécurité dans les tunnels). A considérer lors de constructions nouvelles, de transformations et de révisions.</p>	<p><i>recommandé priorité 1</i></p>
<p>Réglage des valves de réduction de pression et d'autres organes de décompression des wagons-citernes Souvent liée à la maintenance et à l'entretien de wagons et de leurs équipements.</p>	<p><i>recommandé priorité 1</i></p>
<p>Définir les exigences spécifiques posées au matériel roulant du point de vue de la sécurité des tunnels et adapter les prescriptions en conséquence Mesures agissant à long terme; les prescriptions doivent être efficaces sur le plan international.</p>	<p><i>recommandé priorité 1</i></p>
<p>Définir les exigences posées au matériel roulant (wagons de marchandises) en fonction des matières transportées et adapter les prescriptions en conséquence Concerne essentiellement le transport de marchandises dangereuses (atteintes à l'environnement) et n'est pas seulement efficace pour la sécurité des tunnels.</p>	<p><i>recommandé priorité 1</i></p>

Mesures propres à réduire l'ampleur d'un accident

Pontage du frein d'urgence dans les tunnels Le système préconisé par l'UIC ne répond pas aux exigences et doit encore être amélioré. Entente internationale (prescriptions) nécessaire. Le problème vient des véhicules d'un certain âge.	<i>recommandé priorité 1</i>
Préservation de la capacité de rouler et du contrôle du train en cas d'incendie Les dispositions de la fiche technique UIC doivent être observées (à considérer lors des constructions nouvelles et des grandes transformations, ainsi que des révisions).	<i>recommandé priorité 1</i>
Plaquette d'information sur le frein d'urgence Généralement réalisée: mesure d'urgence avant l'introduction du pontage du frein d'urgence (fait partie du paquet de mesures minimal).	<i>recommandé priorité 1</i>
Equiper d'extincteurs portables les véhicules moteurs et les voitures de voyageurs Mesure judicieuse sur les véhicules moteurs, voitures restaurants, fourgons à bagages et voitures-pilotes; à examiner dans les voitures de voyageurs (vandalisme, vol, entretien).	<i>recommandé priorité 1</i>
Blocage central des portières Empêche la sortie intempestive des voyageurs en cas d'arrêt du train dans un tunnel.	<i>recommandé priorité 1</i>
Alarme-incendie dans les véhicules moteurs et les voitures de voyageurs Permet une lutte rapide contre l'incendie.	<i>recommandé priorité 2</i>
Déclenchement central d'urgence de l'installation de climatisation Selon l'UIC aucune d'aération supplémentaire n'est prescrite, mais seulement des ventilations autorisées. Le problème vient des véhicules d'un certain âge.	<i>recommandé conditionnellement priorité 2</i>
Détecteurs de déraillement sur toutes les voitures Observer les prescriptions internationales de portée générale. Mérite d'être examinée dans les cas particuliers	<i>recommandé conditionnellement priorité 2</i>
Dispositif automatique d'extinction dans les véhicules moteurs Mesure non dénuée de problèmes; examiner sa faisabilité technique et économique. Donner la préférence aux alarmes incendie.	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>
Remplacement des freins d'urgence par une installation d'interphone Actuellement, la DE-OCF (art 49) prescrit les freins d'urgence. Mérite d'être examiné pour certaines applications (métro, exploitation en îlot).	<i>recommandé conditionnellement priorité 3</i>

2.6 Mesures concernant l'information des voyageurs

2.6.1 Aperçu

Les mesures concernant l'information des voyageurs sont inscrites dans une conception globale comportant deux grandes lignes d'action:

- Application cohérente de l'information rapide et compétente donnée aux passagers lors de l'arrêt d'un train et en cas d'accident,
- Information préventive donnée aux passagers et/ou à toute la population (prévention offensive).

L'information des passagers doit être intensifiée. Comme le montrent les exemples ci-après, on peut tout à fait formuler des règles de comportement appropriées, succinctes et pertinentes:

Instructions en cas d'incident dans un tunnel non accompagné d'un incendie

- *Il n'y a pas danger de mort immédiat.*
- *Il est important de procéder dans le calme. Suivre les instructions du personnel. Ne quitter les voitures que sur instruction du personnel.*
- *Attention aux lignes électriques.*
- *N'utiliser les téléphones portables qu'en cas de véritable urgence.*

Instructions en cas d'incendie dans un train voyageurs se trouvant dans un tunnel

- **Ne jamais tirer le frein d'urgence!**
Le premier objectif du mécanicien de locomotive est de sortir le train du tunnel. Dans presque tous les trains de voyageurs, le fait d'actionner le frein d'urgence provoque l'arrêt immédiat du convoi. Le personnel de train ne peut pas interrompre ce processus (l'exemple de l'incendie dans le tunnel du Hirschengraben a montré que cela pose un grand problème).
- *Eteindre l'incendie (seuls quelques trains, p.ex. IC-2000, sont équipés d'extincteurs).*
- *Quitter la voiture en feu (y laisser les bagages). Eventuellement descendre du train par la voiture voisine lorsque le train est arrêté.*
- *En cas d'arrêt du train dans un tunnel, attendre les instructions du personnel.*
- *En sortant du train dans un tunnel à double voie, les passagers doivent être attentifs aux trains arrivant en sens contraire. Garder la plus grande distance possible par rapport aux câbles pendants.*
- *S'il y a lieu, s'éloigner du lieu de l'incendie en marchant contre le vent (laisser les bagages dans le train).*

2.6.2 Catalogue de mesures

L'application de la conception décrite au chapitre 2.6.1 peut se faire comme il suit:

- Information écrite, par exemple au verso des titres de transport et de la carte des menus des voitures restaurants, sur les feuilles d'information des trains EC, les affichettes suspendues dans les voitures voyageurs, sur la dernière page de la revue VIA ...
- Information verbale diffusée par bande magnétique dans les trains «Bienvenue dans le tunnel du Loetschberg ...», par analogie aux messages annonçant le prochain arrêt.
- Annonces standards (par bande magnétique) lors d'arrêts de service dans des tunnels.
- Spots télévisés.

L'application des mesures découlant de la conception relative à l'information des passagers est *recommandée en priorité 1*.

L'annexe A5 présente un exemple de fiche d'information que les chemins de fer danois (DSB) remettent aux passagers de leurs trains.

2.7 Mesure immédiate spéciale découlant de l'ordonnance sur les accidents majeurs (planification et plans d'intervention)

L'analyse du sondage fait apparaître qu'il est encore nécessaire d'agir au niveau de la planification et des plans d'intervention liés aux tunnels ferroviaires.

Les cantons sont responsables de la coordination des services d'intervention. Un premier atelier a été organisé le 8 juin 2000 à l'initiative de l'OFT dans l'idée de simplifier la coordination entre les cantons et les compagnies ferroviaires en vue de mettre en œuvre une solution aussi uniforme que possible pour l'ensemble de la Suisse. Cet atelier, qui avait pour but d'élaborer des «principes et des recommandations en matière de planification des interventions dans les tunnels ferroviaires», a été fréquenté par des représentants de l'OFT, de la Fédération suisse des sapeurs-pompiers, des cantons de Berne et d'Uri, du corps des sapeurs-pompiers de Zurich, des CFF et du BLS.

Les principes de base et les recommandations de l'OFT rassemblent dans un rapport les données nécessaires pour la planification et les plans d'intervention dans les tunnels ferroviaires, afin que

- les propriétaires de tunnels ferroviaires aient une vision d'ensemble des principes à observer et sachent ainsi quelles sont les données nécessaires;
- les propriétaires et les services d'intervention cantonaux puissent planifier la coordination nécessaire, élaborer les plans d'intervention et organiser des exercices;
- les services chargés de l'exécution de l'OPAM puissent appliquer en connaissance de cause et de manière coordonnée les exigences posées à la planification des interventions et en contrôler les résultats.

Ce rapport s'adresse aux organisations de sécurité des compagnies de chemins de fer ainsi qu'aux services cantonaux responsables de la planification des interventions.

Sur la base des résultats du premier atelier, des principes de base et des recommandations sont actuellement en cours d'élaboration sur mandat de l'OFT afin d'être adoptés à l'occasion d'un second atelier prévu en automne 2000. Il est prévu de faire suivre celui-ci d'une brève consultation auprès des organes concernés (exploitants de tunnels, cantons, ...).

C'est sur cette base que les compagnies de chemins de fer et les services d'intervention pourront élaborer ou achever leurs plans d'intervention (si ce n'est pas déjà fait). La démarche choisie a accéléré l'application de l'ordonnance sur les accidents majeurs, application qui pourra dès lors se poursuivre dans le cadre des activités quotidiennes des organes compétents.

2.8 Mesures spécifiques au transport de voitures

Une question se pose: lesquelles parmi les mesures suivantes mises en œuvre dans le tunnel de la Vereina peuvent ou doivent également être appliquées dans les tunnels du Loetschberg, de la Furka ou de l'Albula:

- Application de mesures ciblées touchant le matériel roulant spécial et, partant, existant seulement en nombre limité (rééquipement / remplacement).
- Mesures liées au transport d'autobus (surtout en ce qui concerne la sortie des passagers hors de ces véhicules).
- Amélioration de l'information des passagers quant au comportement à adopter lors de l'arrêt d'un train dans un tunnel (panneaux d'information, messages diffusés par le canal de la radio) et mise à profit des possibilités offertes par la téléphonie mobile (un nombre croissant d'automobilistes possèdent un téléphone mobile pouvant être utilisé comme moyen de communication bicanal).
- Examen et éventuellement adaptation des plans d'intervention dans l'optique des risques et des possibilités propres au transport de voitures.

Une analyse de risque spécifique est effectuée dans la perspective de la «chaussée roulante». Il va de soi que les connaissances acquises (surtout celles qui ont trait à un accident du type «incendie») sont également appliquées au transport de voitures, et les mesures nécessaires mises en œuvre dans le cadre de l'application.

Relevons par ailleurs que toutes les mesures complémentaires mises en œuvre à propos du matériel roulant et des autobus, et la plupart de celles qui concernent les instructions de comportement liées au transport de voitures au Loetschberg sont automatiquement appliquées sur le prolongement du parcours jusqu'à Brigue et Iselle. Seules les questions des moyens de communication (réception radiodiffusée et téléphone mobile) doivent être encore étudiées, surtout pour les longs tunnels (Mittalgraben II, Hohtenn, Simplon).

Transport de voitures au St-Gothard

Des études sont en cours concernant une conception possible des transports intitulée «reprise du transport de voitures au St-Gothard». Sans la connaître avec précision, on peut d'ores et déjà citer, outre les mesures propres à augmenter la sécurité des tunnels déjà mentionnées, les faisceaux de mesures suivants spécifiques au St-Gothard:

- Le fait que du matériel roulant spécial soit utilisé pour le transport de voitures permet l'application de mesures ciblées. Cela, surtout parce que le matériel roulant doit être acheté à neuf et que, par conséquent, les mesures de sécurité prises dans le tunnel de la Vereina (ou ailleurs suivant la conception de l'exploitation) pourraient également être réalisées dans le tunnel du St-Gothard sans coûts excessifs.
- Les risques et possibilités liés au transport d'autobus doivent faire l'objet d'analyses poussées, y c. l'option du transport des passagers de ces véhicules dans des trains.
- Il faut installer les moyens de communication complémentaires nécessaires pour l'introduction du transport de voitures (par exemple radio, téléphonie mobile).

2.9 Mesures spéciales pour les tunnels binationaux

Outre l'ensemble des tunnels ferroviaires entièrement situés sur territoire suisse, l'étude considère également les tunnels binationaux du Col des Roches, du Mont d'Or et du Simplon. Pour ceux-ci, la coordination internationale, surtout en ce qui concerne l'engagement des services d'intervention, revêt une importance toute particulière. Dans le cadre des contrats existants à propos de l'exploitation et de l'entretien, il importe d'élucider aussi la question des rénovations que peuvent nécessiter ces tunnels et de l'application de mesures visant à en améliorer la sécurité.

Le problème de la coordination des forces d'intervention a également été étudié pour le tunnel italien du Monte Olimpino (II) étant donné sa proximité de la frontière.

Les résultats des investigations peuvent se résumer ainsi:

- **Mont d'Or: (Vallorbe – Longevilles-Rochejean F)**
Le «Comité de sécurité transfrontalier pour le tunnel du Mont d'Or» existe. Il n'y a pas nécessité d'agir.
- **Col des Roches: (Le Locle – Villers-le-Lac F)**
La consultation concernant le «Comité de sécurité transfrontalier pour le tunnel du Col des Roches» est réglée. Les contacts internationaux officiels ont été établis par l'OFT.
- **Simplon: (Brigue – Iselle I)**
Les CFF précisent qu'ils sont préparés à une intervention dans le tunnel du Simplon, et que la coordination de leurs services d'intervention avec les services locaux compétents de la région de Brigue est assurée.
Une demande a été adressée au canton du Valais concernant la coordination internationale et la nomination de l'interlocuteur suisse. Au besoin, c'est l'OFT qui engagera les démarches nécessaires auprès des autorités italiennes.
- **Monte Olimpino (II): (Chiasso – Bivio Rasales I)**
Situé sur territoire italien, ce tunnel n'est pas soumis à l'OPAM (c'est-à-dire à l'obligation de planifier les interventions, d'élaborer des plans d'intervention et de coordonner les services d'intervention). Etant donné sa proximité de la frontière, l'OFT soutient une coordination adéquate (sur une base volontaire).
Une demande dans ce sens a été adressée au canton du Tessin. Au besoin, c'est l'OFT qui établira les contacts internationaux nécessaires.

E Démarche proposée et conclusions

1 Enrichissement de la banque de données des tunnels

C'est la première fois que l'on a saisi l'intégralité de toutes les informations nécessaires pour décrire et évaluer les tunnels ferroviaires situés sur le territoire suisse, que l'on a fait une comparaison croisée de ces tunnels, et qu'on les a classés à l'aide de la méthode choisie et décrite au chapitre B3.3. Il n'est donc pas étonnant que l'on n'ait pu combler toutes les lacunes dans la collecte des données. Mais ces «trous» n'affaiblissent en rien la portée générale du présent rapport.

La démarche ultérieure proposée est la suivante:

- Les compagnies de chemins de fer reçoivent, pour validation, un récapitulatif des informations évaluées (données) concernant leurs tunnels.
- La banque de données sera ensuite complétée selon les indications des compagnies de chemins de fer.
- La classification des tunnels dans les catégories définies et le calcul des coefficients devront être examinés par les compagnies et corrigés si nécessaire.
- Les compagnies de chemins de fer pourront ensuite réutiliser les données de leurs tunnels pour leurs usages internes.

2 Application des mesures

2.1 Généralités

Comme on l'a déjà vu, la saisie, l'évaluation et la classification ont été effectuées pour tous les tunnels ferroviaires suisses. Cela donne un aperçu de l'ensemble de ces ouvrages. Ceux-ci se distinguent fortement les uns des autres au niveau des données locales, du matériel roulant qui y circule, de leur exploitation et de l'organisation des services d'intervention.

Il ne serait pas logique de définir les mesures recommandées en vue d'améliorer la sécurité des tunnels sans tenir compte des paramètres cités, car leur portée ne serait pas satisfaisante. C'est la raison pour laquelle chaque mesure (selon la liste du chapitre D2) s'est vu imputer une recommandation et une priorité tenant compte des facteurs d'influence primaires.

Avant d'appliquer les diverses mesures ou un train de mesures à un tunnel ou à un groupe de tunnels, il y aura lieu d'examiner si d'autres mesures découlant de l'OPAM (concernant notamment les risques écologiques) sont nécessaires. Cela permet d'assurer une application commune et coordonnée de toutes les mesures nécessaires.

2.2 Mesures concernant l'infrastructure, l'exploitation, l'organisation

Sur la base du relevé des données, on peut établir pour chaque tunnel un «profil de sécurité» général. Dans le sillage du rapport final, l'OFT charge les compagnies de chemins de fer d'élaborer des projets montrant quelles mesures sont susceptibles d'être les plus efficaces pour améliorer la sécurité de leurs tunnels. Celles-ci seront ensuite présentées à l'OFT.

Cela permettra de garantir que

- l'évaluation et la planification de l'application des mesures tiendront compte de la connaissance des lieux et de l'exploitation,
- les travaux d'entretien général déjà planifiés dans le cadre de l'entretien courant seront mis à profit de manière rationnelle pour mettre en œuvre des mesures de sécurité supplémentaires,
- les coûts effectifs et la réduction des risques due à l'application de telle ou telle mesure pourront être chiffrés avec une précision suffisante

et, par conséquent,

- qu'il sera possible d'obtenir la plus grande réduction possible des risques à des coûts acceptables, c'est-à-dire avec un rapport coût-utilité optimal
- et que l'on travaillera à un niveau de sécurité élevé et homogène.

L'évaluation est fondée sur la méthode SUV¹⁵ des CFF. Dans la mesure où c'est nécessaire, il y a lieu de vérifier le calcul des risques et de l'adapter judicieusement aux exigences d'une évaluation de l'ensemble des tunnels ferroviaires suisses. La planification des mesures étudie les mesures supplémentaires grâce auxquelles il est possible d'améliorer la sécurité des tunnels. Elle chiffre la réduction des risques résultant de ces mesures ainsi que les coûts correspondants et les compare entre eux. Sur la base de considérations de coûts et d'utilité, il est donc possible d'élaborer pour chaque tunnel un paquet optimal de mesures.

La chronologie de l'application des mesures est définie compte tenu d'autres travaux d'entretien planifiés et supervisée par l'OFT dans le cadre de sa fonction de surveillance.

2.3 Mesures concernant le matériel roulant

L'optimisation du matériel roulant dans l'optique des exigences liées à une traversée sûre des tunnels ne peut se faire que de manière pragmatique.

Les adaptations nécessaires du matériel roulant et des prescriptions nationales et internationales doivent être définies et effectuées sous l'angle de la sécurité des tunnels. Dans ce

¹⁵ CFF, 1993: Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der CFF, Schlussbericht, Teil 1: Betrachtungen für das CFF Netz, Teil 2: Tunnelspezifische Aspekte

contexte, la planification et la gestion de la période de transition, mais aussi le contrôle de l'application des mesures, revêtent également une grande importance.

Lors de l'acquisition de nouveau matériel roulant, il faut s'assurer qu'il correspond bien à l'état actuel de la technique de sécurité (protection contre l'incendie, capacité à rouler en cas d'incident), et qu'il réponde d'ores et déjà aux exigences posées à la traversée des tunnels AlpTransit.

Dans des situations spécifiques (matériel roulant utilisé isolément, p.ex. sur une voie métrique; voir aussi les mesures touchant le transport de voitures), le matériel roulant peut être doté de composants de sécurité supplémentaires.

Parfois, le rééquipement du matériel roulant existant peut engendrer des coûts élevés. Il faut donc étudier les possibilités de transformer ce matériel lorsqu'il ne répond plus aux exigences actuelles de la technique de sécurité liées à la circulation dans des tunnels ou éventuellement de le retirer de la circulation et de le remplacer. Par ailleurs, il faut vérifier si le champ d'utilisation du «vieux» matériel roulant peut être restreint (p.ex. pas d'utilisation sur des tronçons comportant de nombreux tunnels). Dans la mesure du possible, tout matériel roulant doit être optimisé sous l'angle de la sécurité.

A l'instar de l'application de celles qui concernent l'infrastructure, l'organisation et l'exploitation, la mise en œuvre des mesures touchant le matériel roulant s'effectue aussi en fonction de considérations de coûts et d'utilité. L'OFT en définit et en supervise la chronologie en ménageant des périodes de transition lorsque c'est nécessaire.

2.4 Mesures concernant l'information des passagers

Une campagne d'information a pour but d'éviter, dans la plus grande mesure possible, les comportements inappropriés des passagers (et du personnel) lors d'un accident dans un tunnel. Le message prépondérant est celui-ci: **dans les tunnels, ne jamais actionner le frein d'urgence en cas d'incendie!**

Par ailleurs, il incombe aux compagnies de chemin de fer de montrer quelles sont les mesures qui permettent d'assurer la diffusion d'une information rapide et compétente aux passagers lorsqu'un train s'arrête dans un tunnel (p.ex. pour des motifs liés à l'exploitation).

Les canaux d'information à disposition pour diffuser des informations sont, d'une part, les médias habituels (radio, télévision, presse écrite) et, d'autre part, les médias propres aux compagnies de chemin de fer. Parmi ceux-ci, on trouve les revues destinées à la clientèle, les affichettes dans les trains, les messages diffusés par les haut-parleurs des trains, le verso des titres de transport, les cartes de menus, les notices d'information, etc.

Une conception d'information au niveau suisse va être élaborée en collaboration avec les compagnies de chemin de fer.

2.5 Mesure immédiate spéciale découlant de l'OPAM (planification et plans d'intervention)

Les étapes décrites au chapitre D2.7:

- Elaboration de principes et de recommandations dans l'optique d'établir des plans d'intervention spécifiques aux tunnels,
- Consultation et adoption des principes de base de la planification et des plans d'intervention,

seront poursuivies sans délai afin de pouvoir concrétiser l'application de l'OPAM dans le cadre des compétences ordinaires.

2.6 Mesures spécifiques au transport de voitures

En complément aux mesures à prendre dans le cadre de la sécurité générale des tunnels, les compagnies de chemin de fer concernées sont invitées à élaborer, en guise d'autoévaluation, des projets d'application de mesures spécifiques au transport de voitures et de les présenter à l'OFT. Sous réserve de nouvelles connaissances fournies par l'analyse des risques inhérents à la «chaussée roulante», ces projets comporteront des mesures entrant dans les domaines suivants:

- Matériel roulant (extincteurs, détecteurs de déraillement, système téléphonique de secours),
- Transport d'autobus (possibilités d'autosauvetage et de sauvetage par des tiers),
- Amélioration des instructions de comportement (p.ex. panneaux d'information, notices au dos des titres de transport ...),
- Moyens de communication: au moins réception radio et téléphone mobile dans les tunnels (> 1 km).

Les mesures nécessaires au transport de voitures dans le tunnel du St-Gothard seront définies dans le cadre de l'élaboration du projet «Transport de voitures au St-Gothard» et intégrées en conséquence dans le projet.

2.7 Mesures spéciales pour les tunnels binationaux

Les activités énumérées au chapitre D2.9 à propos de la coordination des services d'intervention sont poursuivies en collaboration avec les cantons, les compagnies de chemins de fer et les pays voisins concernés.

2.8 Coûts et financement des mesures

Comme on l'a déjà vu, les mesures à mettre en œuvre sont définies compte tenu du rapport entre leur coût et leur efficacité, afin que les moyens financiers investis servent de manière optimale à améliorer la sécurité dans les tunnels ferroviaires existants.

D'un point de vue actuel, il n'existe pas de sources spéciales de financement. Il appartiendra donc aux entreprises de transport d'intégrer les mesures à appliquer dans leurs plans d'investissement. S'agissant des mesures à réaliser à court terme, cela signifie qu'il leur faudra renoncer à d'autres investissements prévus. Les mesures que les entreprises de transport doivent accomplir peuvent porter préjudice à la rentabilité du trafic ferroviaire. Comme on l'a déjà constaté dans un autre contexte, cela déplacerait le problème mais ne contribuerait pas à sa résolution.

Il est donc primordial d'examiner la question de savoir comment il serait possible d'harmoniser les intérêts justifiés de la sécurité des tunnels et les objectifs de la politique des transports, qui demandent que le chemin de fer ait des capacités suffisantes et que le trafic soit transféré de la route au rail.

3 Conclusion

Les études effectuées montrent que le niveau de sécurité actuel des tunnels du réseau ferroviaire suisse **ne nécessite pas la mise en œuvre de mesures immédiates susceptibles de porter préjudice à l'exploitation du rail.**

Si l'on considère l'âge des tunnels, on comprend que l'équipement de **certains ouvrages** propre à prévenir et à maîtriser des accidents nécessite une **certaine mise à jour**. De même, dans l'optique de la sécurité des tunnels, il est possible d'optimiser l'exploitation, la coordination des services d'intervention (y c. la planification de leurs interventions, leur équipement et leur formation) ainsi que l'état technique et l'utilisation du matériel roulant. Etant donné que des travaux d'entretien sont planifiés pour ces prochaines années, il faudra les coordonner avec l'application de mesures de sécurité supplémentaires.

La mise en œuvre des mesures de sécurité ayant une efficacité substantielle génère toujours des coûts élevés. Cela vaut en particulier pour des mesures d'infrastructure telles que chemins de fuite courts et bien équipés, installation de moyens de communication redondants, amélioration des possibilités d'accès aux tunnels, etc.

Il va de soi que l'on continuera à étudier les mesures et les investissements visant à améliorer la sécurité à moindres frais.

Par ailleurs, on ajoutera que quelques-unes des mesures propres à éviter des accidents à considérer principalement dans l'optique de la priorité des efforts de sécurité (surtout dans le domaine du matériel roulant du réseau à voie normale) ne sont influençables qu'indirectement et que, par conséquent, leur mise en œuvre prendra plus de temps.

La démarche ultérieure choisie pour mettre en pratique les mesures garantit un **rapport optimal entre les coûts générés et la réduction des risques** et l'obtention d'un **niveau de sécurité élevé et homogène.**

Pour conclure, rappelons que le **niveau de sécurité** pour les passagers (comme le montrent des statistiques de longue date) **est a priori plus élevé dans un tunnel que sur le reste du réseau.**

Cela s'explique par le fait que toute une série de types d'accidents peuvent être quasiment exclues dans un tunnel. Néanmoins, il demeure que la sécurité des tunnels est un sujet d'actualité, souvent controversé. Cela tient notamment au fait que, dans la discussion en la matière, la fréquence des accidents frappe moins que leur ampleur potentielle, qui, il est vrai, peut être énorme à cause du confinement de l'espace.

Selon le mandat, le présent rapport traite de questions de sécurité concernant les tunnels ferroviaires existants. Il ne touche pas les questions de sécurité liées aux nouveaux tunnels ferroviaires, en particulier ceux des projets AlpTransit sur les axes du St-Gothard et du Loetschberg. Ces tunnels doivent répondre à l'état actuel de la technique de sécurité. Les exigences posées à leur équipement sont donc beaucoup plus poussées que les mesures présentées ici en vue d'assainir les tunnels déjà en exploitation.

Annexes

A1 Liste des tunnels

Tunnels de la catégorie D

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Albis	CFF	3360	D3
Albula	RhB	5865	D2
Furka-Basis	FO	15442	D3
Gotthard	CFF	15003	D4
Grauholz	CFF	6301	D4
Grenchenberg	BLS	8578	D2
Hagenholz	CFF	2837	D1
Hauenstein Basis	CFF	8134	D4
Heitersberg	CFF	4929	D4
Hirschengraben	CFF	1246	D1
Jungfrau	JB	7122	D2
Käferberg	CFF	2119	D1
Kerenzerberg	CFF	3955	D3
Loges (des)	CFF	3259	D2
Lötschberg	BLS	14612	D4
Mittalgraben II	BLS	3298	D2
Mont-d'Or	CFF	6099	D3
Ricken	CFF	8603	D3
Schanze	RBS	1200	D1
Schwamendingen	VBZ	2161	D1
Simplon	CFF	19803	D2
Stutzeck-Axenber	CFF	3375	D3
Vereina	RhB	19043	D3
Wasserfluh	BT	3556	D2
Weissenstein	RM	3700	D2
Zürichberg	CFF	4830	D4

Tunnels de la catégorie C

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Aarau CFF 1	CFF	563	C2
Aarau CFF 2	CFF	615	C2
Axenbergr	CFF	1128	C4
Bâtie (Bois de la)	CFF	1078	C3
Beaumont	BE	345	C1
Biberlikopf	CFF	305	C1
Bommerstein	CFF	453	C1
Born	CFF	809	C1
Bözberg	CFF	2526	C4
Bristen	CFF	697	C1
Bruggwald	BT	1731	C3
Burgdorfer	CFF	510	C1
Châtelaine	CFF	1081	C3
Cornallaz	CFF	494	C1
Crêtes / Burier	CFF	302	C1
Croix	CFF	2966	C3
Crosettes	CFF	1618	C3
Dettenberg	CFF	1800	C3
Donnerbühl	BLS	400	C2
Enge	CFF	903	C2
Flon-La Vigie	TSOL	469	C1
Flughafen	CFF	1215	C4
Freggio	CFF	1568	C4
Frohnalp	CFF	2793	C4
Gellert	CFF	340	C1
Glovelier	CFF	2009	C3
Grandvaux	CFF	392	C1
Gütsch	CFF	326	C2
Hauenstein	CFF	2495	C3
Hochfluh	CFF	584	C1
Hohntenn	BLS	1346	C3
Hondrich I und II	BLS	1711	C4
Jaman	MOB	2424	C3
Kannenfeld	CFF	800	C2
Kehrtunnel	BLS	1655	C3
Kirchet	MIB	1502	C3
Kreuzliberg	CFF	988	C2
La Lume	CFF	466	C1
Leggistein	CFF	1091	C4
Locarno	FART	2370	C3
Lopper	LSE	1743	C3
Lopper I	CFF	1186	C3

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Luzerner Stadttunnel (Musegg)	CFF	2107	C3
Magnacun	RhB	1909	C3
Maroggia	CFF	569	C1
Massagno I	CFF	924	C1
Massagno II	CFF	938	C1
Mittelallalin	LSF	1473	C3
Monte Ceneri I	CFF	1675	C4
Mont-Sagne	CFF	1354	C3
Morschach	CFF	1372	C4
Mühletal	CFF	399	C1
Naxberg	CFF	1570	C4
Ölberg	CFF	1987	C4
Paradiso	CFF	757	C1
Pfaffensprung	CFF	1476	C4
Pianotondo	CFF	1518	C4
Pierre-Pertuis	CFF	1294	C3
Prato	CFF	1567	C4
Precassino	CFF	402	C1
Precassino-Meggiagra	CFF	713	C1
Riedschuck	BLS	1536	C3
Riesbach	CFF	1357	C4
Rosenberg	CFF	1466	C4
Rosshäusern	BLS	1103	C4
Sihl	SZU	1296	C4
Stettbach	CFF	354	C1
St-Maurice	CFF	490	C1
Stutzeck	CFF	988	C1
Sud-de-Mormont	CFF	302	C1
Sunnegga	ZSB	1584	C4
Tasna	RhB	2350	C3
Tiefenau	RBS	516	C2
Tranchée couv. (St-Jean)	CFF	840	C1
Travi	CFF	1547	C4
Vauderens	CFF	921	C1
Vigneule	CFF	2432	C4
Wattigen	CFF	1084	C4
Wiedikon-Ulmberg	CFF	848	C2
Wipkingen	CFF	958	C2
Zimmerberg	CFF	1986	C4
Zimmeregg	CFF	1133	C3
Zugwald	RhB	2172	C3
Zumikon	FB	1758	C4

Tunnels de la catégorie B

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Aarau	WSB	261	B
Aathal	CFF	265	B
Allmendhubel	SMA	182	B
Altikofen 1	RBS	137	B
Alvaschein	RhB	609	B
Argenteri	RhB	114	B
Arosa	RhB	299	B
Bahnhofeinfahrt Biel	ASm	203	B
Balayé	MC	180	B
Balbalera	RhB	122	B
Balerna	CFF	616	B
Bärenfalle	RhB	249	B
Bärentritt	RhB	969	B
Bärschwil	CFF	116	B
Bassins/Fyay	NSTCM	116	B
Bergünerstein	RhB	409	B
Bertholod (Tour de)	CFF	136	B
Bietschtal I	BLS	589	B
Bietschtal II	BLS	952	B
Blasboden	BLS	377	B
Blattbach	BVZ	131	B
Blitzingen	FO	360	B
Boine	TN	103	B
Bois-de-Ban	CFF	160	B
Bolai	CFF	134	B
Bourgout	MC	132	B
Brail I	RhB	895	B
Brail II	RhB	309	B
Brienz Dorf	CFF	895	B
Brombänz I	RhB	113	B
Brombänz II	RhB	232	B
Brot	CFF	455	B
Brückwaldboden	FO	306	B
Brüggwald	HB	208	B
Buckten	CFF	263	B
Buechiwanggalerie	BOB	108	B
Bühl	CFF	114	B
Bühlberg	BT	366	B
Butzen	FO	177	B
Cadanza	FART	200	B
Calmot I	FO	876	B
Calmot II	FO	331	B
Campi	RhB	218	B
Cavadürli	RhB	334	B
Chamby	MOB	238	B
Champréveyres	BLS	160	B
Charbons	MC	419	B
Chardonne	MOB	115	B
Charlottenfels	DB	285	B
Charnadüra	RhB	449	B
Charnadüras	RhB	689	B
Château	CFF	230	B
Châtelard	TRN S.A.	299	B
Châtelaret	MC	143	B
Chaudanne	MOB	184	B

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Chauderon	LEB	508	B
Chlus	RhB	984	B
Choindez II	CFF	165	B
Choindez III	CFF	255	B
Col-des-Roches	CFF	436	B
Combe / Creuz	CFF	230	B
Combes	CFF	100	B
Cortivallo	FLP	324	B
Courchavon	CFF	194	B
Court II	CFF	184	B
Covatannaz	YSteC	154	B
Craistas	RhB	514	B
Crastatscha	RhB	315	B
Crêt	CFF	118	B
Crocetto	CFF	275	B
Cuorra	RhB	123	B
Dabi	RhB	299	B
Dard	TPC	202	B
Därligen	BLS	124	B
Davos Dorf	DPB	180	B
Dazio	CFF	354	B
Dirinei	FART	311	B
Disentis	FO	351	B
Dornen	BLS	172	B
Dorni	CFF	361	B
Éggerberg	BLS	792	B
Eistöbeli	RhB	241	B
Emmersberg	MThB	761	B
Erd	BRB	118	B
Estavannes I	GFM	199	B
Evilard	BE	182	B
Faverwald	BLS	430	B
Felsenburg III	BLS	112	B
Fischerhölzli	CFF	112	B
Flamatt	CFF	187	B
Fleurier	CFF	545	B
Fluh	BRB	212	B
Föhrlibuck	CFF	199	B
Fondeval	CJ	102	B
Fontannaz-Seulaz	TPC	182	B
Foradrai	CJ	149	B
Forch	FB	282	B
Frana di Corcapolo	FART	342	B
Franziskus	CFF	193	B
Friedental	CFF	120	B
Fuchsenwinkel	RhB	785	B
Fürten I	BLS	697	B
Fürten II	BLS	510	B
Gaggetto di dentro	FART	307	B
Gare CFF	LO	111	B
Gattikon	SZU	340	B
Giarsun	RhB	172	B
Gibet	CFF	677	B
Gletscheras	RhB	334	B
God	RhB	487	B
Gonda	RhB	396	B

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Gotthard II	CFF	196	B
Grand-Hôtel	TPC	119	B
Grand-Lachat	MC	579	B
Grange-Canal	SNCF	359	B
Grätli	BOB/SPB	155	B
Greifenstein	RhB	698	B
Grensiols I	FO	593	B
Grindt	FO	374	B
Grosser Cruschetta	RhB	417	B
Grosser Horn	SSSF	150	B
Grosshöchstetten I	RM	177	B
Gründen	BLS	148	B
Haut-de-la-Tour	CFF	334	B
Hegern	NB	122	B
Heimberg	RM	103	B
Hemligen	BLS	106	B
Herblingen	DB	530	B
Hohegg	BLS	118	B
Hüslen	CFF	628	B
Jostbach	FO	418	B
Käppeli	CFF	146	B
Kehlengraben	CFF	187	B
Kehrtunnel	WAB	250	B
Kirchberg	CFF	384	B
Kleine Scheidegg / "Spitz"	WAB	110	B
Klosters	RhB	397	B
Koblentz	CFF	181	B
Krattiggraben	BLS	143	B
Krattighalden	BLS	341	B
Küblis	RhB	215	B
Kühweid	CFF	132	B
La Combe	CFF	254	B
La Sarraz	CFF	148	B
Landikon	CFF	482	B
Landtunnel	GGB	179	B
Landwasser	RhB	216	B
Lärchenbühl	CFF	560	B
Laubegg	BLS	252	B
Leissigbad	BLS	270	B
Les Avants	MOB	155	B
Leysin	TPC	233	B
Lidenplatten	BLS	217	B
Liesberg	CFF	184	B
Loèche	CFF	125	B
Luche	CFF	116	B
Luegje	BLS	493	B
Lüener Rufe	RhB	399	B
Mahnkinn	BLS	385	B
Malley	TSOL	258	B
Malvie	CFF	213	B
Manesse	SZU	520	B
Marchgraben	BLS	207	B
Matten	RhB	114	B
Medje	RhB	250	B
Meggiagra	CFF	102	B
Meiggbachgalerie	BLS	123	B

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Mistail	RhB	300	B
Mitschen	FO	403	B
Mittalgraben I	BLS	459	B
Monnaie	MO	128	B
Montarina	FLP	316	B
Montbenon	LO	255	B
Montbovon	MOB	162	B
Mont-d'Orzeires (Epoisats)	CFF	431	B
Monte Piottino	CFF	147	B
Monterban	TRN S.A.	720	B
Montmelon	CFF	223	B
Montreux	MOB	182	B
Montreux MTGN	MOB	390	B
Moosbach	MOB	474	B
Mormont-Nord	CFF	182	B
Moyats	CFF	338	B
Mühlefluh ZG	CFF	192	B
Mühleggbahn	VBSG	287	B
Murets	YSteC	146	B
Nanchau	CFF	132	B
Naye	MOB	228	B
Neuhausen	CFF	144	B
Nisellas	RhB	274	B
No 4	EMOSSON	170	B
No 5	MO	103	B
No 6	MO	117	B
No 7	MO	100	B
Oberalppass	FO	216	B
Oberfeld	BLS	300	B
Opfikon I	CFF	264	B
Opfikon II	CFF	299	B
Palü	RhB	254	B
Pardorea	CFF	276	B
Passmal	RhB	420	B
Platz	RhB	262	B
Polmengo	CFF	304	B
Prolongation	LEB	360	B
Ransun	RhB	423	B
Raschitsch	RhB	185	B
Rennaz	TPC	154	B
Reymond	TRN S.A.	323	B
Riale Verdasio	FART	206	B
Rindelflüh	CFF	200	B
Rocca Bella	CFF	763	B
Rohrbach	CFF	259	B
Rotegg	CFF	348	B
Rotenegg	BOB/SPB	168	B
Röti	CFF	153	B
Rotloui	BLS	268	B
Rotschtobel	RhB	200	B
Rufenen	FO	300	B
Rugnux	RhB	662	B
Runplanas	RhB	502	B
S. Nicolao	MG	165	B
Sandgrind	RhB	380	B
Sassella	RhB	119	B

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Sasslatsch	RhB	232	B
Sasso del Porto	FMB	226	B
Sauge	CFF	118	B
Saut-de-Mouton	CFF	780	B
Scala	RhB	192	B
Schilteneune	CFF	166	B
Schluchi	BLS	107	B
Schönboden	RhB	235	B
Schonegg II	BRB	133	B
Schönheim	CFF	199	B
Schoren	BT	141	B
Schutz	RHW	315	B
Schützenmatt	CFF	286	B
Schwarzenbach	CFF	123	B
Schwyz	CFF	290	B
Seeburg	CFF	113	B
Sevistein III	BLS	409	B
Sierre	CFF	255	B
Silberberg	RhB	964	B
Singer Nord	CFF	230	B
Singer Süd	CFF	428	B
Solis	RhB	986	B
Sparsa	RhB	172	B
Spränggi	FO	127	B
Spundätscha	RhB	283	B
St. Moritz	SMBB	108	B
Stablini	RhB	289	B
Stadel	BLS	133	B
Stalvedro	CFF	196	B
St-Blaise	CFF	155	B
Steinboden	RhB	187	B
St-Jean	CFF	220	B
St-Sulpice	CFF	277	B
Stulsertobel II	RhB	103	B
Sturzenegg	BT	247	B
Stutz	CFF	133	B
Sulzegg	CFF	128	B
Sumiswald	RM	210	B
Surmin	RhB	224	B
Taferna	RhB	319	B
Tägerhard	CFF	400	B
Tal	BT	163	B

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Tars	RhB	103	B
Taubenloch I	CFF	239	B
Taubenloch II	CFF	320	B
Taubenloch III	CFF	220	B
Taubenloch IV	CFF	163	B
Taubenloch V	CFF	164	B
Täusi	CFF	157	B
Tellsplatten	CFF	171	B
Tine	MOB	157	B
Tiraun	RhB	227	B
Toua	RhB	677	B
Tournedos VI	CFF	126	B
Tremblex	MOB	145	B
Triège	MC	153	B
Umfahrung Oberwald	FO	671	B
Val da Pila	RhB	227	B
Val Ota	RhB	126	B
Val Plaunca	RhB	110	B
Val Varuna I	RhB	149	B
Val Varuna II	RhB	147	B
Valmont	MOB	386	B
Vanel	MOB	468	B
Varonne	CFF	137	B
Verguno	FART	110	B
Verrerie (La)	CFF	604	B
Verrerie-de-Roches	CFF	108	B
Verrière	CFF	154	B
Versasca	RhB	694	B
Vignascia	FART	185	B
Villangeaux	CFF	425	B
Villnachern	CFF	184	B
Wand	BRB'	140	B
Wiesen I	RhB	450	B
Wilzigen	CFF	250	B
Windgällen	CFF	180	B
Wolf	CFF	212	B
Wolhusen	CFF	150	B
Wurmschopf	WAB	125	B
Zavannens	CFF	275	B
Zermatt	GGB	250	B
Zuger Stadttunnel	CFF	585	B
Zuondra	RhB	535	B

Tunnels de la catégorie A

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Aarburger	CFF	87	A
Aesch	BT	92	A
Alp Nova II	SMBB	52	A
Altsentumstafel I	DFB	45	A
Altsentumstafel II	DFB	79	A
Altsentumstafel III	DFB	80	A
Angenstein	CFF	65	A
Artoito	CFF	74	A
Bad	BLS	80	A
Baraigla	RhB	52	A
Beatenberg	TBB	67	A
Bébolaz	MC	49	A
Bellaluna	RhB	28	A
Bellavista	MG	65	A
Bollement	CJ	48	A
Boscerina	CFF	43	A
Botze	MOB	40	A
Bränfluh	BVZ	58	A
Breiten	CFF	57	A
Buechi	BOB	60	A
Buel	RhB	52	A
Bühl ZG	CFF	90	A
Bürgli	CFF	50	A
Buvette	MC	83	A
Campell	RhB	32	A
Carroz	CFF	83	A
Cavagliasch	RhB	20	A
Cavja I	RhB	24	A
Cavja II	RhB	66	A
Champ-Rouge	CFF	85	A
Cheisten	MIB	63	A
Chochâble II	YSteC	73	A
Choindez I	CFF	29	A
Chrummwag	RhB	83	A
Chrüzacher	CFF	21	A
Chüemaad	BRB	93	A
Clasaurer	RhB	93	A
Cochâble I	YSteC	59	A
Coldrerio	CFF	96	A
Cornaux	MOB	45	A
Costa	CFF	67	A
Côte	TN	84	A
Court I	CFF	12	A
Crespera	FLP	88	A
Cugnieler	RhB	39	A
Deisch	FO	22	A
Drago	RhB	54	A
Dragonato	CFF	30	A
Dragone	CFF	9	A
Drapel	TPC	55	A
D'um D'um	BT	25	A
Eck	RhB	21	A
Entlenstalden	CFF	58	A
Erlenbach	CFF	70	A
Erlenruns	CFF	45	A
Eselwand I	PB	44	A
Eselwand II	PB	50	A

<i>Nom du tunnel</i>	<i>Compagnie</i>	<i>Longueur</i>	<i>Catégorie</i>
Eselwand III	PB	46	A
Eselwand IV	PB	9	A
Estavannens II	GFM	77	A
Faleinerweg	RhB	36	A
Färschen/Gotthardstr	FO	25	A
Faulkinn	BVZ	20	A
Federnwald	RB	41	A
Felsenburg I	BLS	19	A
Felsenburg II	BLS	29	A
Feschfluh	BLS	98	A
Fontaine	MOB	79	A
Fuegna	RhB	53	A
Funiculaire	MOB	85	A
Gaggetto di fuori	FART	35	A
Galerie couverte du Châtelard	MC	17	A
Galgentobel	BT	96	A
Gibelegg	FO	36	A
Giétroz I	EMOSSON	40	A
Giétroz II	EMOSSON	17	A
Gîtes	MOB	76	A
Gitzstein II	RhB	47	A
Gitzstein III	RhB	57	A
Giustizia	CFF	64	A
Gliamont	MOB	83	A
Glion	MOB	45	A
Grosse-Larze	MC	82	A
Grosshöchstetten II	RM	95	A
Grütgraben	CFF	55	A
Gsäss	GGB	40	A
Gûra	FART	33	A
Heinrichsbad	BT	27	A
Hitzberg	CFF	71	A
Horben	BT	93	A
I. Sektion	STHB	21	A
Intschi	CFF	88	A
Jaman MTGN	MOB	76	A
Jonaschlucht	CFF	31	A
Joux-au-Craz	TPC	40	A
Kalkofen	CFF	69	A
Kalter Brunnen	GGB	18	A
Kleiner Cruschetta	RhB	74	A
Kleiner Horn	SSSF	58	A
Kleiner Tunnel	JB	84	A
Lattenberg	CFF	93	A
Lehn	BLS	35	A
Lehnen	CFF	53	A
Leidspingrat	RhB	46	A
Les Sciernes	MOB	51	A
Letten-Luzern	CFF	37	A
Lipperschwendi	CFF	55	A
Lochgraben	BVZ	45	A
Loge (La)	CFF	54	A
Lothenbach	CFF	36	A
Madonna del Sasso	FLMS	85	A
Maienkreuz	CFF	78	A
Marécottes	MC	63	A

Nom du tunnel	Compagnie	Longueur	Catégorie	Nom du tunnel	Compagnie	Longueur	Catégorie
Marin	BLS	55	A	Platten	CFF	26	A
Matten N8	BOB	70	A	Platteneinschnitt	CFF	14	A
Meiersboden	RhB	19	A	Pradegg	SMC	73	A
Meitschlinger	CFF	74	A	Praschitsch	RhB	66	A
Merjenbirken	BVZ	28	A	Prasegnas	RhB	34	A
Molincero	CFF	75	A	Pré-Lionnet I	PBR	37	A
Molino	CFF	7	A	Pré-Lionnet II	PBR	17	A
Monda di dentro	FART	69	A	Puntalto	RhB	46	A
Monda di fuori	FART	17	A	Râpes-de-Jor I	MOB	46	A
Mont-Soleil	SMtS	62	A	Râpes-de-Jor II	MOB	20	A
Mött da Varda	FART	56	A	Râpes-de-Jor III	MOB	23	A
Moulin-Bornu	CFF	73	A	Râpes-de-Jor IV	MOB	65	A
Moutier I	CFF	31	A	Râpes-de-Jor V	MOB	26	A
Moutier II	CFF	11	A	Râpes-de-Jor VI	MOB	32	A
Moutier III	CFF	7	A	Raspille	CFF	80	A
Moutier IV	CFF	8	A	Revenez	MC	48	A
Moutier IX	CFF	13	A	Riale della Segna	FART	46	A
Moutier V	CFF	60	A	Riana	FLP	8	A
Moutier VI	CFF	23	A	Roche	CJ	38	A
Moutier VII	CFF	54	A	Rochefort	CFF	72	A
Moutier VIII	CFF	18	A	Rohrfluh	WAB	27	A
Mühle	CFF	88	A	Ronenwald I	BLS	59	A
Mühlebach	BVZ	31	A	Ronenwald II	BLS	60	A
Mühlebühl	AB	61	A	Rossplatten ZG	CFF	48	A
Mühlebühl	BT	90	A	Rotbach	BLS	50	A
Mühlefluh	CFF	60	A	Rothenfluh (Schönenbodentunnel)	RB	63	A
Muhren	CFF	53	A	Roulaz	TPC	18	A
Mundbach	BLS	88	A	Röven	RhB	94	A
Muraz	SMC	83	A	Ruegna	RhB	21	A
Nassbäumen	BVZ	58	A	Ruffibach	CFF	40	A
Nessleries	RhB	19	A	Ruinacci	FART	35	A
Neubrück	BVZ	10	A	Russen	BT	70	A
Neuhaus	BT	72	A	S. Lorenzo	ACTL	47	A
No 1	EMOSSON	52	A	S. Martino	CFF	53	A
No 1	MO	51	A	Saanenmöser	MOB	90	A
No 2	EMOSSON	92	A	Saas	RhB	88	A
No 2	MO	90	A	Salanche	CFF	20	A
No 3	EMOSSON	31	A	Salons	RhB	60	A
No 3	MO	31	A	Sass Got	FART	19	A
No 5	EMOSSON	66	A	Sassal I	RhB	25	A
No 6	EMOSSON	20	A	Sassal II	RhB	87	A
Nosedada	FMB	73	A	Sassal III	RhB	18	A
Nr. 1	SOB	53	A	Sassalto di dentro	FART	44	A
Nr. 3	SOB	65	A	Sassalto di fuori	FART	34	A
Nr. 4	SOB	63	A	Saulcy	CJ	41	A
oberer Brend	WAB	77	A	Saxernase	RhB	51	A
Oberer Schächli	CFF	44	A	Scereda	MG	90	A
Onglettaz	YSteC	29	A	Schlechten Wald	NB	29	A
Parsenbahn	DPB	60	A	Schloss Laufen	CFF	66	A
Pasquart	CFF	51	A	Schlossberg	RhB	56	A
Petit-Lachat	MC	12	A	Schonegg I	BRB	37	A
Petit-tunnel	TRN S.A.	36	A	Schwanden	RB	67	A
Peut-Champ	CJ	50	A	Schwarzfluh	BRB	19	A
Pfaffenried	BLS	25	A	Scierie	CJ	69	A
Pflanzgarten I	RhB	39	A	Spissfluh Herdtunnel	BVZ	36	A
Pflanzgarten II	RhB	98	A	Spycher I	PB	47	A
Piancone	MG	40	A	Spycher II	PB	97	A
Places-Bourgeoises	CFF	70	A	St. Adrian	CFF	65	A
Plambuit	TPC	39	A				

Nom du tunnel	Compagnie	Longueur	Catégorie
Stazione	ACTL	46	A
St-Brais	CJ	48	A
St-Cergue	NSTCM	99	A
Steini	BLS	60	A
Steinle	FO	80	A
Stepfegg	BOB/SPB	30	A
Stollfluh	BOB/SPB	16	A
Strahlloch	CFF	40	A
Streda	RhB	74	A
Stulsertobel I	RhB	84	A
Tiefencastel	RhB	26	A
Tourniquet	CFF	72	A
Toveyres	MOB	25	A
Trempel	BT	46	A
Tries	FART	33	A
Troistorrents	TPC	93	A
Tschoren	CFF	44	A
Tunnel unter der Staatsstrasse (Lichtensteig)	BT	39	A
Überwölbter Einschnitt unterer Brend	CFF	24	A
Unterer Schächli	WAB	34	A
Unter-Mühlebach	CFF	96	A
Val Chiara	BVZ	90	A
Valascia	FART	34	A
Valle Ingiustria	FART	15	A
Vallone d'Agno	FART	52	A
Vanel	FLP	58	A
Vauseyon	TPC	28	A
Verchiez	CFF	58	A
Verrerie-de-Moutier	TPC	16	A
Vetta	CFF	32	A
Vetta	MG	25	A
Viktoria	BLS	28	A
Walzenhausen	RHW	70	A
Werthenstein	CFF	30	A
Wiesen II	RhB	96	A
Wiggen	CFF	40	A
Wolfort	PB	40	A
Worblaufen / Linden- hofstrasse	RBS	97	A
Zalaint	RhB	27	A
Zraggen	CFF	68	A
Ziegelhütte	AB	35	A
Zumhofhalde	KSB	88	A

A2 Liste des sigles des compagnies de chemin de fer

<i>Sigle</i>	<i>Nom de la compagnie</i>
AB	Appenzeller Bahnen
ACTL	Azienda Comunale dei Trasporti Città di Lugano
ASm	Aare Seeland mobil AG
BE	Seilbahn Biel-Leubringen AG
BLS	BLS Lötschbergbahn AG
BOB	Berner Oberland-Bahnen
BOB/SPB	Schynigen-Platten-Bahn
BRB	Brienz - Rothorn-Bahn AG
BRB'	Braunwaldbahn AG
BT	Bodensee-Toggenburg-Bahn
BVZ	Brig - Visp - Zermatt-Bahn
CFF	Chemins de fer fédéraux suisses
CJ	Chemins de fer du Jura
DB	Deutsche Bahn Druppe DB Netz AG
DFB	Dampfbahn Furka-Bergstrecke AG
DPB	AG Davos-Parsenn-Bahnen
EMOSSON	Trains Touristiques d'Emosson SA
FART	Ferrovie Autolinee Regionali Ticinesi
FB	Forchbahn AG
FLMS	Funicolare Locarno - Madonna del Sasso
FLP	Ferrovía Lugano - Ponte Tresa
FMB	Funicolare Cassarate - Monte Brè
FO	Furka - Oberalp-Bahn
GFM	Chemins de fer fribourgeois
GGB	Gornergrat Monte-Rosa Bahnen
HB	Harderbahn AG
JB	Jungfraubahn AG
KSB	Sonnenbergbahn AG
LEB	Chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher
LO	Métro Lausanne-Ouchy S.A.
LSE	Luzern - Stans - Engelberg-Bahn
LSF	Luftseilbahnen Saas Fee AG
MC	Chemin de fer Martigny – Châtelard
MG	Ferrovía Monte Generoso SA
MIB	Kraftwerke Oberhasli AG

<i>Abréviation</i>	<i>Nom de la compagnie</i>
MO	Chemin de fer Martigny – Orsières
MOB	Chemin de fer Montreux – Oberland Bernois
MThB	Mittel-Thurgau-Bahn
NB	Niesenbahn
NSTCM	Chemin de fer Nyon - St-Cergue - Morez
PB	Pilatus-Bahnen
PBR	Chemin de fer Pont - Brassus
RB	Rigi-Bahnen
RBS	Regionalverkehr Bern-Solothurn
RhB	Rhätische Bahn
RHW	Bergbahn Rheineck-Walzenhausen AG
RM	Regionalverkehr Mittelland AG
SMA	Seilbahn Müren-Allmendhubel
SMBB	St. Moritzer Bergbahnen
SMC	Cie de Chemin de fer et d'autobus Sierre - Montana-Crans
SMtS	Chemin de fer funiculaire St-Imier - Mont-Soleil
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SOB	Schweizerische Südostbahn
SSSF	Sportbahnen Schwyz-Stoos-Fronalpstock AG
STHB	Stanserhornbahn-Gesellschaft
SZU	Sihlital - Zürich - Uetliberg-Bahn
TBB	Drahtseilbahn Thunersee - Beatenberg
TN	Compagnie des Transports en commun de Neuchâtel et environs
TPC	Transports Publics du Chablais SA
TRN S.A.	Les Transports régionaux neuchâtelois
TSOL	TSOL Tramway du sud-ouest lausannois SA
VBSG	Verkehrsbetriebe der Stadt St. Gallen
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich, Seilbahn Rigi-blick
WAB	Wengernalpbahn AG
WSB	Wynental- und Suhrentalbahn
YStC	Compagnie du Chemin de fer Yverdon - Ste-Croix
ZSB	Standseilbahn Zermatt-Sunnegga AG

A3 Questionnaire

		A Informations de base	
Nom du tunnel		<input type="text"/>	
Adresse	Entreprise	<input type="text"/>	
	Initiales	<input type="text"/>	
	Contact	Nom	<input type="text"/>
		Prénom	<input type="text"/>
		Fonction	<input type="text"/>
	Adresse	Rue	<input type="text"/>
		NAP	<input type="text"/>
		Lieu	<input type="text"/>
		Tél. / Fax / e-mail	<input type="text"/>
Ligne	Nom	<input type="text"/>	
	N° horaire	<input type="text"/>	
Rapport succinct OPAM			
Le tunnel se trouve sur le			<input type="checkbox"/> Tunnel non soumis à l'OPAM
Tronçon	reliant	<input type="text"/>	à <input type="text"/>
Segment	n°	<input type="text"/>	
Système	Nombre de tubes	<input type="text"/>	
	Nombre de voies	<input type="text"/>	
	Particularités	<input type="text"/>	
Portail A*	Gare / lieu d'exploitation le plus proche	<input type="text"/>	
	Situation(tube gauche**) au km	<input type="text"/>	Situation(tube droite) au km <input type="text"/>
	Coordonnées (si disponibles)	Coordonnées	
	X	<input type="text"/>	Y <input type="text"/>
		X	<input type="text"/>
		Y	<input type="text"/>
	Accessibilité	<input type="checkbox"/> à pied <input type="checkbox"/> route (28 t) <input type="checkbox"/> voie <input type="checkbox"/> chemin forestier / agricole	
	Problèmes d'accès	<input type="text"/>	
Portail B*	Gare / lieu d'exploitation le plus proche	<input type="text"/>	
	Situation(tube gauche**) au km	<input type="text"/>	Situation(tube droite) au km <input type="text"/>
	Coordonnées (si disponibles)	Coordonnées	
	X	<input type="text"/>	Y <input type="text"/>
		X	<input type="text"/>
		Y	<input type="text"/>
	Accessibilité	<input type="checkbox"/> à pied <input type="checkbox"/> route (28 t) <input type="checkbox"/> voie <input type="checkbox"/> chemin forestier / agricole	
	Problèmes d'accès	<input type="text"/>	
Longueur tunnel	tube gauche	m	<input type="text"/>
	év. tube droite	m	<input type="text"/>
Longueur galeries	devant portail A, tube g.	m	<input type="text"/>
	devant portail A, tube dr.	m	<input type="text"/>
	devant portail B, tube g.	m	<input type="text"/>
	devant portail B, tube dr.	m	<input type="text"/>
Date d'ouverture	<input type="text"/>	(Année d'ouverture suffit)	

* Longueur du tunnel / début / fin: chaque fois sans galerie adjacente

** direction du regard du portail A au portail B. Si tunnel avec un tube seulement (p.e. tunnel à double voie), entrer les données sous "tube gauche"

Exploitation Prière de mettre une croix (plusieurs mentions possibles)	<input type="checkbox"/> trafic voyageurs <input type="checkbox"/> trafic marchandises <input type="checkbox"/> marchandises dangereuses <input type="checkbox"/> chargement automobiles <input type="checkbox"/> trains blocs	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Année de référence Nombre de trains/année (total) <input style="width: 50px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/> </div>								
Section	Largeur à la hauteur des traverses <input style="width: 50px;" type="text"/> m Profil d'espace libre selon DE OC <input style="width: 100px;" type="text"/> Le profil d'espace libre est-il respecté complètement ? <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non Entraxe (pour les tunnels à double voie) <input style="width: 50px;" type="text"/> m									
Assainissements	Y a-t-il eu des assainissements ces dernières années ? <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Date</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	Date	Description	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	
Date	Description									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
Accidents	Graves accidents pendant les dix dernières années									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Date</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input style="width: 50px;" type="text"/></td> <td><input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	Date	Description	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>	
Date	Description									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/>									
Remarques	<div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div>									

Nom du tunnel

B Evaluation approximative Sécurité

Aiguillages (tube gauche) Nombre

Aiguillages (év. tube droite) Nombre

Trains marchandises Nombre par année

Trafic marchandises Tonnes par année

Transport de marchandises dangereuses Tonnes par année

Vitesse admissible trains voyageurs km/h

Occupation trains voyageurs, moyenne Nombre de personnes par train

Occupation trains voyageurs, heures de pointe Nombre de personnes par train

Accès intermédiaires externes Nombre

Galeries transversales (tunnels avec deux tubes) Nombre

Longueur maximale du chemin de fuite m

Y a-t-il un chemin de service, une main courante et un marquage des chemins de fuite ? oui non

Y a-t-il un éclairage de secours ? oui non

Y a-t-il une aération de secours (avec ventilateur ou installation équivalente) ? oui non

Durée d'attente jusqu'à l'arrivée des équipes au portail Arrivée minutes après l'alarme

Le tunnel se trouve-t-il dans l'agglomération (<20km) d'une grande ville (Genève, Zurich, Bâle etc.) oui non

Quelle agglomération ?

Le tunnel est-il équipé de moyens d'alarme et de communication ? oui non

Desquels ?

Planification des interventions

Plans des tronçons pas disponibles en cours d'élaboration (terminés avant le:) terminé

Plans détaillés du tunnel pas disponibles en cours d'élaboration (terminés avant le:) terminé

Point d'appui compétent pour la lutte contre le feu

Service compétent pour la lutte contre la pollution chimique

Comment évaluez-vous l'état du tunnel ?

bon état nécessite une rénovation à moyen terme à certains endroits nécessite une rénovation à court terme à certains endroits

nécessite en général une rénovation à moyen terme nécessite en général une rénovation à court terme

Remarques

A4 Mesures «non recommandées»

L'appréciation des mesures et la recommandation quant à leur application constituent un «instantané» et correspondent à l'état actuel de la technique. Ainsi, on peut admettre que d'autres mesures, qu'il n'est pas possible de recommander à l'heure actuelle (en général parce que leur fiabilité n'est pas démontrée), pourront être mises en œuvre au fur et à mesure de l'évolution.

La liste ci-après contient toutes les mesures examinées dans le cadre de l'élaboration du rapport sur la sécurité des tunnels ferroviaires et évaluées comme «*non recommandées*».

A4.1 Mesures propres à éviter des accidents

Mesures touchant l'infrastructure (tunnel et voie à l'intérieur du tunnel)

Protection de tous les équipements électriques du tunnel contre les explosions

Comme des explosions peuvent aussi être déclenchées par des trains, une protection totale est impossible.

Surveillance par télévision dans la zone des portails

Cette mesure n'a pas d'influence sur la sécurité des tunnels et peut tout au plus être appliquée dans l'idée de contrôler l'accès aux tunnels.

Mesures liées à l'infrastructure (ensemble du réseau)

Aucune

Mesures organisationnelles

Interdire aux trains de marchandises transportant des substances dangereuses (trains entiers) de circuler dans des tunnels

Cette mesure est quasiment inapplicable (restrictions trop importantes) et son application est juridiquement délicate. De même, elle induit le danger d'un transfert intempestif des risques.

Réduire la fréquence des trains

Cette mesure est quasiment inapplicable (restrictions trop importantes) et va à l'encontre des efforts visant à promouvoir les transports publics.

Modifier la proportion des trains de marchandises

Cette mesure est quasiment inapplicable (restrictions trop importantes) et induit le danger d'un transfert intempestif des risques.

Réduire le nombre de passagers dans les trains de voyageurs

Cette mesure est quasiment inapplicable (restrictions trop importantes) et va à l'encontre des efforts visant à promouvoir les transports publics.

Réduire le nombre de passagers des trains aux heures de pointe

Cette mesure est quasiment inapplicable (restrictions trop importantes) et va à l'encontre des efforts visant à promouvoir les transports publics.

A4.2 Mesures propres à réduire l'ampleur des accidents

Mesures touchant l'infrastructure**Ventilateurs servant à l'extraction des fumées (ventilation axiale)**

Généralement irréalisable dans les tunnels existants (espace trop confiné).

Pose d'extincteurs portables à distance régulière dans les tunnels

La pose d'extincteurs dans les véhicules est une mesure plus efficace et moins onéreuse

Extraction des fumées et de la chaleur avec aspiration passive

Rapport coût – utilité défavorable (coûts élevés / faible réduction des risques).

Surveillance télévisée dans les tunnels pour la vérification d'accidents

Rapport coût – utilité très défavorable parce que cela nécessite obligatoirement un bon éclairage.

Mesures organisationnelles**Réduction de la vitesse maximale des trains transportant des marchandises dangereuses**

Importantes restrictions au niveau de l'exploitation (réduction de capacité) pour un effet minime.

A4.3 Mesures propres à faciliter l'autosauvetage

Mesures touchant l'infrastructure

Aucune

Mesures organisationnelles

Aucune

A4.4 Mesures propres à faciliter le sauvetage par des tiers

Mesures touchant l'infrastructure**Déclenchement d'urgence de la tension dans les caténaires par un bouton d'urgence dans le tunnel**

Très gros inconvénients au niveau de l'exploitation; peut empêcher la circulation de trains en état de marche.

Rendre la voie praticable aux véhicules routiers

Techniquement réalisable seulement dans certains cas. L'accès des véhicules routiers au tunnel et le demi-tour des véhicules dans le tunnel ne sont pas assurés.

Mesures organisationnelles

Aucune

Equipement

Préparation de voitures supplémentaires pour l'évacuation de passagers (en combinaison avec des trains d'extinction et de secours)

Ne sera pas réalisée, même dans les nouveaux tunnels (AlpTransit).

A4.5 Mesures concernant le matériel roulant

Mesures propres à éviter des accidents

Aucune

Mesures propres à réduire l'ampleur d'un accident

Mise en place de boîtes de pansement dans les véhicules

Très faible effet et application délicate (vandalisme, vol, entretien)

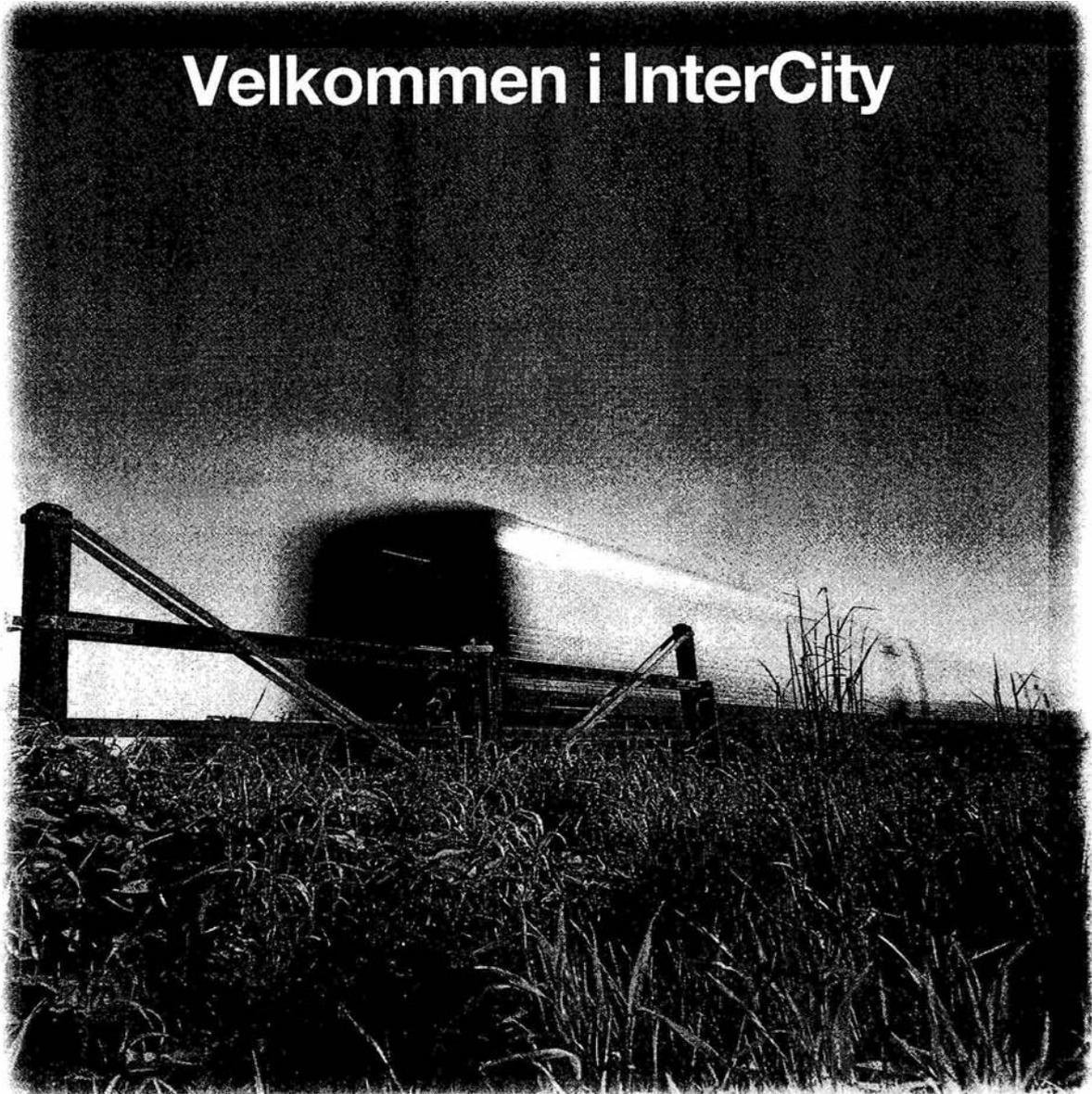
Système automatique d'extinction dans les voitures de trains de voyageurs

Développement technique non encore achevé et coût élevé.

A4.6 Mesures concernant l'information des voyageurs

Aucune

A5 Exemple d'une fiche d'information distribuée aux passagers des trains de voyageurs (Chemins de fer danois, DSB)



Velkommen i InterCity

Når du rejser med InterCity, kan du vælge mellem to togsystemer:

InterCity

hvor du kan vælge mellem 2 serviceniveauer:

Business med egen buffet med kaffe/te, juice/mineralvand og en småkage samt fri adgang til dagens aviser.

Standard - hvor sæderne er stillet op to og to overfor hinanden med et bord i midten. På Standard finder du også 2 særlige pladstyper: Hvileplads er for dig som ønsker fred og ro til at hvile eller til at arbejde - og Familieplads med legeareal til børnene.

InterCityLyn

hvor du kan vælge mellem 2 serviceniveauer:

Business Plus med ekstra god plads. Med i prisen får du altid et velanrettet koldt måltid og et glas vin, en øl eller sodavand serveret på din plads. Desuden kan du - når du ønsker det - få togstewardessen til at bringe dig mineralvand/ juice, kaffe eller te. Der er fri adgang til dagens aviser.

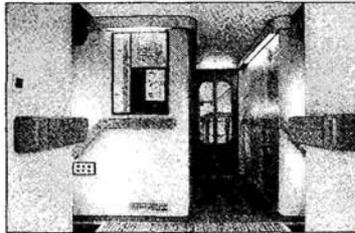
Business med egen buffet med kaffe/te, juice/mineralvand og en småkage samt fri adgang til dagens aviser.

På de næste sider kan du se, hvordan InterCity toget er indrettet og læse om sikkerhed i toget og i Storebæltstunnelen.

InterCity
Hvis tiden er vigtig

DSB

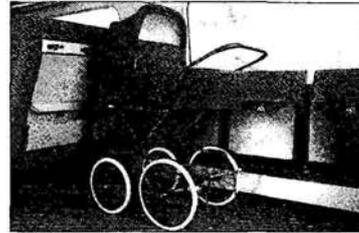
Sådan er InterCity toget indrettet



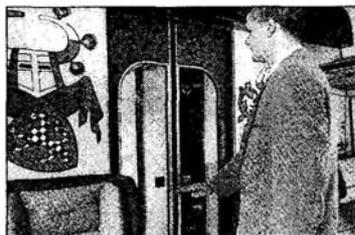
❶ Vestibule med telefon og oversigtskort. Rejser du på Business eller Business Plus, kan du få bragt en telefon til din plads. Du kan også sende og modtage telefax. Spørg togpersonalet.



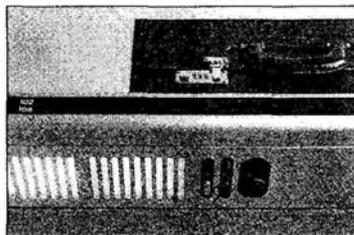
❷ I vestibulen er der adgang til toilet, hvor du også kan finde et puslebord til de små. Der findes også handicaptollet. Toilettet aflåses ved et tryk på en knap. Lyser knappen rødt, er toilettet optaget.



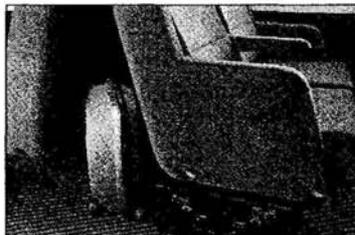
❸ Barnevogne og kørestole placeres i flexarealet.



❹ Dørene mellem kupeerne åbnes automatisk ved at føre en hånd fra side til side ved det lille piktogram.



❺ Under hattehylden findes en kontakt til læselys, kanalvælger til radioprogrammer samt stik til hovedtelefoner og almindeligt 220 volt stik til din computer.



❻ Større bagage eller tasker kan lægges under eller imellem sæderne.

Flexareal:
I InterCity toget er der plads til f.eks. kørestole og barnevogne.

Legeplads
Familieplads
Handicaptollet
Mønttelefon
Toilet

Når toget kører som InterCityLyn er Familieplads og Hvileplads suspenderet til fordel for Business og Business Plus.

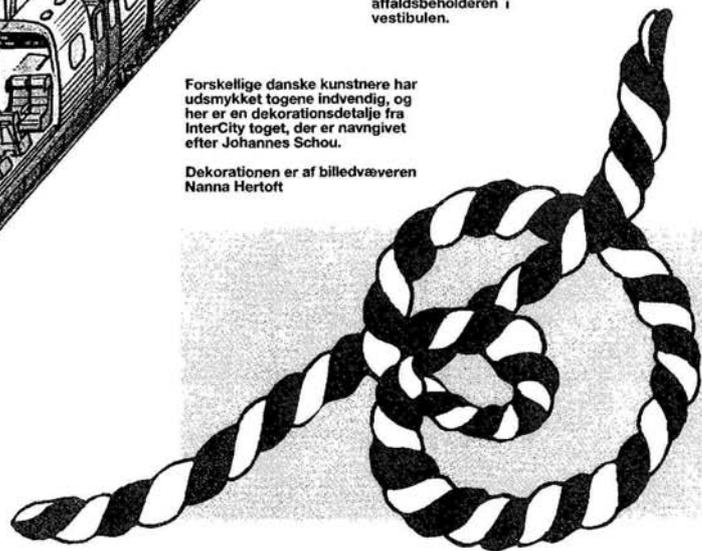
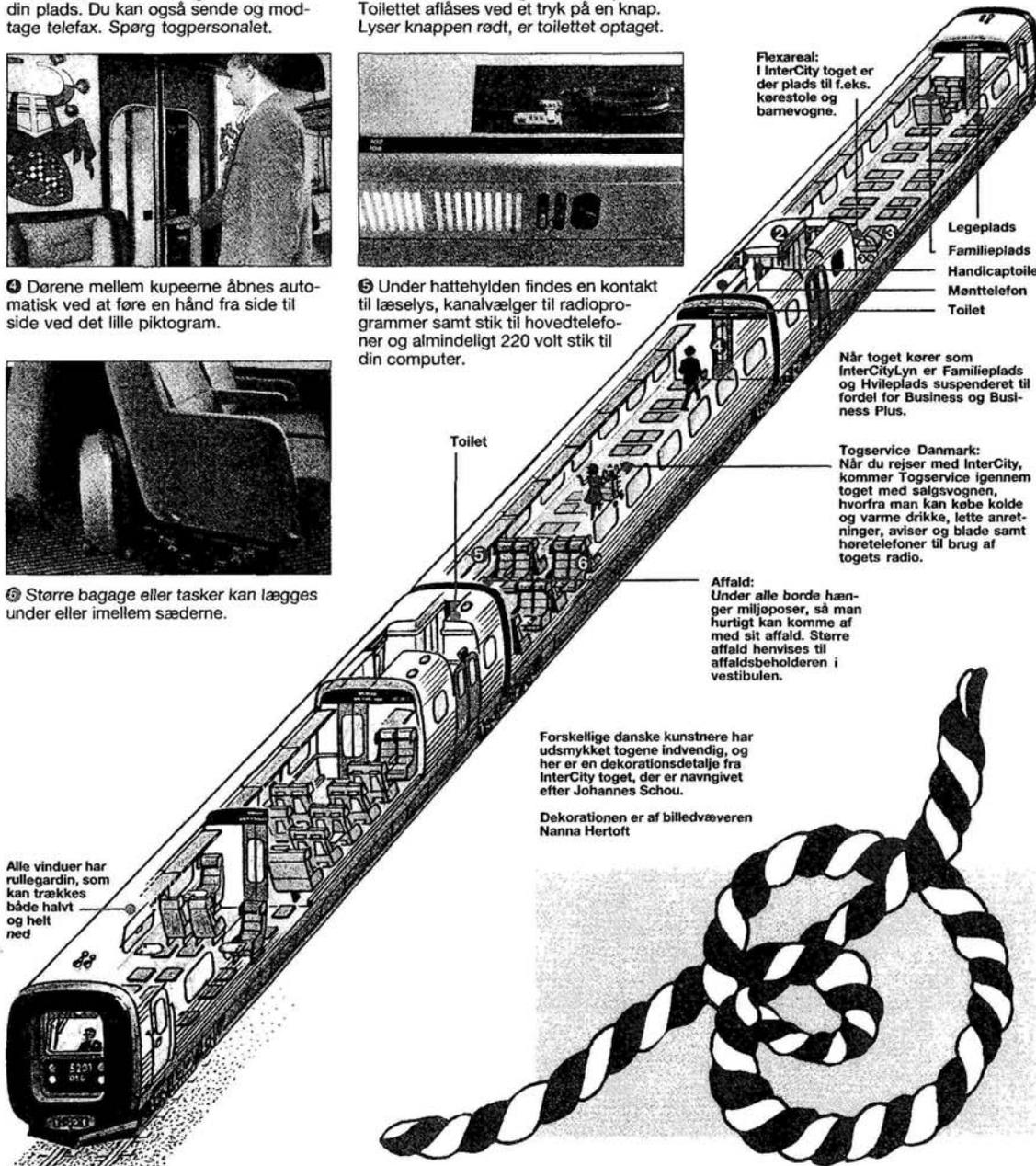
Togservice Danmark:
Når du rejser med InterCity, kommer Togservice igennem toget med salgsvognen, hvorfra man kan købe kolde og varme drikke, lette anretninger, aviser og blade samt høretelefoner til brug af togets radio.

Affald:
Under alle borde hænger miljøposer, så man hurtigt kan komme af med sit affald. Større affald henvises til affaldsbeholderen i vestibulen.

Forskellige danske kunstnere har udsmykket togene indvendig, og her er en dekorationsdetalje fra InterCity toget, der er navngivet efter Johannes Schou.

Dekorationen er af billedværeren Nanna Hertoft

Alle vinduer har rullegardin, som kan trækkes både halvt og helt ned



Sikkerhed i toget

Risikoen for at der opstår brand i toget er minimal. Der er overalt anvendt brandsikre materialer, som forhindrer ilden i at brede sig.

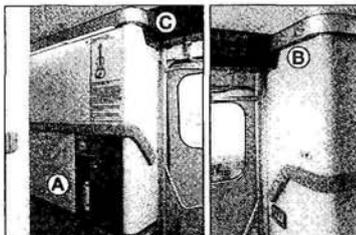
Skulle der på trods af dette opstå en brand, skal du være opmærksom på følgende:

Alarmér personalet og følg deres anvisninger! I hver vestibule findes en ildslukker A, som er placeret bag en glasrude. Du kan fjerne glasset ved at stikke to fingre gennem hullet og løfte. Herefter løsner du ildslukkeren ved et tryk på spændet. Ildslukkere findes desuden på endevæggen (ud mod førerummet) i Salon og Familieafsnittet.

Nødbremser findes i alle vestibuler samt på endevæggen i Salon og Familieafsnittet. Nødbremser er i vestibulen placeret på væggen ved udgangsdøren B. Den aktiveres, når du trækker ned i det røde greb. Vær dog opmærksom på, at toget ikke standser i tunnelen, selv om der trækkes i nødbremsen. Lokomotivføreren vil her modtage en alarm.

Der er ingen risiko for at blive spærret inde i toget. Flugtvejene fungerer på følgende måde:

De indvendige skydedøre kan uden besvær trækkes fra hinanden, hvis automatikken svigter. Til venstre for lysskiltet over de udvendige døre findes en nødåbning C, som du kan bruge, hvis dørene ikke kan åbnes på normal vis. Slå glasset i den røde ring ind og tryk på knappen, så åbner døren sig automatisk. Er vejen til vestibulen spærret, kan du komme ud via vinduerne. Der hænger en nødhammer på ydervæggen i hvert passagerafsnit. Læs om anvendelse af nødhammer på næste side.



Sikkerhed i tunnelen

Tunnelen mellem Sprogø og Sjælland er 8 km lang og benyttes kun til togtrafik. Det tager ca. 4 minutter at passere gennem tunnelen.

Forholdene i tunnelen overvåges konstant af avancerede styrings- og sikkerhedssystemer. Tunnelen er det mest sikre stykke bane i Danmark. Du kan derfor roligt læne dig tilbage i sædet og nyde turen.

Tunnelen består af to parallelle tunnelrør, der er placeret med ca. 25 meters afstand. I hvert tunnelrør er der 1,45 meter brede fortove på begge sider af banelegemet. Fortovene er i samme højde som en normal perron.

De to tunnelrør er forbundet med en tværtunnel for hver 250 meter. Med ca. 60 meters mellemrum er der flugtvejsskilte, der viser afstanden til de nærmeste tværtunneller. Det er derfor ikke svært at orientere sig mod nærmeste nødudgang.

Normalt vil kun flugtvejsskiltene være tændt. Skulle toget standse i tunnelen, kan den øvrige belysning tændes.

Skulle der opstå en situation, hvor det er nødvendigt at evakuere passagerer fra tunnelen, er det meget vigtigt, at du følger personalets instrukser. De ved præcist, hvordan de skal håndtere en nødsituation og har et grundigt kendskab til sikkerhedsforholdene.

Som grundregel gælder følgende retningslinier:

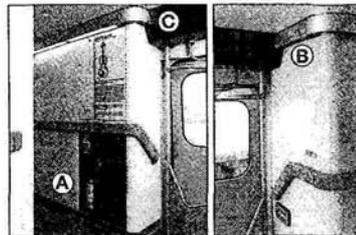
Bevar roen og følg toppersonlets instrukser. Personalet vil sørge for, at du via de nærmeste tværtunneller kommer over i det andet tunnelrør. Her skal du blot afvente nærmere besked.

Safety on the train

The risk of a fire in the train is minimal, fire-proof materials, which inhibit the spread of fire, are used throughout.

In the unlikely event of the outbreak of fire, you should note the following:

Alarm the personnel and follow their instructions. A fire extinguisher A, placed behind a glass panel, can be found in each vestibule. To remove the glass insert two fingers through the hole and lift. Then remove the extinguisher by pressing the fastening. Fire extinguishers can also be found on the end wall (by the driver's cabin) in the Salon and Family section.



An emergency brake can be found in all vestibules and on the end wall in the Salon and Family section. The emergency brake in the vestibule is located on the wall by the exit, B; it is activated by pulling down the red handle. Please note that the train will not stop in the tunnel in spite of the emergency brake being activated. The train driver will, however, receive an alarm.

There is no risk of being trapped in the train. Escape routes are ensured by the following:

If the automatic function on the internal doors fails, they can be drawn apart without difficulty. On the external doors an emergency opening, C, can be found to the left of the visual display above the door and this can be used if the doors cannot open in the normal way. Break the glass in the red ring and press the button, the doors will then open automatically. If the passage in the vestibule is blocked, the windows can be used as an exit. An emergency hammer is located on the wall in the corner of each passenger section. Instructions on how to use the emergency hammer appear on the next page.

Safety in the tunnel

The tunnel between Sprogø and Zealand is 8 kilometres long; it is used only by train traffic and takes approximately 4 minutes to travel through.

Conditions in the tunnel are under constant surveillance using advanced control and security systems. The tunnel has the safest stretch of track in the whole of Denmark, so you can happily lay back and enjoy the journey.

The tunnel consists of two parallel tubes, which are placed 25 metres apart. Both tunnel tubes have a 1.45 metre wide walkway on either side of the track. The walkway is the same height as a normal platform.

The two tunnel tubes are connected by a cross passage every 250 metres. Escape exit signs showing the distance to the nearest cross passage are placed every 60 metres, making it easy to find the nearest escape route.

Under normal circumstances, only the escape route signs are illuminated, however, should the train stop in the tunnel other lighting can be switched on.

In the unlikely event of having to evacuate passengers from the tunnel, it is very important to follow the instructions given by the personnel. All personnel have been specially trained in dealing with emergency situations and have thorough knowledge of the security arrangements.

As a general rule the following guidelines apply:

Keep calm and follow the train personnel's instructions. The personnel will ensure your transfer to the parallel tunnel tube via the nearest cross passage. Here you should wait for further instructions.

Sicherheit im Zug

Das Risiko, daß im Zug ein Brand ausbricht, ist minimal. Überall im Zug wurden feuerhemmende Werkstoffe verwendet, die die Ausbreitung eines eventuellen Feuers verhindern.

Sollte trotzdem ein Feuer ausbrechen, bitten wir Sie, folgendes zu beachten:

Alarmieren Sie das Zugpersonal und befolgen Sie deren Anweisungen!

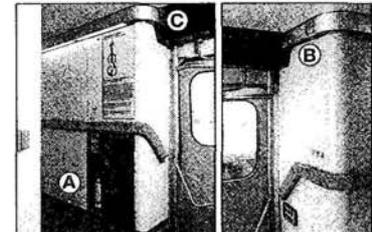
In jedem Einstiegsbereich befindet sich ein Feuerlöscher A, der hinter einer Glasscheibe angebracht ist. Sie können die Glasscheibe abnehmen, indem sie zwei Finger in das in der Glasscheibe befindliche Loch stecken und anheben. Danach kann der Feuerlöscher durch einen Druck auf die Haltevorrichtung herausgenommen werden. Weitere Feuerlöscher befinden sich außerdem an der Stirnwand (zum Führerstand) im Salon und im Familienab-schnitt.

Notbremsegriffe befinden sich in allen Einstiegsbereichen sowie an der Stirnwand des Salons und im Familienab-schnitt. Im Einstiegsbereich ist die Notbremse neben den Außentüren an der Wand angebracht B. Durch Ziehen des roten Griffes wird die Notbremse aktiviert. Beachten Sie jedoch, daß der Zug während der Fahrt durch den Tunnel - auch bei gezogener Notbremse - nicht anhält. Der Lokführer erhält in diesem Fall ein Alarmsignal.

Es besteht kein Risiko, im Zug eingeschlossen zu werden. Die Fluchtwege sind folgendermaßen gesichert:

Falls die Türautomatik ausfällt, können die Schiebetüren im Zuginnern leicht auseinandergezogen werden. Links neben der Leuchtanzeige über den Außentüren befindet sich ein Notöffnungs-schalter C, den Sie betätigen können, wenn sich die Türen nicht normal öffnen lassen. Schlagen Sie das Glas im roten Ring ein und drücken Sie auf den Knopf; dadurch öffnen sich die Türen von selber.

Ist der Weg zum Einstiegsbereich versperrt, können Sie durch die Fenster nach außen gelangen. Ein Nothammer hängt an der Außenwand eines jeden Fahrgastbereichs. Über die Anwendung des Nothammers lesen Sie bitte die nächste Seite!



Sicherheit im Tunnel

Der Tunnel zwischen der Insel Sprogø und Seeland ist 8 km lang und wird ausschließlich für den Eisenbahnverkehr benutzt. Die Durchfahrt durch den Tunnel dauert ungefähr 4 Minuten.

Der Tunnel wird konstant mit Hilfe von hochmodernen Steuerungs- und Sicherheitssystemen überwacht. Der Tunnel stellt das sicherste Streckenstück in Dänemark dar. Sie können sich deshalb ruhig im Sitz zurücklehnen und die Fahrt genießen.

Der Tunnel besteht aus zwei in einem Abstand von 25 Metern parallel verlaufenden Tunnelröhren. Jedes Tunnelrohr verfügt über 1,45 Meter breite Gehsteige zu beiden Seiten des Gleises. Die Gehsteige befinden sich auf gleicher Höhe eines normalen Bahnsteiges.

Alle 250 Meter sind die beiden Tunnelröhren durch einen Quertunnel verbunden. In einem Abstand von jeweils zirka 60 Metern sind Fluchtwegsschilder angebracht, auf denen die Entfernung zu den nächsten beiden Quertunneln angezeigt wird. Es ist deshalb nicht schwierig, den nächstliegenden Notausgang zu finden.

Unter normalen Umständen sind nur die Fluchtwegsschilder beleuchtet. Falls der Zug im Tunnel anhält, kann die übrige Beleuchtung eingeschaltet werden.

Sollte eine Situation entstehen, wo es notwendig ist, Fahrgäste aus dem Tunnel zu evakuieren, ist es äußerst wichtig, daß Sie den Anweisungen des Zugpersonals Folge leisten. Das Zugpersonal weiß genau, wie man mit einer Notlage fertig wird und besitzt gründliche Kenntnisse der Sicherheitsmaßnahmen.

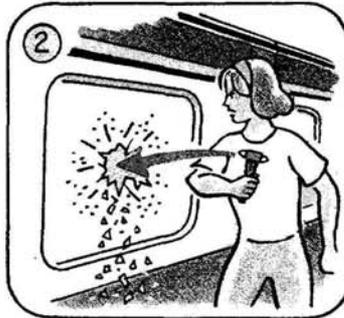
Als Grundregel gelten folgende Richtlinien:

Bewahren Sie Ruhe und befolgen Sie die Anweisungen des Zugpersonals! Das Zugpersonal wird dafür sorgen, daß Sie durch den nächsten Quertunnel hinüber in die andere Tunnelröhre kommen. Hier warten Sie weitere Weisungen ab!

● Anvendelse af nødhammer ● Use of emergency hammer ● Gebrauch des Nothammers



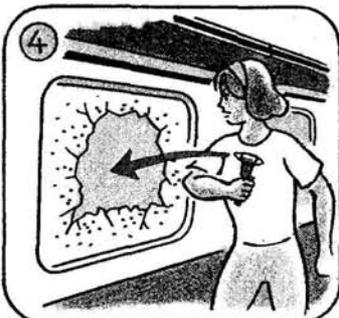
- Bryd plomben - og tag nødhammeren ud af holderen
- Break seal and remove emergency hammer from holder
- Die Plombe lösen - und den Nothammer aus der Halterung nehmen.



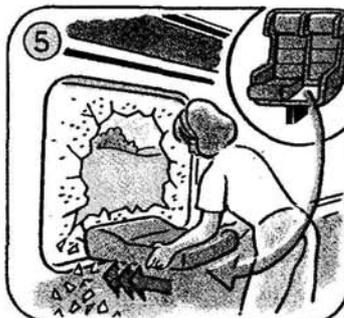
- Slå hårdt med den spidse del på det indreste lag glas.
- Hit inner pane of glass hard with pointed end of hammer
- Mit dem spitzen Ende kräftig auf die innere Glasscheibe schlagen.



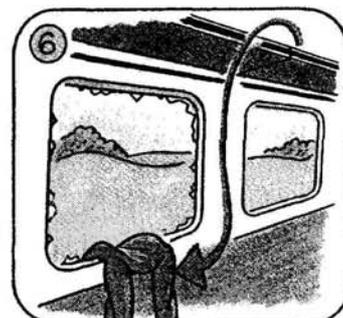
- Fjern noget af det knuste glas ved hjælp af hammeren.
- Remove broken glass using hammer
- Glasscherben mit Hilfe des Hammers entfernen.



- Slå nu hårdt med hammeren på det yderste lag glas.
- Hit outer pane of glass hard with pointed end of hammer
- Mit dem Hammer kräftig auf die äußere Glasscheibe schlagen.



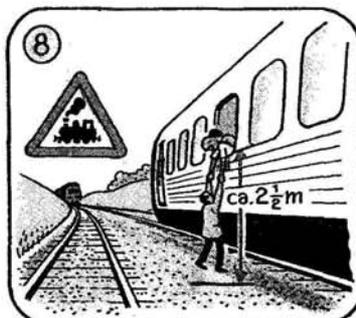
- Fjern den knuste røde ved at støde hårdt med en sædehynde.
- Remove broken glass using a seat cushion
- Die zerbrochene Scheibe durch Stoßen mit einem Sitzpolster hinausdrücken.



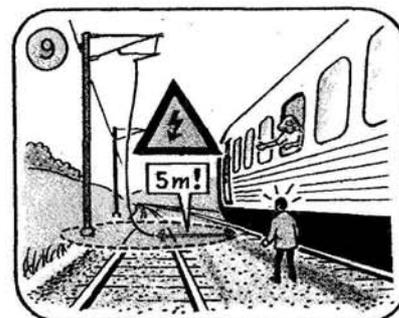
- Dæk vindueskarmen og glaskanten med en beklædningsdel.
- Cover window sill and glass edge with a seat covering
- Den Fensterrahmen og die Glaskante mit einem Bekleidungsgegenstand abdecken.



- Kravl baglæns ud - evt. med hjælp fra medpassagerer.
- Crawl out backwards with help from other passengers, if needed
- Rückwärts hinaus kriechen - eventuell mit Hilfe eines anderen Fahrgastes.



- Glid ned langs vognsiden, og giv så slip. Pas på tog i nabospor.
- Slide along the side of the carriage, let go, watch out for trains on neighbouring track
- An der Wagenaußenseite hinuntergleiten und loslassen. Vorsicht! Züge auf dem Nachbargleis.



- Hold mindst 5 meters afstand til nedfaldne el-ledninger.
- Keep a distance of at least 5 metres from any fallen electrical wires
- Mindestens 5 Meter Abstand zu herabgefallenen Stromleitungen halten.