



**Conseil Économique
et Social**

Distr.
GÉNÉRALE

TRANS/AC.7/2000/3
4 mai 2000

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Réunion spéciale du Groupe d'experts multidisciplinaire
sur la sécurité dans les tunnels
(Première session, 10-11 juillet 2000,
point 4 de l'ordre du jour)

**NORMES ET PRATIQUES RECOMMANDÉES
DE L'AUTOROUTE TRANSEUROPEENNE (TEM)**

Note du secrétariat

AUTOROUTE TRANSEUROPEENNE NORD-SUD (TEM)

Réunion du Groupe d'experts sur les normes TEM
27-30 mars 2000, Prague (République tchèque)

1. Les membres du Groupe, assistés de spécialistes des tunnels invités d'Autriche, d'Italie, de République tchèque, de Slovaquie et de Turquie ont examiné et réécrit le chapitre 8 des Normes et pratiques recommandées (tunnels) afin de tenir compte de l'état actuel des techniques de conception des tunnels ainsi que les leçons tirées des récents accidents survenus dans des tunnels routiers alpins.
2. Le texte final révisé du chapitre 8 des Normes et pratiques recommandées TEM est joint au présent document.

* * *

8. TUNNELS

8.1 Champ d'application

Les tunnels représentent une partie intégrante de l'autoroute.

Le percement d'un tunnel, en particulier, surtout mais pas uniquement quand les conditions topographiques sont défavorables, est une des entreprises les plus difficiles à mener à bien dès les premiers stades de la conception; comme des expériences récentes l'ont montré, le coût de ces travaux peut varier selon le cas dans des proportions extrêmes, allant parfois jusqu'à décupler, selon la nature du terrain.

Il faut tenir compte des aspects liés à la sécurité dans les tunnels à tous les stades de la conception.

Les coûts, et partant les décisions prises au stade de l'étude, peuvent être très influencés par les progrès rapides faits récemment dans la conception, la construction, les systèmes techniques (éclairage, ventilation, appareils de contrôle du trafic, etc.) et dans les méthodes d'exploitation des tunnels.

En conclusion, les décisions quant à la construction proprement dite d'un tunnel et celle des techniques à adopter ont une incidence considérable sur l'économie du projet.

8.1.1 Avantages des tracés routiers avec tunnels

8.1.1.1 Pour définir la rentabilité des tracés routiers comportant des tunnels, le projeteur doit tenir compte à la fois des avantages directs et indirects (problèmes liés à l'habitat et à l'environnement par exemple) et des coûts (de la construction et de l'exploitation, des incidences externes des variantes envisageables dans les coûts pour l'usager).

8.1.1.2 Parmi les variantes envisagées dans l'analyse et la comparaison des coûts et des avantages, il est peut-être parfois préférable de prévoir des tunnels, même si le terrain n'est pas montagneux.

8.1.1.3 En terrain accidenté, des tunnels peuvent permettre d'obtenir de meilleures conditions d'écoulement du trafic.

8.1.2 Études géologiques et géotechniques

8.1.2.1 Les tunnels doivent être conçus et construits en fonction de la nature et des caractéristiques du terrain environnant, de la présence éventuelle d'eau et d'autres facteurs d'influence locaux (S).

- 8.1.2.2 Pour étudier les variantes avec tunnel, il importe d'attacher une importance particulière aux études géologiques et géotechniques préalables; elles comportent des observations sur la surface, des relevés, des forages, des analyses, des essais de laboratoire et parfois même des tunnels de reconnaissance pour déterminer les différentes catégories de sol présentes, leurs caractéristiques et leurs rapports stratigraphiques et tectoniques (S).
- Les zones instables ou sujettes aux glissements de terrain et les autres zones soumises à des phénomènes sismiques doivent particulièrement retenir l'attention (S).
- 8.1.3 Décisions sur le caractère approprié des techniques de construction des tunnels
- 8.1.3.1 Parmi les cas dans lesquels des tunnels pourraient constituer des solutions de remplacement valables à une construction à ciel ouvert, il faut citer :
- a) la solution de problèmes d'urbanisme ou d'aménagement spécifiques;
 - b) l'amélioration du tracé routier; il devient alors moins nécessaire de corriger des différences d'altitude considérables; et réductions considérables de la longueur des itinéraires;
 - c) le franchissement de zones à flanc de coteau plus ou moins stables en prenant soin d'éviter les tunnels de faible surface couverte dans des sols qui risquent de subir des phénomènes d'écoulement";
 - d) la protection d'un itinéraire contre des dangers naturels (avalanches, chutes de pierres, etc.), des expériences récentes ont montré que les tunnels résistent bien dans les zones touchées par des tremblements de terre;
 - e) enfin, les cas où une protection spécifique de l'environnement est nécessaire pour des zones particulièrement importantes.
- 8.1.3.2 En revanche, il y a aussi des cas difficiles dans lesquels des infiltrations d'eau importantes ou l'instabilité du sol peuvent, par exemple, faire que les coûts compensent les avantages offerts par l'option tunnel.
- 8.1.3.3 En ce qui concerne les méthodes de construction, étant donné que la nature et le poids des paramètres importants peuvent varier avec chaque tunnel, comme le font le nombre et la variété des techniques de construction qui peuvent être adoptées, un choix est à faire dans chaque cas particulier.
- 8.1.3.4 Enfin, chaque tunnel est une structure unique en elle-même et doit par conséquent faire l'objet d'une procédure unique, tant au stade de la conception qu'à celui de la construction (S).

8.2 Directives applicables aux caractéristiques techniques

8.2.1 Généralités

8.2.1.1 Les conditions d'écoulement du trafic que l'on constate sur des tronçons à tunnel sont différentes de celles auxquelles on a affaire sur les tronçons à ciel ouvert.

8.2.1.2 Lorsqu'un itinéraire comporte des tunnels, il faudra par conséquent veiller à ce que la continuité du trafic ne soit pas interrompue, c'est-à-dire que la capacité, les équipements techniques et les conditions de sécurité restent aussi semblables que possible à ceux des tronçons à ciel ouvert (S).

Lorsque cela n'est pas possible, il faut qu'ils soient adaptés aux caractéristiques spécifiques du trafic souterrain (S).

D'une façon générale, il est souhaitable de prévoir une voie d'urgence dans tous les tunnels routiers (RP).

8.2.2 Capacité et équipements techniques

8.2.2.1 Les méthodes utilisées pour calculer la capacité et définir les équipements techniques dans les tunnels ne sont pas différentes généralement de celles employées sur une autoroute à ciel ouvert, mais il faut tenir compte des limitations latérales et des conditions d'éclairage différentes (S).

8.2.2.2 Parmi les facteurs dont il faut tenir compte figurent ceux qui influent sur le trafic à ciel ouvert, des paramètres spécifiques tels que la longueur d'un seul tunnel, l'existence possible d'une série de tunnels très rapprochés et les conditions de visibilité spécifiques (S).

8.2.3 Définition des caractéristiques des tunnels

8.2.3.1 Nombre de voies

Une fois que l'on a les prévisions de trafic et que les équipements techniques sont définis, on détermine le nombre de voies de la même manière que pour les tracés normaux attenants, en tenant compte du fait qu'il est déconseillé de réduire le nombre de voies dans les tunnels par rapport à celui de l'autoroute d'accès (S).

8.2.3.2 Coupe transversale et largeur des voies

La coupe transversale des tunnels devrait prévoir une place suffisante pour les installations et les matériels techniques nécessaires pour le trafic. La ventilation et les autres matériels ainsi que la signalisation ne doivent pas réduire la superficie réservée au trafic (S).

Les voies de circulation dans les tunnels devraient avoir la même largeur que celle des tracés normaux adjacents (RP).

La réduction éventuelle de la largeur des voies, en fonction des conditions locales (limitations de vitesse, longueur du tunnel, composition du flux de trafic), est régie par les normes nationales.

8.2.3.3 Alignement vertical

Dans les tunnels, il faut éviter le plus possible d'utiliser les inclinaisons maximales autorisées. Il faut évaluer les coûts d'une moindre pente par rapport aux économies de ventilation et des voies en pente (RP).

8.2.3.4 Dégagement latéral

Entre la voie de circulation et le bord du trottoir de service, une bordure latérale de 0,25 m minimum doit être ménagée (S). Dans des cas particuliers (tunnels longs, tunnels en tranchée couverte, volumes de trafic très élevés, etc.), l'accotement ou la bande d'arrêt d'urgence doit être évité conformément aux normes nationales (RP).

Pour protéger les piétons et le matériel disposé le long du mur, il est recommandé de ménager des passerelles de service d'un mètre ou au moins 0,75 m de large, équipées de réflecteurs (RP).

Dans le cas de tunnels de plus de 1 000 m de long (RP), des solutions différentes doivent être adoptées selon le cas, en fonction des facteurs spécifiques constatés.

En pareil cas, il faudra prévoir, en plus des passerelles de service, des garages pour le stationnement des véhicules en panne (voir par. 8.2.3.7) (S).

8.2.3.5 Hauteur libre

Une hauteur libre de 4,50 m doit être prévue dans les tunnels pendant toute leur durée d'utilisation (S).

8.2.3.6 Revêtement

Dans les tunnels de plus de 1 000 m, le revêtement doit être en béton de façon à être ignifugé (RP).

8.2.3.7 Garages

8.2.3.7.1 Les garages pour le stationnement des véhicules en panne doivent avoir une longueur nette d'au moins 40 m et une largeur minimum de 2,50 m en dehors de la passerelle de service.

8.2.3.7.2 L'espacement des garages doit être défini par une réglementation nationale.

8.2.3.7.3 Il est recommandé de ne pas situer les garages dans des courbes horizontales, si possible (RP).

8.2.3.8 Zones de demi-tours et galeries de jonction

8.2.3.8.1 En certains points des longs tunnels bidirectionnels, une largeur supérieure doit permettre de faire demi-tour, tout au moins aux véhicules de tourisme (RP).

8.2.3.8.2 Dans les tunnels doubles unidirectionnels, les demi-tours doivent être rendus possibles par des galeries de jonction entre les deux tubes qui devraient également tenir compte des contraintes éventuelles dues aux systèmes de ventilation employés (RP).

8.2.3.8.3 La distance séparant les zones de demi-tours et/ou les galeries de jonction doit être définie en fonction des réglementations nationales.

8.2.3.9 Mesures relatives à la sécurité des piétons.

Dans les tunnels de plus de 1 000 m, des abris de dimensions appropriées et des sorties de secours pour piétons doivent être prévus le long du tunnel (RP).

Outre les galeries de jonction éventuelles pour véhicules (voir par. 8.2.3.8.2), des passages de communication pour piétons doivent être prévus selon les normes nationales.

8.2.3.10 Surface des parois de tunnel.

Il est recommandé que les parois de tunnel soient de couleur claire et que leur surface soit non-inflammable et facile à nettoyer (RP).

8.3 Régulation du trafic

8.3.1 Généralités

La régulation du trafic dans les tunnels a pour objectif :

- a) de maintenir autant que possible le niveau d'équipement technique;
- b) de réguler le mouvement des véhicules dans les situations d'urgence telles qu'accidents, incendies, etc.;
- c) de réduire le risque d'accidents;
- d) de réguler le transit des marchandises dangereuses.

8.3.2 Régulation du trafic visant à éviter une réduction des équipements techniques

D'une façon générale, les mesures adoptées seront les suivantes :

- a) interdiction de doubler;
- b) installation de signaux et de signalisations lumineux (S);

- c) la présignalisation et les signaux de direction doivent être répétés dans le cas où des échangeurs ou des aires de service sont situés immédiatement après les tunnels, éventualité qui en tout état de cause est très déconseillée (S);
- d) installation de système de gestion et d'information.

8.3.3 Régulation du trafic dans les cas d'urgence

8.3.3.1 Dans le cas d'une obstruction partielle ou totale du tunnel à la suite d'un accident ou d'un incendie, l'accès du trafic doit être limité ou interdit (S).

8.3.3.2 La réduction du nombre de chaussées, le changement de chaussée, l'alternance du trafic en sens unique dans le cas de tunnels bidirectionnels, etc., doivent toujours être matérialisés à l'extérieur du tunnel.

Dans le cas où le tunnel est situé sur le territoire de deux pays ou plus, un seul centre opérationnel doit être installé pour résoudre les situations d'urgence.

8.3.3.3 Si un tunnel est obstrué pendant longtemps, une déviation du trafic de l'autoroute doit être mise en place à l'échangeur précédent (S).

8.3.4 Régulation du trafic concernant les véhicules lourds et le transport de marchandises dangereuses

8.3.4.1 Le transit de marchandises dangereuses doit être régi par une réglementation spéciale publiée par les autorités compétentes des différents pays.

8.3.4.2 D'une manière générale, la sécurité du trafic exige que le transit des véhicules transportant des marchandises dangereuses soit interdit ou qu'il doive respecter la réglementation spéciale définie par la législation nationale (S).

8.3.4.3 Tant au stade de la construction qu'à celui de l'exploitation, il faudra installer des dispositifs spéciaux conçus pour limiter les dégâts dus à un incendie ou une explosion, conformément à la réglementation nationale (S). Comme exemples de ces dispositifs, on peut citer :

- a) un caniveau *in situ* doit être prévu pour recueillir les liquides déversés sur la chaussée sur toute la longueur du tunnel et ses dimensions doivent permettre un écoulement de 200 l/sec. Ce caniveau doit être relié par des siphons au puisard situé à la sortie du tunnel;
- b) ce puisard doit avoir une capacité d'au moins 50 m³ (selon la longueur du tunnel) et être relié au système de nettoyage du tunnel (RP);
- c) des puits de visite à couvercle boulonné doivent être situés au moins tous les 65 m (RP);

- d) un dispositif de détection d'incendie relié au centre opérationnel doit être conçu de façon à réagir à une température prédéterminée ou en cas d'élévation brutale de la température;
- e) des signaux lumineux doivent fermer l'accès au tunnel.

8.3.5 Signalisation des approches de tunnel

La signalisation suivante doit être installée aux approches des tunnels conformément aux conditions locales et à la réglementation nationale (RP) .

- a) signaux d'information :
 - symbole de tunnel
 - nom et longueur du tunnel
 - fréquence de la station de radio;
- b) signaux de réglementation et d'avertissement :
 - signaux de circulation
 - limites de vitesse
 - limite de hauteur
 - interdiction de dépasser
 - allumage/extinction des feux.

8.4 Matériel

8.4.1 Généralités

Le matériel technique équipant les tunnels comprend les éléments suivants :

- a) système de gestion du trafic;
- b) éclairage;
- c) ventilation;
- d) matériel de sécurité;
- e) matériel de communication;
- f) matériel d'extinction des incendies;

- g) circuit fermé de télévision;
- h) centre opérationnel;
- i) approvisionnement en énergie;
- j) matériel d'entretien;
- k) haut-parleurs;
- l) système de radiotransmission.

Le choix du matériel est fonction de la longueur et du type du tunnel.

8.4.2

Afin d'éviter les accidents et d'en limiter les effets, il est conseillé d'équiper les tunnels, selon leur longueur, les volumes de trafic, etc., ainsi que les dépenses correspondantes, de façon à :

- a) contrôler et réguler le trafic;
- b) communiquer avec les usagers;
- c) fournir du matériel d'urgence.

Doivent aussi être fournis dans certains cas particuliers :

- a) des signaux d'interdiction de doubler, des signaux de danger, des feux de signalisation, etc. (S);
- b) des panneaux à message variable pour fixer des limitations de vitesse et éventuellement inverser le sens de circulation;
- c) des points de comptage du trafic;
- d) des gabarits de chargement pour contrôler la hauteur des véhicules de transport de marchandises;
- e) un système de contrôle télévisé;
- f) des dispositifs de transmissions radio et d'informations;
- g) des postes d'appel SOS et incendie (S);
- h) du matériel pour surveiller les irrégularités de température;
- i) des extincteurs portatifs polyvalents (RP);
- j) des bouches d'incendie reliées directement à un réseau d'eau sous pression;

- k) du matériel pour mesurer la teneur de l'atmosphère en monoxyde de carbone, l'opacité visuelle, etc., et régler le fonctionnement du système de ventilation;
- l) des gaines de dimensions appropriées pour les passages des câbles, conduites, tuyaux, etc. (S).

Toutes les données pertinentes doivent être transmises au centre opérationnel du tunnel.

- 8.4.3 Dans l'intérêt de la sécurité, il est aussi recommandé d'installer des détecteurs de brouillard et de verglas avant l'entrée du tunnel et à sa sortie.

8.5 Ventilation

8.5.1 Généralités

- 8.5.1.1 D'une façon générale, il faudrait étudier la possibilité d'installer une ventilation artificielle pour les tunnels bidirectionnels si leur longueur est supérieure à 300 m (RP) et pour les tunnels unidirectionnels dont la longueur dépasse 500 m (RP).

8.5.2 Ventilation naturelle

- 8.5.2.1 La ventilation naturelle des tunnels dépend de plusieurs facteurs variables, difficiles à évaluer, et ne peut disperser les émissions des véhicules que de façon très limitée.

8.5.3 Ventilation artificielle

La décision sur le choix du type de système de ventilation dépend de ses résultats économiques et de l'analyse sur le plan de la sécurité en fonctionnement normal ainsi qu'en cas d'incendie, pour lequel il faudrait tenir compte des éléments suivants (RP) :

- a) volume de trafic (30 % de l'heure de pointe);
- b) sens de circulation;
- c) points noirs éventuels (par exemple voies convergentes);
- d) autorisation et fréquence des transports de marchandises dangereuses.

8.5.3.2 Systèmes de ventilation

On distingue les systèmes de ventilation suivants :

- a) longitudinal, dans lequel le courant d'air, produit naturellement ou par des ventilateurs, se déplace longitudinalement;

- b) semi-transversal, dans lequel de l'air neuf est injecté sur toute la longueur du tunnel alors que l'air vicié est extrait par les accès ou par des puits;
- c) entièrement transversal dans lequel l'air neuf est injecté et l'air vicié est extrait sur toute la longueur du tunnel.

8.5.3.3 Valeurs limites de conception

Le choix et la conception du système de ventilation devraient être définis en fonction des valeurs maximales autorisées suivantes (S) :

- a) concentration de CO : 150 ppm;
- b) concentration de NO_x : 25 ppm;
- c) coefficient d'extinction de l'éclairage en fonction de la turbidité/suie : $7 \times 10^{-3} / \text{m}$;
- d) vitesse longitudinale maximum de l'air : 10 m/sec.

Le système doit en outre pouvoir extraire un minimum de 110 m³/sec. d'air du point le moins favorable du tunnel (S).

8.5.3.4 Prescriptions supplémentaires

Les turbines de soufflerie du système longitudinal doivent pouvoir être inversées et doivent être réparties sur toute la longueur du tunnel afin de minimiser les turbulences en cas d'incendie.

Avec les systèmes semi-transversaux et transversaux, les entrées d'air neuf doivent être réglées de façon à obtenir une distribution uniforme de l'air le long du tunnel et leur espacement maximum doit être de 50 m. L'écartement maximum des sorties d'extraction est de 100 m (S).

En cas d'incendie, il doit être possible de passer immédiatement du mode ventilation au mode extraction (S).

8.5.4 Pollution dans la zone des accès du tunnel

L'air contaminé expulsé du tunnel se diffuse dans l'atmosphère en fonction des conditions existant à la sortie du tunnel. Ce problème doit être examiné cas par cas et des mesures doivent, au besoin, être prises pour éviter une pollution indésirable.

8.5.5 Recirculation entre les accès

Dans les tunnels unidirectionnels adjacents, il faut empêcher que l'air contaminé expulsé de l'un soit absorbé par l'autre en tant qu'air neuf.

8.5.6 Surveillance

Les données ci-après concernant le fonctionnement de la ventilation du tunnel doivent être surveillées (RP) :

- a) concentration de CO;
- b) turbidité/suie;
- c) vitesse de l'air et direction du courant d'air;
- d) augmentation du volume et de la pression d'air (pour la ventilation semi-transversale et transversale);
- e) alarme d'incendie;
- f) données sur le trafic.

8.6 Éclairage

8.6.1 Généralités

8.6.1.1 De jour, les conducteurs ont des problèmes de visibilité à l'entrée des tunnels en raison de la brusque baisse de luminosité qui suit l'entrée.

Afin de réduire les excès de luminosité au début et à la fin du tunnel, il est préférable de ne pas l'implanter dans le sens est-ouest (positions basses du soleil).

Il est également préférable de situer les accès dans des endroits ombragés et d'envisager la construction de galeries ou d'installations permettant de réduire la luminance avant les tunnels (RP).

8.6.1.2 Dans les tunnels de plus de 200 m, il est conseillé d'envisager l'utilisation d'un éclairage artificiel pour permettre aux conducteurs de s'adapter progressivement aux conditions de visibilité différentes entre l'extérieur et l'intérieur du tunnel.

Lorsqu'aucun éclairage n'est installé, il est recommandé de le rendre possible à l'avenir en prévoyant les conduites correspondantes.

8.6.2 Tronçons éclairés

Du point de vue de l'éclairage, le tunnel est réparti en tronçons/zones (figure 8a comme suit) :

- a) zone d'approche;
- b) section d'entrée subdivisée ensuite en sections d'accommodation et de transition;
- c) tronçon intérieur.

8.6.3 Longueur des tronçons

8.6.3.1 La longueur recommandée du tronçon d'accommodation est de 150 m (RP).

8.6.3.2 La longueur du tronçon de transition dépend des niveaux de luminance à la fin du tronçon d'accommodation et sur le tronçon intérieur ainsi que de la vitesse par construction et elle est régie par des normes nationales.

8.6.4 Luminance de jour

8.6.4.1 Le niveau de luminance minimum sur la première moitié du tronçon d'accommodation doit être de 200 cd/m^2 (RP).

8.6.4.2 La transition entre cette luminance et celle du tronçon intérieur peut être progressive ou se faire par étapes. Dans ce dernier cas, le niveau maximum autorisé doit être de 1 : 3 (RP).

8.6.4.3 La luminance moyenne sur le tronçon intérieur du tunnel au niveau d'éclairage le plus élevé doit être de 2 cd/m^2 (RP).

Au niveau d'éclairage maximum, le rapport longitudinal $L_{\min}/L_{\max}$ sur l'axe du tunnel doit être supérieur à 0,55 et le rapport absolu $L_{\min}/L_{\text{moyen}}$ doit être supérieur à 0,35 (RP).

8.6.4.4 Il n'est nécessaire de prévoir une courte zone de 50 à 80 m d'éclairage supplémentaire à la sortie que dans des cas particuliers (vue sur la mer, neige fréquente, etc.) ou dans le cas de tunnels unidirectionnels pouvant être à l'occasion utilisé pour un trafic bidirectionnel (RP).

8.6.5 Luminance de nuit

Pour assurer la sécurité de nuit, il est bon de prévoir un niveau de luminance faible (par exemple 1 cd/m^2) (RP).

8.6.6 Éclairage d'urgence

Le niveau d'éclairage le plus bas du tronçon intérieur constitue en même temps le niveau d'éclairage d'urgence.

8.6.7 Choix du système d'éclairage

Le système d'éclairage comprend des dispositifs à faisceaux directs situés au-dessus de la chaussée ou de part et d'autre (parois). Les panneaux translucides continus ne sont pas recommandés (RP).

8.6.8 Appareils d'alimentation et de commande d'électricité

Il est conseillé de prévoir des installations qui, même en cas de coupure de courant, assureraient un éclairage de secours et suffisamment de courant électrique pour faire fonctionner les dispositifs de sécurité (signaux, télétransmission, alarme, etc.).

Des facteurs économiques exigent plus d'un seul régime d'exploitation (RP). Trois régimes devraient par exemple être prévus pour la luminance à l'extérieur du tunnel : de nuit, de jour par temps couvert ou par grand soleil.

Il est recommandé de tenir compte des prescriptions relatives à l'entretien pour concevoir le système (RP).

8.6.9 Cas particuliers

8.6.9.1 Entrée et sortie d'échangeurs

L'éclairage du tronçon d'entrée des tunnels ne peut pas prendre fin dans la zone d'entrée ou de sortie des bretelles d'accès.

Dans le cas où des entrées ou des sorties sont situées dans le tunnel (ce qui n'est pas souhaitable d'une façon générale), le niveau d'éclairage intérieur doit être accru d'au moins deux fois en réduisant l'espacement entre les sources lumineuses (RP).

Les voies d'accélération et de décélération doivent être équipées de leur propre rangée de projecteurs donnant le même niveau de luminance (accrue) que sur la chaussée principale. Des cataphotes doivent être installés sur la ligne longitudinale brisée séparant les chaussées des voies d'accélération ou de décélération et cette ligne doit être équipée de réflecteurs (RP).

8.6.9.2 Voies de dégagement

Des voies de dégagement doivent être prévues avec un éclairage d'orientation permanent, relié à la source d'énergie de secours. Le niveau de luminance sur les sorties de dégagement doit être de 1 cd/m^2 avec un rapport longitudinal $L_{\min}/L_{\max}$ supérieur à 0,33 (RP).

8.6.9.3 Garages et tunnels de liaison

Les niveaux de luminance sur les garages et les tunnels de liaison doivent être supérieurs à ceux des tronçons intérieurs de tunnel. Il est aussi possible de distinguer visuellement un garage en choisissant un éclairage d'une couleur différente (RP).

8.6.9.4 Tunnels très longs

Le niveau de luminance sur le tronçon intérieur pourrait être réduit à 1 500 m environ de l'entrée mais, en aucun cas, tomber à un niveau inférieur à celui de l'éclairage de nuit (RP).

Pour faciliter la concentration des conducteurs, il est recommandé de créer des zones d'éclairage spéciales de 20 m de long environ tous les deux garages. Ces zones lumineuses se différencient du tronçon intérieur normal par un niveau de luminance supérieur (10 cd/m^2 environ) et par un éclairage de couleur différente qui peut être allumé et éteint automatiquement en fonction du volume de trafic (RP).
