

Comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers

***Rapport d'activité 2005
et début 2006***

***Principaux enseignements des
dossiers examinés sur la période
2001-2006***

Septembre 2006

Editorial

Le comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers (CESTR) a terminé son activité en février 2006. En effet, la nouvelle commission nationale d'évaluation de la sécurité des ouvrages routiers, communément appelée CNESOR, instituée par le décret du 24 juin 2005, a été installée le 10 mars 2006 par le directeur général des routes. Cette nouvelle commission prend le relais du CESTR pour l'examen des dossiers préliminaires et des dossiers de sécurité que lui soumettent les préfets.

Je rappelle que si le CESTR, mis en place par voie de circulaire en 2000, avait pour mission de se concentrer sur les tunnels de plus de 300 m appartenant à l'Etat et à ses concessionnaires, la faculté de le saisir étant cependant laissée aux collectivités territoriales qui le souhaitaient, le décret du 24 juin 2005 étend la procédure à l'ensemble des tunnels routiers de plus de 300m, quel qu'en soit le maître d'ouvrage. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle la composition de la nouvelle commission est plus large que celle du CESTR, avec non seulement des experts, mais aussi des représentants des différents ministères concernés, des collectivités territoriales, des transporteurs routiers et des associations oeuvrant pour la sécurité routière.

Depuis sa création en 2000 et jusqu'en février 2006, le CESTR aura examiné en 41 réunions 127 dossiers correspondants à 115 tunnels; le présent rapport en détaille le contenu. L'objectif était d'instruire le cas des nouveaux tunnels, mais aussi de traiter les dossiers ou diagnostics de sécurité de 15 tunnels en exploitation de plus de 1000m relevant du suivi centralisé, et de 59 tunnels de longueur comprise entre 300 et 1000m; le délai d'élaboration et d'examen de ces dossiers, initialement de 3 ans a été prolongé à 4 ans. Le bilan montre que 66 des 74 tunnels en question ont été vus, les 8 derniers étant en voie de l'être par la nouvelle commission. C'est un travail conséquent pour lequel il faut rendre hommage aux maîtres d'ouvrages, aux bureaux d'étude et bien sûr aux membres du comité qui se sont fortement investis dans cette mission.

Ce bilan est d'autant plus positif que la méthodologie et l'expertise se sont aussi progressivement mises en place durant ces cinq années. A partir du référentiel que constituent la circulaire 2000-63 du 25 août 2000 et ses annexes, les règles techniques, les modes opératoires, les méthodes de dimensionnement n'ont cessé de s'affiner. L'arsenal disponible aujourd'hui est important, et je ne peux qu'inviter les nouveaux maîtres d'ouvrages en charge d'établir des dossiers de sécurité, à prendre au préalable connaissance du guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers, des guides et notes techniques publiés par le CETU, ou encore des éléments méthodologiques contenus dans les rapports d'activité du CESTR. Afin de faciliter ce travail, le présent dernier rapport d'activité regroupe les principales dispositions que le comité a été amené à préciser, ou à recommander pendant ses cinq années d'exercice.

L'exploitant d'un tunnel est le premier responsable de la sécurité de son ouvrage; c'est à lui de faire en sorte que les modalités de coordination entre les différents intervenants soient parfaitement mises en place, formalisées et connues. A cette fin il faut avoir conscience que le dossier de sécurité est loin d'être seulement un dossier technique, et qu'il est surtout un outil et une opportunité d'appropriation par tous du fonctionnement de l'ouvrage. Cela est déterminant pour la pertinence des choix qui sont faits, et la réactivité du dispositif en cas d'incident.

A plusieurs reprises, j'ai eu l'occasion de rappeler que la sécurité est aussi l'affaire de ceux qui empruntent le tunnel; des réflexions sont nécessaires au niveau international sur les possibilités de réduction des risques d'échauffement et d'inflammation des véhicules et tout particulièrement des poids lourds; des efforts sont entrepris et doivent se poursuivre activement pour apprendre aux chauffeurs et aux automobilistes la manière de conduire en tunnel, ainsi que celle de se comporter en cas d'évènement notamment en sachant utiliser les équipements de secours mis à leur disposition.

Ces pistes de travail sont en place et doivent fixer les priorités pour progresser encore. Aujourd'hui la réglementation est stabilisée, le futur décret de transposition de la directive européenne du 29 avril 2004 concernant les exigences de sécurité minimales applicables aux tunnels du réseau routier transeuropéen ne devrait pas apporter d'éléments fondamentaux nouveaux en regard des dispositions déjà en place en France. Il s'agit donc de poursuivre l'effort en réalisant au plus tôt, là où ce n'est pas encore entrepris, les travaux d'amélioration qui ont été validés, en élaborant les diagnostics dans les tunnels nouvellement entrés dans le champ de la réglementation, et pour tous les tunnels, en installant dans la durée le processus permanent de mises à jour et d'examen périodique des dossiers, d'organisation d'exercices de sécurité et de valorisation des retours d'expérience.

Michel Quatre, président du CESTR ¹.

Composition du comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers au 1^{er} janvier 2006 :

Président :

Michel QUATRE

Représentants de l'Administration :

Mustapha MAKHLOUFI (Direction de la Sécurité et de la Circulation routières),

Louis BARAT (Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles),

Michel DIEY (Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques).

Experts :

Michel BANETTE (Direction Départementale de l'Équipement de la Savoie),

Thierry BATONNIER (Laboratoire Central de la Préfecture de Police),

Eric CESMAT (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment),

Emmanuel RUFFIN (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques),

Pierre KOHLER (Bonnard & Gardel-Ingénieurs Conseils SA),

Michel LEGRAND (SCETAUROUTE),

Pascal LORTEAU (Service d'Incendie et de Secours des Yvelines),

Claude MORET (Centre d'Etudes des Tunnels),

Jean-Michel VERGNAULT (SETEC-TPI),

Michel VISTORKY (AREA)

Secrétariat :

Michel DEFFAYET (Centre d'Etudes des Tunnels)

Nelson GONCALVES (Centre d'Etudes des Tunnels).

¹ Michel Quatre, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, est également chef de la délégation française au comité de sécurité du tunnel sous la Manche.

Sommaire

1 Introduction.....	6
2 Dossiers de sécurité examinés par le comité	6
2.1 Ouvrages de l'Etat au stade des études (voir tableau 2.1).....	7
2.2 Ouvrages de l'Etat à mettre en service (voir tableau 2.2).....	7
2.3 Ouvrages de l'Etat en exploitation de longueur comprise entre 300 et 1000 mètres (voir tableau 2.3).....	7
2.4 Ouvrages de l'Etat en exploitation de longueur supérieure à 1 000 mètres soumis au suivi centralisé (voir tableau 2.4).....	8
2.5 Ouvrages de l'Etat en exploitation de longueur supérieure à 1000 mètres non soumis au suivi centralisé (voir tableau 2.5).....	9
2.6 Ouvrages de l'Etat en exploitation faisant l'objet d'une modification substantielle (voir tableau 2.6).....	9
2.7 Ouvrages des collectivités territoriales (voir tableau 2.7, 2.8 et 2,9).....	9
3 Bilan quantitatif global.....	10
4 Les principaux aspects et enseignements du travail mené par le CESTR de 2001 à 2006..	19
4.1 Contexte des avis du CESTR – Référentiel technique.....	19
4.2 Prévention	20
4.2.1 Les dispositions pour éviter la congestion dans le tunnel.....	20
4.2.2 La maîtrise du flux de circulation dans le tunnel.....	20
4.2.3 Le respect de la réglementation pour la circulation des TMD.....	21
4.3 Dispositions techniques en matière de génie civil.....	22
4.3.1 Dispositions générales - géométrie.....	22
4.3.2 Les issues de secours.....	22
4.3.3 L'évacuation des liquides déversés.....	23
4.4 Dispositions techniques en matière de ventilation et de désenfumage	23
4.4.1 Dispositions générales concernant le tunnel principal.....	23
4.4.2 Dispositions concernant la ventilation des issues de secours.....	25
4.5 Autres dispositions techniques concernant les équipements	26
4.5.1 Alimentation électrique :.....	26
4.5.2 Sécurisation des réseaux et câblages	26
4.5.3 Détection Incendie et détection automatique d'incident (DAI).....	27
4.5.4 Niches de sécurité et locaux techniques.....	28
4.5.5 Moyens d'alerte et de communication	28
4.5.6 Moyens d'information des usagers - Signalisation.....	29
4.6 Comportement des structures au feu.....	30
4.6.1 Les exigences de vérification au feu :.....	30
4.6.2 Le cas particulier des galeries de communication et des issues de secours :	32
4.7 Organisation de l'exploitation.....	32
4.7.1 Rappel général.....	32
4.7.2 Degrés de surveillance.....	33
4.7.3 Le Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS) :	34
4.7.4 Exercices annuels – Retour d'expérience.....	35
4.8 Intervention des services de secours.....	36
4.8.1 Organisation des secours.....	36
4.8.2 Réseau d'eau de lutte contre l'incendie.....	36
4.8.3 Autres dispositions concernant l'intervention des services de secours.....	37
5 Conseils pour l'élaboration des dossiers de sécurité.....	39
5.1 Le guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers.....	39
5.2 Les études spécifiques des dangers.....	39
5.3 Les analyses des risques liés aux transports de marchandises dangereuses.....	40
5.4 L'état de référence du tunnel	41
5.5 Le rôle de l'expert.....	42
6 Recueil et analyse des incidents et accidents en tunnel - Bilan de l'année 2005 et évolution sur la période 2001-2005.....	43
6.1 Rappel de la procédure mise en oeuvre.....	43

6.2	Éléments de bilan pour l'année 2005.....	43
6.3	Mise en perspective avec les données de la période 2001-2005.....	44
7	Récapitulation des pistes de réflexion identifiées.....	46
7.1	Les réflexions en matière de prévention.....	46
7.2	Les réflexions en matière de conception des équipements.....	46
7.3	Les réflexions en matière de retour d'expérience.....	47

1 Introduction

Un premier comité d'évaluation, mis en place à la suite de l'incendie dans le tunnel sous le Mont-Blanc, avait évalué la sécurité de 39 tunnels routiers de longueur supérieure à 1 000 m (rapport du 2 juillet 1999).

La circulaire interministérielle Intérieur / Équipement n° 2000-63 du 25 août 2000 a institutionnalisé le comité d'évaluation avec une composition plus importante et en lui confiant la mission de donner un avis sur les dossiers de sécurité des tunnels du réseau routier national (concedé et non concedé), dont la longueur est supérieure à 300 mètres. L'annexe 1 à la circulaire précise les procédures d'examen selon les différents cas et en particulier celui des tunnels déjà examinés en 1999. Les tunnels transfrontaliers sont exclus du champ de la circulaire.

Le comité comprend un président, quatre représentants de l'administration (DDSC, DTT, DSCR, DPPR) et 10 experts désignés par décision commune du directeur des routes et du directeur de la défense et de la sécurité civiles du 17 octobre 2000, modifiée le 23 novembre 2001, le 22 août 2002 et le 18 mai 2004. Venant du secteur public ou du secteur privé, ce sont des praticiens de la conception et de l'exploitation des tunnels, des spécialistes de la lutte contre l'incendie et des membres de laboratoires de recherche. Le secrétariat est assuré par le Centre d'études des tunnels (CETU).

Le comité a tenu sa première réunion en novembre 2000. Le rapport d'activité pour les années 2000 et 2001 est paru en janvier 2002, le rapport de l'année 2002 en mars 2003, le rapport de l'année 2003 en juin 2004 et le rapport de l'année 2004 en mai 2005.

Le présent rapport dresse tout d'abord un bilan quantitatif de l'année 2005 et du début de l'année 2006, le CESTR ayant tenu sa dernière réunion en février 2006, mais aussi de l'ensemble des cinq années écoulées. Il rassemble ensuite les principaux enseignements en matière de doctrine de ses cinq années d'activité. Il donne enfin quelques éléments de synthèse issus du retour d'expériences sur les incidents et accidents.

Depuis mars 2006, la Commission nationale d'évaluation de la sécurité des ouvrages routiers (CNESOR), instituée par le décret du 24 juin 2005, a pris le relais dans un contexte réglementaire redéfini par le même décret.

2 Dossiers de sécurité examinés par le comité

Le comité s'est réuni 8 fois de janvier 2005 à février 2006:

- 10 février 2005 (réunion n° 34)
- 17 et 18 mars 2005 (réunion n° 35)
- 17 mai 2005 (réunion n° 36)
- 30 juin 2005 (réunion n° 37)
- 8 et 9 septembre 2005 (réunion n° 38)
- 24 et 25 novembre 2005 (réunion n° 39)
- 20 décembre 2005 (réunion n° 40)
- 1er février 2006 (réunion n° 41)

Au cours des réunions de 2005-2006, le comité a examiné les dossiers de sécurité relatifs à 22 ouvrages qui se répartissent en six catégories.

Depuis sa mise en place en 2000, le CESTR aura donc tenu 41 réunions, avec une périodicité de base mensuelle.

2.1 Ouvrages de l'Etat au stade des études (voir tableau 2.1)

Les paragraphes I.2 et III.1. de l'annexe 1 à la circulaire concernent les ouvrages dont le projet n'a pas encore été approuvé.

En 2005, le comité a examiné le dossier de sécurité d'un ouvrage (tunnel de Saint Béat sur la RN125).

Depuis l'origine, le comité a donc au total examiné **23 dossiers** correspondant à **20 ouvrages** distincts. En effet les tunnels du Siaix, d'A86 ouest, et la tranchée couverte d'Antony ont fait l'objet d'abord d'un premier examen, puis d'un examen complémentaire. Il convient également de noter que les tranchées couvertes Florian L2 et Florian A50, de longueur inférieure à 300m mais faisant partie intégrante de l'itinéraire, ont été incluses dans le dossier de sécurité de la liaison L2 à Marseille, mais ne sont pas comptabilisées dans le total.

2.2 Ouvrages de l'Etat à mettre en service (voir tableau 2.2)

Les paragraphes I.3 et III.2. concernent les ouvrages dont le projet a déjà été approuvé, les travaux effectués, mais qui n'ont pas encore été mis en service.

En 2005, le comité a examiné le dossier de sécurité d'un ouvrage (tranchée couverte de Montgenèvre sur la RN94).

Depuis l'origine, le comité a donc au total examiné **17 dossiers** correspondant à **15 ouvrages** différents. En effet, la tranchée couverte de Chennevières et le tunnel de Saorge aval ont fait l'objet chacun de 2 dossiers du fait d'un examen en 2003 complémentaire à celui de l'année 2001. Le tunnel de Toulon a été examiné en 2001 et réexaminé en 2002 avant la mise en service.

Il convient de noter que parmi ces 15 ouvrages, 5² avaient déjà fait l'objet d'un premier examen au stade des études.

2.3 Ouvrages de l'Etat en exploitation de longueur comprise entre 300 et 1000 mètres (voir tableau 2.3)

Le paragraphe III.3.2.1. indique "*dans un délai de 6 mois le comité d'évaluation établit un calendrier d'examen de tous les tunnels de 300 mètres à un kilomètre et le notifie aux maîtres d'ouvrages concernés ainsi qu'aux préfets*". Ce même paragraphe indique que "*le comité effectue un examen de tous ces ouvrages dans un délai de trois ans*". Cette durée a été prolongée d'un an, ce qui conduit à ce que les derniers examens aient lieu en 2005.

Initialement, 60 tunnels étaient concernés. La liste et le calendrier prévisionnel d'examen avaient été notifiées en février 2001 aux sociétés concessionnaires d'autoroutes (22 tunnels) et aux Directions Départementales de l'Équipement (38 tunnels) ainsi qu'aux préfets.

A la fin de l'année 2005, 59 ouvrages sont concernés. En effet la liste initiale a été modifiée comme suit :

- Ont été exclus de la liste initiale :
 - o Le tunnel de la pénétrante des Halles (Strasbourg) : du fait de l'attente d'une décision de rétrocession de l'ouvrage à la communauté urbaine de Strasbourg, l'examen de cet ouvrage est suspendu ;
 - o Le tunnel du Front de mer de Bastia : du fait d'une maîtrise d'ouvrage assurée par la collectivité territoriale de Corse, l'examen n'est pas obligatoire.,
- A été ajouté à la liste initiale :
 - o Le tube existant du tunnel de La Vierge examiné en 2001 dans le cadre de ce paragraphe.

² Le tunnel de Montgenèvre examiné en 2005, le tunnel de La Vierge et la tranchée couverte d'Antony examinés en 2004 et la tranchée couverte de Constans et le tunnel de Saorge amont examinés en 2003.

En 2005 et 2006, le comité a examiné 9 dossiers correspondant à 11 tunnels; un dossier unique rassemblant en effet les deux tranchées couvertes de A14, TC Migneaux et TC Berteaux, et un autre traitant des deux tranchées de la RN7 à Orly.

De 2001 à 2004, 45 dossiers déjà avaient été examinés. Certains d'entre eux étaient regroupés car les tunnels étaient situés sur un même itinéraire. En raison des examens complémentaires, ces 45 dossiers concernaient 41 tunnels différents.

Au total, et pour ce qui concerne cette rubrique, ce sont donc **54 dossiers** correspondant à **51 tunnels**³ distincts qui ont fait l'objet d'un examen par le comité depuis l'origine.

En effet, en détaillant ces 51 tunnels, il apparaît que :

- le tunnel d'Hardelot a fait l'objet en 2005 d'un examen complémentaire à celui réalisé en 2004 ;
- 4 ouvrages, situés sur le contournement de Nice par l'autoroute A 8, ont fait l'objet en 2002 d'un examen complémentaire portant sur le régime de passage des véhicules de transport des marchandises dangereuses ;
- 3 autres (les couvertures de Lumen, de La Courneuve et de la Porte d'Italie) devront également faire l'objet d'un examen complémentaire.

A la fin de l'exercice du CESTR en février 2006, en excluant les tunnels devant faire l'objet d'un examen complémentaire, il restait en regard de la liste initiale 8 tunnels à examiner.

2.4 Ouvrages de l'Etat en exploitation de longueur supérieure à 1 000 mètres soumis au suivi centralisé (voir tableau 2.4)

Sur les 27 tunnels de longueur supérieure à 1 000 mètres auxquels la circulaire est applicable ⁽⁴⁾, le comité a dressé la liste des 15 relevant du suivi centralisé et l'a notifiée le 22 novembre 2000 aux maîtres d'ouvrage et préfets concernés.

En 2005, le comité a examiné les dossiers de 3 tunnels.

Au total, et pour ce qui concerne cette rubrique, ce sont donc **19 dossiers** correspondant à **15 tunnels** distincts qui ont fait l'objet d'un examen par le comité depuis l'origine. En effet les 4 dossiers suivants ont fait l'objet d'un examen complémentaire au premier examen :

- le tunnel de la Bretelle de Monaco en 2004, complétant l'examen de 2003 ;
- les tunnels du Siaix et de Las Planas en 2002, complétant l'examen de 2001,
- la tranchée couverte du Landy sur l'A1 en 2005, complétant l'examen de 2002.

³ Les couvertures suivantes, de longueur inférieure à 300 m mais faisant partie intégrante des itinéraires examinés, ont été incluses dans les dossiers de sécurité suivants :

- les tranchées couvertes au droit de la rue de Frères Lumière d'une part, et celle sous le carrefour de la Déportation d'autre part, ont été incluses dans le dossier de sécurité des couvertures de Fresnes et d'Antony,
- la couverture Norton a été incluse dans le dossier de sécurité des couvertures Lumen et de La Courneuve,
- la semi-couverture de la Saussaie a été incluse dans le dossier de sécurité des couvertures F.F.F et de Guy-Mocquet-Trou aux Renards à Thiais,
- les tranchées couvertes de l'autoroute A 14 dans sa section concédée à la Société des Autoroutes Paris Normandie ont été incluses dans le dossier de sécurité des couvertures des Migneaux et de Maurice Berteaux,
- le Petit Souterrain de l'autoroute A4 a été inclus dans le dossier de sécurité de la tranchée couverte de Champigny-sur-Marne.

⁴ Douze parmi les 39 tunnels examinés en 1999 n'entrent pas dans le champ de la circulaire 2000-63 :

- un tunnel ferroviaire (tunnel des Montets, utilisé occasionnellement comme tunnel routier),
- sept tunnels des collectivités territoriales (Caluire, Croix-Rousse, La Duchère, Prado-Carénage, Rochechardon, Le Roux, Fourvière (du fait d'une maîtrise d'ouvrage assurée depuis 2004 par la Communauté urbaine de Lyon),
- quatre tunnels frontaliers (Aragnouet, Fréjus, Somport, Col de Tende ; *le Mont-Blanc ne faisait pas partie des 39 tunnels car il relevait d'un comité de sécurité binational spécifique*).

A la fin de l'exercice du CESTR en février 2006, en excluant les tunnels devant faire l'objet d'un examen complémentaire, l'ensemble des 15 tunnels relevant de la liste du suivi centralisé a été examiné.

2.5 Ouvrages de l'Etat en exploitation de longueur supérieure à 1000 mètres non soumis au suivi centralisé (voir tableau 2.5)

Sur le réseau Etat, 13 tunnels de plus de 1000m ne relèvent pas du suivi centralisé et n'avaient donc pas l'obligation de présenter un dossier de sécurité avant l'échéance de 2005 fixée par la circulaire. A noter que l'élaboration d'un tel dossier s'impose cependant au maître d'ouvrage.

En 2005, le comité a examiné les dossiers de 2 tunnels, à savoir les tunnels des Montets sur la RN506, et le tunnel de Saint Germain sur A14.

Au total, et pour ce qui concerne cette rubrique, ce sont donc **3 dossiers** correspondant à **3 tunnels** distincts qui ont fait l'objet d'un examen par le comité depuis l'origine. Le dossier de Hurtières sur A43 avait été examiné en 2003.

2.6 Ouvrages de l'Etat en exploitation faisant l'objet d'une modification substantielle (voir tableau 2.6)

Le tunnel de Foix avait fait l'objet d'un premier examen en 2000 avant sa mise en service en février 2001. Cependant seule la circulation des véhicules d'un poids total autorisé en charge inférieur à 3,5 tonnes était alors autorisée.

En vue de l'ouverture de l'ouvrage à l'ensemble des véhicules, y compris au transport de marchandises dangereuses, la Direction Départementale de l'Équipement de l'Ariège, maître d'ouvrage, a établi un important programme d'amélioration du tunnel et a produit un nouveau dossier de sécurité qui a été examiné en 2002, au titre des modifications substantielles.

2.7 Ouvrages des collectivités territoriales (voir tableau 2.7, 2.8 et 2.9)

La loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport subordonne la mise en service de certains ouvrages à une autorisation donnée par l'État et, pour les ouvrages en service, prévoit la possibilité pour l'État de prescrire l'établissement d'un diagnostic et de mesures éventuellement restrictives d'exploitation. Le décret d'application du 24 juin 2005 a précisé les modalités pratiques et procédures à suivre.

Avant la parution de ce décret, la circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000 ayant été portée à la connaissance des collectivités territoriales pour les informer qu'elles pouvaient bénéficier de l'avis du comité d'évaluation, certains maîtres d'ouvrages ont adressé les dossiers de sécurité de leurs ouvrages au comité d'évaluation pour recueillir son avis. Ce sont :

- **au stade des études (voir tableau 2.7) :**
 - (2 dossiers traités en 2005 pour un total de **6 dossiers** depuis l'origine)
 - la Collectivité Territoriale de Corse, maître d'ouvrage des opérations de déviations de la RN 196 au droit de la commune de Propriano, et de la RN 193 au droit de la commune de Bocognano (en 2005) ;
 - la ville de Paris, maître d'ouvrage des opérations de couverture du boulevard périphérique de Paris dans les secteurs de "Vanves", des "Lilas" et des "Ternes et Champerret" (en 2004) ;
 - le Conseil Général de la Drôme, maître d'ouvrage du tunnel des Grands Goulets (en 2004) ;

- le Conseil Général de la Savoie, maître d’ouvrage du tunnel du Franchet sur la RD 902 (en 2003) ;
 - la Communauté Urbaine Marseille-Provence-Métropole, maître d’ouvrage du tunnel Saint-Charles (en 2003).
- **avant ouverture à la circulation (voir tableau 2.8) :**
(1 dossier en 2005 pour un total de **3 dossiers** depuis l'origine)
- le Conseil Général des Alpes-Maritimes, maître d'ouvrage du tunnel de la Condamine (en 2005) ;
 - le Conseil Général de l’Essonne, maître d’ouvrage de la tranchée couverte de Gometz-la-Ville (en 2003) ;
 - la Communauté Urbaine Marseille-Provence-Métropole, maître d’ouvrage du tunnel Major-Joliette-Dunkerque sur l’axe littoral (en 2002).
- **au stade de l'exploitation (longueur comprise entre 300 et 1000 mètres) (voir tableau 2.9) :**
(1 dossier en 2005 pour un total de **1 dossier** depuis l'origine)
- le Conseil Général de la Savoie, maître d’ouvrage des tunnels de la Vallée de l'Arvan (en 2005).

3 Bilan quantitatif global

Pendant l'ensemble de sa période d'exercice, de 2001 à 2006, le CESTR a donc examiné un total de 127 dossiers correspondant à 115 tunnels. Ce total se décompose de la manière suivante:

- en ce qui concerne le réseau Etat:

- pour les projets en étude :	23 dossiers/20 tunnels
- pour l'examen avant mise en service:	17 dossiers/15 tunnels
- pour les tunnels de plus de 1000m en exploitation	23 dossiers/19 tunnels
- pour les tunnels de 300 à 100m en exploitation	54 dossiers/51 tunnels

- en ce qui concerne le réseau des collectivités territoriales

- pour les projets en étude :	6 dossiers/6 tunnels
- pour l'examen avant mise en service:	3 dossiers/3 tunnels
- pour les tunnels en exploitation	1 dossier/1 tunnel

Dans cette liste certains tunnels peuvent être comptabilisés plusieurs fois, en ce sens qu'ils sont parfois examinés lors de la phase Etudes, avant de l'être à nouveau au moment de la mise en service.

Si en ce qui concerne les collectivités territoriales, la démarche de demande d'avis auprès du CESTR était laissée à la seule initiative de la collectivité, le cadre était fixée pour les tunnels de l'Etat par la circulaire d'août 2000. C'est ainsi que le CESTR a été sollicité que ce soit préalablement à l'approbation du projet, ou avant mise en service pour tous les tunnels de l'Etat de plus de 300m.

En ce qui concerne les tunnels de l'Etat en exploitation, 51 des 59 tunnels de longueur comprise entre 300 et 1000 m et retenus dans le calendrier d'examen (article III.3.2.1 de la circulaire suscitée) ont été examinés. Pour les tunnels de plus de 1000m, les 15 tunnels soumis au suivi centralisé ont été examinés.

TABLEAU 2.1

**Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation
au titre des paragraphes I.2 ou III.1**

Ouvrages au stade des études

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par les préfets	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---------------------------------	---------------	--------------------------	--------------

Dossiers examinés en 2005

31	RN 125	Saint Bât	17/05/2005	37	08.09.05	Création d'un nouvel ouvrage
-----------	---------------	------------------	-------------------	-----------	-----------------	-------------------------------------

Dossiers examinés en 2004 (pour mémoire)

05	RN 94	Montgenèvre	03.03.04	28	26.05.04	Création d'un nouvel ouvrage
83	Liaison A 50 / A 57	Toulon - Tube Sud	03.09.04	32	16.11.04	Doublement d'un ouvrage existant
24	A 89	La Crête	10.12.04	33	31.01.05	Remplacement d'un ouvrage en projet (tunnel des Guillaumaux)

Dossiers examinés en 2003 (pour mémoire)

13	Liaison L 2 (A 507)	La Fourragère	23.12.02	20	24.02.03 modifié le 11.04.03	
		La Parette				
92	A 86	Antony (tube sud)	13.08.03	24	21.10.03	Examen de la comptabilité des travaux d'aménagement du tube nord avec la sécurité du futur ouvrage dans sa conception finale

Dossiers examinés en 2002 (pour mémoire)

15	RN 122	Lioran		14	11.03.02	Remplacement d'un ouvrage existant
73	RN 90	Le Siaix ^{EC}	08.02.02	14	11.03.02	Création d'une galerie cycliste et de sécurité
24	A.89	Guillaumaux	20.06.02	17	29.07.02	Ouvrage remplacé par le projet de tunnel de la Crête
92 et 78	A.86 Ouest	Tunnel Est à gabarit réduit ^{EC}	09.07.02	18	25.10.02	Examen des dispositions de sécurité
974	Route des Tamarins	Cap La Houssaye	16.09.02	18	25.10.02	
49	A.11	Contournement Nord d'Angers	03.10.02	18	25.10.02	

^{EC} : Examen complémentaire

Dossiers examinés en 2001 (pour mémoire)

92 et 78	A.86 Ouest	Tunnel Est à gabarit réduit		2	24.01.01	Examen limité au génie civil de l'ouvrage
34	A.75	La Vierge	22.11.00	4	09.03.01	Doublement d'un ouvrage existant
06	RN 204	Saorge amont	21.02.01	4	09.03.01	
46	A.20	Constans	25.05.01	6	07.06.01	
25	RN.57	Bois de Peu	11.06.01	7	23.07.01	
88 et 68	RN 159	Maurice Lemaire	26.06.01 et 04.07.01	7	23.07.01	Création d'une galerie de sécurité
73	RN 90	Le Siaix	13.06.01	8	23.07.01	Création d'une galerie de sécurité
92	A.86	Antony	10.08.01	10	15.10.01	Couverture d'une tranchée entre deux tranchées couvertes existantes
38	A.51	Sinard	07.08.01	10	15.10.01	
67	RN 420	Schirmeck	28.08.01	10	15.10.01	

TABLEAU 2.2

Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation au titre du paragraphe I.3 ou III.2

Ouvrages à mettre en service

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par les préfets	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---------------------------------	---------------	--------------------------	--------------

Dossiers examinés en 2005

05	RN 94	Montgenèvre ^E	21/07/2005	38	04.11.05	Création d'un nouvel ouvrage
----	-------	--------------------------	------------	----	----------	------------------------------

^E : Ouvrage examiné au stade des études

Dossiers examinés en 2004 (pour mémoire)

2	Échangeur A 14 / A 86	Bretelle B3	13.01.04	27	17.03.04	Création de nouvelles bretelles
		Bretelle B4				
92	A 86	Antony ^E	15.03.04	28	07.05.04	Couverture d'une tranchée entre deux tranchées couvertes existantes Dossier commun avec le Tunnel de Fresnes (voir tableau 2.3)
34	A 75	La Vierge ^E	06.08.04	31	06.10.04	Doublement d'un ouvrage existant Dossier commun avec le Tunnel du Pas de l'Escalette (voir tableau 2.3)

^E : Ouvrage examiné au stade des études

Dossiers examinés en 2003 (pour mémoire)

13	Liaison L 2 (A 507)	Montolivet / Bois Luzy	23.12.02	20	24.02.03 modifié le 11.04.03	Ces ouvrages ne seront mis en service que simultanément avec ceux de La Fourragère et de La Parette encore au stade des études
		Saint-Barnabé				
46	A 20	Constans ^E	14.01.03	20	24.02.03	
78	RN 12	Chennevières ^{EC}	27.12.02	20	24.02.03	Examen complémentaire portant sur le régime de passage des véhicules de transport des marchandises dangereuses
06	RN 204	Saorge amont ^E	18.02.03	21	13.05.03 modifié le 22.05.03	Examen complémentaire
		Saorge aval ^{EC}				

^E : Ouvrage examiné au stade des études

^{EC} : Examen complémentaire

Dossier examiné en 2002 (pour mémoire)

83	A.50 - A.57	Toulon	01.02.02 et 11.02.02	14	11.03.02	Examen avant mise en service
----	-------------	--------	-------------------------	----	----------	------------------------------

Dossiers examinés en 2001 (pour mémoire)

09	RN 20	Foix	24.11.00	2	24.01.01	Ouverture aux VL uniquement
78	RN 12	Chennevières	26.01.01	3	09.02.01	Le passage des véhicules de transport des marchandises dangereuses n'a pas été examiné
06	RN 204	Saorge aval	21.02.01	4	09.03.01	
46	A.20	Terregaye	14.03.01	5	02.04.01	
83	A.50 - A.57	Toulon	17.05.01	5 et 6	06.06.01	Premier examen

TABLEAU 2.3

**Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation
au titre du paragraphe III.3.2.1**

Ouvrages en exploitation de longueur comprise entre 300 et 1000 m

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par les préfets	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---------------------------------	---------------	--------------------------	--------------

Dossiers examinés en 2005 et 2006

94	A 6B	Porte d'Italie	07/02/05	34	07.03.05	
94	A 4	Champigny-sur-Marne	19/01/05	35	20.05.05	
92	RN 13	Neuilly-sur-Seine	03/06/05	37	08.09.05	
62	A 16	Hardelot ^{EC}	06/07/05	38	04.11.05	Examen complémentaire
78	A 12	Fontenay-le-Fleury	18/08/05	38	14.11.05	
78	A 14	TC Migneaux et TC Maurice Berteaux	26/09/05	39	23.12.05	Dossier commun avec le tunnel et la tranchée couverte de Saint-Germain en Laye
67	RN 4	Etoile	07/12/05	40	31.01.06	
19	A 20	Noailles	12/12/05	40	31.01.06	
91	RN 7	Tranchées couvertes d'Orly	12/12/05	41	04.04.06	

^{EC} : Examen complémentaire

Dossiers examinés en 2004 (pour mémoire)

48	A 75	Montjézieu	05.01.04	27	17.03.04	
94	A 86	Fresnes	15.03.04	28	07.05.04	Dossier commun avec le Tunnel d'Antony (voir tableau 2.2)
38	A 51	Uriol	17.06.04	30	09.08.04	
		Petit Brion				
62	A 16	Hardelot	14.06.04	30	09.08.04	
93	A 86	Lumen	14.06.04	30	09.08.04	
		La Courneuve				
19	RN 89	Cornil	20.07.04	31	06.10.04	
34	A 75	Pas de l'Escalette	06.08.04	31	06.10.04	Dossier commun avec le Tunnel de la Vierge (voir tableau 2.2)
94	A 86	Guy Mocquet - Trou aux Renards	19.10.04	33	25.01.05	
		Foyer du Fonctionnaire et de la				
13	RN 547	Les Tilleuls	18.11.04	33	25.01.05	
13	RN 568	Resquiadou	26.11.04	33	25.01.05	
95	A 115	Taverny	15.11.04	33	25.01.05	

Dossiers examinés en 2003 (pour mémoire)

05	RN 91	Grand Clot	20.02.03	21	13.05.03	
		Ardoisières				
		La Marionnaise				
38	RN 91	Commères	17.02.03	21	13.05.03	
		Grand Chambon				
73	RN 201	Les Monts	14.02.03	21	11.04.03	
66	RN 114	En Raxat	15.05.03	22	17.07.03	
04	A 51	La Baume	13.06.03	23	31.07.03	
13	A 51	Mirabeau	18.06.03	23	31.07.03	
95	C 15 et D 14	Roissy	16.06.03	23	31.07.03	
73	A 43 - Maurienne	Sorderettes	12.11.03	26	08.01.04	
		Aiguebelle				
06	A8 – Nice Est / frontière italienne	Paillon	19.11.03	26	08.01.04 modifié le 26.03.04	
		Col de Guerre				
		Ricard				
		La Couprière				
		Castellar				

Dossiers examinés en 2002 (pour mémoire)

92 *	A.13	Boulogne (Ambroise Paré)	04.03.02 - 07.03.02 et 15.03.02	15	18.04.02	
		Saint-Cloud				
06	A8 - contournemen t de Nice	Canta Galet ^{EC}		17	29.07.02	Examen complémentaire portant sur le régime de passage des véhicules de transport des marchandises dangereuses
		Pessicart ^{EC}				
		Cap de Croix ^{EC}				
		La Baume ^{EC}				

* géré par la DDE 78

^{EC} : Examen complémentaire

Dossiers examinés en 2001 (pour mémoire)

34	A.75	La Vierge				(p.m.) voir tableau 2.1
92	A.86	Antony				(p.m.) voir tableau 2.1
06	A8 - contournement de Nice	Canta Galet	11.10.01	11	08.11.01	
		Pessicart				
		Cap de Croix				
		La Baume				
01	A.40	Châtillon	10.10.01	12	07.12.01	
74	RN 204	Châtelard	26.11.01	13	28.12.01	

TABLEAU 2.4

**Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation
au titre des paragraphes III.3.2.2 et III.3.3**

**Ouvrages en exploitation de longueur supérieure à 1000 mètres
soumis au suivi centralisé**

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par les préfets	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---------------------------------	---------------	--------------------------	--------------

Dossiers examinés en 2005

94	A 86	Nogent	28/12/04	35	20.05.05	
93	A 1	Landy ^{EC}	15/05/05	36	04.07.05	Examen complémentaire
92	A14/A86	Complexe A 14/A 86	26/09/05	39	23.12.05	

^{EC} : Examen complémentaire

Dossiers examinés en 2004 (pour mémoire)

06	A 500	Bretelle de Monaco ^{EC}	08.03.04	29	06.07.04	Examen complémentaire
73	RN 504	Tunnel du Chat	10.06.04	30	09.08.04	

^{EC} : Examen complémentaire

Dossiers examinés en 2003 (pour mémoire)

06	A 500	Bretelle de Monaco		23	31.07.03	
73	A 43	L'Epine	13.11.03	26	08.01.04	
06	A 8 – Nice Est / frontière italienne	L'Arme	19.11.03	26	08.01.04 modifié le 26.03.04	

Dossiers examinés en 2002 (pour mémoire)

73	RN 90	Le Siaix ^{EC}	08.02.02	14	11.03.02	(p.m.) voir tableau 2.1
09	RN 20	Puymorens	02.04.02	16	06.05.02	
93	A.1	Landy	12.06.02	17	29.07.02	
06	A8 - contournement de Nice	Las Planas ^{EC}		17	29.07.02	Examen complémentaire portant sur le régime de passage des véhicules de transport des marchandises dangereuses

^{EC} : Examen complémentaire

Dossiers examinés en 2001 (pour mémoire)

74	A.40	Vuache	06.03.01	5	02.04.01	
88 et 68	RN 159	Maurice Lemaire				(p.m.) voir tableau 2.1
73	A.43	Dullin	08.06.01	8	23.07.01	
73	RN 90	Le Siaix				(p.m.) voir tableau 2.1
06	A8 - Contournement de Nice	Las Planas	11.10.01	11	08.11.01	
01	A.40	Chamoise	10.10.01	12	07.12.01	
01	A.40	St-Germain de Joux	10.10.01	12	07.12.01	

TABLEAU 2.5

Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation

Ouvrages en exploitation de longueur supérieure à 1 000 mètres non soumis au suivi centralisé

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par les préfets	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
Dossiers examinés en 2005						
74	RN 506	Montets	08/03/05	36	04.07.05	Ouvrage ferroviaire étant exceptionnellement utilisé par les véhicules routiers
78	A 14	Tunnel et TC de Saint-Germain-en-Laye	26/09/05	39	23.12.05	Dossier commun avec les couvertures des Migneaux et de Maurice Berteaux

Pas de dossiers examinés en 2004 (pour mémoire)

Dossiers examinés en 2003 (pour mémoire)

73	A 43	Les Hurtières	12.11.03	26	08.01.04	
----	------	---------------	----------	----	----------	--

Pas de dossier examiné en 2002 (pour mémoire)

Pas de dossier examiné en 2001 (pour mémoire)

TABLEAU 2.6

Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation au titre du paragraphe II

Modalités de suivi de l'exploitation d'un tunnel Ouvrages en exploitation faisant l'objet d'une modification substantielle

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par les préfets	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---------------------------------	---------------	--------------------------	--------------

Pas de dossier examiné en 2005 et 2006

Pas de dossier examiné en 2004 (pour mémoire)

Pas de dossier examiné en 2003 (pour mémoire)

Dossier examiné en 2002 (pour mémoire)

09	RN 20	Foix	27.05.02	17	29.07.02	Examen en vue de l'ouverture à tous les véhicules
----	-------	------	----------	----	----------	---

Pas de dossier examiné en 2001 (pour mémoire)

TABLEAU 2.7

**Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation
au titre des paragraphes I.2 ou III.1**

Ouvrages des collectivités territoriales au stade des études

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par la Communauté Urbaine ou le Conseil Général	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---	---------------	--------------------------	--------------

Dossiers examinés en 2005

2A	RN 196	Propriano	14/01/05	35	20.05.05	Création d'un nouvel ouvrage
2A	RN 193	Bocognano	14/01/05	35	20.05.05	Création d'un nouvel ouvrage

Dossiers examinés en 2004 (pour mémoire)

75	Boulevard périphérique de Paris	Secteur de " Vanves "	10.12.03	27	17.03.04	Opérations de couverture du boulevard périphérique de Paris
		Secteur des " Lilas "				
		Secteur " Ternes et Champerret "				
26	RD 518	Grands Goulets	24.02.04	28	26.05.04	Remplacement d'ouvrages existants

Dossiers examinés en 2003 (pour mémoire)

73	RD 902	Franchet	18.04.03	23	31.07.03	Approbation du dossier d'ouvrage d'art
13	Ville de Marseille	Saint-Charles	26.06.03	25	21.11.03	Approbation du dossier d'ouvrage d'art

Pas de dossier examiné en 2002 et 2001 (pour mémoire)

TABLEAU 2.8**Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation
au titre des paragraphes III.2 ou I.3****Ouvrages des collectivités territoriales au stade de la mise en service**

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par la Communauté Urbaine ou le Conseil Général	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---	---------------	--------------------------	--------------

Dossier examiné en 2005

06	RD 220 4 b	Condamine	17/07/05	38		
----	---------------	-----------	----------	----	--	--

*Pas de dossier examiné en 2004 (pour mémoire)**Dossiers examinés en 2003 (pour mémoire)*

91		Gometz-la-Ville	21.02.03	21	11.04.03	Examen avant mise en service
----	--	-----------------	----------	----	----------	------------------------------

Dossier examiné en 2002 (pour mémoire)

13	Ville de Marseille	Major – Joliette – Dunkerque	11.06.02	17	29.07.02	Examen avant mise en service
----	-----------------------	---------------------------------	----------	----	----------	------------------------------

*Pas de dossier examiné en 2001 (pour mémoire)***TABLEAU 2.9****Dossiers de sécurité examinés par le comité d'évaluation
au titre du paragraphe III.3****Ouvrages des collectivités territoriales en exploitation**

Dépt.	Réseau	Nom du tunnel ou de la tranchée couverte	Date de saisine par la Communauté Urbaine ou le Conseil Général	N° de réunion	Date de l'avis du comité	Observations
-------	--------	--	---	---------------	--------------------------	--------------

Dossier examiné en 2005

73	RD 926	Grand Tunnel	07/03/05	35	20.05.05	Projet d'aménagement de la RD 926 et des tunnels de la Vallée de l'Arvan
----	--------	--------------	----------	----	----------	--

*Pas de dossier examinés en 2004 (pour mémoire)**Pas de dossier examinés en 2003**Pas de dossier examinés en 2002**Pas de dossier examinés en 2001*

4 Les principaux aspects et enseignements du travail mené par le CESTR de 2001 à 2006

Avertissement: Il ne s'agit pas ici de détailler de manière exhaustive les dispositions techniques qui figurent déjà dans d'autres documents: circulaire et instruction technique d'août 2000, guide des dossiers de sécurité, guide techniques ou notes d'information du CETU, mais de récapituler les points essentiels sur lesquels le CESTR a été amené à s'interroger ou encore à revenir à plusieurs reprises afin de préciser ou compléter des modalités d'interprétation ou de mise en oeuvre.

4.1 Contexte des avis du CESTR – Référentiel technique:

L'Instruction Technique (IT) qui constitue l'annexe 2 à la circulaire 2000-63 s'applique aux nouveaux tunnels routiers. Elle définit le référentiel technique à atteindre pour tous les tunnels routiers de plus de 300m en projet sur le réseau national. Si le CESTR a parfois été amené à compléter ou préciser certains aspects de l'instruction technique, cette dernière a été la référence de base dans le travail d'examen.

Mais les tunnels déjà en exploitation sont eux aussi concernés par la circulaire qui vise à mettre à niveau la sécurité de tous les tunnels de longueur supérieure à 300 mètres. Cette mise à niveau peut être réalisée par l'application de certaines des recommandations de l'instruction technique, mais aussi par des mesures de prévention et d'exploitation. Pour ces ouvrages, la ligne de conduite adoptée par le CESTR a été d'apprécier, dans chaque cas, si les dispositions proposées permettaient d'atteindre un niveau de sécurité au moins équivalent à celui retenu implicitement dans l'instruction technique. Certaines dispositions supplémentaires peuvent être prises dans un domaine pour compenser des insuffisances sur d'autres aspects. L'étude spécifique des dangers constitue un outil très utile pour évaluer si les objectifs de compensation sont bien atteints. Un des exemples les plus courants est de diminuer l'interdistance entre issues de secours pour pallier des performances limitées du système de désenfumage.

A noter que depuis la publication de la directive européenne 2004/54/CE du 29 avril 2004, le CESTR a d'ores et déjà recommandé, pour les ouvrages susceptibles d'appartenir au réseau routier transeuropéen, de se conformer aux dispositions de cette directive, sans attendre la publication des textes de transposition en droit français.

Conformément à sa mission, le CESTR s'est focalisé sur les aspects relatifs à la sécurité des personnes dans le contexte très particulier des tunnels en exploitation; certains risques autres que la sécurité en tunnel et qui peuvent toucher à des questions de sécurité routière proprement dite, ou d'environnement par exemple ont parfois été détectés par le comité qui les a alors signalés dans la lettre d'envoi de son avis mais sans aucune garantie d'exhaustivité sur ces champs qui dépassent son domaine de compétence.

Pour établir son avis, le comité d'évaluation examine les éléments contenus dans le dossier qui lui est soumis et en particulier, lorsque des travaux d'amélioration sont prévus, les justifications données à la solution retenue par le maître d'ouvrage. Il n'a pas pour prérogative de choisir entre diverses variantes, ni d'optimiser les propositions afin d'en réduire le coût. Toutefois, lorsque le comité estime qu'il existe des solutions alternatives qui n'ont pas été étudiées et qui pourraient présenter un intérêt, il recommande au maître d'ouvrage d'étudier ces solutions, et de les comparer à la solution proposée initialement afin de retenir le système le mieux adapté.

L'avis est émis en référence au contenu du dossier soumis. Il arrive que le maître d'ouvrage apporte des compléments ou fasse état d'engagements supplémentaires auprès du rapporteur pendant l'instruction ou en séance; dans un tel cas le CESTR mentionne dans son avis qu'il prend acte des compléments apportés et les liste explicitement de manière à bien préciser la base qui sert à l'établissement de l'avis. Il est clair que si certains paramètres de contexte évoluaient notablement par rapport à ce qui est indiqué dans le dossier (niveau de trafic, régime de circulation des marchandises dangereuses, dispositions d'exploitation,...), l'avis exprimé deviendrait caduc.

D'autre part, lorsque le maître d'ouvrage propose la mise en œuvre de dispositions allant bien au-delà des prescriptions de la circulaire 2000-63 (exemple : mise en place d'une protection thermique sur toute la longueur de l'ouvrage alors qu'une protection locale suffit,...), le comité d'évaluation estime qu'il doit au moins signaler en séance (ou dans son avis, si le maître d'ouvrage est d'accord) qu'il existe des alternatives qui pourraient présenter un intérêt d'un point de vue économique sans pour autant mettre en cause le niveau de sécurité de l'ouvrage. Le maître d'ouvrage reste bien évidemment seul responsable du choix final des dispositions.

A souligner enfin que, sans attendre la mise au point finale du dossier de sécurité et l'avis du comité, les maîtres d'ouvrage se doivent bien sûr de mettre en œuvre les dispositions de sécurité les plus évidentes, ou de prendre les mesures de restriction de trafic qui s'imposent.

4.2 Prévention

La prévention a pour objectif de limiter le plus possible les situations accidentogènes susceptibles de dégénérer en un accident majeur. C'est un point extrêmement important et le CESTR a systématiquement porté une grande attention aux mesures de prévention qui peuvent être prises tant au stade de la conception qu'en phase d'exploitation.

4.2.1 Les dispositions pour éviter la congestion dans le tunnel

En premier lieu, se pose la question de la bonne maîtrise des risques de congestion dans le tunnel. Dans un contexte de poursuite de la croissance des trafics, de nouvelles situations de congestion peuvent apparaître ou des situations déjà existantes peuvent s'aggraver au voisinage de tunnels; c'est particulièrement sensible dans les ouvrages urbains. Afin de garantir une meilleure évacuation des usagers situés à l'aval d'un incendie, il est fondamental que la fluidité du trafic dans le tunnel soit assurée, en réalisant le cas échéant les aménagements ou les dispositifs de régulation qui s'imposent, en amont ou en aval de l'ouvrage.

Pour cela, lorsque des carrefours ou des échangeurs sont implantés à proximité des têtes du tunnel, il convient de prendre les mesures de gestion du trafic qui permettront de ne pas laisser les bouchons éventuels remonter jusqu'au tunnel. Dans certains cas, des scénarios particuliers d'évacuation avec priorité au flux sortant du tunnel seront activés; dans ces situations le temps de réaction et de mise en œuvre du système est une donnée fondamentale.

Certains itinéraires comportent une succession de tunnels proches, la fermeture d'un tunnel pouvant entraîner parfois une remontée de la file des véhicules arrêtés jusque dans les autres tunnels. Pour éviter cela, le comité estime qu'il est nécessaire de pouvoir fermer non seulement l'entrée de l'ouvrage concerné, mais également l'accès amont de la succession d'ouvrages. Cela implique aussi une réflexion particulière sur les itinéraires de dégagement à prévoir.

4.2.2 La maîtrise du flux de circulation dans le tunnel

L'objectif est de parvenir dans le tunnel à une circulation aussi fluide et apaisée que possible, avec également un nombre minimum de manoeuvres de changements de file. Ces questions ont été récurrentes pour l'ensemble des dossiers examinés.

Pour aller vers des vitesses pratiquées plus homogènes dans le tunnel et garantir une meilleure cohérence d'ensemble sur la portion de route comprenant le tunnel, le comité d'évaluation a été amené à proposer des modifications des vitesses autorisées. C'est par exemple le cas lorsqu'un virage serré précède (ou suit) immédiatement le tunnel. Dans le même esprit, un renforcement des systèmes de contrôle des vitesses (automatique ou non) a été recommandé dans les tunnels urbains et les tunnels présentant des risques particuliers liés à leur géométrie. Parfois des dispositions constructives peuvent valablement être prises pour permettre l'installation et l'exploitation de ces systèmes dans des conditions satisfaisantes.

A noter que la limitation à retenir en tunnel doit évidemment respecter les principes généraux établis pour l'air libre; à ce titre l'emploi encore en vigueur parfois de vitesse maximale autorisée de 60 ou 80 km/h est à proscrire.

En ce qui concerne le respect des inter-distances entre deux véhicules, le comité d'évaluation ne peut que confirmer la difficulté rencontrée pour contrôler ces inter-distances mais en soulignant que les efforts, dispositions ou expérimentations menés pour aider les automobilistes à améliorer leur comportement sur ce point doivent être fortement encouragés.

Pour les ouvrages comportant des échangeurs ou lorsque ceux-ci sont situés à proximité des extrémités du tunnel, le comité a plusieurs fois recommandé de mettre en place une signalisation permettant de limiter les risques découlant des changements de file ou de manoeuvres intempestives d'usagers à la recherche de leur itinéraire.

Dans les ouvrages où la circulation des cyclistes et motocyclistes est importante (sites touristiques en zone de montagne notamment), il est recommandé de rechercher un dispositif de guidage ou de balisage (lisses blanches apposées aux piédroits par exemple) permettant d'améliorer la perception de ces usagers.

4.2.3 Le respect de la réglementation pour la circulation des TMD

Le transport des marchandises dangereuses (TMD) a été un sujet de débats fréquents au sein du comité. En effet, si les occurrences d'accidents de poids lourds TMD mettant en cause ces marchandises sont infimes, leurs conséquences peuvent être catastrophiques. La circulaire n° 2000-82 impose que le choix entre l'admission des véhicules TMD en tunnel ou leur report sur les itinéraires de surface soit fondé sur une évaluation comparée des risques. Même si de fortes disparités demeurent, un progrès incontestable a été fait depuis 2001 dans l'évaluation des risques et l'analyse comparative des risques (ACR) entre l'itinéraire comportant le tunnel et les itinéraires alternatifs. Les bureaux d'études assistant les maîtres d'ouvrage ont généralement anticipé les recommandations figurant dans le fascicule 3 du guide des dossiers de sécurité intitulé « Les analyses des risques liés au transport des marchandises dangereuses » publié par le CETU en décembre 2005.

En matière de prévention, la principale inquiétude réside dans le non-respect par certains TMD du règlement de circulation qui leur est imposé dans les différents tunnels et l'insuffisance des contrôles aujourd'hui effectués. Ainsi le comité a noté, à l'occasion de l'examen des premiers dossiers de tunnels de la région Ile de France, l'importance des infractions à l'interdiction de passage des véhicules transportant des marchandises dangereuses. Ces infractions, certes limitées en valeur relative, représentent en raison du niveau de trafic important en région Ile de France, un nombre en valeur absolue non négligeable.

Certains proposent de lutter contre ces infractions en mettant en place des caméras haute-définition aux abords des têtes de l'ouvrage. Le comité d'évaluation signale cependant que cette disposition conduit actuellement à des problèmes juridiques difficiles à résoudre.

Le comité d'évaluation estime que le suivi du passage des véhicules TMD par un système de repérage satellitaire ou terrestre offrant la possibilité de contrôler ce trafic et de connaître la nature des marchandises dangereuses susceptibles d'être impliquées en cas d'incident est une piste d'amélioration intéressante et qu'il convient de conduire un projet à cet effet entre gestionnaires d'infrastructure et transporteurs.

Dans l'attente, et pour certains ouvrages, un meilleur respect de l'interdiction du transit des véhicules transportant des matières dangereuses peut être obtenu en renforçant la signalisation d'interdiction des TMD, ou en assurant une bonne cohérence et la lisibilité des itinéraires (même réglementation dans des ouvrages qui se suivent par exemple), ou encore en mettant en œuvre des mesures d'incitation, comme des actions directes auprès des transporteurs locaux.

D'autre part, dans les tunnels qui autorisent le passage des TMD, il est également parfois envisageable de rechercher, par la réglementation ou l'incitation, à optimiser leurs horaires de passage de façon que le nombre d'usagers en tunnel soit, à ces moments là, le plus faible possible; en ce sens éviter le transit des

TMD lors des pointes de trafic (journalières ou saisonnières) est une mesure efficace. Ces éléments doivent être pris en compte dans l'analyse comparative que doit conduire le maître d'ouvrage.

4.3 Dispositions techniques en matière de génie civil

4.3.1 Dispositions générales - géométrie

A l'occasion de certains dossiers, le comité a au l'occasion de rappeler quelques principes de base qui apportent une contribution majeure sur les questions de sécurité.

Au plan géométrique, les règles de l'art en matière de conception de tracé s'appliquent bien entendu. Les exigences en matière de régularité de tracé, de profil en long, d'enchaînements de courbes, .. se trouvent renforcées par le fait qu'il faut éviter toutes les situations susceptibles d'être accidentogènes. Compte tenu de la présence des murs latéraux, une attention toute particulière est à porter à la visibilité sur obstacle ou véhicule arrêté; en effet les configurations de suraccident et de collisions en chaîne sont parmi les plus difficiles à maîtriser, des véhicules pouvant se trouver immobilisés sous le panache de fumée d'un incendie en queue de file.

Un autre aspect délicat est celui des ouvrages en forte pente, le déplacement souhaitable des fumées en cas d'incendie pouvant se trouver fortement contrarié par la déclivité de l'ouvrage.

A noter que lorsque cela est possible, une mesure très efficace au plan de la sécurité consiste à ménager une ou plusieurs ouvertures ou zones d'ouverture dans la couverture du tunnel afin de limiter la longueur des parties couvertes et de les rendre aérauliquement indépendantes. Cette disposition simplifie fortement les sujétions liés au désenfumage en cas d'incendie.

Enfin, le fait d'empêcher les venues d'eau dans le tunnel est un élément favorable à la sécurité en prémunissant l'ouvrage contre les risques de formation de glace en voûte des tunnels et de verglas sur la chaussée; les projets de tunnels neufs prévoient aujourd'hui quasi-systématiquement une étanchéité complète de la voûte. Lors des travaux de rénovations lourdes du génie civil des ouvrages existants, il est recommandé d'examiner de près la faisabilité d'une telle disposition.

4.3.2 Les issues de secours

Les aménagements pour l'évacuation et la protection des usagers ainsi que l'accès des secours sont considérés par le comité comme la disposition de protection primordiale, l'usager en détresse devant être en mesure de trouver rapidement une issue le conduisant vers un lieu sûr. En prolongement de cette remarque, le comité d'évaluation considère qu'il est acceptable, en particulier pour les tranchées couvertes, de privilégier la création d'issues de secours supplémentaires lorsque le renforcement du dispositif de désenfumage existant est problématique. Ainsi cette création de nouvelles issues est une mesure additionnelle efficace, dans les tunnels existants, pour compenser des insuffisances sur d'autres aspects et atteindre un niveau équivalent à celui du référentiel contenu dans l'instruction technique de 2000.

Le comité d'évaluation rappelle que l'interdistance maximale entre issues de secours dans les tunnels urbains est de 200m, mais qu'une interdistance plus faible doit être retenue dans les tubes fréquemment congestionnés qui comportent plus de trois voies (dans la pratique une interdistance de 100m environ est recherchée pour ces derniers cas). En fonction de l'évolution de la congestion du trafic, il est ainsi possible de devoir mettre en oeuvre un accroissement des capacités d'évacuation. Pour préparer cette éventualité, dans les ouvrages pour lesquels cela se justifie, le maître d'ouvrage doit étudier dès le départ la possibilité d'augmenter à terme, quand le niveau de la congestion le nécessitera, le nombre des issues de secours.

Le comité estime également nécessaire de rechercher une répartition de ces issues visant à homogénéiser non seulement l'interdistance entre les issues elles-mêmes mais également la distance entre les issues d'extrémité et les têtes du tunnel. En effet, le comité d'évaluation considère qu'une issue trop proche d'une extrémité du tunnel ne s'avère pas très utile à l'évacuation des usagers qui privilégieront alors une évacuation par la tête de l'ouvrage quand bien même la distance à parcourir est plus grande.

La conception générale des issues doit être telle qu'elle permette aux personnes à mobilité réduite de se rendre jusqu'à une zone sûre où elles pourront attendre d'être prises en charge par les services de secours. Dans cet esprit, le comité d'évaluation rappelle que les issues de secours reliées vers l'extérieur par l'intermédiaire d'escaliers ou de galeries présentant une forte pente (ou rampe), doivent disposer d'un palier au delà du sas permettant le stationnement des personnes à mobilité réduite dans l'attente de l'arrivée des services de secours.

On doit également être attentif aux conditions de débouché des issues de secours, que ce soit lorsqu'elles mènent à un autre tube, ou lorsqu'elles sont reliées à la surface. Ainsi, en souterrain, la porte d'une issue ne doit pas se situer au ras du piédroit, mais en retrait; en surface, cela peut imposer par exemple d'équiper la sortie de ces issues d'un éclairage de nuit asservi à l'ouverture des portes.

4.3.3 L'évacuation des liquides déversés

En ce qui concerne les dispositions d'évacuation des liquides accidentellement déversés sur la chaussée, le comité d'évaluation recommande de disposer des caniveaux à fente reliés à des collecteurs par l'intermédiaire de regards siphonés dans tous les ouvrages en projet soumis à un trafic poids lourds significatif. En effet, cette disposition, déjà obligatoire pour les tunnels neufs autorisés aux transports de marchandises dangereuses, permet de mieux traiter le cas plus général des accidents avec déversement de liquides sur la chaussée, en particulier ceux impliquant les réservoirs de grande capacité des poids lourds.

L'existence dans le tunnel de ces dispositifs d'évacuation des liquides ne remet cependant pas en cause la réglementation de la circulation des véhicules transportant des marchandises dangereuses lorsqu'elle est justifiée par les études des risques liés à ce type de transport.

Il a admis que dans les tunnels en exploitation où le passage de TMD est autorisé, la réalisation de caniveaux à fente continue avec siphons et collecteur (obligatoire pour les tunnels nouveaux) puisse être différée au moment de travaux de renouvellement de chaussée, sauf dans les tunnels longs ou en forte rampe.

Le comité d'évaluation rappelle aussi qu'il convient d'éviter les inversions de dévers dans les tunnels autorisés au passage des véhicules transportant des marchandises dangereuses, mais il précise que ces inversions ne sont pas interdites, en particulier pour les ouvrages dont certaines parties du génie civil sont déjà réalisées.

4.4 Dispositions techniques en matière de ventilation et de désenfumage

4.4.1 Dispositions générales concernant le tunnel principal

Les objectifs à satisfaire et les hypothèses de conception et de dimensionnement du système de ventilation et de désenfumage sont explicités dans l'instruction technique d'août 2000, et détaillés dans le dossier pilote « Ventilation » publié par le CETU en décembre 2003. L'essentiel du travail du CESTR a consisté à vérifier que le maître d'ouvrage s'était mis en capacité de connaître les performances de son système et si nécessaire de définir des améliorations qui lui permettaient d'atteindre les objectifs visés.

En préalable à cet examen, le comité a eu l'occasion de rappeler l'importance de toujours bien s'assurer de la faisabilité technique des dispositions générales retenues. C'est ainsi que les principes relatifs à la rénovation du système de ventilation/désenfumage d'un ouvrage existant, surtout s'il est particulièrement complexe ou contraint, ne peuvent être validées que si les études ont été suffisamment poussées pour tenir compte des paramètres d'environnement et de l'ensemble des sujétions liés à l'existant.

- le contrôle du courant d'air en système transversal ou semi transversal :

En cas d'utilisation d'un système transversal, le contrôle du courant d'air longitudinal est imposé par l'instruction technique pour tous les tunnels de plus de 3 000 m de longueur; il est préconisé « dans la mesure du possible » pour les tunnels urbains d'une longueur supérieure à 1 500 m.

Lorsque cet objectif de contrôle du courant d'air est difficile à obtenir, ce qui est le cas pour les tunnels assez courts soumis à des contre-pressions atmosphériques importantes, ou encore pour des souterrains de conception complexe, l'instruction technique laisse la possibilité d'une solution alternative qui consiste à majorer le débit d'extraction des fumées. Le maître d'ouvrage se trouve donc en situation de choisir entre, d'une part une solution avec maîtrise du courant d'air certainement plus performante en théorie mais exigeante dans sa mise en oeuvre et beaucoup plus sensible dans son pilotage, et d'autre part une solution avec renforcement des débits d'extraction ne présentant pas autant d'assurances de bonnes performances mais bénéficiant d'une grande robustesse. Le comité d'évaluation a considéré que les deux solutions respectaient les recommandations de l'instruction technique; selon la configuration particulière des différents dossiers examinés, il a pu admettre l'une ou l'autre.

La modélisation des mouvements de fumées est délicate et complexe. Les outils de dimensionnement les plus récents permettent de donner un certain nombre d'indications utiles et de comparer des scénarios. Les résultats ne sont cependant valides que dans une plage définie par le teneur des hypothèses utilisées; le comité a, à plusieurs reprises, mis en garde contre les risques d'une extrapolation trop hasardeuse ou trop hâtive, ou encore d'une utilisation trop stricte, sans marge d'appréciation suffisante, des résultats obtenus. Contrairement à l'objectif visé, cela pourrait conduire par exemple à des consignes de déclenchement d'accélérateurs destinés à maîtriser le courant d'air longitudinal mais situés en zone enfumée. Il est donc important de toujours garder une grande prudence et des marges d'appréciation dans l'analyse des résultats fournis par les outils de modélisation.

La mise en oeuvre du désenfumage dans un tunnel muni d'un système de ventilation de type transversal avec trappes à ouverture télécommandée nécessite la localisation précise du lieu de l'incendie; c'est une des conditions indispensables à un bon contrôle du mouvement des fumées. Cependant, dans un souci de plus grande sécurité, le comité d'évaluation recommande d'inclure aussi, dans les scénarios de désenfumage, le cas tout à fait plausible d'une localisation non déterminée de l'incendie (cas d'un véhicule en feu circulant dans l'ouvrage par exemple). D'une manière plus générale, même si le fait de disposer d'un système de DAI doit permettre de localiser mieux et plus vite l'incendie, le comité recommande de prendre des marges de sécurité significatives tant dans la conception que dans le mode d'utilisation des installations.

- la mise en oeuvre du désenfumage en système longitudinal :

Plusieurs dossiers ont concerné des tunnels courts mais fortement descendants. Le comité a pu constater, dans de telles configurations, qu'il peut s'avérer difficile de concevoir un système de ventilation/désenfumage de type longitudinal pour des incendies de fortes puissances (200 MW), tant l'effet contraire lié à la pente tend à ramener les fumées à l'amont du sens de circulation. Néanmoins, par analogie avec les performances demandées pour un système de désenfumage transversal, le comité d'évaluation estime qu'il est nécessaire au minimum, de vérifier que le système de désenfumage permet de garantir les performances définies par le § 3.2.2.a) de l'instruction technique pour le cas d'un feu d'une puissance de 30 MW.

Certains ouvrages de longueur moyenne (de 300 à 800 m) construits dans les années 90 comportent des transparences aérauliques dont la contribution au désenfumage est parfois difficile à évaluer. L'efficacité de la solution alternative consistant en la mise en place d'accélérateurs dépend fortement de la pente de l'ouvrage. Aussi le comité a-t-il été conduit, selon les cas, à recommander le maintien des transparences ou bien leur obturation associée à la mise en place d'accélérateurs. Dans tous les cas, l'efficacité des dispositions existantes doit être appréciée avant d'envisager une modification lourde du système de désenfumage. Cette évaluation doit prendre en compte la configuration de l'ouvrage (nombre et positions des issues de secours, nombre, taille et implantation des transparences,...).

Le comité a eu également l'occasion de s'interroger sur l'impact de la mise en fonctionnement d'accélérateurs de très forte puissance (poussée unitaire de plus de 2 500N) lorsque des personnes sont présentes à proximité immédiate de ces équipements. Faute d'éléments précis sur ce sujet à ce jour, il recommande dans la mesure du possible de chercher à utiliser des accélérateurs de poussée moindre.

- les autres dispositions rappelées par le comité :

La vérification du non recyclage des fumées d'un tube à l'autre ou d'un tube à une éventuelle galerie de sécurité est indispensable. Dans certains cas, des dispositions correctives sont à prendre: adaptation de la configuration des têtes, mise en place d'un mur anti-recyclage, définition de consignes de commande de la ventilation adaptées,...A souligner que ces risques sont à étudier non seulement vis à vis de chacun des tubes mais également vis à vis des autres ouvrages et bâtiments existants voisins.

Le comité signale en outre que l'utilité d'un éventuel dispositif d'anti-recyclage des fumées doit également être étudié en concertation avec les services de secours afin de prendre en compte très précisément leurs stratégies propres d'accès à l'ouvrage.

Afin de prévenir le cas d'une panne d'un des systèmes actionnant l'ouverture des trappes, lorsqu'un ouvrage est muni de trappes d'extraction de grandes dimensions utilisées pour le rejet de l'air vicié ou des fumées, le comité d'évaluation recommande de concevoir celles ci en plusieurs éléments mécanisés de façon à limiter l'impact de cette panne sur le désenfumage général.

Le comité rappelle qu'il est nécessaire de respecter les dispositions du paragraphe 4.4.2 de l'instruction technique relatif au fonctionnement à la chaleur des équipement de ventilation. En particulier, la protection au feu des câbles alimentant les équipements de désenfumage est essentielle lorsque ceux-ci cheminent à l'intérieur du tunnel ou du tube concerné par l'incendie. Le comité d'évaluation a aussi insisté sur le fait qu'il n'était pas concevable, pour des couvertures situées sur des voies à très forte circulation, de prévoir un dispositif de désenfumage qui pourrait s'avérer déficient par suite de la destruction d'une batterie d'accélérateurs sous l'effet de l'incendie et qu'il convenait de s'assurer du respect des performances à atteindre avec prise en compte des sollicitations thermiques.

Enfin le comité d'évaluation estime que les dispositifs de refroidissement des fumées en amont ou au droit des ventilateurs de désenfumage, en vue de réduire les risques de destruction des machines en cas d'incendie se produisant dans certaines configurations critiques, notamment pour les feux de marchandise dangereuse (incendie situé au-dessous d'une extraction massive ou en extrémité de galerie, côté ventilateur) méritent d'être étudiés au niveau national ; mais il considère qu'il serait prématuré de mettre en place de tels équipements dans un tunnel en exploitation.

4.4.2 Dispositions concernant la ventilation des issues de secours

Les issues de secours, ou plus précisément les aménagements pour l'évacuation des usagers et l'accès des secours, peuvent être de plusieurs types :

- communications directes avec l'extérieur,
- communications entre tubes,
- galerie de sécurité,
- abris servant de lieux sûrs pour les usagers en l'attente d'évacuation par les services de secours.

Le comité a rappelé que la pressurisation des abris constituait une fonction importante pour la sécurité des usagers ; il a demandé que des redondances soient prévues de telle sorte que la pressurisation des sas et le renouvellement d'air des abris soient garantis pendant une durée d'environ deux heures. Il a recommandé que l'exploitant et les services de secours se coordonnent en cas d'emprunt d'une galerie d'air frais comme cheminement d'évacuation des abris.

Le comité a rappelé que les communications entre tubes doivent être mises en surpression avec de l'air sain.

Le comité a également indiqué que la pressurisation des issues de secours communicant avec l'extérieur, quoique non exigée par l'instruction technique, était nécessaire lorsque la communication présentait une longueur importante (supérieure à 25 m environ). De même, dans le cas d'ouvrages en service disposant d'issues de secours existantes qui ne peuvent pas être équipées d'un sas en partie basse, le comité d'évaluation recommande d'installer un dispositif de pressurisation des issues de secours visant à compenser l'absence de sas.

4.5 Autres dispositions techniques concernant les équipements

4.5.1 Alimentation électrique :

Lorsqu'un ouvrage est muni d'un système de ventilation / désenfumage et tout particulièrement lorsqu'il présente un niveau de trafic important, le comité d'évaluation estime qu'il est indispensable, conformément au paragraphe § 3.1.2 de l'instruction technique, de s'assurer de la sécurisation de l'alimentation électrique tant en matière de fourniture de l'énergie électrique (mise en place d'une double alimentation ou d'un groupe électrogène) que de redondance des transformateurs. Dans cet esprit, il est clair que si le tunnel dispose déjà d'une alimentation secourue de puissance assurée par exemple par un groupe électrogène d'une autonomie suffisante, il n'est pas nécessaire de mettre en place une deuxième alimentation de puissance depuis le réseau électrique local.

L'alimentation secourue sans coupure, assurée généralement par un ensemble batterie/onduleur, est destinée à maintenir l'alimentation électrique de certains équipements de sécurité pendant le temps nécessaire à l'évacuation de l'ouvrage avant fermeture de celui-ci (ou, de manière tout à fait exceptionnelle, à la mise en sécurité des usagers et à l'intervention des premiers secours en cas d'incident ou d'accident survenant lors d'une coupure de l'alimentation électrique extérieure). Elle ne suffit donc pas pour maintenir un tunnel en circulation en cas de défaillance de l'alimentation électrique de puissance.

Lorsqu'un ouvrage ne dispose pas d'une alimentation secourue de puissance, le maître d'ouvrage peut être conduit à augmenter l'autonomie de l'alimentation électrique secourue sans coupure de manière à pouvoir maintenir l'exploitation du tunnel pendant le délai nécessaire à la fermeture de l'ouvrage en cas de défaillance de l'alimentation électrique; en effet ce délai peut être relativement important, en particulier lorsque le degré de permanence et de surveillance est faible (D1). C'est aussi le cas lorsque le nombre de défaillances temporaires de l'alimentation électrique est susceptible d'être important.

Si l'on veut maintenir l'exploitation d'un tunnel non ventilé en cas de coupure du réseau, il faut soit disposer d'une double alimentation assurée par exemple au moyen de deux liaisons issues de départs distincts du distributeur, soit prévoir un ensemble batterie/onduleur de capacité suffisante pour maintenir, au delà des équipements de sécurité, le fonctionnement des installations dans un mode dégradé (éclairage réduit avec indication par panneau à l'utilisateur de la mise en oeuvre de cette situation d'exploitation dégradée,...).

Le comité d'évaluation a eu l'occasion de rappeler que les équipements de gestion dynamique du trafic ont vocation à bénéficier d'une alimentation secourue sans coupure. Par ailleurs les équipements de gestion technique centralisée, non explicitement visés par l'instruction technique, doivent également bénéficier de l'alimentation secourue.

A noter que lorsque l'environnement de l'ouvrage présente un niveau d'ensoleillement important, le niveau de l'éclairage secouru, alimenté par exemple par un ensemble chargeur - batterie – onduleur, peut s'avérer insuffisant s'il se limite au seul éclairage de sécurité. Dans ce cas, et afin de limiter l'effet de trou noir à l'entrée du tunnel, il convient de prévoir un niveau supplémentaire d'éclairage de renforcement et donc une puissance suffisante de l'alimentation électrique secourue pendant le délai nécessaire à la fermeture de l'ouvrage. En outre, le comité rappelle qu'il est nécessaire de mettre en place des panneaux d'information signalant la situation de déficience de l'éclairage dans l'ouvrage; ces panneaux d'information, disposés aux entrées de l'ouvrage seront alimentés par l'ensemble batterie - onduleur. La durée du maintien en circulation devra tenir compte d'une part de l'autonomie maximale de l'ensemble batterie - onduleur et d'autre part du délai maximal nécessaire à la fermeture de l'ouvrage.

4.5.2 Sécurisation des réseaux et câblages

La protection à la chaleur des réseaux de télétransmission et des artères principales d'alimentation électrique doit respecter les dispositions du § 4.4.1 de l'instruction technique. Cette contrainte est impérative dans l'objectif de maintenir au droit d'un incendie la continuité de l'alimentation électrique et des télétransmissions.

En particulier, le comité d'évaluation rappelle qu'il est nécessaire de vérifier que la température atteinte par les artères principales d'alimentation électrique et les câbles de télétransmission cheminant sous trottoirs est compatible avec leur fonctionnement dans les conditions d'exposition au feu prescrites par le niveau N3 (paragraphe 4.2.2 de l'instruction technique). Plus généralement, les réseaux d'alimentation électrique et de télétransmission transitant entre les locaux techniques sont exposés en cas d'incendie à une montée en température sur la partie non protégée de leur parcours (caniveaux, chemins de câble, chambre de tirage,...); en conséquence ils doivent respecter les dispositions du paragraphe 4.4.1 de l'instruction technique, qui préconise une protection au feu complémentaire si nécessaire, de telle sorte qu'ils puissent fonctionner dans les conditions du niveau N3.

Dans les tunnels existants, l'exploitant s'efforcera à minima d'effectuer le remplacement progressif des équipements non conformes dans le cadre de la maintenance. Toutefois, le comité estime indispensable de s'assurer du respect des prescriptions de l'instruction technique relatives à la protection au feu du cheminement des artères principales : en particulier, assurer la séparation physique des artères homologues lorsqu'elles courent sur un même chemin de câbles de la galerie technique par exemple.

Le cantonnement des câbles rayonnants de radiocommunications des tunnels longs doit être examiné sous deux aspects:

- celui de la longueur de câble qu'on accepte de perdre accidentellement sous l'effet de la chaleur ou d'une avarie (l'instruction technique fixe une longueur de 500 m pour les tunnels urbains) ;
- et celui de la sectorisation des messages de sécurité permettant de donner des informations ciblées aux usagers concernés par l'événement ou susceptibles de l'être.

Les installations doivent être conçues pour satisfaire ces deux critères.

Par ailleurs, le comité a insisté à plusieurs reprises sur l'importance d'assurer un niveau de fiabilité élevé dans le domaine des liaisons d'information et de contrôle/commande entre l'ouvrage et le poste de contrôle/commande (ou CIGT). Pour cela il demande que soient prises toutes les dispositions nécessaires pour sécuriser le réseau de transmission entre le local technique du tunnel et le CIGT. Si ces dispositions ne sont en général pas encore toutes arrêtées au stade du projet d'ouvrage d'art (POA), elles doivent être explicitées et justifiées dans le dossier de sécurité préalable à la mise en service.

Dans les cas où le seul moyen courant de communication entre le tunnel et le centre de permanence est réduit au réseau d'appel d'urgence (degré de surveillance D1), le comité d'évaluation rappelle qu'il est nécessaire de s'assurer de la sécurisation des communications entre le tunnel et le service assurant les fonctions de surveillance et de permanence. Pour cela, le maître d'ouvrage doit prévoir à la fois les dispositions techniques permettant de signaler, à l'exploitant ou au service en charge de la permanence, tout éventuel défaut de la liaison téléphonique par un autre moyen que la liaison elle-même (transmission par GSM par exemple) et les actions à mettre en œuvre en cas de non fonctionnement de la liaison téléphonique (formalisation de nouvelles procédures en cas d'absence de liaison téléphonique, etc.).

4.5.3 Détection Incendie et détection automatique d'incident (DAI)

Les rôles de la détection d'incendie (DI) et de la détection automatique d'incident (DAI) ont été largement débattus au sein du comité. Aujourd'hui la plupart des tunnels routiers importants en France sont ou vont être équipés d'une détection automatique d'incident.

Rappelons que l'instruction technique de 2000 ne rend obligatoire la mise en place d'une détection automatique d'incidents (DAI) en complément du réseau de surveillance par télévision que lorsqu'une surveillance humaine permanente ou non (degrés D4 ou D3) est assurée. Il est en effet indispensable d'être en mesure d'exploiter en temps réel l'information fournie par la DAI.

De son côté, la détection automatique incendie (DI) est nécessaire dans les tunnels qui ne disposent pas d'une surveillance humaine permanente (et sont donc surveillés selon un niveau D1, D2 ou D3) et pour lesquels le régime de ventilation à mettre en œuvre en cas d'incendie n'est pas celui qui s'applique automatiquement en cas de forte pollution du tunnel. L'objectif est d'éviter le déclenchement d'un scénario inapproprié au cas de l'incendie.

La détection incendie peut en théorie constituer un complément intéressant à la DAI, dans la mesure où elle permet de localiser précisément le lieu du foyer dans des cas où la DAI ne peut plus rien détecter (cas d'un véhicule en feu s'arrêtant en tunnel après avoir émis des fumées sur une distance significative par exemple). Cet intérêt est toutefois à nuancer fortement car il n'a de pertinence que pour les systèmes de désenfumage dont la mise en œuvre est conditionnée par la localisation du foyer, ce qui exclut les tunnels à ventilation longitudinale (sans extraction massive). En outre, les systèmes thermiques de détection automatique d'incendie actuellement disponibles présentent des délais de détection encore importants (plusieurs minutes), ce qui peut laisser croire à tort que la sécurité est assurée.

4.5.4 Niches de sécurité et locaux techniques

Le comité rappelle qu'il est nécessaire de respecter les dispositions des paragraphes 2.4 et 3.1 de l'instruction technique relatifs à la conception et à l'équipement des niches de sécurité y compris dans les niches extérieures implantées à proximité des têtes d'un tunnel. Le conformité des extincteurs aux dispositions du § 3.5.1 de l'instruction technique est à voir également. En outre, le comité d'évaluation souligne l'importance du repérage de ces niches (ainsi que des postes d'appel d'urgence) afin de permettre une bonne localisation des appels.

Dans le cas des ouvrages existants, en particulier urbains, et disposant actuellement d'issues de secours ou de niches de sécurité dont l'interdistance est supérieure à celle définie par l'instruction technique, le comité d'évaluation recommande, le cas échéant, de profiter de la réalisation de nouvelles issues de secours pour créer aussi des niches de sécurité complémentaires dans les quelques zones où les niches existantes sont trop espacées. Il a également accepté que dans des ouvrages existants des niches de sécurité soient confondues avec les issues de secours.

En cas de rénovation lourde, et selon la situation du tunnel en regard du réseau routier transeuropéen, il peut être opportun de retenir une interdistance entre niches de 150 m environ, au lieu de 200 m.

Lorsque le tunnel comporte des équipements de sécurité (PAU, extincteurs et prise de courant,...) situés en saillie sur le piédroit, et que ceux-ci sont susceptibles de gêner la circulation à pied sur le trottoir, ou d'exposer à un danger l'usager utilisant le PAU, le comité estime nécessaire d'encastrer les équipements concernés. En fonction des contraintes techniques, en particulier de la présence éventuelle d'une feuille d'étanchéité à l'arrière du revêtement, on pourra envisager la réalisation soit d'un simple encastrement, soit d'une niche conforme aux dispositions du paragraphe 2.4 de l'instruction technique.

Compte tenu de l'ambiance sonore dans l'ouvrage engendrée par le trafic et les accélérateurs, la mise en place de portes dans les niches est fortement recommandée. En cas d'impossibilité, il est demandé aux maîtres d'ouvrage de veiller à limiter le bruit engendré par les accélérateurs et de s'assurer que l'ambiance sonore dans l'ouvrage permettra à un usager de communiquer avec le PC dans de bonnes conditions d'audibilité.

Concernant les locaux techniques, et mis à part la problématique spécifique de la protection au feu traitée plus loin, le comité a attiré l'attention des maîtres d'ouvrage sur l'isolation et la préservation des équipements installés, en particulier équipements de GTC et batteries d'onduleur. A cet égard, la climatisation du local technique peut être tout à fait pertinente.

4.5.5 Moyens d'alerte et de communication

Le comité d'évaluation rappelle qu'il est nécessaire de mettre en place dans les meilleurs délais les dispositions (antennes directionnelles par exemple) permettant la retransmission des radio-communications en tunnel en assurant une couverture permanente et compatible avec l'exploitation de l'ouvrage. L'article 2 du décret 2006-165 du 10 février 2006 pris en application de la loi du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile impose, dans un délai donné, la continuité des communications radioélectriques nécessaires aux services publics assurant des missions de sécurité civile.

La continuité des transmissions analogiques ou numériques des services de secours et d'intervention (pompiers, gendarmerie, police, CRS, SAMU, DDE,...) est assurée par une installation dédiée (câble rayonnant par exemple). En réponse à la demande de plusieurs maîtres d'ouvrage qui souhaitent

compléter l'installation pour permettre également la continuité de la téléphonie mobile, le comité a exprimé sa position réservée à ce sujet en raison :

- des risques encourus du fait de l'utilisation du téléphone au volant,
- de la probable saturation des réseaux de téléphonie mobile dans les situations de crise,
- de l'existence d'autres moyens de communication présents en tunnel : ces moyens tels les postes d'appel d'urgence permettant en plus de localiser l'appel et d'enclencher rapidement les scénarios d'intervention préparés,
- de l'intérêt pour l'usager de sortir du véhicule pour donner l'alerte.

4.5.6 Moyens d'information des usagers - Signalisation

La meilleure efficacité des dispositions de sécurité mises en place dans les tunnels n'est atteinte que si les usagers impliqués dans un incident grave ne tardent pas à se diriger vers les issues de secours. L'expérience montre qu'un travail important reste à faire dans la formation des usagers aux principes de base de la sécurité en tunnel.

Dans l'attente, le comité d'évaluation encourage la mise en oeuvre de tout dispositif qui contribue à aider l'usager en difficulté : en particulier la signalétique des issues de secours peut être notablement renforcée par des feux à éclats activés en cas d'évacuation, une signalisation dynamique peut alerter l'usager, la diffusion par incrustation de messages radio est très utile,... Cette liste n'est pas exhaustive, mais elle souligne que des solutions assez simples méritent d'être étudiées. Il convient aussi de veiller à conserver une certaine homogénéité entre tunnels, de manière à familiariser plus vite l'usager à l'environnement particulier des tunnels.

En contrepartie, les dispositifs destinés à guider physiquement les usagers (comme les mains courantes, les surfaces rugueuses, etc.) ne sont pas, pour l'instant, recommandés par le comité d'évaluation; en effet leur usage relève d'une formation professionnelle et ils ne peuvent être instinctivement utilisés par les usagers ; il est préférable que les usagers soient guidés par la paroi du tunnel et les plots de jalonnement installés tous les 10m environ, conformément à l'instruction technique.

En ce qui concerne le cas particulier des alarmes sonores qui permettraient à l'exploitant d'inciter les usagers à quitter leur véhicule pour se mettre à l'abri en cas de sinistre, le comité estime que la mise en place de ce type de dispositifs ne peut être décidée sans que des études préalables particulières permettent d'en démontrer l'efficacité. En effet, le niveau sonore en tunnel est particulièrement important au moment où la ventilation ou le désenfumage fonctionnent, ce qui nuit à l'audibilité des systèmes sonores. Le comité considère que, dans ce cas, il vaut souvent mieux miser sur le renforcement de la signalétique des issues de secours.

Notons que pour les ouvrages situés géographiquement à la frontière ou à proximité de la frontière française, il est important que la signalétique et les informations dans les issues de secours et les niches de sécurité soient rédigées en trois langues (français, anglais, langue du pays frontalier).

En ce qui concerne les consignes sur la conduite à tenir en cas d'incident, pour les deux tunnels du Mont Blanc et du Fréjus, les sociétés exploitantes ont entrepris une campagne de sensibilisation des chauffeurs de poids lourds au risque incendie en tunnel. Dans une plaquette largement diffusée, elles incitent les poids lourds à s'arrêter immédiatement lorsqu'un incendie se déclare à bord. Le comité considère qu'on ne peut recommander l'arrêt immédiat des véhicules que si on a la certitude de pouvoir le traiter parfaitement où qu'il se produise en tunnel. Cela ne peut donc concerner que les grands tunnels dotés d'équipes de lutte contre l'incendie aux deux têtes (voire dans le tunnel lui-même), d'un système de localisation de l'incendie très performant, d'une extraction puissante et d'un bon contrôle du courant d'air longitudinal. Dans le cas plus général, il est logique de recommander de gagner la sortie pour les tunnels courts, ou de s'arrêter dans les garages pour les tunnels plus longs. C'est d'ailleurs en ce sens que sont rédigées les recommandations de l'AIPCR, de la CEE ONU et du dépliant de la Commission européenne qui indiquent : " Si possible, rouler jusqu'à la sortie du tunnel ". Le comité admet qu'il est aujourd'hui difficile d'évaluer l'impact sur l'évolution d'un sinistre d'un arrêt immédiat sur la chaussée ou d'un arrêt différé dans un garage. Seule l'exploitation des retours d'expérience pourra fournir des éléments d'appréciation permettant de mieux orienter à l'avenir les dispositions à préconiser.

Le comité d'évaluation rappelle qu'il est nécessaire de respecter les dispositions du paragraphe 3.7.2 de l'instruction technique relatif à la signalisation et aux systèmes de fermeture physique des ouvrages :

- mise en place d'une signalisation de fermeture composée de feux de fermeture R 24 et des panneaux d'information lumineux associés à chaque entrée ;
- mise en place des barrières sur l'ensemble des voies pour certaines catégories d'ouvrages ;
- si une signalisation de fermeture doit être mise en place à l'intérieur des ouvrages, installation de feux de fermeture R 24 et de panneaux lumineux associés tous les 800 m environ.

Le comité rappelle aussi les dispositions du paragraphe 3.7.3 de l'instruction technique relatif à la signalisation d'affectation de voies. Dans le cas où l'espace disponible au dessus de la chaussée serait très réduit, on cherchera tout de même à se rapprocher au mieux de l'interdistance préconisée par l'instruction technique, quitte à réduire si nécessaire les dimensions des rampes de signaux d'affectation de voies. A souligner que les ouvrages ne disposant que d'une voie de circulation par sens ne doivent pas être munis de signaux d'affectation des voies.

Lorsqu'un ouvrage est muni de signaux d'affectation de voies ne comportant pas de flèche de rabattement, et si la fermeture d'une voie doit être mise en oeuvre, il est alors nécessaire de fermer cette voie sur l'ensemble de l'ouvrage et la séquence de rabattement devra en conséquence être mise en œuvre avant l'entrée de l'ouvrage. Le comité d'évaluation estime que cette disposition (fermeture d'une voie sur toute la longueur de l'ouvrage) pourrait être à terme étendue à l'ensemble des tunnels mais s'interroge sur la longueur à partir de laquelle elle risque de ne plus être respectée par les usagers, et sur les moyens d'y remédier. Cette question sera étudiée en liaison avec la DSCR.

4.6 Comportement des structures au feu

4.6.1 Les exigences de vérification au feu :

- la cohabitation de plusieurs infrastructures :

La question du niveau de protection au feu à prévoir pour les dalles supportant des voiries ou des espaces accessibles au public a été évoquée à l'occasion de nombreux dossiers. Le comité a ainsi été amené à rappeler sa position, à savoir que dans un tel cas il est indispensable de déterminer la durée de la tenue au feu des structures sous un feu d'hydrocarbure (courbe HCM définie au § 4.2.1. de l'instruction technique). Le comité d'évaluation estime que l'exigence de stabilité au feu des structures doit en effet garantir la bonne tenue des structures pendant le temps nécessaire à l'évacuation de la surface, et cela pour un feu à développement rapide survenant à l'intérieur de l'ouvrage.

Ainsi l'exigence CN 120 prescrite par l'instruction technique doit être complétée, d'une part par la détermination de la durée de tenue au feu des dites structures avec les charges d'exploitation mais pour un feu à développement rapide (courbe HCM), et d'autre part par la vérification de la compatibilité de cette durée avec les délais nécessaires aux forces de police pour évacuer la surface en cas d'incendie de ce type survenant à l'intérieur de l'ouvrage. Le maître d'ouvrage peut alors être conduit à prendre des mesures d'exploitation et d'intervention, qui doivent figurer explicitement dans les consignes d'exploitation et le Plan d'Intervention et de Sécurité et être testées dans le cadre d'un exercice de sécurité. Le cas échéant, ou en cas de doute important sur la capacité des services de secours à maîtriser leur délai d'intervention, le maître d'ouvrage peut être amené à réaliser des travaux nécessaires au renforcement des dites structures.

A noter que si les services d'intervention et de secours doivent, pour accéder à l'une ou l'autre des parties du tunnel, emprunter d'éventuelles voies portées, un niveau de protection N2 doit être assuré pour les parties correspondantes de la couverture, si nécessaire par la mise en place d'une protection thermique.

En prolongement, et dans l'hypothèse où une tranchée couverte croise d'autres ouvrages, les préoccupations de tenue au feu des structures doivent porter non seulement sur la protection de ces

ouvrages en cas d'incendie survenant dans la tranchée couverte elle-même, mais également sur la protection de cette tranchée couverte en cas d'incendie se produisant dans l'un de ces ouvrages contigus. Ainsi, le plancher d'une tranchée couverte, réalisé sous la forme d'une dalle constituant le plafond d'une autoroute, d'un parking ou d'un métro doit nécessairement être traité contre les effets d'un incendie violent survenant dans l'autoroute, le parking ou le métro au droit du croisement entre les deux ouvrages. Il en est de même lorsque les espaces sont adjacents et qu'un événement dans l'un est susceptible d'avoir des répercussions sur l'autre.

Lorsque l'aménagement futur au-dessus d'une tranchée couverte n'est pas encore connu par le maître d'ouvrage, ce dernier doit décider du niveau N1 ou N2, voire même N3, de résistance au feu de la dalle dans les limites fixées par l'instruction technique : s'il décide d'investir dans un niveau élevé, il se préserve une totale souplesse dans la décision sur le futur aménagement ; il peut, à l'inverse, choisir de ne pas dépasser le niveau N1, mais il devra alors, chaque fois que cela se présentera, s'assurer de la compatibilité entre la nature de l'aménagement envisagé, d'une part, et les possibilités d'évacuation de la surface en cas d'incendie violent survenant sous la couverture, d'autre part.

- les structures internes :

Certains ouvrages comportent des structures intermédiaires situées entre l'espace de circulation souterrain et la dalle principale supportant la voirie de surface. Il est établi que, dans ce cas, la protection au feu de cette dernière peut être assurée par celle prévue sur la structure intermédiaire. Ainsi, la protection au feu de degré N2 d'un faux-plafond (hors zones comportant des bouches de ventilation) existant sous la structure supérieure d'une tranchée couverte confère à cette structure le même degré de protection N2.

Le comité d'évaluation souligne enfin que les parois et dalles mitoyennes entre les locaux techniques et le tunnel doivent respecter les dispositions du paragraphe 4.3.2.b de l'instruction technique. Selon la configuration des installations, et en particulier en fonction des conséquences éventuelles de la perte de certaines fonctions des locaux techniques en cas d'incendie dans le tunnel, les niveaux de protection à assurer peuvent aller de N1 à N3.

- les méthodes de vérification au feu :

A la demande du comité, le CETU a animé un groupe de travail composé de représentants de la DDSC au ministère de l'Intérieur, de la DOAT de la DRE Ile de France et du CSTB. A l'issue de ce travail, le guide « Comportement au feu des tunnels routiers » a été publié en mars 2005; ce document explicite les dispositions prévues par l'instruction technique d'août 2000 et propose des méthodes pour satisfaire aux exigences. Le document est divisé en cinq parties :

- 1 – le comportement au feu – description des objectifs
- 2 – réaction au feu – description des classifications nationale et européenne et des exigences de l'instruction technique
- 3 – principes pour la prise en compte de la résistance au feu – description des différents niveaux d'analyse en fonction du niveau de résistance au feu préconisé par l'instruction technique
- 4 – prescriptions de résistance au feu
- 5 – fonctionnement à la chaleur des équipements

Le guide comporte par ailleurs sept annexes, plus spécialisées, destinées à la maîtrise d'œuvre et aux bureaux d'étude chargés de mener les calculs.

Le comité d'évaluation rappelle à ce propos que le niveau de résistance au feu des structures principales d'un ouvrage doit être vérifié pour l'ensemble de la structure. Une vérification par éléments de structure n'est donc pas suffisante. En particulier, si une tranchée doit respecter un niveau N0 de résistance au feu, le comité d'évaluation signale qu'une faiblesse affectant la structure d'un des tubes peut mettre en cause la stabilité de l'ensemble des deux tubes. La vérification de l'absence de risque d'effondrement en chaîne doit donc non seulement être réalisée sur la longueur d'un tube, mais aussi dans le sens transversal de la section du tunnel.

Enfin, le comité d'évaluation souhaite que l'étude du comportement au feu intègre l'influence souvent importante de la présence du système de protection thermique des structures sur la distribution longitudinale des températures.

4.6.2 Le cas particulier des galeries de communication et des issues de secours :

Les galeries de communication entre deux tubes doivent permettre l'évacuation des usagers tout en empêchant la propagation de l'incendie, des fumées et températures qui y sont associées. Pour ce faire, si elles sont munies d'un sas, celui-ci doit présenter un degré coupe-feu global de niveau N2. Si, et c'est le cas général, elles ne disposent pas de sas aménagé, c'est alors l'ensemble de la galerie de communication avec les éléments de construction obturant les communications avec les tubes (portes) qui fait fonction de sas entre les deux tubes: cet ensemble doit globalement présenter un niveau N2. Parce que cette vérification n'est pas aisée, et qu'il n'est pas établi (et même très improbable dans bien des cas) qu'une galerie de communication munie à ses extrémités de parois coupe-feu CN 120 (niveau N1) présenterait un niveau global N2, les maîtres d'ouvrage optent la plupart du temps pour la mise en place de portes HCM 120 (niveau N2) à chaque extrémité. Cette option, qui va au delà de la réglementation propre au feu, n'est admissible que si l'on assure que les portes mises en place demeurent manoeuvrables par tous, et en particulier par les personnes de plus faible constitution ou à mobilité réduite.

Certaines tranchées couvertes en exploitation sont munies d'une cloison communes entre tubes et de passages inter-tubes à l'usage des services de secours. Ces dispositions méritent un examen très approfondi; en effet d'une part ces passages ne doivent pas constituer une faiblesse en cas d'incendie d'où l'exigence que les obturations permettent d'obtenir un degré coupe feu de même niveau que le reste de la cloison (exigence souvent très contraignante), et d'autre part elles ne constituent pas des issues de secours au sens de la réglementation. Le CESTR a été conduit à plusieurs reprises à préconiser la suppression de tels passages intertubes, leur plus-value pour l'intervention des secours ne compensant pas les inconvénients précités.

En ce qui concerne les communications directes avec l'extérieur, l'instruction technique indique que les sas et parois séparant le tunnel et une communication directe vers l'extérieur doivent présenter un degré coupe-feu global CN 60. Le comité d'évaluation considère que l'accès pour les personnes à mobilité réduite doit être réalisé au moins jusqu'à une zone sûre où elles pourront attendre d'être prises en charge par les services de secours. A cet égard, le comité d'évaluation remarque que, compte tenu des délais d'intervention des services de secours, la sécurité des personnes à mobilité réduite bloqués après le sas, en pied d'escalier, n'est pas forcément bien assurée, en cas d'incendie de forte puissance, par le seul degré coupe-feu global CN 60. Ce point devra être traité dans le cadre des évolutions réglementaires à venir.

4.7 Organisation de l'exploitation

4.7.1 Rappel général

En préambule, le comité s'est à plusieurs reprises inquiété des carences d'entretien dans certains tunnels. Le fait d'étudier et de planifier un programme d'amélioration de la sécurité du tunnel ne dispense pas le maître d'ouvrage d'assurer l'entretien et la maintenance de l'ouvrage tel qu'il se présente avant la réalisation des travaux. C'est en particulier le cas pour le contrôle régulier de la fixation des équipements suspendus au-dessus des voies de circulation.

Le comité d'évaluation rappelle aussi que, pour les tunnels de plus de 300 m en exploitation, les maîtres d'ouvrage sont dans l'obligation de tenir à jour le dossier de sécurité des ouvrages, en particulier les documents pour l'exploitant (cf. Guide des dossiers de sécurité – Finalités du dossier de sécurité) ; par ailleurs, lors d'une opération de mise à niveau de la sécurité d'un tunnel, cette tenue à jour doit être réalisée au fur et à mesure de la réalisation des différentes phases du programme des travaux d'amélioration (à titre d'exemple, une modification du degré de permanence et de surveillance constitue une étape importante de la mise en œuvre de ce programme).

Ces dispositions qui figurent dans l'annexe 1 à la circulaire 2000-83 du 25 août 2000 ont été reprises et étendues par le décret du 24 juin 2005.

4.7.2 Degrés de surveillance

Les degrés de permanence et de surveillance sont explicités dans l'article 5.1.1 de l'instruction technique d'août 2000. Ils permettent d'adapter les fonctions d'exploitation au contexte particulier et aux caractéristiques du tunnel. L'essentiel du rôle du CESTR a été de vérifier la cohérence du dispositif et à s'assurer que les choix opérés par le maître d'ouvrage étaient pertinents en regard des conditions d'exploitation et des équipements disponibles dans le tunnel.

- cas des degrés D3 et D4 :

Le niveau le plus élevé, à savoir le degré D4 correspondant à une surveillance humaine permanente, s'impose pour les tunnels urbains de plus de 1000m, ainsi que les tunnels non urbains de plus de 3000m soumis à un trafic non faible. Dans la pratique, et compte tenu de l'existence d'un certain nombre de centres de gestion de trafic en service 24h/24, d'autres tunnels, moins sensibles, sont également exploités avec un degré D4.

Dans le cas d'ouvrages existants ne possédant pas de système de désenfumage, ni d'issues de secours au sens de l'instruction technique, et pour lesquels le volume de trafic est important, le comité d'évaluation estime que la mesure principale permettant d'améliorer rapidement le niveau de sécurité consiste à mettre en place un degré D4 de surveillance et de permanence ainsi que les équipements associés notamment la détection automatique d'incident et le système de fermeture des ouvrages. Cette disposition permet de diminuer notablement les délais d'alerte et d'intervention dans l'attente d'une rénovation plus complète.

Dans le cas d'un tunnel susceptible de subir de fortes variations journalières du trafic avec des pointes caractérisées et faisant l'objet d'une surveillance de degré D3, le comité a demandé que les horaires de surveillance soient optimisés, en couvrant les plages de forte affluence, de façon à être en mesure de prévenir les congestions et remontées de files en cas d'incident durant ces périodes critiques.

Enfin, le comité d'évaluation rappelle que la mise en place d'un degré de surveillance D3 ou D4 doit être accompagnée d'une formation adaptée du personnel assurant la surveillance et la gestion de l'ouvrage. Pour ce faire et contribuer à cet objectif, un premier programme de formation « Valorisation des acquis » est actuellement proposé par le ministère.

- cas des degrés D1 et D2 :

Lorsque qu'un tunnel isolé ne dispose que d'un faible degré de permanence (D1), il convient de limiter au maximum les cas de déclenchement de la fermeture de l'ouvrage afin d'éviter de multiplier les fermetures intempestives qui peuvent à terme altérer la crédibilité du dispositif auprès des usagers; c'est d'ailleurs la raison pour laquelle l'instruction technique ne prescrit la mise en place de barrières de fermeture que pour les tunnels de longueur supérieure à 800 m et bénéficiant d'une surveillance permanente (degré D3 ou D4). Si on peut admettre que dans certains cas, la fermeture soit asservie à un décroché d'extincteur ou à l'ouverture d'une porte d'une niche de sécurité ou d'une issue de secours, on privilégiera généralement le scénario dans lequel ces détections déclenchent plutôt, outre une remontée d'alarme à la permanence, des mesures de précaution comme le passage à l'orange clignotant des feux de tête et l'affichage d'une mention d'alerte sur les Panneaux à Messages Variables (PMV) associés aux têtes de tunnel.

Dans l'hypothèse où le maître d'ouvrage souhaiterait aller au-delà du degré D1 sans être cependant en mesure d'assurer un degré D2, il convient de garder à l'esprit que la crédibilité du système de commande automatique repose entièrement sur la qualité de la détection : un temps de détection trop long (comme cela ressort des systèmes fonctionnant sur un principe thermique) conduit à un dispositif peu efficace et un système générant un nombre excessif de fausses alarmes peut rapidement s'avérer très pénalisant. Il est possible de distinguer les équipements de sécurité suivant leur nature :

- une commande automatique déclenchant des actions de précaution telles que la mise en service de la ventilation en mode de désenfumage, l'activation des feux à éclats de repérage des issues de secours ou le fonctionnement de l'éclairage de section courante au régime maximal peut s'avérer utile, sans trop nuire en cas de fausse alarme ; il faut d'ailleurs noter que l'instruction technique (article 3.6) rend obligatoire la commande automatique du désenfumage dans certains cas particuliers comme les tunnels comportant une ventilation asservie aux capteurs de pollution et

dont le régime de ventilation à mettre en œuvre en cas d'incendie n'est pas celui qui s'applique automatiquement en cas de forte pollution dans l'ouvrage (c'est notamment le cas des tunnels bidirectionnels ventilés par système longitudinal) ;

- en revanche, si l'asservissement porte sur des équipements de fermeture du tunnel (signalisation d'arrêt ou barrière), la génération de fausses alarmes peut conduire à une gêne à l'usager rapidement insupportable ; il en sera de même pour l'exploitant qui, à chaque fois, devra se rendre rapidement sur les lieux ; il convient d'ailleurs de rappeler que l'instruction technique ne prévoit qu'une commande locale des feux d'arrêt pour les tunnels ne disposant que du degré de permanence D1 ou D2.

A noter que dans un tel cas, il est préférable que la ventilation-surpression du sas de l'issue de secours (lorsqu'il existe) soit mise en action par l'ouverture de la porte du sas plutôt que par les alarmes déclenchées par un usager.

En ce qui concerne les communications, le comité d'évaluation considère que lorsque le seul moyen courant de communication entre le tunnel et le centre de permanence est réduit au réseau d'appel d'urgence, il est indispensable de s'assurer de la sécurisation des liaisons entre les deux entités (cf 4.5.2).

Lorsque les informations issues d'un tunnel aboutissent à plusieurs services différents (gendarmerie, pompiers, DDE...), il est nécessaire que l'un d'entre eux soit clairement désigné comme responsable de la gestion de l'alerte et des actions à mener.

Lorsqu'un service est chargé de la permanence avec moyens d'action (degré D2) d'un ouvrage, le comité d'évaluation recommande d'étudier la possibilité non seulement d'un report vers ce service des alarmes (décroché d'extincteur, perte d'alimentation électrique, etc.) mais aussi celui des appels du réseau d'appel d'urgence lorsqu'il permet une transmission de l'alerte plus rapide en cas de sinistre. Ce dernier report peut se limiter à permettre l'écoute de l'appel.

Par ailleurs, le report au centre de permanence et de surveillance de l'alarme d'ouverture des portes des niches de sécurité n'apparaît pas toujours utile (nombre d'alarmes pouvant être important) dans la mesure où l'on dispose par ailleurs d'alarmes de décroché d'extincteur.

Le comité considère enfin que si la surveillance et l'exploitation sont réalisées à partir de postes de contrôle (PC) différents, au minimum la gestion des alertes et des interventions en temps réel doit être effectuée par un même PC.

4.7.3 Le Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS) :

Le comité d'évaluation rappelle qu'il est nécessaire que les ouvrages en exploitation de plus de 300m disposent d'un Plan d'Intervention et de Sécurité complet, opérationnel, et mis à jour aussi souvent que nécessaire notamment en prenant en compte les enseignements issus du retour d'expérience. En outre, le comité d'évaluation rappelle que le Plan d'Intervention et de Sécurité doit être élaboré en associant les services de secours et, le cas échéant, les services (exploitant ou gestionnaire) en charge d'infrastructures pouvant être impactées en cas de sinistre survenant dans l'ouvrage.

Ce PIS récapitule, sans nécessairement les détailler, les actions des services d'exploitation et de secours qui sont définies dans différents documents (consignes, plans, etc.) utilisés par le personnel concerné, et en vérifie la cohérence. Il doit intégrer toutes les spécificités du tunnel (équipements disponibles, résistance au feu des structures et des équipements, organisation des intervenants, délais d'intervention, données environnementales telles que les conditions d'accès au tunnel, etc) et présenter les conséquences opérationnelles qui en découlent pour le déroulement des opérations de secours.

Il convient que le PIS prenne en compte les cas d'exploitation en mode dégradé et définisse précisément les conditions minimales d'exploitation (CME) c'est à dire les conditions qui, si elles ne sont pas remplies, entraînent la fermeture de l'ouvrage. Le comité d'évaluation rappelle que le plan d'intervention et de

sécurité doit bien distinguer la procédure de fermeture d'urgence de celle de restriction programmée de la circulation. L'ensemble des opérations à conduire dans ces différents cas doit être détaillé dans le PIS.

Il estime aussi qu'il est important, pour les ouvrages urbains présentant un fort trafic, d'inclure dans le plan d'intervention et de sécurité les mesures à prendre en cas de congestion de trafic, même si le risque de congestion est actuellement faible.

Dans le même esprit, si un tunnel en exploitation dont le règlement de circulation interdit la circulation de poids lourds transportant des marchandises dangereuses (TMD) est emprunté par un nombre non négligeable de TMD en infraction, les scénarios développés dans l'étude spécifique des dangers doivent prendre en compte un cas d'incendie impliquant des marchandises dangereuses. Ce scénario doit être retenu dans l'élaboration des consignes d'intervention des services d'exploitation et de secours, et notamment dans le PIS.

Lorsqu'une section d'itinéraire comprend plusieurs tunnels, le comité d'évaluation estime qu'il est nécessaire de bien distinguer, dans le plan d'intervention et de sécurité, chacun des ouvrages (éventuellement en les regroupant en ensembles d'ouvrages de mêmes caractéristiques) afin de ne négliger aucun d'entre eux. Pour ce faire il peut être recommandé de considérer tour à tour dans le document :

- les mesures communes à tous les ouvrages ;
- les mesures particulières concernant chaque ouvrage ou chaque ensemble d'ouvrages.

Soulignons enfin, que dans un certain nombre de dossiers de sécurité préalables au démarrage des travaux, le comité a constaté que le PIS figurant dans le dossier se focalisait sur la seule situation future d'exploitation, après rénovation de l'ouvrage. Le comité a rappelé que le PIS doit aussi détailler les conditions actuelles d'exploitation et les dispositions actuellement prises pour faire face à un incident.

4.7.4 Exercices annuels – Retour d'expérience

Lors de l'examen de chaque dossier d'ouvrage, le comité d'évaluation a rappelé que, conformément au paragraphe II.1 de l'annexe 1 à la circulaire n° 2000-63, puis plus récemment au décret du 24 juin 2005, un exercice doit être réalisé annuellement.

Cet exercice est principalement du ressort de l'exploitant et ne met pas systématiquement à contribution la totalité des équipements et des intervenants extérieurs ; son but principal est en effet de tester l'ensemble du dispositif de sécurité dont l'exploitant a la charge : pertinence et application des consignes, réaction du personnel, utilisation des moyens disponibles,... Les exercices doivent être basés sur des scénarios d'incident définis en regard des risques encourus dans le tunnel; ils doivent notamment permettre de mesurer les temps nécessaires aux différents services d'intervention pour arriver sur les lieux.

Lorsque plusieurs tunnels sont proches, un seul exercice peut être réalisé par an. En revanche, le comité a recommandé que la mise en service d'un nouveau tunnel soit accompagnée d'un exercice impliquant l'ensemble des intervenants de la sécurité et qu'il en soit de même à chaque phase significative de réalisation de travaux de mise à niveau de la sécurité.

Le comité d'évaluation rappelle aussi l'importance de la bonne mise en œuvre du retour d'expérience imposé pour les tunnels de l'Etat par l'article 5.3.2 de l'instruction technique de 2000. Mais force a été de constater que cette démarche obligatoire de retour d'expérience, fondée sur la remontée d'informations par le ou les services assurant la surveillance de l'ouvrage et l'analyse des accidents et incidents significatifs n'est actuellement pas toujours bien appliquée. Il est reconnu que sa mise en œuvre dans les tunnels à très fort trafic peut, il est vrai, poser quelques difficultés en raisons du nombre élevé de fiches à rédiger et à valider, mais son intérêt est précisément d'autant plus fort qu'il s'agit d'ouvrages où les incidents sont nombreux.

A noter que cette remontée d'information est également très intéressante pour alimenter la mise en place d'une politique de formation des personnels chargés de la surveillance et de l'exploitation. Cette formation obligatoire peut ainsi mieux être adaptée à la complexité des ouvrages dont ces personnels ont la charge.

4.8 Intervention des services de secours

4.8.1 Organisation des secours

Le comité a noté que la consistance et l'organisation des services de secours sont très différentes d'un département à l'autre, en particulier suivant la répartition entre pompiers volontaires et pompiers professionnels. De même, les délais d'intervention annoncés sont très variables suivant la localisation du tunnel par rapport aux postes de secours ; les délais vont de dix à trente minutes, parfois plus en zone rurale. Dans la plupart des cas les secours extérieurs ne peuvent arriver qu'après la mise en sécurité des usagers, d'où les fortes exigences quant aux moyens de sauvegarde à mettre en œuvre pour que les usagers puissent, par eux-mêmes, se mettre à l'abri via les issues de secours.

Dans le cas d'une succession d'ouvrages implantés sur un itinéraire franchissant plusieurs départements, ou dans le cas du tunnel exploité depuis un poste de commande situé dans un autre département, il importe de veiller à l'unicité des procédures d'intervention en désignant un préfet coordonnateur qui sera appelé à prendre systématiquement le commandement des opérations en cas de sinistre.

4.8.2 Réseau d'eau de lutte contre l'incendie

Les Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS) sont souvent demandeurs d'adaptations du réseau d'eau. L'instruction technique de 2000 a défini une plage de pression permettant d'adapter, dans une certaine mesure, les modalités de lutte contre l'incendie, sachant qu'une pression trop élevée peut poser des contraintes supplémentaires lors de l'intervention. Le comité estime qu'il faut prendre en considération les évolutions des méthodes d'intervention des pompiers et en tirer les conséquences au moment des travaux sur l'évolution des textes réglementaires. D'ici là, les recommandations restent celles définies par l'instruction technique en vigueur.

Le comité d'évaluation rappelle que les ouvrages en exploitation autorisés aux véhicules transportant des marchandises dangereuses doivent respecter des dispositions supplémentaires en matière de réseau de lutte contre l'incendie (voir paragraphes 3.5.2 et 7.3.4 de l'instruction technique). Ainsi le maître d'ouvrage :

- doit assurer une pression des appareils d'incendie comprise entre 0,6 et 0,8 Mpa ;
- doit disposer d'une réserve d'eau d'un volume de 160 m³ pour l'alimentation des appareils d'incendie.

Le maître d'ouvrage, en liaison avec les services de secours, doit également s'assurer du bon maillage du réseau d'incendie public sur lequel est éventuellement repiquée l'installation, de manière à ce qu'en cas de rupture d'une canalisation, on maintienne au moins la moitié de la capacité conformément aux prescriptions de l'instruction technique.

Lorsque les services de secours disposent de moyens propres leur permettant de se satisfaire d'une pression ou d'une réserve de plus faibles caractéristiques, il convient cependant de rester très prudent, de manière à pouvoir si nécessaire se conformer rapidement aux valeurs prévues par l'instruction technique. A cette fin, il est recommandé, lors de travaux importants, de toujours viser directement les valeurs préconisées par l'instruction technique.

A l'examen des dossiers soumis, un certain nombre d'adaptations ont été admises par le comité pour les tunnels existants, en veillant toujours à ce que des dispositions supplémentaires puissent compenser les éventuelles insuffisances. Ainsi, lorsque pour une tranchée couverte, le réseau d'eau de distribution publique auquel le réseau de lutte contre l'incendie est raccordé ne présente pas la pression nominale de 6 bars demandée, tout en restant à l'intérieur de la fourchette de 4 à 8 bars définie par l'instruction technique, il a été estimé préférable de ne pas mettre en place un ensemble de surpression (qui constitue toujours un point faible du système de lutte contre l'incendie) et de recourir à un dispositif complémentaire : colonnes sèches remontant en surface au droit des escaliers de secours et débouchant à proximité de poteaux incendie, de manière à pouvoir interposer le camion pompier pour alimenter la colonne sèche. Ou encore, pour un ouvrage d'une longueur supérieur à 500 m, la réalisation d'une aire de mise en aspiration d'un engin-pompe en bordure d'une rivière, accessible et utilisable en tous temps, a ainsi été considérée comme une bonne compensation à la non disponibilité en permanence d'une réserve

d'eau de 160 m³ (en cas d'admission des TMD) ou de piquages sur le réseau public de distribution. De même, le comité a admis une dérogation concernant l'absence de niches incendies dans des tunnels dont le génie civil a déjà été réalisé parce que les équipements de lutte contre l'incendie étaient constitués non pas de poteaux incendie, mais de bouches incendie logées sous les trottoirs et ne présentant donc pas de risque pour les automobilistes en cas de choc.

Deux points particuliers à noter enfin : lorsqu'un tunnel est muni de bouches incendie placées sous des trottoirs franchissables, le comité d'évaluation estime qu'il est nécessaire de vérifier la résistance de la bouche à la charge d'un essieu de camion. Il est également demandé que les bassins d'eau de lutte contre l'incendie soient protégés contre le gel. Le bassin de rétention étanche doit être vide de façon à pouvoir collecter les liquides déversés sur la chaussée en cas de pollution accidentelle. Il ne peut donc pas servir à assurer le remplissage d'un réservoir d'eau.

4.8.3 Autres dispositions concernant l'intervention des services de secours

Le comité a été amené à préciser que le maintien, dans les tunnels existants, d'équipements destinés à l'intervention des pompiers mais ne respectant pas l'ensemble des prescriptions de l'instruction technique (niches de sécurité qui ne sont pas munies de prises électriques, faible pression d'eau dans les poteaux incendie par exemple) est acceptable sous réserve d'une part que les pompiers disposent par ailleurs de moyens leur permettant d'intervenir dans de bonnes conditions malgré les faiblesses présentées par ces équipements (alimentation autonome suffisante, utilisation systématique d'un engin permettant une intervention malgré la faible pression d'eau dans les poteaux incendie), et d'autre part que le maître d'ouvrage s'engage, avec l'accord des pompiers, à mettre en place des équipements supplémentaires permettant de respecter les prescriptions de l'instruction technique, si cela s'avérait nécessaire par suite de l'évolution des moyens utilisés par les services d'intervention et de secours.

Les services d'intervention et de secours demandent parfois aux maîtres d'ouvrage de mettre en place des dispositions et des équipements correspondant à leurs pratiques d'intervention, mais qui peuvent aller au-delà des recommandations définies dans l'instruction technique de 2000. Au fil des dossiers ont été évoqués par exemple :

- l'augmentation du profil en travers pour une galerie de secours permettant le passage des véhicules de secours aux victimes dont les dimensions pourront s'accroître dans le futur ;
- la mise en place de lignes-guides pour faciliter l'intervention des pompiers ;
- l'utilisation de ventilateurs mobiles, destinés à aider les pompiers dans leur progression dans un milieu enfumé ;
- l'installation de brumisateurs pour faciliter l'extinction des incendies;
- la mise en place de portes de degré coupe feu N2 à chaque extrémité d'un sas;
- la création d'ouvertures dans la paroi commune qui sépare deux tubes.

D'une manière générale, le comité d'évaluation recommande d'être attentif vis à vis de dispositions a priori utiles mais qui présentent un intérêt opérationnel très limité et peuvent conduire à des inconvénients non soupçonnés ou remettre en cause la cohérence du schéma d'organisation général défini par l'instruction technique. Il est en effet important de ne pas traiter chaque aspect en le segmentant, le risque étant de perdre de vue ou de moins bien se focaliser sur l'objectif prioritaire de sécurité des usagers.

Plus précisément, concernant les points évoqués ci-avant:

- le comité estime qu'il faut prendre en compte l'évolution attendue des normes de dimensions des véhicules d'intervention, et si nécessaire ajuster la géométrie des galeries qu'ils peuvent emprunter, tout en notant qu'il s'agit d'un cas exceptionnel, le cas général développé dans l'instruction technique n'envisageant pas un emprunt des galeries de sécurité par les véhicules de secours;
- l'utilisation des lignes-guides devrait se généraliser car facilitant l'intervention des pompiers, en particulier lors des interventions sous appareil respiratoire isolant; leur coût de mise en place est relativement faible comparé au gain de sécurité induit ; d'ores et déjà le comité recommande l'installation d'une ligne-guide fixe le long d'un piédroit du tunnel;
- la mise à disposition de ventilateurs mobiles, si elle peut aider les pompiers à progresser en milieu enfumé, ne peut en rien remplacer un système mécanisé de ventilation-désenfumage, les ventilateurs mobiles existants ne pouvant apporter qu'une contribution très faible à la maîtrise du courant d'air longitudinal en tunnel. Lorsque les pompiers disposent de ce type d'équipement, il importe que les

conditions d'utilisation et l'apport opérationnel de ces dispositifs fassent l'objet d'une définition précise et de tests à l'occasion d'exercices par exemple;

- l'utilisation de brumisateurs ou plus généralement de systèmes d'aspersion fait l'objet de nombreuses études et expérimentations; selon les premières conclusions, ce type de système contribue à confiner l'incendie et à en réduire la puissance; son apport au plan des scénarios de mise en sécurité des usagers n'est cependant pas établi et mérite en tout cas d'être évalué en fonction des caractéristiques précises de chaque ouvrage et des stratégies propres d'intervention et de secours;

- les galeries de communication entre les tubes sont conçues uniquement pour permettre le passage d'un tube à l'autre. Elles ne constituent pas des " zones logistiques " où les services d'intervention pourraient stocker du matériel ou préparer leur intervention; ces fonctions sont en fait assurées par l'autre tube;

- lorsqu'un ouvrage est muni de portes de communication reliant directement un tube à l'autre (en l'absence de sas), nous avons vu que l'instruction technique imposait une résistance au feu de même niveau que la paroi. En application, il est préférable de supprimer une porte de communication ménagée dans la paroi séparant les deux tubes de circulation lorsque celle-ci ne permet pas d'assurer l'étanchéité coupe-feu de cette paroi. Le CESTR considère que la garantie d'étanchéité constitue un gage de sécurité bien supérieur à l'hypothétique amélioration des conditions d'intervention des secours que la porte pourrait offrir.

Concernant la conception des rameaux de communication accessibles aux véhicules de secours (paragraphe 2.3.1 de l'instruction technique), les portes et parois associées au sas doivent être implantées de façon à ce que le dispositif puisse réellement assurer sa fonction de sas lorsqu'un véhicule de secours se positionne entre ces parois ; le cas échéant, il peut être nécessaire de déplacer ces portes et ces parois.

Le comité a enfin porté une attention toute particulière à la mise en péril éventuelle des services de lutte contre l'incendie en cas d'instabilité des structures (voûte, mais surtout dalle du faux-plafond, avec propagation de la chute aux dalles adjacentes sous l'effet de la chaleur des fumées extraites). En effet les pompiers sont amenés à s'approcher très près du foyer. Le concept d'effondrement en chaîne ainsi que d'effondrement suite au refroidissement n'est pas suffisamment défini. Le comité d'évaluation estime qu'il est indispensable d'informer les pompiers sur les questions de résistance au feu et de délai de stabilité des structures sous lesquelles ils sont amenés à intervenir en tunnel, y compris pour les cas de voûtes simples.

5 Conseils pour l'élaboration des dossiers de sécurité

Le comité, compte tenu de sa composition, dispose d'une capacité d'expertise couvrant l'ensemble des aspects ayant une incidence sur la sécurité des tunnels routiers. La qualité de ses avis reste cependant tributaire des dossiers qui lui sont présentés, du travail de concertation préalable entre le maître d'ouvrage et les divers autres intervenants, et enfin de l'organisation interne du travail du comité lui-même.

Le présent chapitre se propose, sans reprendre les éléments déjà développés dans les paragraphes précédents, de mettre en perspective les enseignements utiles pour l'élaboration des dossiers préliminaires ou des dossiers de sécurité prévus par le décret du 24 juin 2005.

En préambule, il convient d'insister sur le fait que le dossier de sécurité est la pièce maîtresse qui rassemble tous les éléments d'organisation et tous les éléments techniques qui participent à la sécurité du tunnel. C'est un outil essentiel pour l'exploitant. Son élaboration, imposée par la réglementation dès lors que le tunnel a une longueur supérieure à 300 m, permet la confrontation des points de vue des divers intervenants, et la formalisation et l'appropriation par tous d'une stratégie commune précise. Par delà le travail que peuvent conduire les bureaux d'études spécialisés, l'implication du maître d'ouvrage et de l'exploitant est tout à fait déterminante.

5.1 Le guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers

A la demande du comité, le CETU a constitué plusieurs groupes de travail chargés de l'élaboration des fascicules du guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers. Ce guide est destiné à tous les acteurs ayant une responsabilité dans la sécurité du tunnel (maître d'ouvrage, exploitant, services d'intervention et de secours, préfecture) et qui doivent participer à l'élaboration de ces dossiers.

Le document introductif «Finalités du dossier de sécurité», publié en mars 2003, présente le sens général de la démarche préconisée et l'articulation des différentes pièces constitutives du dossier de sécurité. Il constitue en quelque sorte le « fascicule 0 » du guide qui comprend également les cinq fascicules suivants:

- fascicule 1 : Modalités d'élaboration du dossier de sécurité;
- fascicule 2 : Tunnels en exploitation « de l'état des lieux à l'état de référence» (juin 2003)
- fascicule 3 : Les analyses des risques liés au transport des marchandises dangereuses (déc 2005);
- fascicule 4 : Les études spécifiques des dangers (ESD) (septembre 2003);
- fascicule 5 : Le plan d'intervention et de sécurité (PIS) (à paraître en octobre 2006).

Ces documents disponibles auprès du CETU détaillent l'ensemble des étapes de la démarche d'élaboration des dossiers. Avant même leur publication, ils ont fait l'objet de diffusions provisoires qui ont permis d'aider progressivement les maîtres d'ouvrage et bureaux d'étude. Notons que les thèmes traités par les fascicules 0 et 1 sont à adapter du fait de l'évolution de la réglementation, et notamment de la sortie du décret du 24 juin 2005.

5.2 Les études spécifiques des dangers

L'étude spécifique des dangers (ESD) permet de tester la pertinence et la cohérence des dispositions projetées, et tout particulièrement lorsqu'elles diffèrent de celles prévues dans l'instruction technique de 2000. Elle constitue donc un des outils permettant d'identifier et d'évaluer les éventuelles insuffisances et de rechercher les moyens de les compenser.

L'analyse des scénarios possibles d'incident est au cœur de la démarche de l'ESD. Le choix des scénarios à développer constitue une étape cruciale dans la démarche d'évaluation; il doit se faire en concertation entre l'ensemble des acteurs, et être bien adapté aux principaux risques encourus du fait des caractéristiques du trafic et du tunnel. Il est ainsi important de mettre l'épreuve les équipements spécifiques de l'ouvrage: par exemple, si la réalisation d'une issue de secours est prévue dans le

programme d'amélioration, il ne faut pas omettre de développer un scénario dans l'ESD mettant en évidence l'utilisation de cet aménagement.

Lorsqu'un tunnel comporte des interfaces avec d'autres ouvrages ou infrastructures accessibles au public, il convient d'étudier les conséquences sur le tunnel d'un incendie survenant dans ces autres ouvrages et réciproquement. Nous avons vu, au chapitre précédent, que le Plan d'Intervention et de Sécurité était à bâtir en concertation avec les exploitants des infrastructures voisines; cela suppose de disposer auparavant dans l'ESD d'une étude détaillée des scénarios susceptibles de les concerner aussi.

Nous avons aussi souligné que si un tunnel en exploitation dont le règlement de circulation interdit la circulation de poids lourds transportant des marchandises dangereuses (TMD) est emprunté par un nombre non négligeable de TMD en infraction, les scénarios développés dans l'étude spécifique des dangers doivent prendre en compte un cas d'incendie impliquant des marchandises dangereuses. Il s'agit là d'évaluer la robustesse des dispositions prises.

Dans le même objectif le comité a recommandé de traiter dans l'ESD un ou plusieurs scénarios qui prennent en compte les imperfections du système de régulation du désenfumage, lorsque celui-ci est très délicat à régler et à mettre en oeuvre, ou encore tributaire de capteurs dont la fiabilité n'est pas totalement garantie.

Lorsqu'un projet de tunnel présente un ensemble de dispositions de sécurité allant au-delà des prescriptions de l'instruction technique, il est souhaitable que l'intérêt de ces dispositions soit bien mis en évidence dans le dossier de sécurité. En particulier, lorsque ces dispositions additionnelles sont destinées à faciliter l'intervention des services de secours, il est évident que leur apport ne peut véritablement être apprécié que si l'étude des scénarios de l'ESD ne se limite pas à la période qui précède l'intervention des secours, mais se prolonge par l'analyse des conditions d'intervention.

L'analyse des différentes situations de sinistre dans l'ouvrage doit également permettre d'ajuster et d'étayer le choix de l'implantation des feux d'arrêt à l'intérieur du tunnel.

Enfin le comité a rappelé à plusieurs reprises que si les modèles 1D de simulation de comportement des fumées sont très utiles pour aider à la compréhension des situations et approcher l'évolution des conditions ambiantes dans le tunnel, ils trouvent leurs limites lorsque la stratification des fumées est un facteur essentiel des scénarios à mettre en oeuvre. Il convient donc d'être extrêmement prudent lors de leur emploi et d'en interpréter les résultats avec circonspection.

5.3 Les analyses des risques liés aux transports de marchandises dangereuses

La méthodologie d'analyse des risques liés aux transports des marchandises dangereuses (TMD) s'est progressivement affinée au cours des cinq années d'activité du CESTR, ce qui explique que les dossiers soumis au comité ont de mieux en mieux pris en compte ce problème. En septembre 2003, le comité d'évaluation a donné un avis favorable à une nouvelle démarche visant à simplifier la méthode dans le cas des tunnels pour lesquels il est possible de conclure assez rapidement. Ainsi si le risque intrinsèque (RI) lié au passage TMD dans le seul tunnel est inférieur à un seuil fixé à 10^{-3} , le maître d'ouvrage n'a pas besoin de réaliser une analyse comparative complète des risques et le tunnel n'est pas considéré comme un point singulier en matière de risque et n'est pas un critère pour le choix du régime TMD de l'itinéraire. Dans le cas contraire, le maître d'ouvrage doit réaliser cette analyse et comparer qualitativement et quantitativement l'itinéraire par le tunnel et les itinéraires alternatifs. Le fascicule 3 du guide des dossiers de sécurité du CETU explicite l'ensemble de cette démarche.

A noter que le seuil proposé à 10^{-3} n'est pas un seuil d'acceptabilité du risque lié au transport de marchandises dangereuses, mais un seuil permettant de définir le niveau d'approfondissement de l'étude que doit réaliser le maître d'ouvrage.

Dans le cas de tunnels qui se suivent sur un même itinéraire, il se peut que les résultats de l'étude diffèrent selon qu'on considère les tunnels et leurs itinéraires alternatifs respectifs de manière indépendante ou qu'on compare la section globale de route comportant l'ensemble des tunnels à l'ensemble de l'itinéraire

alternatif associé. Cette question n'a pas de réponse générale et il conviendra, dans chaque cas, de pousser suffisamment loin l'analyse pour bien prendre en compte les spécificités des ouvrages considérés (trafic TMD par sens, possibilités de découpler les ouvrages, ..).

L'analyse ne peut être conduite que si l'on dispose d'une évaluation suffisamment précise du nombre et de la nature des transports de marchandises dangereuses. Le comité considère en règle générale, qu'une bonne estimation du trafic TMD peut être réalisée sur la base d'un comptage d'au moins 3 jours en semaine, celui-ci permettant souvent d'obtenir des informations plus précises que des enquêtes auprès des transporteurs. Cela est moins vrai dans les cas où le trafic TMD est faible ou encore très lié à des données locales (présence par exemple à proximité d'un important pôle générateur de transports TMD).

L'évaluation du nombre de TMD susceptibles de transiter dans le tunnel, ou encore sur l'itinéraire alternatif, ne peut pas se contenter des trafics actuels même extrapolés, si les aménagements ou modifications envisagés sur les itinéraires sont susceptibles de faire évoluer notablement les volumes de trafic en question.

5.4 L'état de référence du tunnel

Il est rappelé que le terme d'état de référence désigne l'état du tunnel après réalisation du programme de mise à niveau, alors que l'état des lieux désigne l'état actuel du tunnel.

Pour être en mesure d'évaluer la pertinence et la cohérence de l'état de référence⁵ retenu par le maître d'ouvrage le comité d'évaluation doit prendre en considération d'une part les dispositions existantes, en particulier l'état et les performances des équipements, et d'autre part le programme d'amélioration proposé au regard des contraintes de l'ouvrage existant.

Dans cette perspective et au-delà de la composition réglementaire des dossiers de sécurité, le comité d'évaluation estime que les dossiers de sécurité des tunnels en service doivent comporter :

- un état des lieux ayant fait l'objet de vérifications sur site approfondies, notamment pour les équipements qu'il n'est pas prévu de remplacer ; le diagnostic doit porter, le cas échéant, sur la tenue au feu des structures et des équipements ;
- une description suffisamment précise (au moins au niveau d'un avant-projet) des améliorations projetées et des conditions d'exploitation correspondantes ainsi que de la programmation générale de l'opération, sans qu'il soit toutefois exigé de produire un planning très détaillé des travaux ;
- une justification, dans le rapport du maître d'ouvrage, des choix effectués en termes de solutions techniques ou de mesures compensatoires éventuellement retenues.

Les principales faiblesses constatées ont souvent tenues à une description insuffisante de l'état actuel de l'ouvrage et des performances des équipements en place (état des lieux), ou encore à des incohérences entre les pièces du dossier, l'étude spécifique des dangers ou le rapport de l'expert étant par exemple établi sur des hypothèses s'écartant de l'état de référence décrit par ailleurs. Ces insuffisances, qui trouvent souvent leur explication dans une construction trop linéaire ou pas assez interactive du dossier, ne permettent pas au comité d'évaluation de bien apprécier la pertinence et la cohérence du programme d'amélioration proposé ni d'évaluer complètement le niveau de sécurité de l'ouvrage une fois rénové. Dans de tels cas, le comité n'a parfois d'autres choix que de demander à être à nouveau saisi sur la base d'un dossier complet.

L'attention des maîtres d'ouvrages est cependant attirée sur le fait que le report de l'avis dans l'attente de la présentation d'un nouveau dossier ne doit pas faire obstacle à la mise en œuvre, dans les meilleurs délais, des dispositions de sécurité les plus évidentes prévues au dossier. Pour certains dossiers examinés, le comité a choisi, faute d'éléments suffisants, de ne pas formuler d'avis d'ensemble, mais il a pris acte des travaux d'amélioration qui ne semblent pas devoir être mis en cause et exprimé son souhait que ceux-ci soient réalisés sans attendre.

Parmi les autres enseignements qui méritent d'être signalés, citons :

⁵ Dans certains cas particuliers, l'état de référence prend parfois en compte des évolutions envisagées par le maître d'ouvrage pour d'autres raisons que la sécurité des usagers (création d'un centre d'ingénierie et de gestion du trafic (CIGT), extension d'une couverture pour des considérations d'environnement, etc.).

- la nécessité d'une bonne analyse du trafic actuel et d'une évaluation de son évolution prévisible: ces données sont indispensables aux études des risques liées au transport de marchandises dangereuses et à l'étude spécifique des dangers.

- l'importance de disposer d'une connaissance approfondie de l'état des lieux et d'un contrôle des équipements en place pour définir avec suffisamment de fiabilité le contenu et la faisabilité technique du programme d'amélioration; dans le cas contraire, ce dernier peut être remis en cause postérieurement ou modifié de manière substantielle rendant ainsi caduc l'avis du comité.

Une autre question importante est celle du planning de réalisation des travaux projetés. En effet lorsqu'une partie des travaux à réaliser ne pourra vraisemblablement pas être mise en œuvre à court terme, il peut être indispensable de définir précisément et d'évaluer le niveau de sécurité et les conditions d'exploitation des phases intermédiaires. La seule référence à un « état de référence » trop lointain n'est pas suffisante. Par conséquent le dossier de sécurité doit, pour chacune des phases, préciser les équipements de sécurité qui seront opérationnels et définir les modalités principales d'exploitation et les éventuelles mesures de restriction de trafic.

5.5 Le rôle de l'expert

L'expert est en charge, selon l'esprit de la circulaire n°2000-63, de fournir un regard indépendant (« second regard ») sur le dossier de sécurité et, pour les tunnels en exploitation, sur le programme d'amélioration éventuellement proposé par le maître d'ouvrage.

Les objectifs de ses avis sont essentiellement de contrôler que le maître d'ouvrage s'assure bien du niveau global de sécurité du tunnel caractérisé par son état de référence, d'évaluer la pertinence et la cohérence des mesures de sécurité figurant dans le dossier, et d'identifier les éventuelles lacunes du point de vue de la sécurité.

La qualité de l'avis de l'expert dépend de son aptitude à couvrir, par ses domaines de compétence, l'ensemble du champ des problèmes de sécurité susceptibles de se poser. A défaut d'une compétence suffisamment large, l'expert peut être choisi par le maître d'ouvrage en fonction des spécificités du dossier de sécurité et du programme d'amélioration. Une association d'experts est possible.

Compte tenu de l'importance et de la réelle plus-value de ce deuxième regard, l'évolution de la réglementation, et en particulier le décret du 24 juin 2005, a confirmé l'obligation de faire examiner par un expert indépendant les dossiers préliminaires de sécurité et les dossiers de sécurité avant transmission au préfet. La réglementation a également mis en place une procédure d'agrément qui permet aux maîtres d'ouvrage d'être assurés de la compétence de ces experts.

6 Recueil et analyse des incidents et accidents en tunnel - Bilan de l'année 2005 et évolution sur la période 2001-2005

6.1 Rappel de la procédure mise en oeuvre

Les 95 tunnels soumis à la circulaire d'août 2000 représentent environ la moitié de la longueur totale de tubes des tunnels en exploitation (environ 159 000 m pour un total de 325 000 m). Rappelons qu'il s'agit des tunnels appartenant à l'Etat (concedés ou non) dont la longueur excède 300m. Les ouvrages transfrontaliers ne sont pas concernés.

Pour ces tunnels, les exploitants ont l'obligation de faire remonter des informations sur les incidents et accidents significatifs. L'annexe 1 à la circulaire du 25 août 2000 détaille ce que cela recouvre:

- les accidents ayant entraîné au moins un blessé (impliquant un soin médical ou une hospitalisation, même de courte durée);
- les accidents ayant entraîné au moins un mort;
- les incendies en tunnel (y compris ceux pour lesquels le véhicule parvient à sortir seul);
- tout autre événement provoquant une fermeture non programmée du tunnel;
- les fuites ou pertes importantes de marchandises dangereuses.

6.2 Éléments de bilan pour l'année 2005

Le bilan des incidents dans ces tunnels pour l'année 2005 s'établit à 620 incidents. Ils se sont produits dans 37 tunnels. Le tableau ci-après en détaille la nature.

Attention, il peut paraître surprenant que les chiffres correspondant aux accidents matériels, ou aux pannes soient si faibles: le nombre d'accidents matériels est ainsi plus faible dans le tableau que celui des accidents corporels. Mais il ne faut surtout pas oublier que le tableau ne recense ces événements que s'ils provoquent la fermeture du tunnel, ce qui ne se produit pas en cas général.

Type d'incidents	Nombre	Pourcentage
Accident corporel (sans incendie)	31	5
Accident corporel (suivi d'un incendie)	1	0,2
Accident matériel (sans incendie)	11	1,8
Accident matériel (suivi d'un incendie)	0	0
Panne d'un véhicule (sans incendie)	75	12,1
Panne d'un véhicule (suivie d'un incendie)	13	2,1
Événement extérieur au tunnel	88	14,2
Incident sur les installations du tunnel	15	2,4
Présence anormale en tunnel	47	7,6
Fumée importante	5	0,8
Saturation trafic en tunnel	330	53,3
Fausse alerte	3	0,5
Total	620	100

A noter le cas particulier du tunnel de l'Epine, qui en raison de la fermeture du tube Nord pour raison d'amélioration de la sécurité, a fonctionné en bidirectionnel du 2 mai au 27 octobre 2005 dans le tube Sud. Les conditions de trafic étant difficiles aux heures de pointe, l'ouvrage a dû être fermé à de nombreuses reprises pour éviter l'accumulation de véhicules dans le tunnel. De plus, par souci de précaution, tout événement même mineur a conduit à la fermeture d'au moins un des sens de circulation. Ces fermetures sont comptabilisées dans le total. Si l'on fait abstraction de ces événements très exceptionnels dans le tunnel de l'Epine, le nombre total d'incidents recensés dans les tunnels en 2005 est ramené à 250.

Sur ces 620 incidents comptabilisés en 2005, on compte 32 accidents corporels (dont 1 mortel) qui ont provoqué 1 décès, 3 blessés graves et 36 blessés légers.

La remontée d'informations pour 2005 fait également état de 14 incendies, dont 1 seul consécutif à un accident (une moto s'est enflammée après une collision avec 2 voitures et le feu s'est propagé à une des voitures) et 13 consécutifs à des pannes (dont 2 pannes de poids lourds).

6.3 Mise en perspective avec les données de la période 2001-2005

Ce total peut être mis en regard des bilans des 4 années précédentes:

	2001	2002	2003	2004	2005
Total évènements	262	173	209	171	620 (250*)
dont accidents corporels	67	35	42	28	32
dont accidents matériels	12	18	9	11	11
dont pannes	28	20	41	44	88 (46*)
dont évènements extérieurs	50	42	50	56	88 (59*)
dont présence anormale	90	31	37	8	47 (15*)
dont problème installations	10	12	18	12	15
Nombre de tunnels concernés	41	40	45	39	37

	2001	2002	2003	2004	2005
Nombre d'incendies	10	13	26	13	14
dont après accidents	3	4	4	2	1
dont après pannes	7	9	22 (dont 6 PL)	11 (dont 7 PL)	13 (dont 2 PL)
Nombre d'accidents mortels	2	5	3	3	1
Nombre de tués	2	5	4	5	1
Nombre de blessés (BG: blessés graves; BL: blessés légers)	6 BG 71 BL	9 BG 42 BL	8 BG 49 BL	2 BG 33 BL	3 BG 36 BL

(*) Les données 2005 corrigées du cas particulier du tunnel de l'Epine figurent entre parenthèses dans le tableau ; elles permettent de comparer aux années précédentes.

Les principaux enseignements à tirer du bilan sont :

⇒ concernant l'accidentologie:

- les 32 accidents corporels de 2005 peuvent être comparés aux 28, 42, 35 et 67 respectivement de 2004, 2003, 2002 et 2001. Cette baisse globale est probablement liée à une vigilance accrue des automobilistes et un plus grand respect des limitations de vitesse et des interdistances minimales entre véhicules ;
- les principales causes d'accidents corporels en 2005, comme pour les années précédentes restent les pertes de contrôle du véhicule, la vitesse excessive et les collisions par l'arrière (avec 2 véhicules impliqués ou en chaîne). Les accidents frontaux restent très faibles (moins de 5).
- dans les 95 tunnels soumis à la circulaire, aucun accident corporel n'a impliqué de marchandises dangereuses ou de véhicules de transports en commun.
- les deux-roues sont impliqués dans 30 à 40% des accidents corporels ce qui est très élevé en regard de leur représentation au sein du trafic; les poids lourds le sont à hauteur de 15 à 20%.

⇒ concernant l'exploitation:

- par souci de précaution, certains tunnels appliquent des consignes de fermeture très strictes de l'ouvrage en cas de risque de congestion ; cela explique le chiffre élevé de fermetures consécutives à des évènements extérieurs au tunnel (le cas particulier du tunnel de l'Epine a déjà été évoqué);

- la détection initiale des événements se fait par les moyens vidéo et par la DAI; cette dernière, de plus en plus utilisée en tunnel, a été à l'origine de la détection d'un tiers des incidents en 2005 (pour 20 % en 2004); vient ensuite l'appel des usagers par RAU ou portable (10 à 12%);
- sur les cas recensés, le délai moyen entre la première alarme et la mise en œuvre de la première mesure d'exploitation est de l'ordre de 2 à 5mn;
- la durée d'un événement est très variable, de quelques minutes à plusieurs jours. L'analyse donne une moyenne de 1h30 environ.

Comme lors des rapports d'activité précédents, il faut insister sur le fait que cette analyse reste fortement tributaire des informations qui remontent des exploitants et permettent d'alimenter la base de données. Pour les incidents matériels mineurs, elle ne concerne, rappelons le, que les événements ayant entraîné une fermeture non programmée du tunnel.

Le CESTR incite fortement tous les exploitants à participer à ce retour d'expérience; au delà des dispositions réglementaires prévues par le décret du 24 juin 2005, il est important d'alimenter la connaissance en capitalisant les données et observations.

On constate aussi qu'un travail très intéressant peut également être fait à partir de l'exploitation des enregistrements vidéo et DAI. En effet, cette source d'informations, encore peu exploitée aujourd'hui, est riche d'enseignements sur le comportement des usagers en cas d'incident et permet de mieux évaluer les situations à risques, qu'elles donnent lieu ou non à un événement répertorié.

7 Récapitulation des pistes de réflexion identifiées

Les travaux du CESTR ont permis d'identifier des questions importantes ou porteuses de progrès sur lesquelles des réflexions complémentaires ou des travaux de recherche sont à poursuivre; bien que ces points aient d'ores et déjà été mis en exergue dans les chapitres précédents, il est intéressant de les rassembler ici.

Les enseignements qui pourront être tirés de ces réflexions d'approfondissement constitueront une base de travail tout à fait utile pour la révision future de l'Instruction Technique de 2000.

7.1 Les réflexions en matière de prévention

La maîtrise de la vitesse et des conditions de circulation dans les tunnels est un enjeu de première importance. Des dispositions concernant la vitesse ont d'ores et déjà été mises en oeuvre ou peuvent l'être. Le CESTR souhaite aussi le développement des outils favorisant le respect des inter-distances entre les véhicules; c'est pourquoi il encourage les initiatives, les expérimentations (marquage au sol, balisage,...) qui peuvent aider à une meilleure évaluation de leur interdistance par les automobilistes eux-mêmes. Il souhaite également que les études et tests menés actuellement sur les dispositifs de contrôle de l'interdistance puissent déboucher le plus rapidement possible.

Le CESTR considère que l'utilisation des systèmes de repérage satellitaire ou terrestre pour le suivi pas à pas du passage des véhicules transportant des marchandises dangereuses constituerait un progrès tout à fait important; il encourage les gestionnaires de tunnels et les transporteurs à travailler ensemble sur le sujet.

Le CESTR a également fait part de son souhait que des travaux soient entrepris afin de recenser l'importance et l'évolution du nombre d'auto-inflamations de poids lourds. La réduction du risque d'incendie consécutif à ce type d'auto-inflammation, et en particulier dans les longs tunnels en zone de montagne, passe par un travail conjoint entre les pouvoirs publics et les constructeurs de véhicules, mais aussi une plus grande vigilance de la part des transporteurs afin d'éviter les branchements électriques additionnels de fortune que l'on constate trop souvent sur certains poids lourds.

7.2 Les réflexions en matière de conception des équipements

En matière de désenfumage, les études, tests en vraie grandeur ou simulations numériques apportent des contributions très utiles à la compréhension des phénomènes physiques en jeu et à la comparaison des scénarios possibles de conception et mise en oeuvre des systèmes. Ils constituent souvent le seul moyen de disposer d'éléments quantitatifs dans le cas de configurations complexes. Ces recherches doivent se poursuivre tout en gardant le recul nécessaire dans l'analyse des hypothèses prises en compte et des résultats fournis par les outils.

Dans certaines configurations d'ouvrage, la volonté de mettre en place une poussée suffisante dans un espace restreint peut conduire à prévoir des accélérateurs de très forte puissance (poussée unitaire de plus de 2 500N). Le comité souhaite que des recherches soient menées afin de préciser l'impact de la mise en fonctionnement de tels équipements lorsque des personnes sont présentes à proximité immédiate.

Il estime également que les dispositifs de refroidissement des fumées en amont ou au droit des ventilateurs de désenfumage, en vue de réduire les risques de destruction des machines en cas d'incendie se produisant dans certaines configurations critiques, notamment pour les feux de marchandises dangereuses, méritent d'être étudiés au niveau national.

Une autre question importante est celle des moyens de vérification du comportement au feu des structures; le CESTR souhaite que les travaux en cours sur la connaissance de l'écaillage des bétons, et sur la mise au point de méthodes de calcul plus précises encore se poursuivent.

Dans le même esprit, et compte tenu des enjeux de sécurité en cas d'instabilité des structures lors de l'intervention des services de lutte contre l'incendie, les concepts d'effondrement en chaîne ainsi que d'effondrement suite au refroidissement méritent d'être mieux définis. En particulier, le comité d'évaluation estime qu'il est indispensable de disposer de résultats permettant d'informer les pompiers sur les questions de résistance au feu et de délai de stabilité des structures sous lesquelles ils sont amenés à intervenir.

Il existe enfin un certain nombre d'équipements aujourd'hui en développement ou en expérimentation et qui peuvent présenter des apports tout à fait intéressants sur un certain nombre d'aspects. Il peut s'agir de matériels spécifiques utilisés par les pompiers, de dispositions fixes installés dans le tunnel comme l'aspersion ou les galeries escamotables,... D'une manière générale, le comité d'évaluation recommande de pousser suffisamment loin les analyses et les expérimentations, notamment pour vérifier le caractère opérationnel de ces dispositifs, et la manière dont ils contribuent et interviennent au sein du niveau général de sécurité et du schéma d'organisation des interventions .

7.3 Les réflexions en matière de retour d'expérience

La capitalisation des enseignements tirés des événements ou incidents qui se produisent en tunnel est une démarche de progrès tout à fait efficace et très formatrice. Le CESTR incite fortement tous les exploitants à participer à ce retour d'expérience; au delà des dispositions réglementaires prévues par le décret du 24 juin 2005, il est important d'alimenter la connaissance en rassemblant les données et observations. Ces éléments permettent d'en savoir davantage sur le comportement des usagers, et des différents acteurs de la sécurité, ainsi que de fournir la matière première pour travailler avec des spécialistes sur des méthodes d'analyse et de gestion des risques.

On constate aussi qu'un travail très intéressant peut également être fait à partir de l'exploitation des enregistrements vidéo et DAI. En effet, cette source d'informations, encore peu exploitée aujourd'hui, est riche d'enseignements sur le comportement des usagers en cas d'incident et permet de mieux évaluer les situations à risques, qu'elles donnent lieu ou non à un événement répertorié.

L'exploitation des retours d'expérience peut aussi fournir des éléments d'appréciation sur les préconisations à faire lorsqu'un incendie se déclare sur un véhicule; en quoi par exemple l'évolution du sinistre est-il différent selon que le véhicule en feu s'arrête immédiatement sur la chaussée ou au contraire poursuit sa route malgré l'embrasement jusqu'à un garage ? autant de questions pour lesquelles il nous faut travailler à partir de l'analyse d'événements réels.
