



Projet ACTEURS

Améliorer le Couplage Tunnels / Exploitants / Usagers pour Renforcer la Sécurité

Lot 1

Rapport de recherche n°1 :

Point sur ce que savent les professionnels des tunnels des connaissances et comportements des usagers des tunnels

Version du document : Finale
Date : 15 novembre 2004
Auteur : A. NOIZET
Personnes à contacter : A. NOIZET, DEDALE SA
F. RICARD, ATMB

Pièces Jointes : Compte rendu du comité d'experts (septembre 2004)
Avis d'experts sur le rapport T1.1



Contrôle des versions

Date	Version	Contributions
Avril 2004	V1	Interne DEDALE
Avril 2004	V2	Relecture F Ricard
Mai 2004	V3	Relecture Comité de pilotage
Juin-Août 2004	V4	Comité de pilotage
Juin-Août 2004	V5	Comité de pilotage
Sept 2004	V6	Comité d'Expert

Membres du Comité de pilotage

ATMB	Frédéric Ricard
ATMB	Bernard Port
ATMB	Elisabeth Sawicki
DEDALE	Alain Noizet
DEDALE	Jean Paries
CETU	Monsieur Tesson
CETU	Madame Lavedrine
SFTRF	Monsieur Margueron
SFTRF	Monsieur Bertoli
AREA	Monsieur Picard
GEIE-TMB	Monsieur Giuliani
GEIE-TMB	Monsieur Linares

Table des matières

1. Introduction.....	3
1.1 Le projet ACTEURS	3
1.2 Le rapport sur ce que savent les professionnels des tunnels des connaissances et des comportements des usagers	4
2. Méthodologie	6
2.1 Revue de littérature	6
3. Les comportements attendus des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels.....	8
3.1 La réglementation de la sécurité des tunnels	8
3.2 Des tunnels conçus pour être sûrs et assurer la survie	13
3.3 Une sécurité mise en œuvre et exploitée au quotidien.....	14
3.4 Une sécurité des tunnels réglée <i>a priori</i> et qui doit apprendre de ses échecs.....	16
3.5 Bilan : les usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels	18
4. Bilan des connaissances sur les usagers et leur rôle effectif dans la sécurité des tunnels.....	20
4.1 D'un point de vue général, sentiment de danger et incompréhension	20
4.2 En situation normale, des usagers globalement irrespectueux des règles de circulation....	20
4.3 En situation de crise, des comportements variés et variables suivant l'implication des usagers dans l'événement	21
4.4 Bilan : les comportements attendus pour la sécurité des tunnels ne sont pas ceux qui sont observés	23
5. Perceptions des usagers par les professionnels de l'exploitation des tunnels.....	24
5.1 Les usagers ne se voient pas comme des acteurs de leur sécurité.....	24
5.2 Les usagers sont ignorants du monde des tunnels, des équipements et des comportements à adopter	24
5.3 Une perception qui dépend de la situation	24
5.4 Des différences de perception selon la catégorie d'usagers	25
5.5 Bilan : une perception lucide sur la capacité des usagers à mettre en œuvre les comportements attendus	25
6. Etat du couplage tunnel-exploitant-usagers	26
6.1 La participation des usagers dans la conception de la sécurité des tunnels	26
6.2 L'information des usagers.....	26
6.3 La formation des usagers.....	28
6.4 Le contrôle-sanction	28
6.5 Bilan : un couplage tunnel/exploitant/usager aujourd'hui à renforcer	29
7. Conclusion	30
7.1 Un constat : le paradoxe de la sécurité des tunnels	30
7.2 La question des stratégies correctrices	30
7.3 La suite du projet ACTEURS	32
1. ANNEXE 1 : Liste des références consultées pour la revue de littérature	34
2. ANNEXE 2 : Grille utilisée pour la conduite des entretiens auprès des professionnels des tunnels	41
3. ANNEXE 3 : Questionnaire envoyé aux membres du GTFE.....	44
4. ANNEXE 4 : Les sources de connaissances sur les usagers et leurs comportements ..	50

1. Introduction

Le comportement des conducteurs ne répond pas toujours à l'optimum souhaité en terme de sécurité des tunnels, et ce, malgré les efforts déployés pour favoriser les comportements attendus (panneaux spécifiques, tracts, cadencement des barrières de sorties de péage, mesure des interdistances, formations spécifiques, etc.). Ce constat d'inadéquation des comportements des usagers avec les exigences de la sécurité des tunnels est encore plus évident à la lecture des analyses des dernières catastrophes tunnels. La plupart des victimes sont des automobilistes qui n'ont pas rejoint la galerie d'évacuation dans les premières minutes suivant le déclenchement de l'incendie ou qui sont retournés dans le tunnel alors qu'ils s'étaient mis en sécurité. De tels événements dramatiques suggèrent qu'une meilleure appréhension des « ressorts comportementaux » des usagers confrontés à une situation de crise pourrait permettre d'améliorer l'adéquation de la gestion des alertes avec les comportements réels en tunnel. Et de fait, les efforts accomplis en matière de prévention des risques et de gestion des situation de crise par la conception des ouvrages et par la sophistication croissante des outils et des techniques d'exploitation ne peuvent occulter l'importance des facteurs liés à l'utilisateur et à son véhicule, pour le maintien d'une sécurité optimale en tunnel. La sécurité du fonctionnement d'un système tel qu'un tunnel n'est pas une propriété du « système tunnel » isolé (le tunnel, ses équipements, ses opérateurs, l'organisation qui les encadre), mais une propriété du couplage entre ce système et ceux qui l'utilisent : les usagers.

Jusqu'à présent, ce thème de l'interaction entre l'environnement tunnel et le comportement de l'utilisateur était resté incomplètement traité. L'accent avait été mis sur l'amélioration technique de la sécurité des tunnels : après les différents accidents survenus entre 1999 et 2001 des investissements très importants ont été faits : amélioration des issues de secours, recours à la détection automatique d'incident, systématisation des PC de contrôle, développement des patrouilles.... Ceci a pris un certain temps. Maintenant que ces investissements ont été réalisés et que la connaissance des comportements des usagers (mieux observés voire enregistrés) est de plus en plus importante il apparaît aux exploitants qu'il faut mieux comprendre pour mieux prendre en compte la réalité de ces comportements. C'est pourquoi le projet ACTEURS (Amélioration du Couplage Tunnel-Exploitant-Usager pour Renforcer la Sécurité) s'est donné comme objectifs de **mieux comprendre l'interaction entre usagers et tunnels**, de **modéliser les règles de comportement des usagers dans différents types de situations**, et d'en **déduire des critères et des idées de conception et d'exploitation soumises à une validation expérimentale**. Les recommandations formulées pourront relever de la technique, de procédures, de communication ou de formation des usagers. La démarche tient compte des technologies actuelles, mais aussi des évolutions attendues concernant les véhicules et les infrastructures. Elle distingue les types d'utilisateurs (VL, PL, ...) et les types de tunnels (courts, en continuité de l'autoroute ou longs, constituant un nouvel environnement en tant que tel) pour **proposer des solutions visant à faire des conducteurs, face aux risques spécifiques des tunnels, des acteurs de leur propre sécurité**.

1.1 Le projet ACTEURS

Le projet ACTEURS, a démarré au début de l'année 2003. Il associe les sociétés concessionnaires d'autoroutes et de tunnels **AREA, ATMB et SFTRF**, qui gèrent en région Rhône Alpes 11 tunnels, dont ceux du Mont Blanc et du Fréjus, et la société **Dédale**, spécialisée dans la recherche appliquée et le développement d'outils de gestion du risque sous l'angle des Facteurs Humains. Le projet s'appuie sur les compétences opérationnelles des exploitants des tunnels d'AREA, ATMB et SFTRF (directeurs d'exploitation, responsables sécurité, services chargés de la conception et la maintenance), les moyens techniques associés (CFETIT centre de formation et

d'entraînement aux techniques d'intervention en tunnel de SFTRF), l'expérience de la société Dédale dans l'approche et l'analyse des comportements humains et des mesures, enquêtes, observations ou simulations spécifiques pour mieux apprécier, puis optimiser l'interaction entre usagers et tunnels.

Le projet ACTEURS se découpe en deux lots.

1. Le premier lot, bénéficie aujourd'hui d'une subvention de la DRAST¹ au titre du PREDIT-GO3². Il vise à étendre la compréhension des comportements des usagers des tunnels et de leurs déterminants. Pour ce faire, plusieurs tâches de recherche sont articulées :
 - *Faire le point sur ce que savent les « professionnels » des tunnels* (concepteurs et exploitants) *des connaissances et des comportements des usagers* à partir d'une revue de la littérature, une série d'entretiens avec ces professionnels et un questionnaire dont les résultats sont exposés dans ce premier rapport de recherche.
 - *Mieux comprendre l'activité des usagers en utilisation normale du tunnel* à travers une série d'études portant directement sur les usagers : enquête auprès des usagers, observations analytiques à partir du poste de surveillance, observations embarquées dans le véhicule d'usagers, étude des rapports d'exploitation relatifs à des événements sous tunnel causés directement par les usagers.
 - *Mieux comprendre les comportements des usagers en situation de crise* et identifier les grandes lois de comportements en cas de crise en tunnel à travers une revue de littérature et le recueil de témoignages d'usagers ayant vécu une situation de crise en tunnel et de personnels d'intervention en tunnel.

Les éléments de compréhension des comportements des usagers obtenus dans les tâches 2 et 3 seront systématiquement confrontés au résultat de la première phase sur ce que savent les professionnels, afin de pointer les insuffisances éventuelles des hypothèses sous-jacentes à la conception et à l'exploitation des tunnels.

2. Un second lot vise à déduire des connaissances ainsi acquises des idées, des règles et des principes de conception et/ou d'exploitation des tunnels (et des systèmes techniques qui les équipent) de nature à rendre le comportement des usagers et les hypothèses de conception, au sens large, plus compatibles. Deux sujets seront plus spécifiquement étudiés : Comment améliorer la compréhension du tunnel par les usager et leur gestion des risques spécifiques aux tunnels ? Comment améliorer la prévention et la gestion des crises tunnels par les exploitants ?

1.2 Le rapport sur ce que savent les professionnels des tunnels des connaissances et des comportements des usagers

Ce premier rapport de recherche du projet ACTEURS expose les résultats des démarches engagées au titre de la première tâche du projet ACTEURS : *Faire le point sur ce que savent les « professionnels » des tunnels* (concepteurs et exploitants) *des connaissances et des comportements des usagers*.

La conception et l'exploitation d'un système socio-technique ne repose jamais uniquement sur des modèles techniques du monde. Elles invoquent forcément un modèle de l'utilisateur, c'est à dire des hypothèses sur ses comportements dans différentes situations, ses performances, ses limites, etc. Ce modèle influence fortement les choix qui sont faits. Il est donc utile de mieux comprendre les hypothèses sous-jacentes à la conception, au sens large, d'un tunnel. D'où l'intérêt de cette tâche cherchant à faire le

¹ Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques

² Programme national de REcherche et D'Innovation dans les Transports terrestres, à l'initiative des ministères chargés de la recherche. Le Groupe Opérationnel n°3 traite notamment de la sécurité des transports

point sur ce que savent les concepteurs et gestionnaires des systèmes tunnels sur les connaissances et les comportements des usagers.

La première partie du rapport expose rapidement la méthodologie mise en œuvre dans le cadre de la première tâche du projet.

La seconde partie du rapport expose la place et le rôle attendu des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels. Ce rôle attendu se concrétise à travers un faisceau d'attentes sur les comportements que doivent adopter les usagers, des comportements rendus nécessaires par la réglementation et par les choix de conception et d'exploitation qui en découlent.

La troisième partie dresse un bilan des connaissances existant aujourd'hui sur les usagers et leur rôle effectif dans la sécurité des tunnels. Elle montre notamment que les comportements attendus dans le cadre de la réglementation de la sécurité des tunnels ne sont que partiellement ceux mis en œuvre dans les tunnels par les usagers.

La quatrième partie expose la manière dont sont perçus les usagers par les professionnels de l'exploitation des tunnels. Elle met en évidence qu'ils n'ignorent pas les difficultés des usagers à adopter les comportements attendus d'eux.

La cinquième et dernière partie du rapport expose ce qui est fait aujourd'hui pour assurer le couplage entre le tunnel, les exploitants et les usagers. Elle conclut à la relative difficulté d'interagir efficacement avec les usagers pour obtenir d'eux les comportements attendus.

Le rapport conclut sur la formulation d'un certain paradoxe de la sécurité des tunnels dans lequel malgré le fait que les usagers ne semblent pas en mesure de produire les comportements attendus, les principales réponses consistent à renforcer la contrainte d'obéissance qui éloigne encore plus les usagers d'un rôle d'acteur de sa sécurité et de la sécurité des tunnels (même si certains exploitants tiennent compte de leur retour d'expérience pour s'adapter, par exemple en s'équipant de navettes d'évacuation des usagers).

Ce rapport traite des usagers des tunnels, de leurs comportements, et de la place accordée à ces usagers des tunnels dans la réglementation et l'organisation de la sécurité des tunnels.

Il n'intègre pas une analyse des dispositifs et dispositions préconisés et mis en œuvre pour garantir aujourd'hui la sécurité des tunnels. Il se focalise sur la question de l'usager et se contente de faire de ce point de vue une re-lecture des textes réglementant la sécurité des tunnels et d'établir un panorama des connaissances et perceptions des professionnels des tunnels sur les usagers et leurs comportements.

2. Méthodologie

Deux démarches ont été mises en œuvre pour mieux comprendre la place accordée aux usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels et établir un panorama des connaissances et perceptions des professionnels des tunnels sur les usagers et leurs comportements :

- La première démarche a consisté à faire le point des connaissances disponibles sur le sujet en consultant la littérature qu'elle soit réglementaire, opérationnelle ou scientifique.
- La seconde démarche a consisté à rencontrer directement des professionnels des tunnels (experts opérationnels, gestionnaires de tunnels impliqués dans la conception des systèmes de sécurité d'un tunnel et son exploitation) dans le cadre d'entretiens et d'étendre la sollicitation des professionnels des tunnels en utilisant un questionnaire.

2.1 Revue de littérature

Loin d'être exhaustive, la revue de littérature s'est concentrée sur les domaines suivants en privilégiant la recherche de documents sur Internet, au CETU³ et chez les exploitants partenaires du projet :

- *La réglementation nationale ou internationale* : circulaire interministérielle d'août 2000 et les précédentes, rapport ONU sur les tunnels, Directive Européenne sur les tunnels.
- *Le domaine routier* : actes des congrès routiers (ex. Système de transport intelligent), accès à la documentation du CETU, revues professionnelles, AIPCR (association mondiale de la route)
- *Exploitation des tunnels* : règlements de circulation des tunnels des sociétés des autoroutes alpines, PIS des tunnels ATMB, SFTRF, et AREA, procédures d'interaction/communication avec les usagers, communication externe (ex. plaquettes distribuées aux usagers)
- *REX et accidentologie* : synthèse des études préalables à la reconstruction du Mont Blanc pour la CEE, CR des comités de sécurité de la reconstruction du tunnel du Mont Blanc, REX national
- *Le domaine de la conception* : tout dispositif de sécurité et de communication avec les usagers : PMV, Feu de signalisation, Barrières, Portique, Signalétique d'urgence, Radio, Borne d'appel d'urgence, idées innovantes (ex. : ondes lumineuses, marques lumineuses, etc.)
- *La littérature scientifique* : à partir d'une recherche sur Internet avec les mots clefs : tunnels routiers, comportements, sécurité, ...

Un total de 149 références a été retenu et analysé en se focalisant sur les usagers, leur compréhension de l'environnement des tunnels et leurs comportements en tunnel. La liste complète de ces références est donnée en Annexe 1.

2.1.1 Entretiens et questionnaires auprès de « professionnels de l'exploitation des tunnels »

³ CETU : Centre d'Etude des Tunnels

Le terme « professionnels de l'exploitation des tunnels » recouvre l'ensemble des professionnels impliqués dans la réglementation, l'organisation de la sécurité des tunnels, la gestion quotidienne des tunnels, la conception des moyens techniques ou organisationnels d'exploitation, le retour d'expérience et la réalisation des études concernant les tunnels et leur sécurité.

■ Trente entretiens avec des professionnels de l'exploitation des tunnels

Trente professionnels de l'exploitation des tunnels (exploitants, concepteurs, experts) ont été rencontrés dans le cadre d'interviews pour :

1. Extraire des entretiens une cartographie des représentations et connaissances disponibles sur les usagers parmi les professionnels de l'exploitation des tunnels ;
2. Déterminer ce qui est fait de ces connaissances au niveau opérationnel ou au niveau de la communication ;
3. Déterminer ce que les professionnels aimeraient savoir de plus sur les usagers et leurs comportements ;
4. Mettre en évidence des écarts entre les comportements attendus des usagers et les comportements mis en œuvre dans la réalité.

Les entretiens individuels ont été réalisés par deux intervenants de DEDALE selon une grille d'entretien couvrant trois sujets : les tunnels et leur gestion, la sécurité des tunnels, les usagers et leurs comportements. Un exemplaire de la grille d'entretien utilisée est présenté en Annexe 2.

Parmi les 30 entretiens réalisés :

- 25 ont eu lieu auprès des directions opérationnelles, des responsables de sécurité et de quelques agents (surveillants, personnel d'intervention, personnel de maintenance) des 3 sociétés des Autoroutes Alpines (AREA, ATMB et SFTRF).
- 1 entretien a été réalisé au siège d'ATMB ;
- 2 entretiens ont été réalisés auprès d'experts du CETU ;
- et 2 auprès d'ingénieurs de SCETAUROUTE, une société spécialisée dans l'ingénierie des infrastructures routières dont les tunnels routiers.

■ Un questionnaire envoyé aux membres du GTFE⁴

Afin de valider et compléter les contenus recueillis lors des entretiens essentiellement réalisés auprès des exploitants des Autoroutes Alpines, un questionnaire a été élaboré et distribué aux membres du GTFE.

Le questionnaire porte sur la sécurité des tunnels, les usagers et leurs comportements en situation normale et de crise, la connaissance des tunnels par les usagers et la communication avec les usagers. Il comporte des questions fermées (réponses à cocher, échelles d'estimation) et des questions ouvertes. Un exemplaire du questionnaire envoyé aux GTFE est présenté en Annexe 3.

Un total de 23 questionnaires a été renvoyé sur les 150 envois réalisés. Ils ont été remplis majoritairement par des exploitants de tunnels routiers et urbains. Quelques concepteurs de tunnel nous ont aussi fait parvenir leurs réponses. L'analyse a porté sur 22 questionnaires.

⁴ Groupe de Travail Francophone des Exploitants de Tunnels Routiers qui réunit environ 150 membres de différentes nationalités (France, Espagne, Italie, ...).

3. Les comportements attendus des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels

Comme l'a très clairement illustré la Tunnel Task Force de l'OFRU⁵, **la sécurité des tunnels résulte de l'interaction entre l'infrastructure et les équipements du tunnel, l'organisation de l'exploitation, l'état des véhicules et les usagers au travers de leurs comportements.**

Cette partie s'attache à explorer la place réellement accordée aux usagers dans les modèles de sécurité des tunnels qui sont exprimés dans les textes réglementaires et opérationnels qui fondent l'organisation actuelle de la sécurité des tunnels en France et en Europe.

Cette focale particulière sur les usagers des tunnels implique de passer rapidement (sans remettre en cause leur bien fondé et leur efficacité) sur l'ensemble des dispositions prises au niveau de l'infrastructure, des équipements et de l'exploitation (organisation des secours compris) pour assurer la sécurité des tunnels. De la même manière, nous évacuerons le facteur véhicule soumis à un cadre réglementaire plus général (ex. réglementation du contrôle technique). Cette partie aborde donc la réglementation de la sécurité des tunnels et le couplage tunnel (infrastructure+équipement) / exploitant / usagers pour la partie qui traite de l'utilisateur.

3.1 La réglementation de la sécurité des tunnels

En France, c'est la Circulaire Interministérielle n°2000-63 du 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national qui réglemente la sécurité des tunnels. Elle concerne tous les tunnels du réseau national, y compris les autoroutes concédées, dont la longueur est supérieure à 300m, qu'ils soient au stade des études, des travaux ou en exploitation⁶. Elle instaure une nouvelle procédure préalable à leur mise en service et des modalités de suivi de leur exploitation.

Dans le cas des tunnels internationaux, il existe aussi des Comités de sécurité présidés par des hauts fonctionnaires qui assurent le suivi permanent des questions de sécurité et en rend compte à la Commission Intergouvernementale chargée d'assurer ce suivi.

Un projet⁷ de Directive du Parlement Européen et du Conseil concernant les exigences de sécurité minimales applicables aux tunnels du réseau routier transeuropéen doit harmoniser la réglementation de la sécurité des tunnels de la communauté européenne d'une longueur supérieure à 500m.

Ces deux textes, pris comme textes de référence sur la sécurité des tunnels, fondent leurs recommandations et préconisations sur un ensemble de rapports postérieurs à l'accident du tunnel du Mont Blanc dont les principaux sont :

- *Le rapport commun des missions administratives d'enquête technique française et italienne relatif à la catastrophe survenue le 24 mars 1999 dans le tunnel du Mont Blanc (6 juillet 1999) dit rapport Marec-Cialdini*
- *Le rapport de la Tunnel Task Force de l'OFRU (23 mai 2000)*
- *Le rapport de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques sur les moyens à mettre en œuvre pour améliorer la sécurité des tunnels routiers et ferroviaires français (C. Kert, 2000).*

⁵ Office Fédéral des Routes, organisme suisse.

⁶ La circulaire 2000-63 exclut les tunnels transfrontaliers mais le tunnel du Mont Blanc et le tunnel du Fréjus s'appliquent néanmoins à s'y conformer. .

⁷ A l'époque de la revue de littérature, la directive européenne en était au stade des premières propositions (document datant du 31 décembre 2002). Elle est parue en avril 2004

- Les recommandations du Groupe d'Experts sur la Sécurité dans les Tunnels Routiers du Comité des Transports Intérieurs de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (10 décembre 2001).

Les développements qui suivent se fondent sur la lecture attentive de l'ensemble de ces documents.

3.1.1 Une réglementation de sécurité systémique

La sécurité des tunnels est conçue comme la résultante de l'interaction entre l'infrastructure et les équipements du tunnel, l'organisation de l'exploitation (y compris les interventions et les secours), l'état des véhicules et les usagers au travers de leurs comportements.

Dans cette équation, l'usager est un facteur considérable aussi important que les autres éléments du système de sécurité considéré. Il est aussi le principal acteur de première ligne de la chaîne de sécurité et première victime potentielle de l'échec du système de sécurité.

Cependant, les usagers sont aussi largement présentés comme les facteurs principaux d'insécurité des tunnels. Ils sont présentés comme des conducteurs faillibles dont les erreurs constituent la principale cause des accidents routiers. En outre, l'analyse de l'accidentologie tunnel montre que la mauvaise représentation de l'environnement et des risques des tunnels chez certains usagers peut les conduire à produire des comportements inadaptés dans ces situations.

Constats concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- **L'usager est un acteur fondamental de la sécurité des tunnels.**
- **L'usager peut être un facteur d'insécurité dans les tunnels** par ses comportements.

3.1.2 Une réglementation de la sécurité des tunnels axée sur la gestion des événements majeurs

Les différents rapports, directives et circulaires analysés lors de la revue de littérature suggèrent que **les normes de sécurité en tunnel ont été produites pour éviter les événements majeurs de type incendie et limiter leur conséquence**

La Circulaire 2000-63 a été conçue pour remplacer la Circulaire n°81-109 du 29 décembre 1981 suite à l'accident du Mont Blanc. Elle précise clairement qu'elle ne réglemente pas la construction, les équipements ou les dispositions d'exploitation à mettre en œuvre dans le cadre d'un fonctionnement normal des ouvrages. Elle préconise, au même titre que le projet de Directive Européenne, les mesures de sécurité permettant d'atteindre un niveau de sécurité optimal dans les tunnels en créant des conditions pour :

1. Prévenir les situations critiques constituant une menace pour la vie humaine, l'environnement et les installations du tunnel.
2. Limiter les conséquences des accidents et des incendies pour l'usager, le tunnel et l'environnement.

Cependant, la prévention des accidents dans les tunnels est entièrement déléguée aux maîtres d'ouvrage et aux exploitants⁸.

⁸ Paragraphe 5.1 de la Circulaire Interministérielle n°2000-63 du 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national « *L'exploitation doit être organisée et disposer des moyens nécessaires pour assurer la prévention des accidents (non traitée dans le présent texte)* »

Constat concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- **La protection de la vie des usagers est l'objet central de la réglementation de la sécurité des tunnels.** Par exemple, la Circulaire 2000-63 place la protection et l'évacuation des usagers parmi les objectifs majeurs de ses préconisations.

3.1.3 Une réglementation de sécurité normative

La Circulaire 2000-63 et la Directive Européenne définissent les normes minimales d'équipement et d'exploitation des tunnels avec pour objectif de garantir un niveau élevé de sécurité aux usagers. Elles concernent : le génie civil (géométrie, conception de l'ouvrage), les équipements de sécurité et de signalisation routière et l'exploitation au sens large (gestion du trafic, formation des services d'intervention, gestion des incidents et amélioration de la communication entre autorités et responsables et les services d'intervention). La question de l'utilisateur est abordée indirectement en terme de comportements attendus en cas d'événement tunnel et dans le cadre de recommandations d'objectifs à atteindre en terme d'information, de formation et de sanction des usagers.

Constats concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- **L'utilisateur n'est pas l'interlocuteur direct de la réglementation de la sécurité des tunnels.** Les directives s'adressent exclusivement aux concepteurs des tunnels (génie civil, équipement, résistance au feu) et aux exploitants des tunnels (moyens d'exploitation, documents d'exploitation, maintien du niveau de sécurité et information des usagers). L'exposé des motifs de la proposition de la Directive du Parlement Européen et du Conseil stipule explicitement que l'objectif n'est pas de « *s'attaquer aux comportements humains* ».

3.1.4 Un ensemble d'attentes sur les comportements des usagers

Un nombre important d'attentes sur les comportements des usagers sont formulées dans le cadre des réflexions engagées sur l'amélioration de la sécurité des tunnels. Le Tableau 1 liste les comportements attendus qui sont évoqués dans les textes relatifs au fondement de la sécurité des tunnels.

Tableau 1 : Liste des comportements attendus des usagers pour la sécurité des tunnels. Les numéros entre crochets renvoient au texte dans lequel l'attente comportementale est apparue : [1] Projet de Directive Européenne ; [2] Rapport KERT sur les moyens nécessaires à mettre en œuvre pour améliorer la sécurité des tunnels routiers et ferroviaires français ; [3] Rapport d'enquête de l'accident du tunnel du Mont Blanc ; [4] Recommandations du groupe d'experts sur la sécurité dans les tunnels (Nations Unies) ; [5] Recommandations du Tunnel Task Force.

SITUATION NORMALE
<ul style="list-style-type: none"> - Les usagers allument les feux de croisement [4, 5] - Les usagers ôtent leurs lunettes de soleil [4] - En marche, les usagers respectent une distance minimale avec le véhicule qui précède [1, 2, 3, 4, 5] - Les usagers respectent les limitations de vitesses [1, 2, 3, 4] - Les usagers respectent la signalisation [4] - Les usagers respectent le marquage au sol [4] - Les usagers écoutent la fréquence radio diffusée dans le tunnel [2, 4, 5] - Les usagers respectent la charge maximale autorisée [4] - Les usagers arriment fermement les chargements [4] - Les usagers ne font pas demi-tour [4, 5] - Les usagers ne font pas marche arrière [4, 5] - Les usagers ne dépassent pas dans les tunnels à une seule voie de circulation dans chaque sens [4, 5] - Les usagers ne s'arrêtent pas dans le tunnel sauf en cas de force majeure [4, 5]
EMBOUEILLAGE, PANNE, ACCIDENT, MALAISE PHYSIQUE
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Les usagers conduisent leur véhicule jusqu'au premier garage [3]</i> - <i>Les usagers arrêtent leur véhicule sur le côté [5]</i> - A l'arrêt, les usagers respectent une distance minimale avec le véhicule qui précède [1, 2, 4, 5] - Les usagers arrêtent leur moteur en cas d'immobilisation du véhicule [3, 4, 5] - Les usagers utilisent immédiatement les dispositifs d'alarme disponibles [3, 4] - Les usagers avertissent (feux de détresse) les autres usagers en cas de panne [4, 5] - Les usagers écoutent les messages diffusés à la radio [4] - Les usagers suivent les instructions données par les PMV ou le personnel [4] - <i>Les usagers quittent leur véhicule [4]</i> - <i>Les usagers ne quittent pas leur véhicule [5]</i> - Les usagers portent secours aux premiers blessés en cas de besoin [4]
SITUATION DE CRISE, INCENDIE
<p>Attentes générales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les usagers stoppent immédiatement en cas de fumée [3] - Les usagers impliqués assurent leur propre sauvetage [2] - Les usagers réagissent immédiatement pour éviter que la situation n'empire [1, 4, 5] <p>Attentes en cas de départ de feu sur son propre véhicule</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Les usagers roulent jusqu'à la sortie du tunnel [4, 5]</i> - <i>Les usagers arrêtent leur véhicule sur le côté [4, 5]</i> - Les usagers arrêtent leur moteur [4, 5] - Les usagers quittent immédiatement leur véhicule [4] - Les usagers se dirigent vers les issues de secours [4, 5] - Les usagers utilisent les dispositifs d'alarme disponibles [4, 5] <p>Attentes en cas d'incendie sur un autre véhicule</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les usagers allument les feux de détresse [4] - Les usagers arrêtent leur véhicule sur le côté [4] - Les usagers arrêtent leur moteur [4] - Les usagers quittent immédiatement leur véhicule [4] - Les usagers portent secours aux premiers blessés en cas de besoin [4] - Les usagers se dirigent vers les issues de secours [4]

Dans le cadre de la sécurité des tunnels, les comportements attendus des usagers sont nombreux, complexes et parfois contradictoires (ex. s'arrêter dans le tunnel vs. sortir du tunnel en cas de départ de feu sur son véhicule).

Constat concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

➤ **Le modèle de comportements attendus de la part des usagers est un modèle réducteur basé sur le suivi de la réglementation :**

- En situation normale, on attend de l'utilisateur qu'il respecte la réglementation en vigueur dans le tunnel (sans qu'il en comprenne les raisons) et qu'il n'adopte pas de comportements adaptatifs (ex. les demi-tours). En situation de crise (incendie), on attend de l'utilisateur qu'il comprenne immédiatement les enjeux de la situation, qu'il se comporte efficacement en utilisant à bon escient les équipements de sécurité du tunnel (y compris la fréquence radio diffusée dans le tunnel) et qu'il évacue naturellement vers les issues de secours.

On notera que dans ce cadre, il est attendu de l'utilisateur qu'il passe d'un mode d'obéissance passive aux injonctions réglementaires à un mode actif d'analyse et de compréhension d'une situation rare. Ce passage de l'obéissance à la compréhension est généralement difficile à faire dans la mesure où la détection du changement de statut de la situation implique une analyse active de la situation et des critères de basculement.

3.1.5 Des préconisations par objectifs concernant les usagers et leurs comportements

Les comportements réels des usagers sont jugés globalement inadaptés et les différents rapports consultés, la Circulaire 2000-63 et le projet de Directive Européenne, s'attachent à formuler des recommandations susceptibles de les faire évoluer et favoriser les comportements attendus. Ces préconisations sont formulées sous forme d'**objectifs à atteindre** pour influencer les comportements des usagers :

1. La nécessité de mieux former les usagers lors de leurs apprentissages initiaux de la conduite, aux tunnels, aux comportements à adopter et aux équipements de sécurité. Il est régulièrement préconisé d'introduire un chapitre sur les tunnels dans le permis de conduire avec un dispositif de vérification des connaissances. D'après le Comité technique de l'exploitation des tunnels routiers (le C5) de l'AIPCR⁹, aucun pays de l'Union Européenne n'a intégré aujourd'hui de questions relatives à l'utilisateur d'un tunnel dans l'examen du code de la route.
2. La nécessité de mieux informer les usagers sur les comportements à adopter en tunnel en situation normale et en cas d'incendie. Deux modes d'information sont préconisés : des campagnes d'information adaptées aux tunnels et l'information en temps réel par les exploitants (distribution de consignes à l'entrée des tunnels, information dans le tunnel par les panneaux à message variable (PMV)).
3. La nécessité de mieux contrôler et sanctionner les écarts au règlement de circulation qui conduit à préconiser l'installation de dispositifs de contrôle en tunnel.

Constats concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- On pense que **l'utilisateur adoptera les comportements attendus de lui s'il est**

⁹ Association Mondiale de la Route

suffisamment formé et informé.

- On pense que **l'utilisateur adoptera les comportements attendus de lui s'il est systématiquement sanctionné lorsqu'il adopte des comportements différents de ceux attendus.**

3.2 Des tunnels conçus pour être sûrs et assurer la survie

3.2.1 Les premiers éléments de couplage tunnel-exploitant-usagers

C'est lors de la conception des tunnels (phase d'étude) que se définissent les premiers éléments de couplage entre le tunnel, les exploitants et les usagers.

La réglementation de sécurité des tunnels en vigueur donne des instructions techniques (génie civil, équipement, exploitation) pour que ce couplage tunnel-exploitant-usager permette *a priori* l'atteinte d'un niveau de sécurité acceptable dans les tunnels. Dans la Circulaire 2000-63, deux catégories d'instructions peuvent ainsi être distinguées :

1. Un ensemble important d'instructions techniques concourt à **conserver des conditions compatibles avec la survie des usagers dans le tunnel**:
 - Directement, à travers des contraintes de résistance au feu, des moyens de lutte incendie, la ventilation, des aménagements pour l'évacuation sûre et/ou la mise en sécurité des usagers
 - Indirectement, en permettant d'optimiser le temps de mise en œuvre des actions de sécurité et d'intervention en cas d'événements, à travers les dispositifs de surveillance, de communication, ou d'aménagements destinés aux véhicules de secours
2. Un autre ensemble d'instructions techniques concourt à **augmenter la capacité des usagers à percevoir et trouver les équipements de sécurité** mis à leur disposition. Ces instructions concernent la mise en place de dispositifs de signalisation des dispositifs de sécurité, d'arrêt du trafic, d'affectation de voie, etc... Ces dispositifs sont nécessairement conformes aux normes en vigueur (ex. Norme ISO 6309 pour les panneaux destinés à indiquer les issues de secours). Considérant que cette conformité n'est peut être pas suffisante, certains professionnels de l'exploitation des tunnels n'hésitent pas à proposer des traitements architecturaux complémentaires pour en augmenter la perception (ex. signalisation des issues de secours dans le Tunnel du Mont Blanc et le Tunnel du Fréjus).

Constats concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- **Un tunnel sûr est avant tout et en premier lieu, un tunnel bien conçu pour garantir la survie des usagers en cas de crise.** Le postulat est que cette conception d'un tunnel suffit pour assurer que les usagers mettront bien en œuvre les comportements adaptés en cas de problème.
- **L'utilisateur joue un rôle actif dans la sécurité des tunnels au travers de ses comportements qui sont à canaliser par des dispositifs d'information et de signalisation *a minima* normalisés.** Un postulat est que ces dispositifs d'information et de signalisation sont connus et compris par tous. Un second postulat est qu'ils sont indépendants du contexte tunnel (on retrouve les mêmes panneaux dans d'autres environnements confinés) et suffisants pour déclencher la réponse adaptée au tunnel. Ils ne mettent pas en valeur les risques spécifiques au tunnel comme le souligne, par exemple, les panneaux « danger de mort » collés sur les armoires électriques.

3.2.2 Une sécurité contrainte par la physique du tunnel

La Circulaire 2000-63 s'applique à tous les tunnels, qu'ils soient au stade d'étude, de travaux ou en exploitation. Les nouveaux tunnels doivent se soumettre aux instructions techniques préconisées. On peut donc s'attendre à ce que ces nouveaux ouvrages présentent les dispositions de sécurité et un niveau de sécurité approchant ceux définis dans la Circulaire, tant du point de vue du génie civil, de la résistance au feu et des équipements de sécurité. Le niveau de sécurité atteint est évalué par le comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers¹⁰ sur la base du dossier de sécurité¹¹ constitué par le maître d'ouvrage à cet effet.

Les tunnels déjà en exploitation avant la date d'application de la Circulaire 2000-63 héritent eux de choix de conception effectués des années auparavant. Les exploitants doivent aussi constituer le dossier de sécurité de leur ouvrage et peuvent se voir imposer un programme de mise à niveau de la sécurité. Cependant, chaque ouvrage existant présente des contraintes et des mesures de compensation qui lui sont propres. Ainsi, chaque ouvrage se caractérise par sa géométrie (hauteur, largeur de chaussée, présence d'une courbe, pente,...), des choix de génie civil (nombre et emplacements des issues de secours, BAU, garages, ...) et des équipements spécifiques (alimentation électrique, éclairage, ventilation, détection, signalisation, radiocommunications, etc.). Ces contraintes physiques se sont imposées aux exploitants de l'ouvrage lors de la définition des règles d'exploitation et de sécurité du tunnel : politique d'utilisation de la signalisation dynamique (tout éteint vs. tout allumé), règlement de circulation, principe d'évacuation des usagers (auto-évacuation vs. évacuation assistée), plaquette distribuée ou non aux usagers, ... Les ouvrages étant tous différents, les attentes comportementales vis-à-vis des usagers diffèrent ainsi d'un tunnel à l'autre.

Constat concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- **Les usagers doivent adapter leur comportement à chaque tunnel** en prenant connaissance et en appliquant les différentes consignes de sécurité qui leur sont imposées dans chaque tunnel. Le fait qu'ils constituent le mode commun entre les différents ouvrages limite la portée d'un discours sur la sécurité des tunnels qui se voudrait générique et valable pour tous les tunnels.

3.3 Une sécurité mise en œuvre et exploitée au quotidien

3.3.1 Des obligations de moyens

Dans le cadre de la réglementation en vigueur, les exploitants doivent assurer la continuité et la sécurité du fonctionnement du tunnel. Ils doivent ainsi assurer la gestion du trafic (surveillance, information dynamique, ...) et la gestion technique du tunnel (entretien, maintenance, ...).

Il leur est prescrit de disposer des moyens nécessaires pour assurer la prévention des accidents et la sécurité des personnes en cas d'incident ou d'accident. Les moyens attendus sont humains et techniques puisque l'on attend des exploitants :

- Des moyens de surveillance pour visualiser l'intérieur du tunnel, recevoir les alarmes et déclencher les actions et moyens appropriés en cas d'événement : centralisation du poste de commande, surveillance humaines assistée d'un dispositif d'aide à la perception des événements tunnels (ex. DAI).

¹⁰ Institué suite à la catastrophe du Tunnel du Mont Blanc

¹¹ Le dossier de sécurité d'un tunnel décrit l'ensemble des caractéristiques du tunnel, de son environnement et de son exploitation. Il précise le régime de transit des véhicules de TMD. Il comporte une étude spécifique des dangers recensant les événements dangereux susceptible de se produire pendant la vie de l'ouvrage et étudiant le déroulement des cas les plus significatifs.

- Des moyens de secours (obligatoires pour les tunnels de plus de 5000m) : équipe d'intervention disposant de moyens techniques de lutte contre le feu, d'évacuation et de secours des usagers.

Les exploitants doivent former leur personnel à la gestion du tunnel en situation normale et de crise. Cependant, il n'est pas préconisé de formation spécifique aux usagers du tunnel et à leurs comportements prévisibles en situation normale et en situation de crise¹².

3.3.2 Des obligations documentaires

■ Réglementation de la circulation

Des arrêtés préfectoraux ou les décrets nationaux fixent les règles de circulation dans les tunnels. Les usagers qui le souhaitent peuvent en prendre connaissance puisqu'ils sont consultables en accès libre. Si les principales règles (vitesse, interdistance) sont précisées dans les brochures distribuées à l'entrée de certains tunnels, le règlement de circulation est matérialisé pour la plupart des tunnels dans l'environnement par les panneaux réglementaires du code de la route.

La lecture de quelques règlements de circulation nous a permis de constater qu'ils peuvent s'avérer complexes : différentes règles peuvent s'appliquer à différentes catégories d'usagers (ex. réglementation particulière des transports de matières dangereuses) et les règles peuvent changer en fonction de la section du tunnel (cas des tunnels transfrontaliers). Certaines règles sont apparues aussi « optimistes » en regard des comportements que doivent adopter les usagers (ex. continuer à rouler en cas de crevaison, ce qui va à l'encontre de l'usage courant et naturel des usagers et ne fait pas l'objet d'une matérialisation dans l'environnement du tunnel).

Constat concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- **Les usagers doivent appréhender la rationalité (parfois complexe) de la réglementation de la circulation des tunnels à travers la lecture de panneaux les renvoyant au code de la route.** De fait, il n'est pas fait de distinction claire entre l'environnement tunnel et l'air libre.

■ Consignes d'exploitation

Les consignes d'exploitation doivent définir le fonctionnement et les modalités d'utilisation des dispositifs de sécurité et la conduite à tenir par le personnel exploitant en fonction des situations rencontrées. L'analyse des consignes examinées dans le cadre de la démarche a mis en évidence que la question des usagers apparaît surtout lorsqu'il devient nécessaire de les informer en cas de problème. Les consignes précisent alors le contenu des messages affichés sur les PMV ou diffusés sur la/les fréquence(s) radio du tunnel.

• Plan d'Intervention des Secours (PIS)

Les Plans d'Intervention des Secours (PIS) sont élaborés par l'exploitant et les services d'intervention. Le PIS décrit l'organisation des secours et prévoit en particulier l'organisation du commandement des secours et la coordination des moyens d'intervention. Il donne les modalités de surveillance et d'alerte interne et externe à l'exploitation. Il contient les consignes générales d'intervention et la nature des moyens à

¹² Une telle formation est susceptible d'augmenter l'efficacité des communications directes avec les usagers des tunnels pour qu'ils produisent les comportements attendus d'eux.

engager et il précise les dispositions de gestion de trafic à l'intérieur et en amont de l'ouvrage.

Les PIS donnent les grands principes de la sécurité du tunnel et d'intervention en cas de situation de crise. Pour les usagers, ces principes concernent la mise en sécurité et l'évacuation du tunnel ou vers les refuges.

3.3.3 Des obligations d'information des usagers

Les panneaux de circulation officiels constituent le moyen privilégié d'information des usagers concernant le règlement de circulation du tunnel. Ils sont complétés par la signalisation des dispositifs de sécurité (RAU, extincteur, issue de secours) supposée garantir leur perception et utilisation par les usagers.

La Circulaire 2000-63 préconise de ne pas se limiter à la signalisation et la signalétique réglementaire et de prendre des dispositions complémentaires pour informer les usagers notamment en cas de situation de crise dans le tunnel. La Circulaire suggère ainsi la mise en place de Panneaux à Messages Variables (PMV) et la distribution de consignes explicatives à l'entrée du tunnel. La diffusion d'une fréquence radio pour diffuser des messages de sécurité et des indications en cas d'événement est aussi préconisée dans le projet de Directive Européenne et la plupart des rapports sur la sécurité des tunnels.

3.4 Une sécurité des tunnels réglée *a priori* et qui doit apprendre de ses échecs

3.4.1 Les Etudes Spécifiques de Danger

La circulaire interministérielle 2000-63 prescrit au maître d'ouvrage et aux exploitants (pour les tunnels en service) l'établissement d'un dossier de sécurité. Ce dossier de sécurité a pour objectifs : de constituer un dossier de référence en matière de sécurité fournissant les documents validés nécessaires à l'exploitation de l'ouvrage ; de réaliser les études permettant d'évaluer le niveau de sécurité de l'ouvrage ; et d'être soumis au préfet qui saisit le comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers.

Le dossier de sécurité contient une Etude Spécifique des Dangers (ESD) qui décrit : *« les accidents, quelle que soit leur origine, susceptibles de se produire en phase d'exploitation ainsi que la nature et l'importance de leurs conséquences éventuelles ; cette étude précise et justifie les mesures propres à réduire la probabilité que ces accidents surviennent et leurs conséquences. »*.

Selon le CETU, rédacteur du *Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers* et du fascicule 4 sur les Etudes spécifiques de danger : *« il est du plus haut intérêt de faire participer à l'ESD l'ensemble des acteurs concernés par la sécurité. »*. Cependant, les acteurs concernés sont avant tout le maître d'ouvrage et l'exploitant et les services d'incendie et de secours, services de police, SAMU et équivalent.

Les scénarios choisis sont ceux qui sont aptes à faire comprendre l'articulation entre les équipements, les dispositions d'exploitation et d'intervention permettant de répondre aux fonctions de sécurité. Le rôle joué par les usagers dans la sécurité des tunnels et les interactions entre leurs comportements et les autres facteurs de sécurité n'interviennent pas directement, en tant que tel, dans ce choix.

La survie des usagers est néanmoins centrale puisque chaque scénario commence par un événement déclenchant qui marque le début d'une situation de danger grave et avéré pour les usagers. Il se poursuit par la chronologie des événements jusqu'à la mise en sécurité des usagers ou l'arrivée de secours. Ces événements découlent du développement de phénomènes en milieu confiné, du comportement des usagers

(notamment, déplacement à pied vers les issues de secours) et de la mise en œuvre des dispositifs et procédures de sécurité.

Dans le cadre des ESD, **les usagers tunnels sont aussi identifiés comme des sources de dangers** :

- Lorsqu'ils contribuent aux situations **accidentogènes** : vitesse excessive, fortes affluences, non respect de l'interdistance, non respect de la voie d'affectation, conduite « dangereuse », arrêt sous tunnel, contre-sens, intrusion diverses.
- Lorsqu'ils sont à l'origine d'un **événement déclenchant** : malaise, chute de chargement, perte de remorque, accident sous tunnel, incendie, acte terroriste ou malveillance.
- Lorsqu'ils sont à l'origine d'un **événement aggravant** : non respect des consignes de sécurité en cas de panne ou d'incendie.

L'objectif de l'étude du scénario est de montrer concrètement le rôle de chaque dispositif ou procédure dans la limitation des effets mettant en péril les usagers du tunnel. Certains scénarios ne peuvent être étudiés qu'en standardisant un certain nombre d'éléments difficiles à préciser : les « termes sources d'incendie » (quantité de chaleur, fumées et gaz toxiques par incendie en fonction du temps et du type de véhicule retenu) ; les critères de survie en atmosphère confinée ; et le comportement des usagers (formation des bouchons, évacuation des véhicules ; déplacement vers les issues de secours).

La standardisation des comportements des usagers repose sur des simplifications et des approximations supposées être représentatives d'un comportement moyen. La modélisation des déplacements des usagers quittant leurs véhicules et rejoignant à pied les issues de secours prend ainsi en compte :

- le délai moyen d'évacuation d'un véhicule (sous hypothèse de l'amorce d'un comportement d'évacuation : 1,5 minute pour un VL et un PL, 5 minutes pour un car)
- l'estimation de la vitesse de marche en fonction de la visibilité : 1 m/s en condition de visibilité claire; 0,5 m/s avec forte gêne ; 0,3 m/s en l'absence de visibilité
- l'hypothèse concernant le sens d'évacuation : 50% dans le bon sens et 50% dans le mauvais (vers l'incendie).

De tels modèles sont généralement complétés de rapports d'étude (ex. rapports de l'AIPCR, travaux du TNO sur les comportements d'évacuation des usagers en tunnel) et recadrés par la prise en compte du REX tunnel.

Constats concernant la place et le rôle des usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels :

- **La survie des usagers est au cœur des scénarios choisis pour les ESD.**
- Toutefois, **le rôle joué par les usagers dans la sécurité des tunnels (donc dans leur survie) n'intervient pas directement dans le choix des scénarios.** La focale porte avant tout sur l'articulation entre les équipements, les dispositions d'exploitation et d'intervention permettant de répondre aux fonctions de sécurité.
- **Les comportements des usagers font l'objet de modélisations très simplifiées** qui ne prennent pas en compte la variabilité des comportements adaptatifs dont sont capables les usagers en cas de situation de crise.

3.4.2 Le retour d'expérience (REX)

■ Le REX institutionnel

La circulaire 2000-63 introduit l'obligation de mettre en place un dispositif de retour d'expérience dans les ouvrages de plus de 300m de longueur sur route nationale ou autoroute.

Les événements qui doivent obligatoirement donner lieu à un compte rendu sont :

- l'accident ayant entraîné au moins un mort ou un blessé ;
- l'incendie d'un véhicule qui a commencé à brûler dans le tunnel mais a pu sortir par ses propres moyens ;
- l'incendie d'un véhicule qui a brûlé totalement ou partiellement dans le tunnel ;
- tout autre événement, y compris accident matériel ou incident technique ayant nécessité une fermeture non programmée du tunnel.
- les événements dans lesquels un TMD a été impliqué.

Concernant les usagers les informations à collecter portent sur les instructions données aux usagers pendant l'événement, l'utilisation des moyens de sauvegarde par les usagers, les comportements des usagers et des différents intervenants et les interdistances entre véhicules arrêtés.

L'essentiel des informations sur les comportements des usagers provient de l'identification et de la description des causes de l'incident et des commentaires des exploitants. A ce jour, aucune recommandation n'est faite sur le niveau d'analyse des usagers impliqués (ex. : leurs caractéristiques socio-professionnelles) ou les déterminants de leurs comportements (ex. fatigue). Par conséquent, le REX officiel ne dit rien des usagers impliqués, de leur usage des tunnels (fréquence d'utilisation, objectifs), leur état d'esprit, leur description de l'événement.

■ L'accidentologie dans les tunnels

Concernant les comportements des usagers, les enquêtes techniques étudiées témoignent des conséquences observables des décisions et des actions des usagers et des victimes impliquées : attente dans le véhicule, véhicules côte à côte ou regroupés, absence d'attaque du départ de feu, etc. Ces comportements ne font pas non plus l'objet d'explications ni d'hypothèses sur ce qui a pu conduire les usagers ou les victimes à se comporter comme ils l'ont fait.

Les recommandations formulées dans les rapports étudiés sont au nombre de quatre : renfort de l'information des usagers, formation des usagers aux tunnels, renfort des règles de distance de sécurité et renfort du contrôle sanction.

3.5 Bilan : les usagers dans la réglementation de la sécurité des tunnels

Pour résumer la place et le rôle des usagers dans les modèles de sécurité des tunnels, on retiendra de la revue des textes réglementaires que :

1. Les usagers des tunnels sont à la fois la cible de l'organisation de la sécurité des tunnels et considérés comme un facteur majeur d'insécurité dans les tunnels.
2. Malgré le rôle fondamental qu'ils jouent dans la sécurité des tunnels, les usagers ne sont pas des interlocuteurs directs de la sécurité des tunnels ni des acteurs dans l'élaboration de cette sécurité. Leur comportement est encadré par les contraintes inscrites dans la physique du tunnel et les dispositions des exploitants.
3. Les choix de conception et d'équipement, la réglementation et les principes

d'exploitation qui en découlent impliquent très fortement que les usagers produisent certains comportements pour garantir la sécurité des tunnels.

4. Les comportements attendus des usagers renvoient à des modèles simplifiés et en partie contradictoires :
 - En situation normale, on attend de l'utilisateur qu'il respecte strictement la réglementation en vigueur dans le tunnel et qu'il n'adopte pas de comportements adaptatifs (ex. les demi-tours).
 - En situation de crise (incendie), on attend de l'utilisateur qu'il comprenne immédiatement les enjeux de la situation, qu'il se comporte efficacement en utilisant à bon escient les équipements de sécurité du tunnel (y compris la fréquence diffusée dans le tunnel) et qu'il évacue de lui-même vers les issues de secours.
5. Ces attentes sont transmises par la signalétique en place et les informations données par les exploitants. On attend des usagers qu'ils perçoivent, comprennent et mettent en pratiques ces informations. Les postulats sont que la signalétique est connue d'eux et qu'ils appréhendent le caractère particulier de l'environnement tunnel.
6. Les comportements attendus des usagers varient d'un ouvrage à l'autre. On attend d'eux qu'ils adaptent leurs comportements aux différents ouvrages traversés.

4. Bilan des connaissances sur les usagers et leur rôle effectif dans la sécurité des tunnels

Les connaissances disponibles sur les usagers sont issues de plusieurs sources : l'expérience acquise au titre de l'exploitation quotidienne des tunnels, le REX institutionnel et l'accidentologie tunnel, les études opérationnelles, les enquêtes auprès des usagers des tunnels et des références dans la littérature scientifique. Une revue critique de ces sources de connaissances est proposée en Annexe 4.

Malgré leur manque d'homogénéité et leur nombre réduit, elles contribuent à répondre à la question primordiale : les comportements attendus sont-ils en adéquation avec ce que les usagers mettent en œuvre dans la réalité ?

4.1 D'un point de vue général, sentiment de danger et incompréhension

Plusieurs enquêtes suggèrent que les usagers ressentent un **sentiment d'oppression et de danger** lorsqu'ils traversent un tunnel. Les tunnels seraient ainsi perçus comme des espaces hostiles qui génèrent du stress. Ce sentiment se traduirait par une conduite plus attentive et plus nerveuse. L'enquête réalisée dans le tunnel de la Croix Rousse nous apprend par ailleurs que l'environnement du tunnel induit de l'appréhension lors des dépassements, notamment des PL. La familiarité avec les tunnels réduirait le sentiment d'oppression lié à l'environnement souterrain.

L'étude d'ISIS sur les réactions des usagers vis-à-vis des dispositifs de signalisation routière (ISIS, 2001) montre que les usagers ont des **difficultés à comprendre** le principe d'utilisation des chevrons (2 ou 3 entre son véhicule et le véhicule qui précède). Par ailleurs, les usagers **confondent les issues de secours, les niches de sécurité et les voies de retournement**.

4.2 En situation normale, des usagers globalement irrespectueux des règles de circulation

Il ressort de la revue de littérature, des entretiens avec les professionnels des tunnels et des réponses au questionnaire, que globalement, les usagers ne respectent pas les règles de circulation et les informations fournies par la signalétique statique et/ou dynamique.

4.2.1 Non respect des règles d'interdistances

D'avis général, les usagers ne respectent pas les règles d'interdistance en marche. L'environnement du tunnel (présence de piédroit, couleurs sombres) aurait un effet sur la perception des distances de sécurité de manière similaire au brouillard, les conducteurs se rapprochant du véhicule précédent. Cependant, on notera que des opérateurs de surveillance rencontrés dans le cadre des entretiens ont évoqué l'émergence de bouchons lors des week-end chargés liés aux respects des règles d'interdistance. En fait, le pourcentage de contrevenants à la règle d'interdistance en marche serait d'environ 30% (résultat des tests des dispositifs de mesure pour contrôle-sanction en 2002 et des constats effectués de visu dans les PC dans les tunnels du Fréjus et du Mont Blanc).

D'après les entretiens menés, les usagers seraient incapables de respecter une règle de distance de sécurité entre deux véhicules **à l'arrêt**.

4.2.2 Non respect des limites hautes et basses de vitesse

Tous les professionnels des tunnels rencontrés et ceux qui ont répondu au questionnaire s'entendent pour dire que la plupart des usagers ne respectent pas les vitesses réglementaires. Les données recueillies dans le cadre de la revue de littérature confirment ce point (les usagers tendraient à accélérer en tunnel s'ils se sentent nerveux

du fait de leur **méconnaissance du tunnel** (Jones & Fridger, 1987, cité dans Serrano & Blennemann, 1992).

Pour être plus précis, les usagers ont tendance à réduire d'eux-mêmes leur vitesse quand ils entrent dans un tunnel (un « effet tunnel » qui finit par occasionner des bouchons en condition de circulation dense) et à accélérer leur allure dès qu'ils voient la sortie du tunnel. Cette augmentation de vitesse est particulièrement problématique lors de la présence d'un chantier et oblige les exploitants à mettre en œuvre des procédures particulières pour protéger leurs travaux (ex. fourgons tampon, réglage de l'éclairage sous tunnel).

Les professionnels constatent par ailleurs que toute amélioration de confort et de sécurité s'accompagne d'une augmentation de vitesse. Et effectivement, des études ont montré que l'amélioration du confort des tunnels, notamment par un éclairage plus intense, induit une augmentation de la vitesse chez les usagers des tunnels (Eberl, 2003). En revanche, aucune corrélation n'a pu être établie entre l'état de propreté du tunnel et le dépassement des vitesses autorisées.

La plupart des exploitants rencontrés ont évoqué l'amélioration du respect des limitations du fait du durcissement du contrôle-sanction.

4.2.3 Non-respect de la signalisation

De nombreux professionnels des tunnels interviewés sont d'accord pour dire que l'ensemble des usagers ne respecte pas les feux d'affectation des voies. L'installation de barrières est ainsi perçue comme le seul moyen efficace pour contraindre les gens à respecter les feux. Selon eux, le problème est que les usagers ne croient pas à la réalité de l'événement et qu'ils imaginent un dysfonctionnement du système de signalisation ou une erreur de l'opérateur.

Certains autres professionnels ont néanmoins émis un avis contraire dans leurs réponses au questionnaire et suggèrent que le non-respect de la signalisation n'est pas aussi systématique.

4.2.4 Des comportements irrationnels

Les exploitants de tunnels sont confrontés au quotidien à des comportements d'usagers jugés « irrationnels » et qui nécessitent parfois des fermetures du tunnel et des interventions de personnels. En dehors des arrêts pour prendre une photographie du tunnel, toutes les raisons sont valables pour utiliser le tunnel comme un espace abrité pour : déchaîner, uriner, manger, changer de conducteur, changer de réservoir (PL), etc. Des demi-tours et des contresens ont aussi déjà été observés dans certains tunnels. Enfin, certains chauffeurs de poids lourds n'hésitent pas à entrer dans le tunnel avec une panne de turbo compresseur ou avec un réservoir presque vide.

4.3 En situation de crise, des comportements variés et variables suivant l'implication des usagers dans l'événement

Les observations résumées ci-dessous proviennent en grande partie des données de l'accidentologie tunnel que nous avons pu recueillir directement dans les rapports d'enquêtes (accident du Tunnel du Mont Blanc, 1999) ; des rapports internes au CETU (accident du Tunnel du Tauern, 1999 ; accident du Tunnel du St Gothard, 2001) ; et dans le rapport de G. Brocquet (accident du tunnel du Nihonzaka, 1979).

Les comportements reportés sont très variés et assez représentatifs de l'éventail des comportements évoqués dans le cadre des entretiens avec les professionnels des tunnels :

- Généralement, **les usagers non impliqués progressent jusqu'au véhicule incendié**. Ils **passent au droit de l'incendie** s'ils en ont la possibilité. Dans le cas contraire, les usagers tendent à s'arrêter derrière le véhicule incendié **sans**

- respecter la distance de sécurité à l'arrêt** (agglutinement des véhicules) ce qui favorise la propagation de l'incendie.
- **Les usagers ne respectent pas les feux de signalisation. Certains usagers tentent des demi-tours ou des marches arrière** provoquant des accrochages et bloquant les voies. Un seul cas d'usager prévenant les autres usagers a été observé dans le cadre d'un incendie non dramatique.
 - **Les usagers luttent contre le feu** souvent sans résultat.
 - L'évacuation et la mise en sécurité est parfois immédiate, parfois tardive, mais les usagers semblent avoir une **forte tendance à attendre dans leur véhicule ou à côté de leur véhicule** (même les usagers impliqués). **L'évacuation se fait plutôt par le tunnel que vers les issues de secours.** Certains effets de groupe sont observés : **si certains usagers sortent de leur véhicule et gagnent les issues de secours, d'autres les suivent.**
 - Les fumées opaques rendent apparemment difficile la localisation des issues de secours. **Les usagers confondent les niches d'appel d'urgence avec les issues de secours** alors que les premières ne garantissent aucune sécurité aux usagers. **Certains usagers quittent les abris** pour retourner à leurs véhicules.

Interrogés à ce sujet, les professionnels interviewés ont aussi évoqué peu de comportements sécuritaires et une très grande variété de comportements inadaptés : panique, marche arrière, demi-tours parfois en contre-sens, usagers qui s'agglutinent les uns derrière les autres à proximité du véhicule en difficulté, usagers qui passent à côté du véhicule en feu et continuent leur progression dans les fumées, arrêt et attente dans le véhicule, évacuation anarchique sans utilisation des refuges ou des issues de secours... Selon les exploitants rencontrés, les usagers progresseraient dans le tunnel jusqu'à ce que le danger soit visible. Trois cas de figure seraient alors possibles : soit les usagers continuent leur progression, soit ils paniquent avec tentative de demi-tour et/ou abandon hésitant du véhicule et évacuation anarchique dans le tube, soit ils attendent dans leur véhicule.

Mais, selon les professionnels des tunnels, les comportements adoptés par les usagers varieraient en fonction du niveau d'implication des usagers dans les événements. Ainsi, si l'on se fie aux réponses obtenues au questionnaire, les usagers directement impliqués dans un événement (incendie ou accident de leur véhicule) tendraient à adopter des comportements adaptés à la situation (appel des secours avec le RAU, évacuation du véhicule, mise en sécurité) et les autres usagers des comportements inadaptés (alerte avec les téléphones cellulaires, attentes dans le véhicule, passage au droit du véhicule en difficulté) en regard d'une situation qui ne les touche pas directement et dont ils n'évaluent pas la dangerosité.

Plusieurs raisons sont avancées pour expliquer la difficulté des usagers à quitter et à abandonner leurs véhicules :

- Les usagers raisonneraient avec leur expérience de l'air libre et s'attendraient à ce que les fumées se dissipent ;
- Les usagers auraient une fausse impression de sécurité provenant du caractère privatif de l'habitacle de leur véhicule ;
- Les usagers attendraient l'intervention des secours ;
- Les usagers seraient trop attachés à leur véhicule ou à son chargement ;
- Les usagers s'interrogeraient sur la responsabilité de l'abandon du véhicule vis-à-vis des assureurs en cas de vol ou dégradation.

Chacune de ces hypothèses est susceptible de justifier les comportements observés mais mériterait d'être vérifiée.

4.4 Bilan : les comportements attendus pour la sécurité des tunnels ne sont pas ceux qui sont observés

De nombreuses connaissances sur les usagers des tunnels et leurs comportements sont disponibles. Ces connaissances restent éparses et ne permettent pas d'élaborer un modèle complet des comportements des usagers. Il existe peu d'explications rationnelles des comportements rapportés et l'on sait finalement peu de choses des déterminants des comportements des usagers.

Il reste que la littérature disponible sur les usagers des tunnels et leurs comportements, qu'elle soit scientifique ou opérationnelle, montre que les comportements attendus par le modèle de sécurité des tunnels ne se vérifient pas :

- **En situation normale**, les usagers ne respectent généralement pas la réglementation en vigueur dans les tunnels et adoptent des comportements non souhaités.
- **En situation de crise**, les usagers ne comprennent pas immédiatement le danger de la situation. Ils ne respectent pas la distance de sécurité attendue, ni les feux d'affectation. Ils ne se comportent pas de manière efficace et n'utilisent pas forcément les équipements de sécurité mis à leur disposition. L'évacuation vers les issues de secours semble ne pas être un comportement naturel pour les usagers qui tendent à rester dans leur véhicule ou à côté, ou qui utilisent d'autres stratégies d'évacuation (par le tube).

La réalité des comportements des usagers semble contredire le modèle de l'utilisateur considéré dans la sécurité des tunnels.

5. Perceptions des usagers par les professionnels de l'exploitation des tunnels

Comment les professionnels de l'exploitation des tunnels perçoivent-ils les usagers et leur contribution à la sécurité ? Cette partie résume le point de vue des professionnels des tunnels sur les usagers qui a été évoqué lors des entretiens et dans les questionnaires renseignés par certains membres du GTFE.

5.1 Les usagers ne se voient pas comme des acteurs de leur sécurité

Selon les professionnels rencontrés, les usagers se montreraient ambivalents concernant la sécurité des tunnels : ils sont à la fois extrêmement exigeants et refusent les contraintes inhérentes aux dispositifs ou dispositions prises par les exploitants pour assurer cette sécurité. Ainsi, les usagers n'accepteraient ni gêne à leur progression ni attente. Ils ont payé et attendent des exploitants qu'ils assurent la fluidité maximale du trafic tout en assurant leur sécurité. Celle-ci est perçue comme un « service minimum » que doit l'exploitant aux usagers, notamment dans les tunnels à péage. Les usagers délègueraient ainsi l'entière gestion de leur sécurité à l'exploitant et ne chercheraient pas à être des acteurs effectifs de cette gestion (incompatibilité avec le rôle qu'ils sont censés jouer au moins en situation normale).

5.2 Les usagers sont ignorants du monde des tunnels, des équipements et des comportements à adopter

Comme indiqué dans l'introduction l'organisation récente des retours d'expérience et les nouveaux équipements (DAI, vidéo) mis en place dans les tunnels permettent sans doute aux professionnels d'avoir une meilleure connaissance du comportement des usagers.

Interrogés à ce sujet dans le cadre du questionnaire, les professionnels se sont d'ailleurs montrés assez pessimistes et unanimes concernant l'état des connaissances des tunnels par les usagers. Pour les professionnels des tunnels, les usagers auraient par exemple une très mauvaise représentation des risques encourus en cas d'incendie sous tunnel (toxicité des fumées, rapidité de progression des sinistres). Cette méconnaissance les empêcherait de comprendre la gravité des événements et les enjeux d'une évacuation rapide pour leur sécurité par des usagers. Les professionnels se sentent souvent démunis à cause de cet état de fait : ils cherchent à s'en prémunir en renforçant la signalisation, la contrainte ou en améliorant leur propre capacité d'intervention (PC central du tunnel du Mont Blanc, navette d'évacuation du Fréjus). Ils ne sont néanmoins pas complètement rassurés par ses démarches et voudraient en savoir davantage (ce qui justifie d'ailleurs le lancement du projet de recherche ACTEURS).

Il semblerait que, globalement, l'ignorance des usagers concernant le système de sécurité, les modes d'utilisation des équipements de sécurité mis à leur disposition et la réalité des dangers du tunnel soit un état de fait.

5.3 Une perception qui dépend de la situation

Selon les professionnels des tunnels rencontrés pour les entretiens et ceux questionnés, l'utilisateur joue un rôle fondamental dans la sécurité des tunnels en association avec le tunnel et ses équipements de sécurité en conformité à la circulaire 2000-63, les PIS et les consignes d'exploitation, les personnels d'exploitation et leur entraînement et le bon état des véhicules empruntant le tunnel.

L'analyse des réponses obtenues à la question « Quels sont les éléments qui contribuent pour vous le plus à la sécurité des tunnels ? » suggère que cette perception de la place et du rôle des usagers dans la sécurité des tunnels diffère selon le type de situation :

- En situation normale, le rôle des usagers vis-à-vis de la sécurité est perçu comme primordial (19% des réponses), tout au moins équivalent au rôle joué par les dispositifs techniques de surveillance (21% des réponses). Ce que confirme par ailleurs l'importance donnée aux informations à leur fournir sur les règles et les conditions de circulation (16% des réponses).
- En situation de crise, le modèle de sécurité évoqué par les professionnels se modifie considérablement puisque ce sont avant tout les capacités de l'organisation à gérer la crise se présentant (notamment par un personnel entraîné à mettre en œuvre un PIS conçu préalablement) qui sont évoquées par les professionnels (36% des réponses). Cette capacité s'appuierait fortement sur les dispositifs techniques de sécurité de gestion de la crise (ventilation, fermeture du tunnel, évacuation des usagers, 22% des réponses) et la capacité technique de surveillance de la situation (14 % des réponse). L'importance donnée à l'interaction entre les usagers et le tunnel via les informations fournies semble perdre de son importance en situation de crise (plus que 14% des réponses au lieu de 35%).

5.4 Des différences de perception selon la catégorie d'usagers

Certaines catégories d'usagers sont perçues comme étant plus problématiques que les autres. Deux systèmes de catégorisation des usagers des tunnels ont été évoqués dans le cadre des entretiens¹³ :

1. Le premier distingue les usagers professionnels des particuliers et s'incarne dans la différenciation établie entre les poids lourds (PL et cars) et les véhicules légers.
2. Le second est relatif à la fréquence d'utilisation des tunnels et distingue les usagers fréquents, souvent assimilés aux usagers locaux, et les usagers occasionnels ou en transit dont le meilleur représentant est le vacancier.

Les usagers locaux et fréquents (transit pendulaire) sont unanimement décriés pour leurs habitudes d'usage du tunnel et les délais de trajets optimisés qui génèreraient chez eux vitesse excessive, sur-confiance et intolérance au regard des aléas de circulation. Concernant la comparaison classique entre les PL (professionnels) et les VL, les chauffeurs professionnels seraient par ailleurs plus respectueux des règles de circulation (vitesses réglementaires, interdistance...) que les particuliers (suggérant ainsi que ce serait plutôt ces derniers qui poseraient les plus gros problèmes d'insécurité dans les tunnels, ce que démentent les dernières grosses catastrophes). Cependant, les choses ne sont pas aussi tranchées puisque certains professionnels des tunnels (majoritairement, les exploitants des tunnels transfrontaliers) présentent les chauffeurs PL comme des usagers disciplinés, respectueux des règles et compréhensifs, alors que c'est un avis opposé qui est affiché par les exploitants des réseaux autoroutiers.

5.5 Bilan : une perception lucide sur la capacité des usagers à mettre en œuvre les comportements attendus

La contradiction mise en évidence dans la partie précédente est clairement perçue par les professionnels des tunnels. Ces derniers ne se leurrent pas sur la capacité des usagers à comprendre l'environnement technologique des tunnels et à mettre en œuvre les comportements attendus pour assurer la sécurité des tunnels.

¹³ On notera que les deux systèmes de catégorisation ne se croisent pas complètement puisque la distinction fréquent/occasionnel n'est appliquée qu'à la seule catégorie des véhicules légers qui est par ailleurs celle qui est perçue le plus négativement par les professionnels des tunnels.

6. Etat du couplage tunnel-exploitant-usagers

Les comportements attendus dans le cadre de la sécurité des tunnels ne sont pas ceux qui sont majoritairement observés dans la réalité. Les professionnels ayant été sollicités dans le cadre des entretiens et du questionnaire du projet ACTEURS montrent une certaine lucidité concernant la relative incapacité des usagers à produire les comportements qu'ils attendent d'eux. Cela amène à questionner dans cette partie l'état du couplage actuel entre les tunnels, les exploitants et les usagers.

6.1 La participation des usagers dans la conception de la sécurité des tunnels

Le couplage tunnel-exploitant-usager passe en premier lieu par la manière dont sont pris en compte les usagers et leurs aptitudes lors des choix des équipements de sécurité et des conditions d'exploitation.

La prise en compte de certains comportements d'usagers est une réalité pour certains choix d'exploitation (ex. envoi d'une navette d'évacuation chargée d'aller chercher les usagers qui restent dans leur véhicule au tunnel du Fréjus ; installation des barrières à proximité des issues de secours puisque les usagers s'agglutinent les uns derrière les autres). Cependant, contrairement à ce qui peut s'observer dans d'autres domaines à risque (ex. l'aéronautique), la participation directe et active des usagers aux choix de conception ou d'exploitation n'est pas une pratique courante dans le monde des tunnels.

Questionnés à ce sujet, certains professionnels jugent ce genre de démarche trop difficile. Et de fait, l'utilisateur est souvent remplacé dans les démarches de conception ou lors des réflexions amont par un usager imaginé ou simulé à partir de modèles très simplifiés. Ces démarches s'appuient largement sur l'expérience individuelle et collective (démarche empirique) mais donne rarement lieu à une validation pouvant garantir la justesse de leurs fondements concernant les déterminants des comportements ou leur efficacité.

6.2 L'information des usagers

L'information des usagers par la signalisation ou par les dispositions prises par les exploitants (signalisation dynamique, radio, consignes distribuées, etc.) un paramètre de couplage entre tunnel, exploitant et usagers particulièrement important. L'information fournie doit effectivement être en mesure d'induire des objectifs d'action clairs et évidents pour les usagers quelle que soit la situation.

Selon les professionnels rencontrés lors des entretiens, les informations fournies par les panneaux de circulation et les plaquettes distribuées suffisent pour garantir que l'utilisateur connaît les règles de circulation et les comportements à adopter en cas de crise. Mais l'ensemble des professionnels des tunnels rencontrés lors des interviews considère aussi qu'il est difficile de communiquer efficacement avec les usagers pour qu'ils intègrent ces règles et adoptent les comportement adéquats. L'hétérogénéité de la population et la difficulté pour les toucher individuellement est souvent évoquée pour expliquer ce manque d'efficacité de l'information des usagers.

Questionnés au sujet des cibles de leur communication avec les usagers, les professionnels qui ont répondu au questionnaire ont précisé qu'aujourd'hui, l'information des usagers concernait le contexte de circulation sur le réseau et dans le tunnel (total pour les conditions de trafic, les travaux et les conditions météo : 47% des raisons affichées de communiquer avec les usagers). La communication sur les règles de circulation et les consignes de sécurité représente 20% des raisons affichées de communiquer avec les usagers et le signalement de danger, 19% des réponses obtenues. Dans les réponses reçues au questionnaire, **la présentation du tunnel et de**

ses équipements n'est pas présentée comme un axe d'information important auprès des usagers¹⁴.

Selon les professionnels qui ont répondu au questionnaire, les moyens d'information les plus efficaces quelle que soit la situation (normale/de crise) sont : les PMV (36% des réponses), les messages radio (24%) et les échanges humains directs (11%).

6.2.1 Informer les usagers à travers la signalisation routière et la signalisation dynamique

L'idée partagée par la plupart des professionnels rencontrés lors des entretiens est que la mise en place des panneaux réglementaires devrait suffire pour garantir l'information des usagers sur les comportements à adopter dans le tunnel¹⁵.

Si la signalisation classique est considérée comme efficace surtout en situation normale, la signalisation dynamique (ex. PMV) trouverait son efficacité lors des situations de crise. Par contre, d'après les professionnels rencontrés, les messages affichés sur PMV ne sont pris en compte que par un faible nombre d'usagers. Certains rappellent par ailleurs qu'ils ne sont pas forcément faciles à percevoir quand on ne connaît pas l'environnement et que l'on se trouve en état de stress. Plusieurs interviewés ont aussi évoqué le risque de banalisation des messages sur PMV et les problèmes de cohérence entre l'information fournie et la réalité.

6.2.2 Informer les usagers grâce aux fréquences radio diffusées dans le tunnel

La réglementation de la sécurité des tunnels préconise de diffuser sur une ou plusieurs fréquences des messages de sécurité associés au tunnel fréquenté. La radio est utilisée pour diffuser, sur une ou plusieurs fréquences, des messages de sécurité associés au tunnel fréquenté. La diffusion de la radio part du principe que les usagers écouteront attentivement les messages diffusés. D'après certains professionnels, les messages diffusés sont parfois perçus comme des messages publicitaires.

6.2.3 Informer les usagers par échange direct

Les usagers peuvent être informés directement par du personnel exploitant. En situation normale, ces échanges sont plutôt rares et souvent laissés à des hôtesses en condition de trafic dense ou lors de campagnes spécifiques de sécurité routière. Ces échanges ont aussi lieu naturellement lors des appels usagers à partir des bornes RAU lorsque l'utilisateur est en difficulté ou donne l'alerte aux surveillants. La communication est jugée difficile, les usagers étant souvent sous le choc de l'événement qu'ils sont en train de vivre.

6.2.4 Informer les usagers en leur distribuant des consignes

Selon les préconisations de la Circulaire 2000-63 et du projet de Directive Européenne, certains exploitants ont fait le choix de distribuer à leurs usagers des plaquettes. Les plaquettes distribuées au péage exposent les consignes de sécurité, les règles de circulation et les comportements attendus en cas de panne, accident ou incendie.

Quatre brochures ont fait l'objet d'une analyse détaillée dans le cadre de la revue de littérature : la brochure éditée par l'AIPCR, « *Best behaviour of road tunnel users* » ; la brochure éditée par la DSCR, « *Conduire dans les tunnels* » ; la brochure proposée par la CCE-ONU, « *Safe driving in road tunnels* » ; et la « carte avion » et la plaquette distribuées à l'entrée du tunnel du Mont Blanc :

¹⁴ Pourtant fournir de l'information à ce sujet aux usagers serait en mesure d'augmenter leur compréhension de l'environnement des tunnels de laquelle découlerait des comportements plus adaptés. C'est par exemple le parti pris de la consigne préconisée par le CCE-ONU et de la démarche « Sécurité, un réflexe de pros » du tunnel du Fréjus.

¹⁵ On rappellera que plusieurs exploitants ont néanmoins mis en place d'autres dispositifs de signalisation pour augmenter la perception des informations par les usagers.

- Le premier constat qui a été formulé à cette occasion est qu'il n'existe aucune harmonie entre les différentes brochures considérées. Par exemple, la notion de distance de sécurité varie d'une brochure à l'autre et aucun consensus ne se dégage sur les instructions nécessaires et suffisantes à fournir aux usagers en fonction des différentes situations rencontrées. En outre, les différentes brochures ne s'accordent pas sur l'ordre de priorité à donner à ces instructions.
- Les brochures étudiées n'établissent pas de distinctions claires entre les règles générales de comportements valables quelle que soit la situation rencontrée sous tunnel (ex. l'interdiction de faire demi-tour) et les comportements à observer dans les situations particulières d'embouteillage, de panne/accident, d'incendie de son véhicule ou d'autre(s) véhicule(s).
- Certains détails des consignes sont apparus discutables, soit directement par leur caractère simpliste et réducteur (ex. : « si vous êtes en panne essayez de sortir du tunnel »), soit parce qu'elles supposent des connaissances et une maîtrise que tous les usagers sont certainement loin de posséder. Par exemple, les usagers sont considérés de manière trop optimiste comme capables de gérer rationnellement le stress induit par l'incendie sur leur véhicule et d'appréhender l'état du sinistre afin de déterminer leurs possibilités de sortie du tunnel. Autre exemple, l'injonction de quitter son véhicule en laissant les clefs sur le contact est contradictoire avec les règles de sécurité personnelle que chacun applique tous les jours pour se prémunir des vols.

Mais le principal problème est que ces brochures sont distribuées au péage, ce qui laisse peu de temps aux usagers, notamment ceux qui sont seuls, pour en prendre connaissance. Leur distribution est aussi très problématique pour les tunnels autoroutiers qui ne disposent pas de péage à l'entrée de leur tunnel.

6.3 La formation des usagers

Tous les professionnels rencontrés dans le cadre des entretiens s'entendent pour rappeler l'importance que les usagers soient éduqués aux tunnels, aux risques tunnel et aux dispositifs de sécurité. Pour la plupart, l'important serait de fournir aux usagers les connaissances de base sur l'utilisation d'un tunnel et ses équipements, complétées localement pour rendre compte des spécificités de chaque tunnel.

La société SFTRF a lancé dernièrement une telle opération de formation des chauffeurs professionnels appelée « Sécurité, une affaire de pros ». Cette démarche s'adresse à la catégorie d'usagers les plus accessibles pour les former au tunnel et développer chez eux une attitude et des comportements plus adaptés notamment lors des premières minutes d'une situation de crise en tunnel.

« Sécurité, une affaire de pros » est une initiative locale et ciblée sur un type de population. Elle ne suffit pas en soit à atteindre les objectifs institutionnels en terme de formation des usagers des tunnels. A ce sujet, tous les professionnels rencontrés ont clairement évoqué que les institutions devaient aussi s'impliquer dans la formation à la sécurité des tunnels : introduction d'éducatifs dans la formation à la conduite, financement de campagnes d'audience nationale sur les comportements à adopter dans les tunnels. Tous reconnaissent néanmoins la difficulté majeure représentée par l'absence de cohérence des ouvrages en termes d'équipements et de règles d'exploitation.

6.4 Le contrôle-sanction

L'utilisation de dispositifs de contrôle et de sanction automatique est un des moyens utilisés pour forcer les usagers à se conformer aux règles de sécurité. Le contrôle de la vitesse est évidemment le premier objectif recherché à travers l'utilisation de ces moyens, à l'instar d'ailleurs de la politique sur l'ensemble du réseau routier. Le contrôle de l'interdistance sera ensuite visé mais les outils techniques le permettant ne sont pas encore homologués (l'interdistance nécessite qu'on mesure 2 véhicules au lieu d'un seul

pour la vitesse et que la violation de la règle soit le fait du véhicule suiveur et non de celui qui est en tête).

Le contrôle sanction a un effet dissuasif important sur les vitesses observées. Néanmoins il ne règle pas tout puisqu'il ne prend les contrevenants qu'après le violation de la règle (et même après la sortie du tunnel). Il est vraisemblable qu'il a un effet dissuasif sur les conducteurs « raisonnables » mais pas sur les conducteurs moins équilibrés (ivres, drogués ou dérangés).

Par ailleurs un effet de second ordre est que les conducteurs habitués connaissent l'emplacement du radar et adaptent leur conduite en conséquence (freinage puis accélération).

6.5 Bilan : un couplage tunnel/exploitant/usager aujourd'hui à renforcer

Des démarches d'amélioration du couplage tunnel/exploitant/usager existent et sont quotidiennement mise en œuvre dans les tunnels. Il s'avère néanmoins qu'interagir efficacement avec les usagers pour obtenir d'eux les comportements attendus pour la sécurité des tunnels est loin de trivial :

- Intégrer les usagers dans les choix de conception et d'exploitation est une pratique difficile à mettre en œuvre et encore peu utiliser dans le monde des tunnels (à l'instar de ce qui peut être observé dans la plupart des domaines industriel en dehors des milieux aéronautiques, nucléaires et de santé ;
- L'information des usagers par la signalisation, les messages radio ou la distribution de consignes n'a pas toujours l'efficacité escomptée ;
- La formation des usagers aux spécificités des tunnels se concrétise aujourd'hui à travers de rares démarches locales qui mériteraient d'être institutionnalisées.
- Le renfort du contrôle-sanction semble aujourd'hui faire ses preuves mais l'évaluation de son efficacité réelle nécessitera encore un peu de recul.

7. Conclusion

7.1 Un constat : le paradoxe de la sécurité des tunnels

Les démarches mises en œuvre dans cette première phase de l'étude « ACTEURS » ont cherché à reconstituer l'image de la place des usagers dans la sécurité des tunnels, telle que se la représente le monde professionnel des tunnels au sens large, c'est à dire l'ensemble constitué par les exploitants, les concepteurs, les régulateurs, les experts, les organismes d'étude, et même les chercheurs intéressés au domaine. L'analyse a pris en compte les règlements produits récemment, ainsi que les résultats et les connaissances apportées par les différentes sources disponibles –expérience en service, retour d'expérience institutionnel, études à vocation opérationnelle, ou recherche à caractère plus académique. Des exploitants et des concepteurs ont aussi été interviewés et questionnés sur une plus grande échelle. Au terme de cette revue, c'est une image paradoxale qui émerge.

D'un côté, **les caractéristiques de conception du tunnel, les systèmes techniques de sécurité mis en place, et les principes d'exploitation qui en découlent, supposent que les usagers adoptent certains comportements bien précis** – respect des interdistances et des vitesses, abandon des véhicules sous certaines conditions, utilisation des niches de sécurité et des issues de secours... - pour assurer un niveau de sécurité des tunnels acceptable. La réglementation prescrit, les concepteurs conçoivent, les exploitants exploitent... sous l'hypothèse de tels comportements, tant pour la prévention des incidents que pour la gestion des crises. Il existe néanmoins une nuance de taille entre prévention et gestion de crise puisque l'attente repose sur un strict respect des règles en prévention, et sur une bonne compréhension de la situation en cas de crise. Il y a de ce point de vue un bon accord entre les différentes parties : exploitants, concepteurs, régulateurs sont en phase pour considérer que d'une certaine façon, dès lors que l'on accepte d'exploiter un tunnel donné, ses caractéristiques de conception induisent une bonne part des stratégies de sécurité. Les marges de manœuvres sont faibles.

De l'autre côté, **les usagers des tunnels ne semblent pas être en mesure de mettre en œuvre dans la réalité ces comportements attendus dont la sécurité des tunnels dépend** souvent de façon critique. C'est ce que montre le résultat tant de l'expérience que des diverses études et enquêtes réalisées sur les usagers et leurs comportements. Les professionnels des tunnels le constatent quotidiennement. Les études et les résultats d'enquêtes sur les incidents et les accidents convergent aussi pour affirmer que les usagers ne produisent pas nécessairement les comportements attendus, n'appliquent pas forcément les règles, n'ont pas forcément le « bon sens » orienté comme on le souhaiterait. Cette lucidité sur la réalité des comportements s'accompagne aussi des premiers éléments d'explication des raisons du décalage entre ce qui est attendu et ce qui est observé : les usagers ignorent tout de la réalité complexe d'un tunnel, ils manquent de connaissance sur les risques, ils transfèrent des comportements acquis à l'air libre, ils sont attachés à leurs véhicules dans tous les sens du terme....

Ainsi donc, le sentiment dominant est que **l'un des acteurs fondamentaux de la sécurité des tunnels s'ignore et ne joue pas son rôle**. De ce point de vue, la sécurité des tunnels n'est pas aujourd'hui optimale.

7.2 La question des stratégies correctrices

Quelles peuvent être les stratégies correctrices ?

Il est sans doute temps de dire que cette question n'est pas propre aux tunnels. Dans tout système socio-technique, la sécurité de fonctionnement repose sur un certain

nombre d'attentes concernant le comportement, voire la performance des « acteurs de première ligne », qu'ils soient conducteurs, contrôleurs, utilisateurs, usagers ou clients. La conformité des comportements réels aux attentes des concepteurs, des exploitants ou des régulateurs constitue une des questions centrales de la sécurité.

Il existe deux grandes stratégies dans ce domaine :

1. La première est celle du contrôle direct sur les comportements et sur les actes par le biais de l'influence et du pouvoir : on pose des règles d'action, et on en cherche le respect à travers l'injonction, la contrainte, la menace de sanction, ou par la conviction, la responsabilisation, la formation...
2. La seconde est celle de l'induction, du contrôle indirect des comportements, du travail sur « l'écologie » des comportements, c'est à dire la conception d'un monde tel que les comportements résultant du couplage naturel des acteurs à leurs environnements d'action soient précisément ceux qu'on attend, comme une chaise invite à s'asseoir.

Que faire alors lorsqu'on est dans un monde, comme celui des tunnels, où les comportements spontanés sont à la fois très variables, apparemment imprévisibles, et bien trop souvent à l'opposé de ce qu'on voudrait ? Les réponses possibles relèvent de l'une ou l'autre des stratégies évoquées précédemment, ou d'un certain dosage entre les deux.

Une première piste est de **renforcer la contrainte**, en renforçant les règles d'action, en produisant de nouvelles règles, et de nouvelles formes de contrainte, de nouvelles pressions. Cette piste a deux limites : premièrement, en augmentant le champ d'action et la force de la règle d'action, on « infantilise » les usagers, on les prive davantage de l'accès au sens de l'action demandée (car chercher à comprendre, c'est commencer à désobéir...), on les rend de plus en plus dépendants d'un guidage venu d'ailleurs, et on crée de nouvelles exigences d'obéissance, ce qui augmente la probabilité de déviance, et appelle donc de nouvelles contraintes. Deuxièmement, plus on règle un système, et moins il est capable de s'adapter à l'imprévu. Plus on diminue le jeu entre les engrenages, et plus le grain de sable devient bloquant. Tant que le monde dans lequel on évolue conserve de l'imprévu (suite à des pannes, des erreurs, des événements ou des situations non envisagées), il est donc impossible de le sécuriser uniquement en lui faisant suivre des règles d'action. A trop avancer sur cette piste de l'action contrainte, on entre donc dans **un cercle vicieux qui consiste à évacuer progressivement les usagers comme acteurs de leur sécurité**, ce qui les rend de plus en plus dépendants du « système tunnel », lui même de plus en plus dépendant de leur obéissance.

Une seconde piste est de **chercher à rapprocher les comportements naturels de ceux qui sont nécessaires à la sécurité**. Cela peut passer par une transformation profonde des exigences en question, grâce à une modification profonde de la conception du tunnel lui-même (sens unique, galerie parallèle, etc..), ou un travail sur les stratégies de secours et les procédures associées. Mais cette démarche trouve rapidement ses limites aux plans technique et économique, en particulier pour les tunnels déjà construits. Cela peut passer aussi par un « habillage » du monde qui le rende plus incitatif vis à vis des comportements attendus. Ainsi, au delà même de la signalisation, la perception des interdistances, la perception de la vitesse, ou la compréhension de la présence d'un refuge et de son mode d'emploi, peuvent être facilités ou gênés par des caractéristiques de conception. Et aussi, on peut « donner du sens au monde » en passant par une formation institutionnelle ou locale, une éducation sur ce qu'est un tunnel, ses risques, les stratégies de protection, au moins en direction d'une partie des usagers (ex. les professionnels de la route).

Mais comportement plus intuitif ne signifie pas pour autant uniformité, absence de variabilité, prévisibilité totale des comportements. La question est donc: pour sécuriser un système comme un tunnel, jusqu'où peut-on, et jusqu'où doit-on, forcer des

comportements, détourner le cours naturel de l'action, tel qu'il résulte de l'interaction entre les individus et leur environnement ? Quand faut-il contraindre, et quand faut-il inciter ? Pour mieux répondre à ces questions difficiles, il est nécessaire de mieux comprendre ce qui détermine le comportement des usagers.

7.3 La suite du projet ACTEURS

C'est à cela que va donc s'attacher la seconde partie du Lot 1 de l'étude « ACTEURS », à travers les démarches complémentaires. En ce qui concerne les comportements en situation normale : enquête auprès d'usagers, observations d'usagers traversant le tunnel, étude des rapports d'exploitation et d'incidents tunnels. En ce qui concerne les comportements en situation de crise : revue de littérature, recueil de témoignage, simulation de situation de crise en tunnel.

Plus tard, le second Lot du projet ACTEURS se nourrira des apports de l'ensemble de ces démarches pour alimenter des réflexions et en déduire des idées, des règles et des principes de conception et/ou d'exploitation des tunnels (et des systèmes techniques qui les équipent) de nature à rendre le comportement des usagers et les hypothèses de conception, au sens large, plus compatibles. Dans les quelques cas où cela s'avèrera nécessaire, une maquette ou un prototype sera réalisé afin de valider le concept expérimentalement, mais dans le cas général, la démarche ira jusqu'au stade de la description fonctionnelle. Il s'agira donc pour l'essentiel de concevoir les fonctionnalités d'un certain nombre d'outils complémentaires ou alternatifs aux dispositifs techniques, organisationnels et réglementaires existants. L'objectif final du projet ACTEURS étant d'améliorer la sécurité des tunnels, d'une part, en faisant des conducteurs des acteurs de leur propre sécurité et, d'autre part, en améliorant l'adéquation des dispositifs de sécurité et des messages d'alerte aux comportements des usagers pour augmenter la capacité de prévention et de gestion d'une situation de crise en tunnel.

La liste des tâches du lot 2 sera établie à l'issue des résultats du lot 1 et par une réflexion incluant toutes les parties prenantes (professionnels, institutionnels...)

ANNEXES

1. ANNEXE 1 : Liste des références consultées pour la revue de littérature

1.1 Réglementation

Assemblée Nationale et Sénat	janv-02	Loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport, aux enquêtes techniques après enlèvement de mer, accident de transport terrestre ou aérien et au stockage souterrain de gaz naturel, d'hydrocarbures et de produits chimiques
Ministère de l'intérieur	déc-81	Circulaire n°81-109 du 29 décembre 1981 relative à la sécurité dans les tunnels routiers
Ministère de l'intérieur	août-02	CIRCULAIRE INTERMINISTRIELLE N° 2000- 63 DU 25 AOUT 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national
Ministères	nov-02	CIRCULAIRE INTERMINISTRIELLE N° 2000-82 DU 30 NOVEMBRE 2000, relative à la réglementation de la circulation des véhicules transportant des marchandises dangereuses dans les tunnels routiers du réseau national
Président de la République	févr-02	Décret no 2000-131 du 11 février 2000 portant publication de l'accord entre le Gouvernement de la République française et le Gouvernement de la République italienne relatif à la création de la commission intergouvernementale franco-italienne pour l'amélioration des liaisons franco-italiennes dans les Alpes du Sud, sous forme d'échange de lettres signées à Paris le 3 août 1999 et à Rome le 21 septembre 1999 (1)
Président de la République	févr-02	Décret n° 2002-199 du 14 février 2002 portant publication de l'accord sous forme d'échange de lettres entre le Gouvernement de la République française et le Gouvernement de la République italienne portant approbation du règlement de la circulation dans le tunnel sous le Mont-Blanc, signées à Paris et Rome les 17 et 23 janvier 2002 (1)
UE	En cours de rédaction	Proposition de Directive Européenne sur la sécurité des tunnels routiers

1.2 Sécurité des tunnels

BIEGER, K-J.	1999	Tunnel rescue for new main lines in the DB network- <i>Tunnel Management International, march 99, pp.15-17</i>
CETU	janv-02	Comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers
Commission Européenne	2002	Le rôle de la Commission dans l'amélioration de la sécurité des tunnels
Commission Européenne	2001	Déclaration commune relative à l'information de la sécurité routière notamment dans les tunnels en zone alpine
Commission Européenne	2002	Application des conventions de 1986 sur la circulation routière et sur la signalisation routière ainsi que sur les accords européens de 1971 les complétant, et amendements concernant ces instruments

ACTEURS Lot 1 - Rapport de recherche n°1- VF

Fabien Coutarel/Laboratoire de Psychologie de l'Université de Bordeaux 2	2001	DEA : Effet de l'intentionnalité sur l'évaluation de la distance de sécurité dans une tâche de jugement de film numérique chez des jeunes conducteurs de moins de quatre ans de permis
Initiative Transport Europe (ITE)	2001	Demandes des ONG à l'UE et aux gouvernements à l'issue du congrès "les dangers du transport" des 23-25 mars 2001 à Locarno/Suisse
INRIS	1998	Transport routier de matières dangereuses - évaluation des risques et comparaison d'itinéraires
IRF	-	Safety in Road Tunnel
KERT, Christian - Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques	2002	Les moyens à mettre en œuvre pour améliorer la sécurité des tunnels routiers et ferroviaires français
MAREC, M.	juin-00	La sécurité dans les tunnels routiers, après la catastrophe survenue le 24 mars 1999 dans le tunnel du Mont-Blanc - <i>TEC, n°159, pp. 16-25, mai-juin 2000</i>
monaconet.com	2001	Convention bilatérale relative à la sécurité dans le tunnel routier Rainier III
MORET, C.	juin-02	Les vérifications techniques avant la mise en service d'un tunnel routier- <i>TEC, n°171, pp.31-36, mai-juin 2002</i>
OFEFP - environnement suisse 2002	2002	Plus de risque, c'est possible mais le risque zéro n'existe pas
OFRU	23-mai-00	Tunnel Task Force - Rapport final
PIARC Technical Committee C-5 "Road Tunnel Operation"	?	Tunnel Fire and Life Safety within the World Road Association (PIARC)
QUATRE, M. & SARDIN, P. -	juin-02	La sécurité dans les tunnels routiers français. Evolution récente des conceptions et de la réglementation - <i>TEC, n°171, pp.24-30, mai-juin 2002</i>
RAY, D	1999	Active and passive safety systems for road tunnels.- <i>International Tunnel Fire and Safety Conference - Rotterdam, 2-3 dec 1999</i>
TESSON, M. & SARDIN P. -	2003	Tunnel Routiers : vers une sécurité renforcée. <i>Techni.Cités - 8 01 2003, pp. 18-24</i>
UN, Economic and social council, Economic commission for Europe, Inland Transport Committee	10-déc-01	Recommendations of the group of experts on safety in road tunnel - Final Report
US Dpt of Transportation, Federal Highway Administration	-	Prevention and control of highway tunnel fire
VARDY A. & WRIGHT K.	1999	Emergency procedures and moral dilemmas. <i>Tunnel Management International, may 99, pp.9-14</i>
VIALA, B	2000	Crise chimique en milieu souterrain .- <i>Méd Catastrophe. Urgence Collective 2000, 3, 208-210</i>
?	2000	Sécurité des tunnels - des tunnels routiers plus sûrs contre le risque d'incendie. Architecture technique, n°5050, 2000
?	-	Etude sur la sécurité du trafic dans les tunnels
?	janv-02	Tunnels : la sécurité soutenue. <i>Moniteur des Travaux Publics, n°5121, 18 janvier 2002</i>
?	nov-02	Prévenir les accidents dans les tunnels routiers grâce au traitement de l'interdistance. <i>Infrastructure et Mobilité, n°18, pp.12-15, nov. 2002</i>

1.3 Usagers, prise en compte des usagers

AIPCR	1995	Le premier tunnel routier - guide du concepteur pour les pays nouvellement confrontés à l'éventualité de tunnels dans leur réseau routier
AMUNDSEN, F.H.	1994	Studies of driver behaviors in Norwegian road tunnels. <i>Tunnelling and underground space technology, vol. 9, n°1, pp.9-17, 1994</i>
Aron, M., Nouvier, J., Robert-Grandpierre A.	2002	La régulation des vitesses : enjeux potentiels, pratiques, et impacts selon les types de réseaux
AVISO Conseil, juillet 1996	1996	ISIS - Le tunnel de la Croix Rousse : Perception, attitudes et attentes des usagers du tunnel
BALTZER, W.	1999	Tunnel operation: is there sufficient user safety? <i>Tunnel Management International, february 99, pp.10-13</i>
Barban-Leroux, C., Ekdahl, T. / INRETS, France et Allog AB, Suède	2000	Microscopic Indicators for Characterising Driver Behaviour
Béda, C.	2001	Conducteurs, votre vie est entre vos mains
Bekiaris, E., Coda, A., Batien, G.	Non indiqué	The use of telematics and interactive evaluation tools establish and advanced and reliable driver training and assessment system
Bosnjak, I., Zupanovic, I., Stefancic, G.	2002	Reducing crash rate on croatian tourist routes using proactive safety information
Boussuge, J.	2002	Produit de formation sur internet pour démontrer le danger du non respect des distances de sécurité
BROCQUET Guillaume	2002	Comportement des usagers dans les tunnels routiers. Rapport de TFE, CETU
Carrea, P., Innocenti, G.	Non indiqué	The integrated safeties approach
CETU	nov-99	Revêtement de pied droits en tunnel routier
Chee Chung Tong and Shih-Pang Chen	Non indiqué	A study of en-route dynamic route choice behavior under the influence of traffic information
CORFDIR - Ministère de l'Équipement / SETRA	2001	Indication de l'interdistance aux usagers dans les tunnels. Expérimentation de balises lumineuses - Rapport d'expérimentation
Cottin, J.-L., Julin, R., Samama, L.	2002	Tunnel du Mont-Blanc évaluation du comportement des usagers lors d'une coupure en tunnel
Del Missier, F., Fum, D, Pani, B.	Non indiqué	Modelling road accidents: an empirical comparison of algorithms for learning bayesian networks
DELHOMME, P.	1993	La modification des comportements insécuritaires de conduite. Des attitudes, des comportements et leurs rapports - <i>Recherche Transport Sécurité, n°41, décembre 1993, pp.25-36</i>
Direction générale Énergie et Transport de la Commission européenne	-	Conduire en toute sécurité dans les tunnels

ACTEURS Lot 1 - Rapport de recherche n°1– VF

EBERL, G.	May 2003 in Hamburg	Psychological aspects of tunnel safety. <i>2nd International Conference on Traffic and Safety in Road Tunnels</i>
Ehmanns, D. , Hochstädter, A. / Institut pour la conduite naturelle et Société de recherche sur la conduite d'Aix-La-Chapelle (vérifier traduction)	Non indiqué	Driver -model of lane change maneuvers
ETIENNE, M.	1991	Lisibilité pour les tunnels. <i>Ingénieurs et Architectes Suisses, n°19, sept 1991, pp.301-307</i>
ETIENNE, M.	1989	La lisibilité pour les tunnels - <i>Journée ATEC : La lisibilité de la route et de la rue de jour et de nuit, é' mai 1989, Lyon</i>
Furuichi, T., Kotani, M., Iwasaki, M.	Non indiqué	Experimental considerations on drivers'speed control characteristics at motorway sag section
Gemini fakta	janv-98	Comfort in tunnel
Heijer, T., Wouters, P.	2002	Application of the concept of situation awareness to road traffic
HUJBEN, J.W.	1999	Designing safe tunnels in the Netherland- <i>International Tunnel Fire and Safety Conference - Rotterdam, 2-3 dec 1999</i>
INRETS/LCPC/Communication et Développement	2001	Etude de la compréhension et du comportement déclaré de conducteurs exposés à la signalisation du tunnel du Vuache - A40
International Seminar Human Factors in Tunnel Safety for the Safety in road and rail tunnels conference, 5 april 2001, Madrid	2001	Human Factors in escape from fire.
Isis	2001	Tunnel du Mont Blanc : Analyse sur simulateur de conduite des réactions des usagers vis-à-vis des dispositifs de signalisation routière
J. Verré	-	Formation des usagers de la route et des conducteurs
Jolic, N.- M., Strumberger, N., Kolanovic, I.	2002	Modelling the functional requirements of ITS human factor
JULIEN, R., Société ISIS	-	Sécurité routière dans les tunnels, les besoins des usagers en situation de conduite
LINGELSER, S. & GUERIN, M.- CETU	1995	Etude de la vitesse des véhicules dans le tunnel de l'Epine - Rapport de recherche
Madsen, J.- R.	2002	Intelligent speed adaptation an analysis of behavioural changes
MARDSEN, A.	1999	Tunnel management and the implication of human behaviour. <i>Tunnel Management International, march 99, pp.30-32</i>
Nakayama, N., Maruoka, K. / Nihon University	Non indiqué	Trial Classification of drives characterisitcs
Olivier, F.-R.	2002	Dispositif anti-contresens de Maison-Brulée sur l'autoroute A13

ACTEURS Lot 1 - Rapport de recherche n°1– VF

RGRA n°796, juin 2001, pp.23-35	2001	Le tunnel de l'A86 et les sciences sociales
RINGSTAD, A.J.,	1994	Perceived danger and the design of underground facilities for public use. <i>Tunnelling and underground space technology, vol.9, n°1, pp.5-7, 1994</i>
Saad, F. / LPC, INRETS	Non indiqué	In-depth analysis of interactions between drivers and the road environment - Contributions of on-board observations and subsequent verbal reports
Seinhoff, C., Kelle, H., Kates, R., Fäber, B., Fäber, B	Non indiqué	Driver perceptions and the Effectiveness of Preventative Traffic Management Strategies
SERRANO, J.M. & BLENNEMANN, F.	1992	Motorist behaviour study for the Gibraltar road tunnel. <i>Tunnelling and underground space technology, vol. 7, n°1, pp. 9-18, 1992</i>
Shimizu, T., Yamada, T.	Non indiqué	An analysis of driver's behaviour at merging section on Tokyo metropolitan expressway with the viewpoint of mixture AHS system
STEYVER, F.	1999	Aspect of human behaviour in tunnel fires - a literature review. - <i>International Tunnel Fire and Safety Conference - Rotterdam, 2-3 dec 1999</i>
THAMM, B.	-	Les facteurs humains dans la sécurité des tunnels routiers - Le comportement des usagers des tunnels. <i>Route/Road, n°314, April 2002</i>
TÖRNROS, J.	1998	Driving behavior in a real and simulated road tunnel - A validation study. - <i>Acc. Anal. And Prev., Vol.30, n°4, 497-503, 1998</i>
TVLINK	-	Tunnel et sécurité : plus jamais ça
Uno, N., Iida, Y., Kawaratani, S.	Non indiqué	A behaviour analysis of driver's route choice under provision of information on traffic accident
VERE, J.	?	Le sur risque statistique des jeunes conducteurs- <i>Formation des usagers de la route et des conducteurs, pp.69-78</i>
Wakasugi, T., Yamada, K.	Non indiqué	Driver reaction time to forward vehicle collision warning - Effectiveness of warning system under awareness level -
Yamamoto, K., Hirata, Y.	Non indiqué	Active safety improvement through effective use of driver's alertness level information
Yamaoka, S., Ohta, T., Tajima, T.	2002	Research & development of driving safety support systems
Zhang, D., Jin, J., Luo, L., Chen, G., Mao, M. / Scol of Transportation Eng. Southest Jiaotong Uiversity	Non indiqué	Effect of driver dynamic visual field on safety driving
?	-	Que faut-il faire en cas d'accident sur l'autoroute ou dans un tunnel ?
?	-	Dans le tunnel
?	-	Correct behaviour in road tunnels

1.4 Documentations opérationnelles

AREA	28/02/2003	AREA - Plan d'intervention et de sécurité
ATMB-VUACHE	?	Plan de secours spécialisé - Tunnel du Vuache
ATMB-VUACHE	déc-99	Etude de sécurité - A40 dans le secteur de Clarafond
ATMB-VUACHE	oct-99	Etude globale de sécurité - Réseau ATMB
GEIE TMB/DST/DEST	mars-02	Tunnel du Mont Blanc : Dossier d'exploitation Sécurité Trafic
Préfecture de l'Ain / Préfecture de Haute Savoie	En cours de rédaction	Règlement de circulation - A40 - A401 - A411
SCETAUROUTE	nov-02	Réhabilitation et modernisation du tunnel du Mt Blanc

1.5 REX et accidentologie tunnel

AMUNDSEN, F.H. & RANES, G.	2000	Studies on trafic accidents in Norwegian road tunnels - <i>Tunnelling and underground space technology, vol. 15, n°1, pp. 3-11, 2000</i>
CETU	?	Tunnel du Vernier
CETU	1999	Rapport interne CETU - Tauern tunnel
CETU	déc-00	Mise en œuvre du retour d'expérience dans les tunnels routiers
CETU - Groupe de travail francophone des exploitants de tunnels routiers	oct-02	Bilan d'activité des tunnels en exploitation 2001
LACROIX, D. - CETU	nov-01	Retour d'expérience sur l'incendie du 24 octobre 2001 dans le tunnel du Gothard - Compte rendu de mission à Berne et au tunnel du Gothard du 29 au 31 octobre 2001
LEMKE, K.	?	Road safety in tunnels. - <i>Transportation Research Record 1740 - paper 00-0155</i>
LINGELSER, S. - CETU	1998	Pannes, accidents et incendies dans les tunnels routiers français - Rapport de recherche
LINGELSER, S. - CETU	mai-02	Retour d'expérience dans les tunnels routiers - Année 2001
Ministère de l'Intérieur - Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement / Ministero dei Lavori Pubblici	-	Rapport commun des missions administratives d'enquête technique française et italienne relatif à la catastrophe survenue le 24 mars 1999 dans le tunnel du Mt Blanc
Ministère de l'Intérieur - Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement	30-juin-99	Rapport de la mission administrative d'enquête technique sur l'incendie survenu le 24 mars 1999 au tunnel routier du Mt Blanc
PUCHER, K.	1999	Fire in the Tauern Tunnel - <i>International Tunnel Fire and Safety Conference - Rotterdam, 2-3 dec 1999</i>
TESSON, M., LINGELSER, S. -	2003	Les apports du retour d'expérience pour l'amélioration de la sécurité dans les tunnels. CETU - <i>2nd conference on traffic and safety in road tunnels - 19-21 may 2003, Hambourg</i>
?	oct-01	Catastofe del San Gottardo

1.6 Divers

alpeninitiative	-	Un second tunnel au Gothard gonflerait le trafic sans résoudre aucun problème
CETU	2002	CETU - Rapport d'activité 2000-2001
Coll.	2002	Initiative parlementaire - Tunnel routier du Gothard / A2. Construction d'un second tube ²
Collectif Alternatives Somport	-	Journal du collectif alternatives somport

ACTEURS Lot 1 - Rapport de recherche n°1- VF

Commission Européenne	2001	Livre blanc - La politique des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix
CROCI, P.	-	Accident du tunnel sous le Mont-blanc.. Analyse de risques
Egger, M. Directeur adjoint office fédéral suisse des routes	-	Sécurité des tunnels - Exposé
GAYSSOT J.- P.	1999	Communiqué de presse - Suites de la catastrophe du tunnel du Mont-blanc
Got C.	2002	Plan gouvernemental de sécurité routière
IRU	2000	Améliorer les infrastructures routières et les flux de trafic
LCPC	-	Schéma directeur 2000-2004 du LCPC - Cinq orientations prioritaires
LIDSTRÖM, M.	?	Using advanced driving simulator as design tool in road tunnel design. - Transportation Research Record 1615
LINGELSER, S. & GUERIN, M.- CETU	1999	Liste des tunnels routiers français - octobre 1999
L'Observatoire FEDRE des Transversales Alpines	-	Tunnel du Fréjus
Service des ponts et chaussées du canton d'Uri	2001	Mesures de gestion du trafic entre Erstfeld et Gösschen - Exploitation du tronçon d'accès au tunnel routier du Gothard ans le canton d'URI
Verdel T.	-	Méthodologie d'évaluatio globale des risques - applications potentielles au génie civil
?	2000	OSIS: Outils de simulation d'incendie en souterrains. Rail International, pp.20-30, juin 2000

2. ANNEXE 2 : Grille utilisée pour la conduite des entretiens auprès des professionnels des tunnels

2.1 Début de l'entretien

SUR L'INTERLOCUTEUR	
<p>Données sur l'interlocuteur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rôle/fonction/missions - Parcours professionnel - Contact avec les autres services - Niveau de contact avec les usagers - Historique d'accidents/incidents 	

2.2 Tunnel et sécurité des tunnels

SUR LE(S) TUNNEL(S)	
<p>Données sur le tunnel :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Type de tunnel - Spécificités techniques 	
<p>Définition du système tunnel :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quelle définition donnée au système tunnel ? - Frontières du système tunnel - Milieux externes et les interactions avec ces milieux 	

SUR LA SECURITE DES TUNNELS	
<p>Définition et caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'une situation normale - d'une situation dégradée - d'une situation de crise <p>A partir de quand passe-t-on d'une situation à l'autre ?</p>	
<p>Sécurité des tunnels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quels sont les événements redoutés - Qu'est-ce qu'un incident tunnel ? Un accident ? - Fonctionnement de la sécurité - Qu'appellez-vous un système de sécurité ? - Quels sont les éléments pris en compte dans le REX ? 	
<p>Si nécessaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rôle des dispositifs spécifiques de sécurité - Place et rôle des usagers dans la sécurité du tunnel - Spécificité du tunnel conçu/exploité - Critère(s) de performance considéré(s) 	

2.3 Sur les usagers

SUR LES USAGERS DES TUNNELS	
Catégories et caractéristiques des usagers du tunnel :	
Comportements types des usagers du tunnel : <ul style="list-style-type: none"> - en situation normale - en situation dégradée - en situation de crise 	
Explication du décalage entre les attentes et la réalité perçue des comportements des usagers	
Interactions avec les usagers <ul style="list-style-type: none"> - en situation normale - en situation dégradée - en situation de crise 	
Pouvoir d'action/sanction sur les usagers	

SUR L'ACCES AUX INFORMATIONS SUR LES USAGERS ET LEURS COMPORTEMENTS	
Quelles sont les sources d'information accessibles : <ul style="list-style-type: none"> - sur les usagers - sur leurs comportements 	
Manques et ce qu'ils aimeraient connaître de plus ?	

2.4 Informations complémentaires

PRECISIONS SUR L'UTILISATION D'UN TUNNEL ET DE SES DISPOSITIFS	
Règles officielles d'utilisation d'un/du tunnel <ul style="list-style-type: none"> - en situation normale - en situation dégradée - en situation de crise 	
Liste des obligations/interdictions des usagers	
Liste et règles d'utilisation des dispositifs de sécurité : <ul style="list-style-type: none"> - Feux de signalisation, PMV, barrières, garages, niches de sécurité, signalétique d'urgence, sorties de secours, ... 	
Comment tous ces éléments sont-ils communiqués aux usagers ?	

SUR LA PRISE EN COMPTE DES USAGERS ET DE LEURS COMPORTEMENTS	
Existence de méthodes de prise en compte des usagers ?	
Prise en compte effective des usagers et de leurs comportements : <ul style="list-style-type: none"> - dans la conception du système tunnel - dans le choix des dispositifs de sécurité et d'interaction avec les usagers - dans la formation du personnel - dans la communication auprès des usagers (normale/dégradée/crise) - dans l'exploitation : procédures, actions de sécurité, d'information, PIS, ... - dans la maintenance - dans la mise en place d'un nouveau dispositif ou d'une procédure d'exploitation - dans le retour d'expérience - dans les exercices de sécurité - ... 	
Avis personnel sur la prise en compte des usagers et de leurs comportements	
Souhais concernant une meilleure prise en compte des usagers	

2.5 Clôture de l'entretien

CLOTURE DE L'ENTRETIEN	
Principales difficultés, anecdotes	
Principales craintes	
En possession d'une baguette magique ?	



3. ANNEXE 3 : Questionnaire envoyé aux membres du GTFE

3.1 Identité

Nom :

Prénom :

Appartenez-vous à : Un organisme d'Etat Lequel :
 Une collectivité locale Laquelle :
 Une société privée
 Autre :

Votre fonction :

3.2 Place de l'Usager dans la sécurité du tunnel

3.2.1 Quels sont les éléments qui contribuent pour vous le plus à la sécurité des tunnels ?

(Exemple : dispositifs techniques de surveillance et GTC ; dispositifs d'évacuation ; dispositifs de communication avec les usagers ; personnel formé et entraîné ; état des véhicules des usagers ; comportement des usagers ; Plan d'Intervention des Secours et procédures de sécurité ; proximité des services de secours ; etc.)

<u>En situation normale</u>	<u>En situation de crise</u>
1.	1.
2.	2.
3.	3.

3.2.2 Quelles règles doivent respecter les usagers dans vos tunnels ? (réponse libre)

<u>En situation normale</u>	<u>En situation de crise</u>
.....

3.3 Comportements EN SITUATION NORMALE

3.3.1 Veuillez évaluer les assertions suivantes :

(Mettez une croix dans une case de l'échelle allant de [1] « Pas du tout d'accord » à [4] « Tout à fait d'accord »)

Pas du tout d'accord Tout à fait d'accord

Les usagers en général

Les usagers se sentent en sécurité dans les tunnels

Les usagers délèguent la sécurité à l'exploitant

Les usagers refusent toutes les contraintes inhérentes aux dispositifs de sécurité (barrière, cadencement, etc.)

1	2	3	4

Pas du tout d'accord Tout à fait d'accord

Le comportement des usagers

Le comportement sur route ouverte est différent de celui observé dans les tunnels

Depuis l'accident du Mont Blanc, les usagers roulent moins vite et respectent la règle d'interdistance

Améliorer le confort du tunnel (éclairage, chaussée, etc.) incite les usagers à prendre plus de risque

Les usagers tendent à réduire leur vitesse lorsqu'ils entrent dans le tunnel

Les usagers respectent la règle d'interdistance en marche

Les usagers respectent la règle d'interdistance à l'arrêt

Les usagers respectent les vitesses réglementaires

Les usagers respectent les feux d'affectation des voies

Les usagers s'arrêtent dès qu'un feu rouge est allumé

Les usagers réduisent leur vitesse à l'approche d'un chantier

1	2	3	4

Pas du tout d'accord Tout à fait d'accord

Le comportement des usagers par catégories

Les chauffeurs professionnels sont plus respectueux des règles de circulation (vitesses réglementaires, interdistance...) que les particuliers

Les chauffeurs professionnels prennent mieux en compte les messages affichés sur PMV que les particuliers

Les chauffeurs professionnels sont plus compréhensifs en cas d'aléas de circulation (attente, alternat, ...) que les particuliers

Les usagers occasionnels sont plus vigilants en tunnel que les usagers fréquents

Les usagers occasionnels respectent mieux les règles de circulation (vitesses réglementaires, interdistance...) que les usagers fréquents

1	2	3	4

3.3.2 Quels sont les comportements des usagers que vous trouvez particulièrement problématiques ?

1. :

.....

Pour quelle(s) raison(s) :

2. :

.....

Pour quelle(s) raison(s) :

3.4 Comportements en situation de crise

3.4.1 Quels sont pour vous les comportements les plus représentatifs des usagers en cas d'alerte incendie ?

Comportements des usagers dont le véhicule a pris feu	Comportements des autres usagers
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____

3.4.2 Quels sont pour vous les comportements les plus représentatifs des usagers en cas d'accident de la circulation ?

Comportements des usagers impliqués	Comportements des autres usagers
1. _____	1. _____
2. _____	2. _____
3. _____	3. _____

3.5 Ce que savent les usagers

3.5.1 Pouvez-vous évaluer les assertions suivantes :

(Mettez une croix dans une case de l'échelle allant de [1] « Aucun usager ne le sait » à [4] « Tous les usagers le savent »)

1 Aucun usager ne le sait	2 Peu d'usagers le savent	3 La plupart des usagers le savent	4 Tous les usagers le savent
------------------------------------	------------------------------------	--	---------------------------------------

En situation normale, les usagers connaissent les règles de circulation sous tunnel (vitesse limitée, interdistances,...)				
Les usagers savent qu'il ne faut pas s'arrêter sous un tunnel				
Les usagers savent que le tunnel est surveillé (par vidéocaméras, etc.)				
Les usagers connaissent les dangers spécifiques aux tunnels				
Les usagers connaissent l'existence des moyens d'évacuation				
En cas d'alerte incendie, les usagers connaissent les règles de comportement et d'évacuation				
Les usagers savent que du personnel est chargé de leur sécurité				
Les usagers comprennent la nécessité de la règle de l'interdistances				
En cas d'incendie, les usagers mesurent l'importance d'une évacuation immédiate				
Les usagers savent utiliser un extincteur				

3.6 Communications avec les usagers

3.6.1 Quels supports de communication utilisez-vous avec vos usagers ?

<input type="checkbox"/> Plaquettes distribuées aux usagers	<input type="checkbox"/> Communication directe (agents de sécurité, péagers, agents de terrain, hôtesses...)
<input type="checkbox"/> PMV	<input type="checkbox"/> Formation des usagers
<input type="checkbox"/> Signalisation en amont du tunnel	<input type="checkbox"/> Site internet
<input type="checkbox"/> Radio	<input type="checkbox"/> Autre :
<input type="checkbox"/> Information presse : tv, radio, journaux	<input type="checkbox"/> Autre :
<input type="checkbox"/> Campagne de presse : tv, radio, journaux	

3.6.2 Pourquoi communiquez-vous avec vos usagers en général ?

<input type="checkbox"/> Pour leur donner les règles de circulation	<input type="checkbox"/> Pour leur rappeler les consignes de sécurité
<input type="checkbox"/> Pour leur donner des informations commerciales	<input type="checkbox"/> Pour signaler un danger (accident, incendie, ralentissement)
<input type="checkbox"/> Pour les informer en cas de travaux	<input type="checkbox"/> Pour présenter le tunnel et ses équipements
<input type="checkbox"/> Pour les informer des conditions de trafic	<input type="checkbox"/> Autre :
<input type="checkbox"/> Pour les informer des conditions météorologiques	<input type="checkbox"/> Autre :

3.6.3 Quels sont pour vous le(s) moyen(s) le(s) plus efficace(s) pour informer les usagers

En situation normale	En situation de crise
1.	1.

2.	2.
3.	3.

3.7 Pour aller plus loin...

3.7.1 Avez-vous déjà fait ou commandé une étude sur les usagers et leurs comportements ?

OUI NON

Si oui, laquelle ?

3.7.2 Quelle réponse sur le comportement des usagers aimeriez-vous que notre étude vous apporte ? (réponse libre)

3.7.3 Quelle proposition feriez-vous pour améliorer la sécurité du tunnel en intégrant les usagers et leur comportement ? (réponse libre)

3.8 Informations complémentaires

Nb de tunnels en exploitation sur votre réseau	
Types de tunnel en exploitation <i>(Veuillez indiquer le nombre de tunnels de chaque type présents sur votre réseau)</i>	... Bi-tube ... Monotube ... Bidirectionnel ... Mono directionnel	... < à 1000 m ... > à 1000 m ... > à 3000 m
Environnement	<input type="checkbox"/> Urbain <input type="checkbox"/> Réseau national	<input type="checkbox"/> Autoroute <input type="checkbox"/> Tunnel transfrontalier
Caractéristiques du tunnel	<input type="checkbox"/> Tunnel courbe <input type="checkbox"/> Tunnel en pente <input type="checkbox"/> Présence d'une bande d'arrêt d'urgence <input type="checkbox"/> Garages <input type="checkbox"/> Péage à l'entrée du tunnel	
	<input type="checkbox"/> Ventilation longitudinale	<input type="checkbox"/> Ventilation transversale
Couverture vidéo	<input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Partielle <input type="checkbox"/> Complète	
Equipements de sécurité	<input type="checkbox"/> DAI	<input type="checkbox"/> Portail thermique
	<input type="checkbox"/> GTC	<input type="checkbox"/> Détecteur d'hors gabarit
	<input type="checkbox"/> Contrôle automatique de vitesse <input type="checkbox"/> Contrôle automatique d'interdistance <input type="checkbox"/> Système de cadencement <input type="checkbox"/> Plots de jalonnement	
	<input type="checkbox"/> Barrières à l'entrée du tunnel	<input type="checkbox"/> Barrières dans le tunnel

	<input type="checkbox"/> Niches de sécurité <input type="checkbox"/> Réseau d'Appel d'Urgence <input type="checkbox"/> Fil d'Ariane		
Système d'aide au maintien de l'interdistance	<input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Balises lumineuses	<input type="checkbox"/> Chevrons <input type="checkbox"/> Autre	
Système d'évacuation	<input type="checkbox"/> By-pass <input type="checkbox"/> Refuges/abris	<input type="checkbox"/> Pressurisés	<input type="checkbox"/> Non pressurisés
	<input type="checkbox"/> Galerie d'évacuation <input type="checkbox"/> Evacuation par la gaine d'air frais <input type="checkbox"/> Sur-signalisation des issues de secours (totems, capotage, ...)		
Organisation des secours	<input type="checkbox"/> Présence sur le site de pompiers professionnels ou volontaires <input type="checkbox"/> Véhicule incendie <input type="checkbox"/> Véhicule d'évacuation		

3.8.1 Quelles situations cherchez-vous à éviter dans le tunnel ? (réponse libre)

1. :

.....

Pour quelle(s) raison(s) :

2. :

.....

Pour quelle(s) raison(s) :



4. ANNEXE 4 : Les sources de connaissances sur les usagers et leurs comportements

A travers les démarches mises en œuvre dans le cadre de cette première tâche du projet ACTEURS, nous avons pu identifier 3 sources principales de connaissances sur les usagers et leurs comportements : l'expérience acquise au titre de l'exploitation des tunnels, le retour d'expérience sur les événements tunnels et les études de terrain ou de laboratoire sur les usagers, leurs attitudes et leurs comportements.

4.1 L'exploitation quotidienne des tunnels

Les exploitants sont les observateurs privilégiés des comportements des usagers. La masse d'informations collectées au quotidien est très importante et constitue l'une des principales sources de connaissances sur les usagers et leurs comportements dans le tunnel. Toutefois, les remontées du terrain sont limitées aux comportements qui sont jugés inadaptés ou inacceptables par les observateurs (filtrage des comportements observés selon leur modèle personnel de ce qu'est un comportement acceptable dans le tunnel). En outre, l'absence de cadre de référence pour comprendre ces comportements rend leur capitalisation et leur exploitation délicate.

4.2 Le REX institutionnel et l'accidentologie tunnel

Le REX institutionnel et l'analyse des événements tunnels constituent deux autres sources importantes de connaissances sur les comportements des usagers, notamment en situation de crise.

En France, les éléments à collecter pour le REX tunnel et concernant les usagers portent sur : les instructions données aux usagers pendant l'événement, l'utilisation des moyens de sauvegarde par les usagers, les comportements des usagers et des différents intervenants et les interdistances existant entre les véhicules arrêtés. La plupart du temps les événements sont expliqués en terme d'erreur humaine ou de comportement inadapté, mais peu d'informations sont collectées sur les déterminants qui ont pu induire ces comportements. On sait peu de choses des usagers impliqués, de leur usage des tunnels (fréquence d'utilisation, objectifs), de leur état d'esprit, ou de leur propre description de l'événement. Par contre, tout est dit sur le lieu d'occurrence de l'accident, le type d'accident (corporel, incendie, ...) la longueur et le type du tunnel, ses équipements, ceux qui n'ont pas fonctionné et les raisons de ces dysfonctionnements, l'organisation des secours et leurs dysfonctionnements.

De même, les enquêtes techniques faisant suite aux grandes catastrophes sous tunnel traitent des conséquences observables des décisions et des actions des usagers et des victimes impliquées : attente dans le véhicule, véhicules côte à côte ou regroupés, absence d'attaque du départ de feu, etc. Elles ne cherchent pas à expliquer ces comportements, même sous la forme d'hypothèses. En revanche, elles formulent des recommandations visant à modifier les comportements jugés inadaptés, rétrospectivement et à la vue de leurs conséquences dramatiques. Conséquemment, sans remettre en cause leur bon sens, aucune analyse ne permet de justifier pleinement la pertinence des recommandations formulées, ni ne permet de mesurer leur impact potentiel sur les comportements des usagers. Ces recommandations sont quasiment identiques pour les grands événements considérés (Mont Blanc, Tauern et St Gothard) : renfort de l'information des usagers, formation des usagers aux tunnels, renfort des règles de distance de sécurité et renfort du contrôle/sanction. Elles renvoient à un modèle simplifié des tâches de l'usager des tunnels : ne pas dépasser les limites de vitesse, maintenir une certaine distance et évacuer en cas de problème.

4.3 L'étude des usagers et de leurs comportements

4.3.1 Les études opérationnelles

Les études opérationnelles répondent concrètement à une problématique « usager » précise pour un tunnel donné. Ces études, généralement commanditées par les exploitants, impliquent plus ou moins directement des usagers pour nourrir une réflexion portant sur l'amélioration de la sécurité et du confort du tunnel.

Dans le cadre de la revue de littérature, 5 études opérationnelles ont été analysées :

- **Etude de la vitesse des véhicules dans le tunnel de l'Épine (CETU, 1995) :** L'étude avait pour objectifs : 1) d'étudier les différences de comportement des usagers concernant la vitesse entre les deux tubes et 2) d'étudier l'influence des différents régimes d'éclairage sur la vitesse des usagers. L'étude a, entre autre, mis en évidence une différence de vitesse entre le tube nord et le tube sud. La vitesse est plus élevée dans ce dernier qui présente un revêtement étanche, des piédroits peints et un profil en long plus irrégulier que le second (majoritairement en pente descendante). Aucun effet du régime d'éclairage n'a pu être mis en évidence.
- **Enquête sur la perception, les attitudes et les attentes des usagers du tunnel de la Croix-Rousse (ISIS, 1996) :** 6 usagers réguliers du tunnel et 6 usagers occasionnels ont été réunis deux fois. L'analyse a porté sur les verbatims des participants concernant les difficultés rencontrées dans le tunnel, la conduite sous le tunnel, le repérage des équipements, la situation de panne, ... L'étude a entre autres permis de montrer que les usagers occasionnels étaient plus préoccupés par des questions de sécurité (clarté, aération, séparateur central) alors que les usagers fréquents donnent priorité au confort d'utilisation du tunnel.
- **Etude de la compréhension et du comportement déclaré de conducteurs exposés à la signalisation du tunnel du Vuache (INRETS-LCPC-Com. et dev., 2000) :** Etude sur la perception des panneaux de signalisation du tunnel du Vuache par un panel d'usagers professionnels et particuliers mis en situation expérimentale d'interprétation des panneaux présentés pendant des délais très courts (simulant le passage à différentes vitesses). L'étude a permis de simplifier le dispositif de signalisation pour augmenter la lisibilité et la compréhension des informations présentées.
- **Indication de l'interdistance aux usagers dans les tunnels – Expérimentations de balises lumineuses (SETRA, 2000) :** Plusieurs systèmes d'aide au maintien de l'interdistance basés sur l'implantation de balises lumineuses espacées ont été testés dans le tunnel du Frejus. Les usagers ont été impliqués dans la validation des systèmes à travers une enquête postale dans un premier temps, et à travers une interview à la sortie du tunnel. C'est le système de balises lumineuses implantées tous les 150m qui a été retenu car il a été le plus apprécié des usagers.
- **Tunnel du Mont Blanc : analyse sur simulateur de conduite des réactions des usagers vis-à-vis des dispositifs de signalisation routière (ISIS, 2001) :** L'étude avait pour objectif de tester sur simulateur de conduite la réaction des usagers à de nouveaux dispositifs de signalisation routière événementielle. Plusieurs usagers (professionnels/particuliers) ont utilisé un simulateur de conduite dans deux scénarii différents (incident vs. incendie) et ont répondu à un questionnaire sur les dispositifs de sécurité. L'étude a montré que l'installation de barrières était un système très efficace pour arrêter les véhicules et que les usagers avaient tendance à s'agglomérer derrière ces barrières qui ont été alors placées à proximité des refuges.

Bien que peu nombreuses, si l'on se fie à la recherche documentaire réalisée pour la revue de littérature et aux réponses obtenues lors des entretiens et des questionnaires passés auprès des professionnels des tunnels, ces études génèrent des connaissances particulièrement pertinentes pour améliorer la sécurité des tunnels ou leur confort.

4.3.2 Les enquêtes auprès des usagers des tunnels

De nombreuses références étudiées lors de la revue de littérature renvoient ou exposent des résultats d'enquêtes réalisées auprès des usagers (entretien direct ou téléphonique, questionnaires proposés aux péages ou envoyés par voie postale). Ces enquêtes cherchent généralement à mettre en évidence la perception que se font les usagers des tunnels, de leurs équipements, de leur confort et de leur sécurité. L'objectif est de mieux comprendre les attitudes des usagers vis-à-vis des tunnels et d'en déduire des pistes d'amélioration du confort et de la sécurité d'un tunnel en particulier ou des tunnels en général (cas des études norvégiennes).

Les résultats de ces enquêtes sont très souvent exprimés en terme de statistiques qui nous permettent d'apprendre :

- qu'un faible pourcentage d'interviewés redoute d'emprunter un tunnel ;
- qu'un autre faible pourcentage se sent oppressé dans les tunnels ;
- que la plupart des usagers adopteraient les comportements adéquats en cas d'incendie ;
- que la plupart écoutent la radio ;
- etc.

La variété des résultats d'une enquête à l'autre est très importante. Il arrive que certaines enquêtes se contredisent (ex. opinions contraires exprimées dans 2 études différentes sur le caractère désagréable de la traversée d'un tunnel). Cependant, complétées d'une analyse de l'accidentologie, d'observation et de campagne de mesures, ces études permettent de dégager des caractéristiques des usagers et de leurs comportements qu'il est important d'étudier en détail pour mieux en comprendre les déterminants.

4.3.3 Littérature scientifique

Un usager des tunnels est d'abord un conducteur. Il existe une abondante littérature scientifique sur l'activité de conduite qui n'est que faiblement représentée par les références retenues dans le cadre de la revue de littérature. Dans la mesure où elles ne concernent pas directement le sujet des usagers des tunnels et leurs comportements, elles n'ont pas donné lieu à analyse.

Peu de références concernent directement les tunnels et leurs usagers. Les travaux étudiés dans le cadre de la revue de littérature portent pour la plupart sur le plus ou moins grand respect des limitations de vitesses et de la distance de sécurité en tunnel. Peu de choses sont néanmoins évoquées sur les déterminants externes ou internes des comportements de respect des règles de circulation.

A noter tout de même, les travaux exemplaires menés par le TNO dans le 2nd Benelux Tunnel (Rotterdam) au cours desquels des usagers ont été mis en situation simulée de crise tunnel avec un minimum de consignes. Cette étude a été citée comme référence pour intégrer les comportements des usagers dans les Etudes Spécifiques de Danger. Dans le cadre du projet ACTEURS, cette étude est une référence incontournable pour la revue de littérature sur les comportements des usagers en situation de crise et pour l'organisation d'un exercice sous tunnel à la fidélité renforcée. Elle sera développée dans le cadre des tâches ultérieures consacrées aux comportements des usagers en situation de crise.

4.4 Bilan : des sources de connaissances peu homogènes

Un constat a rapidement émergé des lectures réalisées et de l'analyse du contenu des entretiens et des questionnaires : les connaissances sur les usagers et/ou sur leurs comportements sont loin d'être homogènes. Les connaissances issues des observations qui ont pu être réalisées sur le terrain ou tirées de l'analyse rétrospective des événements tunnels se fondent sur des occurrences particulières de comportements et d'attitudes dont il faut contrôler prudemment la généralisation. A l'inverse, les connaissances issues des démarches scientifiques ou systématiques s'appuyant sur un cadre de référence théorique et méthodologique autorisent la généralisation dans ce cadre. Elles restent cependant peu nombreuses aujourd'hui.

Pièce jointe 1

Compte Rendu de Réunion

15 Septembre 2004

OBJET DE LA REUNION	DATE DE LA REUNION
---------------------	--------------------

Comité d'Experts
15 septembre 2004

REDACTEURS	PROCHAINE REUNION
------------	-------------------

Algoé
A fixer en janvier 2005

REPRESENTANTS	SOCIETES	TEL / FAX / MAIL	PRES.	ABS.	DIFF.	CONVOCAT.
Frédéric Ricard	ATMB	frederic.ricard@atmb.net	X		1	X
Philippe Warin	IEP Grenoble	philippe.warin@upmf-grenoble.fr	X		1	X
André Nicolas	ESCOTA	direction.exploitation@escota.net	X		1	X
Gilles Malaterre	INRETS	gilles.malaterre@inrets.fr	X		1	X
Jean Luc Wybo	Ecole des Mines de Paris	jean-luc.wybo@cindy.ensmp.fr	X		1	X
Marie Thérèse Goux	DSCR	marie-therese.goux@equipement.gouv.fr	X		1	X
Mickaël Holewijn	TNO	holewijn@tm.tno.nl		X	1	X
Sylvie Lavedrine	CETU	Sylvie.Lavedrine@equipement.gouv.fr	X		1	X
Jean Paries	Dedale	jparies@dedale.net	X		1	X
Alain Noizet	Dedale	anoizet@dedale.net	X		1	X
Thierry Bertail	Algoé	thierry.bertail@algoe.fr	X		1	X
Guillaume Trahant	Algoé	guillaume.trahant@algoe.fr	X		1	X

PIECES JOINTES – AVIS D'EXPERTS

Gilles Malaterre	INRETS
Mickaël Holewijn	TNO
Philippe Warin	IEP Grenoble
Marie Thérèse Goux	DSCR
Jean Luc Wybo	Ecole des Mines de Paris
André Nicolas	ESCOTA

SOMMAIRE

1. Préambule	2
2. Avis du Comité d'experts sur le rapport de recherche T1.1	2
3. Comportement des usagers en situation normale	3
4. Comportement des usagers en situation de crise	4
5. Programme du lot 2	4

1. Préambule

Les rapports d'étude suivants sont attendus dans le cadre du lot 1 du projet Acteurs :

- **Rapport de recherche T1.1** : Ce que savent les professionnels concernant le comportement des usagers dans les tunnels,
- **Rapport de recherche T1.2** : Les comportements des usagers en situation normale dans les tunnels,
- **Rapport de recherche T1.3** : Les comportements des usagers face à une situation de crise dans les tunnels.

L'avis du Comité d'experts sur chacun de ces rapports permettra à la DRAST, co-financeur du projet dans le cadre du PREDIT, d'afficher son soutien technique aux travaux qui ont été menés dans le lot 1 et de valider la possibilité d'engager le lot 2.

Les objectifs de cette première réunion sont :

- de formuler l'avis du Comité d'experts sur le rapport de recherche T1.1. Cet avis sera composé des remarques faites par écrit avant la réunion (cf. documents joints) et de ceux formulés en séance qui sont consignés dans le présent compte-rendu,
- de recueillir des commentaires sur les rapports d'études en préparation afin d'en tenir compte dans leur rédaction finale (rapports T1.2 et T1.3).

La prochaine réunion du Comité d'experts est prévue en janvier 2005 pour formuler un avis sur les rapports T1.2 et T1.3.

2. Avis du Comité d'experts sur le rapport T1.1

2.1. Remarques générales

Le Comité d'experts souligne la qualité du travail réalisé tant sur la méthodologie retenue que sur l'analyse des textes et des interviews. La démarche engagée dans le projet ACTEURS permet d'apporter un éclairage nouveau par rapport aux études strictement techniques menées dans le domaine des tunnels.

Ce premier rapport analyse ce que savent les professionnels concernant le comportement des usagers dans les tunnels. Il permet d'identifier une différence entre les comportements attendus dans le cadre de la réglementation et ceux observés par les professionnels des tunnels.

Les résultats présentés doivent néanmoins tenir compte du changement observé par les professionnels après les accidents graves intervenus à la fin des années 90.

Une nuance est à apporter dans les solutions proposées afin de ne pas remettre en cause l'ensemble du travail mené jusqu'à présent et qui a abouti à la réglementation actuelle. Néanmoins, l'étude fait clairement apparaître la nécessité de mieux associer les usagers dans la conception et la réglementation des tunnels.

2.2. Axes de travail complémentaires :

Les propositions faites par le Comité d'experts ne remettent pas en cause la rédaction actuelle du rapport T1.1 mais proposent des pistes pour la suite du projet. Parmi celles-ci, il pourrait être intéressant :

- de détailler l'analyse du cadre réglementaire en se basant sur la hiérarchie des textes des plus forts aux plus faibles afin de repérer si la déclinaison des exigences du général au particulier est effective, d'identifier les différences, omissions ou contradictions et de mesurer la marge d'évolution selon le niveau des textes remis en cause,
- au delà de l'analyse de la situation normale et la situation de crise, d'analyser la phase de transition, la période où l'on change de mode de fonctionnement. L'objectif serait de rendre le tunnel le plus résilient possible afin qu'un incident puisse être absorbé par le système sans conduire à une situation de crise.
- de travailler sur le déclenchement de comportements particuliers attendus en situation de crise (responsabilité de l'exploitant à l'image du Capitaine de navire, facteurs de déclenchement).
- de mieux explorer les effets de groupe sur les comportements des usagers en situation normale, transitoire et de crise.

Pour la suite du projet Acteurs et pour identifier des leviers d'action, il paraît important :

- de détailler l'analyse des comportements selon des catégories d'usagers (usagers fréquents / occasionnels, professionnels / particuliers...),
- de distinguer les comportements génériques des comportements atypiques et notamment ceux susceptibles de provoquer des situations de crise,
- d'établir une taxonomie des tunnels.

Une analyse des incidents selon leur fréquence et le risque qu'ils représentent permettrait également de fixer des priorités dans leur traitement.

3. Comportement des usagers en situation normale

Au delà de l'analyse critère par critère, la corrélation des réponses par typologie d'usagers pourrait permettre d'identifier des populations à risque et de prévoir des actions ciblées.

L'enquête met en évidence des comportements annoncés qu'il serait intéressant de valider par l'analyse des comportements en situation réelle.

L'expérimentation prévue initialement dans le lot 1 n'a pas été conduite, mais les résultats de l'enquête pourront être croisés avec le recueil des témoignages prévus dans la partie T1.3 du lot 1. Dans une étape ultérieure, ces résultats pourraient être confrontés aux résultats de l'analyse des exercices réalisés régulièrement par les sociétés concessionnaires d'autoroutes.

4. Comportement des usagers en situation de crise

Les premières interviews réalisées apportent des informations très enrichissantes sur les comportements en situation de crise, mais l'avancement de cette partie du lot 1 est confrontée à la difficulté d'identifier des personnes à interviewer.

Si les interviews prévues ne peuvent être réalisées dans le temps imparti, le rapport T1.3 sera principalement réalisé sur la base de l'étude bibliographique.

5. Programme du lot 2

En complément des thèmes de recherche proposés en séance et des sujets évoqués précédemment, les pistes suivantes sont citées :

- donner de la légitimité aux usagers qui ont un rôle d'entraînement à jouer (à identifier selon la typologie d'usagers),
- mettre en place une identification simple du type de tunnel par les usagers (ex. par un code couleur),
- préciser les clés de succès dans la définition de l'ambiance d'un tunnel (sombre / clair...),
- travailler sur la conception / re-conception du système tunnel en ouvrant le champ à des partenaires représentant les autres parties prenantes (bureaux d'étude, constructeur, organismes de certification, forces de l'ordre, ...),
- travailler sur le retour d'expérience : comment l'enrichir et comment favoriser le partage d'expérience quotidienne entre les sociétés.

Pièce jointe 2

Comité d'Experts

Avis des experts sur le rapport de recherche T1.1

Gilles Malaterre	INRETS
Mickaël Holewijn	TNO
Philippe Warin	IEP Grenoble
Marie Thérèse Goux	DSCR
Jean Luc Wybo	Ecole des Mines de
André Nicolas	ESCOTA

G. MALATERRE – INRETS

De : Gilles Malaterre [mailto:malater@inrets.fr]

Envoyé : mardi 7 septembre 2004 15:51

À : RICARD Frédéric

Objet : Re: Document de synthèse des études d'ACTEURS , part ie T1.2

Bonjour,

Suite à votre demande, je vous envoie un avis écrit sur le rapport de lot 1. Mes autres remarques concernent surtout les autres parties et je les ferai lors de la discussion du 15 septembre.

Très cordialement

GM

J'ai pris connaissance avec beaucoup d'intérêt de ce premier rapport qui portait sur le point de vue des professionnels sur le comportement des usagers.

Le travail a été fait très méthodiquement et dresse un bon bilan de la situation actuelle. Il fait bien la distinction entre les situations normales et les situations de crise, et fait apparaître le manque d'uniformité entre les consignes fournies à l'usagers dans les différents tunnels entrant dans le champ de l'étude.

La partie un peu faible du rapport concerne le lien entre les spécificités de chaque tunnel et les consignes fournies aux usagers. Il m'aurait paru souhaitable de faire expliciter comment les contraintes physiques et autres ont déterminé des choix qui eux-mêmes se sont traduits par la détermination de comportements attendus et donc de consignes. Des consignes différentes peuvent en effet provenir de fortes spécificités locales mais aussi de modèles implicites de l'usager différents selon les exploitants.

Cette diversité permet-elle à l'usager de se forger une représentation générique du comportement en tunnel, qu'il puisse ensuite adapter et instancier en fonction de spécificité locales ? C'est ce que la suite de la recherche devrait éclairer.

C'est donc la partie description de l'infra et de l'environnement visuel et lien avec les comportements attendus (vision de l'exploitant) et réels (observations) qu'il conviendrait de renforcer de mon point de vue.

Mes remarques ne retirent rien à la qualité du rapport fourni, qui me paraît avoir rempli ses objectifs et être publiable avec quelques corrections de détail.

--

Gilles Malaterre

Directeur de recherche

INRETS, 2 av. du Général Malleret-Joinville 94114 Arcueil-Cedex France

tel + 33 (0)1 47 40 73 66 fax + 33 (0)1 45 47 56 06

e.mail gilles.malaterre@inrets.fr

(Eudora 5.1, Mac OS 9, Word 98)

Michael HOLEWIJN - TNO

De : Michael Holewijn [mailto:holewijn@tm.tno.nl]

Envoyé : mardi 14 septembre 2004 11:35

À : RICARD Frédéric

Objet : Re: réunion ACTEURS du 15 septembre

Dear Frederic,

Due to some urgent organisational demands I am not able to come to the meeting. However, I want to send you my comments/vision on the documents

First let me start with a compliment on the scientific level and details of reports send so far. I think this is the way to tackle the problem(s). However, based on previous results on similar studies I want to give some important conclusions

1) the opinion of what drivers & passengers say they know and will do during catastrophe is not what they will actually do during exposure. This information is to be used as a check what aspects of (missing) information should be given through public channels. The message should than be given by means of simple text and a visual modality

2) Concerning signs and procedures is extremely helpful that for all tunnels they should be identical. Standardisation increases recognition. A lot of scientific work has to be done on adequate interaction by means of signals and voice messages with the car occupants. We are e.g. now looking at the effects of audio signals above doors, having also directional aspects

3) Based on the analyses of occupants behaviour, define which technological solutions are possible to correct 'incorrect' are information needs of the passengers. Define (and political accept by those who are in charge for this) also standard catastrophe scenario's which have to be coped with and also quantify what is seen as 'ability to cope for o.s.'. This can be seen as e.g.

- 95% normal population should be able to react within ... sec/min, find an exit within .. seconds etc
- visual disabled people should be able to find an exit within .. sec/min.
- other types of physical disabled persons should ..

This is very difficult to do but it should be clear to those who are political responsible which levels are accepted and also which costs/investments are coupled which what level of security

4) Aligns all plans of security services so that is clear who is responsible for which aspects. Also make an general information 'environment' so that everybody has the same common situation awareness. This can be done by running the different scenario's as defined under point 3 with all key players. Define which information should be on it and who is allowed to put information on, and who wants to draw information

I hope that this will be useful for the discussion so far

Michael Holewijn

ACTEURS - Réunion du Comité d'experts du 15 septembre 2004

Le présent avis prend en compte l'ensemble des documents reçus¹ et ne se limite pas à la lecture du Rapport de recherche n°1 V6 du 20 juillet 2004. Il examine par conséquent des travaux dont les résultats débordent l'objectif du Rapport (tâche 1 du Lot 1 : *Faire le point sur ce que savent les professionnels...*).

Le Rapport de recherche n°1 synthétise de façon claire le renforcement de la réglementation relative à la sécurité des tunnels et met bien en avant le pari d'un usager éduqué, c'est-à-dire incorporant et respectant les comportements que l'on attend de lui, et sur lesquels repose pour une bonne part la logique de sécurité qui est à l'œuvre. Le Rapport présente avec le même soin les points de vue des professionnels de l'exploitation des tunnels. En particulier, il rend compte de leurs critiques à l'égard des comportements des usagers, au vu des écarts constatés avec la réglementation qui devrait être connue et respectée. Partant de là, les auteurs développent l'hypothèse selon laquelle la sécurité des tunnels est paradoxale dans la mesure où elle repose en partie sur la nécessité impérieuse d'observer des comportements de prudence qu'une majorité d'usagers ne connaît pas et ne respecte pas. Deux pistes sont aussitôt dégagées, celle du renforcement de la contrainte et celle de l'éducation.

C'est sur ce raisonnement d'ensemble que porte cet avis proposé à la discussion du Comité.

Quelle que soit la piste envisagée pour une stratégie correctrice, le Rapport insiste sur le besoin de renforcer le couplage à l'usager, par de nouvelles actions d'information, de formation, et de contrôle/sanction. La façon d'aborder la question du couplage, qui est au cœur du projet ACTEURS, découle ici entièrement de l'analyse des points de vue critiques des professionnels de l'exploitation (qui constitue à ce stade du rendu le principal matériau exploité par les auteurs). L'effort de couplage qui est à faire, passe, selon eux, par un travail d'information répété sur les lieux du trafic mais aussi en dehors. Améliorer la préparation des usagers au passage des tunnels (un trajet perçu comme particulier et parfois comme anxiogène : cf. Verbatim en annexe du Rapport de Puissance N) apparaît comme une action déterminante.

A lire le Rapport intermédiaire T1.3.1. Bibliographie, on est conforté dans cette présentation des choses. La très riche recension bibliographique montre que les comportements des usagers en situation de crise ne sont pas irrationnels même s'ils apparaissent comme illogiques (inefficaces ou dangereux). En revanche, ils sont complexes et donc difficiles à contrôler *in situ*, car déjà pré

¹ Lus dans l'ordre suivant :

- Dossier d'information. Programme de recherche appliquée sur le comportement des usagers en tunnel en situation normale et de crise. Juillet 2004.
- ACTEURS 1.2.2. Analyse des Evénements d'Exploitations
- Projet ACTEURS T1.2.3. Observations en situations réelles. Synthèse des observations – 20 juillet 2004.
- Projet ACTEURS. Enquête à grande échelle auprès des usagers des tunnels, avril-mai 2004. Rapport final. Puissance N.
- ACTEURS Lot 1. Rapport intermédiaire T1.3.1. Bibliographie.
- Lot 1. Rapport de recherche n°1. Point sur ce que savent les professionnels des tunnels des connaissances et comportements des usagers des tunnels. V6, 20 juillet 2004.

formatés par une diversité de facteurs mais aussi sensibles aux conditions du moment qui ne sont pas toutes prévisibles (voir en particulier la partie 5 « Psychologie et sociologie d'une évacuation de tunnel en situation »). Cela étant, la recension bibliographique insiste sur le poids de l'information parmi les facteurs explicatifs. Au vu de la littérature, les comportements des usagers des tunnels en situation de crise dépendent étroitement de leur perception et gestion immédiate des informations déjà stockées et reçues *in situ*.

Autrement dit, le Rapport se situe dans le prolongement des travaux sur les comportements en situation de crise, pour mettre en avant l'importance de l'information donnée aux usagers, et pour en faire le principal élément du couplage. C'est dans le détail de cette hypothèse que les documents, et en particulier la présentation bibliographique, sont particulièrement riches et utiles aux commanditaires du projet ACTEURS, car ils mettent l'accent sur des dimensions qui semblent importantes. Deux exemples :

- N'est-il pas intéressant de creuser davantage la question des « biais cognitifs » mais aussi celle des « biais de conformité » pour comprendre les comportements des usagers en matière de vitesse et de distance entre véhicules (sur lesquelles notamment porte la réglementation) ? Du coup, de tenir compte davantage de variables relatives à la fréquence d'usage des tunnels (en général ou de certains en particulier) et du type de véhicules pilotés (et pour une bonne part du caractère professionnel de certaines catégories d'usagers : conducteurs de PL, de car, de VL spéciaux : ambulances, taxis, ...), car selon l'expérience et le « statut » de l'utilisateur les biais ne sont probablement pas les mêmes. Ceci, à toutes fins utiles pour des actions de formation et d'information, dans les perspectives « éducatives » déjà mises en place et signalées dans le Rapport.
- Il y a beaucoup d'enseignements à tirer des travaux cités de Bryan (Bibliographie p. 12) et de Bickman (p. 13) sur les effets négatifs (sinon catastrophiques) de certaines informations permanentes qui signalent des interdits en situation normale, mais qui, en situation de crise, ne peuvent plus être interprétées positivement. A-t-on tiré toutes les leçons sur la dangerosité en situation de crise d'informations utiles en situation normale ?

Cela étant, parmi les documents fournis, on peut trouver des éléments qui viennent pondérer cette hypothèse, et ainsi éventuellement élargir les pistes d'action proposées en fin de Rapport n°1.

En particulier, l'enquête à grande échelle auprès des usagers des tunnels », mais aussi la synthèse des observations embarquées dans le véhicule de 16 usagers (qui intéressent plutôt les tâches 2 et 3 du Lot 1 : *Mieux comprendre l'activité des usagers en utilisation normale ; Mieux comprendre les comportements des usagers en situation de crise*), sont intéressantes parce qu'elles rendent compte de probables récurrences dans les comportements des usagers, à partir desquelles une autre piste (sinon conception) d'amélioration de la sécurité des tunnels peut être envisagée.

L'enquête à grande échelle auprès des usagers des tunnels met en exergue « les comportements spontanément adoptés » des usagers dans trois situations de crise (« Départ de feu sur son propre véhicule », p.59-66 ; « Départ de feu sur le véhicule qui précède », p. 67-71 ; « Alerte incendie », p. 72-74). Il s'agit de données déclaratives (d'où un écart possible sinon probable entre l'opinion et le comportement réel, dont il faut bien sûr tenir compte). Toutefois, ces données indiquent que très majoritairement les comportements qui seraient adoptés dans ces trois situations ne consistent pas principalement à rechercher des informations particulières.

En effet, si on regroupe les réponses, on s'aperçoit que les réponses choisies parmi celles proposées ne renvoient pas à un besoin d'informations : c'est le cas à 96% pour la première situation (p. 59), à 98,5% pour la deuxième (p. 67), et à 72,5% pour la troisième (p. 72). Les « Je m'arrête et j'attends les instructions de l'exploitant », « Je continue pour voir ce qui se passe », « Je m'arrête et j'attends l'intervention des secours », « Je garde ce que les autres font », sont très peu choisis parmi les réponses proposées dans les QCM. Autrement dit, suivant la typologie des comportements de fuite/arrêt, les « arrêts passifs » dans lesquels l'attente ou la recherche d'informations a une place centrale (p.75), ne sont pas significatifs des « comportements spontanés » que les usagers prétendent adopter s'ils étaient confrontés à l'une ou l'autre de ces situations de crise.

Ceci dit, ces résultats ne posent-ils donc pas un problème par rapport à l'idée reprise dans le Rapport selon laquelle le couplage à l'utilisateur passe essentiellement par l'information ? Ne mettent-ils pas en cause la pertinence même des pistes d'action envisagées en fin de rapport ? En clair, comment concevoir utilement une amélioration de l'information, si les usagers déclarent massivement qu'en cas de situation de crise ils adopteraient spontanément des comportements qui ne sont pas tournés vers la recherche d'informations ? A mon sens **le principal paradoxe** est là, dans l'examen de ces résultats d'enquêtes déclaratives, plutôt que dans l'incapacité des usagers à appliquer les comportements qu'on attend d'eux en cas de crise (p. 28 du Rapport).

La question n'est tant que les usagers soient rétifs aux consignes², mais que la politique de sécurité dans les tunnels est fondée sur une logique qui nie cette évidence. En effet, suivant cette politique il s'agit de faire adopter les « bons comportements », soit en renforçant la contrainte d'obéissance, soit en persuadant en douceur, sans pour autant demander aux usagers leur avis : le Rapport montre bien comment « *la sécurité des tunnels est réglée a priori* » et que « *le rôle joué par les usagers dans la sécurité des tunnels n'intervient pas directement dans le choix des scénarios* » (p. 16-18). Or cette logique mérite d'être interrogée. Si des comportements spontanés sont prédictibles ne serait-il pas utile d'en tenir compte, c'est-à-dire de modéliser des scénarios de protection à partir d'eux, plutôt qu'à partir de comportements idéaux mais improbables en situation de crise ? Autrement dit, au lieu de tenter de faire adopter des comportements idéaux, ne peut-on pas « éduquer » ces comportements spontanés de fuite/arrêt, en tout cas certains, notamment :

- « s'arrêter, sortir du véhicule, essayer d'éteindre le feu » (25,9% des réponses à « Départ de feu sur son propre véhicule »),
- « s'arrêter, sortir du véhicule, porter assistance » (32,1% des réponses à « Départ de feu sur véhiculer qui précède »),
- « sortir du véhicule et se mettre à l'abri » (39,8% des réponses à « Alerte incendie »).

Une telle démarche n'exclut pas d'autres approches, en particulier celles pouvant être coercitives pour éviter les comportements aberrants observés depuis les PCC notamment (voir certaines causes d'arrêt particulièrement insignifiantes au regard du danger qu'entraîne un arrêt sous un tunnel : cf. Analyse des Evénements d'Exploitation).

Par conséquent, la recherche en cours explore-t-elle toutes les hypothèses (et paradoxes) qui ressortent des abondants et très riches matériaux réunis, et qui sont en cours d'exploitation ? Surtout, n'adopte-t-elle pas d'entrée de jeu une conception un peu trop convenue du couplage aux usagers ?

² L'analyse bibliographique montre que la complexité des décisions en situation de crise est telle que les choses sont forcément difficiles sinon impossibles à redresser.

Signalons pour finir que des remarques sur des éléments particuliers des documents pourront être apportées lors de la réunion du Comité, par exemple sur les aspects suivants :

- L'intérêt d'une différenciation plus nette entre catégories d'utilisateurs selon leur fréquence d'usage des mêmes équipements et le type de véhicule conduit.
- La prise en compte dans l'étude d'événements à risque autres que l'incendie, et notamment des arrêts dans les tunnels. Le Rapport n° 1 porte exclusivement sur l'événement « à haut risque », mais exceptionnel, et non pas sur les événements potentiellement dangereux mais plus fréquents.

Grenoble, le 2 septembre 2004.
Philippe Warin
directeur de recherche au CNRS
PACTE/CERAT – IEP de Grenoble
Philippe.warin@upmf-grenoble.fr

Marie-Thérèse GOUX
DSCR

L'examen de la réglementation

L'analyse de la prise en compte de l'utilisateur et de ces comportements dans la réglementation s'appuie essentiellement sur l'examen de la circulaire 2000-63. Or comme précisé dans le §3.1.2 cette circulaire a une portée très limitée. Elle ne fait qu'imposer des procédures pour la mise en place et le suivi de l'exploitation, et des instructions relatives à la conception pour permettre la protection et l'évacuation des usagers en cas d'incident majeur. Aussi la réglementation au sens large est déclinée au niveau local, que ce soit dans les mesures de police, traduites dans la signalisation, dans les procédures d'exploitation ou encore dans les plans d'intervention et de secours. L'hétérogénéité du contexte des tunnels nécessite de concevoir et d'exploiter à partir d'une analyse locale. Et il aurait été utile d'analyser la prise en compte du comportement des usagers dans les "règles locales".

Conception et prise en compte des comportements des usagers : paradoxe ou/et contraintes

(Pages 5 et 28 du rapport)

Les principes de conception et d'exploitation des tunnels découlent de la prise en compte certes du comportement des usagers, mais aussi de contraintes techniques (et financières),.

Dans la conception des infrastructures routières et plus particulièrement dans celle des tunnels les contraintes techniques sont telles que la sécurité des usagers ne sera assurée que si ces derniers adoptent les "bons comportements" ou "comportements imposés". C'est particulièrement le cas dans les situations dites "normales". Il serait tout à fait illusoire de croire que l'on peut corriger les infrastructures des tunnels pour prendre en compte tous les comportements anormaux. Encore faut-il :

- que ces bons comportements soient suffisamment standards pour tous les tunnels et que les efforts d'adaptation que l'on demande aux usagers à l'entrée de chaque soient minimales.
- que les usagers soient informés, formés à ces bons comportements, conscient des risques.
- Que les équipements incitent les usagers à se adopter les bons comportements

C'est surtout dans les dispositifs d'exploitation et de signalisation, signalétique, des secours que la prise en compte des comportements auront le plus d'impact et d'efficacité pour la sécurité.

Le comportement attendu des usagers

La description des comportements d'utilisateurs attendus intègre forcément une analyse des conséquences probables d'une action ou d'une non action : sans ce type de comportement l'utilisateur se place dans l'insécurité, ou génère de l'insécurité pour les autres. Une analyse plus poussée de ces conséquences probables permet d'évoquer des solutions soit de conception, soit d'exploitation soit de secours qui permettrait de limiter de les limiter, et d'isoler les

comportements pour lesquels seules la contrainte ou l'incitation (par divers modes) apportent une solution sécuritaire.

L'expertise des professionnels pourrait être aussi mise à profit

- pour tenter de quantifier à la fois le pourcentage de "contrevenants" à ces comportements attendus (à conforter avec l'enquête usagers), et surtout la gravité des conséquences probables en cas de mauvais comportement,
- et aussi pour évaluer le possible déclenchement de mesures d'exploitation ou de secours pour limiter les conséquences. Ceci permettrait d'avoir une première évaluation des enjeux.

Les Etudes Spécifiques de Danger qui semblent plutôt baser leur réflexion sur des comportements standards pourraient utilement s'attacher aussi aux comportements "déviants", même si minoritaires.

Page 11 du rapport il est mentionné que les professionnels attendent que l'utilisateur comprennent immédiatement les enjeux d'une situation de crise et passe alors à un mode actif et de compréhension d'une situation rare. Cette affirmation n'est pas clairement démontrée, rien dans le questionnaire ne semble pouvoir conduire à cette conclusion.. Il est bien évident que "les comportements attendus en cas de crise", listés dans le rapport, sont nombreux, complexe et contradictoires" quasi inapplicables si ce n'est par une majorité d'utilisateur, au moins par une petite minorité, et que les utilisateurs pour les appliquer devraient nécessairement avoir une analyse du contexte,. Une rédaction moins ambiguë ? :

"Aujourd'hui les comportements qu'attendent les professionnels nécessitent forcément que l'utilisateur adopte un mode actif et de compréhension."

MTh GOUX
Septembre 2004

PÔLE CINDYNIQUES

Projet « Acteurs » - financements Drast & Predit

Evaluation de la Phase 1 du projet – Lyon, 15 septembre 2004

Documents fournis :

- Dossier d'information
- Rapport de recherche N°1 « point sur ce que savent les professionnels » et note de synthèse
- Synthèse des observations « observations en situations réelles »
- Rapport final « enquête à grande échelle »
- Analyse des événements d'exploitation
- Rapport intermédiaire « bibliographie »

Rapport de recherche N°1

La méthodologie retenue est pertinente, par l'analyse des textes et l'interview des opérationnels, et le travail réalisé est de grande qualité. Les résultats présentés font apparaître des points communs, mais aussi des différences d'appréciation et de priorité qui transparaissent dans les différents textes.

Il serait intéressant de présenter l'analyse des différents cadres réglementaires en se basant sur la « hiérarchie » des textes : des plus forts (réglementations européennes et lois françaises) aux plus faibles (circulaires, règlements internes, PIS) afin de repérer si la déclinaison du général au particulier est effective et où se situent précisément les différences, omissions ou contradictions (pour rendre plus pertinents les tableaux page 10 et 11, en particulier). Ce complément permettrait de suggérer des évolutions de certains textes.

Il serait intéressant de faire apparaître les éventuelles différences de perception entre professionnels, en fonction de leur rôle dans la hiérarchie et de leur proximité avec les usagers, pour évaluer l'homogénéité et le partage des connaissances sur les comportements des usagers et sur les origines de ces comportements. Ceci permettrait de suggérer des modes d'organisation de la collecte et du partage d'informations qui faciliterait la mise en œuvre effective du retour d'expérience.

Synthèse des observations

Ce travail est très intéressant et mériterait d'être étendu dans la suite du projet, car il fait apparaître les mécanismes qui sont à la source des comportements, notamment par la notion « d'activité ».

Au niveau des conclusions, même si, comme le soulignent les auteurs, elles doivent être prises comme exploratoires, il paraît important de bien discerner ce qui est « moyen » (au sens statistique) de ce qui est différent de cette moyenne. En effet, si le comportement moyen de l'utilisateur nous donne des indications sur ce qui doit être réalisé pour l'aider en situation normale (panneaux, informations, etc.), c'est l'analyse des informations « différentes » qui va nous éclairer sur certains comportements pouvant être à l'origine de difficultés. L'analyse de ces « exceptions » devenant alors une source de scénarios de remise en cause des cadres normaux permettant d'améliorer les mesures de gestion des situations « anormales ».

Rapport final « enquête à grande échelle »

Là encore un excellent travail qui donne un éclairage nouveau sur la perception des risques par des usagers des tunnels. On peut apprécier également la qualité de la présentation des résultats.

Comme pour le rapport « synthèse des observations », il serait intéressant de compléter ce travail par une analyse des questionnaires « différents » de la moyenne, afin de déterminer s'il serait possible de définir une typologie de conducteurs par rapport à leur perceptions et leur comportements et de définir là encore des scénarios de travail pour les exploitants.

Analyse des événements d'exploitation

Ce rapport fait apparaître les difficultés de collecte d'informations de retour d'expérience : les accidents sont rares, donc même documentés, ils ne peuvent pas donner lieu à une analyse statistique et d'autre part, les incidents sont fréquents, mais documentés de manière plus ou moins complète. Les résultats présentés sont donc peu exploitables (ceci ne remet nullement en question la compétence des équipes ni le travail effectué) sous forme statistique et n'apportent pas beaucoup de connaissances nouvelles.

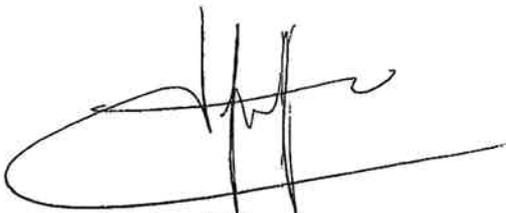
En complétant l'analyse statistique réalisée par une analyse plus individuelle des rapports d'incidents et d'accidents, il serait intéressant de savoir si les informations disponibles permettent de mettre en évidence une typologie d'incidents et d'accidents. Ceci permettrait de compléter ce rapport par des recommandations sur les informations qui devraient être collectées dans les procédures de retour d'expérience, en fonction du type ou de la gravité des événements.

Rapport intermédiaire « bibliographie »

Ce rapport est clair et bien documenté ; les références choisies sont pertinentes. L'analyse du processus de prise de conscience, d'alerte, de décision et d'action d'évacuation est intéressante pour aider les exploitants à comprendre les comportements des usagers, à en tirer des enseignements et à s'approprier ces connaissances qui sont souvent peu diffusées au delà des milieux scientifiques et académiques. Il serait intéressant que les partenaires du projet publient les résultats de cette étude, afin de faire aussi bénéficier la communauté scientifique de ces travaux.

En conclusion et à la lecture des documents fournis, cette première phase du projet est un travail de qualité, étayé par des analyses et des expérimentations pertinentes. Les premiers résultats sont déjà exploitables et présentent une seconde phase profitable, aussi bien aux partenaires du projet qu'à la communauté scientifique et aux autres gestionnaires de tunnels.

Sophia Antipolis, le 1^{er} septembre 2004



Jean-Luc Wybo
Directeur du Pôle Cindyniques



le 17 août 2004



N/réf. : DEX/AN/JM/04035^E
V/Réf : Votre envoi du 28 juillet 2004
Objet : Projet ACTEURS
Rapport de recherche n°1 et document de synthèse

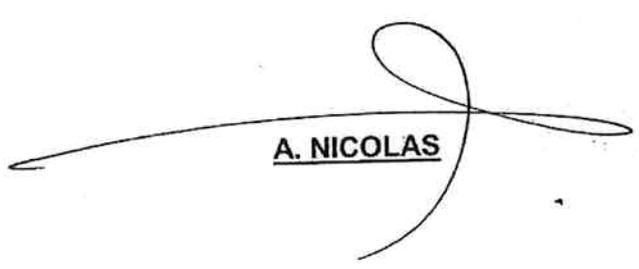
27 AOUT 04- 94225

Monsieur le Directeur,

En vue de la prochaine réunion du Comité Expert du projet ACTEURS qui se tiendra le 15 septembre prochain à Lyon, vous m'avez transmis le rapport de recherche "Point sur ce que savent les professionnels des tunnels des connaissances et comportements des usagers des tunnels" V6 du 20 juillet 2004.

Vous trouverez ci-joint les quelques observations de détail suscitées par la lecture de ce document très argumenté.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression des mes salutations distinguées.


A. NICOLAS

P.J : 1

PROJET ACTEURS (V6) OBSERVATIONS SUR LES DOCUMENTS TRANSMIS LE 28 JUILLET 2004

Document de synthèse :

En introduction, il est rappelé très justement que la sécurité de l'utilisateur est au cœur des préoccupations et que celle-ci résulte de l'interaction entre l'infrastructure, les équipements, l'organisation de l'exploitation Il convient de compléter avec les facteurs environnementaux qui peuvent avoir une influence sur la perception de l'ouvrage et les comportements ; citons la météo (pluie, neige...) les effets liés aux variations de lumières aux entrées sorties de tunnel (trou blanc, trou noir) et "l'ambiance" générale de l'ouvrage qui contribue à la "lecture" qui en sera faite par l'utilisateur.

Il est précisé qu'il n'existe pas un unique comportement "d'utilisateur", celui-ci est conditionné par les caractéristiques propres de l'ouvrage. Il conviendrait d'attirer l'attention du lecteur sur le fait que les conditions "d'appropriation du contexte" par l'utilisateur ne sont pas facilitées par la grande diversité des situations rencontrées : tunnel mono tube de grande longueur ou enchaînement d'un grand nombre de tunnels de longueur limitée sur un même itinéraire.

Le point relatif à l'absence de questions spécifiques aux tunnels dans l'apprentissage du code de la route devrait être mis en exergue ; ce constat est à relier avec les difficultés rencontrées par les exploitants pour sensibiliser les usagers aux risques intrinsèques aux ouvrages et à un emploi adapté du contrôle sanction automatisé.

Document version V6 :

1) Introduction :

La sécurité du fonctionnement d'un système tel qu'un tunnel n'est pas une propriété du "système tunnel" isolé (le tunnel, ses équipements, ses opérateurs, l'organisation qui les encadre).

Dans la notion d'opérateurs et d'organisations, la différenciation entre les divers intervenants, secours, police, dépanneurs n'est pas mise en avant ; Chaque intervenant évoluant lui-même dans un système qui a ses propres références et des stratégies d'approche différentes vis à vis des usagers ; L'harmonisation du "système tunnel" est d'autant plus complexe.

S'agissant des investissements, le chemin sera encore long (plus de 10 ans) pour le réseau national avant que l'ensemble des programmes de mise en conformité soit déployé.

2) Méthodologie

A priori non cités dans le document, les expérimentations qui ont été menées par simulateur de conduite en tunnel pour apprécier les capacités de détection par les usagers.

3.1.1) Une réglementation de sécurité systématique :

Même remarque sur les aspects environnementaux que pour la synthèse.

L'utilisateur est identifié comme le principal acteur, en première ligne de la chaîne de sécurité, ce qui est indéniable.

N'est pas évoqué ce que nous pourrions baptiser "d'effet de mimétisme" souvent observé lors d'événement perturbant : L'attitude de l'utilisateur qui est en première ligne conditionne souvent le comportement des usagers "suiveurs".

Par ailleurs, le "comportement des usagers" n'est pas constant dans le temps, il faut tenir compte de "l'effet d'adaptation" ; On peut observer, suite à "l'effet Mont Blanc" et la mise en œuvre du contrôle de sanction automatisé une modification sur les comportements à risque qui perdure dans le temps.

3.4.1) Les études spécifiques de dangers :

Le rapport met l'accent sur une caractéristique de l'approche sécurité (ESD, PIS etc...) par les autorités et les intervenants, bien que l'utilisateur soit positionné au centre des préoccupations il n'est jamais directement impliqué dans les processus de réflexion ; Citons cependant quelques tentatives dans ce domaine pour l'amélioration de la sécurité des tunnels de contournement de Nice avec la participation des syndicats de transporteurs aux réflexions pilotées par la Préfecture des Alpes Maritimes.

3.4.2) Le retour d'expérience :

Le texte officiel (CETU) ne dit rien des usagers impliqués alors que cette information est disponible chez les représentants des services de police ; Les sociétés d'Autoroutes ont accès à ces données pour les événements impliquant des accidents corporels.

4) Bilan des connaissances sur les usagers :

4.2.1) Non-respect des règles d'interdistances :

C'est effectivement le point le plus délicat à appréhender par l'utilisateur. Il convient d'observer que le strict respect de cette règle dans les tunnels urbains aurait des conséquences directes sur la capacité effective des ouvrages.

4.2.2) Limitation des vitesses :

La perception de la vitesse est rendue plus difficile par l'utilisateur, les repères latéraux ayant tendance à disparaître dans les tunnels d'où l'importance du traitement des piedroits à l'intérieur de l'ouvrage.

5.2) Les usagers sont ignorants du monde des tunnels :

Voir ma remarque en 3.1.1) Je ne partage pas totalement cet avis concernant "la très mauvaise représentation des risques encourus en cas d'incendie en tunnel". Je pense au contraire que les événements graves enregistrés ces dernières années ont déclenché une prise de conscience dans ce domaine ; ce qui ne veut pas dire que le travail d'information et de sensibilisation n'ait pas à être poursuivi et amplifié.

6.1) Participation des usagers dans la conception de la sécurité des tunnels :

Bien que le processus soit complexe, l'implication des acteurs usagers dans des retours d'expérience ou lors d'opérations de conception d'ouvrage neuf ou de rénovation devrait être favorisée.

6.4) Le contrôle sanction :

Sans nier les effets pervers qui peuvent être engendrés par le contrôle sanction automatisé, force est de constater qu'il a un effet bénéfique sur les comportements des usagers "raisonnables" et des usagers à la conduite plus "excessive" puisque les excès de très grande vitesse sont également impactés par ces dispositifs.

7.2) La question des stratégies correctrices :

La présentation en 2 pistes stratégiques directives, la contrainte d'une part et la recherche de comportements "naturels" d'autre part, a le mérite de la simplicité.

Je pense qu'il existe une multiplicité de stratégies et que celles-ci sont souvent une combinaison de 2 approches directives en fonction de la typologie de l'ouvrage et de la composition de sa clientèle.

7.3) Suite du projet :

Au même titre que les démarches marketing dans le domaine commercial, il conviendrait, au travers des diverses actions envisagées, enquêtes, mise en situation.... d'essayer de "pondérer" quels sont les facteurs qui influent sur le comportement des usagers en fonction des situations rencontrées (situation connue/exceptionnelle) et en fonction du "profil type" du client (VL, PL, habitué, occasionnel...)