

direction
générale
des Routes

centre
d'Études
des Tunnels

Les rapports du CETU



RAPPORT D'ACTIVITÉ

2005



Sommaire

- 03** Editorial
- 04** Organisation générale
- 05** Pôle Matériaux, Structures et Vie de l'Ouvrage
- 06** Pôle Procédés de Construction, Marchés et Exécution
- 07** Pôle Géologie, Géotechnique et Dimensionnement
- 08** Pôle Ventilation et Environnement
- 09** Pôle Sécurité
- 10** Pôle Exploitation
- 11** Pôle Équipements Électriques et de Gestion
- 12** Activités internationales
- 13** Activités marquantes
- 14** Ingénierie
- 16** Analyse de l'activité
- 17** Publications



Les automobilistes qui font régulièrement le trajet entre Lyon et Chambéry ont été souvent contraints de patienter en 2005, les travaux d'amélioration de la sécurité du tunnel de l'Épine, puis ceux de rénovation du tunnel des Monts impliquant des restrictions temporaires de capacité importantes. Même si elles ne sautent pas toujours aux yeux de l'usager, les modifications apportées à ces ouvrages au plan de la sécurité sont tout à fait majeures. Ces chantiers vont reprendre et se poursuivre en 2006 avec le traitement du second tube.

Aux côtés de la DDE de la Savoie, le CETU a été tout particulièrement impliqué en 2005 dans les travaux du tunnel des Monts. La performance était de parvenir à organiser les travaux de génie civil et ceux de refonte des équipements tout en réouvrant chaque matin à la circulation au moins une partie du tube en travaux, avec l'assurance que l'ensemble des dispositions permettaient de garantir un niveau de sécurité optimal. Ce chantier a permis des avancées très importantes tant sur le plan des méthodes que des techniques et des matériaux utilisés. Il a également apporté la confirmation de l'extrême imbrication entre les équipements de sécurité et d'exploitation et le génie civil proprement dit. L'occasion est belle pour rappeler et insister sur le fait que l'organisation et les moyens techniques et humains de l'exploitation sont aujourd'hui tout à fait déterminants dans la conception de nombreux éléments du génie civil. Les mêmes constats peuvent être faits dans les autres opérations étudiées ou suivies par le CETU en 2005, du tunnel neuf de Schirmeck dans le Bas Rhin, au tunnel de Saint Béat en Haute Garonne, du Lioran dans le Cantal et les ouvrages de la rocade L2 à Marseille.

L'activité projet à également été lourde au CETU en raison du démarrage du creusement du tunnel du Bois de Peu sur la rocade de Besançon ; pour cet ouvrage on retiendra particulièrement le très important travail préalable mené avec la DDE du Doubs, afin d'organiser le mieux possible les procédures et les outils internes à la maîtrise d'oeuvre. Ce travail préfigure et permet d'anticiper sur celui qui sera nécessairement à conduire dans les prochaines années avec les nouveaux services routiers du ministère.

Coté doctrine et recherche, l'année 2005 a vu l'aboutissement et l'évaluation du thème prioritaire de recherche n°8 concernant la prise en compte des facteurs liés au terrain dans la conception des ouvrages. Le sujet est loin d'être clos mais ce thème a été l'occasion de mettre en place de nombreux outils dont certains sont aujourd'hui largement diffusés à l'extérieur du CETU. Saluons également les apports très intéressants du travail de thèse soutenu en septembre par A. MOS sur la compréhension et la simulation numérique du développement des incendies en tunnel. Il est important que le CETU puisse ainsi initier et accompagner des actions de recherche sur des sujets aussi fondamentaux. C'est également un excellent moyen de former de nouveaux spécialistes qui prendront progressivement le relais de ceux qui partent. Parmi ces derniers, je rendrais un hommage tout particulier à Claude MORET, expert éminent et travailleur acharné qui a consacré ses 35 années de carrière aux tunnels et au CETU avant de prendre sa retraite en octobre 2005.

L'année 2005 a été également marquée par le procès du tunnel du Mont-Blanc avec un retour douloureux sur cet événement et sur les circonstances qui ont précédé ce drame. Cela nous interpelle fortement dans notre action au quotidien et nos responsabilités de techniciens face à ce problème de la sécurité. Les deux journées organisées par le CETU à Lyon et à Paris en mai 2005 ont rassemblé près de 300 personnes pour aborder les évolutions réglementaires dans le domaine, la transposition de la directive européenne, le décret du 24 juin 2005, mais aussi toute l'expérience acquise depuis la parution de la circulaire d'août 2000. Cette préoccupation est tout à fait centrale dans l'activité du CETU.

Bravo enfin à l'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES) pour la complète réussite de son congrès en octobre à Chambéry. Elle confirme le dynamisme des acteurs français du souterrain et la qualité de leur travail.

Michel DEFFAYET



Le présent rapport d'activité a fait le choix de mettre **l'accent sur les sept pôles d'activités du CETU** en consacrant une page à chacun d'entre eux. Même si un important travail de recherche, de conseil et d'expertises diverses est conduit par les chargés de missions, l'essentiel de **la production technique est assuré par les sept pôles thématiques** qui ont chacun vocation à capitaliser, développer et mettre en application la connaissance dans le domaine dont ils ont la charge. Ces pôles mènent à la fois des activités de recherche, des productions méthodologiques, et des études de projets, une part importante de leur temps est également consacré à la diffusion des connaissances et à la formation.

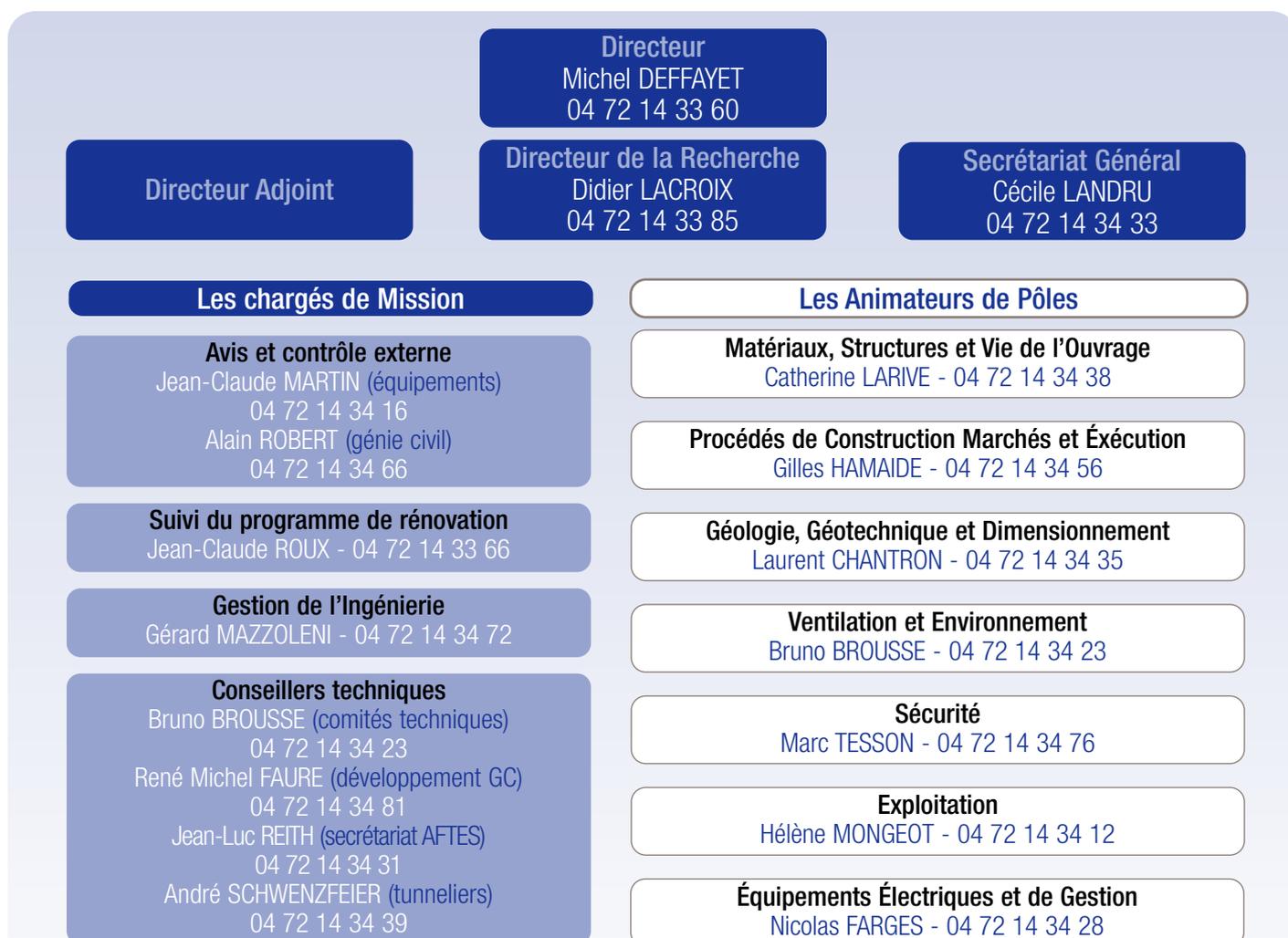
Cette organisation matricielle a été mise en place en 2001 afin de favoriser les échanges et les passerelles entre apports théoriques et interventions opérationnelles, entre chantiers et expérimentations. L'objectif est aussi de permettre un meilleur transfert du savoir entre agents expérimentés et jeunes ingénieurs ou techniciens.

En contrepartie de ce mode d'organisation, un investissement important en temps doit être consacré à la constitution et au pilotage **d'équipes projets transversales**, un projet, de même que l'élaboration d'un document technique, étant par définition une production conjointe de plusieurs domaines.

À noter que récemment, début 2006, en coordination avec la Direction Générale des Routes, le CETU a renforcé sa capacité à suivre les programmes de mise en sécurité des tunnels ; il s'agit pour le CETU d'être en mesure de mieux assurer son rôle de conseil avec une vision élargie de l'ensemble du patrimoine des tunnels du réseau routier national.

Le bilan analytique présenté en page 16 souligne l'importance de l'activité doctrine et recherche au sein de l'ensemble des unités du CETU. Il faut voir là le besoin fort d'accompagner, en méthodes et outils, les évolutions réglementaires majeures en cours.

Organigramme du service



En 2005, le pôle "Matériaux, Structures et Vie de l'Ouvrage" s'est plus particulièrement intéressé aux bétons autoplaçants et projetés ainsi qu'au calcul des structures soumises à un incendie. Il est également intervenu pour l'inspection des tunnels du réseau national et suite à l'incendie du 4 juin dans le tunnel du Fréjus.



À la suite de l'incendie du 4 juin dans le tunnel du Fréjus, le pôle MSVO a apporté son assistance à la SFTRF pour le diagnostic du béton incendié, au travers des missions suivantes :

- Réalisation d'un levé des désordres à l'aide du camion-nacelle,
- Contribution à la définition des techniques à mettre en œuvre pour l'expertise de la structure,
- Participation à l'analyse des résultats et à la définition des méthodes de réparation du génie civil du tunnel.

Cela a permis d'optimiser les coûts et délais de réparation en montrant la bonne tenue résiduelle de la dalle de ventilation.

Parallèlement, la démarche de diagnostic des bétons incendiés, sujet sur lequel le pôle travaillait depuis 2003 avec le réseau des LPC a été formalisée dans un guide des LPC publié en décembre 2005.

> Activité béton

Le béton autoplaçant a été utilisé par la première fois pour la réalisation d'une coque mince de revêtement dans le tunnel des Monts sur la VRU de Chambéry. Ce béton répond avec succès à des exigences très fortes : il s'agit d'un béton pompé avec une montée en résistance rapide et une résistance au gel avec sel de déverglaçage. L'utilisation d'un entraîneur d'air a été indispensable.

Concernant **le béton projeté**, le CETU a poursuivi son implication dans l'ASQUAPRO dont il assure la présidence de la commission technique. L'accent a été mis sur le dimensionnement et la certification des opérateurs de projection. Une première à noter : la certification des pilotes de robot du chantier du tunnel de Bois de Peu.

Un travail plus global sur l'ensemble des certifications existantes est également en cours dans le cadre du groupe de travail WG12 de l'AITES sur le béton projeté.

D'autre part, une méthode de **mesure des épaisseurs de béton projeté** par levés scanners 3D a été mise en œuvre dans le tunnel du Cap Roux lors de sa rénovation, pour laquelle le CETU a apporté son assistance à la DDE 06. Cette méthode, de contrôle et de récolement, fera l'objet d'un article dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains en été 2006.

> Activité inspection

Outre l'**inspection détaillée de 20 tunnels du réseau national** et la visite des 18 tunnels de la ligne de chemin de fer de la Mure, l'activité de la Centrale d'Inspection a été plus particulièrement focalisée sur les cas du tunnel du Chat et du tunnel du Grand Chambon.



En Savoie, la DDE 73 a constaté en octobre 2004 un fort bombement de l'une des tôles parapluie du **tunnel du Chat** (1481m, RN 504). Après une première visite du CETU, une campagne de purges en recherche a été effectuée dans les zones réputées les plus actives, permettant de vérifier l'état de la voûte. Une surveillance renforcée est mise en place.

Dans l'Isère, le CETU a mis en évidence le décollement d'une écaille de béton de 7 m de longueur dans le **Grand tunnel du Chambon** (752 m, RN 91). Des travaux de mise en sécurité par boulonnage et mise en place d'un grillage de protection ont été effectués. Le suivi de la zone par mesures de convergence est intensifié.

> Activité tenue au feu des structures

Le CETU capitalise et développe ses connaissances en matière de tenue au feu en s'appuyant sur de nombreux groupes de travail (AFTES, projets national ISI et européen UPTUN) et sur des collaborations scientifiques (Institut Navier). Il est souvent sollicité pour des avis sur les tunnels routiers ou ferroviaires.

Le travail concerne les **protections passives rapportées** destinées à protéger le béton "de l'extérieur" : ces matériaux ont été regroupés sous forme d'un catalogue de fiches présentant leurs principales propriétés, disponible depuis décembre 2005. Les recherches portent également sur les protections venant "de l'intérieur", par l'étude de **formulations permettant de résister à des sollicitations sévères** (1 300°C), en particulier avec des fibres polypropylène.

À noter par ailleurs la publication de la **note d'information n°14 du CETU sur les ancrages d'accélérateurs**. Cette note définit les procédures pour s'assurer d'un accrochage durable des accélérateurs en voûte. La profession a été associée à l'élaboration de cette note technique.



Une bonne part de l'activité du pôle s'est concentrée en 2005 sur la participation à la maîtrise d'œuvre du tunnel du Bois de Peu dans le département du Doubs, en étroite collaboration avec le pôle GGD. Le CETU apporte une assistance à la direction départementale de l'équipement, grâce à une organisation originale mise en place autour de OSCART (Outil de Suivi du Creusement, des Auscultations et de Recolement en Tunnel) développé par le CETU. Les membres du pôle ont également été très présents dans différents groupes de travail tout au long de l'année.



> Aider à renforcer la maîtrise d'œuvre de travaux

Le tunnel du Bois de Peu est situé sur le contournement de Besançon.

Pour assurer le suivi des travaux une maîtrise d'œuvre "renforcée" a été organisée : grâce à OSCART les données quotidiennes du chantier (journal de chantier, relevé des travaux sur la voûte, levés géologiques, reconnaissances à l'avancement, auscultation des soutènements) sont enregistrées par l'équipe du service grands travaux de la DDE du Doubs qui assure la surveillance des travaux ; ces données sont alors disponibles pour le CETU qui peut apporter toute l'assistance nécessaire au maître d'œuvre. Celle-ci couvre principalement la mission VISA (visa des études d'exécution) et la mission DET (Direction de l'Exécution des contrats de Travaux). Pour cette dernière, à partir des informations enregistrées, l'équipe de suivi au CETU effectue une analyse précise des conditions et examine les conditions prévisibles pour les jours suivants. Ce travail est proposé au maître d'œuvre sous la forme d'un bulletin hebdomadaire qui lui permet de préparer ses réunions de chantier.



> Le tunnel de Schirmeck

Situé dans le Bas-Rhin (RN 420), ce tunnel a été percé à la mi-février ; les travaux d'étanchéité, de revêtement, d'assainissement et de réseaux divers se sont poursuivis jusqu'à l'automne. L'assistance apportée au maître d'œuvre (Service des Grands Travaux - DDE du Bas-Rhin) a été l'occasion d'une étroite collaboration avec le pôle EEG pour définir et optimiser les réservations nécessaires aux équipements que ce soit dans le revêtement ou sous les trottoirs.

> Poursuite du développement de OSCART

En parallèle à ces travaux, le développement de OSCART s'est poursuivi en 2005. Il a permis d'ajouter aux modules de suivi de la géologie, du creusement et des soutènements, les modules de suivi de l'étanchéité, du revêtement et des divers réseaux à construire dans un tunnel. Par ailleurs, OSCART a fait l'objet d'une présentation au congrès de l'AFTES à Chambéry en octobre 2005 et de la publication d'un article dans le recueil de ce congrès.

Le CETU et plus largement les maîtres d'œuvre disposent aujourd'hui d'un outil leur permettant d'enregistrer et de capitaliser toutes les données, toutes les observations et mesures sur le déroulement précis et les événements d'un chantier. Cet outil est également très utile pour les maîtres d'ouvrage et la constitution de leur dossier d'ouvrage.

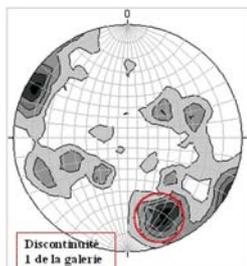
> Avis technique d'étanchéité

Le CETU assure le secrétariat de la commission des avis technique d'étanchéité, le guide d'instruction des demandes d'avis technique a été finalisé. De plus le premier avis a été délivré en 2005 pour le procédé "Alkorplan Tunnel".

> Activité dans les groupes de travail

Les thèmes traités par le pôle PCME sont au cœur des préoccupations de plusieurs groupes de travail de l'AFTES (aspects contractuel, maîtrise des coûts, techniques et matériaux,...).

De nombreux agents du CETU sont impliqués et ont apporté une forte contribution à ces groupes de travail en 2005. Plusieurs de ces groupes verront leurs recommandations publiées en 2006.



> Pilotage des reconnaissances des tunnels de l'A45 et du tunnel de St Béat

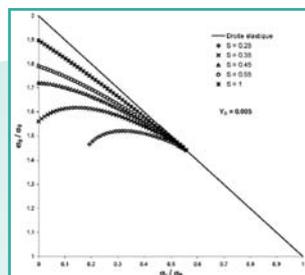
Le pôle GGD a défini, piloté et analysé les reconnaissances réalisées dans le cadre

de l'élaboration des Études Préliminaires d'Ouvrages d'Art (EPOA) des tunnels de l'autoroute A45 et du Projet d' Ouvrage d' Art (POA) du tunnel de St Béat (Haute-Garonne). Plusieurs sondages carottés ont été réalisés, dont certains totalisent plus de 100 mètres de longueur unitaire. Ils ont été valorisés par un ensemble complet de diagraphies, d'essais in-situ et d'essais de laboratoires. Un accent particulier a été mis sur la description des discontinuités qui recoupent le massif rocheux, en utilisant notamment la feuille de saisie des caractéristiques des discontinuités élaborée par le CETU.

> Cellule vibrations : essais de tirs dans le tunnel de l'A 500 à Monaco : qualification de la dalle et des cloisons de ventilation



La remise à niveau en matière de sécurité du tunnel de Monaco sur l'A500 comprend la réalisation d'abris reliés par des galeries à la gaine d'air frais du tunnel. Ces abris devant être creusés à l'explosif, la cellule vibrations du pôle GGD est intervenue pour le compte de la société concessionnaire ESCOTA, maître d'ouvrage, afin de mesurer les vibrations supportées par la dalle et les cloisons de ventilation. Des essais de tirs ont été effectués dans des sondages réalisés dans le piédroit du tunnel, au droit d'un des futurs abris. Ces essais ont permis de confirmer la faisabilité du creusement à l'explosif et de déterminer les charges unitaires maximales qui pourront être utilisées au cours des travaux.



> Avancement des thèses en cours

Deux thèses de doctorat co-encadrées par le pôle GGD ont été entreprises fin

2004. La première, en association avec l'INSA de Lyon, porte sur l'application de la méthode observationnelle pour le creusement des tunnels. Elle est connectée au chantier support du tunnel de Bois de Peu. L'année 2005 a notamment permis de mettre au point les méthodes d'analyse inverse utilisées pour le suivi et de les valider sur des simulations numériques (éléments et différences finies).

La seconde thèse, en association avec l'ENS Cachan sur l'apport des lois d'endommagement pour le dimensionnement des tunnels. Le travail réalisé en 2005 a permis d'appliquer une loi simple d'endommagement aux principes de la méthode convergence – confinement en utilisant deux méthodes différentes (méthode hodo-graphique et méthode des matrices de transferts). Ces débuts encourageants permettent d'envisager d'étendre l'usage des lois d'endommagement à des configurations plus complexes.

> Évaluation du thème de recherche n° 8

Le thème prioritaire de recherches n° 8 : "Méthodologie d'études des projets de Génie Civil – Prise en compte des facteurs liés au terrain dans la conception", initié en 2000, a été évalué en novembre 2005 par une commission réunissant Mme Abel-Michel (SETRA) ainsi que MM. Buyle-Bodin (DRAST), Dubois (MISOA), Durville (CGPC), Guilloux (TERRASOL), Kastner (INSA Lyon), Pelizza (POLYTECNICO TURIN) et Piraud (ANTEA), sous la présidence de M. Jean-Pierre Magnan (LCPC).

L'objectif du thème était de rassembler et de consolider la doctrine du CETU dans ce domaine pour la partager au sein de la profession. De nombreuses productions liées à ce thème sont aujourd'hui diffusées sous la forme d'un corpus technique qui comprend notamment des notes méthodologiques, des documents types de recueil des données de reconnaissances, une plate-forme de dimensionnement des tunnels comprenant des logiciels de calculs et un cours de travaux souterrains. La commission a mis en avant l'importance du travail réalisé dans le cadre du thème et plus particulièrement la démarche mise en oeuvre pour formaliser et capitaliser les connaissances.

> Étude de l'impact sur la qualité de l'air du projet de couverture de l'autoroute A6b

À la demande de la DDE du Val-de-Marne, le CETU a étudié l'impact du projet de couverture de l'autoroute A6 située au sud de Paris (100 000 véhicules/jour) sur la qualité de l'air, en vue de préparer l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique. L'étude a d'abord consisté à caractériser l'état actuel de la pollution de l'air dans la zone du projet. Pour cela, une campagne de mesure sur le site a été lancée, avec l'appui du Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris. Des mesures ont été réalisées en 40 points, au cours de deux campagnes d'une durée d'un mois, l'une en hiver et l'autre en été. Une modélisation de la dispersion de la pollution aux abords du projet a ensuite été menée sur des maquettes à échelle réduite. Le Centre d'Études et de Recherche de Grenoble (CERG) d'Alstom a réalisé 206 essais, en faisant varier de nombreux paramètres tels que la force et la direction du vent, la stabilité de l'atmosphère, l'écart de température entre le rejet du tunnel et l'air ambiant, et les conditions de circulation sur l'autoroute.

> Étude sur les systèmes fixes d'aspersion d'eau en tunnel



L'évolution récente des systèmes d'aspersion d'eau a amené le CETU, en partenariat avec la DDSC (Ministère de l'Intérieur), à élaborer un programme de recherche dédié. L'année 2005 a vu l'achèvement de la tranche ferme de l'étude confiée au bureau d'ingénieurs Bonnard et Gardel. Le rapport livré à cette occasion a permis de préciser les coûts d'investissement et de maintenance induits par l'installation d'un système d'aspersion dans un tunnel, mais aussi d'estimer, en ayant recours à une modélisation simplifiée, le niveau de sécurité qui pourrait être atteint à l'aide de ce type de systèmes. Ces conclusions ont fait l'objet d'une publication lors du congrès annuel de la National Fire Protection Association qui s'est tenu en juin à Las Vegas (États-Unis). Elles ont aussi conduit à lancer la préparation d'un programme d'essais complémentaires. Parallèlement à cette étude, une thèse a débuté en septembre au pôle Ventilation et Environnement sur la modélisation fine du phénomène d'aspersion d'eau sur un foyer en tunnel. Ces études se poursuivront sur 2006 avec la publication d'un article de synthèse commun CETU/BG (conférence BHRG, juillet 2006) et la mise au point d'essais d'aspersion sur maquette échelle 1/4 en partenariat avec le CSTB.



> Thèse sur les modèles phénoménologiques pour la simulation d'incendies en tunnel

La simulation numérique est aujourd'hui largement utilisée pour les études de sécurité en tunnel, notamment les études spécifiques des dangers contenues dans les dossiers de sécurité. Cependant, les outils actuels se révèlent dans certains cas inadaptés au problème. Les modèles monodimensionnels ne prennent pas en compte des phénomènes physiques essentiels ; à l'opposé, les modèles tridimensionnels, très complets, demandent des temps de calcul très importants.

Une thèse a donc été lancée en 2002, avec pour objectif le développement d'approches intermédiaires spécifiquement adaptées aux incendies en tunnel. La soutenance a eu lieu en septembre 2005. Deux principes ont été identifiés : une modélisation très simple fondée sur la théorie des courants de densité, qui a permis une prédiction améliorée des vitesses des fronts de fumée, et un modèle bidimensionnel plus évolué capable de reproduire correctement l'évolution de la stratification des fumées. Ces deux approches doivent maintenant faire l'objet de développements supplémentaires pour pouvoir être adaptées à des cas réalistes.

Contact : Antoine Mos (Antoine.Mos@equipement.gouv.fr)

Publication associée : poster aux JRST 2005.

> Conception du système de ventilation du nouveau tunnel du Lioran

Le nouveau tunnel du Lioran, en cours de construction, viendra remplacer à partir de 2007 l'ancien tunnel qui date de 1843 et dont la section est trop étroite pour permettre le croisement de deux poids-lourds. Sur cette opération de construction, le CETU a rempli une large mission d'assistance auprès du maître d'ouvrage (DDE 15) et du maître d'oeuvre (AIOA) sur les volets du génie civil, des équipements et de la sécurité. C'est dans ce cadre que le CETU a conçu le système de ventilation transversal du nouveau tunnel bidirectionnel de 1 515 mètres de longueur. Après la phase d'établissement du dossier de consultation des entreprises début 2005, la mission d'assistance du CETU s'est poursuivie lors des phases de consultation et de passation du marché durant l'été et l'automne 2005, et se prolongera lors de la réalisation des travaux prévue à partir de l'été 2006.

> L'activité du CESTR et les évolutions réglementaires

L'année 2005 a vu l'achèvement des travaux du comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers (CESTR) institué par la circulaire N° 2000-63 et dont le secrétariat était assuré par le CETU. Avec 7 réunions et 23 dossiers tunnels analysés en 2005, le CESTR a quasiment terminé son travail d'examen de la sécurité des ouvrages souterrains du réseau routier national. Ce sont au total plus d'une centaine d'ouvrages qui auront ainsi pu bénéficier d'un examen par le CESTR de 2000 à 2005. Le décret d'application de la loi 2002-3 du 3 janvier 2002 relative à la sécurité des infrastructures et des systèmes de transports (SIST) publié le 25 juin 2005, élargit le dispositif réglementaire instauré en 2000, à tous les ouvrages, y compris ceux des collectivités locales. Ce décret définit les procédures et intervenants, il crée également la commission nationale d'évaluation de la sécurité des ouvrages routiers (CNESOR). Un groupe de travail présidé par Michel Quatre du Conseil Général des Ponts et Chaussées est chargé de préparer les textes d'accompagnement de ce décret ainsi que les textes de transposition de la Directive Européenne du 29 avril 2004. À compter de 2006, c'est la CNESOR, qui sera chargée de l'examen tunnels concernés (près de 200 ouvrages), qu'ils appartiennent à l'Etat ou aux collectivités locales.



> Le guide des dossiers de sécurité

L'élaboration du dossier de sécurité d'un tunnel routier est l'occasion de faire naître chez

l'ensemble des acteurs concernés, une compréhension commune du fonctionnement de l'ouvrage, de son environnement et des moyens à mettre en oeuvre pour garantir la sécurité. Les démarches proposées dans ce cadre sont très proches de celles prescrites dans la directive européenne du 29 avril 2004. Elles sont explicitées dans le guide des dossiers de sécurité, élaboré dans le cadre d'un groupe de travail animé par le CETU et composé de représentants du Ministère de l'Équipement, de l'Ineris, de bureaux d'études, de maîtres d'ouvrages et d'exploitants.

Ce guide comprend six fascicules :

- fascicule 0 - Finalités du dossier de sécurité (Mai 2003)
- fascicule 1 - Modalités d'élaboration du dossier de sécurité
- fascicule 2 - Tunnels en exploitation «de l'état des lieux à l'état de référence» (Juin 2003)
- fascicule 3 - Les analyses des risques liés au transport de marchandises dangereuses
- fascicule 4 - Les études spécifiques des dangers - ESD (Septembre 2003)
- fascicule 5 - Le plan d'intervention et de sécurité (PIS).

Le fascicule 3 est paru en décembre 2005, il décrit d'une manière simple et opérationnelle, la démarche proposée pour évaluer les risques liés aux accidents impliquant les marchandises dangereuses. Ce fascicule, comme les autres fascicules du guide est disponible et téléchargeable depuis le site internet du CETU (rubrique recommandations - sécurité).

> Nouveau thème prioritaire de recherche sur la prise en compte des facteurs humains et organisationnels

Le pôle sécurité assure le pilotage de thème prioritaire de recherche lancé en 2005, qui s'inscrit dans un contexte général visant à comprendre le comportement humain pour mieux agir en direction : de l'utilisateur, de l'exploitant (y compris les services d'intervention et de secours) et du tunnel. L'objectif est d'améliorer notre connaissance du comportement des différents acteurs de la sécurité et de ses déterminants, afin d'optimiser la conception de l'ouvrage, la communication et la formation en direction de ces acteurs.

Deux aspects fondamentaux de la sécurité, correspondant à deux familles de situations «de référence», seront pris en compte dans ces travaux :

- la prévention qui s'applique dans les situations "courantes" y compris en cas de panne ou incident ;
- la protection qui devient essentielle lorsque s'est développée une situation de crise.

Ce thème de recherche, fortement relayé dans l'activité internationale du CETU, est structuré autour de plusieurs actions de recherche pilotées par les pôles exploitation et sécurité (retour d'expérience, signalisation en tunnel, organisation de l'exploitation pour assurer la sécurité, capitalisation des connaissances sur les facteurs humains, actions en direction de l'utilisateur et de l'infrastructure).



La note d'information N° 13 sur le déroulement des opérations de sécurité

En réponse aux sollicitations des décideurs souhaitant bien cerner la stratégie d'intervention applicable lors d'un incendie en tunnel routier, le CETU a élaboré en liaison avec le Ministère de l'Intérieur, la note d'information N° 13 sur le déroulement des opérations de sécurité.

Cette note rappelle que l'événement le plus redouté en tunnel routier est l'incendie de véhicule. Tout doit être mis en oeuvre pour que cet événement ne se produise pas, mais s'il se produit néanmoins, tout doit être fait pour que les personnes présentes dans le tunnel puissent sortir saines et sauvées. Les premières minutes de l'incendie sont généralement cruciales de ce point de vue.

> La note est disponible sur le site internet du CETU.

> L'animation du GTFE

Créé en 1973, le GTFE (Groupe de Travail Francophone des Exploitants de tunnels routiers) est un club "métier". Composé pour une très large part d'exploitants de tunnels routiers français, le groupe a été rejoint progressivement par des exploitants "francophones" de tunnels situés dans d'autres pays européens. Il a amorcé en 2005 des échanges avec le "UK Road Tunnel Operator Forum", groupe de travail des exploitants de tunnels du Royaume Uni qui, comme le GTFE, tient deux réunions par an.

Le pôle exploitation du CETU assure l'animation et le secrétariat de ce groupe. Les différents spécialistes du CETU sont à l'écoute des attentes exprimées par les exploitants, et s'efforcent en retour, de leur apporter des éléments de réponses sur les différents sujets évoqués.

Les principales questions abordées en 2005 portent notamment sur : l'intrusion de véhicules circulant à contre sens, la détection des hors gabarits, la définition des Conditions Minimales d'Exploitation, l'exploitation en mode dégradé, les modalités de fermeture d'urgence. Dans le domaine de la maintenance également, les difficultés rencontrées pour se procurer des pièces de rechange et le développement de nouvelles techniques de maintenance focalisent l'attention des responsables. Un éclairage particulier a été donné par le CETU sur ce thème dans le bilan sur les accidents et incendies survenus en tunnel en 2004.

Le groupe a tenu deux réunions en 2005 : à l'invitation de la Ville du Havre en juin 2005 puis de la Communauté Urbaine de Lyon en novembre dernier. Au delà des échanges très nombreux qui s'instaurent durant ces réunions, la visite des tunnels gérés par les organismes hôtes est toujours très attendue, elles constituent une source d'enrichissement pour tous les membres.



Les participants à la réunion du GTFE organisée les 16 et 17 juin 2005 au Havre

> Poursuite de la formation des opérateurs de tunnels

Le pôle exploitation a assuré en 2005 la poursuite de la formation de valorisation des acquis, qui s'adresse à des opérateurs de tunnels déjà en poste. Les trois sessions organisées en 2005 ont permis d'accueillir 47 stagiaires qui ont ainsi pu bénéficier de cette formation qui alterne cours, exercices et mises en situation aussi représentatives que possible des situations de crise. Au total ce sont ainsi 63 stagiaires qui ont pu suivre cette formation depuis son lancement en 2004.



Cette formation a été élaborée avec l'appui du Centre Inter-régional de Formation Professionnel de Mâcon. Elle est animée par différents acteurs du monde des tunnels (exploitants, sapeurs pompiers, bureaux d'études, consultants spécialisés, psychologues, agents du CERTU et du CETU). En proposant un dispositif pédagogique contribuant à l'harmonisation des pratiques des opérateurs et au développement d'un socle commun de connaissances, elle répond aux attentes exprimées dans ce domaine par les exploitants et maîtres d'ouvrages.

Le pôle exploitation a poursuivi en 2005 la réflexion engagée sur la mise au point d'un simulateur de PC (Poste de Commande), avec l'aide d'un consultant spécialisé en analyse de la valeur. Il s'agissait d'évaluer les fonctionnalités auxquelles doit répondre cet équipement.

> Réflexion en cours sur la signalétique des issues de secours



Le thème prioritaire de recherche lancé par le CETU sur la prise en compte des facteurs humains et organisationnels a notamment pour objectif de formuler des recommandations en matière de conception des équipements de sécurité. Des réflexions ont été menées en 2005 en liaison avec certains exploitants pour optimiser la signalétique des issues de secours. Les objectifs visés sont de renforcer les dispositions permettant d'inciter l'utilisateur à arrêter son véhicule, de l'aider à localiser et à se rendre aux issues de secours (y compris en milieu enfumé).

Le travail exploratoire engagé par le CETU en 2005 a conduit à formuler des propositions dans la conception des équipements qui pourraient répondre à ces objectifs.

Ce travail devra être poursuivi par des expérimentations menées sur site, en vue de l'évaluation de ces propositions.



> Réhabilitation du tunnel des Monts

Engagée depuis plusieurs années, la réhabilitation du tunnel des Monts, a démarré sa phase travaux au printemps 2005. Ce chantier, de grande ampleur, décomposé en deux tranches réparties sur 2005 et 2006, est soumis à des contraintes de délai et d'exécution très fortes, afin de garantir une remise en service normale au 15 décembre de chaque année. Dans le cadre de la première tranche, pour parvenir à cet objectif, les travaux se sont déroulés de nuit, et parfois sous circulation. Le CETU intervient en assistance à la maîtrise d'œuvre de la DDE de la Savoie. Le contrôle des études d'exécution, le suivi de chantier et les opérations de réception ont nécessité l'échange de 1350 documents en un peu moins d'un an. Outre la création d'une coque mince en béton auto-plaçant, les travaux ont intégré une refonte complète de la GTC - Supervision, avec à brève échéance la perspective d'une migration vers une gestion globalisée des tunnels de Savoie grâce au système OSIRIS.



Une problématique de pointe : la détection automatique d'incidents

À la fin des années 90, les premières installations de détection automatique d'incidents (DAI) par analyse d'images sont apparues en ouvrage souterrain. Depuis, et notamment en application de la circulaire 2000-63, elles se sont multipliées.

Cet outil d'aide à la décision ne fait aujourd'hui l'objet d'aucune règle de mise en oeuvre ou de réception particulière. Depuis 2004, sur la base de retours d'expérience, le pôle EEG, à travers un groupe de travail national mêlant maîtres d'ouvrage, maîtres d'oeuvre, et exploitants, s'est attelé à clarifier ces points. Un document reprenant les objectifs et les problématiques identifiés à ce jour, a été publié à l'occasion du congrès de l'AFTES d'octobre 2005 (Chambéry).

> Étude de luminance (ESCOTA)

Dans le cadre de la réhabilitation des équipements des tunnels de l'A8 et de l'A51, la société d'autoroute ESCOTA a confié au CETU la mission d'identifier les ouvrages susceptibles d'occasionner des risques d'éblouissement pour les usagers qui sortent d'un tunnel.

Pour la réalisation de cette étude, le CETU s'est appuyé sur une description de chaque tunnel et de son environnement : caractéristiques géométriques, orientation des tubes, géographie du site, paramètres météorologiques et course du soleil.

À partir de ces données, un aléas d'éblouissement a été calculé pour chaque tube (33 au total) à différentes périodes de l'année et du jour. Cette étude a été l'occasion de développer une méthodologie particulière.

Une problématique émergente : la gestion d'un itinéraire

Les maîtres d'ouvrage s'attachent aujourd'hui à regrouper leur moyen de surveillance en un point de leur réseau. Les tunnels deviennent alors un sous-système contraint par ses propres problématiques liées à la sécurité, à intégrer dans une vision plus globale de gestion de la route. Cette démarche pose les questions de l'éloignement du centre de décision, des modalités de maintenance et d'exploitation propres aux tunnels, de l'organisation et de l'acheminement des données, de leur intégration dans des systèmes déjà existants. À travers différents projets, le pôle EEG a renforcé son conseil auprès des maîtres d'ouvrage dans la conception générale de leur système de gestion, pour une meilleure prise en compte de la spécificité que revêt la gestion d'un tunnel au sein de CIGT intervenant à l'échelle d'un département, voire d'un itinéraire.

Les radiocommunications en tunnel : un moyen de sauvegarde des usagers

Les systèmes de radio-communications en tunnel sont des vecteurs très importants de communication à l'attention des usagers pour les tenir informés des événements comme du comportement à adopter, mais également des services de secours pour faciliter leur coordination comme améliorer leur efficacité. S'appuyant sur les réflexions de groupes de travail composés de maîtres d'ouvrage, de maîtres d'oeuvre privés et d'experts, le pôle EEG s'est attaché à travers notamment un document publié à l'occasion du congrès de l'AFTES d'octobre 2005, à proposer des méthodes de conception et de mise en oeuvre de telles installations en ouvrage souterrain.



> Association Mondiale de la Route

La France a toujours eu une présence forte dans le comité de l'exploitation des tunnels routiers de l'association mondiale de la route (AIPCR). Elle l'a ainsi présidé pendant ses 15 premières années, de 1957 à 1979, avant la création du CETU, et c'est aujourd'hui le CETU qui le préside depuis 10 ans. Ce comité compte actuellement une soixantaine de membres représentant 30 pays et se réunit deux fois par an. Il coopère avec les autres organisations actives dans son domaine, telles que la Commission européenne, les projets de recherche européens ou l'AITES.

Les activités techniques du comité se reposent fortement sur cinq groupes de travail qui se réunissent indépendamment et mobilisent environ 130 experts. L'année 2005 a ainsi vu la publication d'un rapport et a permis d'en faire progresser une douzaine d'autres dans des domaines touchant l'exploitation et l'entretien, la gestion de la sécurité (notamment l'analyse des risques), les facteurs humains de la sécurité, les équipements de sécurité, ainsi que la ventilation et la maîtrise des incendies.

> Association Internationale des Travaux en Souterrain

Active principalement dans le domaine du génie civil, l'association internationale des travaux en souterrain (AITES) regroupe un cinquantaine d'associations nationales comme l'AFTES (Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain) afin de favoriser les échanges internationaux. Chaque année, à l'occasion de son congrès mondial des tunnels, elle réunit une quinzaine de groupes de travail auxquels participent plusieurs ingénieurs du CETU.

En 2005, huit projets de recherche européens se sont rapprochés pour poursuivre leurs activités sous une autre forme après l'achèvement de leurs contrats avec la commission européenne et ils ont demandé l'appui de l'AITES. C'est ainsi qu'est né le comité AITES de la sécurité en exploitation des installations souterraines (Committee on Operational Safety of Underground Facilities - COSUF), dont le CETU assure la vice-présidence. Créé en coopération avec l'AIPCR, il permettra de pérenniser et d'élargir au niveau international les réseaux existants en Europe, et de développer les activités internationales dans le domaine de la sécurité en souterrain.



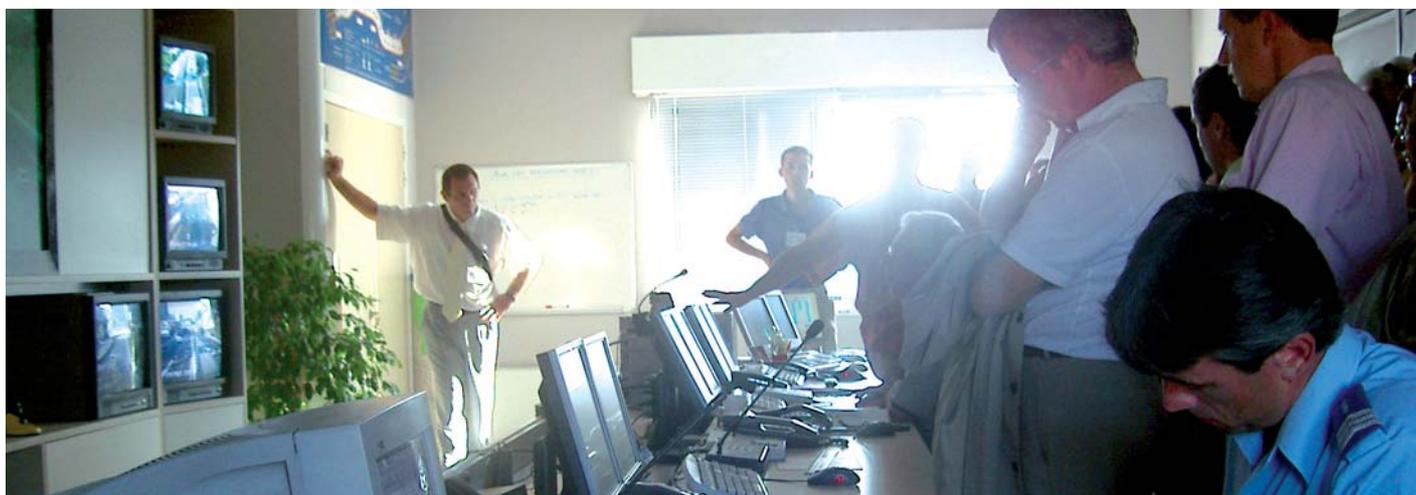
> Projets européens

La sécurité des tunnels a fait l'objet depuis 2001 de plusieurs projets européens dans lesquels le CETU s'est fortement impliqué.

Le réseau thématique sur les incendies en tunnel (FIT : Fires in tunnels), présidé par le CETU, a achevé ses activités début 2005. Regroupant 33 partenaires de 12 pays, il a mis en ligne sur son site internet des bases de données interactives et a établi un rapport de synthèse sur les principaux aspects de la sécurité incendie des tunnels routiers, ferroviaires et de métro.

Le CETU participe au comité de direction et à plusieurs thèmes de travail du projet de recherche UPTUN sur l'amélioration de la sécurité incendie des tunnels existants, et il préside son comité consultatif. Rassemblant une quarantaine de partenaires, UPTUN s'intéresse à toutes les composantes de la sécurité depuis la prévention, la détection et le développement du feu jusqu'à l'évaluation du risque et au développement d'outils pour optimiser les projets, en passant par le comportement humain et celui des systèmes techniques.

Alors que le projet UPTUN se termine en 2006, le CETU participe depuis 2005 au nouveau projet de recherche TUNCONSTRUCT, qui se consacre à l'innovation technologique dans la construction souterraine, dans le but de rendre celle-ci plus maîtrisée et moins chère. Dans ce projet qui regroupe 41 partenaires de 11 pays, le CETU intervient principalement sur les méthodes de surveillance et la gestion de l'entretien.



> Enquête technique sur l'incendie du 4 juin 2005 dans le tunnel du Fréjus

Le 4 juin 2005, un incendie s'est produit à bord d'un poids lourd chargé de pneumatiques qui traversait le tunnel du Fréjus, puis s'est communiqué à trois autres poids lourds. Deux personnes sont décédées dans les fumées et des dégâts matériels importants ont obligé à fermer le tunnel pendant deux mois. Le Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transports Terrestres (BEA-TT) a été chargé par le ministre des Transports de réaliser une enquête technique et a demandé l'assistance du CETU.

Une équipe s'appuyant sur plusieurs pôles a analysé le comportement des équipements du tunnel pendant l'incendie et s'est efforcée de reconstituer les conditions de ventilation et le déplacement des fumées à l'aide d'un modèle simple dans le but de fournir rapidement les éléments nécessaires à un rapport provisoire d'enquête.

Dans une deuxième étape qui se poursuivra sur la plus grande partie de l'année 2006, le BEA-TT a confié au CETU la réalisation de simulations numériques tridimensionnelles destinées à reconstituer de façon beaucoup plus fine le déroulement de l'incendie, les mouvements des fumées, les conditions de température, de visibilité et de toxicité, ainsi qu'à examiner les conséquences d'autres stratégies de ventilation.

> Le Congrès international 2005 de l'AFTES à Chambéry : les tunnels, clé d'une Europe durable



Le Ministère de l'Équipement et la Direction Générale des Routes ont participé à l'inauguration du congrès international de l'AFTES qui s'est déroulé à Chambéry les 10, 11 et 12 octobre 2005, rassemblant 150 exposants, 500 congressistes et de nombreux visiteurs français et étrangers.

Les associations sœurs italienne, espagnole et suisse ont activement participé à ces journées qui s'articulaient autour d'une exposition complète et attractive, et de conférences sur 5 thèmes principaux :

- l'économie des projets,
- la sécurité et les équipements des tunnels,
- l'environnement des ouvrages souterrains,
- les innovations techniques,
- les travaux de réhabilitation.

Ce congrès a été un succès qui, comme déjà le dernier congrès à Toulouse il y a 3 ans, confirme le dynamisme des acteurs de l'activité des travaux souterrains et leur mobilisation forte autour de toutes les actions initiées par l'AFTES. Le CETU a été très impliqué dans l'organisation de ces journées. A Chambéry, en plus de sa présence permanente sur son stand très visité, il a publié 10 articles et en a présenté dans chacun des thèmes mentionnés.

D'ores et déjà, rendez-vous est donné pour le prochain congrès en 2008.

> Journée d'information "Les tunnels en béton" à Lyon le 8 décembre 2005

Organisée avec l'AFTES, CIMBETON, le syndicat BPE du béton prêt à l'emploi et le Syndicat de pompage du béton, cette journée a fait un point complet des utilisations multiples du béton en tunnel. Après une introduction de M. Calgario sur l'avancée normative, des exemples ont illustré les évolutions dans les bétons employés, dans les techniques de mise en oeuvre et dans les règles et outils de dimensionnement. Une partie de la journée a également été consacrée au problème de la tenue au feu et de la protection des bétons en place. Un point a été fait sur l'inspection et les techniques de réhabilitation des tunnels. Nos homologues belges du ministère Wallon de l'Équipement ont conclu la journée avec une présentation de l'emploi d'un béton armé continu pour le revêtement de la chaussée du tunnel de Cointe à Liège. Ces exposés sont d'ores et déjà disponibles sur CD, il est prévu de les publier sous forme de recueil.

2 journées d'informations sur la sécurité des tunnels routiers

Suite à la parution des différents textes relatifs à la sécurité dans les tunnels du réseau routier, les acteurs concernés par la sécurité des tunnels furent nombreux à solliciter des informations sur les démarches de sécurité et l'évolution de la réglementation. Soucieux de leur apporter des éléments de réponse, le CETU a organisé en mai 2005 deux journées d'information, l'une à Lyon, l'autre à Paris, intitulées : "*Les acteurs - L'évolution de la réglementation*".

Ces deux journées identiques présidées par Michel QUATRE, Président du CESTR (Comité d'Évaluation de la Sécurité des Tunnels Routiers), ont réuni au total près de 300 personnes.

Les thèmes suivants ont été plus particulièrement développés :

- sécurité et réglementation (évolution, contenu),
- la gestion de la sécurité (la démarche de sécurité, le CESTR),
- le guide des dossiers de sécurité (notamment état des lieux, marchandises dangereuses, études spécifiques des dangers, plan d'intervention et de sécurité).

En 2005, le CETU est intervenu sur des projets complexes principalement pour des tunnels routiers mais aussi pour des tunnels ferroviaires et fluviaux. Les prestations d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO), de conseil et d'assistance à maîtrise d'œuvre pour le suivi de travaux ont constitué une part importante de l'activité d'ingénierie.

Quelques exemples principaux :

ÉTUDES

> Déviation de Saint-Béat

Maître d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : DDE de la Haute-Garonne

Localisation : RN 125 - itinéraire transpyrénéen
Toulouse - Saragosse par le Val d'aran

Longueur : 1 072 m
(un tube bidirectionnel à deux voies de circulation)

Intervenants : Service Grands Travaux de la DDE 31
CETE du Sud-Ouest - Architecte - Bureaux d'études

Intervention du CETU : Réalisation du Projet d'Ouvrage d'Art et assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'élaboration du dossier de sécurité. La composition et le pilotage de l'équipe projet a permis à l'ensemble des pôles de contribuer à cette étude

> Rocade Nord de Grenoble

Maîtrise d'ouvrage des études : DDE de l'Isère

Maîtrise d'œuvre : DDE de l'Isère

Localisation : Le projet de la rocade nord de Grenoble relie
l'A41 à l'Est, à l'A480 à l'Ouest

Longueur : Le tracé comporte deux tunnels :
• un tunnel de 1 100 m de longueur sous la Bastille
• un tunnel de 1 000 m de longueur sous l'Ile Verte

Intervenants : Groupement Setec - Architecture et ouvrages d'Art

Intervention du CETU : Mission de contrôle intégré des études de définition, pour le compte de la DDE de l'Isère. Cette mission a nécessité beaucoup de réactivité du pôle Sécurité et des trois pôles Génie Civil.

> Contournement autoroutier de Chambéry

Maître d'ouvrage : DRE Rhône-Alpes

Maîtrise d'œuvre : CETE de Lyon

Localisation : Contournement de Chambéry par l'Ouest

Longueur : Le tracé comporte un tunnel de 3600 m de longueur
sous Bellecombette (deux tubes unidirectionnels à deux voies de circulation)

Intervenants : CETE de Lyon

Intervention du CETU : Réalisation d'une étude de faisabilité faisant appel essentiellement aux compétences du pôle GGD

CONSTRUCTIONS

> Rocade de Besançon Tunnel de Bois du Peu

Maître d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : DDE du Doubs

Localisation : RN 57 - Voie des Mercuraux

Longueur : 570 m
(deux tubes unidirectionnels à deux voies de circulation)

Intervenants : Service Grands Travaux de la DDE 25 - CETE de Lyon

Intervention du CETU : Assistance à maîtrise d'œuvre pour l'analyse des offres et le suivi des travaux de génie civil avec la participation du pôle Procédés de Construction, Marchés et Exécution et du pôle Géologie, Géotechnique et Dimensionnement.



> Déviation de Schirmeck

Maître d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : DDE du Bas-Rhin

Localisation : RN 420

Longueur : 528 m
(un tube bidirectionnel à deux voies de circulation)

Intervenants : Service Grands Travaux de la DDE 67 - CETE de l'Est

Intervention du CETU :

- Assistance à maîtrise d'œuvre pour le suivi des travaux de génie civil (étanchéité, revêtement, assainissement et réseaux divers) avec la participation du pôle Procédés de Construction, Marchés et Exécution et du pôle Géologie, Géotechnique et Dimensionnement
- Assistance à maîtrise d'œuvre pour l'élaboration du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE), l'analyse des offres et le suivi des travaux d'équipements avec la participation du pôle Ventilation et du pôle Équipements Électriques et de Gestion.

> Nouveau tunnel du Lioran

Maîtrise d'ouvrage des études : DDE du Cantal

Localisation : RN 122

Longueur : 1 515 m
(un tube bidirectionnel à deux voies de circulation)

Maître d'œuvre : Arrondissement Interdépartemental des Ouvrages d'Art (A.I.O.A.)

Intervention du CETU : Élaboration des pièces techniques des Dossiers de Consultation des Entreprises (DCE) pour les travaux d'équipements avec la participation des pôles Ventilation, Sécurité et Équipements Électriques et de Gestion.



MISE EN SERVICE

> Tranchée couverte de Saint-Charles

Maître d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : Communauté Urbaine Marseille Provence Métropole

Localisation : Marseille

Longueur : 480 m

Intervenants : SETEC

Intervention du CETU : Assistance à maîtrise d'ouvrage pour le suivi des travaux d'équipements faisant appel essentiellement aux compétences du pôle Équipements Électriques et de Gestion.



RÉNOVATIONS

> Tunnel des Monts

Maître d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : DDE de la Savoie

Localisation : RN 201 - Contournement de Chambéry

Longueur : 900 m

Date de construction : 1981

Programme de rénovation : Abaissement de la plate-forme, étanchement par chemisage du revêtement existant, changement des équipements d'éclairage, de ventilation, d'exploitation et de sécurité

Intervention du CETU : Assistance à maîtrise d'œuvre pour le suivi des travaux de génie civil et d'équipements assurée par une équipe pluridisciplinaire mobilisant les compétences du pôle Équipements Électriques et de Gestion, du pôle Procédés de Construction, Marchés et Exécution, du pôle Ventilation et du pôle Matériaux, Structures et Vie de l'Ouvrage.



EXPLOITATION

> Tunnel des Chavants

> Tunnel du Châtelard

Maître d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : DDE de la Haute-Savoie

Localisation : RN 205 - section située entre Le Fayet et Les Houches

Longueur : Tunnel des Chavants 1 015 m - Tunnel du Châtelard 420 m

Date de construction : 1985 - 1990

Programme d'amélioration : Mise en place d'une surveillance permanente des tunnels

Intervention du CETU : Assistance à la DDE de Haute-Savoie pour l'établissement d'un dossier de consultation et pour le choix d'un opérateur extérieur chargé de la surveillance permanente des tunnels. Cette mission a fait appel aux compétences du pôle Exploitation.

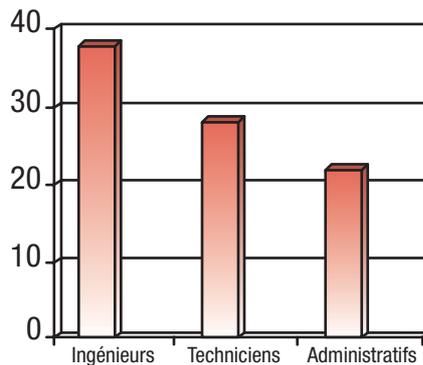
Analyse de l'activité

Le CETU possède depuis 1989 un logiciel de gestion "MAGALI" permettant de saisir et d'interpréter le travail réalisé par l'intermédiaire de feuilles de travail et de gérer les prestations d'ingénierie. C'est à partir de cela que des bilans peuvent être établis.

> Effectifs

L'effectif présent au 31 décembre 2005 était de 88 agents :

- 38 ingénieurs,
- 28 techniciens,
- 22 administratifs.



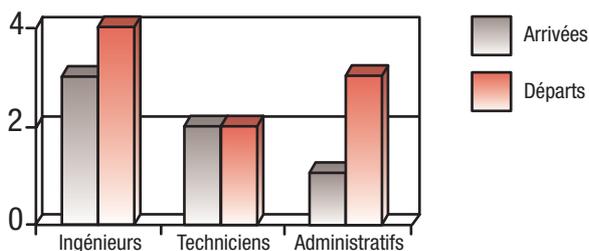
> Budget de fonctionnement - Dépenses

	2005	2004	2003
Loi de Finances			
• Direction des Routes	289 000	250 000	250 000
• Direction du Personnel et des Services			
Salaires, prestations sociales	3 760 652	3 841 000	3 778 000
Formation, informatique	50 060	45 400	56 800
Fonds de concours	344 098	442 000	489 000
Rétablissement de crédits	170 727	80 000	101 000
Total Fonctionnement	4 614 537	4 658 400	4 674 800

> Arrivées et départs

L'année 2005 a vu la poursuite des mouvements constatés depuis 2002 :

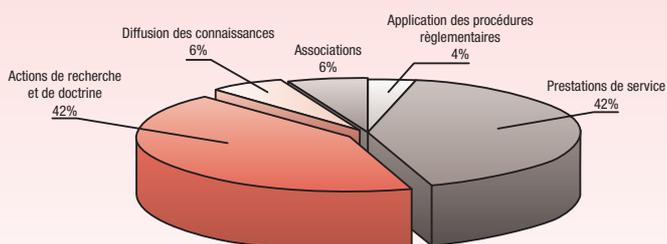
- 6 arrivées (dont 3 par mutation, 2 sorties d'école, 1 suite à concours)
- 9 départs (dont 5 retraites et 4 mutations)



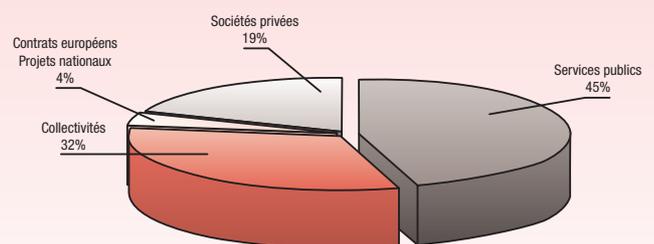
> Budget d'investissement - Dotations

	2005	2004	2003
Programme de recherche			
• Direction des Routes			
Autorisations de programme	800 000	855 000	800 000
Crédits de paiement	1 123 900	580 000	750 000
Droits à prestations CETE	100 000	100 000	180 000

> Répartition de l'activité



> Ressources propres



> Recommandations

- Comportement au feu des tunnels routiers
Guide méthodologique CETU - Mars 2005

- Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers :
- Fascicule 3
- Les analyses des risques liés au transport des marchandises dangereuses
CETU - Décembre 2005

> Documents Techniques

- Le déroulement des opérations de sécurité lors d'un incendie en tunnel routier - *Note d'information N°13* CETU - 2005

- Ancrage des accélérateurs en tunnel
Note d'information N°14 CETU - 2005

- Comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers
Rapport d'activité 2004 CETU - CESTR - Mai 2005

- Mécanique des fluides pour la ventilation des tunnels routiers
CARLOTTI (P.) - Juillet 2005

- Catalogue des protections passives
CETU - Décembre 2005

- Étanchéité d'ouvrages souterrains
Nom du procédé : ALKORPLAN TUNNELS
Avis technique 05-001 CETU - Août 2005

> Thèses

- Modèles phénoménologiques pour la simulation d'incendies en tunnel routier
Thèse UCB Lyon I n° 123-2005 CETU, MOS (A.) - Septembre 2005



> Articles et Documents

- The effects of the restraint conditions on the fire resistance of tunnel linings
2nd international workshop Fire design of concrete structures
Décembre 2004, Milan - [P271-279, FERON (C.) - publié en 2005]

- Simple model for stratified smoke front propagation
Tunnel management international
Vol. 8, N°1 - 2005 [P6-12, MOS (A.) - CARLOTTI (P.) - GAY (B.)]

- Integration of human behavior in French tunnel safety improvement
Tunnel management international
Vol. 8, N°1 [P43-49, TESSON (M.) - LAVEDRINE (S.)]

- Prise en compte du comportement humain dans l'amélioration de la sécurité des tunnels routiers français
Revue générale des routes et aérodromes
N°836 - Février 2005 [P28-33, LAVEDRINE (S.) - TESSON (M.)]

- Outils-métiers d'aide à la conception des soutènements et revêtements de tunnels
Tunnels et ouvrages souterrains
N°188, Mars/Avril 2005 [P90-95 - SAÏTTA (A.) - BIETH (E.)]

- Pollution dispersion at an urban motorway tunnel portal : Comparison of the small-scale predictive study with the actual conditions measured on the site
12th International Symposium Transport and Air Pollution, Atmospheric environment
Vol. 39, N°13 - Avril 2005
[P2459-2473 - BROUSSE (B.) - VIDAL (B.) - PONTICQ (X.) - GOUPIL (G.) - ALARY (R.)]

- Teaching tunnels : Knowledge management and on-line databases, 31st ITA-AITES World Tunnel Congress : *Underground space use, analysis of the past and lessons for the future*
May 2005, Istanbul - Proceedings Vol. 2
[P315-319, FAURE (R.-M.) - THIMUS (F.-F.) - HEMOND (G.) - FAURE (N.) - LECOMTE (B.)]

- Channel Tunnel - Monitoring strategy for the tunnel lining
31st ITA-AITES World Tunnel Congress : *Underground space use, analysis of the past and lessons for the future*
May 2005, Istanbul - Proceedings Vol. 2
[P1211-1214, CHOQUET (C.) - SCHWENZFEIER (A.) - LAMONT (D.R.)]

- Le contrôle du courant d'air longitudinal dans les tunnels routiers
Congrès international de métrologie Juin 2005, Lyon [6 pages, BROUSSE (B.)]

- An integrated safety study for the use of Fixed Fire Fighting Systems
2005 NFPA World Safety Conference Juin 2005, Las Vegas [8 pages, CAROTTI (P.)]

- Les tirs à l'explosif
Innovations technologiques et évolutions réglementaires
Colloque AFTES/SIM du 10 mars 2004 - Tunnels et ouvrages souterrains
[N°191, Septembre/Octobre 2005, P266-268, PONTUS (R.) - SCHWENZFEIER (A.)]

- L'utilisation d'OSCART par la maîtrise d'oeuvre lors du creusement d'un tunnel - *Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable*
Chambéry, octobre 2005 [P17-23, HAMAIDE (G.) - FEMELAND (M.) - CHANTRON (L.)]

- **Prédimensionnement et estimation du clouage d'une voûte de tunnel**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [P73-82, FAURE (R.-M.) - GRASSO (D.)]
- **Estimation et maîtrise des coûts d'exploitation des tunnels routiers**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [P87-94, MARTIN (J.-C.)]
- **Le comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers, quatre années de travaux...**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [107-114, DEFFAYET (M.) - GONCALVES (N.)]
- **La ventilation des ouvrages souterrains en cours de construction**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [P151-160, BROUSSE (B.)]
- **La DAI et l'amélioration de la sécurité**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [P189-197, WATRIGANT (B.)]
- **Conception et construction des tunnels : une prise en compte de plus en plus fine des impacts environnementaux**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [P207-214, BURKHART (J.-F.) - GABET (M.-C.)]
- **Une plate-forme informatique pour l'aide à la conception et au dimensionnement des tunnels**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [P479-484, SAÏTTA (A.) - BIETH (E.) - MARTIN (F.) - ROURE (P.)]
- **Tunnels et ouvrages souterrains : transfert des connaissances et base de données en ligne**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005 [P485-490, THIMUS (J.-F.) - LECOMTE (B.) - FAURE (R.-M.)]
- **Réparation et modernisation du tunnel des Monts**
Congrès international de l'AFTES : Les tunnels, clé d'une Europe durable
Chambéry, octobre 2005, [P517-526, MIZZI (J.-P.) - LARIVE (C.) - GAIOTTINO (C.)]
- **Vers une véritable gestion de la sécurité des tunnels routiers : l'expérience française et internationale**
IV Simposio de Tuneles
Principado de Andorra, octobre 2005, [P77-94, LACROIX (D.)]
- **Le Groupe de Travail Francophone des Exploitants des tunnels routiers :**
IV Simposio de Tuneles
Principado de Andorra, octobre 2005 [P991-1004, MARTIN (J.-C.)]
- **Présentation des techniques de diagnostic de l'état d'un béton soumis à un incendie**
Méthodes d'essai des lpc
N°62 - Décembre 2005, DIVET (L.) - ARNAUD (S.) - DEROBERT (X.) - FASSEU (P.)
FAURE (R.-M.) - LARIVE (C.) - NAQUIN (B.) - OLIVIER (G.)

> Journées d'études

- **Journées Sécurité des tunnels routiers :**
Les acteurs, l'évolution de la réglementation
Lyon, 19 mai 2005 et Paris, 31 mai 2005
- **Tunnels en béton - Journée d'information**
Lyon, 8 décembre 2005
- **Point sur la formation des opérateurs de tunnels routiers**
Réunion du GTFE Juin 2005, Le Havre [AURAND (V.) - MARTIN (J.-C.) - MERAND (P.)]
- **Réunions du GTFE**
Le Havre, 16-17 juin 2005
Lyon, 24-25 novembre 2005

Quelques thèmes traités :

- Point sur la formation des opérateurs tunnels routiers
 - Comportement au feu des tunnels routiers
 - Évolution du contexte réglementaire de la sécurité des tunnels routiers
 - Auto-inflammation des poids lourds - Synthèse des résultats de l'enquête
 - Formation des opérateurs de tunnels routiers
 - Mise en valeur des piedroits et des équipements de sécurité des tunnels routiers
- Éléments de réflexion

> CD-Rom

- **Fiches signalétiques des chantiers mécanisés**
(Les tunneliers)



CETU - AFTES - Septembre 2005

> DIDACTU

Ce didacticiel en développement est né d'une association entre le CETU et le département Génie Civil de l'Université Catholique de Louvain. Il traite du thème des tunnels sous la forme d'un recueil structuré d'information des savoirs et du savoir-faire. C'est un projet expérimental, qui s'adresse principalement aux étudiants et élèves ingénieurs les guidant dans ce domaine spécialisé et particulièrement difficile qui s'étend de la conception jusqu'à la réception de l'ouvrage.

Actuellement ce site est accessible sur : www.solem.ch

> Le nouveau site internet du CETU est en ligne

Le nouveau site Internet du CETU est en ligne depuis septembre 2005. Il est construit sur une plate-forme matérielle et logicielle mise à disposition par notre Ministère.

Cette plate-forme permet de :

- Raccourcir le chemin entre production du contenu et sa publication.
- Décentraliser les responsabilités et l'alimentation des contenus, tracer les processus.
- Séparer la forme du contenu afin que les producteurs se concentrent uniquement sur le contenu et non la mise en forme.
- Rendre l'information et les services associés plus accessibles, mieux structurés.

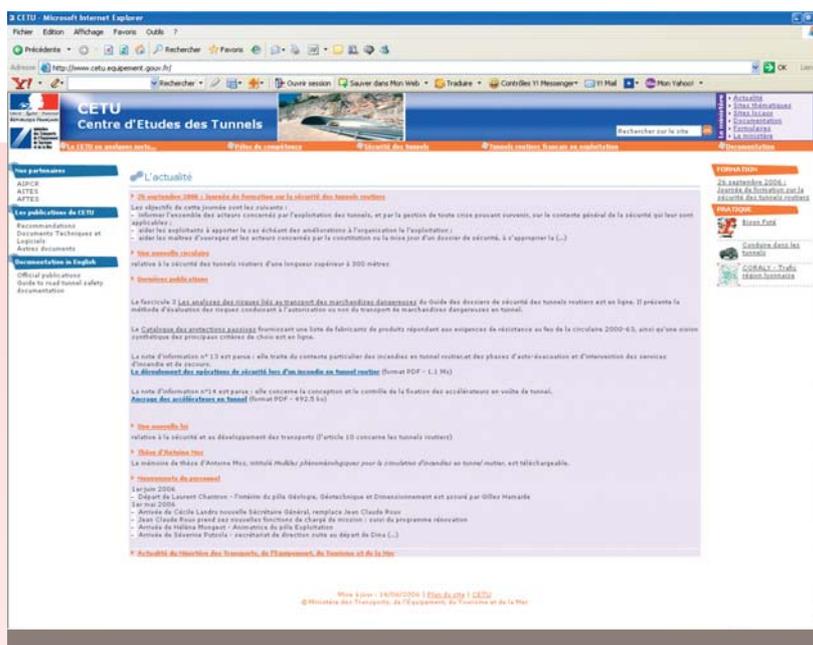
Son contenu est bien entendu entièrement renouvelé et la présentation reprend la charte graphique de notre Ministère.

Le nouveau site Internet du CETU en quelques mots :

Le site est désormais opérationnel à l'adresse suivante :

www.cetu.equipement.gouv.fr

Dès la page d'accueil, il est possible d'accéder à l'actualité qui reprend les dernières publications, les congrès et d'obtenir des renseignements avec des liens complémentaires vers d'autres sites du monde des tunnels et du Ministère.



Le bandeau de navigation vous propose :

"Le CETU en quelques mots" pour connaître les missions, l'organisation et l'activité Ingénierie du CETU.

"Pôles de compétence" pour découvrir l'activité de chaque pôle en matière de recherche et de capitalisation des connaissances.

"Sécurité des tunnels" pour obtenir des informations sur les dispositions de sécurité adoptées dans les tunnels routiers.

"Tunnels routiers français en exploitation" pour visualiser la liste des tunnels classés par longueur et département.

"Documentation" pour accéder aux publications du CETU, textes officiels et autres documents.



25, avenue François Mitterrand
Case N°1
69674 BRON Cedex
☎ +33 (0)4 72 14 34 00
☎ +33 (0)4 72 14 34 30
✉ cetu@equipement.gouv.fr
www.cetu.equipement.gouv.fr