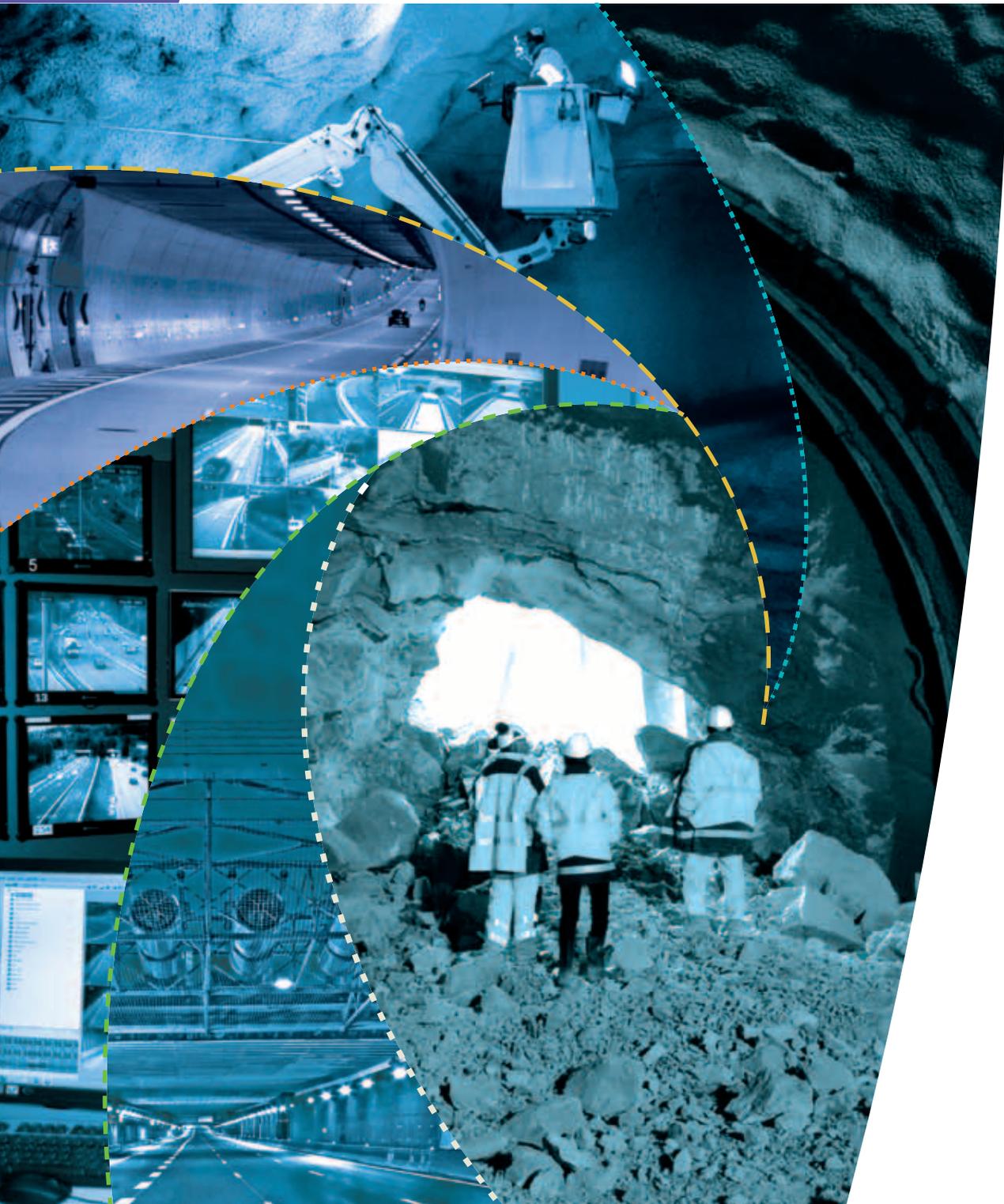


Rapport d'activité 2013



Sommaire

Editorial	3
En Bref...	4
Améliorer la sécurité des tunnels	8
Maîtriser les techniques, les coûts et les délais	10
Comprendre et maîtriser les incendies en tunnel	12
Mieux prendre en compte les aspects environnementaux liés aux tunnels	14
Les tunnels au service d'une politique de développement durable	16
Gérer le patrimoine et optimiser l'exploitation des tunnels routiers	18
Intervenir dans les projets et ouvrages routiers et ferroviaires sous des formes variées	20
Animer les réseaux professionnels et développer les partenariats	24
Être un acteur reconnu au niveau international	26
Les publications	28

DIRECTEUR
Michel Deffayet

DIRECTEUR ADJOINT
Eric Premat

SECRETARIAT GENERAL
Cécile Landru

LES CHEFS DE POLES

PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION, MARCHÉS, EXÉCUTION
Florent Robert

GÉOLOGIE, GÉOTECHNIQUE ET DIMENSIONNEMENT
Didier Subrin

MATÉRIAUX, STRUCTURES ET VIE DE L'OUVRAGE
Catherine Larive

SÉCURITÉ
Marc Tesson

EXPLOITATION
Hélène Mongeot

ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET DE GESTION
Thierry Manuguerra

VENTILATION ET ENVIRONNEMENT
Jean-François Burkhart

LES CHARGES DE MISSION

GESTION DE L'INGÉNIERIE
Gérard Mazzolèni

AVIS ET CONTRÔLE EXTERNE
Gilles Hamaide (Génie civil)
Jean-Claude Martin (équipements)

DÉVELOPPEMENT DURABLE
Laëtitia D'Aloia-Schwartzentruber

SUIVI PROGRAMME DE RÉNOVATION
François Pillant

AFTES
Alain Mercusot

APPUI TECHNIQUE ET GRANDS PROJETS
Odile Vannièr

Le Conseil Scientifique, sous la présidence de Michel Quatre, IGPEF, est l'organe d'orientation de l'activité de recherche et doctrine du CETU. Outre son président, ses membres sont : MM. Kretz (SETRA), Magnan (IFSTAR), Walckenaer (CERTU), Trancart (DRI), Ricard et Broto (ASFA), Mistral (CG73), Kohler (BG), Kastner (INSAL), Thimus (université catholique de Louvain), Pendarias (MARRN).

La réunion du Conseil Scientifique du 10 décembre 2013 a été l'occasion, une fois de plus, de faire un point d'arrêt sur les principales productions de l'année et de valider les propositions pour l'année suivante.



Edito



Michel Deffayet,
Directeur



Eric Premat,
Directeur adjoint

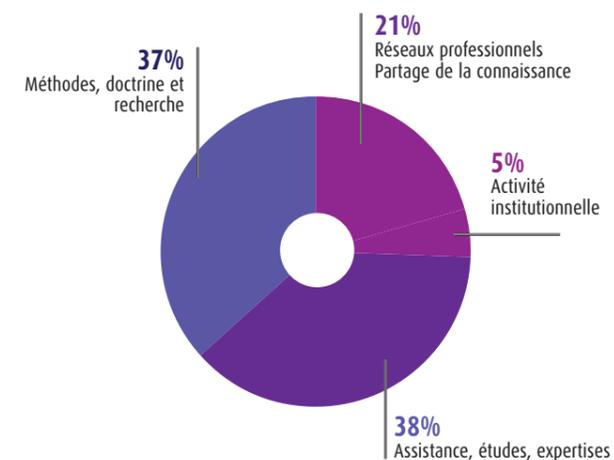
Dans le domaine des travaux souterrains en France, avec notamment le percement des tunnels routiers de Saint-Béat et de Chabrières, ou encore la fin des travaux du tunnel de Talant et celle prochaine du tunnel du tramway de Viroflay, 2013 a été marquée par l'avancée significative de plusieurs grands chantiers de construction dans lesquels le CETU est directement impliqué. Aux travaux de construction ou de réparation du génie civil, mais aussi pour équiper, comme à Toulon, ou rénover les dispositifs de sécurité de tunnels, s'est ajouté un investissement important du CETU auprès des maîtres d'ouvrage dans les phases de conception, en particulier dans le domaine ferroviaire, avec les études préliminaires de la LN PCA par exemple.

Comme cela a été le cas avec le lancement du projet innovant ECOMINT portant sur des procédés innovants de traitement des venues d'eau, les travaux de recherche et doctrine visent surtout à apporter des solutions aux problématiques concrètes auxquelles sont confrontés les acteurs du monde des tunnels, et à les tester avant de les diffuser auprès des maîtres d'ouvrage et de la profession. Les axes stratégiques demeurent bien évidemment la sécurité des tunnels qu'ils soient routiers, mais aussi ferroviaires ou fluviaux, la maîtrise des risques et des coûts de construction et d'exploitation, et la prise en compte des enjeux du développement durable et de l'environnement, comme l'illustre dans le présent rapport la problématique des impacts des vibrations en phase chantier. L'intérêt de ces travaux a été souligné par le conseil scientifique du CETU, qui chaque année, apporte un regard extérieur très utile sur le bilan et les avancées, et propose les pistes de travail et de réflexion pour l'année suivante. Développer et capitaliser les connaissances sur l'objet tunnel n'a de sens pour le CETU que s'il diffuse cette connaissance, l'explique, aide les acteurs, au premier rang desquels les exploitants, et les accompagne pour déployer les avancées techniques, organisationnelles ou réglementaires. C'est à ce titre que les 40 ans du GTFE, animé depuis sa création par le CETU, ont constitué un fait marquant de l'année 2013. L'événement a été fêté comme il se devait, au sein d'une communauté de l'exploitation qui a plaisir à se réunir et à échanger sur ses pratiques et difficultés.

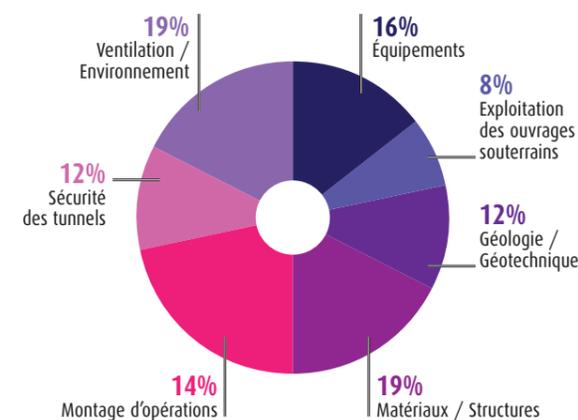
Animer les réseaux professionnels a été aussi le leitmotiv, que ce soit au niveau national avec la poursuite de l'implication importante du CETU au sein de l'AFTEs, mais aussi au plan international, avec un investissement tout particulier dans les groupes de travail et comités techniques des associations AITES et AIPCR. Autant de points soulignés très positivement par l'inspection conduite par le CGEDD cette année, qui a confirmé le CETU dans ses missions tout en l'incitant à poursuivre notamment la formalisation de sa stratégie et la démarche d'amélioration continue de ses outils de pilotage et de fonctionnement interne.

Aux côtés de l'ensemble des agents, nous sommes donc heureux et fiers de vous présenter aujourd'hui un aperçu de l'activité du CETU au travers d'un échantillon des principaux faits et actions qui ont marqué 2013.

Répartition de l'activité par modes d'intervention



Répartition de l'activité par domaines



2013 en bref

Janvier

FORMATION DES ÉQUIPES DE MAÎTRISE D'ŒUVRE des tunnels de Saint-Béat (31) et Chabrières (04) : dans l'optique des travaux de creusement, le CETU a organisé les 15 et 16 janvier 2013 une formation spécifique pour les équipes de la DIR Sud-Ouest et de la DIR Méditerranée

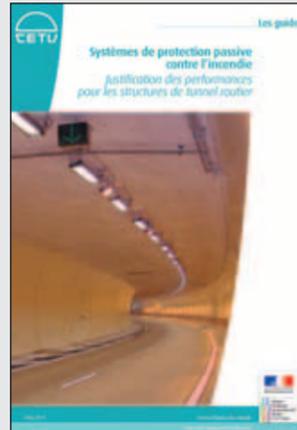
Communication du CETU à l'occasion du **40^{ÈME} CONGRÈS ATEC-ITS FRANCE** à Paris les 30 et 31 janvier, sur l'évacuation des usagers d'un tunnel routier au travers de l'exemple du tunnel de Caluire

Février

Démarrage **D'UNE THÈSE SUR LA DYNAMIQUE DES FOYERS** pour mieux caractériser les termes sources dans le cadre de démarches de type « ingénierie de la sécurité incendie »

Lancement officiel du **PROJET NATIONAL DE RECHERCHE VILLE 100** consacré à la mise en évidence de la ressource « sous-sol » pour la ville durable : le CETU s'est fortement impliqué dans le montage de ce projet piloté par le Comité Espace Souterrain de l'AFTES

Mars



Publication du **GUIDE SUR LES SYSTÈMES DE PROTECTION PASSIVE CONTRE L'INCENDIE**, élaboré conjointement avec les laboratoires agréés pour les essais de résistance au feu (CSTB, EFECTIS France et CERIB), disponible en téléchargement sur le site internet du CETU



Parution du fascicule 2 du **GUIDE DE LA MODÉLISATION AÉRAULIQUE** pour les tunnels, à l'attention des maîtres d'ouvrage et bureaux d'études, dédié à la modélisation mono-dimensionnelle et téléchargeable sur le site internet du CETU



Réception le 7 mars d'une **DÉLÉGATION JAPONAISE**, suite à l'accident tragique survenu dans le tunnel autoroutier de Sasago, pour échanger sur les pratiques européennes en matière d'inspection et de maintenance des tunnels

Participation du CETU, dans le cadre du PST Rhône-Alpes, à **LA JOURNÉE MOBILITÉ** du 21 mars à l'École des Mines de Saint-Étienne, dont l'objectif était la présentation de travaux de doctorants dans le domaine des transports et de la mobilité

Avril

INSPECTION DÉTAILLÉE PÉRIODIQUE DES ÉQUIPEMENTS DU TUNNEL DU LIORAN réalisée du 15 au 19 avril par le CETU pour le compte de la DIR Massif Central, qui retient l'attention des médias (article dans la « Voix du Cantal », reportage diffusé sur France 3)

Réunion à Londres les 16 et 17 avril du **COMITÉ TECHNIQUE DE L'EXPLOITATION DES TUNNELS DE L'AIPCR**, dont le CETU assure le secrétariat francophone



Intervention du CETU lors du **FORUM DES EXPLOITANTS DE TUNNELS ROUTIERS BRITANNIQUES** à Londres les 18 et 19 avril

Signature officielle du protocole **d'EXPÉRIMENTATION ECOMINT POUR LE DÉVELOPPEMENT DE PROCÉDÉS INNOVANTS DE TRAITEMENT DE VENUES D'EAU** le 26 avril à la préfecture de Savoie par le conseil général, l'entreprise ETANDEX et le CETU



Mai

Démarrage le 13 mai des **TRAVAUX DANS LE TUNNEL DES ÉCHELLES** pour expérimenter les techniques d'étanchement ECOMINT, le CETU assistant le CG 73 qui assure la maîtrise d'œuvre du chantier

Participation à Lausanne les 13 et 14 mai à une réunion du groupe TG1.7 de la **FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON** (FIB) sur le thème des bétons en tunnels

Juin

Quatre présentations du CETU à la **CONFÉRENCE INTERNATIONALE ANNUELLE DE L'AITES** du 1^{er} au 5 juin à Genève, sur l'ingénierie de la sécurité incendie appliquée aux infrastructures souterraines, les spécifications des bétons projetés, l'approche management des risques appliquée aux projets de tunnels et les bonnes pratiques pour la maîtrise des coûts et la contractualisation



Le 4 juin, présidence et animation par le CETU, en marge de la conférence de l'AITES, d'un **WORKSHOP « COMPLEX UNDERGROUND MULTIPURPOSE FACILITIES : SAFETY CHALLENGES AND SOLUTIONS »**, dans le cadre du comité COSUF pour l'exploitation en sécurité des infrastructures souterraines

Présentation des travaux du CETU sur l'ACV de la phase de construction du tunnel de Talant de la LINO (Liaison nord de l'agglomération dijonnaise) aux **JOURNÉES OUVRAGES D'ART DU RST** du MEDDE qui se sont déroulées les 5 et 6 juin à Dijon

40 ANS DU GTF : Le Groupe de Travail Francophone des Exploitants a fêté les 13 et 14 juin à Bron ses 40 ans d'existence. La réunion a été l'occasion de revenir sur 40 ans d'une collaboration fidèle et efficace, d'aborder des thèmes aussi variés que le rôle des agents de sécurité et le management de la sécurité, la maintenance des équipements ou encore les outils d'ingénierie de la sécurité incendie au service de la mise en sécurité d'ouvrages souterrains



Visite le 19 juin d'une **DÉLÉGATION INDONÉSIENNE** composée de quinze représentants de la Direction Générale des Routes. Sujets à l'ordre du jour : conception et construction des tunnels, rôle, missions et partenariats du CETU, patrimoine français en matière de tunnels, évolutions réglementaires et technologiques



6^{ÈME} RÉUNION DU COMITÉ TUNNELS, rassemblant le 19 juin à Strasbourg des représentants de départements gestionnaires de tunnels routiers et le CETU sur le thème de la viabilité hivernale et des problèmes liés aux venues d'eau



VISITE DES TRAVAUX EN COURS DANS LE TUNNEL DES ÉCHELLES dans le cadre de l'expérimentation ECOMINT par les élus de la Savoie le 25 juin

Réception d'une **DÉLÉGATION SINGAPOURIENNE** composée de cinq représentants du ministère chargé des transports (Land Transport Authority), pour échanger avec les équipes du CETU sur le thème de l'entretien et de la maintenance des infrastructures vieillissantes

Juillet

INSPECTION DÉTAILLÉE DU GÉNIE CIVIL DES TUNNELS DE LA VOIE DES MERCUREAUX par la Centrale d'Inspection du CETU, du 15 au 19 juillet, pour le compte de la DIR Est, qui a fait l'objet d'un reportage sur France 3 Franche-Comté



2013 en bref

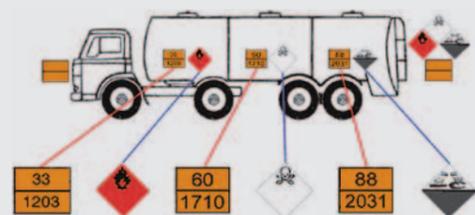
Août

Participation du CETU, les 19, 22 et 23 août, aux **PREMIERS ESSAIS DE FLUAGE EN FLEXION DE DALLES DE BÉTONS FIBRÉS** mis au point en collaboration avec le laboratoire Sigma Béton

RÉCEPTION DES TRAVAUX DU CHANTIER DU COL DE MENÉE le 29 août, auxquels le CETU a contribué en tant qu'assistant à la maîtrise d'œuvre aux côtés du Conseil Général de la Drôme

Septembre

Mise à jour de la liste des tunnels de longueur supérieure à 300 m soumis au **RÉGIME DES TRANSPORTS DE MARCHANDISES DANGEREUSES**



Rencontre au CETU le 17 septembre de la **JAPAN FEDERATION OF CONSTRUCTION MANAGEMENT ENGINEERS ASSOCIATION** qui souhaite s'inspirer des pratiques européennes et françaises pour faire évoluer la réglementation japonaise



Le 19 septembre : mise en place à Londres du **NOUVEAU STEERING BOARD DU COMITÉ ITA-CET** et visite du centre de formation TUCA dédié aux métiers du souterrain

Octobre

Démarrage d'une **THÈSE SUR LE DÉVELOPPEMENT D'INDICATEURS DD ADAPTÉS AUX PROJETS SOUTERRAINS ET L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES AMÉNAGEMENTS SOUTERRAINS**, en collaboration avec l'IFSTTAR, dans le cadre de projet National « Ville 100 - Ville d'idées »

Le 4 octobre 2013 : **RÉOUVERTURE DU TUNNEL DES ÉCHELLES**, après les travaux qui ont permis de traiter la quasi-totalité des venues d'eau (expérimentation ECOMINT)

Le 10 octobre, **RÉUNION EUROPÉENNE SUR LA PROBLÉMATIQUE GARAGES ET OBSTACLES**, rassemblant les représentants de neuf pays, organisée par le CETU pour identifier et partager les bonnes pratiques au niveau européen



Participation au **CONGRÈS DE LA FÉDÉRATION NATIONALE DES SAPEURS-POMPIERS** du 10 au 12 octobre à Chambéry, où le CETU a assuré deux interventions et animé un stand "tunnel pédagogique" présentant les principaux équipements de sécurité et rappelant les consignes à adopter cas d'événement



FIN DES TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL DU TUNNEL DE TALANT (Dijon) pour lequel le CETU a assuré une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour le compte de la DREAL Bourgogne



QUATRIÈME RÉUNION DU COMITÉ AIPCR DES TUNNELS, les 21 et 22 octobre, à Da Nang (Vietnam). Le CETU a assuré le secrétariat francophone de cette réunion et a participé au Workshop de deux jours qui a suivi

Novembre



Organisation et animation par le CETU, le 7 novembre à Lyon, d'un **SÉMINAIRE NATIONAL SUR LA SÉCURITÉ EN TUNNELS ROUTIERS ET LA FORMATION DES CONDUCTEURS**, à l'attention des services routiers en charge de l'exploitation de tunnels : plus de 60 personnes provenant de services de l'État (DIR), de conseils généraux et autres collectivités, ou de sociétés d'autoroutes concédées ont pu être sensibilisées aux consignes de conduite en tunnel et aux comportements à adopter en cas de panne ou d'incendie

Le 8 novembre, **ÉVALUATION DE L'AXE STRATÉGIQUE DE RECHERCHE ET DE DOCTRINE N°2 « ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE »** : la commission composée de 6 experts, sous la présidence de Thierry Kretz (IFSTTAR) a salué la qualité des travaux réalisés depuis 2010 et encouragé le CETU à poursuivre le développement d'outils d'évaluation des impacts d'un tunnel et l'accompagnement des maîtres d'ouvrage dans la mise en œuvre de ces outils



Du 11 au 14 novembre, mission d'**EXPERTISE DE PROJETS DE TUNNELS ROUTIERS AU BRÉSIL** : l'État de São Paulo a fait appel au CETU pour expertiser les dispositions de sécurité prévues pour 19 nouveaux tunnels, répartis sur 4 projets routiers majeurs de l'État, et représentant un linéaire total de près de 40 km en souterrain

7ÈME RÉUNION DU COMITÉ TUNNELS à Grenoble le 14 novembre, à l'invitation du conseil général de l'Isère, autour de la problématique des remontées d'informations des tunnels vers l'exploitant



RÉUNION DU GROUPE DE TRAVAIL FRANCOPHONE DES EXPLOITANTS de tunnels routiers à Annecy-le-Vieux les 21 et 22 novembre, avec notamment un atelier thématique sur « l'utilisation de simulateurs pour la formation des personnels exploitants », des discussions sur l'amélioration de la prise en compte des PMR et la visite du tunnel du Mont Sion



Organisation le 27 novembre, dans les locaux de l'ENTPE, par le CETU, le STRMTG et le STAC, sous l'égide du Pôle Scientifique et technique Rhône-Alpes, d'un **ATELIER SUR LE RETOUR D'EXPÉRIENCE DANS LE DOMAINE DES TRANSPORTS** rassemblant une quinzaine de personnes issus aussi



de l'industrie, que des milieux de la route, des tunnels, du monde ferroviaire, des transports guidés, des remontées mécaniques ou encore de l'aviation civile

Assemblée Générale du **PROJET NATIONAL « VILLE 100 - VILLE D'IDÉES »** et bilan des travaux en cours de la tranche 1, le 27 novembre

Décembre

PERCEMENT DU TUNNEL DE SAINT-BÉAT (31) le 10 décembre, après 8 mois de travaux de creusement pour lesquels le CETU a apporté une assistance au maître d'œuvre DIR Sud-Ouest et au maître d'ouvrage DREAL Midi-Pyrénées, pour le génie civil et les équipements du tunnel



Réunion, sous la présidence de Michel Quatre, du **CONSEIL SCIENTIFIQUE DU CETU**, à Bron le 10 décembre, qui a souligné l'importance et la qualité de l'activité de recherche et doctrine du service



Le 13 décembre, **VISITE D'UNE DÉLÉGATION CHINOISE AU CETU**, composée de six ingénieurs chargés des études et de la construction de tunnels routiers dans l'agglomération de Shanghai (Shanghai Facilities Across Huangpu River Construction & Development) pour échanger plus

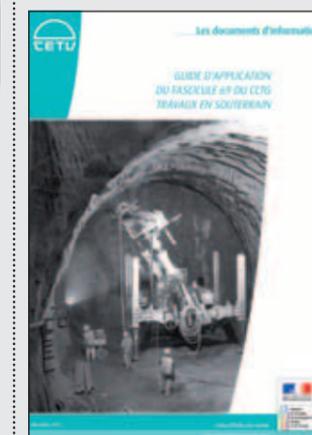


particulièrement sur le thème de la ventilation sanitaire et des techniques du traitement de l'air, ainsi que sur la nature des équipements mis en œuvre dans les tunnels complexes de type duplex

PERCEMENT DU TUNNEL DE CHABRIÈRES (04) le 17 décembre, pour lequel le CETU assistait la maîtrise d'œuvre DIR Méditerranée et la maîtrise d'ouvrage de la DREAL Provence-Côte-d'Azur



Publication du **GUIDE D'APPLICATION DU FASCICULE 69 DU CCTG « TRAVAUX EN SOUTERRAIN »**, qui a pour objectif d'aider à la préparation des contrats de travaux de génie civil en application des principes définis par le nouveau fascicule. Ce guide est disponible en téléchargement sur le site internet du CETU



Sortie du **GUIDE DE BONNES PRATIQUES POUR LA SÉCURITÉ ET LA PROTECTION DE LA SANTÉ LORS DE TRAVAUX EN SOUTERRAIN**, réalisé en collaboration avec la Carsat Rhône-Alpes



Améliorer la sécurité des tunnels

Depuis 2000, la gestion de la sécurité des tunnels routiers s'inscrit dans un processus dynamique d'amélioration fondé sur deux cercles vertueux complémentaires. Ces deux cercles s'articulent à deux échelles de temps différentes. Le premier permet d'assurer au mieux la sécurité quotidienne et de tirer les enseignements de l'expérience pour l'améliorer en permanence. Le second, basé sur les contrôles périodiques et l'actualisation des analyses de risques, est l'occasion de vérifier l'ensemble du système et de faire un point global tous les six ans sur la démarche de sécurité mise en œuvre dans l'ouvrage. La démarche de retour d'expérience est une composante essentielle de ce dispositif. Pour accompagner cette démarche, le Centre d'études des tunnels s'attache à valoriser la doctrine existante et à explorer de nouvelles pistes pluridisciplinaires de recherche en partenariat avec d'autres domaines d'activité et d'autres pays.

Le retour d'expérience sur incident : comprendre et apprendre pour progresser



Christophe WILLMANN, chargé d'études au pôle Sécurité

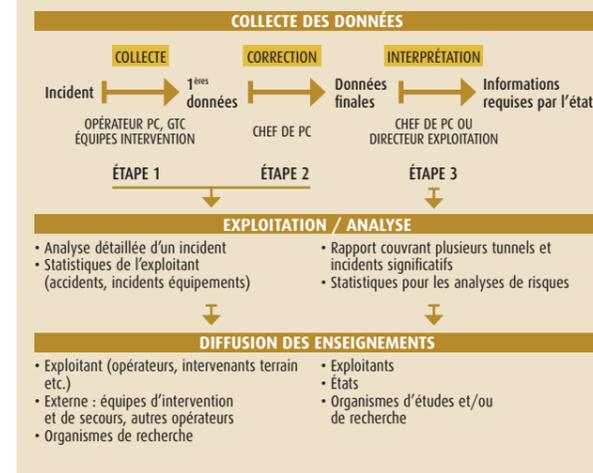
Le principal moteur de l'amélioration du système de gestion de la sécurité en tunnel routier est le retour d'expérience (REX) sur les incidents. La chaîne du retour d'expérience conceptualisée par le CETU a permis d'identifier deux axes de travail prioritaires : la participation du CETU au retour d'expérience ainsi que l'amélioration de la démarche et des méthodes.

Participation au retour d'expérience : le retour d'expérience centralisé a permis au CETU d'enregistrer 837 incidents significatifs en 2012 transmis par les exploitants de 74 tunnels. Comme chaque année, un rapport a été produit en 2013 pour analyser l'évolution pluriannuelle et la gravité de ces incidents. Toutefois, certaines pannes ne sont pas des incidents significatifs, et le nombre d'incidents transmis ne permet pas de mener une exploitation statistique détaillée. Afin de compléter ces rapports annuels, le CETU a engagé en 2012 avec le bureau d'études Bonnard et Gardel un travail de collecte et d'analyse des pannes, accidents, incendies enregistrés ces 10 dernières années dans les centres de surveillance français. La rédaction du rapport traitant des 26 000 événements ainsi collectés dans 96 ouvrages a débuté en 2013 et se poursuivra en 2014. Ce rapport inclut l'analyse des taux de survenance des événements ainsi que l'examen des facteurs d'influence à l'aide de lois statistiques sophistiquées. La collecte a également permis la rédaction de 19 rapports « exploitants » fournissant des éléments d'analyse spécifiques à leurs ouvrages. Concernant l'analyse détaillée d'incidents spécifiques ou d'exercices, l'expertise du CETU est en outre régulièrement sollicitée par les exploitants dans le cadre de réunions de débriefings ou de groupes de travail (ceux du Mont Blanc et du Fréjus par exemple).



Reconstitution sur maquette d'un événement réel en vue du debriefing entre acteurs

La chaîne du retour d'expérience : de la collecte des données à la diffusion des enseignements



« Le retour d'expérience sur incident permet de prendre de la hauteur par rapport à mon vécu des événements tunnels et me donne des éléments de comparaison avec le reste du réseau national. En effet, le rapport fournit des statistiques événementielles par tunnel, par type d'événement avec des échantillons plus représentatifs que nos seuls tunnels. Il permet aussi de consulter les explications fournies par les exploitants qui ont géré des événements significatifs et celles-ci enrichissent mon expérience en la matière »

Lucie Legras Chef du service Exploitation Sécurité Trafic réseau ESCOTA

Amélioration de la démarche et des méthodes : la contribution du CETU à cette amélioration intègre entre autres les propositions des acteurs lors des analyses d'incident. Elle s'enrichit également des enseignements tirés de la thèse en cours, en collaboration avec l'université de Grenoble et l'exploitant Openly, sur le retour d'expérience, concernant par exemple la définition des événements pertinents, les modalités d'organisation de la démarche du retour d'expérience et les principes d'organisation des équipes. Elle s'appuie enfin sur le partage des bonnes pratiques au plan national et international. A l'échelle nationale, l'atelier « retour d'expérience dans le domaine des transports » du PST Rhône-Alpes a permis des échanges fructueux avec plusieurs partenaires externes (cf. repères). Ces échanges sont amenés à se poursuivre. Ils ont fait émerger l'idée d'un groupe de travail de partage des enseignements de l'analyse d'incidents en tunnel. Cette idée complète les pistes d'amélioration envisagées par le CETU concernant le REX centralisé et ses outils qui sont actuellement principalement

utilisés pour répondre à un objectif réglementaire. Ces pistes d'amélioration visent principalement à faire du REX centralisé une possible ressource interne pour les exploitants mais aussi un outil de partage des expériences et bonnes pratiques. A l'international, au sein d'un groupe de travail dédié au retour d'expérience de l'association mondiale de la route (AIPCR), la contribution du CETU lui permet de diffuser les bonnes pratiques françaises mais aussi d'analyser l'applicabilité des approches étrangères comme l'utilisation d'une base de données unique de suivi des incidents par les différentes parties prenantes (exploitant, services de secours, État). Dans ce groupe, le CETU est coordonnateur d'un sous-groupe et rédacteur d'une partie du rapport.

Contact : christophe.willmann@developpement-durable.gouv.fr



Exercice de sécurité préalable à la mise en service (tunnel de Talant)

"Within working group 2 of the PIARC Technical Committee 3.3 "Road Tunnel operation" CETU is a key member addressing particularly the practice of accident date collection with a focus on optimizing the feedback chain"

Bernhard Kohl Head of Linz Branch, Austria, ILF Consulting Engineers

REPÈRES 2013

AVANCEMENT DU PROGRAMME DE MISE EN SÉCURITÉ DES TUNNELS ROUTIERS DE PLUS DE 300 M : 8 rencontres organisées avec les DIR

COMMISSION NATIONALE D'ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ DES OUVRAGES ROUTIERS : 7 réunions pour 8 dossiers Préliminaires de Sécurité et 14 Dossiers de Sécurité examinés

COMITÉS DE SÉCURITÉ DES TUNNELS BI-NATIONAUX : 5 réunions pour le Mont-Blanc (secrétariat technique, expert), 7 réunions pour le Fréjus (secrétariat technique, expert) dont pour ces deux ouvrages 4 réunions du groupe de travail dédié au retour d'expérience, 6 réunions pour le tunnel sous la Manche (expert, inspecteur), 2 réunions pour Tende (président, membre).

PANNES, ACCIDENTS ET INCENDIES : actualisation de l'étude de 1998, 21 rapports rédigés à l'échelle « exploitant », rapport relatif aux statistiques nationales prévu pour 2014

RETOUR D'EXPÉRIENCE : coordination du sous-groupe de l'Association mondiale de la route (AIPCR) en charge des réflexions sur la collecte des données ; Organisation avec le STRMTG¹ d'un atelier « Retour d'expérience dans le domaine des transports » sous l'égide du PST² Rhône-Alpes, atelier qui a réuni des représentants de la aviation civile, du BARPI³, du CRICR de Lyon, de la DIR centre EST, de l'EPSF⁴, de KEOLIS, du STRMTG et du CETU ; rédaction du rapport confidentiel annuel consacré aux incidents significatifs transmis par les exploitants des tunnels routiers français, diffusion aux exploitants concernés et à la CNESOR, mise en ligne sur le site du CETU d'une fiche synthétique ; participation à plusieurs réunions de débriefing en 2013 suite à des incendies en tunnel routier, sur demande des exploitants et/ou des préfetures ; co-encadrement par le CETU en liaison avec Openly⁵ et le laboratoire PACTE⁶ d'une thèse sur « Le Retour d'Expérience aux statistiques nationales prévu pour 2014 »

un exploitant de tunnel routier », finalisation d'un rapport interne à l'attention de l'exploitant et communication au congrès de la (SELF⁷)

FONCTIONS DE SÉCURITÉ DES TUNNELS ROUTIERS : réflexion sur les fonctions de sécurité et les systèmes associés dans l'optique d'une approche globale pour assurer une continuité d'exploitation tout en garantissant un niveau de sécurité satisfaisant aux usagers

RETRANSMISSION DES RADIO-COMMUNICATIONS EN TUNNEL ROUTIER : rédaction d'une note de synthèse sur les acteurs et réseaux utilisés, le fonctionnement des systèmes et les démarches à suivre pour assurer la retransmission des radiocommunications

SÛRETÉ : mise au point d'un dispositif de confinement des toxiques (RATP/ DSUT/ STRMTG) en métro, étude sur la dispersion des toxiques en tunnel routier (SDSIE/ INERIS/ STRMTG)

SÉCURITÉ DANS LES TUNNELS FERROVIAIRES : lancement d'un état des lieux dans les tunnels de plus de 1000 m ; réalisation d'un questionnaire pour d'une part apprécier les conditions d'exploitation et identifier les aménagements et équipements de sécurité présents dans ces tunnels, d'autre part compléter et mettre à jour les bases de données existantes sur les tunnels ferroviaires ; création d'un SIG localisant les tunnels ferroviaires en France avec mise en ligne d'une cartographie interactive sur le site internet du CETU

1- Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés
2- Pôle scientifique et technique « mobilité des personnes et des marchandises »
3- Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions industrielles
4- Établissement Public de Sécurité Ferroviaire
5- Exploitant du Boulevard Périphérique Nord de Lyon
6- Politiques publiques, Action politique, Territoires - Université de Grenoble
7- Société d'Ergonomie de Langue Française

Maîtriser les techniques, les coûts et les délais

La technique et les pratiques évoluent très vite. En conséquence, le référentiel technique et contractuel doit constamment s'adapter pour garantir que cette évolution s'accompagne d'une bonne maîtrise des risques, des coûts et des délais. Compte tenu des enjeux, l'implication du CETU est primordiale dans l'élaboration de textes de référence sur ces thématiques.

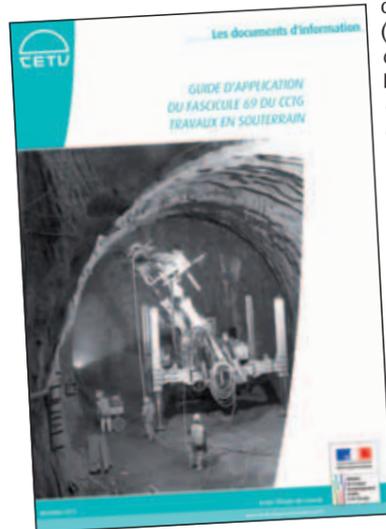
Le CETU publie le guide d'application du nouveau fascicule 69 « travaux en souterrain »



Gilles HAMAIDE,
chargé de mission avis
et contrôle externe (génie civil)

Le nouveau fascicule 69 du CCTG « travaux en souterrain » est entré en vigueur en juillet 2012. Dès sa publication, il était prévu qu'un guide d'application soit publié par le CETU. Ce guide se substitue aux anciens commentaires du précédent fascicule, avec pour objectif d'aider à la préparation du contrat de travaux de génie civil en application des principes définis par le nouveau fascicule. Ce guide dont la rédaction a été en grande partie assurée par le CETU a été validé par le groupe de rédaction du fascicule 69. Il attire en particulier l'attention sur la nécessaire qualité du dossier de consultation des entreprises (DCE), dont dépendra directement la qualité du marché en résultant.

Notamment, pour le dossier géologique, hydrogéologique et géotechnique, le guide propose des recommandations détaillées pour la constitution du dossier des données brutes (cahier A), du mémoire de synthèse (cahier B) et du mémoire de conception (cahier C). Il contient également des propositions pour la constitution d'un registre des risques qui est la base du plan de management des risques (PMR). Pour le plan de management des risques, introduit par le nouveau fascicule 69, le guide propose une démarche détaillée pour préparer sa contractualisation, depuis la constitution de DCE jusqu'à la mise au point du marché.



Par ailleurs, les mesures sont préconisées pour la définition et la rémunération des profils types de creusement soutènement, et des recommandations sont faites sur l'ensemble des sujets qui doivent être traités pour la protection de l'environnement et pour la maîtrise des impacts sur les avoisinants durant le chantier et pour lesquels le marché doit fixer des exigences contractuelles claires.

Afin d'en faciliter la lecture, le guide rappelle intégralement le texte du fascicule 69 dans lequel sont insérés des renvois numérotés. Chaque renvoi fait l'objet d'un commentaire et parfois d'un exemple d'application.

Il comprend également une annexe sur la terminologie des risques, une bibliographie, un glossaire technique et une proposition de plan type de CCTP.

Contact : gille.hamaide@developpement-durable.gouv.fr

Fascicule 67 titre III du CCTG-travaux



Gérard MAZZOLENI,
chargé de mission ingénierie

Le fascicule 67 titre III du CCTG-travaux concerne l'exécution dans les tunnels et ouvrages souterrains des travaux neufs d'étanchement par la mise en œuvre de procédés d'étanchéité. Ces travaux ont pour but d'empêcher l'eau du terrain de pénétrer à l'intérieur de l'ouvrage souterrain.

La révision de ce fascicule, qui vient de s'achever, a permis d'introduire de nouveaux procédés d'étanchéité et de tenir compte de l'adoption de normes européennes, reprises par la normalisation française.

La mise à jour des spécifications des quatre familles déjà traitées dans le fascicule initial repose sur les retours d'expériences et la prise en compte des normes européennes (essentiellement des normes d'essais associées aux spécifications). L'introduction de six nouvelles familles de procédés a nécessité une longue mise au point en raison de la spécificité des techniques.

Le nouveau fascicule traite ainsi de la plupart des procédés couramment utilisés en ouvrages souterrains. Au total dix familles de procédés sont présentées et les spécifications correspondantes seront publiées dans un guide d'application. Le choix de ne pas faire figurer les spécifications dans le fascicule vise à faciliter la mise à jour de ces dernières.

Dans le fascicule initial, la préparation du support, sur lequel est appliqué le procédé d'étanchéité, manquait de précision et a donc été largement développée dans le nouveau fascicule.

Il convient de mentionner l'introduction de clauses relatives au management de la Qualité, au respect de l'Environnement et aux documents à fournir par le titulaire conformément au Guide d'harmonisation des clauses techniques contractuelles.

Contact : gerard.mazzoleni@developpement-durable.gouv.fr



Tunnel de Talant : procédé d'étanchéité à base de géomembranes synthétiques

FAMILLES DE PROCÉDÉS TRAITÉES DANS LE FASCICULE INITIAL

Les géomembranes synthétiques en étanchéité d'extrados (géomembranes manufacturées thermoplastiques et translucides PVC-P) ;

Les feuilles bitumineuses en étanchéité d'extrados sur structures à remblayer, qui peuvent être utilisées seules ou avec une protection d'asphalte ;

Les Systèmes d'Étanchéité Liquide (SEL) mise en œuvre à l'extrados ;

Les enduits d'imperméabilisation adjuvantés mis en œuvre à l'intrados.

FAMILLES DE PROCÉDÉS INTRODUITES DANS LE NOUVEAU FASCICULE

Les géosynthétiques bentonitiques ;

Les géomembranes bitumineuses ;

L'asphalte coulé en extrados ;

Les joints de voussoirs pour les tunnels forés ;

Les Systèmes d'Imperméabilisation Liquide (SIL) mise en œuvre à l'intrados ;

Les enduits d'imperméabilisation par minéralisation.

REPÈRES 2013

LES AVIS TECHNIQUES CETU PUBLIÉS EN 2013 :

Xilhon ML - Géosynthétique bentonitique

Tectoproof T0 - Système d'imperméabilisation liquide (Résine Epoxy)

Antirock PR - Feuille préfabriquée monocouche (Renouvellement de l'avis technique)

RÔLES ET ARTICULATION DES ACTEURS D'UN PROJET DE TUNNEL :

réflexions pour mieux définir la mission du maître d'œuvre, missions de base et missions complémentaires, que ce soit en phase étude ou durant les travaux

COMPORTEMENT DES TUNNELS À GRANDE PROFONDEUR :

travaux de recherche et valorisation dans le cadre de la thèse de M. Tran

MAÎTRISE DES TASSEMENTS EN SITE URBAIN :

forte implication dans l'élaboration d'une recommandation dans le cadre du GT16 de l'AFTES sur la prise en compte des effets induits par les travaux sur les constructions

CREUSEMENT DE TUNNEL EN CONTEXTE URBAIN SENSIBLE :

assistance pour le compte du CG78 pour le creusement au tunnelier

à Viroflay. Analyse des résultats dans le cadre d'un travail de thèse avec l'ENTPE

CONNAISSANCE DU MASSIF ROCHEUX :

contribution au GT24 de l'AFTES, abordant les questions des reconnaissances à l'avancement pour les tunneliers

MAÎTRISE DES RISQUES CONTRACTUELS :

contribution au GT25 de l'AFTES, abordant les questions de contractualisation des travaux souterrains et de maîtrise des coûts

MAÎTRISE DES RISQUES GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES :

poursuite des travaux sur l'identification et la maîtrise des risques dans le processus d'étude. Communication et publications sur le sujet (voir liste en fin de rapport)

DOCUMENT GUIDE SUR LES COÛTS :

poursuite de la mise au point d'un document de synthèse sur l'évaluation des ouvrages et la détermination des coûts.

Comprendre et maîtriser les incendies en tunnel

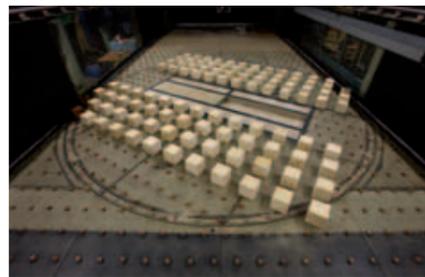
Les conséquences éventuelles d'un incendie en tunnel font que la sécurité incendie reste une préoccupation majeure des maîtres d'ouvrage. Le CETU maintient aussi ses efforts de recherche pour améliorer la compréhension et la modélisation des incendies en tunnel, comme l'illustrent le travail sur l'aérodynamique externe des tunnels et la thèse en cours sur la dynamique des foyers. Le CETU intervient également pour des missions d'expertise ou d'ingénierie sur ces sujets. L'étude réalisée pour le tunnel du Somport et l'assistance à maîtrise d'ouvrage auprès de la DREAL PACA pour le tunnel de Toulon en sont deux exemples.

Comportement aérodynamique au voisinage des tunnels : modélisations expérimentales et numériques de l'effet du vent sur la pression aux têtes



Thierry KUBWIMANA, chargé d'études au pôle Ventilation et Environnement

L'évaluation du courant d'air susceptible de s'établir naturellement dans un tunnel routier est un préalable indispensable pour le dimensionnement du système de ventilation mécanique. Ce courant d'air naturel, résultant des conditions atmosphériques extérieures au tunnel, peut en effet avoir, suivant son sens et sa vitesse, un effet particulièrement défavorable sur la stratégie de ventilation envisagée. La méthode d'évaluation la plus courante consiste aujourd'hui à exploiter les mesures disponibles à la station Météo-France la plus proche du



Vue de la maquette dans la soufflerie du LMFA/ECL

tunnel, faisant ainsi l'hypothèse forte que ces mesures sont représentatives des conditions d'exposition du tunnel. Dès lors qu'il faut prendre en compte les spécificités du tunnel et de son environnement, l'installation d'instruments de mesure sur site ou l'étude sur maquette (aérodynamique ou hydraulique), sont les méthodes traditionnellement adoptées. Depuis quelques années, la simulation numérique 3D, dite CFD (Computational Fluids Dynamics), est venue rejoindre la liste des outils à la disposition du concepteur. Le développement de logiciels de calculs sophistiqués, ainsi que l'augmentation permanente des ressources informatiques, permet en effet de simuler aujourd'hui les écoulements atmosphériques complexes autour des tunnels routiers et notamment en milieu urbain. Corrélativement se pose, en lien avec le développement de ces outils puissants, la question de la validité de leurs résultats.

Afin d'étudier la capacité d'un code de CFD à prévoir le comportement aérodynamique naturel d'un tunnel routier, le CETU a mené un travail de recherche en collaboration avec le Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA) de l'École Centrale de Lyon. Ce travail visait à étudier expérimentalement l'écoulement en tête d'un tunnel, puis à évaluer la précision d'un code de CFD dans la caractérisation de celui-ci. L'étude expérimentale a été réalisée dans la soufflerie du LMFA. Il s'agissait, dans un premier temps, d'étudier le champ de pression

obtenu à la tête d'un tunnel assimilé à la section frontale d'une cavité. De fortes sensibilités à l'angle d'incidence du vent, ainsi qu'à plusieurs paramètres géométriques ont été observées : citons la largeur de la cavité, la présence ou non d'un bâti à proximité ainsi que la densité de ce bâti. Suite à ce premier travail, une étude numérique visant à reproduire les cas expérimentaux a été menée. La comparaison des résultats obtenus aux mesures sur maquette a permis de constater que le code de CFD était performant. Bien que sa précision se soit dégradée dans les configurations bâties complexes, le calcul CFD s'est avéré précis dans l'estimation du champ de pression à la tête du tunnel.

Contact : thierry.kubwimana@developpement-durable.gouv.fr

Améliorer le dispositif de ventilation au tunnel du Somport



Xavier PONTICQ, chargé d'études au pôle Ventilation et Environnement

Situé sur l'axe routier Pau-Saragosse, le tunnel international du Somport relie, à travers les Pyrénées, la France à l'Espagne. Long de plus de 8,5 km, il dispose d'un système de ventilation de type semi-transversal réversible comportant 7 cantons. En cas d'incendie, le désenfumage est assuré par des trappes d'extraction sur 600 m environ, tandis que le courant longitudinal est contrôlé à l'aide des autres cantons utilisés soit en soufflage soit en extraction. L'efficacité de la maîtrise du courant d'air longitudinal ne peut être optimale qu'avec une bonne connaissance et la prise en compte des facteurs induisant une vitesse longitudinale dans l'ouvrage, à savoir notamment les contre-pressions naturelles aux têtes, le pistonement des véhicules présents, l'état de la ventilation sanitaire avant l'événement. Depuis son ouverture en 2003, le tunnel du Somport dispose, pour estimer les contre-pressions, d'un algorithme intégré à son système de Gestion Technique Centralisée (GTC) qui prend en compte l'état de la ventilation et du trafic ainsi que les mesures anémométriques installées dans le tunnel.

Une valeur limite de 200 Pa (quel que soit le sens) est réputée correspondre à des situations météorologiques ne se produisant pas plus de 5 % du temps (percentile 95). Dès que ce seuil est dépassé, les conditions minimales d'exploitation du tunnel du Somport imposent un stockage et une mise sous escorte des poids-lourds, représentant environ 20 % du trafic journalier. Ces épisodes de dépassement peuvent se produire plusieurs fois dans l'année, majoritairement en hiver, et leur durée peut atteindre jusqu'à la journée entière. Durant ces périodes, l'itinéraire de substitution – à savoir passer par le col du Somport – peut s'avérer difficilement praticable et inadapté à la circulation des poids-lourds.

Ainsi, le Comité de Sécurité a demandé au CETU d'évaluer la robustesse du système de ventilation suite à un incendie qui se produirait lors d'un événement météorologique induisant des contre-pressions aux têtes supérieures aux valeurs retenues pour le dimensionnement, avec l'objectif d'adapter éventuellement les conditions minimales d'exploitation actuelles. L'étude du CETU s'est composée de deux volets : un premier permettant, à l'aide de simulations mono-dimensionnelles réalisées avec le logiciel CAMATT 2.20, de mettre en évidence les situations d'incendie les plus critiques pour le système de ventilation, puis un second ayant recours à des modélisations tridimensionnelles transitoires sous FDS 5 afin de mieux apprécier les conditions d'évacuation des usagers et d'intervention des secours en cas d'incendie.

Contact : xavier.ponticq@developpement-durable.gouv.fr



Contours de température dans la zone du foyer (axe du tunnel).



Essais de fumées chaudes dans le tube sud du tunnel de Toulon en novembre 2013

Tunnel de Toulon : conception, installation et mise au point d'un système de désenfumage avec contrôle du courant d'air



Jean-François BURKHART, chef du pôle Ventilation et Environnement

Ouvert à la circulation en 2002, le tube nord du tunnel de Toulon accueille aujourd'hui un trafic de l'ordre de 30 000 véhicules / jour dans le sens « Nice vers Marseille », et le même niveau de trafic est attendu dans le tube sud dès son ouverture en 2014, dans le sens « Marseille vers Nice ». D'une longueur de 2 980 mètres, le tunnel a été doté d'un système de ventilation de désenfumage transversal associé à un contrôle du courant d'air, comme cela est prescrit pour les tunnels urbains de plus de 3 000 mètres. Avant même la mise en service du tube nord s'était posée la question de savoir si l'utilisation des moyens disponibles en soufflage et extraction dans les cantons aval ou amont de l'incendie étaient suffisants pour contrôler le courant d'air. La réponse à cette question dépendait des valeurs de contre-pression à prendre en compte aux têtes de l'ouvrage, relativement bien exposé aux vents dominants. Des mesures anémométriques avaient donc été lancées dès 2001 dans le tube nord, pendant cinq mois, puis en 2008-2009 pendant un an, sous circulation. A l'issue de ces mesures, la valeur de dimensionnement de contre-pression (contre-pression non dépassée 95 % du temps), a été retenue égale à 25 Pa, impliquant la mise en place de moyens actifs de contrôle du courant d'air.

L'installation d'accélérateurs pour le contrôle du courant d'air dans le nouveau tube a donc été décidée par la DREAL PACA, maître de l'ouvrage, qui a aussi opté pour l'installation simultanée d'accélérateurs dans le tube nord. Cette dernière mise à niveau du tube nord était essentielle car, dès la mise en service du tube sud, la limitation temporaire à 19 tonnes du trafic de poids-lourds dans le tube nord sera supprimée.

L'installation des accélérateurs s'est accompagnée d'un renforcement de la mesure anémométrique, et un algorithme de régulation a été mis en place, avec une vitesse de consigne fixée à 1,2 m/s en amont de la zone d'extraction. A la fin des travaux, des essais complets ont été réalisés afin dans un premier temps de déterminer les facteurs correctifs à apporter aux anémomètres fixes, puis pour optimiser les paramètres de l'algorithme de contrôle du courant d'air (temporisation initiale, période de régulation et incréments de poussée).

A travers la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage qu'il mène pour la DREAL PACA, le CETU, auteur de la conception initiale du système de ventilation du tunnel, est resté impliqué dans les phases de travaux et de mise au point du système, aux côtés du maître d'œuvre et des entreprises installatrices.

Contact : jean-francois.burkhart@developpement-durable.gouv.fr

REPÈRES 2013

COMPORTEMENT AÉRAULIQUE AU VOISINAGE DES TUNNELS : études expérimentales et numériques sur l'aérodynamique des têtes de tunnel

COMPORTEMENT DE LA NAPPE DE FUMÉE : investigation de l'influence des paramètres de la source (température et vitesse de jet pour une puissance donnée) sur la vitesse critique et la longueur de la nappe de retour. Collaboration entre l'École Centrale de Lyon pour la partie expérimentale et le CETU pour la partie « modélisation numérique ».

DYNAMIQUE DES FOYERS : travail de thèse, en partenariat avec l'institut PPRIME de l'université de Poitiers et le LNE, pour développer des modèles de pyrolyse à intégrer dans un code de calcul CFD permettant de décrire les paramètres d'un incendie en fonction des conditions en tunnel

DISPOSITIFS D'ASPERSION : poursuite des travaux du WG4 de l'AIPCR qui s'orientent vers la refonte du document publié en 2008 ; participation du CETU aux réflexions menées sur l'aspersion au sein du comité de sécurité du tunnel du Mont-Blanc

COMPORTEMENT AU FEU DES TUNNELS FERROVIAIRES : élaboration de recommandations dans le cadre du GT37-2 de l'AFTES, co-animé par Alain Bochon (SYSTRA) et Bérénice Moreau (CETU)

SYSTÈMES DE PROTECTION PASSIVE CONTRE L'INCENDIE : publication du guide à l'attention des entreprises, laboratoires d'essais, maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage pour les aider dans le choix, la justification, et l'acceptation des systèmes de protection passive pour les éléments de structure de tunnel routier

Mieux prendre en compte les aspects environnementaux liés aux tunnels

Les préoccupations d'environnement, reconnues d'intérêt général, justifient d'entreprendre des analyses spécifiques aux différents stades d'élaboration des projets d'infrastructures. Dans la majorité des cas, c'est l'itinéraire qui fait l'objet d'études d'environnement, et non le tunnel pris isolément. Mais les tunnels ont aussi des aspects qui les différencient des autres ouvrages et dont les conséquences sur l'environnement doivent être étudiées avec soin. Le CETU est ainsi conduit à mener des travaux sur de nombreuses thématiques de l'environnement (eau, pollution atmosphérique...) mais aussi sur des sujets plus particuliers tels que les vibrations.



Galerie des bois (74)



Puit Orsel (69)



Mesurer pour mieux comprendre les effets induits par l'explosif

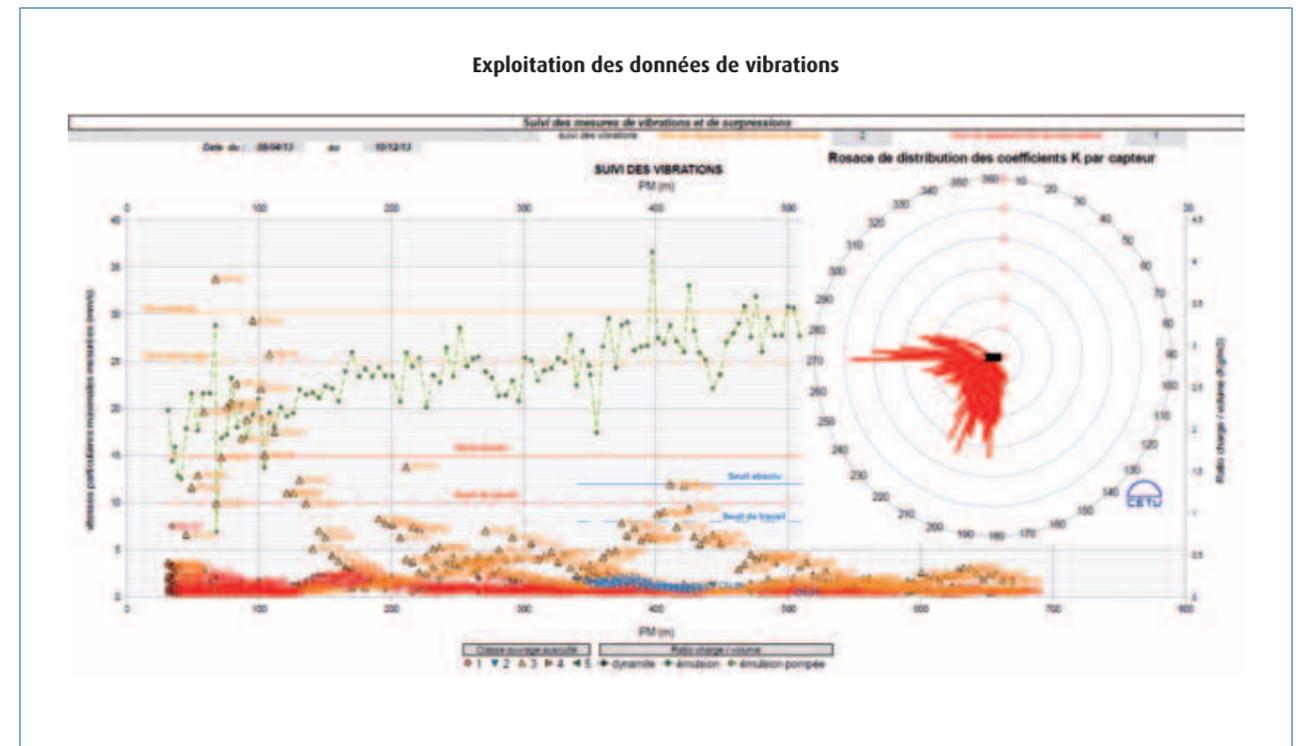


Cédric GAILLARD, chargé d'études au pôle Géologie, Géotechnique et Dimensionnement

Le CETU exerce une activité dans le domaine de la connaissance et de la maîtrise des vibrations depuis de longues années. Le suivi de nombreux chantiers : tunnels routiers, tunnels ferroviaires, galeries de secours, galeries hydrauliques, puits, cavernes ... lui a permis de développer une expérience spécifique sur l'emploi et les incidences de l'explosif lors d'excavations souterraines. Au cours des cinq dernières années, les chantiers qui ont donné lieu à une implication particulière sont de types et caractéristiques variés :

- des ouvrages souterrains dans un contexte très urbanisé, comme à Oullins (69) (excavation à l'explosif du Puits Orsel, ouvrage de l'extension de la ligne B du métro de Lyon, proximité des habitations, des conduites de gaz à 20 m de l'ouvrage) ou à Lyon (69) (tunnel de la Croix-Rousse, suivi des vibrations lors du creusement du tunnel mode doux. Cette excavation est située à 30 m du tunnel existant et à 25 m des habitations à la tête Rhône).
- des galeries hydrauliques, à Chamonix (74) (galerie des bois : galerie hydraulique EDF creusée sous la mer de glace) et à Gavet (38) (suivi du creusement des amorces des galeries hydrauliques et des cavernes du complexe hydroélectrique de la vallée de la Romanche).
- des tunnels routiers à Dijon (21), Chabrières (04) ou encore Saint-Béat (31).

La mesure sur le terrain, l'analyse des paramètres et l'optimisation des plans de tir sont les points clés de cette activité. Ils sont aussi des éléments d'information essentiels pour garantir le respect des seuils fixés, mais aussi communiquer efficacement avec les riverains, en milieu urbain ou dans les sites sensibles notamment. Ce sujet est aujourd'hui essentiel pour une bonne acceptation des projets.



Thierry PANIGONI, chargé d'études au pôle Géologie, Géotechnique et Dimensionnement

La mesure in situ des vibrations ou des surpressions est un point d'entrée pour cerner au mieux les phénomènes, et comprendre la réponse des terrains et des structures aux sollicitations dynamiques dues aux tirs. L'instrumentation et la mesure systématique lors des missions de suivi de vibrations permet d'entretenir et de développer une expérience de terrain valorisée ensuite dans le cadre de missions d'expertise ou de contrôle extérieur.

Les tirs successifs liés à l'excavation souterraine contribuent à recueillir un grand nombre de mesures de vibration. **L'ensemble de ces paramètres** sont ensuite analysés avec soin. Pour cela, un outil interne a été développé pour interpréter la propagation des vibrations. Le dépouillement des signaux et la vérification de la

représentativité des mesures, l'analyse statistique, les corrélations possibles entre le contexte géologique du site et la propagation des vibrations observée sont des éléments essentiels pour garantir la qualité des expertises.

L'optimisation des plans de tirs est l'outil principal de pilotage de chantier lorsque les contraintes environnementales sont fortes. Les seuils de vibrations, prescrits dans les marchés de travaux, sont définis en fonction de la sensibilité du site, du bâti, et des structures avoisinantes. Lorsque les seuils prescrits sont dépassés, les plans de tirs sont adaptés, ce qui permet, dans la plupart des cas, de continuer l'excavation à l'explosif tout en respectant les contraintes fixées.

Le CETU s'implique en outre fortement dans les travaux des groupes de travail de l'AFTES, dont le GT3 relatif au creusement à l'explosif et le GT16 relatif aux effets des tassements et vibrations sur le bâti. Le CETU participe également aux travaux de normalisation dans le domaine des vibrations.

Contact : cedric.gaillard@developpement-durable.gouv.fr
thierry.panigoni@developpement-durable.gouv.fr

REPÈRES 2013

CAMPAGNES DE MESURES DE POLLUANTS : mesures des oxydes d'azote et de l'opacité dans le cadre d'essai d'optimisation de la ventilation sanitaire en système longitudinal

SURVEILLANCE DES NIVEAUX DE POLLUANTS : assistance auprès d'exploitants pour l'optimisation de la détection du dioxyde d'azote par des cellules électrochimiques

EXPOSITION DE L'AUTOMOBILISTE À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE : collaboration avec le CERTAM (Centre d'Études et de Recherche Technologique en Aérothermique et Moteur) pour la réalisation de mesures embarquées (dans l'habitacle d'un véhicule) et leur comparaison avec les mesures fixes réalisées dans les ouvrages

MESURES DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES INFRASTRUCTURES ROUTIÈRES SUR LA QUALITÉ DE L'AIR : participation au groupe de travail du Réseau Scientifique et Technique du MEDDE, notamment pour identifier la contribution des tunnels en milieu urbain à cette réduction d'impact

TRAITEMENT DE L'AIR : veille technologique et poursuite de l'expérimentation de la biofiltration des émissions de polluants émis par le trafic routier dans le cadre du projet Biotair

Les tunnels au service d'une politique de développement durable

Depuis 2010, un axe stratégique de recherche et de doctrine est défini au CETU sur le thème "Environnement et Développement Durable". Il s'agissait d'identifier les enjeux liés à la prise en compte du développement durable dans les tunnels et de poursuivre les études sur les impacts sur l'environnement de ces ouvrages et leurs effets sanitaires. Fin 2013, s'est déroulée l'évaluation des travaux de cet axe. Ce point d'étape a permis de dresser un premier bilan et de définir de nouvelles orientations pour les années à venir.

Évaluation de l'axe stratégique de recherche et de doctrine n°2 « Environnement et Développement Durable »



La commission d'évaluation réunie le 8 novembre 2013 au CETU



Laëtitia D'ALOIA-SCHWARTZTRUBER, chargée de mission Développement Durable

Une commission d'évaluation composée d'experts extérieurs au CETU a été constituée afin d'évaluer l'Axe stratégique de recherche et de doctrine n°2 « Environnement et

Développement Durable », lancé en 2010. Cette commission était présidée par : **Thierry KRETZ**, Directeur du Département MAST¹ de l'IFSTTAR², également membre du Conseil Scientifique du CETU.

Elle comprenait des représentants de la Profession (entreprises et maîtres d'ouvrage), de la Recherche, du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) et de son Réseau Scientifique et Technique (RST) :

- **Antoine ARLET**, VINCI Construction Grands Projets ;
- **Anne GUERRERO**, RFF³ ;
- **Fabienne MARSEILLE**, CERTU⁴/MEDDE ;
- **Valérie GROS**, LSCE⁵, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines ;
- **Yannick TARDIVEL**, SETRA⁶/MEDDE.

Cette évaluation s'est déroulée le 8 novembre 2013 au CETU à l'issue d'une période de travail de presque 4 ans. Elle a permis à la commission d'évaluer la qualité des travaux réalisés et des résultats obtenus et de définir de nouvelles orientations à la lumière des résultats obtenus, des besoins en recherche et des attentes du

Ministère et de la profession. A l'issue de l'évaluation, le rapport rédigé par le président de la commission avec l'appui des différents membres de la commission, a été communiqué au Conseil Scientifique du CETU en fin d'année 2013 et a permis d'entériner les décisions prises quant aux suites à donner à l'axe. La commission a souligné la qualité des 10 produits majeurs présentés à l'occasion de cette évaluation. Par ailleurs, elle a accueilli favorablement les nouvelles orientations proposées pour l'axe n°2, orientations qui ont pu être intégrées dans les documents de programmation 2014 du CETU.

Parmi les 10 produits présentés on notera en particulier :

- le projet de document d'information CETU - « Les enjeux liés à la prise en compte du développement durable dans la conception et l'exploitation des tunnels » (à paraître en 2014).
- l'annexe : « Évaluation des outils et méthodes existants » du projet de recommandation en préparation au sein du groupe de travail GT41 qu'anime le CETU dans le cadre de l'AFTES. Le projet de recommandation devant être finalisé en 2014.
- le Dossier pilote « Environnement » (paru en 2011)
- les études d'environnement dans les projets routiers : Volets « Air » et « Santé » (paru en 2011)
- le traitement de l'air dans les tunnels routiers (paru en 2010)

A compter de 2014, l'axe 2 sera rebaptisé : « Évaluation Développement Durable des projets ».

Deux nouvelles Actions de Recherche et de Doctrine (ARD) seront mises en place et se proposeront de traiter de deux enjeux majeurs identifiés :



- la maîtrise des impacts liés à la gestion et la valorisation des matériaux excavés lors du creusement des tunnels, dans un souci d'économie des ressources naturelles et de limitation des nuisances.
- l'optimisation des tâches d'exploitation, avec un choix éclairé des équipements en tunnel, dans un souci de limitation des impacts et de maîtrise des consommations énergétiques des équipements.

Par ailleurs, une autre ARD oriente désormais son travail vers la mise à disposition d'un « outil » permettant de réaliser des études de type « Analyse de Cycle de Vie » (ACV) des tunnels, centré sur la phase de construction. La dernière ARD recentre son travail sur la « qualité de l'air » dans et aux abords des tunnels, et sur les impacts sanitaires.

Contact : laetitia.daloia@developpement-durable.gouv.fr

Les nouvelles orientations 2014 de l'Axe n°2 rebaptisé : "Évaluation Développement Durable des projets"

2.1

La phase construction : développement et mise en œuvre d'un outil d'évaluation (Laëtitia D'Aloia)

2.2

Les matériaux excavés : gestion et impacts (Florent Robert)

2.3

La phase exploitation : Impacts et énergie (Eric Charles)

2.4

Aire et santé (Cyrille Bernagaud)

REPÈRES 2013

GESTION DES MATÉRIEAUX EXCAVÉS : collaboration du CETU avec le Pôle « Valorisation et gestion durable des déchets » du CETE de Lyon pour réaliser la synthèse des retours d'expériences lors des récents travaux de tunnels en région Rhône-Alpes

BILAN ENVIRONNEMENTAL DE TRAVAUX DE CREUSEMENT : intégration de la grille de collecte des données dans le DCE du marché de travaux de la Galerie du Siaix, dans le cadre de

la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage du CETU auprès de la DIR Centre-Est. Cette grille qui a été élaborée avec le cabinet GINGKO 21 permettra la réalisation du bilan environnemental des travaux

TRAVAUX SOUTERRAINS ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : participation active du CETU à divers projets de recherche et groupes de travail : ANR CANOPEE, Projet National RECYBETON, Groupe AFGC DIOGEN/CIOGEN, Projet BIOTAIR, Programme AIRTURIF, ...

VALORISATION DES ESPACES SOUTERRAINS : assemblée générale du Projet National « Ville 10D - Ville d'idées » et bilan des travaux en cours de la phase 1, lancement d'une thèse dans le cadre du PN en partenariat avec l'IFSTTAR sur le développement d'indicateurs DD adaptés aux projets souterrains et l'évaluation environnementale des aménagements souterrains

ANIMATION DE LA PROFESSION : le CETU anime le groupe de travail GT 41 en charge de produire, au sein de l'AFTES, une recommandation sur la prise en compte des enjeux de développement durable dans la conception et la réalisation des tunnels

Gérer le patrimoine et optimiser l'exploitation des tunnels routiers

Les actions du CETU en matière de gestion du patrimoine des tunnels routiers sont de diverses natures. Outre les actions d'ingénierie concernant la réparation des tunnels, l'année 2013 a été principalement marquée par la concrétisation des actions menées depuis de nombreuses années sur les nouvelles techniques de traitement des venues d'eau (le projet ECOMINT est présenté ci-dessous).

Le CETU réalise aussi des inspections dans les tunnels du réseau routier national non concédé. La centrale d'inspection du CETU est chargée des inspections du génie civil des tunnels creusés depuis une quarantaine d'années ; par contre, les inspections des équipements n'existent que depuis la parution du nouveau fascicule 40 – guide d'application pour les tunnels de l'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA) – et de ses annexes expérimentales. Le CETU a réalisé les premières inspections, initiales ou périodiques, des équipements en 2011. Il poursuit depuis ses interventions dans ce domaine.

Concernant les techniques d'inspection, on peut noter la poursuite de la collaboration avec le CETE de l'Est et VNF pour la mise au point d'un système d'analyse d'images pour l'aide à l'inspection visuelle à grand rendement, ainsi que la contribution au projet MEDITOSS (Méthodes de Diagnostic des Tunnels et Ouvrages Souterrains en Service) soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

Par ailleurs, le CETU contribue ou pilote diverses actions de doctrine dans le domaine de la gestion patrimoniale afin de parvenir à une bonne optimisation des moyens financiers à y consacrer ; il contribue à l'estimation des besoins, en actualisant les prévisions en fonction de l'avancement du programme d'amélioration de la sécurité. Une nouvelle formule paramétrique pour le calcul des dotations a également été proposée.

« L'étanchéité des tunnels existants est une préoccupation de tous les gestionnaires, tant pour la pérennité des ouvrages que pour la sécurité des usagers. L'expérimentation des procédés Ecomint dans le tunnel savoyard des Echelles est une réussite à mettre au crédit de la démarche partenariale exemplaire tout au long de la conception et de la réalisation. »

Jean-Pierre ARNAU du Conseil général de la Savoie

Projet ECOMINT



Catherine LARIVE,
chef du pôle Matériaux, Structures
et Vie de l'Ouvrage

Le CETU a contribué à la définition et au suivi du projet ECOMINT, Étanchéité par COques MINces en Tunnels. Ce projet a été sélectionné par le MEDDE au terme de l'appel à projets d'innovation routière 2012. Il a été présenté par l'entreprise ETANDEX, spécialiste d'étanchéité, associée à SPPM et BASF CC pour la fourniture des produits d'étanchéité, T-mix pour les mortiers et bétons.

Le premier site expérimental du projet est le tunnel des Echelles, situé à une vingtaine de minutes de Chambéry, sur la RD 1006. Géré par le Conseil Général de la Savoie (73), cet ouvrage présentait des venues d'eau importantes sur une centaine de mètres ainsi qu'à l'une de ses têtes, dont la géométrie très variable rendait la réparation quasi impossible par des techniques classiques.

Ce tunnel est constitué, suivant les zones, de rocher brut ou de coques drainées en béton projeté armé. Des arrivées d'eau localisée entraînaient la formation de verglas et de stalactites en hiver, ainsi qu'un dépôt de calcite qui avait conduit à rainurer la chaussée pour éviter sa glissance dans le virage de sortie (côté Les Echelles). Le Conseil Général 73 a souhaité éliminer ces désordres pour améliorer la sécurité des usagers et alléger les contraintes d'exploitation hivernales. Deux autres maîtres d'ouvrages, ATMB (Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc) et RFF (Réseau ferré de France) ont cofinancé l'opération. Le pôle INDURA s'est investi dans le montage de cette opération.



Tunnel des Echelles, tête avant travaux, expérimentation ECOMINT



Tunnel des Echelles, chantier pendant travaux, expérimentation ECOMINT



Tunnel des Echelles, projection béton de revêtement, expérimentation ECOMINT



Tunnel des Echelles, tête après travaux, fin de chantier, expérimentation ECOMINT

Les configurations variées du tunnel (géométrie, revêtement, débits des venues d'eau) ont permis d'expérimenter différentes méthodes de réparation. Le point commun entre les trois techniques testées est leur faible épaisseur (entre 3 mm au minimum et 8 cm au maximum). C'est un intérêt majeur dans les tunnels existants où les contraintes de gabarit sont toujours importantes.

Durant les travaux, la circulation était maintenue en alternat chaque jour, coupée certaines nuits pour la dépose/repose de l'éclairage, les projections des étanchéités, mortiers et bétons, les raccordements en voûte, etc.

La quasi-totalité des venues d'eau a pu être traitée avant l'impératif de réouverture du tunnel et l'arrivée de températures trop rigoureuses pour poursuivre les travaux. Des sondes de température seront d'ailleurs mises en place au printemps 2014 et les dernières reprises d'étanchéité seront faites à cette occasion. Des inspections périodiques et des essais complémentaires seront réalisés annuellement pendant 10 ans par le CETU et le Département Laboratoire du CETE de Lyon. Les travaux sont garantis par ETANDEX durant toute cette période.

Contact : catherine.larive@developpement-durable.gouv.fr

REPÈRES 2013

TECHNIQUES D'AUSCULTATION : poursuite de la collaboration avec Voies Navigables de France pour l'inspection à grand rendement des tunnels canaux ; contribution au projet de recherche ANR MEDITOSS : application de la démarche d'auscultation dans l'ancien tunnel du Lioran

SUIVI DE PATRIMOINE : assistance au GEIE du Fréjus pour la surveillance du tunnel en service, inspection de certaines parties de cet ouvrage ; assistance à ATMB pour le suivi de certains aspects du génie civil du tunnel du Mont Blanc ; 2 visites techniques (Somport partie espagnole et galerie de sécurité du tunnel

du Somport) ; 2 inspections de surveillance renforcée (Les Monts tube sud et tube nord) ; 3 mesures de convergences (Siaix, galerie de sécurité du tunnel du Lioran, Tunnel canal de Balesmes) ; démarrage des auscultations du tunnel de Rive de Gier (42)

INSPECTIONS DÉTAILLÉES : initiales (IDI) et périodiques (IDP) des ouvrages de l'Etat : 1 IDP (Lioran) et 2 IDI (Champigny et Ponsérand) pour les équipements ; 11 IDP (Saint Cloud tube sud, Fontain nord, Fontain sud, Bois de Peu nord, Bois de Peu sud, Lièpvre, Vierge est, Vierge ouest, Somport (partie française), Tunnel canal de Tarragnoz, Galerie de

Prasville) et 2 IDI (Talent sud et Talent nord) pour le génie civil

PATRIMOINE GÉNIE CIVIL DES TUNNELS ROUTIERS : état des lieux annuel de l'état du génie civil des tunnels routiers non concédés pour le compte du ministère, sur la base du travail de la centrale d'inspection du CETU

POLITIQUE DE GESTION ET D'EXPLOITATION DES TUNNELS ROUTIERS DE L'ETAT : collecte et analyse des dépenses d'investissement et d'exploitation, réflexions pour l'élaboration des budgets prévisionnels d'entretien et de maintenance

OBSERVATOIRE DES TUNNELS : capitalisation des informations sur les tunnels en projet, en chantier ou existants ; recensement des grands événements en tunnels

Intervenir dans les projets et ouvrages routiers et ferroviaires sous des formes variées



Gérard Mazzoleni,
chargé de mission ingénierie

Le CETU intervient à toutes les étapes, de la conception à la construction, et dans la gestion du patrimoine. Il veille sur la pertinence des documents techniques (normes, guides, recommandations...); il développe des compétences sur des cas complexes : des conceptions de projets, des études de réparation, des expertises et des missions de conseil et d'assistance auprès des maîtres d'ouvrages.

Dans les phases d'études amont les maîtres d'ouvrages ont de plus en plus souvent recours à des missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage :

- pour établir une programmation temporelle et financière des études à mener,
- pour définir les caractéristiques fonctionnelles de l'ouvrage et de son exploitation future,
- pour identifier le cadre normatif et réglementaire qui s'applique.

Compte tenu de la spécificité des ouvrages souterrains, les missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage peuvent couvrir les différentes phases de conception jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage et permettre ainsi d'entretenir un dialogue constructif avec le maître d'œuvre.

Contact : gerard.mazzoleni@developpement-durable.gouv.fr

Tramway T6 : « un creusement au tunnelier sous Viroflay »

Dans le cadre de la conception et la réalisation du projet de la ligne de tramway entre Chatillon-Montrouge, Vélizy et Viroflay, la Direction des Routes et des Transports du Département des Yvelines, maître d'ouvrage des infrastructures yvelinoises de l'opération, a confié au CETU une mission d' Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) portant sur l'expertise technique du génie civil des ouvrages souterrains. La section souterraine sous la ville de Viroflay comprend un tunnel de 1 600 m de long environ, dont un tiroir d'arrière gare de 90 m creusé en méthode conventionnelle, deux stations souterraines ainsi qu'un puits de ventilation et de secours. Les travaux sont conduits par le groupement Eiffage TP - Soletanche-Bachy, sous une maîtrise d'œuvre assurée par EGIS Rail. Dans le contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique du Bassin Parisien, le caractère urbain du site et la faible profondeur de l'ouvrage ont rendu essentielle la prise en compte des risques environnementaux. Le creusement au tunnelier s'est déroulé de mai 2013 à janvier 2014 au moyen d'un tunnelier à pression de terre qui a permis de garantir la maîtrise des tassements de surface vis-à-vis de la pérennité des ouvrages avoisinants.

Contact : didier.subrin@developpement-durable.gouv.fr



Arrivée du tunnelier dans la station Viroflay Rive Gauche

La ligne nouvelle Marseille Nice (LN PCA)

Le CETU intervient comme assistant auprès de RFF, maître d'ouvrage des études de la ligne nouvelle Marseille Nice (LN PCA). Ces études concernent un linéaire de 180 km environ, en grande partie en ligne nouvelle, à travers les départements des Bouches du Rhône, du Var et des Alpes Maritimes. Cette liaison comprend aussi la construction de plusieurs gares nouvelles. Le contexte environnemental et géologique est tel que la ligne nouvelle comprendra une très grande partie en ouvrages souterrains, y compris certaines gares.

Les études préalables lancées en 2011 comprennent deux étapes successives :

- les études préliminaires (EP) dont l'objectif est de choisir un fuseau de passage de largeur 1000m environ,
- les études d'avant-projet sommaire (APS) dont l'objectif est de choisir un tracé dans le fuseau retenu.

Les études préliminaires sont réalisées par 3 bureaux d'études (SYSTRA, SETEC TPI, INEXIA).

Sous l'impulsion du CETU, une démarche originale d'étude des risques a été menée dès les Études Préliminaires pour évaluer et comparer les solutions envisageables. Chaque tunnel de chaque fuseau a fait l'objet d'une appréciation des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques et de la production d'une fiche comprenant :

- une coupe géotechnique prévisionnelle avec positionnement des principales incertitudes, afin d'orienter les reconnaissances à mener pour la suite des études,
- une appréciation du coût distinguant d'une part l'estimation technique basée sur le niveau de difficulté attendu et le mode de creusement à privilégier et d'autre part la provision pour risque, déterminée par une approche pour chaque risque de sa vraisemblance et de ses conséquences.

Cette démarche d'étude managée par les risques sera poursuivie en 2014 lors des études d'avant projet sommaire que RFF va lancer.

Contact : gille.hamaide@developpement-durable.gouv.fr

Tunnel de Saint-Béat

Le projet de déviation de la route nationale 125 d'une longueur de 5,6 kilomètres, qui comprend la construction du tunnel de Saint-Béat, s'inscrit dans un axe transfrontalier essentiel qui assure les échanges avec l'Espagne.

Cette déviation, qui renforcera la sécurité des usagers et améliorera la fluidité de la circulation, est portée par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Midi-Pyrénées, en qualité de maître d'ouvrage. La maîtrise d'œuvre générale de l'opération est assurée par la Direction Interdépartementale des Routes du Sud-Ouest. Le Centre d'Études des Tunnels apporte une assistance au maître d'ouvrage et d'œuvre pour le génie civil et les équipements du tunnel.

Une première étape importante a été franchie. Le 11 décembre 2013, les 1 000 mètres du tunnel ont été creusés. Il aura fallu 8 mois pour venir à bout des 110 000 m³ de terrain qui ont été extraits avec 300 tonnes d'explosifs et soutenu avec 1 800 boulons et 4 000 m³ de béton projeté. La suite des travaux comprendra le creusement des deux galeries de secours, la mise en œuvre de 31 000 m² d'étanchéité, le bétonnage de 26 000 m³ de béton et la pose de 25 km de réseaux.

Contact : serge.zappelli@developpement-durable.gouv.fr

« La construction de la Liaison Nord de Dijon est l'aboutissement d'un très long processus, avec de forts enjeux de territoire pour la DREAL. Le CETU nous a accompagnés dès les phases d'études amont du tunnel de Talant jusqu'à la mise en service dans des délais contraints »

Michel Quinet, responsable du service Transports à la DREAL Bourgogne



Pose des équipements dans le tube sud

Fin des travaux du tunnel de Talant

Le tunnel de Talant est un ouvrage constitué de deux tubes unidirectionnels, d'une longueur de 600m environ chacun. Cet ouvrage est situé sur la Liaison Intercommunale Nord Ouest (LINO) de Dijon, qui permet de relier la RN274 à l'A38. Cette liaison du réseau routier national non concédé, est classée dans le réseau routier transeuropéen (RTE). Le tunnel comprend trois intertubes, distants de 150m environ, qui permettent l'évacuation des usagers en cas de problème dans l'un ou l'autre tube.

Le creusement, qui s'est fait de façon conventionnelle, à l'explosif en pleine section, a débuté en juin 2011 et s'est terminé en juillet 2012. Puis ont suivi les activités relatives à la mise en place de l'étanchéité, le bétonnage du revêtement et des ouvrages extérieurs. Avec la mise en peinture du revêtement et la mise en œuvre des enrobés, les travaux de génie civil se sont terminés début septembre 2013. Les travaux relatifs à l'installation des équipements électriques et de gestion, et de ventilation ont débuté en juin 2013 et se sont poursuivis jusqu'à la fin de l'année. Enfin, une période de marche à blanc a permis de vérifier le bon fonctionnement du tunnel. La mise en service est intervenue début février 2014.

Le CETU a assuré une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour le compte de la DREAL Bourgogne dans le cadre des travaux de génie civil, d'équipements et de la production du dossier de sécurité. Le CETU a ainsi mobilisé une équipe pluridisciplinaire s'appuyant sur les pôles PCME et GGD pour le suivi des travaux de creusement et de génie civil, les pôles EEG et VE pour l'installation des équipements, et le pôle SEC pour la constitution du dossier de sécurité.

Contact : florent.robert@developpement-durable.gouv.fr



Perçement Saint-Béat

Fin des travaux au tunnel du Col de Menée



Tunnel du Col de Menée (26) : étanchement des joints de bétonnage et de la base des piédroits

A la date prévue et après 4 mois de chantier, les travaux de réparation du tunnel du Col de Menée, situé sur la RD 120 entre les départements de la Drôme et de l'Isère, ont été terminés et réceptionnés. De l'élaboration du projet à la fin des travaux, le CETU a pu apporter son assistance au Conseil Général de la Drôme (MOA / MOE).

Les dernières inspections réalisées par la Centrale d'Inspection du CETU avaient fait apparaître, le long de ses 266 mètres :

- de nombreuses venues d'eau à travers le béton de revêtement et en particulier au niveau des joints transversaux de bétonnage,
- une altération importante du béton en piédroit (due aux sels de déverglaçage associés aux cycles gel/dégel),
- des sous-épaisseurs de béton en voûte allant jusqu'à l'apparition de « trous » dans le revêtement,
- une chaussée et un trottoir fortement dégradés.

Une des solutions de réparation proposée par le CETU et retenue par le CG 26 a consisté à utiliser différents procédés adaptés à chaque pathologie :

- claver les vides d'extrados par injection de mortier autoplaçant (auscultation préalable par géoradar),
- injecter les fissures suintantes avec de la résine polyuréthane,
- drainer tous les joints transversaux de bétonnage par création de saignées équipées de forages d'appel et de ½ coquille drainante calfeutrée au mortier R4,
- ponter les saignées drainantes réalisées et les fissures injectées par application d'une résine époxy armée d'une toile en fibres de verre,
- étancher les zones de piédroits très altérées par projection d'un système adhérent constitué d'un mortier de resurfacement, d'une résine étanche et d'un béton fibré,
- imperméabiliser les zones de piédroits moins altérées avec un enduit d'imperméabilisation.

La réfection de la chaussée bitumineuse et des trottoirs en béton dans lesquels se situe le nouveau réseau de collecte des eaux drainées ont complété les travaux de réfection du tunnel.

Contact : david.chamoley@developpement-durable.gouv.fr

Mise en sécurité du tunnel d'Aubenas

Le CETU intervient en tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage auprès de la DIR Massif Central dans le cadre de la mise en sécurité du tunnel d'Aubenas. La maîtrise d'œuvre des travaux est confiée à un prestataire privé. Ces travaux comportent notamment le creusement d'une galerie de secours ainsi que la mise en place d'équipements permettant une surveillance humaine permanente à distance. Le CETU a conseillé le maître d'ouvrage quant à la procédure à mettre en œuvre pour procéder au choix du maître d'œuvre, et a rédigé les pièces techniques du marché de maîtrise d'œuvre. La DIR Massif Central a pu désigner fin 2013 le candidat retenu, respectant ainsi des délais très contraints.



Tunnel d'Aubenas : tête sud

Contact : florent.robert@developpement-durable.gouv.fr

Galerie de sécurité du tunnel du Siaix



Tunnel du Siaix

Le projet de galerie du tunnel du Siaix, situé sur la RN90 en Savoie, permettra l'évacuation des usagers du tunnel en cas d'incident et sécuriser la circulation des cyclistes en créant un itinéraire en site propre.

Le CETU intervient comme assistant à la maîtrise d'ouvrage auprès de la DIR Centre-Est. Le CETU a participé à la procédure négociée permettant de sélectionner un maître d'œuvre, et a rédigé les pièces techniques du DCE. En avril 2013, le marché de maîtrise d'œuvre a été notifié au groupement BG-Arcadis, qui est chargé de finaliser les études et la rédaction du dossier de consultation des entreprises de travaux de génie civil.

Organisé en équipe projet pluridisciplinaire, le CETU appuie la DIR Centre-Est sur l'ensemble des domaines techniques relatifs aux travaux souterrains : géologie, méthodes de construction, analyse de risques, équipements de sécurité, coûts / délais, contractualisation, etc. ; il assure ainsi une mission de contrôle extérieur des productions du maître d'œuvre et de conseil au maître d'ouvrage.

L'année 2014 sera consacrée à la finalisation du DCE et à la consultation des entreprises de travaux.

Contact : catherine.cabut@developpement-durable.gouv.fr



Perçement du tunnel de Chabrières

Travaux 2013 de creusement du tunnel de Chabrières

Le creusement du tunnel au niveau des clues de Chabrières (RN85) s'intègre dans l'aménagement de l'itinéraire Digne-Nice. Long de plus de 180 mètres, le tube en construction permettra de court-circuiter les clues qui forment un verrou d'étranglement constituant un point de passage délicat pour les véhicules. Après avoir participé à la réalisation du DCE, le CETU intervient en 2013 et 2014 en tant qu'assistance à la maîtrise d'œuvre dans les phases de construction. La maîtrise d'ouvrage de cette opération est assurée par la DREAL PACA et la maîtrise d'œuvre par la DIR Méditerranée. L'entreprise qui réalise ces travaux est SPIE Batignolles.

La principale difficulté de ce creusement résidait dans l'obtention d'un bon découpage de la voûte du fait de la présence d'une famille de discontinuités pouvant entraîner une géométrie de section « carrée » conduisant à d'important hors profils. Il était également nécessaire de limiter la propagation des vibrations afin de ne pas engendrer de désordres sur les dispositifs de protection des chutes de blocs à proximité. Le tunnel a été percé le 17 décembre 2013 après un peu plus de 4 mois de travaux et une soixantaine de tirs. Les travaux d'étanchéité et de revêtement ont débuté en janvier 2014.

Contact : mikael.rabier@developpement-durable.gouv.fr

Tunnel de Toulon Suivi des travaux d'équipements

Depuis la fin de l'année 2011, les travaux de génie civil du second tube du tunnel de Toulon ont progressivement laissé place à ceux des équipements. L'année 2013 a été très intense, avec l'installation d'une bonne partie des équipements, la finalisation du développement de la supervision, les tests de bon fonctionnement et les recettes de tous les systèmes. Le CETU a poursuivi sa mission d'assistance auprès de la DREAL PACA, en la conseillant sur le choix des dispositions techniques à adopter et en apportant son analyse sur les aspects financiers. Le nouveau tube, d'une longueur de 3 000 m, permettra de traverser Toulon dans le sens « Marseille vers Nice » sans quitter l'autoroute, comme cela est possible depuis 2002 dans l'autre sens. Outre le fait qu'il s'agit d'un tunnel urbain parmi les plus longs en France, la particularité de cette opération a tenu au fait qu'il ne s'agissait pas simplement de construire un nouvel ouvrage, mais d'associer un nouveau tube à un tube en exploitation depuis plusieurs années, avec pour conséquence une modification profonde des principes d'évacuation des usagers et d'intervention des services de secours. Cette évolution permettra d'améliorer le niveau de sécurité du tunnel, car il ne sera désormais plus nécessaire d'avoir recours aux abris dans lesquels les usagers devaient attendre l'arrivée des services de secours. Grâce aux nouveaux rameaux inter-tubes, espacés au maximum de 200 mètres, l'évacuation directe dans le tube sain sera désormais possible.

Contact : jean-francois.burkhart@developpement-durable.gouv.fr

REPÈRES 2013

ASSISTANCE AUX ÉTUDES AMONT : exploitation des reconnaissances géologiques des gorges de Ponserand

ASSISTANCE AUX ÉTUDES DE CONCEPTION JUSQU'À L'ACHÈVEMENT DE L'OUVRAGE : tunnel mode doux à Bastia

ASSISTANCE À LA PASSATION DE CONTRATS : contribution à la passation du contrat PPP de la rocade L2 à Marseille

ÉTUDE DE CONCEPTION JUSQU'À L'ACHÈVEMENT DE L'OUVRAGE : équipements de la tranchée couverte de Marange Silvange (DIR Est)

MISE EN SÉCURITÉ : étude de conception d'un rameau d'évacuation du tunnel de Ponserand, poursuite du travail d'accompagnement pour le programme de sécurisation des tunnels de la Direction des Routes Île-de-France, sur ses projets transversaux et spécifiques en équipements (poursuite de la rénovation, fin des travaux pour les tunnels

les plus avancés) ; assistance à l'EPADESA pour la mise en sécurité des voies de desserte interne de la Défense

SUIVI DE LA VIE DES OUVRAGES : inspections génie civil et équipements, auscultations d'ouvrages, projet de rénovation

EXPERTISE : intervention pour le compte du CNRS dans le cadre des études du Laboratoire Souterrain de Modane, étude de désenfumage du tunnel du Sompport

AUTRES MISSIONS D'ASSISTANCE À MAÎTRISE D'OUVRAGE : ouvrages de la section française de la liaison Lyon-Turin (RFF) ; Nœud Ferroviaire Lyonnais ; rénovation des tunnels de la Grand Mare à Rouen (DIR NO), du Chat (CG73), et de la tranchée couverte de Firminy (DIR CE) ; réalisation de la galerie du Frejus (SFTRF),...

ASSISTANCES À MAÎTRISE D'ŒUVRE : rénovation du Rond-Point (DIR CE) ; réalisation des études du tunnel de Thues (DIR SO), étude de réparation du tunnel de Foix (DIRSO), du tunnel du Roux (CG07)...



Animer les réseaux professionnels et développer les partenariats

Le GTFE, 40 ans... déjà !



Hélène MONGEOT,
chef du pôle Exploitation

En juin 2013, le Groupe de Travail Francophone des Exploitants de tunnels routiers (GTFE) a fêté ses quarante ans d'existence. Quarante années pendant lesquelles l'activité de ce véritable « club métier » animé par le CETU et dédié à la collaboration entre tous les acteurs de la gestion et de l'exploitation des tunnels en service, s'est maintenue, au rythme de deux réunions par an, avec un nombre de participants en croissance exponentielle.



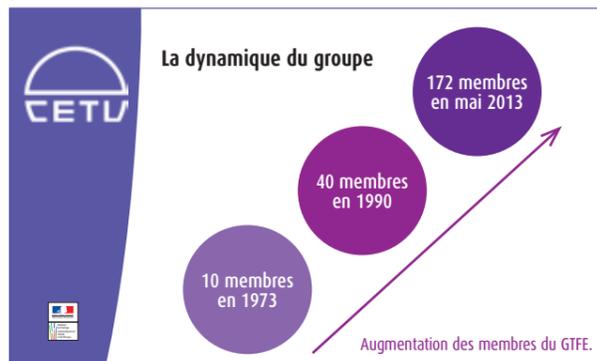
Membres actuels et anciens - retrouvailles pour l'anniversaire des 40 ans

Créé sous l'impulsion du CETU en 1973, le GTFE avait pour principal but, à sa genèse, le partage des expériences entre exploitants de tunnels routiers. Pour répondre à leurs besoins, les objectifs et le cadrage des réunions se sont affinés. Des visites de tunnels ont immédiatement été mises en place. Une attention particulière a été portée sur la présentation des nouvelles techniques et technologies. Cette instance est ainsi devenue un lieu privilégié de concertation entre les exploitants et le CETU pour l'élaboration des documents de doctrine.



Séance plénière (réunion de juin 2013)

La dynamique et l'intérêt grandissant du GTFE sont attestés par l'augmentation de ses membres dont le nombre est passé de 10 en 1973 à plus de 170 en mai 2013. Ses membres sont aujourd'hui répartis dans 64 structures, exploitant plus de 200 tunnels, dont 20% de tunnels frontaliers ou situés hors de France. Les exploitants sont d'origines diverses : DIR, collectivités locales, sociétés concessionnaires, etc. Depuis 2007, les agents de sécurité des tunnels (des quelques tunnels du Réseau Trans-européen de Transport) sont également membres du GTFE. Leur rôle et leur implication dans la politique générale de la sécurité en tunnels en ont fait des acteurs incontournables de l'exploitation des tunnels. Un facteur de longévité probable du GTFE réside dans sa composition, très variée dès le départ en termes de typologie de tunnels (urbains à fort trafic, interurbains, autoroutiers, immergés,...), de structures et de moyens, et très propice à la richesse et au partage des retours d'expériences.



La date anniversaire marque un nouveau tournant dans le GTFE avec l'apparition d'ateliers thématiques. Ces ateliers permettent, en une demi-journée sur un jour et demi de réunion, d'aborder un sujet technique sur toutes ses facettes, avec différents points-de-vue présentés et débattus, appuyés autant que possible sur des retours d'expérience. Celui de juin 2013 a été consacré aux agents de sécurité des tunnels, et celui de novembre 2013 à l'utilisation des simulateurs dans le cadre de la formation des personnels exploitants.



40 ans d'activité se fêtent aussi avec un gâteau !

Contact : helene.mongeot@developpement-durable.gouv.fr

Le CETU anime non seulement les milieux exploitants, mais également l'ensemble de la profession des espaces souterrains (maîtres d'ouvrages, bureaux d'études, entreprises, laboratoires...) au travers des différentes associations et des groupes de travail dans lesquels il s'implique à différents niveaux.

C'est ainsi que le CETU a poursuivi en 2013 sa forte implication dans l'association pour la qualité de la projection des bétons. **L'Asquapro**, association à but non lucratif, regroupe des prescripteurs, bureaux d'études, laboratoires d'essais, fournisseurs de matériaux et matériels pour la projection des bétons et mortiers. Le CETU assure la présidence de la commission technique depuis 2000 et, depuis 2012, la présidence de cette association qui regroupe plus de 60 entités adhérentes et une centaine de participants. Parmi les principales actions en 2013, mentionnons la finalisation du travail sur l'état de l'art sur « l'utilisation des fibres pour la réparation et le renforcement des structures en béton », fascicule qui sera publié courant 2014, ainsi que le lancement d'une importante campagne d'essais sur le fluage en flexion des bétons projetés fibrés dont les premiers résultats laissent penser que les enseignements seront riches pour l'utilisation des fibres dans le cadre du renforcement des bétons projetés pour le soutènement provisoire des tunnels.

Contact : catherine.larive@developpement-durable.gouv.fr

Avec des représentants de l'ensemble de la profession, le CETU a aussi organisé en 2013 la mise en place d'une instance de gouvernance du **référentiel tunnels**. Ce référentiel, qui vise les ouvrages routiers, ferroviaires et de transport guidé, fluviaux et hydrauliques, concerne tous les documents techniques utilisés en référence pour les marchés publics de travaux de construction ou de réhabilitation des tunnels. Il traite aussi bien du génie civil des tunnels creusés, que des équipements de sécurité et d'exploitation des tunnels creusés et des tranchées couvertes.

Les finalités principales du référentiel tunnel sont :
 - la qualité de rédaction des marchés de génie civil et l'homogénéisation des clauses contractuelles ;
 - la disponibilité des textes et documents mis à jour pour tous les acteurs des marchés.

Une gouvernance spécifique a été mise en place afin d'établir l'architecture de la documentation existante, d'assurer une veille sur le référentiel existant, de définir les priorités de révision ou de production de nouveaux documents, de mettre en place les structures de travail pour produire de nouveaux documents, et de valider la production en s'assurant qu'elle a été élaborée dans un cadre consensuel avec toutes les parties intéressées.

Cette gouvernance est articulée autour d'un comité de pilotage et de suivi, présidé par le directeur du CETU, ainsi que d'un groupe technique, l'un et l'autre regroupant des représentants des entreprises, des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage publics. Ensuite, en fonction des besoins et des priorités retenues, des groupes de rédaction spécifiques sont constitués pour chaque document à produire, en veillant à la représentativité de tous les acteurs concernés.

Le travail prioritaire identifié à actuellement pour but de :
 - constituer le référentiel existant, structuré selon de format imposé par le "référentiel génie civil" au niveau national, à savoir distinguer les documents de clauses standards, les documents de clauses spécifiques et les documents d'aide méthodologique aux rédacteurs de marchés.
 - mettre à disposition ce référentiel sur un site internet ;
 - commencer la réflexion d'identification des besoins prioritaires de document de référence ;
 - consolider le découpage actuel en sous domaines actuels pour qu'il soit bien compatible avec tous les types d'ouvrages souterrains visés.

Contact : gilles.hamaide@developpement-durable.gouv.fr

REPÈRES 2013

ANIMATION DES RÉSEAUX EXPLOITANTS :

2 RÉUNIONS DU GTFE :
 - les 13 et 14 juin à Bron avec pour thème « Agent de sécurité et management de la sécurité » des tunnels routiers
 - les 21 et 22 novembre à Annecy-Le-Vieux avec pour thème « Utilisation de simulateurs » ; pour la formation des personnes exploitants »

RENCONTRES AVEC LES DIR : une réunion semestrielle avec la DIRIF et les DIR MC, CE, Med, Est afin de faire un point sur l'état d'avancement du programme d'amélioration de la sécurité des tunnels et d'aborder des questions inhérentes à diverses problématiques des ouvrages souterrains

RÉUNIONS DU COMITÉ TUNNEL :

- le 19 juin à Strasbourg avec pour thème « maintenance, entretien courant et viabilité hivernale dans les tunnels »
 - le 14 novembre à Grenoble avec pour thème « remontée d'informations des tunnels vers l'exploitant »

FORMATION DES EXPLOITANTS : actions de formations sécurité-exploitation, formation des opérateurs et des acteurs de l'exploitation des tunnels

ÉCHANGES TECHNIQUES AVEC LA PROFESSION : réunions techniques avec les intégrateurs pour les équipements, collaboration avec le cluster lumière pour les systèmes d'éclairages des tunnels ; participation aux conseils d'administration et conseil scientifique de l'association Infrastructures Durables en Rhône-Alpes (INDURA), présidence de l'association et du comité technique de l'Asquapro (Association pour la QUALité de la PROjection des bétons)

IMPLICATION TOUJOURS FORTE ET CONTINUE DANS L'AFTE : vice-présidence et secrétariat général, animation et/ou participation active de nombreux spécialistes de génie civil, géologie, équipements du CETU à une quinzaine

de groupes de travail, implication forte du CETU dans plusieurs modules d'enseignement du mastère « Tunnels et ouvrages souterrains » monté avec l'ENTPE et l'INSA-Lyon

NORMALISATION ET RÉFÉRENTIELS TECHNIQUES : participation aux travaux de l'AFE (Association Française de l'Éclairage) ; membre des commissions de normalisation « appels d'urgence », « lumière et éclairage », « ingénierie de la sécurité incendie », « réparation des ouvrages d'art » ; animateur du groupe Expert Béton Fibré (GE BF) au sein de la commission P188 ; participant au Comité d'Orientation Stratégique « construction, urbanisme et cadre de vie » ; pilotage du domaine tunnels et tranchées couvertes du référentiel Génie Civil

AUTRES ACTIONS DE FORMATION : enseignements dans les écoles et organismes du ministère (ENTPE, PFC, CVRH), écoles d'ingénieurs

hors ministère et enseignement supérieur (INSA de Lyon, École Centrale Paris, université de Grenoble, ENISE)

AUTRES TYPES DE PARTENARIATS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES : avec les organismes du réseau scientifique et technique du MEDDE (SETRA, IFSTTAR, STRMTG, CETE, ENTPE ; PST Rhône-Alpes « mobilité durable des biens et des personnes ») ; animation de l'Axe 3 « risques et résilience des systèmes de transport » ; avec les organismes de l'enseignement supérieur et de la recherche (universités de Grenoble, du Mans, École Centrale de Lyon, INSA de Lyon)

Être un acteur reconnu au niveau international

AITES/ITA : La volonté d'une plus grande implication



Michel DEFFAYET,
Directeur

Le congrès mondial des tunnels WTC 2013 s'est déroulé à Genève du 31 mai au 7 juin 2013. Le CETU y a publié quatre articles, et deux d'entre eux ont été présentés oralement.

Parallèlement aux conférences, le congrès annuel de l'association internationale des tunnels (ITA) est un lieu d'exposition remarquable par la présence de l'ensemble des acteurs des travaux en souterrain. C'est donc l'occasion de découvrir les dernières nouveautés en matière de matériels, matériaux, procédés de construction et de réparation, logiciels, instrumentation, auscultations, etc. Les découvertes et les échanges sont multiples.

Depuis une dizaine d'années, le CETU a choisi d'être régulièrement présent et de s'impliquer dans les « working groups » (WG) de l'ITA qui se réunissent pour travailler sur différentes thématiques et produire des recommandations. Le CETU participe ainsi activement aux groupes WG2 (Research), WG 9 (Seismic effects) et WG 12 (Sprayed concrete use). Cette présence est importante car elle renforce une sous-représentation française qui est dommageable pour la valorisation de la production française.

Un axe important pour l'action internationale passe aussi par un renforcement de l'implication du CETU dans les comités de l'ITA : celle dans le comité ITA-COSUF dédié à la sécurité de l'ensemble des tunnels qu'ils soient routiers ou ferroviaires est déjà ancienne, et s'est trouvée naturellement dynamisée avec la présidence de Didier Lacroix ; celle dans le comité ITA-CET dédié à la formation est plus récente et s'est concrétisée en 2013 par la prise en charge par Michel Deffayet de la vice-présidence du comité, et de l'animation des relations avec les pays membres. Cela implique une participation active dans les actions de formation qui prennent aujourd'hui une grande importance avec un rythme d'une session de formation par mois. Un secrétariat technique du comité ITA-CET est en cours de mise en place au sein du CETU.

Cette implication internationale dans l'ITA est aujourd'hui stratégique avec la croissance très forte de la demande des pays émergents en matière de travaux souterrains, principalement pour offrir des solutions durables de mobilité dans les grandes métropoles. C'est un levier essentiel pour favoriser le rayonnement du savoir-faire de la profession française.

Contact : michel.deffayet@developpement-durable.gouv.fr

Productions des groupes de travail de l'AITES

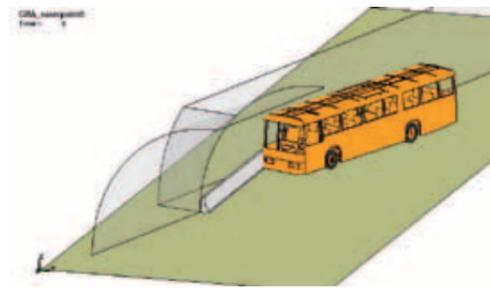


Le CETU lance au niveau européen une réflexion sur les garages et obstacles latéraux en tunnel



Marc TESSON,
chef du pôle Sécurité

Les acteurs impliqués dans la sécurité des tunnels routiers se souviennent du dramatique accident survenu le 13 mars 2012 dans le tunnel de Sierre en Suisse. Ce jour-là, un autocar ramenant des écoliers et leurs accompagnateurs en Belgique après un séjour de ski heurtait de plein fouet une paroi du tunnel. Sur les 52 occupants de l'autocar, 28 personnes, dont 22 enfants, furent tués. Le comité technique « Exploitation des tunnels routiers » de l'Association mondiale de la route (AIPCR) tenait le lendemain même, la réunion de lancement de son cycle de travail 2011-2015. Dès le 14 mars 2012, les échanges entre représentants AIPCR des différents pays concernés par ce sujet ont été engagés. Les travaux se sont poursuivis par la suite à l'initiative de différents pays. Pour ce qui concerne la France, le CETU a initié une collaboration avec les experts du domaine au plan national : SETRA, CETE Normandie centre, LIER (filiale de l'IFSTTAR en charge des essais sur les équipements de la route). Cette collaboration avait pour objet



Modélisation de l'impact d'un bus dans un garage équipé d'un dispositif de retenue de type barrière - Etude LIER

d'explorer les solutions envisageables afin de limiter les conséquences éventuelles d'un tel accident, aussi peu probable soit-il. Mesures de prévention, dispositifs de protection (barrières, atténuateurs de chocs, ...) autant de solutions qui ont été étudiées par les experts concernés.

C'est à l'initiative du CETU qu'un séminaire a rassemblé le 2 octobre dernier à Lyon plusieurs pays européens. Ce séminaire a offert aux participants l'opportunité de faire un point de la situation en Europe : retour d'expérience sur les accidents similaires, réglementations existantes, bonnes pratiques, études en cours, ...

Au bilan, le sujet est plus complexe qu'il n'y paraît de prime abord, les solutions existantes à l'air libre étant le plus souvent difficiles à adapter au contexte des tunnels routiers, en raison principalement des contraintes géométriques, de la nature et du volume du trafic, du confinement latéral qui tend à renvoyer vers la chaussée le véhicule heurtant les murs latéraux, ... De plus les garages sont très souvent des éléments de sécurité importants et très utiles pour protéger le personnel d'exploitation dans ses interventions. Ces enseignements ont été présentés lors de la réunion du comité de suivi de la directive européenne qui s'est tenue à Bruxelles le 24 octobre 2013. Les représentants de la Commission européenne ont à cette occasion salué cette initiative et encouragé les pays concernés à poursuivre les échanges. Cette première étape de travail devrait faire l'objet en 2014, de la publication sous l'égide de l'AIPCR, d'un article qui sera préparé par le CETU avec l'appui des autres experts européens.

Contact : marc.tesson@developpement-durable.gouv.fr



Garage dans le tunnel de Toulon

REPÈRES 2013

ACTIONS À CARACTÈRE INSTITUTIONNEL : participation au Comité européen de la sécurité des tunnels routiers créé par la directive 2004/54/CE ; participation aux comités de sécurité des tunnels binationaux (présidence de Tende, secrétariat technique pour le Mont-Blanc et le Fréjus, membre ou expert pour le Mont-Blanc, le Fréjus, le Somport, la Manche, LTF) ; échanges avec le Department of Homeland Security (USA) sur le thème de la sûreté ; contribution au Work stream on tunnel safety (représentants des administrations routières des Pays-Bas, du Royaume-Uni, de la région Flandres de Belgique et de la France)

AIPCR : SECRÉTARIAT FRANCOPHONE DU COMITÉ DE L'EXPLOITATION DES TUNNELS ROUTIERS et animation d'un sous groupe en charge de l'élaboration d'une recommandation de l'AIPCR portant sur la mise en œuvre des directives « tunnels routiers » et « sécurité routière » en liaison avec la commission européenne.

Contribution aux **GROUPES DE TRAVAIL DE L'AIPCR** sur le cycle 2012-2015 : animateur et expert pour les WG1 (Sustainable road tunnel operation) et WG3 (Interaction with user) ; expert pour les WG2 (Feedback from experience), WG4 (Fire safety) et WG5 (Complex underground road networks)

Contribution aux **GROUPES DE TRAVAIL DE L'ITA** (International Tunnelling Association) : voir article ci-dessus

NORMALISATION : participation aux travaux de la Commission Internationale de l'Éclairage, contribution à différents groupes de travail du CEN (sur les bétons, l'ingénierie de la sécurité incendie, le désenfumage)

RELATIONS BILATÉRALES : présentations de la démarche « Formation des conducteurs professionnels », accueil de délégations étrangères

EXPERTISES SUR PROJETS : Missions d'appui et d'expertises : intervention sur les questions de ventilation dans les tunnels du contournement de São Paulo au Brésil

RAYONNEMENT ET DIFFUSION DES CONNAISSANCES : participation aux conférences majeures de la profession (événements AIPCR et AITES, ISTSS, Fire in Vehicles, TRA, ATEC-ITS...)

Les publications

DOCUMENTS ET NOTES D'INFORMATION

- La modélisation aérodynamique pour les tunnels - Fascicule 2 : La modélisation monodimensionnelle, mars 2013, 29 p.
- Systèmes de protection passive contre l'incendie - Justification des performances pour les structures de tunnel routier, mars 2013, 22 p.
- ITSEOA - Fascicule 40 : Tunnels, génie civil et équipements - Recommandations pour la sous-traitance d'une inspection détaillée périodique des équipements, juin 2013, 23 p.
- Guide de l'inspection du génie civil des tunnels routiers :
 - Livre 1 - du désordre à l'analyse, de l'analyse à la cotation, octobre 2013, 130 p.
 - Livre 2 - catalogue des désordres, octobre 2013, 174 p.
- Guide d'application du fascicule 69 du CCTG « Travaux en souterrain », décembre 2013, 95 p.
- ITSEOA - Fascicule 40 : Tunnels, génie civil et équipements - Annexe expérimentale D3 « contenu d'un rapport d'inspection détaillée périodique des équipements », décembre 2013, 51 p.
- Les fonctions de sécurité des tunnels routiers et les systèmes associés, note d'information n° 23, décembre 2013, 10 p.
- Retransmission des radiocommunications en tunnel routier, note d'information n° 24, décembre 2013, 11 p.

THÈSE

- CASSE (C.), Organisation collective de la sécurité et démarche de retour d'expérience en tunnels routiers, rapport annuel d'avancement de thèse, janvier 2013
- TRAN (M.H.), Numerical modeling of tunnels in squeezing ground, rapport d'avancement de thèse de doctorat n° 2, août 2013, 37 p.
- TRAN (M.H.), Modélisation analytique des tunnels en milieu anisotrope, rapport d'avancement de thèse de doctorat n° 3, août 2013, 25 p.

DOCUMENTS PRODUITS AVEC UNE FORTE PARTICIPATION DU CETU

- Recommandations pour une méthodologie d'aide à la gestion patrimoniale d'un parc d'ouvrages souterrains, recommandation de l'AFTES n° GT14.R8F1, Tunnels et Espace Souterrain, n° 236, mars-avril 2013, pp. 98-145
- Avis technique délivrés par la commission « Étanchéité des ouvrages souterrains »
 - Nom des procédés : - Xilhon ML (SPPM), mars 2013
 - Tectoproof TO (SPPM), décembre 2013
- BIOTAIR : évaluation de la biofiltration pour le traitement des émissions atmosphériques routières, rapport intermédiaire, mai 2013, 53 p.
- Mesures de pollution par Lidar dans l'environnement d'une tête de tunnel à Bobigny (projet Airturif), juin 2013, 46 p.
- Modélisation de la dispersion de polluants au voisinage des tunnels. Le cas du tunnel du Landy, rapport de recherche, juin 2013, 74 p.
- Guide de bonnes pratiques pour la sécurité et la protection de la santé lors de travaux en souterrain (CARSAT RA), septembre 2013, 80 p.
- Recommandation de l'AIPCR concernant l'approche visant à prendre en compte la Directive 2008/96/CE dans le cadre des tunnels routiers, novembre 2013

ARTICLES ET COMMUNICATIONS À DES CONFÉRENCES

- MENEROUD (E.), TESSON (M.), CASSE (C.), Évacuation des usagers d'un tunnel routier : l'exemple du tunnel de Caluire, 40^{ème} Congrès ATEC-ITS France, Paris, 30 et 31 janvier 2013, 8 p.
- VU (T.M.), SULEM (J.), SUBRIN (D.), MONIN (N.), Semi-analytical solution for stresses and displacements in a tunnel excavated in transversely isotropic formation with non linear behaviour, Rock Mechanics and Rock Engineering, vol. 46, n° 2, mars 2013, pp. 213-229
- VU (T.M.), SULEM (J.), SUBRIN (D.), MONIN (N.), LASCOLS (J.), Anisotropic closure in squeezing rocks : the example of Saint-Martin-la-Porte access gallery, Rock Mechanics and Rock Engineering, vol. 46, n° 2, mars 2013, pp. 231-246
- CHAMOLEY (D.), Les fibres dans le béton projeté pour soutènement de tunnels - Asquapro, Béton[s] magazine, n° 45, mars-avril 2013, p. 58
- TAILLEFER (N.), CARLOTTI (P.), LEMERLE (C.), AVENEL (R.), LARIVE (C.), PIMIENTA (P.), Ten Years of Increased Hydrocarbon Temperature Curves in French Tunnels, Fire Technology, vol. 49, n° 2, avril 2013, pp. 531-549
- TRAN (M.H.), SULEM (J.), SUBRIN (D.), Comportement des tunnels en terrain tectonisé : Exemple de la descenterie de Saint-Martin-La-Porte, Congrès CIGOS, Lyon, 4 et 5 avril 2013, 9 p.
- MERCUSOT (A.), Projet (le) Sillon Alpin Sud, phase II : Moirans - Valence, Tunnels et Espace Souterrain, n° 237, mai-juin 2013, pp. 283-286
- BERTRAND (B.), OUCHERFI (M.), VAN HULLER (P.), WYZGOLIK (A.), CESMAT (E.), MOREAU (B.), DUPONT (J.), Fire safety of underground structures using Fire Safety Engineering - the underground network of La Défense, 39th ITA-AITES World Tunnel Congress, Genève, 31 mai au 7 juin 2013, 8 p.
- LARIVE (C.), Restrictive specifications for reinforced sprayed concrete for underground support, 39th ITA-AITES World Tunnel Congress, Genève, 31 mai au 7 juin 2013, 7 p.
- GAILLARD (C.), HUMBERT (E.), ROBERT (A.), Application of a methodology for risk management on tunnel project, 39th ITA-AITES World Tunnel Congress, Genève, 31 mai au 7 juin 2013, 8 p.
- HAMAIDE (G.) et al., Presentation of the activity of the AFTES' Working Group 25, "Cost control and contractual practice", 39th ITA-AITES World Tunnel Congress, Genève, 31 mai au 7 juin 2013, 8 p.
- GAILLARD (C.), HUMBERT (E.), RIVAL (F.), ROBERT (A.), Is geological risk analysis always relevant ?, World Tunnelling & Trenchless World, juin 2013, pp. 35-38
- PANIGONI (T.), PERU (Y.), Vibrations control in urban environment : excavation with explosives of the north tube of the Croix-Rousse tunnel, RocDyn-1 : 1st International Conference on Rock Dynamics and Applications, Lausanne, 6 au 8 juin 2013, 6 p.
- KUBWIMANA (T.), MOS (A.), SALIZZONI (P.), BERGAMINI (E.), MÉJEAN (P.), BOFADOSSI (M.), Experimental and numerical investigations of the wind pressure coefficient at a tunnel portal, 15th International Symposium on Aerodynamics, Ventilation & Fire in tunnels - ISAVFT 15, Barcelone, 18 au 20 septembre 2013, pp. 39-53
- MOS (A.), LE CLANCHE (J.), SALIZZONI (P.), CREYSSELS (M.), NICOT (C.), Impact of fire source characteristics and wall heat losses on smoke behaviour in a longitudinally ventilated reduced scale model tunnel : experiments and numerical simulations, 15th International Symposium on Aerodynamics, Ventilation & Fire in tunnels - ISAVFT 15, Barcelone, 18 au 20 septembre 2013, pp. 189-202
- D'ALOIA (L.), ROBERT (F.), ROUGEAU (P.), MOREAU (B.), FLAHAULT (C.), COLLIGNON (C.), Improving the behavior of concrete exposed to fire by using an Air Entraining Agent (AEA) : Assessment of spalling, 3rd International RILEM Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure, Paris, 25 au 27 septembre 2013, 8 p.
- PIMIENTA (P.), MOREAU (B.), AVENEL (R.), PEYRAC (P.), TAILLEFER (N.), LARIVE (C.), D'ALOIA (L.), CLECH (P.), Spalling tests on embedded cores and slabs : a comparative study, 3rd International RILEM Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure, Paris, 25 au 27 septembre 2013, 8 p.
- LARIVE (C.), LEVY (M.), DIVET (L.), Béton (le) dans les ouvrages souterrains, Travaux, n° 898, juillet-août 2013, pp. 77-82
- LARIVE (C.), ECOMINT - Les travaux sont terminés dans le tunnel des Echelles (73), Tunnels et Espace Souterrain, n° 239, septembre-octobre 2013, pp. 404-408
- D'ALOIA (L.), MOREAU (B.), LARIVE (C.), Prise en compte du risque incendie en tunnel : La démarche de dimensionnement des structures et les différentes options, Annales du bâtiment et des travaux publics, n° 4, octobre 2013, pp. 9-16
- BERTHOZ (N.), BRANQUE (D.), WONG (H.), SUBRIN (D.), Stress measurement in partially saturated soils and its application to physical modeling of tunnel excavation, Canadian Geotechnical Journal, vol. 50, oct. 2013, pp. 1077-1087
- TESSON (M.), PERRIN (B.), Sécurité des tunnels routiers : formation des conducteurs de PL en France, Road tunnel safety : HGV driver training in France, Routes-Roads, n° 360, 4^{ème} trim. 2013, pp. 82-87
- FRUHAUF (J.-C.), MESSENGER (J.-F.), PRUNIER (I.), ZAPELLI (S.), Tunnel (le) de Saint Béat en Haute-Garonne, un creusement traditionnel à l'explosif, Tunnels et Espace Souterrain, n° 240, novembre/décembre 2013, pp. 437-447

Les publications

DOCUMENTS INTERNES

Rapports de stage :

- **BLANCHARD (D.)**, La sûreté de fonctionnement en tunnel : introduction du niveau SIL, rapport de stage 2^{ème} année ENSI Bourges, juillet-août 2013
- **CHOUKOUR (H.), SUBRIN (D.)**, Tube sud du tunnel de Toulon. Attaque Est : Exploitation des mesures de tassements en surface, mémoire de stage ENTPE, août 2013, 72 p.

Notes techniques :

- **CHARLES (E.)**, Préparation de l'ACV de la phase d'exploitation - Note de problématique, octobre 2012, 13 p. + 7 annexes
- **Pôle PCME**, Opérations de mise en œuvre, de contrôle et de réception à réaliser dans le cadre de la mise en place des fourreaux, avril 2013, 12 p.
- **Pôle MSVO**, Système d'assainissement en tunnel. Regard siphoné - Conception, problème de maintenance, avril 2013, 17 p.
- **Pôle PCME**, Canevas de CCTP type, juin 2013
- **PFEIFER (J.-F.)**, Système de Gestion Technique Centralisée - Supervision : Description et coûts, (note non finalisée), juin 2013, 19 p.
- **RABIER (M.)**, Document d'accompagnement e-tunnel : Manuel de calcul - Module GC Section courante, août 2013, 40 p.
- **BIGOU (L.), ESCOFFIER (M.)**, Séquencement spatial et temporel pour l'activation des dispositions de sécurité en cas d'incendie, note d'étape, septembre 2013, 35 p.

- Synthèse des études ACV produites dans le cadre de l'ARD 2.2, septembre 2013, 27 p. + annexe
- Synthèse des notes de problématique rédigées dans le cadre de l'ARD 2.2, septembre 2013, 14 p.
- **Pôle Sécurité**, Principe de fonctionnement des barrières de fermeture des tunnels (proposition), octobre 2013, 10 p.
- **D'ALOIA-SCHWARTZENTRUBER (L.)**, Synthèse des méthodes et outils existants dans le domaine du bâtiment, du génie civil ou des infrastructures et exemples d'études d'évaluation des impacts, octobre 2013, 29 p.
- **Pôle GGD**, Recensement des événements redoutés d'origine géologique, hydrogéologique et géotechnique, nov. 2013, 8 p.
- **PERRIN (B.)**, Premiers éléments de doctrine CETU relatifs à la prise en compte des PMR, novembre, 34 p.
- **BERNAGAUD (C.)**, Environnement et santé, note - bilan interne, décembre 2013, 20 p.
- **KASPERSKI (J.)**, Acquisitions au scanner-laser. Exigences et exemple de CCTP, décembre 2013, 17 p.
- **ROBERT (F.)**, Valorisation des matériaux excavés : aspects réglementaires - Note de problématique, déc. 2013, 11 p.



Centre d'Études des Tunnels
25 avenue François Mitterrand
Case n°1
69674 BRON - FRANCE
Tél. 33 (0)4 72 14 34 00
Fax. 33 (0)4 72 14 34 30
cetu@developpement-durable.gouv.fr

