

2012

RAPPORT D'ACTIVITÉ



Sommaire

- Editorial
- L'année 2012 en bref
 - ① Améliorer la sécurité des tunnels **p.3**
 - ② Maîtriser les techniques, les coûts et les délais **p.4-7**
 - ③ Comprendre et maîtriser les incendies en tunnel **p.8-9**
 - ④ Mieux prendre en compte les aspects environnementaux liés aux tunnels **p.10-11**
 - ⑤ Les tunnels au service d'une politique de développement durable **p.12-13**
 - ⑥ Gérer le patrimoine et optimiser l'exploitation des tunnels routiers **p.14-15**
 - ⑦ Intervenir sous des formes variées pour différents maîtres d'ouvrages et types de tunnels **p.16-17**
 - ⑧ Animer les réseaux professionnels et développer les partenariats **p.18-19**
 - ⑨ Être un acteur reconnu au niveau international **p.20-21**
- Les publications **p.22-25**
- p.26-27**
- p.28-30**



LES CHEFS DE POLES

PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION, MARCHÉS ET 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

INGÉNÉRIE
Gérard MAZZOLÉNI

AVIS ET CONTRÔLE EXTERNE
Alain ROBERT (Génie civil)
Jean-Claude MARTIN (Equipements)

DÉVELOPPEMENT DURABLE
Laetitia D'ALOIA-SCHWARTZENTRUBER

SUIVI DU PROGRAMME DE RÉNOVATION
François PILLANT

COMITÉS TECHNIQUES
Bruno BROUSSE

AFTES
Alain MERCUSOT

APPUI TECHNIQUE ET MÉTHODES
Gilles HAMAIDE

Edito

Le CETU est le service technique central du ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie en charge de l'ensemble des aspects techniques relatifs aux tunnels. Rattaché au Directeur Général des Infrastructures, des transports et de la Mer, il intervient à tous les stades, depuis la conception jusqu'à la gestion du patrimoine, tant sur le plan des équipements qu'en matière de génie civil.

Michel DEFFAYET
Directeur



Eric PREMAY
Directeur adjoint

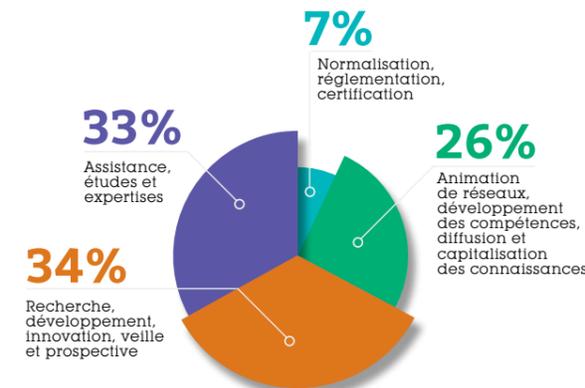
L'année 2012 a permis de poursuivre l'investissement du CETU sur ses principaux axes stratégiques de **recherche et doctrine** ; la **sécurité** des tunnels, quel que soit le mode de transport, routier, ferroviaire ou fluvial, de même que la **maîtrise des coûts et des techniques** en phase de construction, mais aussi en exploitation. En cette période de contraintes économiques croissantes, la **gestion du patrimoine** prend également une importance cruciale, et les inspections que nous mettons en oeuvre progressivement selon le nouveau fascicule 40 de l'ITSEO (Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art) contribueront indéniablement à une meilleure connaissance des ouvrages et de leurs équipements. Autre leitmotiv pour nous : la prise en compte des **aspects environnementaux**, comme l'illustre par exemple le programme AIRTURIF sur la qualité de l'air dans et aux abords des tunnels routiers d'Ile de France. Les enjeux du **développement durable** sont aussi d'actualité avec le lancement en novembre 2012 du Programme National Ville 10D, action novatrice et prometteuse visant à favoriser un plus large recours au potentiel que représentent les espaces souterrains en ville.

Les **projets d'ingénierie**, comme le creusement du tunnel de Talant, la réalisation du tube sud de Toulon ou de la galerie de sécurité du Fréjus, ou encore les études amont des grands ouvrages des futures lignes LGV pour ne citer que ceux-là, ont encore offert en 2012 autant d'opportunités pour le CETU, à la fois de tester et éprouver sa doctrine, tout en apportant son assistance technique, mais aussi d'alimenter ses travaux de recherche en faisant remonter du terrain les problématiques opérationnelles concrètes auxquelles sont confrontés les acteurs du monde des tunnels.

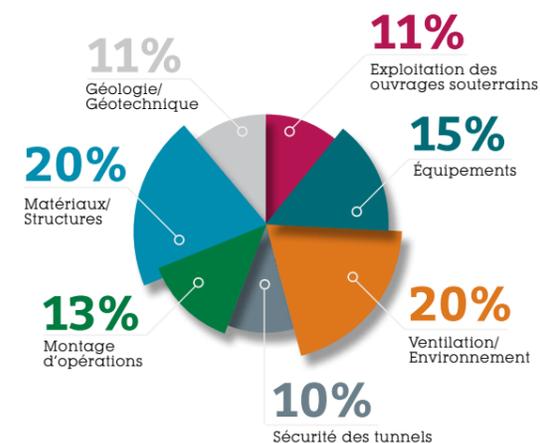
Pour répondre à ces problématiques complexes et jouer pleinement son rôle de **centre de ressources et d'expertise** sur l'objet tunnel, au service de tous les maîtres d'ouvrage, le CETU a consolidé en 2012 son action au coeur des **réseaux professionnels**, aussi bien de l'exploitation, que de l'ingénierie, des travaux ou encore de la recherche. C'est vrai au niveau national, en particulier au sein de l'AFTES (Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain), mais également au niveau international avec notamment le lancement du nouveau cycle 2012-2015 de l'AIPCR (Association mondiale de la route) dans lequel le CETU est très présent.

C'est avec grand plaisir que nous nous associons donc à l'ensemble des agents du CETU, fiers de présenter au travers des quelques pages qui suivent un échantillon de nos activités et principaux faits marquants pour l'année 2012.

RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ PAR MODALITÉS D'INTERVENTION



RÉPARTITION DE L'ACTIVITÉ PAR DOMAINES

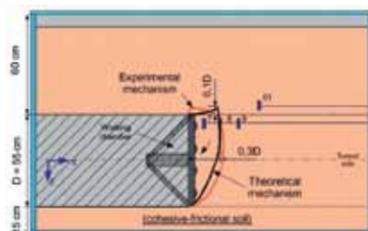


L'année 2012 en bref

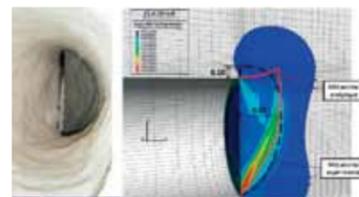
Janvier
➔ Juin ...

- Deux communications du CETU au 5ème congrès ISTSS (International Symposium on Tunnel Safety and Security), à New-York du 14 au 16 mars, sur la démarche de formation à la sécurité en tunnels des conducteurs professionnels, et l'évaluation par modélisation CFD des systèmes d'aspersion en tunnels

- Soutenance de la thèse de Nicolas Berthoz, « Modélisation physique et théorique du creusement pressurisé des tunnels en terrains meubles homogènes et stratifiés » le mardi 19 mars 2012 à l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat



Mars



- Reportages sur la radio d'information autoroutière «Autoroute Info» 107.7 MHz, sur le comportement humain dans la sécurité des tunnels routiers et sur la formation des conducteurs professionnels à la conduite en tunnel

- Lancement du cycle 2012-2015 de l'AIPCR (association mondiale de la route) le 26 mars à Paris : le CETU est membre et secrétaire francophone du Comité technique 3.3 sur l'exploitation des tunnels routiers, et participe à 5 des 6 groupes de travail internationaux du comité, en tant qu'animateur ou expert

- Parution du décret du 7 mai 2012 qui complète la liste des tunnels de plus de 500 mètres du réseau routier transeuropéen (RTE)

- Première participation du CETU au groupe de travail Work Stream on tunnel safety réunissant les administrations routières des Pays-Bas, du Royaume-Uni, de la région Flandres de Belgique à Utrecht (Pays-Bas) les 9 et 10 mai. Le CETU a présenté les actions menées en France pour atteindre l'objectif d'exploiter en sécurité et à moindre coût

- Trois présentations du CETU à la conférence internationale annuelle de l'AITES (Association Internationale des Tunnels et de l'Espace en Souterrain) du 21 au 23 mai à Bangkok, sur la conception des têtes de tunnels, le management des risques et le traitement des venues d'eau

- Quatrième réunion du Comité Tunnels le 30 mai à Monétier-les-Bains, avec la participation de 28 représentants de 10 Départements différents, sur la problématique des tunnels à faible trafic

- Remise à niveau des tunnels de Champigny : sous la maîtrise d'ouvrage de la DIRIF et avec l'assistance technique du CETU, les travaux de rénovation concernant la ventilation, l'alimentation électrique, l'éclairage, la protection au feu et les issues de secours s'achèvent fin mai



Mai

Janvier

- Sortie du nouveau fascicule 69 du CCTG « travaux en souterrains », qui sera approuvé par arrêté le 30 mai 2012, deviendra applicable à partir du 1er juillet 2012

- Publication de la note d'information n°21 relative au cadre réglementaire de la sécurité des tunnels, téléchargeable sur le site Internet du CETU



- Inspection Détaillée Initiale Génie Civil du tunnel de Toulon : du 17 au 27 janvier 2012 la Centrale d'Inspection du CETU réalise l'IDIGC des deux tubes

Février

- Implication forte du CETU au Congrès ATEC-ITS France (Association pour le développement des Transports, de l'Environnement, et de la Circulation - Systèmes de Transports Intelligents) les 1 et 2 février à Versailles, avec la présidence d'une session dédiée aux tunnels et deux communications, « Biofiltration des polluants routiers : application à un tunnel francilien » et « La composante maintenance dans l'exploitation des tunnels routiers »

- Deux chargés d'études du pôle Exploitation en stage « immersion » chez l'exploitant Direction Interdépartementale des Routes Centre-Est (DIR CE)



Avril

- Réception le 5 avril d'une délégation russe de la RTA (Russian Tunneling Association), composée de 18 cadres dirigeants des administrations et sociétés en charge des métros de Moscou et Saint-Petersbourg, ou encore des tunnels pour les jeux olympiques de Sochi, sur les sujets touchant à la construction et à l'exploitation des tunnels



- Publication de la version anglaise du document « Environnement » du Dossier pilote des tunnels, téléchargeable sur le site Internet du CETU



Juin

- Communication du CETU au FIB Symposium, à Stockholm du 11 au 14 juin : « LCA applied to the evaluation of potential environmental impacts of tunnels »

- Réunion du Groupe de Travail Francophone des Exploitants de Tunnels Routiers (GTFE) les 14 et 15 juin à Tarare (Rhône) au cours duquel ont été abordés la formation des agents d'intervention, la prise en compte de l'environnement dans les projets de tunnels ou encore l'inflammabilité des poids lourds.

- Organisation par le comité COSUF (Comité sur la Sécurité en Exploitation des Installations Souterraines) de l'AITES, présidé par le CETU, d'un séminaire international à Rome le 22 juin sur les aspects coûts-bénéfices des mesures de sécurité en tunnel

- Premier séminaire national de formation sur la sécurité en tunnels routiers à l'intention des formateurs de conducteurs professionnels, qui a rassemblé, les 26 et 27 juin à Paris, près de 70 responsables de formation, représentant plus de 25 structures de formation



...Juillet ➔ Décembre

• **Projet ligne nouvelle Provence Alpes Côte d'Azur** : le CETU accompagne RFF pour la caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques

• **Mise en sécurité du tunnel du Siaix** : le DCE du marché pour choisir le maître d'oeuvre selon la procédure négociée, élaboré par le CETU en lien avec la DIR Centre Est, est envoyé le 23 août 2012 aux 3 candidats retenus

• **Réalisation de la ligne de Tramway T6 Chatillon-Vélizy-Viroflay** : le franchissement souterrain à très faible profondeur de l'A86, opération pour laquelle le CETU accompagne le CG78, est percé en août 2012

• **Surveillance des vibrations mécaniques et des surpressions aériennes** : le CETU intervient dans le cadre du projet de l'aménagement hydroélectrique de la chute de Gavet pour surveiller les nuisances sur l'environnement occasionnées par les tirs à l'explosif

• **Deuxième séminaire national sur la sécurité en tunnels routiers et la formation des conducteurs professionnels**, les 1er et 2 octobre à Aix-en-Provence, dans le cadre de la poursuite de l'action de sensibilisation des professionnels du transport de marchandises et de voyageurs



• Organisation le jeudi 11 octobre à Paris, sur le thème des fibres dans les bétons projetés, du **colloque ASQUAPRO**, Association pour la qualité de la projection des bétons, dont le CETU assure la présidence du comité technique et la co-présidence



• Participation le 11 octobre du CETU à une **journée technique « désenfumage »** avec la DIR Méditerranée et le SDIS 83, à destination des opérateurs en charge de la surveillance PC et des personnels appelés à intervenir en cas d'incendie sur le tube nord du tunnel de Toulon



• Organisation en partenariat avec l'université de Cergy-Pontoise et CIMbéton d'un **colloque sur les performances du béton soumis à haute température** le 23 octobre à l'Université de Cergy-Pontoise avec des communications sur la modélisation numérique et le dimensionnement des tunnels sous incendie, et l'influence d'un agent entraîneur d'air sur le comportement au feu du béton

• **Réunion du Comité COSUF** (Comité sur la Sécurité en Exploitation des Installations Souterraines) le 25 octobre à Madrid, et organisation d'un séminaire le 26 octobre sur la sécurité des infrastructures de transports souterraines complexes



• Publication de la **note d'information n°22** « Information des usagers sur les distances de sécurité en tunnel routier », téléchargeable sur le site Internet du CETU

• **Actualisation du Bilan Carbone® du CETU** sur la base des émissions de l'année 2011

• **Conférence** organisée le 6 décembre au CETU avec la participation de représentants du Grand Lyon sur le **tunnel mode doux** de la Croix-Rousse

Août

Octobre

Décembre

Juillet

• Contribution du CETU à la **journée du Cluster Lumière** sur le développement de solutions innovantes pour l'éclairage des tunnels

• **Journée spéciale de reportages sur Autoroute Infos 107.7 Mhz**, en direct du CETU le 18 juillet 2012, sur les missions du CETU, les travaux relatifs au comportement humain, la formation des conducteurs professionnels, et la prise en compte du développement durable dans les tunnels

• **Percement du tunnel de Talant** sur la future rocade de Dijon : le 24 juillet 2012 signe l'aboutissement d'un an de travaux de creusement auxquels le CETU a été étroitement associé en tant qu'AMO aux côtés de la DREAL Bourgogne



Septembre

• Participation au **1er congrès international des Tunnels** organisé par l'Association Azerbaïdjanaise des Tunnels, avec l'appui de l'AFTES, à Bakou les 10 et 11 septembre

• Organisation au CETU d'une **réunion du groupe de travail Work Stream on Tunnel Safety**, les 18 et 19 septembre, avec visite du chantier des tunnels de l'A89

• Sortie de la **1ère promotion du Mastère Spécialisé « Tunnels et ouvrages souterrains »** dans le montage et la mise en oeuvre duquel le CETU s'est très fortement impliqué



Novembre

• **Soutenance de la thèse de Minh Tuyen PHAN** «Modélisation explicite de l'écaillage sous incendie du béton. Approche thermo-hydro-mécanique avec des conditions aux limites évolutives», le 7 novembre à l'Université Paris-Est

• **Franchissement des zones de fortes convergences** de la galerie de sécurité du tunnel de Fréjus : le 9 novembre 2012, le tunnelier reprend un rythme de croisière normal après le passage de zones délicates, phase pour laquelle le CETU a apporté une assistance technique auprès du GIE du Fréjus

• **5ème réunion du Comité Tunnels** dans les locaux du CETU le 14 novembre 2012 sur le thème « les exercices de sécurité » (visite technique du tunnel de la Croix-Rousse)



• **Formation par le CETU des acteurs concernés par l'exploitation et la gestion de la sécurité en tunnel** les 19 et 20 novembre



• Sortie du **document d'information « Calcul des émissions de polluants des véhicules automobiles en tunnel »** qui actualise le document CETU d'avril 2002

• Mise à disposition en téléchargement sur le site Internet du CETU de la **version définitive du fascicule 40 et de ses annexes**, dans le cadre de la réécriture de l'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEO)

• **Réunion du GTFE** les 29 et 30 novembre 2012 à Chamonix. Sujets abordés : le rôle des conducteurs, l'auto-évacuation, l'efficacité des systèmes de Gestion Technique Centralisée ou encore des dispositifs d'aspersion

• **Assemblée générale de lancement du projet national de recherche Ville 10D** le 30 novembre 2012

1

Améliorer la sécurité des tunnels

AGIR SUR LE COMPORTEMENT DES USAGERS PAR LA FORMATION

Bertrand PERRIN
Chargé d'études
au pôle Sécurité



Le CETU a conduit de 2004 à 2009 un programme de recherche relatif à l'étude et à la prise en compte des comportements des usagers et des facteurs organisationnels dans la sécurité des tunnels routiers. Ces travaux ont mis en évidence le manque de connaissances de l'usager en situation d'évacuation – le comportement d'évacuation rapide et à pied n'est pas systématique – et le besoin de formation. Ils ont débouché dès 2006 sur l'ajout d'informations dans les manuels d'apprentissage du permis de conduire et sur l'introduction de questions relatives à la conduite en tunnel dans l'épreuve théorique générale du permis. Ces recherches ont aussi mis en avant le rôle du leadership en situation d'évacuation : des conducteurs peuvent assurer ce rôle identifié comme déterminant en situation d'évacuation et de mise en sécurité des usagers. C'est pourquoi le CETU s'est engagé à partir de 2009 dans une action forte de formation auprès des conducteurs professionnels afin qu'ils puissent être un relai des bons comportements à avoir en tunnel.



Enseignement pratique

Véhicule école



Plusieurs éléments ont motivé cette action :

- le potentiel calorifique des véhicules du transport de marchandises et le nombre de passagers pour le transport de voyageurs sont importants (facteurs aggravants en cas d'incendie) ;
- les conducteurs, professionnels de la route, sont sensibilisés aux questions touchant à la sécurité et aux enjeux associés, leur comportement doit être exemplaire ;
- les véhicules lourds sont règlementairement équipés d'extincteurs ; les conducteurs sont parfois sensibilisés à les manipuler ;
- les conducteurs suivent des formations initiale et continue obligatoires (levier d'action).

Didier RICHE, directeur régional de l'APTH (organisme de formation) et membre du groupe de travail sur cette action, détaille :



Cette approche active valorise le conducteur par rapport à l'infrastructure. Il ne devient pas responsable des autres mais exemplaire par sa connaissance et son professionnalisme.

Le travail du CETU a visé, depuis 2009, à réunir 15 à 20 responsables de formation issus d'organismes et d'entreprises de transport, représentant une quinzaine de structures de formation. Les compétences pédagogiques des formateurs associées à l'expérience du CETU en termes de sécurité ont permis d'aboutir, à partir des connaissances répertoriées par l'AIPCR (Association Mondiale de la Route), à la création à l'été 2011 d'un support de formation. Ce support est un document auto-porteur contenant, au delà du support de présentation aux stagiaires, la base de connaissances nécessaires au formateur. Les consignes sont valables pour tous les tunnels de France et les fondements des règles sont explicites.



Il faut prendre le temps d'expliquer aux conducteurs comment réagir,

souligne Michel CHAVASSIEUX, assistant pédagogique à l'AFT-Iftim (organisme de formation) et membre du groupe de travail. Il contient :

- les connaissances relatives aux comportements humains, avec définition du comportement souhaité en cas d'incendie : évacuation rapide à pied vers les issues de secours et entraînement des autres conducteurs présents dans le tunnel (leadership),
- des apports selon la situation de conduite : circulation normale, cas d'une panne, cas d'un incendie,
- des illustrations des propos grâce à des extraits vidéos, avec recours à des films d'évènements réels : des mauvais comportements en début de séance pour interpeller et faire prendre conscience des conséquences possibles, puis des bons comportements tout au long du parcours des consignes.

Les supports vidéo sont appréciés par les stagiaires, ils marquent bien les esprits, ils constituent un apport pédagogique fort,

indique Michel CHAVASSIEUX.

- une présentation des cas particuliers de tunnels pour lesquels des consignes ou des équipements sont spécifiques.
- Mi 2011, le support a été présenté en région Rhône Alpes à de plus de 70 formateurs. Il a ensuite été utilisé pendant six mois et les retours recueillis ont permis une mise à jour début 2012.



Lancement du séminaire réunissant près de 70 formateurs ou responsables de formation à l'ENTPE

Courant 2012, deux séminaires ont été organisés au plan national afin de diffuser le contenu du projet et les messages pédagogiques. Ils ont permis de réunir chacun plus de 70 responsables de formation et ont mis en évidence l'intérêt porté à cette action par les organismes de formation, les entreprises de transport et les lycées professionnels. La France compte environ 360 000 conducteurs professionnels concernant les transports de marchandises et de voyageurs, dont les formations continues obligatoires se font tous les 5 ans.



Notre objectif est de toucher 80% des conducteurs en 5 ans,

explique Didier RICHE.

Le CETU suit de près le déploiement de cette action et oriente désormais ses travaux selon deux directions nouvelles :

- le déploiement de l'action vers tous les autres conducteurs professionnels européens (transports de marchandises et de voyageurs),
- le déploiement de l'action, au plan national, vers d'autres catégories de conducteurs, professionnels ou non. Il s'agira notamment de cibler les flottes d'entreprises vu le nombre de personnes concernées (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de conducteurs pour certaines sociétés).

CONTACT :

Bertrand.Perrin@developpement-durable.gouv.fr



La visite d'un Poste de Contrôle de la DiRIF a permis au groupe d'appréhender les particularités de l'exploitation et de la surveillance des tunnels

REPÈRES 2012

• **Avancement du programme de mise en sécurité des tunnels de plus de 300m** : 8 rencontres organisées avec les DIR

• **Commission Nationale d'Evaluation de la Sécurité des Ouvrages Routiers** : 5 Dossiers Préliminaires de Sécurité et 11 Dossiers de Sécurité examinés

• **Comités de Sécurité des tunnels bi-nationaux** : 5 réunions pour le Mont-Blanc (secrétariat technique, expert), 11 réunions pour le Fréjus (secrétariat technique, expert), 35 réunions pour le tunnel sous la Manche (expert, inspecteur), 2 réunions pour Tende (président, membre)

• **Distances de sécurité en tunnel routier** : publication de la note d'information n°22 pour l'information des usagers

• **Démarches qualité pour l'exploitation en sécurité** : étude exploratoire du cas des Directions Interdépartementales des Routes

• **Détection Automatique d'Incidents** : synthèse sur les performances attendues des systèmes de DAL par analyse d'images

• **Caractéristiques photométriques des chaussées en tunnel** : collaboration pour la mise au point du matériel de mesure Coluroute avec l'IFSTTAR, le CETU et CETE de Lyon

• **Eclairage de renforcement et de section courante** : sortie de la nouvelle version du logiciel Eclair-tunnel pour le prédimensionnement (version anglaise)

• **Référentiels techniques et de sécurité pour les tunnels canaux** : assistance pour le compte de Voies Navigables de France pour la mise à jour du Fascicule de Recommandations Techniques et du Plan d'Intervention et de Sécurité

• **Sécurité des tunnels ferroviaires** : lancement d'un état des lieux pour le compte de la DGITM

• **Auto-évacuation des usagers** : appui au Grand Lyon pour l'amélioration de la stratégie d'auto-évacuation dans le tunnel de Caluire

• **Sûreté** : assistance auprès du SDSIE pour la mise au point d'un dispositif de confinement des toxiques, participation aux échanges entre le Département of Homeland Security (USA) et présentations par le CETU à Washington des aspects de sécurité et de résistance au feu

• **Retour d'Expérience** : Étude Pannes Accidents Incidents, finalisation de la collecte des données et des rapports internes des exploitants

2

Maîtriser les techniques, les coûts et les délais

VERS UNE DÉMARCHÉ GLOBALE DE MAÎTRISE DES RISQUES

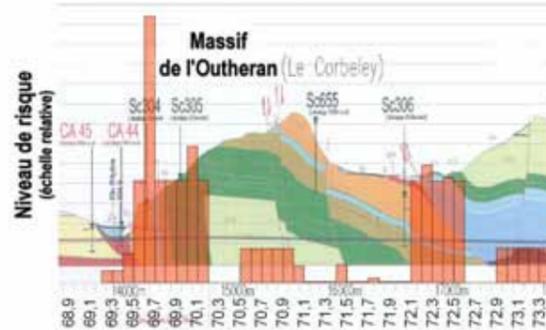
Emmanuel HUMBERT
Chargé d'études au pôle Géologie, Géotechnique et Dimensionnement



Les ouvrages souterrains portent la lourde réputation de conduire trop souvent à une dérive du coût des projets, les incertitudes relatives à la mauvaise connaissance du contexte géologique étant souvent montrées du doigt. Bien que ce ne soit pas une préoccupation nouvelle, la nécessité de garantir une bonne maîtrise des coûts depuis les études d'opportunité et jusqu'à la réalisation est devenue un enjeu qui conditionne l'acceptabilité même des projets. Outre l'importance du coût du projet, la maîtrise de l'incertitude et des risques est un élément de décision particulièrement plébiscité aujourd'hui par les maîtres d'ouvrage.

Les travaux récents du CETU partent du constat que des outils méthodologiques robustes sont encore à inventer. Les réflexions en cours traitent aussi bien du processus et des phases d'études que de la réalisation des travaux et de leur contractualisation. Ces réflexions s'inscrivent dans la poursuite d'un thème de recherche ayant déjà abouti à la production d'un document pilote concernant les coûts ainsi que de plusieurs documents et outils associés.

Représentation de l'analyse de risque



Les tunnels et les gares souterraines sont une composante technique majeure du projet de Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur. La contribution du CETU a permis de structurer, d'harmoniser et de fiabiliser la démarche d'estimation et d'analyse des risques du génie-civil de ces ouvrages, appuyée sur le travail des bureaux d'études prestataires.

Alain PREA
Responsable du pôle technique - mission LGV PACA

Creusement du Tunnel de Toulon



La commission d'évaluation de ce thème en 2011 avait alors encouragé le CETU à enrichir les réflexions concernant la maîtrise des risques et l'estimation de la provision financière destinée à les couvrir.

Les travaux se sont depuis poursuivis simultanément sur deux aspects largement complémentaires : d'une part celui de la conduite des études et de la stratégie de prise en compte des risques et d'autre part celui du mode de contractualisation pour tous les acteurs des travaux de génie civil.

Les avancées ont été nombreuses au cours de l'année 2012, se traduisant concrètement par la publication de la recommandation de l'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain, relative à la caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques dans les projets (dite GT32) à laquelle le CETU a très largement contribué. Cette recommandation propose un formalisme nouveau afin de mettre en évidence de manière beaucoup plus explicite les incertitudes résiduelles et leurs conséquences financières sur le projet.

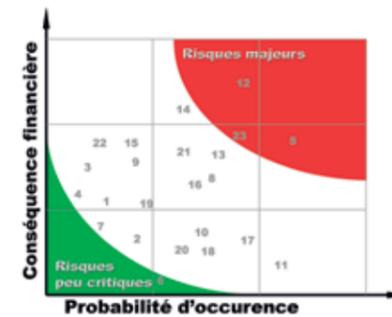
C'est également cette approche qui a été mise en œuvre sous l'impulsion du CETU au cours des études de première phase du projet de Nouvelle Ligne Ferroviaire Provence Alpes Côte d'Azur. L'enjeu de ces premières phases d'étude était d'estimer le coût le plus juste au regard du contexte géologique très contrasté et parfois peu connu, mais aussi de parvenir à mettre en évidence les zones où les risques de dérive sont vraisemblablement les plus importants. Des contrastes forts sont ainsi apparus, et permettent de mettre l'accent sur les zones les plus délicates pour lesquelles d'importantes reconnaissances géologiques seront nécessairement à mettre en œuvre.

Du point de vue de la contractualisation, l'année 2012 a aussi été marquée par la publication officielle du nouveau fascicule 69 qui s'inscrit également dans la volonté d'une gestion des risques plus efficace, en offrant de nouveaux outils contractuels pour le management des risques.

Au terme des réflexions de cet axe stratégique de recherche, l'ambition est de proposer à l'horizon 2014 un document guide à l'attention des maîtres d'ouvrage qui explicite la démarche d'analyse des risques proposée, à l'exemple de celle déclinée dans le cas des projets ferroviaires en cours. Il s'agit de parvenir à une valorisation juste, raisonnable et justifiée du coût des incertitudes résiduelles d'un projet pour apporter aux maîtres d'ouvrage tous les éléments nécessaires à la prise de décision. En complément, il s'agit enfin, en phase de travaux, par le biais d'un document d'accompagnement du fascicule 69, d'expliquer les principes posés par celui-ci afin de pouvoir contractualiser et gérer les risques résiduels qui n'auraient pas pu être levés au cours de l'ensemble des phases d'études.

CONTACT :

Emmanuel.Humbert@developpement-durable.gouv.fr



Matrice de risque



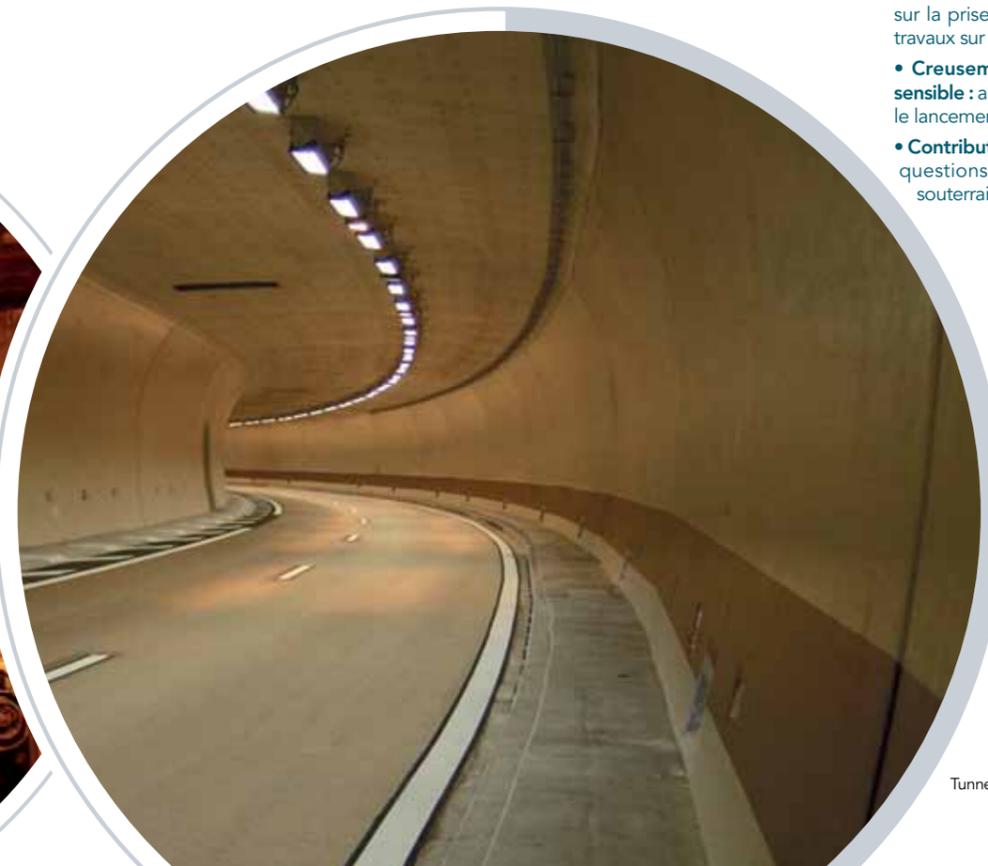
Comment sur un chantier de tunnel anticiper les aléas, se préparer et limiter ainsi le traitement dans l'urgence des problèmes contractuels : le nouveau fascicule 69 du CCTG, dont le CETU a été la cheville ouvrière, apporte une réponse opérationnelle originale pour manager les risques.

Pierre GARNIER

CGEDD
Président du groupe de travail en charge de la révision du F69

REPÈRES 2012

- **Rôles et articulation des acteurs d'un projet de tunnel** : réflexion pour mieux définir la mission du maître d'œuvre
- **Comportement des tunnels à grande profondeur** : travaux de recherche et valorisation dans le cadre des thèses de MM. Vu et Tran
- **Techniques de creusement** : finalisation et soutenance de la thèse de Nicolas Berthoz
- **Maîtrise des tassements en site urbain** : forte implication dans l'élaboration d'une recommandation dans le cadre du GT16 de l'AFES 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 lancement du tunnelier à Viroflay
- **Contribution au GT25 de l'AFES**, abordant les questions de contractualisation des travaux souterrains



Tunnel de Toulon

3

Comprendre et maîtriser les incendies en tunnel

LA MODÉLISATION AÉRAULIQUE : UN OUTIL PUISSANT AU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DU CONSEIL

Antoine MOS
Chargé d'études au pôle Ventilation et Environnement



La modélisation numérique des écoulements d'air dans et autour des tunnels, en situation normale ou d'incendie, est devenue incontournable dans les études de conception et de sécurité. Le dimensionnement et le pilotage des installations de ventilation, ainsi que les études spécifiques des dangers sont les exemples les plus courants d'utilisation de tels modèles. Récemment, d'autres applications se sont développées : ingénierie de la sécurité incendie pour la résistance des structures, étude de la dispersion des polluants et des fumées en tête de tunnel, etc. Le choix de l'outil et des hypothèses de modélisation dépend des caractéristiques de l'ouvrage concerné, mais aussi et surtout de la question posée dans l'étude. L'utilisation du modèle le plus détaillé n'est pas en soi un gage de qualité. Il est surtout indispensable d'assurer la cohérence entre l'outil de calcul, les hypothèses et l'interprétation des résultats pour atteindre les objectifs visés au meilleur coût.

Pour ses activités de doctrine et de conseil, le CETU s'appuie sur une longue expérience de développement et de pratique des outils de modélisation. Dans les années 1990, des outils monodimensionnels (Maille et Transit) ont été développés en interne. À cette même époque, le calcul tridimensionnel (dit «CFD»), en était à ses balbutiements, et plusieurs thèses sur le thème de la simulation d'incendie ont été encadrées par le CETU. Au début des années 2000, le développement du logiciel Camatt a apporté une réponse aux nouveaux besoins des ingénieurs, confrontés à des exigences de sécurité accrues. Une version améliorée de cet outil est disponible depuis 2011. Actuellement, des travaux de recherche portent sur la simulation des écoulements au voisinage des têtes, afin de mieux évaluer l'interaction entre les conditions extérieures et la ventilation du tunnel, ainsi que la dispersion des polluants.

L'utilisation des outils de modélisation reste réservée à des spécialistes, et les maîtres d'ouvrage sont rarement à même de faire une analyse critique des études. Le CETU les assiste donc fréquemment et produit des documents de doctrine à leur intention, mais également à destination des praticiens de la modélisation.

Le CETU a apporté son expertise dans ce domaine sur différents projets récents, ainsi que pour l'établissement de nombreux dossiers de sécurité. Parmi ces interventions, le travail conduit en tant qu'assistant au maître d'ouvrage sur les tunnels de desserte de la Défense est ainsi remarquable par la variété des problèmes abordés : résistance au feu des structures, ventilation naturelle des ouvrages et recyclage de fumées en cas d'incendie.

À lire :
Guide de la modélisation aéraulique : fascicule 1 : outils et critères de choix, fascicule 2 : la modélisation monodimensionnelle. Téléchargeables sur le site Internet du CETU.

CONTACT :
Antoine.Mos@developpement-durable.gouv.fr

LA CARACTÉRISATION DES SYSTÈMES DE PROTECTION PASSIVE

Bérénice MOREAU
Chargée d'études au pôle Matériaux, Structures et Vie de l'Ouvrage



L'application des objectifs de l'Instruction Technique annexée à la circulaire interministérielle 2000-63 remplacée depuis par la 2006-20, nécessite bien souvent la mise en place de protections passives afin de garantir aux structures existantes un niveau de résistance au feu suffisant. Cette technique peut également être employée pour les ouvrages neufs. La réglementation ne précise cependant pas la nature des produits à mettre en place pour atteindre un niveau de performance donné, ni la méthodologie à suivre pour spécifier ou qualifier les systèmes de protection utilisés.

L'expérience progressivement acquise au cours de ces dix dernières années, la mise en place de normes relatives aux essais feu, ainsi que les informations apportées par les fournisseurs de produits, permettent aujourd'hui de répondre à une demande réelle de la profession. Le CETU a donc élaboré, conjointement avec les laboratoires agréés français : le CSTB, Efectis France et le CERIB, le guide «Systèmes de protection passive contre l'incendie» visant à clarifier les modalités de justification des performances des systèmes de protection passive pour les structures de tunnel routier en béton.

En quelques réunions, le CETU et les laboratoires historiques ont convergé vers l'exploitation des pratiques anciennes du monde de la résistance au feu appliquées depuis plusieurs dizaines d'années tout en s'appuyant sur les règles européennes en vigueur dans le bâtiment,

précise Daniel JOYEUX, Président d'Efectis France.

Ce guide, publié en mars 2013, s'adresse aux entreprises, aux laboratoires d'essais de résistance au feu, aux fournisseurs et poseurs de protections passives, ainsi qu'aux maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage, afin de les aider dans le choix, la justification et l'acceptation des systèmes de protections passives pour les éléments de structure de tunnel routier. Trois approches sont décrites dans le guide et concernent respectivement le produit de protection, le système de protection intégrant le produit, la fixation et le support, et l'application sur chantier.

En complément de la caractérisation portant sur le produit lui-même, c'est bien l'ensemble du système de protection passive qui doit être étudié. Le recours à un essai au feu est alors nécessaire afin de s'assurer de l'intégrité de la protection passive. Alors que la norme XP ENV 13381-3 constitue le référentiel d'essais sous sollicitation CN (Courbe Normalisée), le référentiel d'essais sous sollicitation HCM (courbe Hydro-Carbure Majorée) est introduit et précisé en annexe du guide.

L'utilisation de ce référentiel pour les cahiers des charges préparés par les maîtres d'ouvrage, garantit à ces derniers que les essais pratiqués permettront de discriminer les solutions efficaces et adaptées à leurs tunnels,

indique Pierre CARLOTTI, Directeur du département Sécurité, Structures, Feu du CSTB.

Lorsque les performances du système de protection ont été évaluées, il reste encore à s'assurer de la représentativité du système testé en regard de ce qui est réellement réalisé sur le chantier en prenant en compte notamment la protection, la nature du support, le mode de fixation et de mise en œuvre. Le guide décrit en détails le processus et les documents permettant d'attester la performance de résistance au feu d'un système de protection sur chantier.

CONTACT :
Berenice.Moreau@developpement-durable.gouv.fr

Mise en place de matériau projeté



Mise en place de plaques

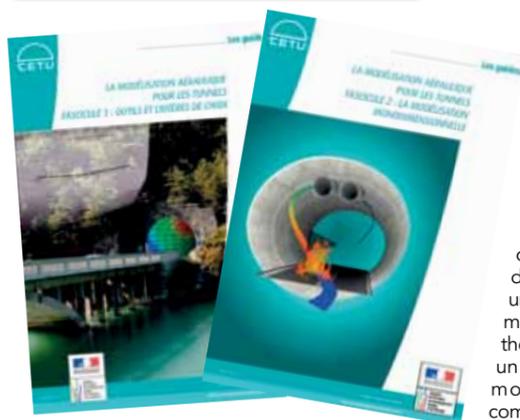


REPÈRES 2012

- **Modélisation aéraulique 1D** : publication du fascicule 2 du guide de la modélisation aéraulique pour les tunnels routiers
- **Comportement aéraulique au voisinage des tunnels** : études expérimentales et numériques sur l'aérodynamique des têtes de tunnel
- **Modélisation CFD de la dispersion aux têtes de tunnels** : travail avec le CERE (ENPC) sur la comparaison des résultats donnés par deux codes de calcul CFD et des mesures in situ, étude des paramètres d'influence
- **Dynamique des foyers** : lancement d'un 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** : travaux dans le cadre du WG4 de l'AIPCR, expérimentations avec le tunnel du Mont-Blanc, essais Solit, réflexions sur les stations SAFE du tunnel sous la Manche
- **Caractérisation de l'écaillage des bétons** : finalisation et soutenance de la thèse de Minh Tuyen PHAN ; développement de méthodes de mesure in situ et en laboratoire en collaboration avec le CSTB

Dans le cadre du projet particulièrement complexe de modernisation des tunnels de desserte de la Défense, l'EPADESA a souhaité mobiliser les compétences des spécialistes du CETU en matière de comportement au feu des ouvrages et de propagation des fumées. L'expertise reconnue du CETU à la pointe des connaissances scientifiques en matière d'ingénierie de la sécurité des infrastructures souterraines de transport a permis de personnaliser et d'optimiser les mesures de renforcement de la sécurité des ouvrages au regard de leur spécificités. Il en résulte une meilleure adéquation entre la réalité des risques encourus et les moyens technico-économiques déployés pour s'en prémunir.

Eric CESMAT
Chargé de mission à l'EPADESA (Etablissement Public d'Aménagement Défense-Seine-Arche)



Mieux prendre en compte

4

les aspects environnementaux liés aux tunnels

Cyrille BERNAGAUD
Chargé d'études au pôle
Ventilation et Environnement



LE PROJET AIRTURIF

Le CETU effectue régulièrement des mesures de pollution avec la collaboration des exploitants concernés. Ces mesures visent à améliorer la connaissance des niveaux de pollution dans les ouvrages souterrains routiers ; elles sont aussi utiles pour aider à la calibration des appareils de détection de la pollution atmosphérique. Les tunnels sont en effet équipés de dispositifs de détection auxquels est asservi un système de ventilation sanitaire qui s'active en tant que de besoin afin d'assurer des niveaux en pollution satisfaisant à la réglementation spécifique qui s'applique à ces ouvrages (Circulaire n°99.329, 1999).

Dans cette logique d'amélioration de la connaissance de la pollution, a été mis en place un programme de recherche intitulé AIRTURIF, portant sur la qualité de l'air dans et aux abords

des tunnels routiers d'Ile-de-France. Ce projet associe plusieurs services du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie dont notamment le CETE Ile-de-France, les services de la DIRIF (Direction des routes d'Ile-de-France) en charge de la gestion des tunnels parisiens, et le CETU. Dans le cadre de ce programme initié en 2009, plusieurs campagnes de mesure ont permis d'enrichir les données existantes sur la pollution en tunnel. En complément de mesures de la pollution en des points fixes, ont été réalisées avec l'appui technique du CERTAM (Centre d'études et de recherche technologique en aérothermique et moteurs) des mesures embarquées donnant directement les concentrations dans l'habitacle d'un véhicule en circulation.



Biotair, expérimentation d'un biofiltre, du projet à la réalisation de l'expérimentation

En 2012, une campagne innovante par mesure Lidar a été mise en place avec la société Léosphère. Le principe physique du Lidar est analogue à celui du radar sauf que le rayonnement émis est constitué d'un rayon laser pulsé. Les particules en suspension dans l'air réfléchissent le rayonnement qui est analysé, ce qui permet de cartographier des panaches de pollution particulaire. Des mesures ont ainsi été réalisées du 22 au 31 mai 2012. Le Lidar, positionné sur un toit, a été orienté en visant la tête Est du tunnel de Bobigny. Ces mesures, dont l'analyse doit encore être consolidée, ne font pas apparaître d'empreinte marquée de la tête de tunnel par rapport à la pollution atmosphérique de fond du site.

Le projet Airturif comprend également une phase d'évaluation des dispositifs de traitement de l'air.

Des travaux ont débuté dans ce sens en 2012 grâce à l'appel à projet de recherche CORTEA (COonnaissances, Réduction à la source et Traitement des Émissions dans l'Air, en lien avec le PNSE (Plan National Santé Environnement)) de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie). Ainsi, dans le cadre du projet Biotair (BIOfiltration végétalisée pour le Traitement de l'AIR), la délégation régionale Rhône Auvergne du CNRS et le bureau d'études Phytorestore se sont associés et collaborent avec des équipes du CETU et du CETE Île-de-France pour évaluer un dispositif de traitement de l'air basé sur le principe de la biofiltration végétalisée. Cette technique est expérimentée pour traiter un échantillon d'air (2 à 4 m³/s) extrait de la tranchée couverte de Thiais dans le Val-de-Marne, sur l'A86. Une comparaison des concentrations de polluant avant et après traitement permettra l'évaluation du dispositif.

Le site est opérationnel depuis la fin du mois de septembre 2012.

CONTACT :
Cyrille.Bernagaud@developpement-durable.gouv.fr



“

Respirer un air de bonne qualité est une préoccupation majeure. Aussi l'ADEME avec son programme CORTEA soutient le projet BIOTAIR car les résultats sont novateurs en France et apportent des connaissances nouvelles sur l'abattement de polluants issus de l'air vicié de tunnel routier.

La collaboration avec le CETU sur le tunnel étudié est essentielle pour la mise en oeuvre des deux pilotes du biofiltre. Les compétences techniques du CETU dans la maîtrise d'ouvrage sont notamment indispensables pour dimensionner de manière appropriée le débit d'air qui arrive aux bio-filtres.

Laurence GALSOMIES
ADEME



REPÈRES 2012

- **Emissions de polluants liés au trafic routier :** finalisation et publication du document d'information qui réactualise la méthode de calcul et les données de la version parue en 1999
- **Campagnes de mesure de polluants :** mesures des oxydes d'azote réalisées en tunnels pour l'étude de l'évolution du ratio NO₂/NO_x
- **Surveillance des niveaux de polluants :** assistance auprès d'exploitants pour l'optimisation de la détection du dioxyde d'azote par des cellules électrochimiques
- **Mesures de réduction de l'impact des infrastructures routières sur la qualité de l'air :** participation au lancement d'un nouveau 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 :** analyse des enseignements issus de la campagne d'évaluation de l'efficacité d'un dispositif de filtration électro-statique des particules et d'un système de traitement du NO₂ par charbon actif, dans le tunnel de la M5 East à Sydney



Creusement du tunnel de Talant de la LINO (Liaison Nord de Dijon)

5

Les tunnels au service d'une politique de développement durable

LE PROJET NATIONAL « VILLE D'IDÉES-VILLE 10D »

(DIFFÉRENTES DIMENSIONS POUR UN DÉVELOPPEMENT URBAIN DURABLE ET DÉSIRABLE DÉCLINÉ DANS UNE DYNAMIQUE DESSUS-DESSOUS)



Laetitia D'Aloia-Schwartzentruber
Chargée de mission Développement Durable

* Monique Labbé, Architecte DPLG, est la Directrice Générale du projet National. Jean Pierre Palisse (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île de France) est le Directeur opérationnel du Projet National. Enfin l'Institut pour la Recherche appliquée et l'Expérimentation en Génie Civil (IREX) assure la gestion administrative du projet.

Ces dernières années, le CETU a été fortement impliqué dans le montage du Projet National « Ville d'idées - Ville 10D ». Il contribue aujourd'hui à son pilotage et son animation - Le CETU est en effet membre des comités de pilotage et d'orientation et anime le thème 2 « Environnement »*. Ce Projet, original par le traitement transversal de la problématique de la contribution du sous-sol à la ville durable, réunit des partenaires de différentes disciplines : l'économie, l'environnement, le psycho-social, le juridique ... , sans oublier l'innovation technique et scientifique au service de la ville durable. Le projet a été labellisé par le Réseau Génie Civil et Urbain (RGCU) en 2012 ainsi que par le pôle de compétitivité Advancity, « ville et mobilité durables ».

L'assemblée générale constitutive du 30 novembre 2012 a marqué le lancement du Projet National pour 4 ans avec un budget d'un peu plus de 5 Millions d'euros dont 40% seront financés à parts égales par la Direction de la Recherche et de l'Innovation (DRI) du Ministère de l'Ecologie et par les cotisations des partenaires, les 60% restant étant auto-financés par les partenaires eux-mêmes.

A l'occasion de la 1^{ère} assemblée générale Jean-Claude Boucherat, Président du Conseil économique, social et environnemental d'Île-de-France (CESER) a été nommé président du Projet National.

L'enjeu est aujourd'hui d'intégrer le sous-sol dans le schéma de développement des villes afin de répondre aux problèmes posés par leur croissance toujours plus forte, de contribuer à leur résilience et d'assurer une certaine qualité de vie aux citoyens.

Il s'agit donc d'apporter des réponses à des questions telles que :

- Comment l'aménagement souterrain peut-il contribuer à la ville durable ?
- Quelles fonctions en sous-sol ?
- Comment concevoir l'aménagement souterrain ?
- Comment articuler les développements de la ville en surface et en souterrain ?

En effet, l'articulation des projets en surface et en sous-sol doit permettre de mieux traiter les questions d'économie et de préservation des ressources (eau, matières premières, chaleur, etc.) dans un contexte fortement contraint, et de mieux gérer les questions de mobilité et de flux (approvisionnement en matériaux, évacuation des déchets, etc.). Sans oublier les développements méthodologiques qui doivent permettre de fournir les outils nécessaires à la vérification de la viabilité économique des projets et à l'évaluation de leurs impacts sur l'environnement, et l'innovation qui doit permettre de lever les verrous technologiques et scientifiques.

Le Projet National s'appuiera aussi bien sur l'analyse des expériences internationales que sur celle des contextes spécifiques à de grands projets d'aménagement nationaux (Aménagement du plateau d'Orly Rungis, Les sites de la Défense, de l'EPAMARNE, le réseau de transport en commun parisien, les anciennes carrières, etc.), afin de faire la démonstration de la contribution possible du sous-sol à ces projets.

L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) APPLIQUÉE AUX PROJETS SOUTERRAINS

Le CETU a lancé en 2010 un nouvel axe de Recherche Stratégique sur l'« Environnement et le Développement Durable » afin non seulement d'intégrer les nouvelles orientations du Ministère de l'Écologie mais également de répondre aux attentes des Maîtres d'ouvrage en matière d'environnement et de développement durable : meilleure gestion des matériaux issus de l'excavation, qualité de l'air dans et aux abords

des tunnels, optimisation de la consommation énergétique des ouvrages tout au long de leur exploitation, choix des matériaux et des techniques permettant de limiter les impacts sur l'environnement, ... En ce qui concerne ce dernier point, si les premières études ACV réalisées au CETU ont permis d'apporter des éléments de réponse sur la question des matériaux du génie civil, celle des impacts du chantier lui-même restait à traiter. C'est ce travail qui a été réalisé en 2012 à travers l'analyse des données collectées sur le chantier du creusement à l'explosif du tunnel de Talant de la Liaison Nord de Dijon (LINO), grâce à la collaboration de la DREAL Bourgogne, du maître d'œuvre INEXIA et de l'entreprise RAZEL-BEC.

Parallèlement, le cabinet Gingko 21 spécialisé en ACV et éco-conception, a mis au point une grille de collecte de données qui pourra être utilisée dans le cadre des futurs marchés afin de faciliter la réalisation d'études ACV. Le format de la grille actuelle permet également de collecter des informations qui seront utiles afin d'affiner la prise en compte de certains postes sur lesquels peu de retours d'expérience sont encore disponibles (cas de la base vie par exemple). Cette grille a été proposée au groupement d'entreprises de la réalisation du tunnel de Saint Béat (Guintoli-Solétanche Bachy). Elle a également été intégrée au marché de maîtrise d'œuvre de la réalisation de la galerie de sécurité du Siaix (BG Ingénieurs Conseils). A terme, la grille évoluera vers un format comportant uniquement la collecte des données nécessaires au bilan environnemental de l'ouvrage. Par ailleurs, le CETU s'engage vers le développement d'un outil qui puisse être utilisé dans le cadre des appels d'offres afin de comparer les solutions proposées par l'entreprise du point de vue des « impacts sur l'environnement ». Cet outil sera développé en accord avec les futures recommandations du GT41 de l'AFTES « Travaux souterrains et développement durable » qui en fixeront le cadre méthodologique et devra permettre de prendre en compte les spécificités des offres des entreprises. Ce développement sera initié en 2013 à l'aide du logiciel GABI distribué par PE international, tout comme des travaux complémentaires sur les impacts du creusement au tunnelier.

CONTACT :
Laetitia.Daloia@developpement-durable.gouv.fr

Le Projet National « Ville d'idées - Ville 10D » est l'aboutissement d'un long travail de sensibilisation des pouvoirs publics et de la profession ; la ressource que constitue le sous-sol des villes denses à la recherche d'espaces de développement et de service est trop souvent méconnue et absente des réflexions de planification ; la complémentarité des partenaires du projet est un atout essentiel pour faire bouger les choses.

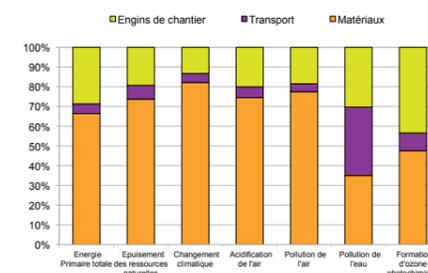
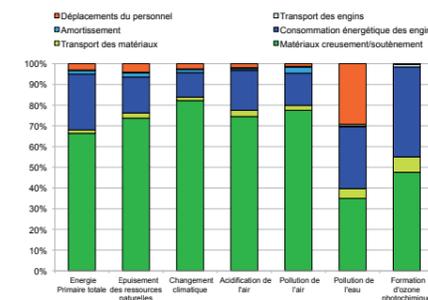
Monique LABBÉ
Architecte DPLG, Présidente du COMES (Comité Espace Souterrain de l'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFES)) et Directrice du Projet National « Ville d'idées - Ville 10D »

Etude ACV de la phase du creusement/soutènement du tunnel de Talant de la LINO - Travail de fin d'études de l'ENTPE, Antoine MOREL, 2012

Postes à évaluer pour la phase de construction



Impacts relatifs des différents postes



REPÈRES 2012

- **Bilan carbone** : actualisation en 2012 du premier bilan carbone du CETU réalisé en 2009
- **Bases de données environnementales** : participation aux travaux du groupe DIOGEN (Données d'Impact des Ouvrages de GENie civil) de l'AFGC (Association Française de Génie Civil) visant la mise à disposition de données environnementales pour réaliser des études ACV sur des ouvrages de génie civil
- **Développement d'outils d'évaluation** : poursuite des réflexions pour définir un référentiel d'évaluation des outils de type éco-comparateur dans le cadre de la Commission Infrastructures de l'Observatoire Energie Environnement Transports (OEEt)
- **Analyse du Cycle de Vie (ACV) appliquée aux tunnels** : ACV des équipements de ventilation et relecture critique de l'étude par ECOACT, ACV de la chaussée en tunnel à l'aide du logiciel ECORCE en collaboration avec le CETE de Lyon, préparation de l'ACV de la phase exploitation, évaluation des impacts du secteur tunnel.
- **Travaux souterrains et développement durable** : animation du GT41 de l'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES)

6 Gérer le patrimoine et optimiser l'exploitation des tunnels routiers



Véronique AURAND
Chargée d'études au pôle Exploitation

LES INSPECTIONS « DÉMARCHE FASCICULE 40 »

L'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA) et son guide d'application technique pour les tunnels, plus connu sous le nom de fascicule 40, traitaient principalement du génie civil des tunnels et tranchées couvertes du réseau routier national et imposaient notamment depuis 1979 des inspections régulières. Les révisions et nouvelles publications de ces documents en 2011 prennent maintenant en compte les conséquences de l'évolution des tunnels et de leurs équipements plus nombreux et sophistiqués, en réponse aux exigences de sécurité instaurées pour les tunnels de plus de 300 m suite à l'incendie du tunnel du Mont-Blanc en mars 1999. Le nouveau fascicule 40 développe en particulier les questions de la maintenance, des contrôles et des inspections détaillées pour les équipements installés de façon à garantir leur fonctionnement et leurs performances dans la durée, ces équipements ayant été mis en place pour que l'exploitant puisse faire face et traiter avec un niveau de sécurité optimal tout événement lié au trafic. Cet objectif nécessite une organisation et une politique de gestion de l'ouvrage adaptées.

Au-delà de la maintenance et des contrôles mis en œuvre par l'exploitant, les inspections détaillées imposées maintenant à intervalles réguliers (tous les 6 ans) apportent un regard extérieur et donnent une image à l'instant t de l'état et des performances de l'ouvrage et de ses équipements.

Contrôle des équipements
Tunnel du Rond-Point, Saint-Étienne

Chaque inspection porte non seulement sur les équipements du tunnel lui-même, mais examine aussi les équipements des différentes gaines et galeries, des issues de secours, des locaux techniques, du poste de contrôle commandé distant ou non ainsi que des réseaux de communication. Cette image est constituée par une notation, famille par famille d'équipements, sur la base de contrôles de l'état des équipements et de la maintenance pratiquée, de mesures de performances, d'essais fonctionnels, de la bonne exécution des séquences de sécurité, correspondant aux principaux scénarios de réponse préétablis dont le scénario incendie, et de la maintenabilité (disponibilité des pièces de rechange) des installations. La succession régulière des « images » permet de suivre l'évolution puis d'anticiper le besoin de renouvellement des équipements. Le point zéro est l'image de référence établie par l'Inspection Détaillée Initiale (IDI), au moment de la mise en exploitation (ou remise en exploitation dans le cas des rénovations lourdes).

La périodicité de 6 ans retenue pour les Inspections Détaillées Périodiques (IDP), s'adapte au cycle réglementaire de 6 ans du renouvellement de l'autorisation d'exploiter les ouvrages de plus de 300 m de long, pour laquelle un expert agréé mandaté doit se prononcer sur l'état de l'ouvrage et de ses équipements. Le rapport d'IDP pourra utilement lui fournir bon nombre des indicateurs recherchés.

Indépendamment de ces cycles, l'ensemble des IDP des tunnels du réseau national non concédé permettra à l'État de connaître l'évolution de l'état de son patrimoine tunnels et de programmer les actions à conduire, ce patrimoine représentant pas moins de 90 km de tunnels équipés.

Le CETU est impliqué dans l'inspection génie civil de tous les tunnels creusés depuis de nombreuses années et en établit une synthèse. Fortement mobilisé dans la refonte de l'ITSEOA et la mise au point du nouveau fascicule 40 et de ses annexes précisant les modalités d'inspection des équipements, il a mis en place depuis 2011 une équipe de 5 à 7 spécialistes pour la conduite des IDI ou IDP Equipements notamment afin d'éprouver et d'asseoir la doctrine, et de bâtir les référentiels et procédures optimales qui pourront servir à des organismes tiers pour réaliser de telles inspections. Dans la continuité de cette mission, le CETU a réalisé en 2012 les IDP Equipements du tunnel bidirectionnel de Foix et du tunnel autoroutier de Monjézieu, l'IDI du tunnel du Rond-Point récemment rénové et a enclenché le travail d'IDI de 4 ouvrages parisiens dont les travaux de rénovation complexes et conséquents se terminent.

CONTACT :
Veronique.Aurand@developpement-durable.gouv.fr



Tunnel de Foix, inspection d'un abri



Inspection des accélérateurs et appareil d'éclairage en voûte. Tunnel du Rond-Point, Saint-Étienne



Inspection des équipements, gaine Air Frais. Tunnel de Foix

Lancé dans la démarche de mise à jour du dossier de sécurité du tunnel de Foix (monotube de 2160 m) son exploitant, la DIR Sud-Ouest, a mené une procédure IDP infrastructure et équipements. Le CETU ayant élaboré récemment la nouvelle version de l'ITSEOA, la DIR Sud-Ouest l'a sollicité pour réaliser ces inspections. Cette intervention du CETU présentait la garantie d'une concordance optimale entre l'IDP du tunnel de Foix et l'esprit même de la rédaction du nouveau fascicule 40. Réalisée en 2012 dans d'excellentes conditions d'entente et de coopération par les techniciens du CETU, l'IDP équipements du tunnel de Foix peut donc être considérée comme un des exemples « références » d'inspection.

Didier MICHAU
Chef de district à la DIR Sud-Ouest

REPÈRES 2012

- **Techniques d'auscultation :** poursuite de la collaboration avec Voies Navigables de France pour l'inspection à grand rendement des tunnels canaux
- **Suivi de patrimoine :** assistance au GIE du Frejus pour la surveillance du tunnel en service
- **Patrimoine génie civil des tunnels routiers :** état des lieux annuel de l'état des tunnels routiers non concédés pour le compte du ministère, sur la base du travail de la centrale d'inspection du CETU
- **Réparation de tunnels :** étude sur les étanchéités à base de produits projetés et lancement du projet ECOMINT visant au développement de procédés innovants de traitement de venues d'eau en partenariat avec le Conseil Général de la Savoie et la société ETANDEX
- **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-maintenance
- **Observatoire des tunnels :** capitalisation des données et connaissances sur les tunnels en projet, en chantier ou existants, et recensement des grands événements en tunnels

7

Intervenir sous des formes variées

pour différents maîtres d'ouvrages et types de tunnels

INGÉNIERIE



Gérard MAZZOLENI
Chargé de mission Ingénierie

En 2012, l'activité du CETU en matière d'ingénierie confirme une tendance marquée depuis plusieurs années par un accroissement important des missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage. Cette situation résulte de plusieurs facteurs comme la déconcentration des décisions de maîtrise d'ouvrage, la volonté d'améliorer la maîtrise des coûts, la complexité et la spécificité des ouvrages souterrains.

Pour toute opération d'infrastructure, le maître d'ouvrage public a l'obligation de définir un programme et une enveloppe financière prévisionnelle de son opération. Le programme est un document dont la précision évolue en fonction de l'avancement des différentes phases de conception, dans un dialogue permanent entre le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre. La responsabilité de la définition de ce programme est en tout état de cause exclusivement du ressort du maître d'ouvrage qui doit, avant l'intervention du maître d'œuvre, en définir l'économie générale.

Liaison Nord de l'agglomération dijonnaise, vue d'ensemble du tunnel



Liaison Nord de l'agglomération dijonnaise, tête Nord-Est



Le CETU a vocation à intervenir très tôt dans le processus d'étude, lorsque l'éventail des solutions est encore très large et que les décisions sont lourdes d'enjeux. C'est naturellement déjà le cas pour les tunnels routiers de l'État mais aussi de plus en plus fréquemment pour les ouvrages ferroviaires à maîtrise d'ouvrage RFF.

Il y a actuellement une dizaine de tunnels projetés ou en cours de réalisation sur le réseau État non concédé. Ces ouvrages ont des caractéristiques qui sont adaptées à des méthodes de creusement traditionnelles. Mais de plus en plus les possibilités offertes par les tunneliers élargissent leur éventail d'application.

Les travaux du programme d'amélioration de la sécurité se poursuivent également côté État et côté Collectivités locales.

A l'échéance de 2014 évoquée dans la directive européenne de 2004, une très grande partie des travaux sera achevée.

CONTACT :
Gerard.Mazzoleni@developpement-durable.gouv.fr

REPÈRES 2012

- **Assistance aux études amont :** Ligne à Grande Vitesse Provence Alpes Côte d'Azur (études préliminaires, APS)
- **Assistance aux études de conception jusqu'à l'achèvement de l'ouvrage :** tunnel mode doux à Bastia, Liaison Nord de l'agglomération dijonnaise (poursuite des travaux, percement en génie civil; DCE et lancement de la consultation des entreprises en équipements), tramway de Chatillon-Velizy-Viroflay
- **Assistance à la passation de contrats :** contribution à la préparation du PPP de la rocade L2 à Marseille, éléments techniques préparatoires à l'adossement du tunnel de Toulon au réseau autoroutier pour le compte de la Direction des Infrastructures de Transport
- **Mise en sécurité :** poursuite du travail d'accompagnement pour le programme de sécurisation des tunnels de la Direction des Routes Ile 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, projets de rénovation
- **Expertise :** interventions pour le compte de l'ANDRA sur l'instrumentation du site d'enfouissement des déchets à longue vie, dans le cadre de la réalisation des tunnels de l'A89 (ASF), de la rénovation des tunnels de l'agglomération lyonnaise (Grand Lyon), de la mise au point des stations SAFE du tunnel sous la Manche, expertise sur la LGV Est Saverne
- **Autres missions d'assistance à maîtrise d'ouvrage :** ouvrages de la section française de la liaison Lyon-Turin (RFF); rénovation des tunnels de la Grand Mare à Rouen (DIRNO), du Vieux Port à Marseille (CUM), du Chat (CG73), et de la Menée (CG26); réalisation des tunnels RN19 Boissy St Léger (DRIEA IF), du Siaix (DIR CE), de la galerie du Frejus (SFTRF), ...
- **Assistances à maîtrise d'oeuvre :** rénovation des tunnels de Baza (DIR MC) et du Rond-Point (DIR CE); réalisation des tunnels de Saint Bât, Thues (DIR SO), Chabrières (DIR MED), Marange Silvanche (DIR Est), ...



Tramway Viroflay, tunnelier en cours de montage, vis sans fin de marouflage



Tramway Viroflay, passage sous A86, voûte parapluie

Étude d'un tunnel mode doux à Bastia Citadelle



8



Comité Tunnels à Monétier-les-Bains

Animer les réseaux professionnels et développer les partenariats

François PILLANT
Chargé de mission Suivi du programme de rénovation



LE COMITÉ TUNNELS : UN BILAN À DEUX ANS EXTRÊMEMENT POSITIF !

Le Comité Tunnels a été créé en 2009 pour répondre aux attentes des Conseils Généraux gestionnaires de tunnels, car force était de constater que le thème « Tunnels » n'était pas, ou très peu abordé dans les COTITA (Conférences Techniques Interdépartementales des Transports et de l'Aménagement) du fait de la spécificité de « l'objet » tunnel et des questions qu'il soulève, mais également parce qu'il ne concerne qu'un nombre limité de départements. Les problèmes soulevés par ce thème n'en sont pas moins bien réels et appellent des réponses adaptées.

Ce comité est le lieu où des échanges approfondis concernant les problématiques spécifiques des départements en matière de tunnels sont possibles, club métier que l'on ne doit pas opposer au Groupe de Travail Francophone des Exploitants (GTFE) qui pour sa part rassemble tous les exploitants de tunnels en France et accorde une large place aux préoccupations des grands tunnels concédés ou transfrontaliers bénéficiant d'équipes d'exploitation dédiées, ce qui n'est pas le cas des départements.

Le CETU, en partenariat avec l'Association des Directeurs des Services Techniques Départementaux (ADSTD), organise semestriellement ces rencontres qui rassemblent une trentaine de participants représentant en moyenne dix à douze départements, soit une bonne partie de ceux qui ont à gérer au moins un tunnel supérieur à 300 m (seuil important puisqu'il impose le respect d'un certain nombre de dispositions réglementaires en matière de sécurité).

Chaque réunion est l'occasion pour un département d'accueillir le comité autour d'un thème choisi collectivement. L'expertise apportée par le CETU, ainsi que l'accent mis sur les aspects réglementaires et les présentations dispensées par les services techniques des départements animent des débats de qualité. La seconde partie de la journée est consacrée à une visite technique dans un tunnel.

Les thèmes abordés à ce jour ont été très variés, traitant le volet « sécurité » à travers « Les dossiers de sécurité » et « Les Plans d'Intervention et de Sécurité et les Conditions Minimales d'Exploitation », et des sujets plus tournés vers l'exploitation comme « La maintenance des tunnels » et « Les tunnels à faible trafic ».

Après un peu plus de deux ans d'existence, les représentants des départements ont été unanimes pour juger le bilan de ce Comité très positif et ont exprimé leur satisfaction sur la qualité des échanges.

Pour l'avenir, les attentes des départements sont clairement dirigées vers des problématiques opérationnelles comme par exemple : l'entretien, la maintenance et la viabilité hivernale, comment « intégrer » les cyclistes dans l'espace tunnel, l'analyse des coûts d'exploitation, quelles formations sur la maintenance pour les agents d'exploitation, etc....



Travaux dans le tunnel existant

De manière à approfondir encore davantage les sujets qui paraissent les plus pertinents, les rencontres à venir seront précédées par un travail en groupe restreint afin de donner davantage de contenu aux thèmes traités, et de pouvoir, le cas échéant, préconiser mieux encore des solutions organisationnelles ou techniques.

CONTACT :
Francois.Pillant@developpement-durable.gouv.fr



La participation active de la plupart des Départements gestionnaires de tunnels aux réunions semestrielles de notre comité démontre tout l'intérêt d'une telle instance. Un véritable club métier, dynamique et productif, est né de ces réunions. Le CETU, par sa très forte implication, y est pour beaucoup. Animé d'une réelle volonté de satisfaire aux besoins des collectivités locales, le CETU a su, de façon très pertinente, adapter son rôle de conseil aux contraintes très spécifiques des Départements.

Roland MISTRAL
Directeur des routes au Conseil Général de Savoie



Visite technique de la galerie de sécurité du tunnel de la Croix-Rousse

Alain MERCUSOT
Chargé d'études au pôle
Procédés de Construction,
Marchés et Exécution
Secrétaire Général de
l'AFTES



UN NOUVEAU MASTÈRE DÉDIÉ AUX TUNNELS

Depuis quelques années, l'AFTES (Association Française des Tunneliers et de l'Espace Souterrain) qui rassemble en France les principaux acteurs du monde du souterrain, a souligné le besoin pressant d'ingénieurs ayant une formation spécialisée d'une année de haut niveau dans le domaine des ouvrages en souterrain pour une évolution rapide vers des fonctions de responsabilités, que ce soit en entreprise, maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage ou en exploitation. Dans ce contexte, l'INSA (Institut National des Sciences Appliquées) de Lyon et l'ENTPE (École Nationale des Travaux Publics de l'État), en association avec l'AFTES et le CETU ont proposé à la profession une formation postgraduée intitulée : « Tunneliers et ouvrages souterrains : de la conception à l'exploitation ». En janvier 2011, un programme particulièrement volumineux en termes de spécificités et d'heures de cours, a été accrédité en tant que Mastère Spécialisé par la Conférence des Grandes Ecoles Françaises et en co-accreditation par l'INSA de Lyon et l'ENTPE, en partenariat étroit avec l'AFTES et le CETU. Le Mastère a également obtenu le Label de formation internationale de l'AITES (Association Internationale des Tunneliers et de l'Espace Souterrain), ainsi que le soutien du Syndicat des Travaux Souterrains de la FNTP (Fédération Nationale des Travaux Publics). Cette formation donne aux étudiants de la 6ème année après le baccalauréat de solides bases : formation scientifique et technique concernant le comportement des terrains ; approche des méthodes de conception, de vérification et de construction des structures souterraines ; perception de la notion de risques à toutes les étapes du projet ; bonne compréhension et connaissance de l'ensemble des éléments d'un projet depuis les phases amont de faisabilité jusqu'aux phases aval de réalisation de l'ouvrage ; connaissance des aspects réglementaires, intégration de toutes les contraintes liées à l'exploitation.

Les enseignements sont pour l'essentiel donnés en français mais compte tenu du caractère international de la profession des travaux souterrains, certains cours et conférences sont donnés en anglais. Le travail a été particulièrement lourd mais le résultat est à la hauteur : plus de cent personnes, françaises et étrangères, ont donné beaucoup de leur temps et de leur énergie pour construire le Mastère et pour dispenser la formation : responsables des modules, responsables de projets, formateurs intervenants de la profession et de l'université, tuteurs des projets, entreprises et tous ceux qui se sont mobilisés pour accueillir les étudiants en stage pendant cinq mois. Cette implication exceptionnelle de la profession est la spécificité et l'atout principal de ce Mastère. Le sort a fait que tant la première promotion (2011-2012) que la seconde (2012-2013) comptent treize étudiants de dix nationalités différentes. A l'issue de la première session, fin décembre 2012, onze étudiants ont été diplômés. Le CETU s'est impliqué largement dans la création et le fonctionnement du Mastère.



Remise de diplôme,
Mastère 2011-2012



Visite Mastère 2012-2013

LE COMITÉ TECHNIQUE ET LES GROUPES DE TRAVAIL DE L'AFTES

L'Association des Tunneliers et de l'Espace Souterrain (AFTES) regroupe et mobilise l'ensemble des principaux acteurs français de la profession : investisseurs, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, ingénierie, centres de recherche et de formation, entrepreneurs, consultants, architectes, urbanistes, équipementiers, enseignants, etc. Les six Comités (Communication, Technique, Espace souterrain, Education, Matériels et Congrès) que compte l'AFTES concourent tous à faire progresser et diffuser la connaissance, à développer les échanges entre les membres, à promouvoir le souterrain, à soutenir toutes les actions qui contribuent à le faire connaître, ou à accroître l'intérêt des jeunes ingénieurs et techniciens du BTP pour les métiers du souterrain.

Le Comité technique est le plus ancien des comités de l'AFTES. A ce jour, il est composé de 23 groupes de travail actifs rassemblant 320 membres de l'association, tous professionnels et bénévoles, avec une participation de nouveaux et jeunes membres en augmentation. Le travail de ces groupes est essentiellement de rédiger et publier des recommandations, des synthèses et des avis d'expert en valorisant ensuite ces documents lors de conférences ou réunions techniques.

Les huit thèmes principaux du Comité technique : planification, aspects socio-économiques et juridiques ; géologie et interactions sol-structure ; tunneliers et vousoirs ; techniques d'excavation conventionnelles ; soutènement et revêtement conventionnels ; traitement de terrain et étanchéité ; tâches transversales (qualité, sécurité, logistique...) et exploitation et réhabilitation ont abouti à l'élaboration, fin 2012, de 93 recommandations en français, dont 42 traduites en anglais, et d'une douzaine d'avis d'experts, également dans les deux langues. Cette production est téléchargeable gratuitement sur le site de l'AFTES. En 2013, quatre nouvelles recommandations seront publiées dans le domaine du patrimoine, de l'étanchéité, des puits et des vousoirs. Par ailleurs un nouveau groupe de travail vient de démarrer concernant le risque radon. Le CETU, organisme à l'origine de la création de l'AFTES au tout début des années 1970, s'est toujours impliqué largement dans le fonctionnement de l'association et particulièrement dans le Comité technique. 17 spécialistes de génie civil, de géologie et d'équipements du CETU sont aujourd'hui parmi les membres d'une quinzaine de groupes de travail.

CONTACT :
Alain.Mercusot@developpement-
durable.gouv.fr



Conférence et visite du chantier GAVET-LIVET (Romanche) EDF



Journée d'étude à Bruxelles

REPÈRES 2012

- **Formations des exploitants** : actions de formations sécurité – exploitation, formation des opérateurs et encadrement des tunnels de l'A 89
- **Animation des réseaux exploitants** : 2 réunions du GTFE, 14-15 juin à Tarare à l'invitation de la société ASF (visite chantier des tunnels A89), et 29-30 novembre à Chamonix à l'invitation du GEIE TMB (visite du Mont-Blanc, PC, simulateur, nouveau véhicule d'intervention)
- **Echanges 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 au conseil d'administration et conseil scientifique de l'association Infrastructures Durables en Rhône-Alpes (INDURA), présidence de l'Association pour la QUALité de la PROjection des mortiers et bétons (ASQUAPRO)
- **Normalisation et référentiels techniques** : participation aux travaux de l'AFE (Association Française de l'Eclairage) ; membre des commissions de normalisation « appels d'urgence », « lumière et éclairage », « ingénierie de la sécurité incendie », « réparation des ouvrages d'art » ; animateur du groupe « béton et constituants du béton » ; participant au Comité d'Orientation Stratégique « construction, urbanisme et cadre de vie » ; pilote 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, Ecole Centrale Paris, université de Grenoble)
- **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, Ecole Centrale de Lyon, INSA de Lyon)

9

Être un acteur reconnu au niveau international

L'IMPLICATION DU CETU AU SEIN DE L'AIPCR

Jean-Claude MARTIN
Chargé de mission Avis et contrôle externe équipements



Créée en 1909, l'Association mondiale de la Route (AIPCR) est une organisation apolitique sans but lucratif. Elle vise à échanger au niveau mondial les connaissances et les techniques dans les domaines de la route et du transport routier. Elle possède depuis 1970 un statut consultatif auprès du Conseil économique et social des Nations Unies. Tous les quatre ans, elle organise le Congrès mondial de la Route, celui de la Viabilité hivernale et diverses manifestations techniques. Cette association publie régulièrement une grande variété de documents dont une revue trimestrielle (Routes/Roads).

Pour remplir ses missions, l'AIPCR fonctionne sur des cycles de travail de quatre ans, appelés sessions, et elle s'appuie sur des comités techniques (18 comités sont actifs actuellement), dont le "comité des tunnels routiers". Créé en 1957, ce comité traite tous les aspects liés à l'utilisation des tunnels routiers tels que la géométrie, les équipements et leur maintenance, l'exploitation, la sécurité et l'environnement. Dirigé par un président, qui est aidé par trois secrétaires (anglophone, hispanophone et francophone), le "comité des tunnels routiers" s'appuie sur des groupes de travail.

Le CETU est de longue date très impliqué dans ce comité. Au niveau des présidents tout d'abord, avec M. Marec qui, lorsqu'il était directeur du CETU, a présidé le comité de 1996 à 1999, puis avec D. Lacroix (directeur de la recherche du CETU) qui a assuré cette tâche de 2000 à 2007. Depuis la création du comité, le CETU est aussi très présent au niveau du secrétariat francophone (assuré actuellement par M. Tesson), dans l'animation des groupes de travail et dans la participation à ces mêmes groupes.

Ces diverses participations sont très fructueuses. En effet, elles permettent de porter et de valoriser le point de vue du CETU et le savoir-faire français au niveau mondial sur tous les domaines traités par le comité, et elles contribuent également à la connaissance d'autres pratiques mises en œuvre par des collègues étrangers.



Visite technique d'un Poste de contrôle-commande à Santiago (Chili) en octobre 2012

Depuis sa création, le "comité des tunnels routiers" a publié de nombreux documents techniques. Établis à l'origine sous forme de recueils de recommandations, ses publications ont peu à peu évolué vers la production de rapports techniques. Le plus souvent, les sujets traités sont proches des préoccupations du CETU, ce qui permet d'apporter, au sein de chaque groupe de travail, une contribution pertinente.

Parmi les plus récents rapports auxquels le CETU a apporté une contribution importante, on peut citer les publications suivantes (liste non exhaustive) :

- Recommandations pour gérer la maintenance et les inspections techniques des tunnels routiers (publié en 2012),
 - Recommandations relatives à la formation et à l'information des conducteurs en tunnel routier (publié en 2011),
 - Facteurs humains et sécurité dans les tunnels routiers du point de vue des usagers (publié en 2008),
 - Tunnels routiers urbains – Recommandations aux gestionnaires et exploitants pour la conception, la gestion et la maintenance (publié en 2008),
 - Tunnels routiers : évaluation des systèmes fixes de lutte contre l'incendie (publié en 2008),
 - Tunnels routiers : guide pour l'optimisation de l'impact de la qualité de l'air dans l'environnement (publié en 2008).
- Cette abondante production est à compléter par les articles publiés par des agents du CETU, dans la revue Routes/Roads.

CONTACT :
Jean-Claude.Martin@developpement-durable.gouv.fr

REPÈRES 2012

- **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)
- **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'AITES** (Association Internationale des Tunnels et de l'Espace Souterrain) : expert pour les WG2 (Research), WG 9 (Seismic effects) et WG12 (Sprayed concrete use); participation au comité ITACET pour développer des actions de formation au niveau international
- **Implication dans le COSUF** (Comité de la sécurité en exploitation) : présidence du comité, organisation d'un séminaire sur invitation à Berlin le 28 juin (« Fixed Fire Fighting Systems »), et de deux colloques internationaux le 22 juin à Rome (« Safety versus Economics, Cost-efficiency of tunnel safety measures ») et le 26 octobre à Madrid (« Safety in complex underground infrastructures »)
- **Normalisation :** participation aux travaux de la Commission Internationale de l'Eclairage, contribution à différents groupes de travail du CEN (sur les bétons, l'ingénierie de la sécurité incendie, le désenfumage)
- **Relations bilatérales :** présentations en Grèce et Italie de la démarche « Formation des conducteurs professionnels », accueil de délégations étrangères (Russie, Chine)
- **Rayonnement et diffusion des connaissances :** participation aux conférences majeures de la profession (événements AIPCR et AITES, ISTSS, Fire in Vehicles, TRA, ATEC-ITS)



Since the beginning of my participation in the activities of the Committee on Road Tunnels Operations and its working groups more than twelve years ago, I have been sharing experience and knowledge with lots of technicians and experts of CETU from different fields: environment, fire safety and human behaviour, amongst others. There is no doubt that in the last few years, CETU has been one of the key participants in the activities of the Committee, which is continuing during the current 2012-2015 cycle, through the coordination by CETU members of several working groups and through CETU's active participation in others.

Ignacio DEL REY

Président en exercice du comité tunnels de l'AIPCR



Séminaire international du comité des tunnels routiers à Xiamen (Chine) en mars 2011

les publications

DOCUMENTS ET NOTES D'INFORMATION

- Guide d'application de l'instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art, Fascicule 40 : Tunnels, Génie civil et équipements, octobre 2012, 76 p. et annexes équipements (A, B, C, D1, D2, D3)
- Calcul des émissions de polluants des véhicules automobiles en tunnel, novembre 2012, 23 p.
- Information des usagers sur les distances de sécurité en tunnel routier, note d'information n° 22, novembre 2011 (parution 2012), 7 p.

THESE

- BERTHOZ (N.), Modélisation physique et théorique du creusement pressurisé des tunnels en terrains meubles homogènes et stratifiés, Thèse de l'École Nationale des Travaux Publics de l'État, mars 2012, 292 p.
- TRAN (M.H.), Exploitation des données d'auscultation de la descente de Saint-Martin-la-Porte, Rapport d'avancement de thèse de doctorat n° 1, novembre 2012, 54 p.

DOCUMENTS PRODUITS AVEC UNE FORTE PARTICIPATION DU CETU

- Recommandations pour gérer la maintenance et les inspections techniques des tunnels routiers, Comité technique AIPCR C4 Exploitation des tunnels routiers, 2012, 45 p.
- Avis technique de la commission « Étanchéité des ouvrages souterrains » - Nom du procédé : Teranap 431 TP ouvrages enterrés (SIPLAST), mars 2012
- Fiches pédagogiques « Conduite en tunnel routier », Formation des conducteurs professionnels (version française et anglaise), avril 2012, 34 p.
- BIANCHI (W.), PIRAUD (J.), ROBERT (A.), EGAL (E.), Caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques - Recommandation de l'AFTES n° GT32,R2F1, Tunnels et Espace Souterrain, n° 232, juillet-août 2012, pp. 274-314
- Campagne de mesure de la qualité de l'air dans le tunnel de Bobigny du 19/10/10 au 19/11/10, projet Airturif, août 2012, 93 p.

- Utilisation des fibres pour le renforcement des bétons projetés pour le soutènement provisoire des tunnels, Fascicule technique ASQUAPRO, version provisoire présentée au colloque ASQUAPRO du 11 octobre 2012

ARTICLES ET COMMUNICATIONS A DES CONFERENCES

- LACROIX (D.), La longue vie des ouvrages souterrains, Tunnels et Espace souterrain, n° 229, janvier-février 2012, pp. 9-16
- LARIVE (C.), Béton projeté, béton fibré : «Le modèle Code accepte l'expérimentation comme méthode de justification des structures, Béton[s] le Magazine, n° 38, janvier-février 2012, p. 38
- PETIT (J.-F.), LE PRIOL (T.), BURKHART (J.-F.), BERNAGAUD (C.), VIDAL (B.), FRESNAU (A.), MULLER (D.), Biofiltration des polluants routiers : application à un tunnel francilien, Congrès ATEC-ITS France, Versailles, 1 et 2 février 2012, 10 p.
- MONGEOT (H.), MARTIN (J.-C.), La composante maintenance dans l'exploitation des tunnels routiers, Congrès ATEC-ITS France, Versailles, 1 et 2 février 2012, 11 p.
- TESSON (M.), Programme de sécurisation - Bientôt le bout des tunnels ?, L'Officiel des transports, n° 2633, 24 février 2012, pp. 32-33
- PONTICQ (X.), CFD-based assessment of Fixed Fire-Fighting Systems in tunnels, ISTSS 2012 - 5th International Symposium on Tunnel Safety and Security, New-York, 14 au 16 mars 2012, pp. 147-156
- TESSON (M.), AURAND (V.), PERRIN (B.), French initiative to implement PIARC's recommendations regarding HGV driver training in France, ISTSS 2012 - 5th International Symposium on Tunnel Safety and Security, New-York, 14 au 16 mars 2012, pp. 675-684
- TESSON (M.), PERRIN (B.), AURAND (V.), Road tunnel safety : HGV driver training in France, Transport Research Arena 2012, Athènes, 23 au 26 avril 2012, publié dans Procedia - Social and Behavioral Sciences, 48-2012, pp. 473-483
- GAILLARD (C.), HUMBERT (E.), SUBRIN (D.), T Tunnel : dedicated to design of tunnel portals, 38th ITA-AITES World Tunnel Congress, Bangkok, 21 au 23 mai 2012, 7 p.

- HAMAIDE (G.), HUMBERT (E.), ROBERT (A.), Basics for efficient risk management process in tunnelling : need for an evolution in practice in France, 38th ITA-AITES World Tunnel Congress, Bangkok, 21 au 23 mai 2012, 7 p.
- LARIVE (C.), CHAMOLEY (D.), Repairing water leaks in tunnels using sprayed products, 38th ITA-AITES World Tunnel Congress, Bangkok, 21 au 23 mai 2012, 12 p.
- BRIFFAUT (M.), BONNET (A.), BAHRAMI (F.), BENBOUDJEMA (F.), D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER (L.), Analysis of cracking due to shrinkage restraint in a concrete tunnel, SSCS 2012 - Numerical modeling (Strategies for Sustainable Concrete Structures), Aix-en-Provence, 29 mai au 1^{er} juin 2012, 8 p.
- PHAN (P.T.), DAL PONT (S.), MEFTAH (F.), RIGOBERT (S.), AUTUORI (P.), D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER (L.), Thermo-hydro-mechanical modelling and simulation of fire induced spalling in concrete, SSCS 2012 - Numerical modeling (Strategies for Sustainable Concrete Structures), Aix-en-Provence, 29 mai au 1^{er} juin 2012, 7 p.
- BENBOUDJEMA (F.), BRIFFAUT (M.), D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER (L.), BAHRAMI (B.), Etude du comportement au jeune âge de structures massives, XXX^e Rencontres AUGC-IBPSA Chambéry, Savoie, 6 au 8 juin 2012, 10 p.
- LOPEZ (F.), MARTIN (F.), PANIGONI (T.), Maîtrise des vibrations en milieu urbain : le creusement à l'explosif du tube nord du tunnel de la Croix-Rousse, Tunnels et Espace Souterrain, n° 231, mai-juin 2012, pp. 219-232
- D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER (L.), RABIER (M.), CABUT (C.), GASSER (A.C.), LCA applied to the evaluation of potential environmental impacts of tunnels, FIB Symposium, Concrete structures for sustainable community, Stockholm, 11 au 14 juin 2012, 5 p.
- BERTHOZ (N.), BRANQUE (D.), SUBRIN (D.), WONG (H.), HUMBERT (E.), Face failure in homogeneous and stratified soft ground : Theoretical and experimental approaches on 1g EPBS reduced scale model, Tunnelling and Underground Space Technology, vol. 30, juillet 2012, pp. 25-37
- GAILLARD (C.), PANIGONI (T.), Influence du terrain dans la propagation des vibrations, JNGG'2012, Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, Bordeaux, 4 au 6 juillet 2012, 8 p.

- D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER (L.), RABIER (M.), Life Cycle Assessment (LCA) applied to tunnels : Potential environmental impacts of construction materials, International Symposium on Life Cycle Assessment and Construction, Nantes, 10 au 12 juillet 2012, 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, août 2012, 17 p. (article publié en ligne)
- CASSE (C.), MENEROUD (E.), PERRIN (B.), Optimising the arrangements for the evacuation of users from a road tunnel - the example of the Caluire tunnel (Le Grand Lyon), 5th International Symposium Human Behaviour in Fires, Cambridge, 19 au 21 septembre 2012, 12 p.
- PONTICQ (X.), Experimental Characterization of Automotive Materials in Tunnel Fire, FIVE 2012 : 2nd International Conference on Fires In Vehicles, Chicago, 27 et 28 septembre 2012, 5 p.
- 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, octobre 2012, 16 p. (article publié en ligne)
- MOREAU (B.), PEYRAC (P.), Dimensionnement des tunnels sous incendie et modélisation numérique, Colloque « Performances du béton soumis à haute température : du matériau à la structure », Université de Cergy-Pontoise, 23 octobre 2012, 11 p.
- D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER (L.), ROBERT (F.), ROUGEAU (P.), MOREAU (B.), Influence d'un agent entraîneur d'air sur le comportement au feu du béton : évaluation de l'écaillage, Colloque « Performances du béton soumis à haute température : du matériau à la structure », Université de Cergy-Pontoise, 23 octobre 2012, 9 p.
- LARIVE (C.), HUMBERT (E.), D'ALOIA SCHWARTZENTRUBER (L.), MOREAU (B.), MERCUSOT (A.), ZAPPELLI (S.), LEVY (M.), DIVET (L.), Les bétons dans les tunnels : types, usages, spécificités, mise en œuvre et innovations, Tunnels et Espace Souterrain, n° 234, novembre-décembre 2012, pp. 511-531
- MONGEOT (H.), Groupe de Travail Francophone des Exploitants de tunnels routiers (GTFE), Tunnels et Espace Souterrain, n° 234, novembre-décembre 2012, pp. 566-569

les publications

DOCUMENTS INTERNES

Rapports de stage :

- MOREL (A.), Évaluation des impacts environnementaux d'un chantier de construction d'un tunnel par la méthode d'analyse du cycle de vie, rapport (confidentiel) de stage de TFE de l'ENTPE, juin 2012, 116 p.
- SESSOAFIO (C.), Quelle démarche qualité pour l'exploitation en sécurité des tunnels au sein des Directions Interdépartementales des Routes ?, Rapport de projet de fin d'études de l'ENTE, juin 2012
- CABUT (C.), Maîtrise d'œuvre en travaux souterrains. Analyse des pratiques actuelles et premières propositions pour la contractualisation des marchés publics de maîtrise d'œuvre, mémoire de thèse professionnelle, Mastère Spécialisé « Tunnels et Ouvrages Souterrains », août 2012, 85 p.
- GOUTTE (J.-D.), Impact de la contractualisation des marchés publics dans la prise en compte des risques dans le cadre des ouvrages souterrains, stage de mise en situation professionnelle, 2ème année de l'ENTPE, août 2012, 56 p.
- NGUYEN (H.T.), SUBRIN (D.), Tube sud du tunnel de Toulon – Attaque Ouest : Exploitation des mesures de tassements en surface, mémoire de stage ENTPE, août 2012, 75 p.
- STOYCHEVA (A.), Évaluation des impacts environnementaux du secteur des tunnels, rapport de stage de MASTER 1 de l'ENS Cachan/Paris 6, août 2012, 83 p.

Notes techniques :

- FEMELAND (M.), La mission du maître d'œuvre pour le suivi des travaux d'infrastructures souterraines, note méthodologique, janvier 2012, 53 p.
- RABIER (M.), FLORENT (R.), Partage de données – Veille technologique sur les outils, février 2012, 12 p.
- GAILLARD (C.), PANIGONI (T.), La propagation des vibrations et l'influence du massif rocheux, note de synthèse, mars 2012, 51 p.

- BIGOU (L.), Dispositions complémentaires associées à l'auto-évacuation : Retour d'expérience (Tunnels Bois de Peu, BPNL et Toulon), 3 fiches de cas, juin 2012
- BERNAGAUD (C.), Analyse de cycle de vie des équipements de ventilation : définition des suites à donner, juillet 2012, 6 p.
- BERNAGAUD (C.), Bilan Carbone du Centre d'Études des Tunnels, année 2011 et évolution de 2008 à 2011, septembre 2012, 44 p.
- BERNAGAUD (C.), Programme de recherche AIRTURIF : Exposition des automobilistes à la pollution atmosphérique, septembre 2012, 29 p.
- VIDAL (B.), Bilan des mesures de COV en tunnel suite aux mesures réalisées en 2007 et 2009, septembre 2012, 39 p.
- KASPERSKI (J.), Étude de la stabilité des massifs rocheux avec le logiciel Resoblok, note de problématique, octobre 2012, 7 p. + annexes
- KASPERSKI (J.), Les Modèles Numériques de Terrain pour la caractérisation des discontinuités rocheuses – Note de problématique sur les acquisitions et les exploitations, décembre 2012, 10 p.
- BERNAGAUD (C.), Environnement et santé (ARD 2.3), note – Bilan interne, décembre 2012, 17 p.
- VIDAL (B.), GRAND (J.-P.), Mesures d'opacité et d'anémométrie dans le tunnel de Bobigny, octobre 2010-mai 2012, Projet AIRTURIF, décembre 2012, 27 p.

CONTACT :

Documentation.CETU@developpement-durable.gouv.fr



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

