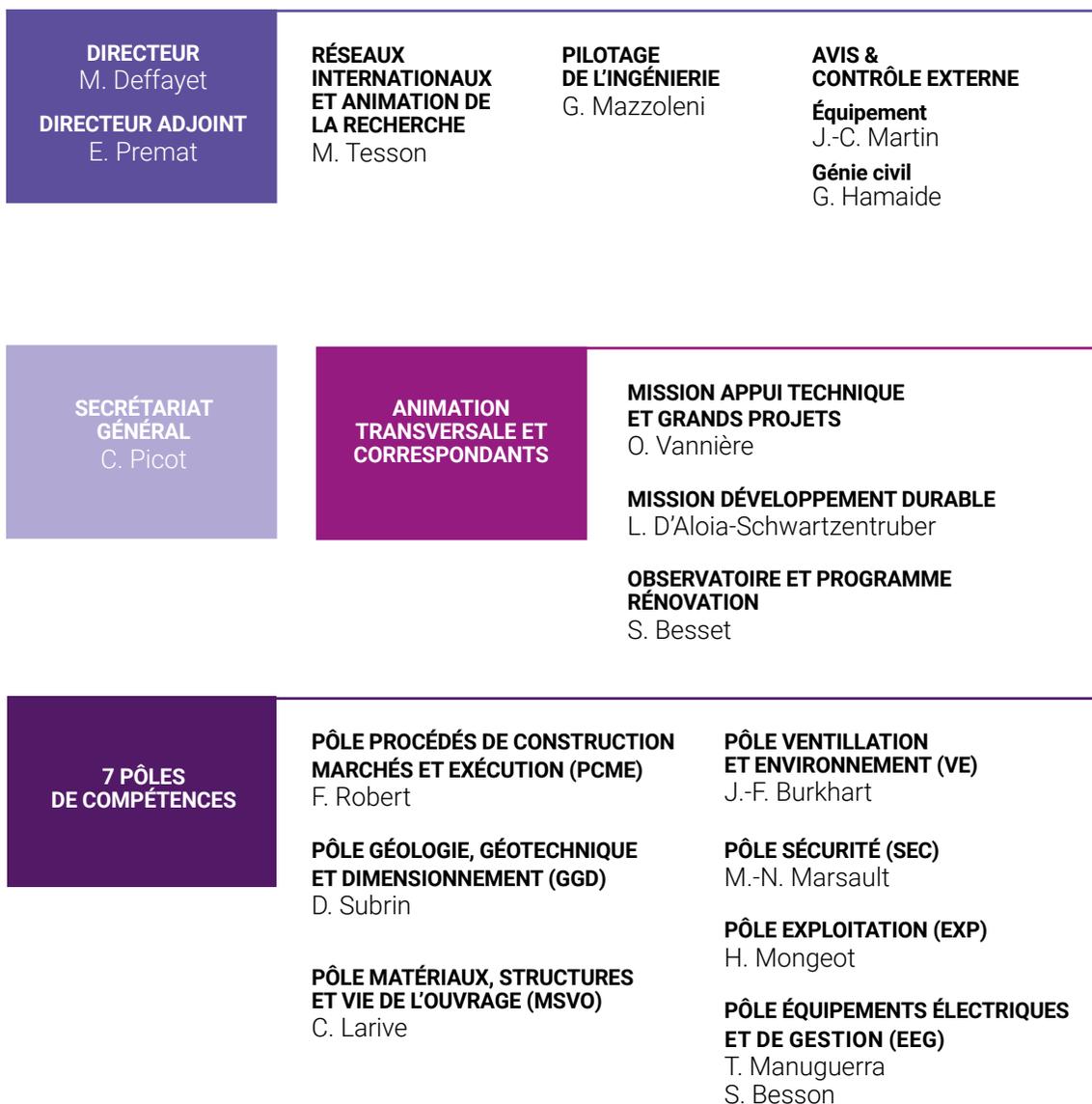


RAPPORT D'ACTIVITÉ 2016



■ Éditorial	3
■ Présentation et missions du CETU	4
■ 2016, en bref	6
■ Développer une expertise et aider les maîtres d'ouvrages pour les tunnels ferroviaires	12
■ Accompagner la mise en œuvre de la réglementation	16
■ Aider à mieux gérer le patrimoine	20
■ Prendre en compte le développement durable dans les ouvrages souterrains	24
■ Participer aux projets d'ouvrages souterrains	28
■ Animer les réseaux nationaux et internationaux	36
■ Développer, capitaliser et diffuser la connaissance	40
■ Les publications	48



Édito

Dans le domaine des ouvrages souterrains, trois éléments marquants sont à souligner pour 2016. D'une part, cette année a aussi vu se renforcer encore le rôle prédominant joué par quelques grands maîtres d'ouvrage autres que routiers (SGP, RATP, SNCF Réseau, ANDRA...), qui portent un programme d'investissement très lourd. D'autre part, dans un contexte budgétaire très contraint, se confirme la tendance amorcée depuis quelques années déjà d'une évolution significative des préoccupations des exploitants qui passent de la rénovation à l'entretien, la maintenance, les coûts de fonctionnement, la fiabilité des systèmes... Enfin, l'actualité parfois tragique a aussi rappelé les enjeux liés à la sûreté des ouvrages souterrains.

Dans ce contexte, conformément à ses orientations stratégiques validées récemment par le ministère, le CETU a pu jouer pleinement son rôle de centre de ressources et d'expertise à la fois en participant aux projets d'ouvrages souterrains, comme cela a été le cas par exemple pour la mise en service de la rocade L2 Est ou la réalisation des travaux du tunnel de Saint Béat, en développant des actions de recherche et doctrine variées pour fournir des outils et méthodes comme par exemple pour diffuser au sein de la profession l'approche risques dans les études et la contractualisation des opérations, ou encore en s'impliquant très fortement dans les actions de formation à un moment où le besoin de compétences est mis en exergue comme une des principales préoccupations de la profession.



Directeur adjoint : Eric Premat

Directeur : Michel Deffayet

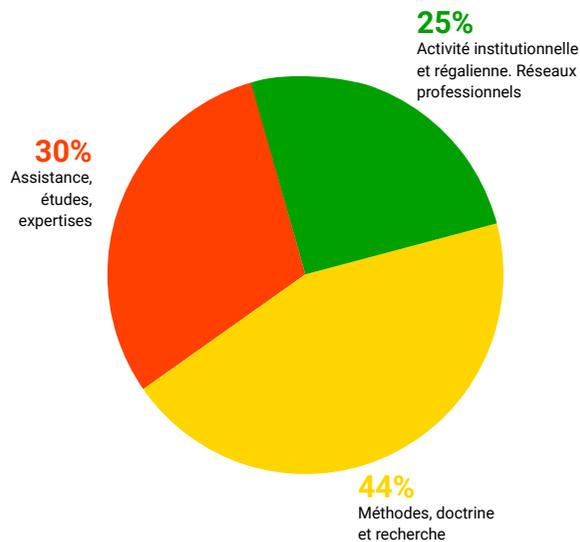
Le CETU a également poursuivi son rôle d'élaboration de référentiels techniques et d'accompagnement de la réglementation. La reprise des travaux de la CNESOR, l'investissement croissant dans la construction de systèmes de gestion de la sécurité en tunnel routier, l'appui auprès des comités de sécurité des grands tunnels transfrontaliers en sont autant d'illustrations.

Le service a également consolidé son positionnement au coeur des réseaux nationaux et internationaux, en prenant en particulier la présidence du comité tunnels de l'AIPCR pour le cycle 2016-2019, et en participant toujours très activement à la vie des groupes de travail de l'AFTES et à celle des comités de l'AITES, ainsi qu'à l'animation des milieux de l'exploitation via notamment le GTFE.

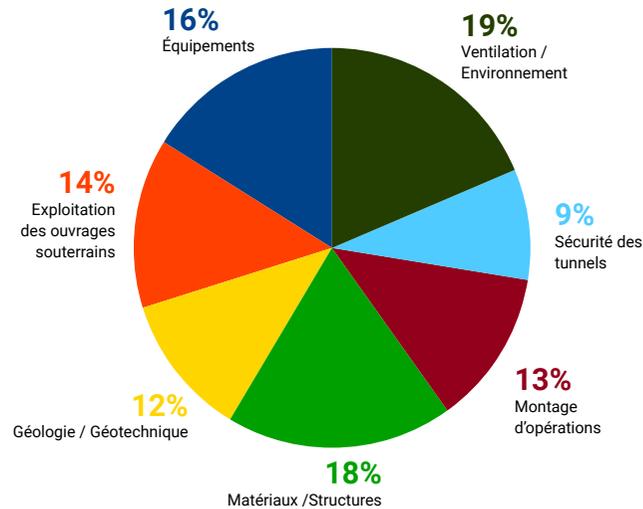
Développer, capitaliser et diffuser la connaissance, accompagner la mise en œuvre de la réglementation, aider les maîtres d'ouvrage, animer les réseaux professionnels, autant de missions essentielles et de défis parfois ardues que le CETU s'est attaché à relever encore cette année. Nous espérons que le présent rapport d'activité permettra de donner un aperçu de la variété et la diversité des actions menées grâce à l'implication de l'ensemble des agents. C'est en tout cas avec fierté que nous vous invitons aujourd'hui à les parcourir dans les pages qui suivent.

Les missions du CETU

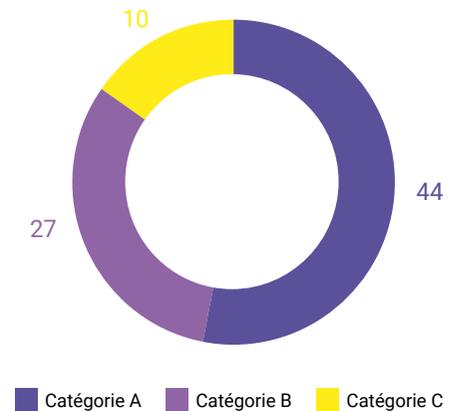
Répartition de l'activité par mode d'intervention



Répartition de l'activité par domaine



Effectifs : 81 personnes



Des spécialistes, des experts dont certains au plan international (24 agents qualifiés par les comités de domaine du MTES), 13 docteurs

Le rôle du CETU

Service Technique Central du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES), rattaché au Directeur Général des Infrastructures, des Transports et de la Mer, le CETU a en charge l'ensemble des aspects techniques relatifs aux tunnels et 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.

Le conseil scientifique du CETU

Créé en 1992 pour orienter et évaluer les activités de recherche et doctrine du CETU, le conseil scientifique rassemble des spécialistes de toutes les disciplines que couvre notre champ d'activité. Il est composé de membres représentatifs de l'ensemble de la profession et de nos partenaires, provenant aussi bien du ministère et de son réseau scientifique et technique, que des milieux universitaires, de l'ingénierie, de la maîtrise d'ouvrage et de l'exploitation.

Ce conseil a plusieurs missions :

- il donne son avis sur nos orientations en matière de recherche et doctrine,
- il examine les méthodes utilisées,
- il évalue les résultats obtenus.

Il se réunit une fois par an en session plénière sous la présidence de M.QUATRE, IGPEF.

Le CETU c'est...

■ **Sept pôles thématiques** rassemblant 5 à 11 personnes qui interviennent tant en recherche, projets, expertises qu'en élaboration de doctrine ou de méthode ou encore en contrôles, inspections, exploitation de retours d'expérience, mesures. Leur rôle est de développer et capitaliser la connaissance dans un domaine donné, de réaliser des activités de recherche et de doctrine, de mettre en commun, formaliser et diffuser le savoir-faire et de développer les compétences des agents.

■ **Une organisation matricielle** qui fait appel à des équipes projet, formées de personnes appartenant aux pôles, constituées spécialement pour chaque intervention d'expertise, d'ingénierie ou de recherche et doctrine. Ces équipes, ajustées à la nature du projet à traiter, ont une durée de vie limitée.

■ **Des chargés de mission** qui, en raison de leur expérience approfondie, procèdent à certaines expertises, apportent leur contribution aux pôles ou aux équipes projet et remplissent

certaines fonctions dans des organismes extérieurs (animation de réseaux, membres de comités techniques, etc.). Ils assurent également au sein du CETU des fonctions transversales permanentes (animation de la recherche, avis réglementaires sur les projets pour l'État et contrôle externe des projets établis par le CETU, pilotage des actions d'ingénierie, développement de l'activité dans le domaine ferroviaire, prise en compte du développement durable, observatoire des tunnels) ou occasionnelles (montages de projets ou réseaux thématiques européens, assistance à certains maîtres d'ouvrage).

■ **Des moyens de mesure et expérimentation** : camion-nacelle, instrumentation pour l'auscultation des ouvrages de la centrale d'inspection génie civil et pour la mesure de la performance des équipements de sécurité de la centrale d'inspection équipements, métrologie ventilation et qualité de l'air, mesure des impacts sur les avoisinants...

Vers une démarche qualité

Le CETU a entrepris de mieux formaliser progressivement ses modes de fonctionnement et de production pour ses principales activités.

Activités d'ingénierie

Un chargé de mission « pilotage de l'ingénierie »
 Un Comité de Programmation et de Suivi qui se réunit une fois par mois
 Des chefs de projets et des équipes projet
 Un suivi des affaires dédié incluant des revues de projet périodiques

Activités de recherche et doctrine

Un chargé de mission « animation de la recherche »
 Un programme de recherche et doctrine annuel :
 → 6 axes stratégiques transversaux de recherche
 → des actions spécifiques thématiques par pôle
 Un suivi d'avancement trimestriel
 Une démarche d'évaluation périodique des axes
 Un conseil scientifique qui se réunit une fois par an

Activités support

Fonctionnement du service et gestion des moyens humains et financiers avec une attention particulière pour :
 → la gestion des compétences et la valorisation des parcours professionnels
 → l'éco-responsabilité (achat responsable, Plan de Déplacement d'Entreprise, Bilan des Émissions de gaz à Effet de Serre)

2016, en bref

Janvier

4 JANVIER : Contribution à la rédaction du [guide d'information sur la sécurité des véhicules à hydrogène](#) publié par l'ADEME, pour la partie concernant la circulation des véhicules dans les tunnels



13 JANVIER : présentation des [travaux sur les portes coulissantes](#) réalisés en collaboration avec la société Lombardi ; avantages/inconvénients des différents dispositifs de portes existants, avec prise en compte des PMR

14 JANVIER : réunion du [groupe SOFT](#) en charge du suivi et de l'optimisation des dépenses de fonctionnement et de maintenance des tunnels dans les DIR

21 JANVIER : réunion [Cluster lumière](#) sur le thème « lumière et tunnels » en partenariat avec INDURA



Conférence autour du REX

21 JANVIER : [conférence autour du REX](#), avec présentation des réflexions de l'Axe 3 du PST RA « Risques et résilience des systèmes de transport », des travaux CETU et de la thèse de Christelle Casse

21 JANVIER : accueil d'une [délégation vietnamienne](#) de cadres du centre de gestion du tunnel sous la rivière Saïgon, à Ho-Chi-Minh-Ville



Délégation vietnamienne

NUIT DU 23 JANVIER : participation à l'[exercice annuel de sécurité du tunnel sous la Manche](#), évacuation d'un train d'environ 800 personnes

24 JANVIER : parution du décret remettant en place la [Commission nationale d'évaluation de la sécurité des ouvrages routiers \(CNESOR\)](#)

25 ET 26 JANVIER : organisation d'une [session de formation ITACET à Riyad](#), 2 jours consacrés à la construction des tunnels en site instable

26 ET 27 JANVIER 2016 : participation au [forum international « tunnel multimodal innovant »](#) à Taïwan l'occasion pour le groupe d'experts taiwanais et japonais impliqués sur ce projet de rencontrer des experts européens



Forum international relatif à un projet de tunnel multimodal innovant à Taïwan

27 JANVIER : [rencontre bilatérale annuelle entre la DIT et le RIJKSWATERSTAAT](#) (ministère néerlandais des infrastructures) ; l'occasion d'évoquer les travaux du Workstream « Tunnel Safety » et l'harmonisation des directives européennes 2008/96/CE (sécurité routière) et 2004/54/CE (tunnels)

29 JANVIER : [assemblée générale extraordinaire de l'ASQUAPRO](#) au CETU, l'assemblée a entériné le transfert du siège de l'association au CETU, qui en assure la présidence depuis 2012

Février

2 FÉVRIER : [assemblée générale du PN Ville 10D](#), le CETU a en charge l'animation de la thématique Environnement

8 FÉVRIER : réunion conjointe des [steering board de ITACET et d'ITACOSUF](#) au CETU, avec organisation à l'ENTPE d'une [vidéoconférence](#) de Robert Galler devant les étudiants du mastère de Lyon, avec diffusion simultanée à Turin (pour les étudiants du mastère de Turin).

9 FÉVRIER : [réunion CETU-IFSTTAR sur ITS et tunnels](#), la visite au CETU de M. El Faouzi de l'IFSTTAR a permis de faire un tour d'horizon et d'identifier les nouvelles technologies qui pourraient concerner les tunnels

10 FÉVRIER : [réunion TELT-EGIS-ENPC-CETU](#), l'occasion de faire le point sur les collaborations scientifiques envisagées autour des travaux à venir sur le tunnel de base de Lyon-Turin

23 FÉVRIER : [COPIL feux de référence sous l'égide de la DGITM](#), vers la définition de feux de référence pour les systèmes de transports guidés urbains. Cette étude associe le STRMTG et le CETU

24 FÉVRIER : [mission d'inspection au laboratoire souterrain de Bure](#), dans le cadre d'une inspection conduite par le CGEDD suite à un accident mortel au front de taille

Mars

1^{er} MARS : contribution à la publication du guide « *Analyse de risques appliquée aux tranchées couvertes et aux tunnels creusés avec parements rapportés* »

8 AU 10 MARS : réunion du *steering board* et des *groupes d'activités d'ITACOSUF*, puis *forum des agents de sécurité européens* à Rotterdam autour de la problématique de rénovation des tunnels

9 MARS : démarrage des *mesures de vibration de la dalle de ventilation du Siaix* sous bruit mécanique ambiant, en vue de sa caractérisation dynamique

9 ET 10 MARS : *congrès international de la RILEM*, avec présentation d'un article sur le fluage des bétons projetés fibrés et participation à la réunion du groupe en charge des essais interlaboratoires en cours

11 MARS : *COTEC* et *COPIL* du *PST-RA* pour faire le bilan des activités du *PST* et définir les évolutions à apporter dans le cadre du nouveau projet stratégique

16 MARS : *bureau* et *CA* de l'*AFTES*, avec la préparation du congrès de novembre 2017 à Paris, et le nouveau contrat pour la communication et l'édition de la revue et des recommandations

16 AU 18 MARS : *congrès bisannuel ISTSS* à Montréal, le *CETU* a présenté deux communications dans ce cadre



Congrès bisannuel ISTSS à Montréal

18 MARS : *assemblée générale* et première réunion du *nouveau conseil d'administration d'INDURA*, focus sur les actions à venir et l'élargissement à l'Auvergne après la fusion des régions

Avril

5 AVRIL : parution de *trois nouveaux rapports AIPCR* « Bonnes pratiques pour l'analyse du cycle de vie des équipements », « *Systèmes fixes de lutte contre l'incendie dans les tunnels routiers* » et « *Améliorer la sécurité grâce à la communication en temps réel avec les usagers* »



5 AVRIL : *rencontre RATP/CETU*, pour cadrer la participation du *CETU* au comité d'experts mis en place pour le suivi des études du prolongement Sud de la ligne 14

5 AU 8 AVRIL : lancement d'une *nouvelle formation pour les opérateurs en charge de la surveillance des tunnels routiers* avec passage sur simulateur en collaboration avec l'*ENTPE* et avec l'appui d'*EGIS*



Formation pour les opérateurs en charge de la surveillance des tunnels routiers

7 AVRIL : participation à la réunion n° 5 du *Task Group DGQRAM* à Vienne afin d'avancer sur la mise à jour de l'outil d'analyse des risques TMD en tunnel

8 AVRIL : *journée AFTES* au *CETU* consacrée aux *équipements et leurs interactions avec le génie civil*, ou comment bien prendre en compte les questions d'équipements et d'exploitation dans la conception du génie civil des ouvrages souterrains



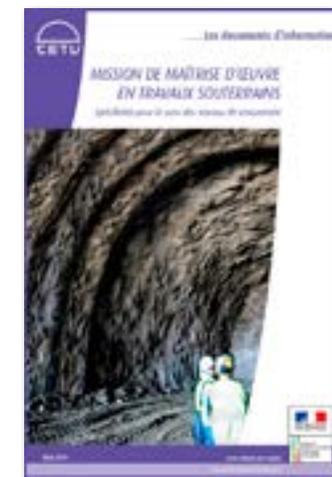
Journée AFTES au CETU

11 AVRIL : publication du *document d'information sur le prix des tunnels*, retour d'expérience de plusieurs années ; il est parfois qualifié de « *nouveau dossier pilote Coûts* »



22 AU 27 AVRIL : *Congrès international de l'AITES* à San Francisco, au programme : 2 sessions de formation, la réunion des pilotes de groupes de travail et des comités, deux assemblées générales, les réunions des groupes de travail et comités, et la conférence proprement dite

25 AVRIL : publication du *document d'information sur la mission de maîtrise d'œuvre en travaux souterrains*, très utile pour les maîtres d'ouvrage souhaitant contractualiser avec un maître d'œuvre pour des travaux de génie civil



Réunion de lancement du cycle 2016-2019 de l'AIPCR

9 ET 10 MARS : réunion de *lancement du cycle 2016-2019 de l'AIPCR*, Marc Tesson et Jean-Claude Martin assurant respectivement la présidence et le secrétariat francophone

2016, en bref

Mai

4 MAI : réunion du **Conseil de la Fondation ITACET** à Milan, le conseil a fait le point sur sa stratégie de formation, sur son soutien aux Masters spécialisés, sur le programme des sessions de formation à venir, ainsi que sur son organisation opérationnelle

23 MAI : publication du **document d'information sur la gestion des matériaux excavés** réalisé en collaboration avec le CEREMA et visant à sensibiliser les maîtres d'ouvrage à la gestion et l'emploi des matériaux excavés



23 ET 24 MAI : réunion de lancement au CETU du **Groupe de travail 6 de l'AIPCR** consacrée notamment à la définition de la nouvelle structure du manuel des tunnels routiers

26 MAI : **perçement de la galerie du tunnel du Chat**, jonction des deux fronts d'attaque avant la poursuite des travaux par le creusement de quatre rameaux entre tunnel et galerie de sécurité



Perçement de la galerie du tunnel du Chat

26 MAI : participation aux **Journées Ouvrages d'Art** organisées par l'IFSTTAR et le Cerema à Bordeaux et présentation du document d'information sur la gestion des matériaux excavés

27 MAI : réunion du groupe de travail **CIE TC4-53 sur l'éclairage des tunnels**, à Liège (Belgique) et retour sur les différentes méthodes de dimensionnement de l'éclairage en tunnel

31 MAI : **visite de M. Patrick Malléjacq, nouveau secrétaire général de l'AIPCR**, cette réunion a permis d'aborder l'implication du CETU dans les travaux du nouveau cycle



Visite de M. Patrick Malléjacq, nouveau secrétaire général de l'AIPCR

Juin

1^{er} JUIN : première journée de **démonstration des bonnes pratiques de la projection du béton** organisée par Asquapro ; des échanges et démonstrations pour montrer en grandeur nature les enjeux d'une bonne technique de projection



Première journée de démonstration des bonnes pratiques de la projection du béton

3 JUIN : **rencontre CSTB-CETU** à Saint-Martin-d'Hères (Division Acoustique) pour discuter de possibles collaborations : transmission des vibrations occasionnées par le creusement ou l'exploitation, ingénierie du feu, capacité des éclairages, nouvelles technologies (BIM...), dispersions de polluants en tête de tunnel

7 ET 8 JUIN : kick-off meeting du **WG5 de l'AIPCR** chez Egis Tunnels à Annecy : approfondissement des travaux réalisés sur la période 2011-2015 notamment les thèmes de la ventilation, de la géométrie et de la signalisation dans le contexte particulier des tunnels urbains complexes



9 ET 10 JUIN : **GTFE au tunnel du Somport**, atelier

thématique consacré aux politiques de maintenance des équipements et visite du tunnel du Somport, de son PC, et du laboratoire souterrain de Canfranc



GTFE au tunnel du Somport

16 ET 17 JUIN : **journées IQQA-ITSEOA/SIAMOA** à Sourdon à destination principalement des correspondants ouvrages d'art des différentes DiR

20 JUIN : **séminaire DIT/DiR/CETU sur la sécurité des tunnels** à Bron, cette réunion a fait le point sur l'avancement des démarches DiR concernant l'amélioration de la sécurité dans les tunnels et permis de poser les bases pour la mise en place progressive de systèmes de gestion de la sécurité



Séminaire DIT/DiR/CETU sur la sécurité des tunnels

20 ET 21 JUIN : **visite du tunnel d'Ariou-Cluc** dans les Hautes-Pyrénées à la demande de la DDT65 afin d'évaluer les conditions d'ouverture provisoire d'un tunnel ferroviaire désaffecté au trafic routier afin de court-circuiter un tronçon de route exposé aux chutes de blocs

21 JUIN : réunion du **comité Tunnels à Bourg-d'Oisans**, le comité a tenu sa 13^e réunion avec pour thème la maintenance du génie civil des tunnels. Le comité a ensuite visité les travaux de creusement du nouveau tunnel du Chambon au droit du tronçon endommagé par le glissement d'août 2015



Réunion du comité Tunnels à Bourg-d'Oisans

21 JUIN : **rencontre au CETU avec l'université de Franche-Comté**, afin de caler une collaboration dans le domaine des matériaux excavés

24 JUIN : **COPIL référentiel tunnels**, le comité de pilotage a validé la structure du site internet qui sera ouvert à tous les rédacteurs de marchés publics de tunnels

29 JUIN : **mise en service du second rameau du tunnel de Ponserand** ; cette ouverture clôture les travaux de mise en sécurité de cet ouvrage sur la RN 90 (Savoie)

30 JUIN : réunion de lancement au CETU du **Groupe de travail 1 de l'AIPCR** consacré à la finalisation du rapport « Exploitation durable » et à la mise au point du programme de travail pour le cycle 2016-2019

30 JUIN : **réunion innovation au tunnel du Mont-Blanc** ; le GEIE, ATMB, LUTB, Renault Trucks, INDURA et le CETU ont travaillé à identifier les pistes pour améliorer les conditions d'exploitation du tunnel

Juillet

5 JUILLET : séminaire de travail sur la sécurité routière à Barcelone, organisé par le groupe ABERTIS, qui exploite plusieurs tunnels en Europe et en Amérique du Sud. Le CETU a présenté les actions mises en œuvre dans le cadre de la formation des conducteurs routiers professionnels

7 JUILLET : séminaire stratégique INDURA à Saint-Étienne, réflexion autour d'un projet pour rendre les inspections plus efficaces, moins perturbantes pour les usagers et moins dangereuses pour les inspecteurs



Séminaire stratégique INDURA

11 JUILLET : réunion CETU-ANDRA pour réfléchir à des pistes de collaboration pour accompagner le projet CIGEO

Août

26 AOÛT : Visite AFTES des travaux du tunnel du Chambon, suite au glissement de terrain qui a obstrué le tunnel existant, et à l'invitation de l'entreprise Eiffage

30 AOÛT : 1^{er} réunion de la CNESOR dans sa nouvelle configuration, suite à la parution du décret du 22 janvier 2016

Septembre

1^{er} SEPTEMBRE : redémarrage des études du tunnel d'Orlon dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par la DREAL Nouvelle-Aquitaine

12 SEPTEMBRE : réunion du comité français de l'AIPCR en présence de C. Bouchet avec pour objet la mise en place des comités miroirs ; le GTFE est comité miroir du comité technique de l'exploitation des tunnels routiers

12 AU 15 SEPTEMBRE : participation à la première partie de la formation « maintenance des équipements d'exploitation et de sécurité de la route dans et hors tunnel », organisée par le CVRH de Mâcon pour les techniciens de maintenance de l'État

13 SEPTEMBRE : participation aux journées Nationales de la Lumière, rencontre bi-annuelle organisée à Lyon par l'Association Française de l'Éclairage



Tunnel du Chambon

16 SEPTEMBRE : première journée de formation des opérateurs de surveillance et des opérateurs télécom, organisée au PC de Senlis par SANEF avec la participation du CETU

16 SEPTEMBRE : mesures de luminance au tunnel du Chat dans le cadre de la mission CETU d'AMOA auprès du CD 73

21 ET 22 SEPTEMBRE : réunion de lancement du GT 3 de l'AIPCR à Stockholm ; validation de la feuille de route ; rédaction d'un rapport sur la prise en compte des PMR et d'une note de veille sur les enjeux des ITS pour les tunnels



Autoévacuation d'une personne à mobilité réduite.

22 SEPTEMBRE : participation à l'International Tunnel Forum « Underground Stations – A special Safety and Security Risk ? » dans le cadre du salon INNOTRANS ; intervention en tant que conférencier à la table ronde consacrée à la sûreté des gares souterraines

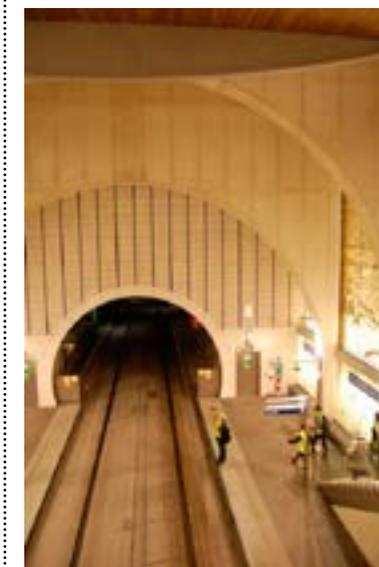
22 SEPTEMBRE : formation à destination des agents de la SGP, lancement du module 5 « surveillance des travaux de génie civil et contrôle » reconduit 4 fois au dernier trimestre 2016 et qui clôt le premier cycle de formation débuté en octobre 2015

27 ET 28 SEPTEMBRE : deuxième partie de la formation « maintenance des équipements d'exploitation et de sécurité de la route dans et hors tunnel », organisée par le CVRH de Mâcon pour les techniciens de maintenance de l'État

27 SEPTEMBRE : réunion plénière de la commission des contrats TELT à Rome, instituée auprès de la Société TELT avec pour mission de vérifier le respect des principes énoncés lors de la passation des contrats

28 AU 30 SEPTEMBRE : atelier de travail international sur la résilience organisé par la DTechTV à Lyon ; témoignage du CETU sur l'apport des démarches de sécurité en tunnel routier

30 SEPTEMBRE : jury du mastère Tunnels et Ouvrages Souterrains ; le CETU intervient dans l'organisation de ce Mastère en tant que formateurs et responsables pédagogiques de modules



Station Viroflay - Rive droite du tramway T6 à Viroflay

2016, en bref

Octobre

4 OCTOBRE : publication du document d'information CETU sur l'examen périodique de sécurité des tunnels routiers s'adressant à tous les acteurs et expliquant comment il s'inscrit dans la démarche globale de sécurité



4 OCTOBRE : formation donnée aux acteurs de TELT, sur la prise en compte des risques techniques lors de la contractualisation des travaux en souterrain

4 OCTOBRE : réunion de suivi du projet NEWTUN, projet ANR conduit par un groupement constitué entre autres de Soletanche-Bachy, EGIS Tunnels, IFSTTAR ; le CETU apporte un appui auprès de la DRI pour le suivi des travaux de recherche

4 OCTOBRE : intervention dans le cadre des Mardi de l'AFTES pour présenter les résultats de la campagne d'essais ASQUAPRO sur le fluage des bétons projetés fibrés

4 ET 5 OCTOBRE : International Railway Safety Council, participation à ce congrès mondial organisé à Paris par l'EPSF et la SNCF, sur « la sécurité ferroviaire, face aux enjeux de la société de demain »

4 ET 5 OCTOBRE : opérations préalables à la mise à disposition de la rocade L2 Est ; de nombreux essais et contrôles ont été conduits afin de vérifier la conformité des travaux réalisés

4 AU 7 OCTOBRE : formation « Mise en situation sur événements » pour les opérateurs tunnels. Après la première session d'avril, 8 autres stagiaires ont participé à l'ENTPE à cette deuxième session avec entraînement sur simulateur

11 ET 12 OCTOBRE : réunion du Workstream « Tunnel Safety » au CETU ; avec un point sur l'avancement des travaux du groupe et la préparation de la communication prévue au GTFE



Le Workstream

11 ET 12 OCTOBRE : participation au congrès « Lambda Mu 20 » organisé par l'Institut pour la Maîtrise des Risques à Saint-Malo. Christelle Casse a reçu un prix pour ses travaux de thèse sur « Concevoir un dispositif de retour d'expérience intégré pour plus de résilience »



Congrès « Lambda Mu 20 »

12 AU 14 OCTOBRE : congrès de la SIM à Grenoble, avec une présentation des travaux du GT 35 de l'AFTES



13 AU 14 OCTOBRE : réunion GTFE à Archamps, à l'invitation d'ATMB ;

l'atelier thématique était dédié à l'auto-évacuation et au traitement des issues de secours, suivi d'une visite du tunnel du Vuache et des installations techniques d'ATMB. À noter la participation non seulement d'un représentant du RWS, mais également de l'OFROU



Visite du tunnel du Vuache - GTFE à Archamps

14 OCTOBRE : Journée AFTES à Lyon consacrée aux grands aménagements souterrains et réunissant près de 200 personnes ; plusieurs grands projets d'aménagements souterrains (Part-Dieu, Monaco, La Défense, Marseille, CIGEO...) ont été présentés en détail

17 AU 18 OCTOBRE : session de formation au Boutan organisée sur 2 jours par le comité ITA-CET, sur la conception des tunnels. 73 personnes, principalement impliquées dans des projets hydroélectriques ont écouté 5 experts internationaux dont un représentant du CETU

18 OCTOBRE : participation au forum organisé par l'ENTPE et la DRI sur les carrières scientifiques et techniques au sein du ministère, l'occasion de présenter le service et ses missions, et également de rencontrer les élèves intéressés par un poste ou des travaux au CETU

18 OCTOBRE : réunion du comité Tunnels à Argentières dédiée à l'entretien, à la maintenance et au renouvellement des équipements ; la visite du tunnel des Montets a clôturé la réunion



Tunnel des Montets

18 AU 20 OCTOBRE : seconde réunion du comité technique D5 de l'AIPCR à Saragosse en Espagne pour préciser le programme de travail des 6 groupes ; la réunion était couplée avec une visite technique des tunnels de la région de Saragosse

20 ET 21 OCTOBRE : congrès de la SIG à Bologne qui réunit chaque année près de 800 personnes ; le CETU était impliqué dans la préparation, dans le conseil scientifique et la présidence d'une des 2 sessions du congrès

Novembre

4 NOVEMBRE : réunion du **Conseil de la Fondation ITACET** au CETU, le matin, le Conseil s'est rendu à l'ENTPE pour une rencontre avec les acteurs du Mastère Tunnels, puis l'après midi, la réunion a été consacrée à la stratégie de la Fondation et ses priorités d'action à court terme

8 NOVEMBRE : **évaluation de l'axe stratégique de recherche n° 5** « Maîtriser les risques techniques et économiques liés à la construction » ; aboutissement d'un travail important qui s'illustre notamment par la publication de 3 documents : « Document d'information sur le prix des tunnels », « Mission de maîtrise d'œuvre en travaux souterrains », « Guide d'application du Fascicule 69 du CCTG Travaux en souterrain »



Évaluation de l'axe 5

8 ET 9 NOVEMBRE : réunion du **Comité de Sécurité Lyon Turin** pour aborder l'avancement des travaux dans le tunnel du Mont-Cenis ainsi que les consignes communes de santé et de sécurité pour les travaux de la section transfrontalière du tunnel de base Lyon Turin

8 AU 10 NOVEMBRE : participation aux **jours géotechniques du RST** à Erquy organisées par le CEREMA et l'IFSTTAR ; le CETU est intervenu sur le management des risques géotechniques

10 NOVEMBRE : réunion à Bruxelles du **Comité de suivi de la directive** qui réunit les représentants des États Membres ; ont été abordées les questions d'articulation entre sécurité routière et sécurité en tunnels

10 ET 11 NOVEMBRE : participation au **Symposium on Underground Development and technology** et aux **Awards organisés par l'AITES**, le projet du tunnel de Rive-de-Gier figurait comme finaliste des trophées AITES 2016 dans la catégorie « Renovation Upgrading Project of the Year 2016 »



Finaliste du projet AITES 2016

17 NOVEMBRE : intervention du CETU lors de la **journée d'audition de l'ANDRA par la Commission Nationale d'Évaluation** des travaux préalables à la demande d'Autorisation de Création de CIGÉO ; le CETU a notamment rappelé les grands principes et les éléments clés de la conception et du dimensionnement d'un ouvrage souterrain

17 NOVEMBRE : participation à la **rencontre des testeurs SIAMOA** à Champs-sur-Marne, la Centrale d'inspection a participé à la réunion de lancement de la version test du nouveau logiciel SIAMOA qui vise à remplacer le logiciel LAGORA

21 ET 22 NOVEMBRE : tunnel de Tende : **réunion du comité de sécurité** à Limonetto (Italie). À cette occasion le comité de sécurité a visité le chantier aux deux têtes de l'ouvrage. Environ 300 m ont été creusés côté France et 500 m côté Italie

21 AU 24 NOVEMBRE : intervention auprès du Service d'incendie et de secours du département et de la métropole de Lyon (SDMIS) dans le cadre de la **formation de perfectionnement des chefs de groupe « Feux en milieux confinés »**

25 NOVEMBRE : **démonstration de hauts-parleurs Freevox dans le tunnel de Michelle au Luxembourg** organisée par l'administration des ponts et chaussées du Luxembourg à quelques jours de l'ouverture du tunnel

29 NOVEMBRE : **mise en service de la première portion de la rocade L2 à Marseille** (partie « L2 Est ») ; la rocade comporte des tranchées couvertes sur plus de 50 % de son tracé



Mise en service de la première portion de la rocade L2 à Marseille

30 NOVEMBRE : participation à la **journée LUTB d'échange sur les risques liés à l'électrification des véhicules**, en particulier dans les systèmes de transport collectif

Décembre

6 DÉCEMBRE : **Réunion au CSTB** à Champ-sur-Marne pour faire le point sur la méthode de mesure de l'écaillage au four mobile, examiner les résultats des essais au four Vulcain, et définir les suites de cette collaboration avec le CSTB

8 DÉCEMBRE : **conseil scientifique du CETU**, sous l'égide de M. Quatre, le Conseil Scientifique a examiné les travaux produits par le CETU en matière de recherche et de doctrine pour l'année écoulée, et discuté des perspectives 2017



Conseil scientifique du CETU

13 DÉCEMBRE : **rencontre avec le laboratoire Environnement Ville et Société de l'ENS Lyon** pour examiner les collaborations possibles sur la valorisation des matériaux excavés.

14 DÉCEMBRE : participation du CETU à la réunion de lancement du **groupe de travail franco-monégasque pour la mise en sécurité du tunnel Rainier III**

15 DÉCEMBRE : participation à la FNTF à la réunion du **projet national MINnD** (Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables) et perspectives pour le projet porté par l'ANDRA de développer un outil pour la structuration et l'échange de données dans les projets d'ouvrages souterrains

16 DÉCEMBRE : cérémonie en présence du préfet et des élus pour la fin du **creusement du rameau du tunnel de Baza à Aubenas** organisée par la DiR MC, qui a permis de visiter les travaux et de rappeler l'importance de cette opération d'amélioration de la sécurité



Tunnel de Baza, Aubenas

Développer

une expertise et aider les maîtres
d'ouvrage pour les tunnels ferroviaires



Odile Vannière
chargée de mission
Appui Technique
et Grands Projets

Le travail sur le projet de liaison Lyon -Turin se poursuit en 2016

Pour le compte du Ministère, le CETU participe activement aux travaux du Comité de Sécurité de la Commission Intergouvernementale Lyon-Turin. Son périmètre de compétence regroupe le tunnel existant du Fréjus, dit du Mont Cenis, et le tunnel de base de la section transfrontalière.

Au-delà des missions plus classiques du comité de sécurité, d'autres thèmes sont abordés en lien avec la conception du tunnel de base (conformité à la STI – Spécifications Techniques d'Interopérabilité – ventilation, dossier préliminaire de sécurité) et avec les travaux préparatoires comme les consignes communes de sécurité sur les chantiers. Le CETU apporte son expertise et son retour d'expérience en tant que membre de la délégation française du comité de sécurité.

Certifié par un organisme tiers, le coût de 8,609 millions d'euros (valeur 2012), a été retenu par les États, dans le cadre de l'accord de Venise du 8 mars 2016. Cet accord sert de base dans la répartition des financements entre la France et l'Italie.

Au rythme d'une réunion par mois de délibération collective avec l'ensemble des membres Italiens et Français, la commission des contrats (instance où un agent du CETU est membre) a rendu plus d'une vingtaine d'avis sur les dossiers présentés pour le TELT.

Ces différentes instances témoignent de la dynamique qui se met en place autour de ce projet de construction du tunnel de base.

Contact : odile.vanniere@developpement-durable.gouv.fr



Comité de sécurité du Lyon Turin devant le tunnelier Federica, le 22 juin 2016



Frédéric Vincent
responsable d'activité
sécurité tunnels ferroviaires

Sécurité des tunnels ferroviaires : un état des lieux suite au programme d'amélioration sur le réseau ferré national

En réponse à une demande de la Direction des services de transport du Ministère, le CETU a réalisé un état des lieux de la sécurité dans les tunnels ferroviaires de plus de 1000 mètres du réseau ferré national (RFN). Ce sont ainsi 114 tunnels qui ont été expertisés à fin 2016. En 1999, un diagnostic de sécurité (mission Desfray-Vergnault) avait été réalisé à la suite de l'incendie survenu dans le tunnel du Mont-Blanc. Un vaste plan de travaux d'amélioration de la sécurité avait alors été initié sur 32 tunnels de plus de mille mètres du RFN, jugés les plus sensibles. Ce nouveau diagnostic s'inscrit donc dans la continuité du précédent. Cet état des lieux a nécessité un travail important de collecte et d'analyse de données, et près de 5 années de travail. Il a également permis de dresser un bilan complet des suites données aux préconisations faites par la mission Desfray-Vergnault pour les 32 tunnels expertisés en 1999. Enfin, les nombreuses données collectées ont enrichi l'observatoire des tunnels du CETU, avec notamment la mise en place d'un système d'information géographique pour les tunnels ferroviaires. Pour mieux faire vivre et partager cet observatoire des tunnels ferroviaires, le CETU souhaite développer des partenariats dans les années à venir, notamment avec SNCF Réseau et l'Établissement Public de Sécurité Ferroviaire (EPSF).

Contact : frederic.vincent@developpement-durable.gouv.fr



Tunnel ferroviaire



Tunnel du Saint-Gothard



Un projet en deux phases : trois sections prioritaires puis le projet cible

La réflexion en phase amont sur un projet de Ligne Nouvelle

SNCF Réseau, maître d'ouvrage des études du projet de la Ligne Nouvelle Paris Normandie, a confié au CETU une mission d'assistance technique pour les ouvrages souterrains. Au stade des Études Préliminaires à l'Enquête d'Utilité Publique, les objectifs des études techniques d'infrastructure sont de s'assurer de la faisabilité des ouvrages identifiés, des coûts et des risques associés. À la fin de cette première étape, les études et la concertation vont permettre de sélectionner des zones de passage préférentielles.

Contact : odile.vanniere@developpement-durable.gouv.fr

Accompagner

la mise en œuvre
de la réglementation



Magalie Escoffier
chargée d'études au pôle
Sécurité (SEC)

Mieux respecter les interdistances

Le CETU s'est engagé dans un projet de création et d'expérimentation d'un nouveau panneau de signalisation à mettre en place aux têtes des tunnels. L'objectif ? Inciter les conducteurs à respecter les distances de sécurité en utilisant les plots lumineux bleus.

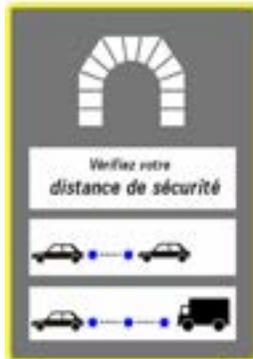
Ce panneau a été élaboré en collaboration avec le CEREMA au travers du PATS Police (Programme d'assistance technique sur la signalisation). Le dossier d'expérimentation a été réalisé avec la DiR Sud-Ouest et transmis à la Délégation à la sécurité et à la circulation routières du Ministère de l'intérieur (DSCR) en avril 2016. Cette dernière a validé le lancement de l'expérimentation au travers d'un arrêté paru au journal officiel le 3 août 2016.

L'expérimentation fait l'objet d'un suivi vidéo qui analyse l'évolution du respect des distances de sécurité dans le Tunnel de Foix (RN 20). Trois campagnes de mesures, 15 jours et 6 mois après, ont été prévues avant la mise en place :

Pour compléter cette expérimentation, un questionnaire a été distribué fin novembre auprès de 2 500 foyers situés sur l'itinéraire de la RN20. Disponible jusqu'en février 2017, il complète le recueil des données.

L'analyse des réponses à ce questionnaire permettra d'évaluer le niveau de compréhension du panneau par les usagers de la route. Les conclusions de cette expérimentation seront remises à la DSCR à l'été 2017.

Contact : magalie.escoffier@developpement-durable.gouv.fr



Journée nationale DiR DIT CETU sur la sécurité des tunnels

Le 20 juin 2016 s'est tenue une journée technique nationale sur la gestion de la sécurité en tunnel, organisée par la DIT (Direction des Infrastructures de Transport) et le CETU. Les 9 Directions Interdépartementales des routes (DiR) ayant des tunnels équipés ont apporté leurs témoignages sur la mise en application de la réglementation et sur des actions concourant à la démarche continue d'amélioration de la sécurité. Cette journée a confirmé l'intérêt de réfléchir collectivement à la construction de système de gestion de la sécurité (SGS) en tunnel, en s'appuyant sur les bonnes pratiques existantes. Elle se poursuivra par un travail collaboratif entre les DiR, la DIT et le CETU, pour définir comment mieux organiser et gérer la sécurité en continu.

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



Hélène Mongeot
chef du pôle
Exploitation (EXP)



Marie-Noëlle Marsault
chef du pôle
Sécurité (SEC)



Vers la mise en place de systèmes de gestion de la sécurité

Le dispositif législatif et réglementaire mis en place au début des années 2000 pour les tunnels routiers de longueur supérieure à 300 m fournit les éléments permettant de mettre en place un système de gestion de la sécurité (SGS). L'intérêt de cet outil est de favoriser l'amélioration continue de la sécurité pour les exploitants et l'ensemble des acteurs impliqués. Ce système reposera à terme sur une politique de sécurité, une organisation et des procédures, un dispositif d'évaluation et le développement d'une culture de la sécurité au quotidien.

Le CETU a lancé fin 2016 un axe stratégique de recherche pluriannuel intitulé « Construire et faire vivre un système de gestion de la sécurité en tunnel routier ». Il comprend les trois actions de recherche suivantes :

1. Comprendre, définir et construire un SGS à partir de la démarche de sécurité actuelle,
2. Compléter et développer les outils pour la mise en œuvre d'un SGS en tunnel,

3. Accompagner la mise en œuvre d'un SGS par les acteurs.

Il s'agit, en s'appuyant sur l'expérience de SGS éprouvés dans différents domaines industriels et de transports, d'aider les exploitants à structurer et partager les initiatives déjà engagées, et à mettre en œuvre les éléments encore manquants nécessaires à la mise en place d'un véritable SGS dans les tunnels routiers. Au-delà des obligations réglementaires, il est davantage question de renforcer la cohérence des bonnes pratiques existantes et de coordonner plus efficacement leurs interactions que de créer de toutes pièces un nouveau système de gestion.

Après avoir mis en place le SGS, le deuxième objectif poursuivi sera de le faire vivre. Le travail sera réalisé en synergie avec les exploitants pour qu'ils s'approprient pleinement le système et s'intègre de façon optimale dans le fonctionnement quotidien.

Contacts : helene.mongeot@developpement-durable.gouv.fr
marie-noelle.marsault@developpement-durable.gouv.fr



Jean-Claude MARTIN,
chargé de mission
Avis et Contrôle
Externe équipements

Les comités de sécurité des tunnels transfrontaliers

Les tunnels transfrontaliers, tels que celui du Mont-Blanc, du Fréjus, de Tende, du Somport et de la Manche, sont administrés par des Commissions Intergouvernementales (CIG). Ces CIG sont assistées par un comité de sécurité dont les préoccupations essentielles sont toutes en lien avec la sécurité des usagers.

Ainsi pour les tunnels du Mont-Blanc et du Fréjus, le CETU remplit les tâches du secrétariat technique et fournit des experts qui contribuent aux travaux dans les différents groupes mis en place. Certains groupes ont une activité quasi permanente (groupe sur le retour d'expérience par exemple), d'autres étant créés au cas par cas selon les préoccupations et les problématiques du moment.

Actuellement constitué d'un monotube exploité en alternat total, le tunnel de Tende (entre la France et l'Italie) comportera deux tubes unidirectionnels à la fin des travaux en cours. Cet ouvrage étant à la fois en exploitation et en travaux, les missions du comité de sécurité couvrent donc un périmètre important avec des contraintes d'exploitation fortes. La présidence de la délégation française au sein du comité de sécurité est assurée par le CETU.

Entre la France et l'Espagne se trouve le tunnel du Somport. Ce tunnel est un ouvrage monotube exploité en bidirectionnel. Malgré un trafic modeste, sa longueur et la complexité des équipements qui y sont installés sont souvent à l'origine de problèmes complexes. C'est pourquoi, les experts du CETU apportent régulièrement leurs compétences au comité de sécurité. En 2016, ils ont été associés à l'initialisation de la démarche d'actualisation du dossier de sécurité.

Enfin, le tunnel sous la Manche comporte de nombreux équipements de type « tunnel routier » bien qu'il s'agisse d'un tunnel ferroviaire (installations d'éclairage, de ventilation, d'alimentation électrique haute et basse tension et de GTC-Supervision). Pour ce tunnel, le CETU est représenté au sein du comité de sécurité en tant que membre officiel et en tant qu'expert, dans le dispositif d'inspection génie civil et équipements. Le CETU est également présent dans des groupes de travail créés au cas par cas. Cela s'applique par exemple lors de l'examen des possibles impacts de l'implantation d'une liaison électrique continue de très forte puissance dans un des deux tunnels ferroviaires.

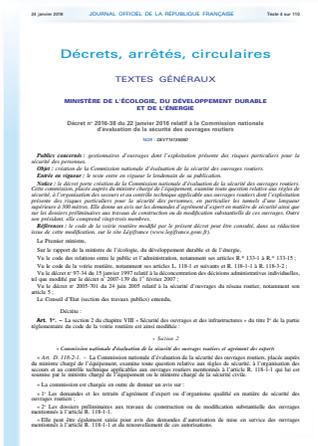
Contact : jean-claude.martin@developpement-durable.gouv.fr



Tunnel du Mont-Blanc



Tunnel de Tende



La CNESOR poursuit son activité au service de la sécurité des tunnels routiers

Le décret n°2016-38 du 22 janvier 2016 a permis de confirmer la Commission Nationale d'Évaluation de la Sécurité des Ouvrages Routiers (CNESOR) dans son rôle d'appui au ministre et aux préfets pour l'examen des dossiers de sécurité. Elle a ainsi pu reprendre son activité à compter du mois d'août 2016 après nomination des nouveaux membres.

Contact : magalie.escoffier@developpement-durable.gouv.fr

Ventilation des issues de secours : un document pour y voir plus clair

L'instruction technique sur la sécurité des tunnels routiers demande, dans de nombreux cas, que les issues de secours des tunnels soient ventilées afin de garantir aux usagers un environnement libre de fumées en cas d'incendie. L'application de ces exigences peut cependant s'avérer complexe, et il est nécessaire de les prendre en compte suffisamment tôt dans un projet. Le CETU a finalisé en 2016 un document d'information précisant les objectifs de ces systèmes et leur méthode de conception.

Contact : antoine.mos@developpement-durable.gouv.fr

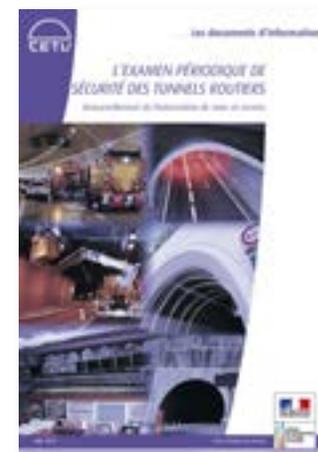


Exemple de porte coulissante

Personnes à mobilité réduite : un accès plus facile aux issues de secours

Les personnes qui présentent un handicap moteur peuvent éprouver des difficultés pour ouvrir les portes des issues de secours (poids de la porte, système d'ouverture complexe, contrepressions élevées...). La mise en place de portes coulissantes pourrait atténuer cette difficulté. Le CETU a fait appel à un cabinet d'ingénierie et à un ergonome pour mener une étude de faisabilité sur la mise en œuvre de ce système, en s'appuyant sur les retours d'expérience à l'étranger. Les résultats de cette étude feront l'objet d'une publication au cours de l'année 2017.

Contact : michael.potier@developpement-durable.gouv.fr



Examen périodique de sécurité : un guide pour accompagner les acteurs

L'examen périodique de sécurité prévu par le code de la voirie routière pour les tunnels routiers de longueur supérieure à 300 m constitue une étape clé de la vie de ces ouvrages. Obligatoire tous les six ans, il vise à vérifier si les conditions d'exploitation ont varié et si la sécurité y est toujours assurée de façon satisfaisante. Afin d'aider les acteurs impliqués dans cet examen, le document d'information publié fin 2016 explique comment il s'inscrit dans la démarche globale de sécurité et décrit le travail à mener.

Contact : marie-noelle.marsault@developpement-durable.gouv.fr

Aider
à mieux gérer le patrimoine

Inspecter les équipements de sécurité : l'implication forte des exploitants



Christophe Banos
chef de la Centrale
Inspection Équipements



Véronique Aurand
responsable du suivi
du patrimoine Équipements
des tunnels

La réalisation d'inspections détaillées est imposée sur les équipements des ouvrages du Réseau Routier National Non Concédé (RRNNC).

Les inspections surviennent avant la mise en service des équipements ou après une rénovation lourde, puis tous les 6 ans. Cette exigence est assurée par l'Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art (ITSEOA) de 2011 qui est complétée par son fascicule 40, un guide d'application pour le génie civil et les équipements de tunnel.

Le patrimoine des tunnels routiers équipés de la Direction des Routes d'Île-de-France (DiRIF) représente un linéaire de plus de 51 km, les deux sens de circulation cumulés. Dans ce linéaire, 46 km pour les 24 ouvrages de plus de 300 m sont fortement équipés et sous surveillance humaine permanente depuis l'un des quatre postes de contrôle trafic et tunnels. En 2015, l'équipe d'inspection Équipements du CETU a débuté les inspections détaillées de ces tunnels par celui de Champigny. Vu le linéaire à inspecter et la complexité de certains de ses ouvrages, la DiRIF a souhaité impliquer ses équipes dans le processus des inspections détaillées pour en faciliter le déroulement et accroître la maîtrise de son patrimoine en termes d'équipements autant

qu'en termes de sécurité. Ainsi, le chef de l'unité « politique de maintenance et modernisation » du service de « l'exploitation et de l'entretien du réseau » de la DiRIF et deux de ses techniciens ont eu une contribution forte dans les inspections détaillées au côté des huit agents de l'équipe d'inspection Équipements du CETU. Cette collaboration facilite tant la préparation documentaire, que l'organisation pratique sur le terrain avec l'exploitant et les mainteneurs de l'ouvrage. La plupart des contrôles des équipements inspectés sont réalisés conjointement. L'organisation pratique est probablement la partie la plus contrainte, en particulier en raison des besoins antagonistes de fermetures d'ouvrages et de maintien de la continuité du trafic sur l'ensemble des différents réseaux routiers franciliens interconnectés.

En 2016, trois ouvrages ont été inspectés : le tunnel sous-fluvial de Nogent, le tunnel de Bicêtre et le tunnel de la Porte d'Italie. En quelques chiffres : plus de 7 km de linéaires inspectés, 84 postes d'appel d'urgence, 32 issues de secours dont 14 surpressées, 83 capteurs de pollution, 49 ventilateurs et 10 accélérateurs réversibles, 173 caméras de vidéosurveillance et détection automatique d'incident...



Inspection d'une issue à Nogent



Inspection d'une niche à Bicêtre



Anémomètre à Nogent



Vue générale Champigny



Mesures d'effort sur l'ouverture d'une issue de secours à Bicêtre

Contacts : christophe.banos@developpement-durable.gouv.fr
veronique.aurand@developpement-durable.gouv.fr



Xavier Ponticq
chargé d'études
au pôle Ventilation
et Environnement (VE)



Johan Kasperski
chargé d'études au pôle
Géologie, Géotechnique
et Dimensionnement (GGD)

Valoriser le patrimoine des tunnels fluviaux

Situé sur le canal de la Marne au Rhin (Ouest), le tunnel de Mauvages (Meuse) traverse la ligne de partage des eaux entre les bassins de la Seine et de la Meuse. Le transit des bateaux était assuré depuis l'origine par un toueur (d'abord à vapeur puis électrique) véritable locomotive sur eau tirant un chapelet de bateaux à sa suite.

Ce matériel nécessitant d'importants travaux de mise aux normes, VNF (Voies Navigables de France) a proposé de nouvelles modalités d'exploitation au Préfet de la Meuse, en charge de cette mission régaliennne. Les bateaux traversent maintenant le tunnel en utilisant leur propre moyen de propulsion, tout en étant accompagnés d'agents VNF qui se déplacent à vélo sur la passerelle latérale. Afin d'être pleinement opérationnelles, ces nouvelles modalités nécessitaient une mise à niveau de la sécurisation comprenant aussi bien des aspects aérauliques que de génie civil. C'est pour cela qu'une modélisation aéraulique a été entreprise pour déterminer si la ventilation naturelle est suffisante dans le tunnel pour une exploitation avec des moteurs de bateaux. L'analyse des effets d'un incendie a aussi été étudiée pour proposer des solutions. Parallèlement à cela, un travail était nécessaire sur la largeur disponible pour les vélos car la passerelle est entravée sur certaines zones (identifiées comme instables dans les années

1950-1960) par des cintres métalliques. Outre qu'ils empiètent sur l'espace disponible de la passerelle, nombre de ces cintres sont fortement corrodés et leur stabilité intrinsèque est remise en cause. Leur dépose est envisagée.

C'est dans ce cadre que VNF a pris l'attache du CETU en qualité d'assistant à maître d'ouvrage. Plusieurs pôles sont ainsi mobilisés : le pôle Ventilation et Environnement (VE) est intervenu depuis 2014 sur les aspects sécurité et aéraulique pour accompagner VNF dans les études confiées à un bureau d'études. Concernant les aspects dépose des cintres, le pôle Géologie Géotechnique et Dimensionnement (GGD) a produit un diagnostic géotechnique général en 2015 dans lequel des mesures de convergences et un drainage étaient ciblés comme les premières mesures à entreprendre avant toute dépose. En 2016, ces mesures de convergences ont été réalisées par la Centrale d'Inspection Génie Civil (CI GC) du CETU. La CI et le pôle GGD ont également aidé au marché de drainage avec la rédaction des pièces techniques du marché et le piquetage des drains.

Contacts : johan.kasperski@developpement-durable.gouv.fr
xavier.ponticq@developpement-durable.gouv.fr



Christian George
responsable de l'unité
conduite d'opérations de la
direction territoriale
Nors-Est de VNF

Christian GEORGE, VNF Nord-Est

« L'appui technique apporté par les experts du CETU, sur les aspects aérauliques et également pour le génie civil, nous est absolument nécessaire pour mener à bien le programme global de sécurisation du tunnel de Mauvages »



Zone cintrée avec vue sur la passerelle sur laquelle criculent les vélos qui accompagnent les bateaux



Tête du tunnel côté Mauvages



Michaël Potier
chargé d'études
au pôle Sécurité (SEC)



Yohan Peru
chargé d'études au pôle
Géologie, Géotechnique
et Dimensionnement (GGD)



Cécile Boulogne
chef de la Centrale
d'Inspection Génie Civil du
pôle Matériaux, Structures
et Vie de l'Ouvrage (MSVO)

2016 : Une année riche en inspections et en campagnes de mesures

Inspections détaillées des équipements :

IDP Pas de l'Escalette, IDP Rocher de la Vierge, IDP Bois de Peu, IDP Fontain, IDP Nogent, IDP Bicêtre, IDP Porte d'Italie.

Audit équipements pour le compte de GRA :

Rocade L2 Est.

Campagne de mesures :

Mont-Blanc (particules et essais comparatifs de détecteurs de NO₂), les Écouges (vitesse moyenne du courant d'air naturel), Maurice Lemaire (qualification des performances d'éclairage).

Inspections détaillées Génie Civil :

IDP Talant, IDP partielle Baza, IDP Les Monts Sud, IDP Lioran, IDP second rameau de Ponserand, IDP Grand-Mare, IDP Rive de Gier, IDP les Échelles (CD73).

Mesures de convergences :

Siaix, galerie de sécurité du Lioran, Mauvages (VNF), Balesmes (VNF)

Contacts : christophe.banos@developpement-durable.gouv.fr (inspection des équipements)
sylvain.dulong@developpement-durable.gouv.fr (inspection du génie civil et mesures de convergences)
bruno.vidal@developpement-durable.gouv.fr (campagne de mesures)

Arriou-Cluc : la réhabilitation d'un tunnel de tramway

Le tunnel d'Arriou-Cluc est un ancien tunnel ferré pour tramway, situé sur la commune de Chèze dans le département des Hautes-Pyrénées. D'une longueur de 388 m, il longe la route départementale D921 entre Argelès-Gazost et Luz-St-Sauveur. Au droit du tunnel, cette portion de route est régulièrement exposée aux chutes de blocs provenant des falaises qui la surplombent, impactant en particulier les accès au col du Tourmalet via la commune de Luz et à plusieurs villages et stations de sport d'hiver des vallées de Luz et de Gavarnie.

Au cours de l'hiver et du printemps 2016, plusieurs épisodes de chute de blocs ont contraint le conseil départemental des Hautes-Pyrénées à fermer la RD921. L'utilisation temporaire et occasionnelle du tunnel d'Arriou-Cluc comme déviation provisoire permettrait de ne pas isoler les villages de la vallée de Luz. C'est pourquoi les services de l'État ont sollicité l'assistance du CETU pour l'analyse des modalités d'ouverture occasionnelle et temporaire du tunnel.

La mission réalisa dans un premier temps, un diagnostic de l'ouvrage permettant de conclure sur sa stabilité et sur les éventuels travaux de confortation qui apparaîtraient nécessaires.

Et dans un deuxième temps, le CETU organisa les modalités d'exploitation envisageables, notamment les équipements nécessaires a minima ainsi que les modalités réglementaires préalables pour une mise en service de l'ouvrage.

Contacts : yohan.peru@developpement-durable.gouv.fr
michael.potier@developpement-durable.gouv.fr



Tunnel d'Arriou-Cluc (Tête sud) et réparation des protections contre les chutes de blocs au-dessus de la RD921

Prendre

en compte le développement durable
dans les ouvrages souterrains



Florent Robert
chef du pôle Procédés de
Construction, Marchés et
Exécution (PCME)

Gérer les matériaux excavés

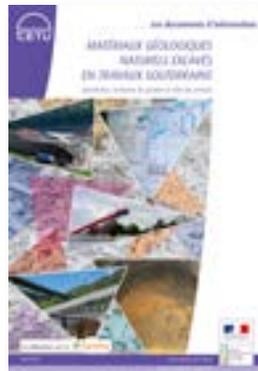
Le Grand Paris Express ou le Tunnel Euralpin Lyon-Turin et ses ouvrages d'accès : les futurs grands projets d'infrastructures de transport présentent des linéaires importants d'ouvrages et d'aménagements souterrains. De fait, ils vont générer des volumes importants de matériaux excavés.

Le CETU a publié un document d'information à l'intention des maîtres d'ouvrage sur la gestion des matériaux géologiques naturels excavés en travaux souterrains, élaboré en collaboration avec le CEREMA.

Ce document d'information s'adresse en premier lieu aux maîtres d'ouvrage de travaux souterrains afin de les sensibiliser à la gestion et l'emploi des matériaux excavés. Il aborde la spécificité des matériaux excavés en travaux souterrains, du fait des méthodes de creusement employées (creusement conventionnel ou mécanisé).

Trois scénarios sont déclinés selon que le maître d'ouvrage utilise les matériaux excavés dans le cadre de son chantier, ou dans le cadre d'un chantier relevant de la même opération, ou enfin s'il n'a pas l'utilité des matériaux excavés. Les principaux usages des matériaux excavés et les filières d'utilisation possibles sont identifiés.

Enfin, l'accent est mis sur le rôle des acteurs tout au long du déroulement de l'opération, depuis les études de définition, pendant les études de conception et lors de la réalisation du chantier. Ce document est complémentaire à la future recommandation du groupe de travail n° 35 de l'AFTES (Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain) qui décline notamment les aspects techniques et économiques de la gestion et l'emploi des matériaux excavés.



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



Marouane Yaghzar
chargé d'études
au pôle Ventilation
et Environnement (VE)

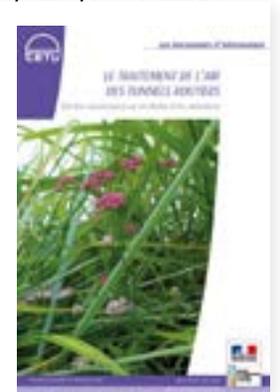
Quelles solutions pour limiter la pollution des tunnels ?

La qualité de l'air apparaît aujourd'hui comme un enjeu majeur pour la santé et l'environnement. Dans les projets récents de tunnel, le traitement de l'air est souvent proposé en réponse aux préoccupations de riverains, sans que cette solution ait fait l'objet d'une évaluation préalable sérieuse.

Le CETU a publié en 2016 une nouvelle version de son document d'information sur le traitement de l'air des tunnels routiers, afin de donner des éléments actualisés permettant d'étudier objectivement l'intérêt de ces solutions. La mise à jour inclut une présentation des techniques de traitement développées très récemment, ainsi qu'un retour d'expérience enrichi sur les installations plus anciennes déjà présentées dans les versions précédentes, datant de 1999 et 2010. Comme le rappelle ce document, la seule technique existant actuellement pour le traitement des particules est la filtration électrostatique. La technique principale de traitement du dioxyde d'azote est la dénitrification par absorption. Cependant, ces systèmes de traitement restent très rares dans le monde. Le CETU a mis en lumière les limites de ces technologies en matière d'efficacité, de fiabilité et de consommation énergétique, en s'appuyant principalement sur l'évaluation

approfondie de ces deux dispositifs menée en 2011 dans le tunnel de la M5 East près de Sydney. Le document donne des informations sur la mise à l'arrêt de certaines installations anciennes (tunnels norvégiens) et récentes (tunnel de la M5 East) du fait d'une efficacité trop faible au regard des coûts engendrés, aucune installation marquante n'ayant par ailleurs été réalisée en Europe depuis 2010 (tunnel du Mont-Blanc).

Le document actualisé propose également un tour d'horizon des dernières recherches conduites pour développer de nouvelles techniques, dont les plus récentes sont celles menées dans le tunnel Leopold II à Bruxelles pour la photocatalyse, le tunnel de la Croix-Rousse à Lyon pour le béton dépolluant, et la tranchée couverte Guy Môquet à Thiais pour la biofiltration. Même si certaines de ces nouvelles techniques se sont révélées prometteuses et ont dépassé le stade purement expérimental, leur efficacité pour un coût raisonnable reste encore à démontrer à ce stade.



Contact : marouane.yaghzar@developpement-durable.gouv.fr



Cédric Gaillard

chargé d'études au pôle
Géologie, Géotechnique et
Dimensionnement (GGD)



Thierry Panigoni

chargé d'études au pôle
Géologie, Géotechnique et
Dimensionnement (GGD)

Maîtriser les impacts environnementaux liés aux travaux à l'explosif

Lors de la réalisation d'ouvrages souterrains en méthode conventionnelle, les travaux menés à l'explosif font classiquement l'objet d'une évaluation et d'une vérification des impacts environnementaux. Les tirs de reconnaissance menés en amont des travaux servent à révéler les particularités de la propagation des vibrations dans le site, notamment au droit des structures sensibles les plus proches. Quant au contrôle des vibrations lors du creusement de l'ouvrage, il permet de s'assurer que les impacts auprès des riverains soient bien limités, ou le cas échéant de piloter le chantier afin de minimiser ces impacts.

Les missions de mesure des vibrations générées par les tirs à l'explosif menées par le CETU sont à chaque fois adaptées au site. Pour suivre au mieux les impacts environnementaux, le CETU :

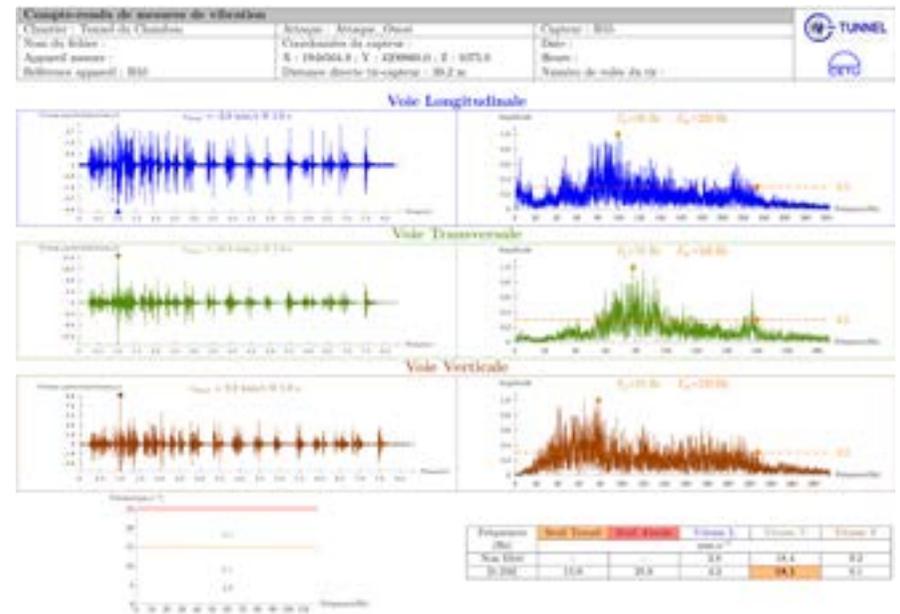
- **recherche l'implantation optimale des capteurs**, en tenant compte du contexte géologique entre les tirs et les points de mesure, en privilégiant le scellement des capteurs sur les structures portantes situées au plus près du terrain,
- **adapte et déploie le dispositif de mesure aux conditions de terrain, même les plus reculées**, que ce soit par des interventions sur cordes pour l'auscultation de secteurs difficiles d'accès, par l'alimentation autonome des appareils de mesure via des générateurs photovoltaïques, ou par le rapatriement des mesures par télétransmission,
- **dresse des comptes rendus de mesures affichant clairement les paramètres vibratoires principaux nécessaires au suivi du creusement**. Le CETU utilise V-Tunnel, un logiciel de dépouillement des mesures développé en interne.

En 2016, le CETU est intervenu sur plusieurs ouvrages dans le cadre de missions de mesure de vibrations : déviation du tunnel du Chambon – Mizoën (38), tunnels du BPNL (Boulevard Périphérique Nord de Lyon) – Lyon (69), tunnel de Propriano (2B), tunnel du Fréjus – Modane (73), tunnel Euralpin Lyon Turin – St-Martin-la-Porte (73).

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



Autonomie des appareils de mesure (générateur photovoltaïque, télétransmission)



Compte rendu des mesures de vibration édité avec le logiciel V-Tunnel



Laetitia
D'Aloia-Schwartzentruber
chargée de mission
Développement Durable

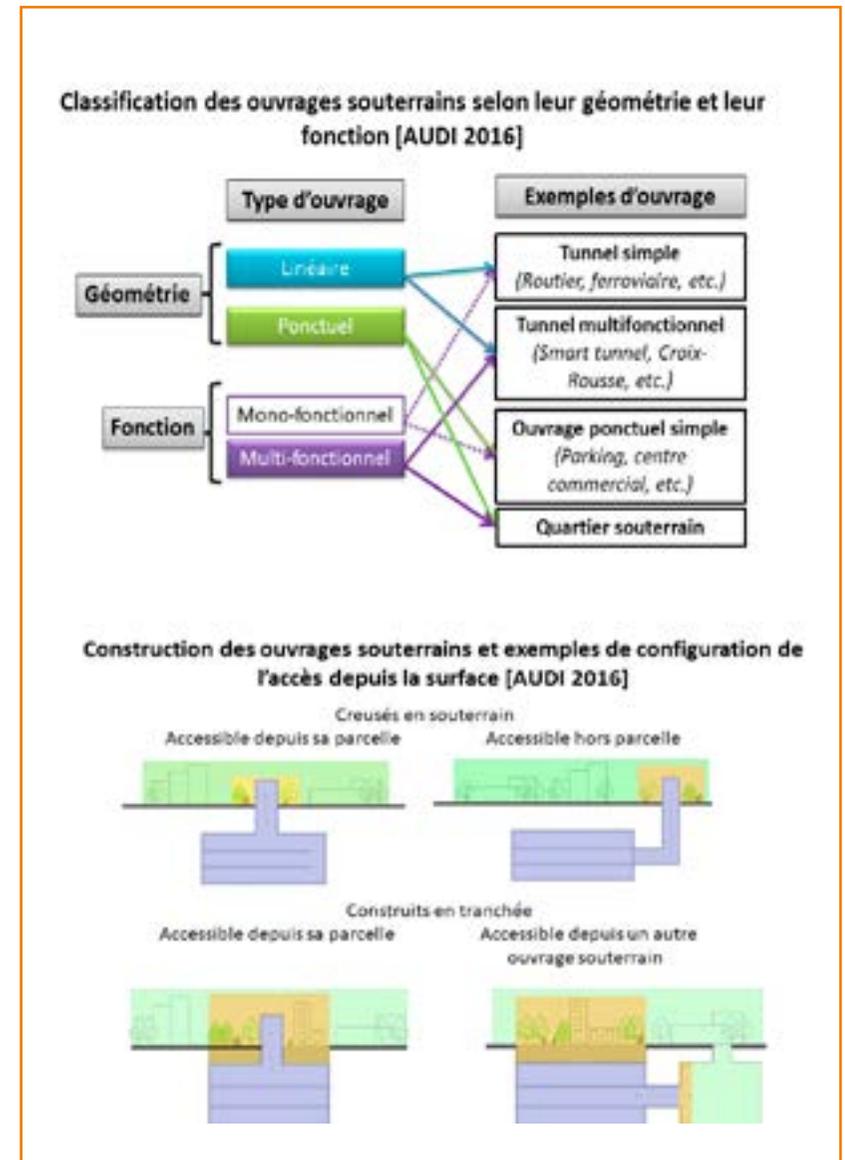
Construire la ville durable en intégrant les potentialités du sous-sol

Le projet national Ville 10D vise à promouvoir l'utilisation du sous-sol et à démontrer son intérêt comme espace de projets dans une approche tridimensionnelle de l'aménagement urbain. La bonne articulation de la surface et du sous-sol peut ainsi offrir de nouvelles opportunités, sous réserve de lever un certain nombre de freins que les acteurs du projet de recherche se sont efforcés d'identifier et de circonscrire.

La deuxième tranche du projet, finalisée en 2016, a permis d'avancer sur les outils et éléments de compréhension de l'apport du sous-sol ; le CETU a plus particulièrement animé les travaux touchant au volet environnement et analyse du cycle de vie. Il a co-encadré l'aboutissement de la thèse de Yaarob Audi, soutenue en fin d'année, qui approfondit et quantifie les avantages des aménagements souterrains, dans une approche comparée entre surface et sous-sol. Ce travail ouvre de très intéressantes perspectives qui complètent les approches économiques ou sociales menées par d'autres acteurs du projet national.

Soulignons aussi l'animation d'un groupe de travail qui se concentre sur les aspects réglementaires liés à la sécurité, essentiellement pour étudier comment faire évoluer le cadre actuel, initialement dérivé des règles applicables en surface et donc mal adapté pour traiter les ouvrages souterrains surtout s'ils sont complexes et profonds.

Contacts : laetitia.daloia@developpement-durable.gouv.fr
michel.deffayet@developpement-durable.gouv.fr



Participer

aux projets d'ouvrages souterrains



Hélène Mongeot
chef du pôle Exploitation
(EXP)

Accompagner la réalisation d'une opération complexe en PPP : la Rocade L2

La rocade L2 de Marseille (A507) est une autoroute urbaine à 2x3 voies, qui assurera à terme le contournement du centre-ville de Marseille entre l'A50 et l'A7. Son tronçon Est a été ouvert à la circulation en novembre, et doit être complété par le tronçon Nord début 2018.

Cette rocade sera enterr e sur environ 60% de ses 10 km de longueur, grâce à la construction de 9 tranchées couvertes, dont 2 mesurent plus d'1 km, pour un trafic routier estimé jusqu'à 120 000 véhicules par jour.

Ce projet, qui a été repris par l'état dans les années 1980, a fait l'objet en 2010 d'un appel d'offres sur le financement, la conception, la réalisation et l'entretien, devenant ainsi le premier projet routier réalisé en France en contrat de PPP (Partenariat Privé Public). Aujourd'hui, son exploitation est assur e par la DiR Méditerranée, aux côtés de la SRL2 qui est titulaire du contrat de partenariat pour 30 ans.

C'est dans ce contexte particulier que le CETU intervient auprès des services de l'état sous différentes formes.

Lors des étapes d'études amont, le CETU a été mobilisé pour son expertise sur les tranchées couvertes auprès de la DREAL PACA, sur différents volets relevant de la géométrie (prise en compte des équipements dans le profil en travers, visibilité...), des équipements et dispositions de sécurité ou la tenue au feu. Depuis le lancement de la procédure de PPP, cette assistance en expertise s' st étendue à la DIT (Département PPP), tout particulièrement à l'occasion de la rédaction du programme fonctionnel détaillé puis du dialogue compétitif.

Depuis l'attribution du contrat de partenariat en 2013, les modes d'intervention se sont encore diversifiés. L'assistance auprès de la DREAL PACA s' st concentr e sur le volet du traitement de l'air, l'assistance à la DIT s' st élargie à des interventions de type audit aux côtés de GCA dans le cadre des opérations de l'état avant mise en service. Enfin une assistance à la DiR Méditerranée a été mise en place sur le PIS et les dispositions d'exploitation et de sécurité des tranchées couvertes.

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



L2 Est intérieur de Tranch e Couverte avant mise en service



L2 Est vue extérieure



Yohan Péru
chargé d'études au pôle
Géologie, Géotechnique et
Dimensionnement (GGD)



Nicolas Berthoz
chargé d'études au pôle
Géologie, Géotechnique et
Dimensionnement (GGD)

Aider les maîtres d'ouvrages à réussir leurs travaux au microtunnelier

L'année 2016 a été marquée par un investissement significatif du CETU dans le champ des travaux au microtunnelier. Cet investissement s'est notamment traduit par une mission d'assistance à maîtrise d'œuvre de la société Aéroports de Paris pour le creusement d'une galerie d'assainissement de 2,5 m de diamètre intérieur et 1300 m de long. Située dans la zone réservée de l'aéroport Roissy Charles de Gaulle, cette galerie permettra, à terme, de gérer de manière indépendante les eaux chargées en effluents (glycols, formiates...) et les eaux propres de l'ensemble de la plateforme de l'aéroport. Cinq puits, allant jusqu'à 17 m de profondeur et réalisés en méthode traditionnelle (soutènement par liernes métalliques et bastings de bois), complètent le projet. Les principales difficultés de cette opération résultent :

- des dimensions importantes de la galerie à réaliser au microtunnelier,
- des caractéristiques mécaniques des terrains traversés (sables d'Auvers et de Beauchamp majoritairement) pouvant présenter d'une part des franges pulvérulentes augmentant le risque de coincement de

la machine, et d'autre part des blocs de grès augmentant l'usure des outils de coupe et les risques de déviation de la machine,

- des contraintes aéroportuaires (contrôle d'accès strict, hauteur des engins limitée...).

Le CETU est intervenu fin 2015 pour la rédaction du dossier de consultation des entreprises, puis début 2016 pour l'analyse des offres et la mise au point du marché. Le groupement Eiffage / Valentin a ainsi été retenu. Le deuxième semestre 2016 a été marqué par la réalisation de la plupart des puits, et la mise en place du microtunnelier. Ce dernier a débuté le creusement le 17 février 2017.

Le CETU est également intervenu en 2016 en tant qu'assistant à maître d'ouvrage de la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) pour le creusement, au microtunnelier, de plusieurs passages à faune à faible profondeur sous l'autoroute A35 à Strasbourg. La DREAL a également sollicité le CETU fin 2016 pour une assistance dans le cadre d'un projet souterrain de passe à poissons sous le canal du Rhin, à Vogelgrün (68).



Le microtunnelier du projet Aéroports de Paris à Roissy avant et après sa mise en place dans le puits de départ.

Contacts : yohan.peru@developpement-durable.gouv.fr
nicolas.berthoz@developpement-durable.gouv.fr



Serge Zappelli
chargé d'études au pôle
Procédés de Construction,
Marchés et Exécution
(PCME)

L'amélioration de la sécurité du tunnel de Baza

Situé dans la ville d'Aubenas, le tunnel de Baza est un ouvrage routier bidirectionnel de 330 mètres, mis en service en juillet 1996 pour désengorger le centre-ville de la circulation des véhicules.

Accompagnée par le CETU, la DiR Massif Central s'est engagée depuis 2006 dans un programme de mise en sécurité du tunnel de Baza, qui s'est conclu après deux mois de préparation par le démarrage des travaux au mois de novembre 2016.

Totalement fermé pendant quatre mois, le tunnel a fait l'objet de travaux pour le génie civil, la création d'une galerie de secours, l'agrandissement du bassin TMD (Transport de Marchandises Dangereuses), l'extension du local technique, la remise à niveau de l'assainissement et la reprise complète

des équipements pour passer le tunnel du niveau de surveillance de D1 à D4.

En 2016, les travaux se sont concentrés principalement sur le creusement et le soutènement de la galerie de secours, l'agrandissement du bassin TMD et l'extension du local technique.

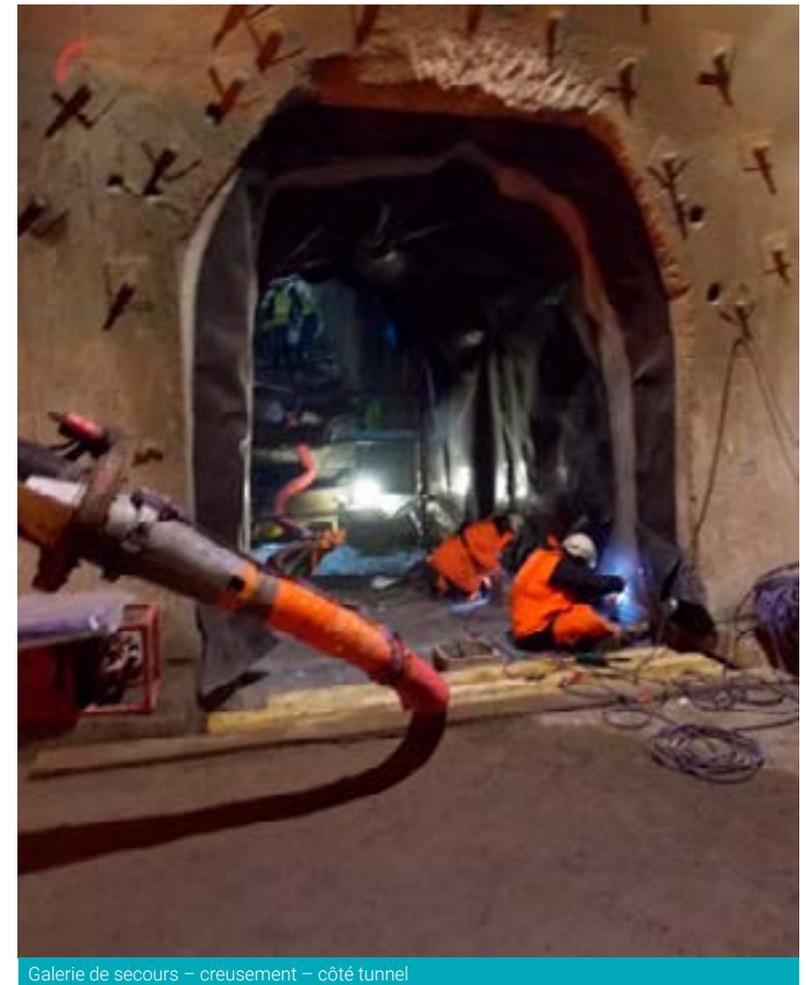
Le 16 décembre 2016, pour la fin du creusement de la galerie de secours, qui a eu lieu le 10 décembre, une cérémonie en présence du préfet et des élus a été organisée par la DiR Massif Central.

Le CETU a apporté son expertise pluridisciplinaire non seulement en génie civil mais aussi en équipements. A noter que le tunnel de Baza sera le premier ouvrage sur le réseau routier national non concédé totalement équipé par un système d'éclairages LED.

Contacts : serge.zappelli@developpement-durable.gouv.fr
severine.besson@developpement-durable.gouv.fr



Galerie de secours – signalétique - côté tunnel



Galerie de secours – creusement – côté tunnel



Séverine Besson
adjointe au chef de pôle
Equipements Electriques
et de Gestion (EEG)



Thierry Manuguerra
chef de pôle
Equipements Electriques
et de Gestion (EEG)

Optimiser l'éclairage des tunnels : un enjeu majeur pour les maîtres d'ouvrage

Le domaine de l'éclairage connaît des évolutions technologiques importantes. L'obsolescence et le vieillissement des installations, les évolutions technologiques, les préoccupations de maîtrise des coûts conduisent les maîtres d'ouvrages à solliciter le CETU pour des missions d'assistance dans le domaine de l'éclairage.

Hors ventilation, l'éclairage des tunnels est le premier poste de dépense énergétique d'un tunnel routier. Dans ce domaine technique bien spécifique aux tunnels, le CETU a développé une expertise reconnue (dossier pilote éclairage, logiciel de prédimensionnement éclair-tunnel...). Il participe à des groupes de travail nationaux et internationaux pour faire évoluer la doctrine (Cluster Lumière, CIE, AFE...). Il conduit également, en partenariat, des expérimentations dans ce domaine.

En 2016, plusieurs études ont été engagées pour assister des maîtres d'ouvrage dans le diagnostic, l'expertise, le dimensionnement et les propositions d'amélioration de leurs installations :

- le Conseil départemental de la Drôme (Grands Goulets et Saint Vallier),
- la société APRR (Maurice Lemaire),
- le Conseil Départemental Indre et Loire (Boulevard Périphérique de Tours),
- la société SANEF (tunnels sur A14),
- la DiR EST (Fontain),
- la Ville de Paris (Porte de Vanves)

Des études ont été également entreprises pour éclairer les tunnels de modes doux (CD 73 Villaret du Nial) et de manière générale aider les maîtres d'ouvrages et exploitants de tunnels en construction ou rénovation.

Dans plusieurs cas, ces études ont permis de réduire les consommations énergétiques, sans impacter la sécurité des usagers.

Pour le CETU, il s'agit aujourd'hui d'identifier des solutions innovantes, tant du point de vue de l'architecture que de l'équipement (luminaire et source) ou du pilotage des installations, mais aussi de faire évoluer les pratiques.

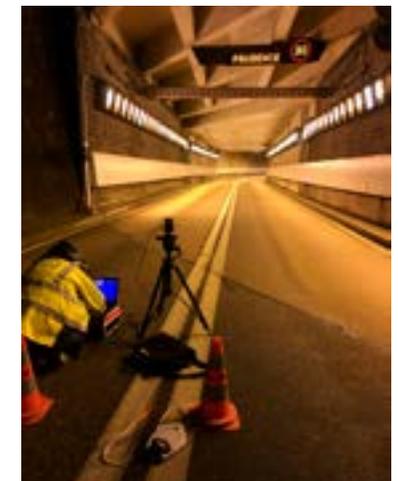
Contacts : severine.besson@developpement-durable.gouv.fr
thierry.manuguerra@developpement-durable.gouv.fr



Tunnel de Fontain, optimisation des niveaux d'éclairage en fonction de la luminosité extérieure



Tunnel de Fontain, mesures avec photoluminancemètre



Tunnel Maurice Lemaire, économie d'éclairage suite à l'expertise CETU

Bilan du suivi de travaux du tunnel de Saint-Béat

Après trois ans de travaux de génie civil, le tunnel de Saint-Béat a fait l'objet d'un bilan de sa construction et de la réalisation de ses galeries de secours. L'objectif de ce bilan est de faire évoluer la conception des projets neufs grâce au retour d'expérience.

Les analyses ont identifié des méthodes et des procédures permettant d'améliorer la conception des ouvrages. Par exemple : le suivi de la pression du béton sur le coffrage qui peut provoquer sa déformation ou sa rupture ; les mesures pendant la période de projection. Les données analysées serviront à alimenter les spécifications dans les marchés des travaux. Elles aideront à prévenir les désordres qui peuvent intervenir pendant la vie de l'ouvrage.

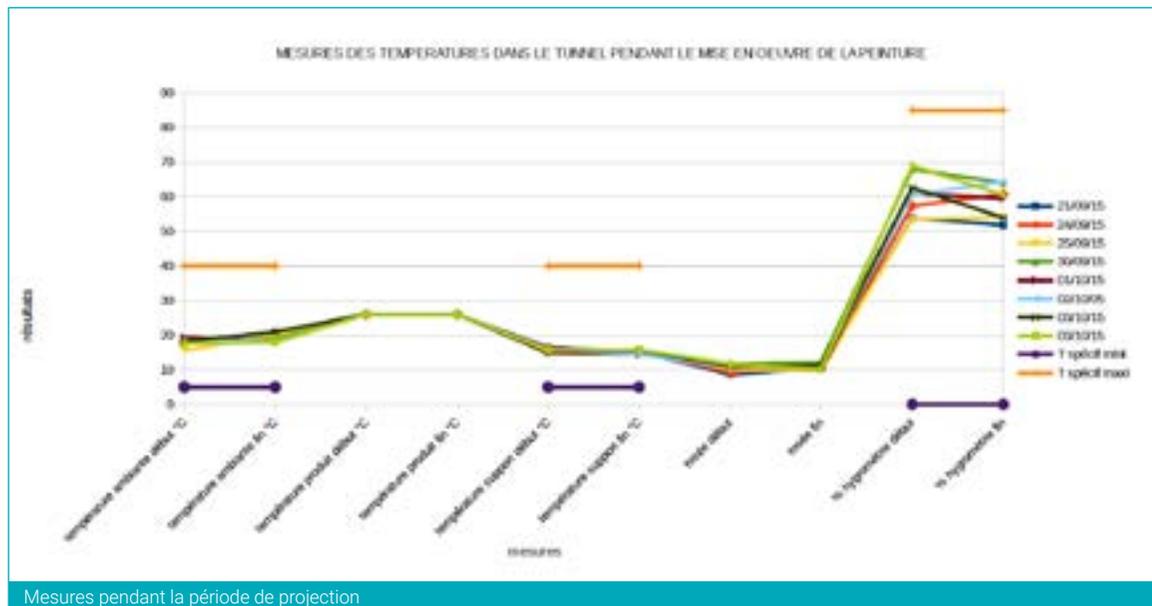
Contact : serge.zappelli@developpement-durable.gov.fr



Station de ventilation nord



Tunnel de Saint Béat



Projet CIGÉO

Le 17 novembre 2016, le CETU est intervenu à Paris lors de la journée d'audition de l'ANDRA (Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs) par la Commission Nationale d'Evaluation spécifiquement missionnée. Les présentations et les discussions ont porté sur les études en cours pour préparer la Demande d'Autorisation de Création de CIGÉO (centre industriel de stockage géologique) prévue pour 2018. Fort de son expérience, le CETU a présenté les grands principes et les éléments clés de la conception et du dimensionnement des ouvrages souterrains.

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



CIGÉO



CIGÉO

Galerie scientifique du CNRS : des espaces souterrains complexes qui nécessitent une assistance technique

Le Centre national de Recherche scientifique (CNRS) souhaite réaliser une galerie scientifique (projet MIGA) à proximité des anciennes installations militaires souterraines de Rustrel (84). Le CETU intervient en tant qu'assistant à maître d'ouvrage et a permis au CNRS de recruter un maître d'œuvre en 2016. La conception de l'ouvrage est en cours avec une ambition de fin de travaux prévue en 2020.

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



Tunnel du Fréjus

Réalisation de la galerie de sécurité du tunnel du Fréjus

Construit dans les années 70, le tunnel routier du Fréjus est l'un des grands tunnels français, car il présente une longueur de plus de 13km et se trouve sous une couverture de terrain de plus de 1700 mètres au plus profond. Il s'inscrit dans un contexte géotechnique difficile qui nécessite une vigilance et une surveillance particulière. Dans le cadre des travaux de réalisation de la galerie de sécurité, le CETU apporte son assistance technique et son expertise à la SFTRF (Société Française du Tunnel Routier du Fréjus), en charge de l'exploitation du tunnel, pour garantir la pérennité de l'ouvrage.

Contact : emmanuel.humbert@developpement-durable.gouv.fr



Sécurisation de la RN90, dans les gorges de Ponserand

Au niveau du tunnel de Ponserand (73), les deux voies montantes de la RN90 restent soumises à un risque rocheux. Un projet de sécurisation de ce tronçon est conduit par la DIR Centre-Est. Dans le cadre de l'actualisation des études d'opportunité, le CETU a mis à jour les études techniques sur deux variantes en tunnel en rive droite de l'Isère. Les sept variantes envisagées (protection sur place, tunnels, viaduc, galerie pare-blocs) feront prochainement l'objet d'une concertation au niveau local qui permettra d'orienter la poursuite des études.

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

Animer

les réseaux nationaux
et internationaux



Florent Robert
chef du pôle Procédés de
Construction, Marchés et
Exécution (PCME)

La délégation Sud-Est de l'AFTES toujours aussi active en 2016

En 2016, le CETU a pris en charge l'animation de la délégation régionale Sud-Est de l'AFTES, l'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain. Florent Robert succède à Jean-François JABY qui, durant plusieurs années, a donné une dynamique à la délégation.

Plusieurs journées techniques et visites ont été organisées durant l'année. Notamment : **Le 8 avril, journée technique** tenue dans les locaux du CETU consacrée aux **équipements et à leurs interactions avec le génie civil** : une centaine de personnes ont évoqué les enjeux d'une bonne prise en considération des questions d'équipements et d'exploitation dans la conception du génie civil des ouvrages souterrains.

Le 18 mai, visite des travaux de la descenderie de Saint-Martin la Porte (TELT : Tunnel Euralpin Lyon-Turin). La délégation Sud Est de l'AFTES a été accueillie par l'entreprise Spie.

Le 26 août, visite des travaux du tunnel du Chambon, à la suite du glissement de terrain qui a obstrué le tunnel existant.

La délégation Sud Est a été reçue par l'entreprise Eiffage.

Le 14 octobre, journée technique consacrée aux **grands aménagements souterrains**. Cette journée organisée à Lyon a accueilli près de 200 personnes. Plusieurs grands projets d'aménagements souterrains (Part Dieu, Monaco, La Défense, Marseille, CIGEO : Centre Industriel de stockage géologique...) ont été présentés en détail.

Le 2 novembre, visite des travaux dans les tunnels du Boulevard Périphérique Nord de Lyon. L'entreprise Razel Bec a présenté son organisation pour prendre en compte les fortes exigences de ce chantier qui se déroule essentiellement de nuit.

Le 2 décembre, fête de la Sainte Barbe au tunnel du Chambon : les délégations de l'AFTES et de l'AFGC (Association Française de Génie Civil), ainsi que le Syndicat des travaux souterrains de la FRTP (Fédération Régionale des Travaux Publics) ont été accueillies par l'entreprise Eiffage pour une présentation des travaux du tunnel, avec la traditionnelle bénédiction de la statuette de Sainte Barbe.



Michel Deffayet
Directeur du CETU

Une année riche pour les réseaux professionnels des infrastructures et des travaux souterrains

L'année 2016 de l'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES) a été riche en événements et rencontres. Le CETU est resté très impliqué à la fois dans l'animation et dans les travaux de l'association.

On retiendra particulièrement la finalisation des textes des recommandations des groupes GT32 et GT16 qui traitent respectivement de la contractualisation des risques et de la maîtrise des impacts sur les avoisinants lors de la construction des ouvrages souterrains. Ces textes, qui touchent à des questions sensibles d'organisation et de responsabilités, ont donné lieu à de nombreux débats au sein de la profession.

Les journées d'échanges organisées à Lyon ont permis d'abord de sensibiliser les constructeurs d'ouvrages à la problématique des équipements et de l'exploitation, puis de faire un tour d'horizon des grands projets d'aménagement.

Le Cluster régional INDURA a une vocation différente mais contribue lui aussi à l'animation des milieux professionnels. Il aborde plus largement la question des infrastructures en promouvant l'innovation et la recherche appliquée, avec l'objectif de mobiliser les PME et de les rapprocher des centres de recherche pour monter ensemble des collaborations et développer de nouveaux produits ou méthodes.

Le CETU apporte son expérience et son réseau dans le domaine des ouvrages souterrains. Il y a encore peu de projets collaboratifs organisés sur ce thème dans le cadre du cluster, mais la rapide évolution des méthodes et des outils laisse augurer de très intéressantes perspectives.

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

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



L'ASQUAPRO : Le réseau des acteurs des bétons projetés

Le CETU est toujours très impliqué dans le domaine des bétons projetés, en lien avec de nombreux partenaires : l'ASQUAPRO, dont il préside l'association et le comité technique ; l'AFTES, dont il anime le groupe de travail dédié à ce sujet ; mais aussi la RILEM (Union internationale des laboratoires et des experts Matériaux, systèmes et structures de construction), l'AITES (Association Internationale des Tunnels et de l'Espace Souterrain), et plus récemment, l'AFGC, ainsi que deux commissions de normalisation de l'AFNOR (Association Française de normalisation) et du BNTRA (Bureau de normalisation des Transports des routes et de leur aménagement).

Ses actions se sont largement concrétisées en 2016 :

- organisation de la 1ère journée ASQUAPRO de démonstration de projection,
- rédaction d'un document d'aide à la rédaction des CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières) sur les bétons projetés par voie mouillée pour les soutènements de tunnels (document conjoint CETU-ASQUAPRO, en collaboration avec le CEREMA),
- publication d'articles,
- présentation des résultats de la campagne d'essais partenariale sur le fluage des bétons projetés renforcés de fibres (congrès de la RILEM FRC-CREEP, WTC 2016, mardis de l'AFTES).

Contacts : catherine.larive@developpement-durable.gouv.fr
david.chamoley@developpement-durable.gouv.fr

Le CETU participe au Workstream « Tunnel Safety »

Animé par le Rijkswaterstaat, le Ministère de l'Infrastructure et de l'Environnement des Pays-Bas, ce groupe de travail réalise un benchmarking des réglementations et des pratiques en matière de sécurité et exploitation des tunnels. Cette étude comparative concerne quatre pays ou régions membres : Pays-Bas, Royaume-Uni, Flandres et France. Le CETU y participe depuis 2012. En 2016, après une réunion du groupe tenue dans les locaux du CETU, la première communication du Workstream à un public d'exploitants s'est tenue devant le GTFE, lors de sa réunion d'automne à Archamps.

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

Accompagner les professionnels dans le domaine de l'étanchéité

Le fascicule 67 titre III du CCTG traite des procédés d'étanchéité les plus couramment utilisés en ouvrages souterrains. Au total, il comptabilise dix familles de procédés. Constituée d'experts représentatifs de l'ensemble des acteurs de la construction, la commission Avis technique du CETU met au point et tient à jour un ensemble de spécifications pour chacune de ces familles. A partir de ces spécifications et d'autres critères, elle délivre des avis techniques qui peuvent être consultés sur le site Internet du CETU.

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

Congrès de la SIM : des liens avec la profession des carriers

Le congrès-exposition de la Société de l'Industrie Minérale (SIM) s'est tenu du 11 au 14 octobre 2016 à Grenoble. Les travaux du groupe de travail n° 35 de l'AFTES, relatifs à la gestion et à l'emploi des matériaux excavés, ont été présentés pendant le congrès par Jacques Burdin, animateur du groupe de travail. Présent au congrès, le CETU a contribué à la rédaction de la recommandation du groupe de travail.

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

La formation des acteurs à l'international

ITA-CET est le comité chargé des activités de formation de l'association internationale des tunnels. Depuis plusieurs années, le CETU y contribue activement en participant à l'organisation et la coordination des différentes sessions de formation courtes qui sont proposées dans de nombreuses régions du monde. De plus en plus régulièrement, des représentants du CETU animent une partie des conférences qui y sont dispensées. En octobre 2016, une session spéciale concernant les méthodes de conception des tunnels s'est tenue au Bhoutan, l'occasion pour Emmanuel Humbert de diffuser le savoir-faire du CETU et de la France dans ce pays en plein développement.

Contact : emmanuel.humbert@developpement-durable.gouv.fr



Marc Tesson
chargé de mission Réseaux
Internationaux et Animation
de la Recherche

AIPCR : le CETU prend en charge le pilotage du comité technique des tunnels routiers

En 2016, le CETU a pris en charge le pilotage du Comité Technique des tunnels routiers de l'AIPCR. Orientée vers l'exploitation des tunnels routiers, cette instance comprend près de 140 personnes représentant une trentaine de pays répartis sur les 5 continents. Deux réunions ont été tenues en 2016, à Paris puis à Saragosse en Espagne.

Les Comités techniques de l'AIPCR ont vocation à rassembler des experts de nombreux domaines, nommés par les pays membres pour travailler sur les thématiques définies dans le Plan stratégique de l'Association. Ils permettent à leurs membres d'accéder à l'information et au savoir-faire au niveau international, de développer leur expérience professionnelle et d'élargir leur réseau au bénéfice de tous les acteurs nationaux. Parmi les 17 comités techniques de l'AIPCR, le comité en charge de l'exploitation des tunnels est l'un des plus actifs.

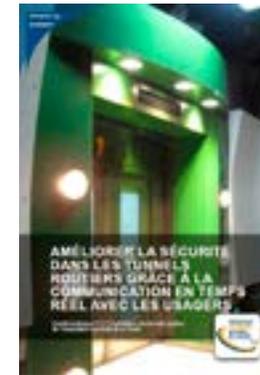
Durant la période 2016-2019, ce Comité Technique poursuivra les travaux réalisés avec succès durant les cycles précédents, notamment sur les sujets suivants :

- La fiabilité, la disponibilité, la maintenance et la sécurité des équipements,

- La conception des garages et des obstacles latéraux,
- La prise en compte des enjeux liés aux personnes à mobilité réduite,
- Les tunnels routiers dans les systèmes multimodaux,
- La mise à jour des données relatives aux émissions de véhicules,
- La mise à jour du logiciel DGQRAM sur l'évaluation des risques liés au transit des TMD en tunnel,
- Le manuel des tunnels routiers.

Afin de préparer le prochain cycle (2020-2023), le Comité Technique prévoit également d'assurer une veille technologique sur d'autres sujets présentant des enjeux en tunnel.

Marc Tesson et Jean-Claude Martin sont respectivement Président et Secrétaire francophones du Comité Technique, d'autres experts du CETU étant également impliqués dans les six groupes de travail.



Les membres du comité tunnels lors de la réunion d'Octobre 2016 à Saragosse

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

Développer,
capitaliser et diffuser la connaissance



Emmanuel Humbert
chargé d'études au pôle
Procédés de Construction,
Marchés et Exécution
(PCME)

L'aboutissement de 5 ans de travaux sur la maîtrise des risques techniques et économiques

Initié en 2011, l'axe stratégique n°5 « maîtriser les risques techniques et économiques liés à la construction », a été évalué le 8 novembre 2016. Ce travail de recherche répondait à l'objectif d'anticiper et contenir les difficultés et surcoûts qui pourraient survenir lors de la réalisation d'un ouvrage souterrain, et de proposer des outils et des recommandations pour mieux maîtriser les risques des projets des tunnels.

Les travaux de cet axe sont partis du principe suivant : dans la plupart des cas, des événements imprévus peuvent davantage être identifiés et encadrés, qu'ils proviennent d'incertitudes liées aux hypothèses de conception ou simplement du programme de déroulement des études. Ainsi, les risques qui en découlent sont mieux maîtrisés.

Le périmètre de travail a identifié quatre enjeux importants pour la maîtrise des risques :

- les risques géologiques,
- le creusement au tunnelier,
- le programme de l'ouvrage et le déroulement des études,
- la gestion contractuelle des risques pendant les travaux.

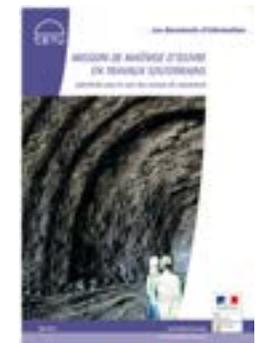
A l'issue de ces travaux qui ont mobilisé plus de 1300 jours de travail des agents du CETU, plusieurs documents ont été publiés. Ils sont disponibles aujourd'hui en téléchargement directement et gratuitement sur le site internet du CETU :

- 1. Le Document d'information sur le prix des tunnels :** il fournit de nombreux repères pour l'évaluation du coût d'une opération en croisant différentes approches économiques.
- 2. Le Guide d'application du fascicule 69 :** ce document consacre un volet au management des risques et propose une méthodologie pour la mise en œuvre des principes introduits par le nouveau fascicule 69, document phare de la gestion contractuelle du creusement des tunnels en France.
- 3. Le Document d'information sur les missions de maîtrise d'œuvre en travaux souterrains :** il fournit un cadre précis pour la définition du travail du maître d'œuvre pendant les opérations de creusement. Par ailleurs, le CETU est sur le point de finaliser le **Document d'information pour la conduite des études** qui clarifie et détaille les différentes étapes du processus d'étude et articule son déroulement avec la démarche de management des risques préconisée.

En parallèle de ces documents diffusés à l'extérieur, des travaux internes ont conduit à consolider l'expertise du CETU, notamment dans le domaine des risques géologiques et des tunneliers puis à valoriser et diffuser l'ensemble du travail par diverses actions de communication et de formation.

La commission d'évaluation qui a regroupé des experts et spécialistes extérieurs au CETU (EGIS, TELT, INERIS, IFSTTAR, SETEC, DGITM) a salué « la qualité de la production technique et scientifique du CETU, ainsi que le lien que le CETU tisse avec le monde académique et professionnel. »

La thématique de la maîtrise des risques se poursuit aujourd'hui au travers des travaux de l'axe stratégique n°9 qui vise également, entre l'approfondissement du management des risques, à mieux maîtriser l'impact de la construction sur les ouvrages avoisinants et à mieux connaître les spécificités des tunnels à grande profondeur.



Contact : emmanuel.humbert@developpement-durable.gouv.fr

Un document d'information pour mieux évaluer le prix des tunnels

La maîtrise des coûts demeure un enjeu important dans le domaine des travaux souterrains, du fait notamment des incertitudes liées au sous-sol. Le CETU a publié un document d'information sur le prix des tunnels.

Ce guide s'appuie sur des retours d'expérience menés depuis plusieurs années par le CETU dans ce domaine, ainsi que sur des outils développés pour estimer le prix des ouvrages, en tenant compte notamment des cadences de creusement.

Le document se présente sous la forme de fascicules :

- le fascicule 0 décrit le périmètre du document et les données d'entrée pour l'estimation ;
- le fascicule 1 décrit les provisions et autres postes de l'enveloppe prévisionnelle plafond ;
- le fascicule 2 fournit des éléments de coût pour les travaux de génie civil du tunnel en section courante ;
- le fascicule 3 fournit des éléments de coût pour les travaux de génie civil des ouvrages émergents ;
- le fascicule 4 fournit des éléments de coût pour les travaux d'équipements de sécurité et d'exploitation – ventilation et métallerie, pour les ouvrages routiers.

Deux autres fascicules viendront compléter ultérieurement

le document :

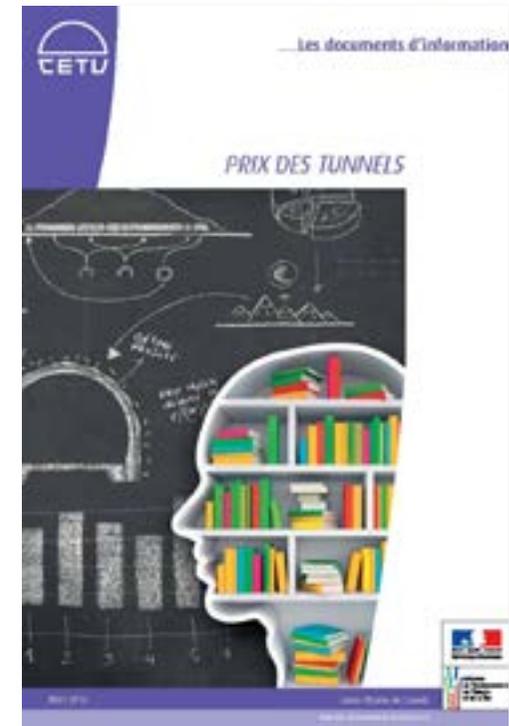
- le fascicule 5 fournira des éléments de coûts pour les travaux d'équipements de sécurité et d'exploitation concernant les autres équipements ;
- le fascicule 6 fournira des éléments sur les coûts d'exploitation.

Les éléments de coût pour les travaux de génie civil sont donnés pour les ouvrages routiers et ferroviaires, sur les principales géométries transversales rencontrées, grâce à une collaboration avec SNCF Réseau.

Partagé par l'ensemble de la profession, l'objectif du CETU est d'élargir ce retour d'expérience au maximum (notamment les ouvrages de métros) afin de poursuivre cette tâche de capitalisation des données, en associant le plus possible les bureaux d'études et en sensibilisant les maîtres d'ouvrage. À terme, le CETU souhaite mettre en place et piloter un observatoire des prix en collaboration avec la profession.

Contact :

florent.robert@developpement-durable.gouv.fr



Camion de marchandises dangereuses

Analyser et maîtriser les risques en exploitation

Assurer la sécurité des usagers se trouvant dans un tunnel est un des objectifs majeurs de la conception et de l'exploitation des tunnels routiers. C'est pourquoi un axe stratégique de recherche et de doctrine sur l'analyse et la maîtrise des risques en exploitation a été engagé. L'objectif est d'améliorer la maîtrise des risques en tunnel dans un souci de pragmatisme et de rationalisation des coûts.

- **1^{ère} action de recherche** : le logiciel modèle DG-QRAM, un incontournable de l'évaluation des risques liés au transport de marchandises dangereuses.

Le CETU assure le pilotage de la mise à jour et l'amélioration du logiciel DG-QRAM. L'AIPCR est maître d'ouvrage. Huit pays sont impliqués au titre du financement et/ou du suivi technique. Au cours de l'année 2016, un consultant a été désigné pour contribuer au recrutement et

au suivi du prestataire qui mettra à jour le logiciel. Concernant son amélioration, 29 propositions ont fait l'objet d'une analyse multicritère.

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

- **2^{ème} action de recherche** : une réflexion sur la fiabilité des équipements, dans une logique de sûreté de fonctionnement.

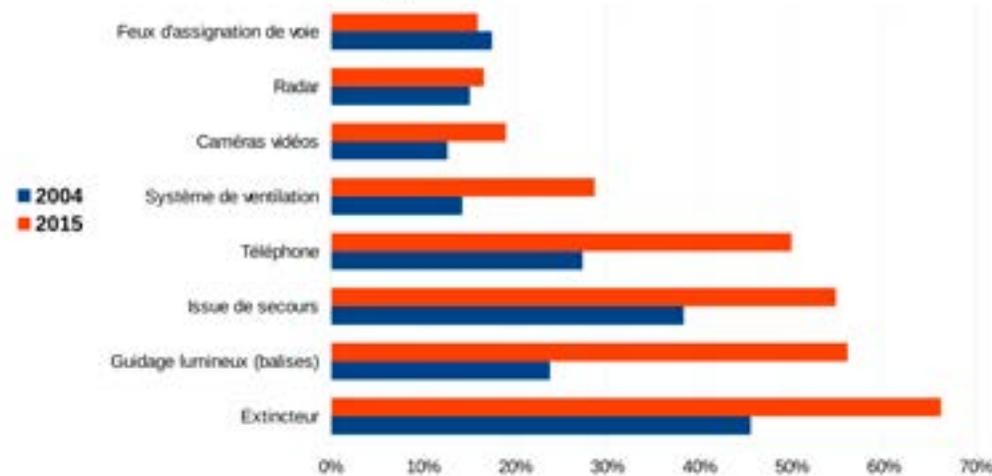
La sécurité dans les tunnels repose sur des systèmes techniques, devenus nombreux et complexes, et qui ne fonctionnent pas toujours de la façon prévue. C'est pourquoi le CETU a engagé une réflexion sur la fiabilité des équipements en collaboration avec le bureau d'étude APAVE. L'objectif est de construire une méthodologie pragmatique pour intégrer la sûreté de fonctionnement dans la conception, l'architecture et la maintenance de ces équipements.

Contacts : severine.besson@developpement-durable.gouv.fr
thierry.manuguerra@developpement-durable.gouv.fr

Connaissances des équipements de sécurité des tunnels routiers



Michaël Potier
chargé d'études au pôle
Sécurité (SEC)



Enquête auprès des usagers

Perception et comportement des usagers en tunnel routier : 10 ans d'évolution

La sécurité d'un tunnel routier n'est pas seulement liée au fonctionnement de l'ouvrage mais aussi à la compréhension qu'en ont les usagers et à leur comportement. Il est donc important de pouvoir évaluer ces deux aspects.

En 2004, dans le cadre d'un projet de recherche sur le comportement humain (projet Acteurs), le CETU avait piloté une enquête qualitative par interview auprès d'environ 600 usagers des tunnels rhônalpins. Les questionnaires portaient sur la connaissance qu'avaient les usagers du tunnel et de ses équipements, leur connaissance et leur compréhension des règles de conduite dans le tunnel, mais aussi des règles d'évacuation en cas d'évènement.

À la suite de cette enquête, plusieurs actions ont été menées, notamment :

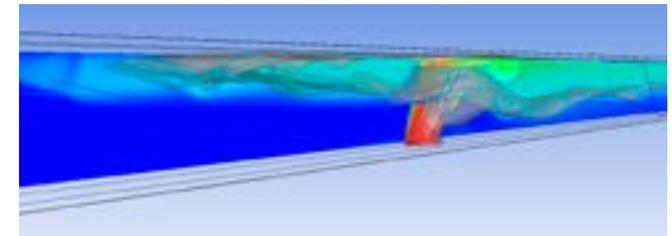
- des aménagements liés à la signalisation et aux dispositions d'accompagnement de l'autoévacuation des usagers, dans le cadre de vastes programmes de rénovation des tunnels existants,

- l'insertion de la thématique « conduite en tunnel » dans l'examen du permis de conduire, aussi bien pour les particuliers que pour les professionnels,
- des campagnes de communication.

Afin de mesurer l'impact de ces actions, une enquête similaire a été lancée en 2015. Elle a notamment montré une meilleure connaissance des équipements de sécurité existants (téléphones d'appel d'urgence, issues de secours, extincteurs) et une meilleure connaissance des réflexes à avoir en cas d'évènement en tunnel.

Des questions ont par ailleurs été ajoutées au questionnaire, relatives aux nouveaux équipements comme le panneau « Entrée d'un tunnel », la signalétique des issues de secours et les plots de balisage lumineux de couleur bleue et leur utilisation afin d'aider au respect des distances de sécurité.

Contact : michael.potier@developpement-durable.gouv.fr



Simulation 3D d'expérience d'écoulement de fumée sur maquette

Comprendre les écoulements de fumée pour optimiser le désenfumage

Le CETU poursuit depuis plusieurs années une collaboration scientifique avec le Laboratoire de Mécanique des Fluides et Acoustique de l'École centrale de Lyon sur le thème des écoulements de fumée. Le laboratoire dispose d'une maquette de tunnel permettant d'étudier ces phénomènes, tandis que le CETU s'attache à les modéliser le plus précisément possible avec ses logiciels de calcul 3D. Une nouvelle thèse a démarré à la rentrée 2016 sur l'optimisation de la ventilation transversale.

Contact : antoine.mos@developpement-durable.gouv.fr

Mieux caractériser les vibrations et les ondes dans les massifs rocheux

Afin d'obtenir la caractérisation dynamique de la dalle du Siaix, une campagne de mesures sous bruit mécanique ambiant a été réalisée en collaboration avec le LGCB/ENTPE (Laboratoire Génie Civil et Bâtiment/ Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat). Elle s'inscrit dans l'ARD (Axe stratégique de recherche et doctrine) 9.3.B qui a pour vocation d'argumenter les choix actuels de la profession en termes de valeurs de seuils d'amplitude de vibrations et de protocole de mesures de contrôle, et de mieux comprendre la propagation des ondes dans les massifs rocheux et leur impact sur les structures environnantes.

Contact : antoine.rallu@developpement-durable.gouv.fr



Christophe Willmann
chargé d'études au pôle
Sécurité (SEC)

Dispositif de retour d'expérience : des avancées significatives en 2016

Les accidents graves survenus dans les tunnels routiers européens au cours des années 2000 ont mis en évidence des risques spécifiques liés au contexte « tunnel » et des enjeux en matière de gestion de la sécurité. Pour améliorer cette dernière, les dispositifs de retour d'expérience (REX) constituent un des moyens mobilisés par les exploitants de tunnel, accompagnés par le CETU.

Les recherches du CETU sur ce sujet ont avancé significativement en 2016 sur deux thématiques.

En premier lieu, la thèse de Christelle Casse portant sur la conception d'un dispositif de REX intégrant l'activité réflexive collective chez un exploitant a été soutenue avec succès. Un article coécrit par le CETU y a fait suite et a été présenté au congrès Lambda-Mu où il a obtenu

le prix ImdR « Recherche et Industrie ». Un document interne coécrit par Christelle Casse et le CETU a synthétisé les principaux enseignements de la thèse directement utiles pour l'exploitant. Ces enseignements ont été présentés lors d'une demi-journée dédiée aux résultats de la thèse et d'une journée d'échange avec les exploitants.

En second lieu, les réflexions du CETU concernant l'évolution et l'amélioration du REX centralisé (dispositif national de collecte d'information sur les incidents significatifs en tunnel) ont abouti à une note interne du CETU qui fait état d'un certain nombre de propositions accompagnées de leur modalité de mise en œuvre. Ces propositions ont vocation à être ouvertes à la concertation avec les exploitants.

Les produits relatifs à ces deux thématiques alimenteront la réflexion dans le cadre de l'axe stratégique n°8 dédié à la gestion de la sécurité.

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



Réunion d'échange avec les exploitants

Exploitation des tunnels routiers : mise en œuvre d'une approche résiliente

Avec le collegium de Lyon (Réseau Français des Instituts des Études Avancées CNRS), le CEREMA-territoires et Ville a organisé un séminaire franco-allemand sur le thème Urban resilience and crisis management.

Ce séminaire, qui s'est tenu à Lyon du 28 au 30 septembre 2016, a rassemblé une quarantaine de participants. L'objectif : constituer un réseau de travail et de partenariat sur la thématique de la crise, de la résilience et des effets systémiques.

Le CETU a participé à ce séminaire international, notamment pour illustrer comment la démarche mise en œuvre ces dernières années par les acteurs impliqués dans l'exploitation et la sécurité des tunnels routiers constitue un bel exemple d'une approche résiliente. Fiabilité et redondance des équipements ou des équipes

d'exploitation, gestion des incidents et du trafic, aptitude à faire face aux évolutions de trafic : autant de sujets qui sont désormais bien pris en compte dans le contexte de l'exploitation des tunnels et des espaces souterrains. Ces sujets contribuent directement à une meilleure gestion des défaillances et à un retour plus rapide à une exploitation normale en cas d'incident.

L'illustration apportée sur ces sujets par le CETU a été appréciée par l'ensemble des participants. Lors des ateliers qui ont suivi les présentations, ont également été abordées des problématiques de type infrastructures critiques, scénarios d'événements, continuité d'activité, perturbation territoriale, gestion des populations, nouvelles technologies et SIG...

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



Dispositif de fermeture à l'entrée du tunnel de Toulon

Premières réflexions sur les véhicules automatisés en tunnel routier

Comment les véhicules automatisés sont-ils susceptibles de réagir en entrant puis en se déplaçant dans l'environnement particulier d'un tunnel, comment s'adaptent-ils aux règles de sécurité propres à ce milieu confiné ? Comment s'interfacent le « système intelligent » du tunnel et celui du véhicule automatisé sans mettre en péril les conditions de sécurité des usagers ? Le CETU a démarré en 2016 un travail de définition de scénarios présentant des risques pour la sécurité lors du passage d'un véhicule automatisé en tunnel.

Contacts : helene.mongeot@developpement-durable.gouv.fr
marie-noelle.marsault@developpement-durable.gouv.fr



Bérénice Moreau
chargée d'études au pôle
Matériaux, Structures et Vie
de l'Ouvrage (MSVO)

Une version révisée du guide des systèmes de protection passive

La mise à jour du guide des systèmes de protection passive contre l'incendie paraîtra en mars 2017. Ce nouveau document remplace le guide de 2013. Nouveauté : le guide est disponible en français et en anglais.

Rédigé en collaboration avec les laboratoires agréés en résistance au feu (CERIB, CSTB, EFECTIS France), ce guide 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. L'ouvrage les aide dans le choix, la justification et l'acceptation des systèmes de protections passives pour les éléments de structure de tunnel routier.

La révision du document de 2013 porte essentiellement sur la mise en conformité du guide

avec la parution de nouveaux textes réglementaires (le Règlement Produits de Construction et la norme d'essai NF EN 13381-3) ainsi que sur le référentiel d'essai HCM (annexe A) et la validité des procès verbaux.

Afin de s'assurer de la constance des propriétés de transfert thermique des systèmes de protection, les procès-verbaux HCM doivent désormais être reconduits annuellement sous réserve d'un essai de suivi décrit dans le guide. Cet essai s'inspire des essais de durabilité de l'ETAG 018-3. Par ailleurs, à la suite du retour d'expériences des laboratoires, la méthode d'essai HCM a été précisée : durée de l'essai en fonction de la teneur en eau des produits, pilotage du four et limites d'applicabilité des résultats.

Contact : berenice.moreau@developpement-durable.gouv.fr





Sébastien Bénichou
chargé d'études au pôle
Exploitation (EXP)

Un cursus de formation dédié aux opérateurs de surveillance des tunnels routiers

Selon la Directive Européenne 2004/54/CE et l'Instruction Technique de 2000, les personnels d'exploitation doivent recevoir une formation initiale et continue adaptée. C'est pourquoi le CETU pilote deux formations répondant à ces objectifs réglementaires. Elles complètent les formations mises en place par l'exploitant.

En 2016, le CETU a poursuivi les actions de formation de valorisation des acquis initiaux, qui s'adressent à des opérateurs disposant d'une ancienneté supérieure à 6 mois. Les deux sessions organisées en 2016 ont accueilli 30 stagiaires, qui ont alterné les cours, les exercices et les visites terrain. Depuis son lancement en 2004, 609 stagiaires ont pu bénéficier de cette formation.

Le CETU a également travaillé au montage d'une nouvelle formation lancée en 2016, destinée aux opérateurs plus expérimentés, pour des mises en situation lors d'événements. 16 opérateurs

ont participé en 2016. À l'aide d'un simulateur, les opérateurs se sont entraînés à gérer des événements à occurrence très faible dans le respect de leurs procédures internes. Les opérateurs se sont remis en cause, pour essayer de mieux réagir face à un événement inopiné.

Ces deux formations sont pilotées par le CETU en lien avec l'ENTPE, et animées en collaboration avec différents acteurs du monde des tunnels : exploitants, sapeurs-pompiers, consultants spécialisés... avec l'appui de psychologues. Les stagiaires ont profité des nombreux échanges entre eux et avec les intervenants. En proposant un dispositif pédagogique adapté contribuant à l'harmonisation des pratiques, au développement d'un socle commun de connaissances et à l'amélioration continue du savoir-être et du savoir-faire, ces deux formations répondent aux attentes exprimées dans ce domaine par les exploitants et maîtres d'ouvrages.

Contact : sebastien.benichou@developpement-durable.gouv.fr



Formation opérateurs

Former les maîtres d'ouvrage aux spécificités des travaux souterrains

Le bilan du premier cycle de formation (2015-2016) à destination des équipes de la maîtrise d'ouvrage du Grand Paris s'avère très positif. La formation, qui se poursuit en 2017, aborde essentiellement les fondamentaux du génie civil des ouvrages souterrains (tunnels et gare), de la conception à la phase travaux.

Les retours des participants soulignent que l'approche de la contractualisation à travers le management des risques est un point fort de la formation.

Contact : odile.vanniere@developpement-durable.gouv.fr

Les publications

DOCUMENTS ET NOTES D'INFORMATION

- Prix des tunnels, mars 2016
 - Fascicule 0 : Périmètre du document, données d'entrée pour l'estimation (24 p.)
 - Fascicule 1 : Provisions et autres postes de l'enveloppe prévisionnelle plafond (24 p.)
 - Fascicule 2 : Travaux de génie civil - tunnel en section courante (84 p.)
 - Fascicule 3 : Travaux de génie civil - ouvrages émergents (12 p.)
 - Fascicule 4 : Travaux d'équipements de sécurité et d'exploitation - ventilation et métallerie (30 p.)
- Mission de maîtrise d'œuvre en travaux souterrains - Spécificités pour le suivi des travaux de creusement, mars 2016, 35 p.
- Matériaux géologiques naturels excavés en travaux souterrains – Spécificités, scénarios de gestion et rôle des acteurs, mai 2016, 30 p.
- L'examen périodique de sécurité des tunnels routiers, Renouvellement de l'autorisation de mise en service, juin 2016, 25 p.
- Le traitement de l'air des tunnels routiers – État des connaissances sur les études et les réalisations, décembre 2016, 39 p.
- Ventilation des ouvrages d'évacuation et d'accès des secours en tunnel routier, décembre 2016, 25 p.

THÈSES

- **TRAN MANH (H.)**, SULEM (J.), **SUBRIN (D.)**, Analyse des données d'auscultation dans la descenderie de Saint-Martin-la-Porte, rapport de post-doc ENPC, août 2016, 61 p.
- **TRAN MANH (H.)**, SULEM (J.), **SUBRIN (D.)**, Projet de recherche sur le comportement de la nouvelle phase d'excavation de la descenderie de Saint-Martin-La-Porte : Etudes numériques, rapport de post-doc ENPC, novembre 2016, 32 p.
- **BAYDOUN (R.)**, Élaboration d'un outil d'estimation de l'écaillage et de la capacité portante de structures en béton sous incendie – rapport de 1ère année de thèse, novembre 2016
- **AUDI (Y.)**, Méthodologie d'évaluation au sens du développement durable des aménagements souterrains, Thèse de doctorat, Discipline Aménagement de l'espace, Spécialité Urbanisme, Ecole Centrale de Nantes, décembre 2016, 258 p.
- **KUBWIMANA (T.)**, SALIZZONI, BERGAMI (E.), **MOS (A.)**, MEJEAN (P.), SOULHAC (L.), (23 p.), article à paraître dans la revue « Environmental Fluid Mechanics » dans le cas de la thèse de T.KUBWIMANA
- **DELAFUENTE (M.)** ; SULEM (J.), **SUBRIN (D.)**, Excavation of deep tunnels in squeezing grounds : state of the art , Rapport d'avancement de thèse ENPC

RAPPORTS DE RECHERCHE

- Analyse quantitative de l'enquête à grande échelle des usagers des tunnels (rapport réalisé par le CEREMA sous le pilotage du CETU), mars 2016
- **GAILLARD (C.)**, Expérimentation de radiographie par muons, Lyon (69), Modèle géologique, mars 2016, 39 p.
- Rapport sur les accidents et les incendies – Tunnels Français de plus de 500 m du réseau routier transeuropéen – Années 2014-2015, octobre 2016
- Evaluation de l'axe stratégique n°5 « Maîtriser les risques techniques et économiques liés à la construction », octobre 2016, 24 p.
- **MARTEAU (J.)**, Muographie en tunnel urbain : expérimentation dans le tunnel de la Croix-Rousse (avril-septembre 2015) - Rapports d'activités, (IPNL-CETU-PDS Consult), novembre 2016, 67 p.

DOCUMENTS PRODUITS AVEC UNE FORTE PARTICIPATION DU CETU

- Avis techniques délivrés par la commission « Etanchéité des ouvrages souterrains »
Nom des procédés : FLAGON BT 20/FLAGON BT 20, BENTOFIX® CV, MAPEPLAN TT 20
- Améliorer la sécurité dans les tunnels routiers grâce à la communication en temps réel avec les usagers (2016R06FR), CT C3.3 « Exploitation des tunnels routiers » de l'AIPCR, mai 2016, 72 p.

- Garages et protection contre les obstacles latéraux – les pratiques actuelles en Europe (2016R16FR), CT C3.3 «Exploitation des tunnels routiers» de l'AIPCR, septembre 2016, 46 p.
- Tunnels routiers : réseaux routiers souterrains complexes (2016R19FR), CT C3.3 « Exploitation des tunnels routiers » de l'AIPCR, septembre 2016, 84 p.
- Retour d'expérience en matière d'incidents significatifs dans les tunnels routiers (2016R35FR), CT C3.3 « Exploitation des tunnels routiers » de l'AIPCR, septembre 2016, 77 p.
- Tunnels routiers : réseau entier mais complexe (2016R19FR), CT C3.3 78p.
- Traitements d'arrêts d'eau dans les ouvrages souterrains – Recommandation de l'AFTES n° GT9R1F3, Tunnels et Espace Souterrain, n° 257, sept-oct 2016, 81 p.
- Prise en compte des risques techniques dans les projets d'ouvrages souterrains en vue de la consultation des entreprises, recommandations de l'AFTES n° GT32R3F1, Tunnels et Espace Souterrain, n° 258, nov-déc 2016, pp 332-357

ARTICLES ET COMMUNICATIONS À DES CONFÉRENCES

- **BERTHOZ (N.), SUBRIN (D.), BRANQUE (D.),** Contribution à la compréhension du creusement pressurisé des tunnels à l'aide d'essais sur un modèle réduit de tunnelier à pression de terre, Tunnels et Espace Souterrain, n° 253, janvier-février 2016, pp. 15-27
- **MONTAGNON (M.), DEFFAYET (M.),** Vivre mieux la ville, mieux franchir les obstacles, Travaux, n° 921, janvier-février 2016, pp. 16-19
- **KASPERSKI (J.), GAILLARD (C.),** Le management des risques pour le tunnel de Ponserand (Savoie) : outil de consolidation du modèle géologique, Géologues, n° 188, mars 2016, pp. 71 - 75
- **LARIVE (C.), CHAMOLEY (D.), PANETIER (T.), ...**, Mid-term behaviour of fibre reinforced sprayed concrete submitted to flexural loading, FRC-CREEP 2016, International RILEM Workshop on creep behaviour in cracked section of Fibre Reinforced Concrete, Valencia, 9 et 10 mars 2016
- **ESCOFFIER (M.), TESSON (M.), DROUARD (K.),** Road tunnel safety : Lateral obstacle treatment in Europe and in France, 7th International Symposium on Tunnel Safety and Security, Montréal, 16-18 mars 2016, pp. 331- 339
- **WILLMANN (C.), DEFERT (R.),** Statistical Analyses of Breakdowns, Accidents and Fires in Road Tunnels in France, 7th International Symposium on Tunnel Safety and Security, Montréal, 16-18 mars 2016, pp. 407-417
- **LARIVE (C.), CHAMOLEY (D.), PANETIER (T.), ...**, Influence of fibres on the creep behaviour of reinforced sprayed concrete, ITA WTC 2016 , San Francisco, 22-28 avril 2016, 10 p.
- **NORRIS (C.), MERCUSOT (A.), ORIEZ (P.),** Mechanical ventilation of underground construction works in France, ITA WTC 2016 , San Francisco, 22 - 28 avril 2016, 11 p.
- **VIDAL (B.), BURKHART (J.-F.), ...**, Real world performance of ventilation systems for reducing nitrogen oxides or particulate matter levels in road tunnels, 21st International Transport and Air Pollution Conference « TAP 2016 », Lyon, 24-26 mai 2016, 20 p.
- **KASPERSKI (J.), GAILLARD (C.),** Managing geological risks in underground works: a way of identifying potential hazardous events, Congrès Geosafe, Chine, 25 - 27 mai 2016 , 8 p.
- **KASPERSKI (J.), GAILLARD (C.), PANIGONI (T.),** Tirs de reconnaissance pour le creusement du Grand tunnel du Chambon, Tunnels et Espace Souterrain, n° 255-256, mai-août 2016, pp. 183-191
- **BRIFFAUT (M.); BENBOUDJEMA (F.), D'ALOIA-SCHWARTZENTRUBER (L.),** Effect of fibres on early age cracking of concrete tunnel lining. Part I: Laboratory ring test & Part II: Numerical simulations, Tunnelling and Underground Space Technology, octobre 2016, pp. 215-229

• **PONTICQ (X.), GUIVARC'H (J.),** Design fires for railway and metro tunnels, 4th International Conference on Fires in Vehicles – FIVE 2016, Baltimore, 5 - 6 octobre 2016, pp. 117-126

• **CASSE (C.), CAROLY (S.), WILLMANN(C.),** Concevoir un dispositif de retour d'expérience intégré pour plus de résilience, Congrès de maîtrise des risques et de sûreté de fonctionnement, Lambda mu 20, Saint-Malo, 11 - 13 octobre 2016, 12 p.

• **TRAN MANH (H.), SULEM (J.), SUBRIN (D.),** Progressive degradation of rock properties and time-dependent behavior of deep tunnels, Acta Geotechnica, novembre 2016, pp. 693 - 711

DOCUMENTS INTERNES

RAPPORTS DE STAGE :

• **GILLIOZ (A.),** Analyse sur le thème des ouvrages longs et profonds ou en site contraint, PFE de l'ENISE, juin 2016, 21 p.

• **NAKAD (J.),** Retour d'expérience sur les tunnels de métros de 1995 à 2016 en France, PFE de l'ENISE, juin 2016, 183 p.

• **NIEPOROWSKI (Q.),** Fiabilisation de la base de données prix de e-tunnel, PFE de l'ENTE, juin 2016, 58 p.

• **EL JIRARI (S.),** Modélisation numérique bidimensionnelle du creusement des tunnels, rapport de TFE de l'ENTPE, août 2016, 70 p.

• **THUET (L.),** Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur - Quel avenir pour les matériaux d'excavation ? Analyse stratégique et technique, mémoire technique de 1ère année, Master de Géologie appliquée (UFC), septembre 2016, 63 p.

NOTES TECHNIQUES

• **ESCOFFIER (M.),** Traitement des obstacles latéraux en tunnel – Eléments de doctrine, avril 2016, 29 p.

• **ZAPPELLI (S.),** Le tunnel de Saint-Béat - Bilan des travaux - 3 documents (juin 2016, 33 p. - octobre 2016, 126 p. et 25 p.)

• Observatoire des tunneliers (ARD 05.02), juillet 2016, 72 p.

• **GAILLARD (C.), KASPERSKI (J.), SUBRIN (D.),** Management des risques géologiques – Démarche d'application, octobre 2016, 32 p.

• **GUIVARC'H (J.),** Conditions ambiantes en situation d'incendie sous l'effet d'un courant longitudinal – Cas des tunnels routiers, octobre 2016, 28 p. + annexes

• **GUIVARC'H (J.),** Conditions ambiantes en situation d'incendie sous l'effet d'un courant longitudinal – Cas des tunnels ferroviaires, octobre 2016, 28 p. + annexes

• **PERU (Y.), BERTHOZ (N.),** Techniques de franchissement en souterrain de petit diamètre : éléments de choix et de dimensionnement, novembre 2016, 21 p.



Centre d'Études des Tunnels

25 avenue François Mitterrand

69674 BRON - FRANCE

Tél. +33 (0)4 72 14 34 00

Fax. +33 (0)4 72 14 34 30

cetu@developpement-durable.gouv.fr

