



MINISTÈRE  
CHARGÉ  
DES TRANSPORTS

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# 2024

# Rapport d'activité

Service Technique Central du ministère chargé des transports, rattaché au Directeur Général des Infrastructures, des Transports et des Mobilités (DGITM), le CETU a en charge l'ensemble des aspects techniques relatifs aux ouvrages souterrains et intervient à tous les stades, depuis la conception jusqu'à l'exploitation et la gestion du patrimoine, tant sur le plan des équipements qu'en matière de génie civil.

# Sommaire

Éditorial .....	4
Organigramme .....	5
Faciliter et accompagner la transition dans les mobilités.....	6
Nos missions .....	9
Définir les règles de l'art .....	10
Approfondir la connaissance .....	16
Animer les réseaux .....	22
Accompagner les projets .....	28
Accompagner la vie des ouvrages.....	34
Publications.....	40
Lexique .....	43



*Pour identifier nos actions  
en faveur de la transition  
écologique dans les pages  
qui suivent, suivez ce picto.*

# Éditorial



Olivier Colignon – Directeur

Éric Premat – Directeur délégué  
à l'expertise technique et à l'international

**C**ompétence, réactivité et anticipation : tels sont les mots d'ordre du CETU pour répondre avec efficacité aux attentes de l'ensemble de ses partenaires.

Que ce soit pour prendre en compte la transition écologique (accompagnement des nouvelles formes de mobilités, nouveaux modes de propulsion, valorisation des matériaux excavés, exploitation durable des tunnels...), ou la transformation numérique dans les ouvrages souterrains, le CETU veille à anticiper les évolutions au sein de la profession et à développer son savoir-faire.

Les journées techniques et autres rencontres qu'il organise constituent une opportunité unique d'échanger avec l'ensemble des acteurs afin de partager la connaissance, de construire et de diffuser les règles de l'art.

Sur ces problématiques à enjeux le CETU s'investit également au niveau international, avec une forte contribution aux travaux de PIARC et de l'AITES. Cela permet de tirer les enseignements des expériences d'autres pays, tout en promouvant le savoir-faire français et en veillant aux intérêts de la France dans l'évolution de la doctrine.

Expérimenter et innover sont les leitmotivs de nos actions de recherche appliquée : qualité de l'air, sobriété énergétique et éclairage, véhicules automatisés sont parmi les thématiques abordées.

L'animation des réseaux professionnels se poursuit. Saluons en particulier les 15 ans du Comité Tunnels, qui permet au CETU d'accompagner les collectivités, ainsi que la publication des actes des ateliers des GTFE.

En ingénierie, le CETU continue d'accompagner ses partenaires sur les projets, qu'il s'agisse de tunnels routiers, ferroviaires, fluviaux, de transports guidés ou d'ouvrages souterrains plus atypiques, par exemple pour le CERN ou pour l'ANDRA.

La bonne gestion du patrimoine et la sécurité restent évidemment des préoccupations majeures, pour les grands tunnels transfrontaliers (à travers notamment la participation aux Comités de Sécurité), mais également pour l'ensemble des autres ouvrages.

**« Sur la transition écologique et la transformation numérique, le CETU veille à anticiper les évolutions au sein de la profession et à développer son savoir-faire. »**

Ce rapport d'activité illustre la diversité du travail mené par le CETU sur l'ensemble de ses missions – élaboration de doctrine, recherche, ingénierie, activité institutionnelles et animation des réseaux professionnels -, missions qui lui permettent de jouer pleinement son rôle de centre

de ressources et d'expertise public indépendant pour l'ensemble de la profession des travaux souterrains.

Ce travail ne serait pas possible sans l'engagement et la passion de l'ensemble du personnel du CETU, des experts techniques aux agents des fonctions support. Qu'ils en soient remerciés !

Bonne lecture !

# Organigramme

Au 1<sup>er</sup> mai 2025



## Direction

DIRECTEUR  
**Olivier COLIGNON**

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ À L'EXPERTISE  
TECHNIQUE ET À L'INTERNATIONAL  
**Éric PREMAT**



## Chargés de Mission

AVIS ET CONTRÔLE  
EXTERNE ÉQUIPEMENTS  
**Jean-François BURKHART**

AVIS ET CONTRÔLE  
EXTERNE GÉNIE CIVIL  
**Didier SUBRIN**

RECHERCHE  
ET PARTENARIATS  
**Catherine LARIVE**

ACTIVITÉS  
INSTITUTIONNELLES  
ET TRANSFORMATION  
NUMÉRIQUE  
**Florent ROBERT**

TRANSITION DANS  
LES PRATIQUES  
ET DÉVELOPPEMENT  
DURABLE  
**Laetitia d'ALOIA**



## Secrétariat Général

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL  
**Cyrille BERNAGAUD**



## Animation transversale

COMMUNICATION  
ET ACTIVITÉS  
INTERNATIONALES  
**Kristen DROUARD**

OBSERVATOIRE  
**Romain MERCIER**

RESPONSABLE QUALITÉ  
**Lucile FAYOLLE**

PRÉVENTION  
SANTÉ ET SÉCURITÉ  
AU TRAVAIL  
**Jean-Philippe GRAND**



## Pôles techniques

GÉOLOGIE, GÉOTECHNIQUE  
ET DIMENSIONNEMENT  
**Nicolas BERTHOZ**

PROCÉDÉS DE  
CONSTRUCTION,  
MARCHÉS ET EXÉCUTION  
**Catherine CABUT**

MATÉRIAUX, STRUCTURES  
ET VIE DE L'OUVRAGE  
**Sébastien BOUTEILLE**  
Centrale d'Inspection  
Génie Civil  
**François PAILLETTE**

VENTILATION ET  
ENVIRONNEMENT  
**Antoine MOS**

SÉCURITÉ  
**Hélène MONGEOT**

EXPLOITATION  
**Frédéric MURARD**

ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES  
ET DE GESTION  
**Séverine BESSON**  
Centrale d'Inspection  
Équipements  
**Christophe BANOS**

# FACILITER ET ACCOMPAGNER LA TRANSITION DANS LES MOBILITÉS



Pour favoriser la transition vers des modes de transport plus respectueux de l'environnement, le CETU est sollicité pour accompagner les maîtres d'ouvrage non seulement sur des projets de tunnels dédiés à la circulation des tramways, mais également sur des projets intégrant des mobilités douces telles que les cycles ou les piétons.



*Tunnel Croix Rousse - Lyon - tube modes doux et transports en commun.*

## Une absence de guide ou recommandation

Dans leur immense majorité, les tunnels routiers existants ont été conçus en excluant les trafics piétons et cyclistes. À ce jour, il n'existe pas de guide ou de recommandation sur l'intégration des mobilités dites actives en tunnel. Ainsi, le CETU est régulièrement interrogé sur les modalités d'aménagement des tunnels routiers, avec une accélération de ces demandes suite à la crise sanitaire de 2020 et la création de « Coronapistes ».

## Élaborer une doctrine spécifique

En 2024, le CETU a lancé un axe de recherche spécifique à la transition dans les mobilités. Une première action a consisté à dresser un état des lieux des mobilités douces en tunnels routiers, à recenser les aménagements réalisés et à identifier les difficultés rencontrées ainsi que les enjeux en termes de réglementation et de sécurité.

Ce retour d'expérience a permis au CETU d'engager une réflexion sur l'intégration des mobilités douces

dans les tunnels existants afin de produire des guides relatifs aux dispositions spécifiques d'exploitation et de sécurité, avec une focalisation sur des aspects techniques tels que la géométrie, la signalisation, l'éclairage et la ventilation.

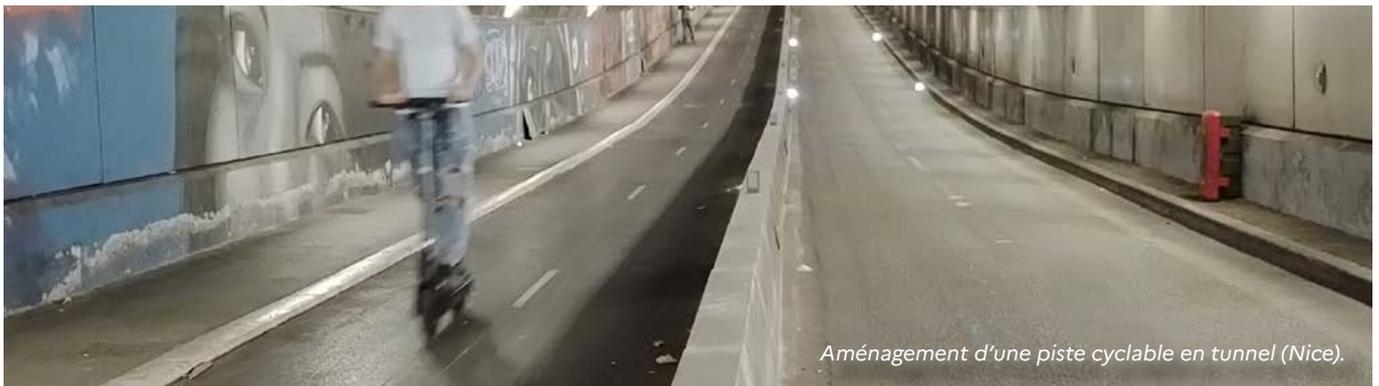
### Accompagner les porteurs de projet

En zone urbaine et notamment dans les grandes métropoles, les tunnels peuvent constituer une solution de transport multimodal optimisée avec des espaces dédiés à la circulation routière classique ou décarbonée (transports collectifs propres), mais également des espaces dédiés à la circulation des mobilités douces telles que les cycles, les Engins de Déplacement Personnel Motorisé (EDPM) ou encore les piétons.

Ainsi, le CETU a accompagné la métropole du Grand Lyon pour l'implantation d'une piste cyclable dans le tunnel Vivier Merle. Ce tunnel, initialement monodirectionnel à deux voies d'une longueur de 500 m, sera en 2025 doté d'une voie dédiée à la circulation routière dans un sens et d'une piste cyclable bidirectionnelle.



*Panneau indiquant la présence de cyclistes dans le tunnel des Écouges (Isère).*



*Aménagement d'une piste cyclable en tunnel (Nice).*

En zone de montagne, bien qu'il soit plus saisonnier, le passage des cycles dans les tunnels impose des équipements de sécurité spécifiques. Il s'agit notamment d'informer les conducteurs de véhicules que des cycles sont présents dans le tunnel. Le CETU accompagne les porteurs de projet sur cette thématique spécifique ainsi que sur les modalités d'éclairage de ces ouvrages, généralement à faible trafic.

Par ailleurs, l'État a incité les régions à développer les véloroutes et voies vertes dans le cadre de schémas régionaux. Elles sont souvent créées sur d'anciennes lignes de chemin de fer comportant des tunnels. Il n'existe pas de guide ou de recommandation portant sur l'aménagement de ces ouvrages. Régulièrement sollicité par les maîtres d'ouvrage, le CETU les accompagne, ce qui contribue à la production d'une doctrine spécifique et adaptée, en particulier sur la problématique de l'éclairage.



*Piste cyclable du tunnel Vivier Merle (Lyon).*

**+ 50**  
ans d'expertise

**+ 80**  
guides et  
documents  
techniques publiés

**24**  
experts reconnus  
par le ministère

**40**  
ouvrages  
accompagnés  
en moyenne par an

**17**  
docteurs

**80**  
agents

**Quelques  
chiffres clés**

# Nos missions



## Définir les règles de l'art

Élaborer le cadre réglementaire, normatif et technique applicable aux ouvrages souterrains, contribuer à l'évolution de la doctrine et veiller à sa diffusion et à sa bonne appropriation.

---

## Approfondir la connaissance

Faire progresser le savoir, les techniques et les méthodes, tout en répondant aux préoccupations concrètes de la communauté des tunnels.

---



## Animer les réseaux

Représenter l'État au sein de la communauté des tunnels, aider à fédérer les acteurs au niveau national et international, animer les échanges et former les professionnels.

---

## Accompagner les projets

Apporter un appui aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, exploitants et entreprises dans les projets de construction et de rénovation des tunnels.

---



## Accompagner la vie des ouvrages

Participer à la bonne gestion du patrimoine des ouvrages souterrains et à leur exploitation en sécurité.

---

# Définir les règles de l'art

Fort de son rôle institutionnel, mais aussi de son expérience d'accompagnement de projets, le CETU élabore le cadre réglementaire, normatif et technique applicable aux ouvrages souterrains. À l'écoute des attentes de la profession, il contribue à l'évolution de la doctrine et veille à sa diffusion et à sa bonne appropriation.



Exemple de venue d'eau montrant l'importance d'une bonne étanchéité.

Faire évoluer la doctrine

# ÉTANCHEMENT DES OUVRAGES SOUTERRAINS



Les retours d'expérience de construction d'ouvrages souterrains montrent que le coût de la mise en œuvre d'une étanchéité représente souvent moins de 5% du coût du génie-civil. L'importance de ces travaux d'étanchement en phase travaux est souvent sous-évaluée au regard des conséquences sur la durabilité de l'ouvrage à plus long terme.

**E**n effet, 90% des problématiques d'exploitation pendant la vie de l'ouvrage proviennent des infiltrations d'eau. Au vu de cet enjeu, le CETU œuvre à développer une doctrine sur les travaux d'étanchement en ouvrages souterrains au sein de différentes instances.

**4** avis techniques CETU ont été publiés en 2024

La Commission Avis Techniques CETU (AT CETU) évalue les procédés d'étanchement traditionnels utilisés dans les ouvrages souterrains. Les AT CETU permettent aux maîtres d'œuvre de disposer d'éléments d'appréciation sur le comportement des procédés d'étanchement, sur leurs domaines d'application et sur leurs conditions de mise en œuvre. Les AT CETU complètent

ainsi le Fascicule 67 titre III du CCTG applicables aux marchés publics de travaux de génie civil en précisant les performances attendues. En 2024, quatre AT CETU ont été publiés, consultables en ligne.

Parallèlement à cette commission, le CETU anime le Groupe de Travail n°9 de l'AFTES.

Ce groupe de travail traite des sujets d'étanchement et de drainage des ouvrages souterrains selon deux principaux axes de doctrine :

- l'élaboration collégiale de recommandations techniques,
- la publication des Évaluations AFTES (EA AFTES).

L'objectif des recommandations techniques est de formaliser les règles de l'art, afin d'aider les maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entreprises réalisant des travaux neufs ou de réparation, à adapter les systèmes d'étanchement ou de drainage aux problématiques d'arrivées d'eau rencontrées en ouvrages souterrains. En 2024, la recommandation sur « la protection des étanchéités extradossées et le drainage des ouvrages souterrains », sous pilotage CETU, a été pré-publiée (publication définitive prévue en 2025).

Quant aux EA AFTES, elles fournissent un avis d'experts sur l'adéquation et la mise en œuvre d'un procédé d'étanchement ou de drainage avec le domaine d'emploi revendiqué par le fabricant. En complément des AT CETU, elles concernent des systèmes dits « non traditionnels » (du fait de leur caractère innovant et/ou de l'absence de référentiel de performances techniques validé par la profession). En 2024, une EA a été publiée, disponible en ligne sur le site Internet de l'Association.



Des journées techniques

# POUR CONSTRUIRE ET DIFFUSER LES RÈGLES DE L'ART

**Construire la doctrine technique avec nos partenaires, puis la diffuser au sein de la profession constitue l'une des missions fondamentales du CETU. Les journées techniques du CETU permettent de rassembler l'ensemble des acteurs dans cet objectif.**

**L**es journées techniques CETU sont organisées autour de thématiques à enjeu sur lesquelles la profession s'interroge, soit parce qu'il s'agit de sujets émergents pour lesquels une doctrine technique n'est pas encore établie, soit parce que le retour d'expérience montre que la doctrine existante a besoin d'être adaptée ou approfondie. Les échanges entre les différents acteurs de la profession sont au

**« Les échanges entre les différents acteurs de la profession sont au cœur de ces journées. »**

Le 11 janvier, a permis d'échanger sur l'impact des nouveaux modes de propulsion sur la sécurité en tunnel routier, dans un contexte d'évolution du parc automobile. En effet, bien qu'encore rares, ces nouveaux modes de propulsion peuvent générer des phénomènes dangereux, particulièrement en milieu souterrain.

C'est dans ce contexte que près de 120 personnes se sont réunies au CETU pour mieux comprendre les risques et les principaux enjeux associés. La journée

cœur de ces journées, qui privilégient un format en présentiel afin de faciliter les interactions. En 2024, le CETU a organisé quatre journées techniques.

La première,

a permis de partager les connaissances actuelles, de répondre aux interrogations de la communauté tunnels et d'annoncer la publication attendue d'un document d'information CETU sur ce sujet (voir encart ci-contre).

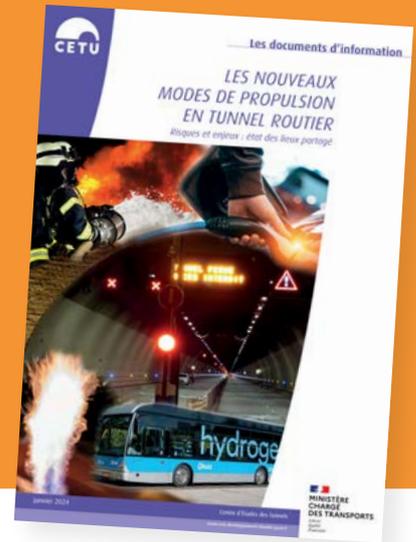
Une deuxième journée technique, le 18 juin, sur les Études Spécifiques des Dangers (ESD), a réuni une soixantaine de participants : bureaux d'études et d'ingénieries, experts et organismes qualifiés agréés, membres des commissions chargées de remettre un avis au préfet sur les dossiers de sécurité (CNESOR et CCDSA).

La journée a permis d'approfondir la méthodologie liée à ces études et d'expliquer comment mieux identifier les hypothèses et les éléments devant y figurer. Elle a aussi examiné comment prendre en compte les nouveaux modes de propulsion dans le cadre de ces études et a permis de diffuser plus largement le document d'information CETU sur les ESD, publié quelques mois auparavant.

Une troisième journée, le 19 septembre, a rassemblé la profession pour une journée technique autour des SGS : les Systèmes de Gestion de la Sécurité. Elle a permis de présenter des retours d'expérience des exploitants de tunnels ayant déployé un SGS

## Mieux comprendre les risques liés aux nouveaux modes de propulsion

Suite à la journée technique en janvier 2024, les nouveaux modes de propulsion ont également fait l'objet d'une publication CETU. Après avoir rappelé le contexte, ce document d'information présente les risques en tunnel que génèrent ces nouveaux modes de propulsion, en les comparant avec les risques existants ; il identifie de plus les enjeux spécifiques pour les différents acteurs du souterrain.



et d'ouvrir les réflexions liées au SGS Tunnels par rapport aux SGS développés dans d'autres domaines. Un éclairage juridique a également été apporté sur les bénéfices de la mise en œuvre d'un SGS pour un exploitant.

Enfin, une table ronde a conclu la journée en partageant les apports du SGS vis-à-vis de la démarche de sécurité actuelle, avec les éventuels freins et facteurs clés de réussite. Cet événement a réuni plus de 70 personnes, principalement des exploitants, mais également des bureaux d'études, des services d'incendie et de secours ainsi que des agents de sécurité, des experts et des membres de la CNESOR.

Enfin, le 28 novembre, s'est tenue la quatrième journée technique, sur les inspections des équipements des tunnels routiers. Son objectif était de rappeler la place et le rôle des inspections équipements dans la gestion du patrimoine et de la sécurité, de faciliter l'appropriation de la démarche par la profession et d'identifier les besoins d'évolution de la doctrine technique.

Plus de 70 personnes ont participé à cet événement qui a permis des échanges très riches entre maîtres d'ouvrage, exploitants et bureaux d'études. La démarche est aujourd'hui suffisamment mûre pour tirer des pistes d'amélioration : qualité des données d'entrée, gestion des coactivités, représentativité de l'échantillonnage...

Les enseignements issus de cette journée permettront d'alimenter la doctrine technique dans l'objectif d'une meilleure harmonisation de la qualité des inspections équipements pour l'ensemble des tunnels routiers.



**PHILIPPE PONS**

WSP - Directeur des Opérations France

Parce qu'elles réunissent les professionnels de tous horizons intéressés par un thème donné, et parce qu'elles reposent sur des exposés et des échanges riches au cours desquels les points de vue se rencontrent et se confrontent, ces journées techniques représentent une formidable occasion de faire progresser les connaissances et la doctrine, en les ancrant dans l'expérience et le vécu des opérateurs concernés.

# LE GTFE PUBLIE LES ACTES DE TROIS ATELIERS THÉMATIQUES



En 2024, le Groupe de Travail Francophone des Exploitants des tunnels routiers (GTFE) a publié les actes des ateliers :

- « Communiquer avec les usagers en tunnel routier »,
- « Les interactions entre les exploitants et les services de secours »,
- « Les modes actifs : quelle place dans les tunnels routiers ? »

Ces trois documents font suite aux rencontres du GTFE et synthétisent les présentations et toute la richesse des échanges entre intervenants et participants. En posant un regard sur les connaissances et les questions sur ces thèmes au moment des débats, ils contribuent à l'élaboration et au partage des règles de l'art.

En téléchargement : [www.gtfe.fr](http://www.gtfe.fr)

## Quelle démarche pour traiter les obstacles latéraux en tunnel ?

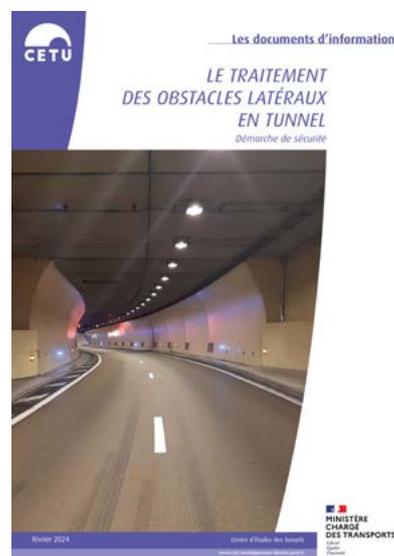
À l'air libre, un obstacle latéral désigne tout objet, disposition ou ouvrage fixe sur le côté de la chaussée et susceptible d'aggraver les conséquences pour l'utilisateur en cas de heurt par un véhicule.

En tunnel, certains points singuliers situés le long des piédroits (par exemple les garages) constituent des obstacles latéraux. Ils peuvent présenter un réel danger pour l'utilisateur. Aussi, le CETU a-t-il publié un document d'information permettant d'identifier

les risques associés à ces obstacles et d'améliorer la sécurité en tunnel.

S'inspirant de la doctrine existante pour le traitement des obstacles à l'air libre, ce document présente une démarche adaptée, intégrant les contraintes spécifiques à l'environnement confiné d'un tunnel routier. Elle consiste

à recenser les obstacles, supprimer ceux qui peuvent l'être, hiérarchiser le risque associé aux obstacles restants et dans la mesure du possible, les traiter.



Exemple d'un obstacle latéral en tunnel.



## Le CETU accompagne les exploitants dans la transition vers le RRF

Le Réseau Radio du Futur (RRF), déployé par le ministère de l'Intérieur, vient remplacer l'actuelle Infrastructure Nationale Partageable des Transmissions pour la retransmission des communications des services d'intervention et de secours.

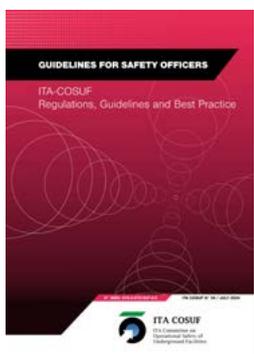


Supporté par la téléphonie opérée, ce nouveau moyen de communication nécessite d'adapter les installations radio existantes dans les tunnels.

L'arrêté portant définition des références techniques relatives à la continuité des radiocommunications dans les tunnels pour les services publics qui concourent aux missions de sécurité civile a été publié au JO le 26 mars 2024.

Il concerne les tunnels routiers, mais également les tunnels ferroviaires, fluviaux et les systèmes de transports publics guidés. Impliqué dans la rédaction de l'arrêté, le CETU copilote en particulier un groupe de travail avec les DIR qui sont doublement concernées car le RRF va aussi devenir leur nouvelle radio d'exploitation. Les échanges avec l'ACMOSS et les retours d'expérience, tous modes confondus, ont pour objectif de coconstruire le nouveau référentiel technique de la radio des tunnels.

## ACCOMPAGNER LES AGENTS DE SÉCURITÉ



Le CETU a contribué à l'élaboration d'un guide ITA COSUF\* dont l'objectif est d'aider les agents de sécurité des tunnels routiers et leurs principaux interlocuteurs à comprendre les responsabilités et obligations de la fonction, telles que définies dans la Directive Européenne 2004/54/CE.

Ce document s'appuie sur l'expérience éprouvée des agents de sécurité qui assurent ce rôle dans de nombreux pays européens.

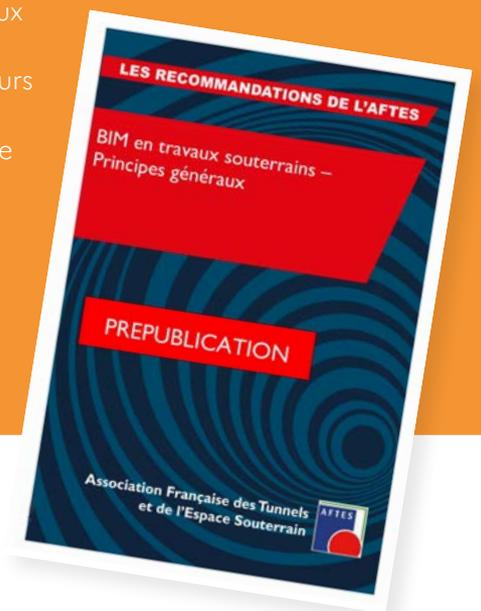
## MAIS AUSSI...

**La participation du CETU au Comité d'Orientation de la Doctrine Routière** mis en place par La Direction des Mobilités Routières, avec pour objectif une coordination de la production de la doctrine technique (guides, notes techniques, CCTG...), au service de l'ensemble de la communauté routière.

**Une implication dans les commissions de normalisation** d'autres domaines, comme le béton fibré, la coordination sécurité au feu, les matériels électriques et électroniques pour atmosphères explosives, la qualité de l'air, la justification des ouvrages géotechniques, le calcul des structures en béton, la réparation des ouvrages d'art, ou encore les interactions des infrastructures routières avec les mobilités automatisées.

**La contribution du CETU à la révision du rapport technique** du CEN 14 380 relatif à l'éclairage des tunnels routiers. Ce document décrit les pratiques actuelles en matière de conception de l'éclairage des tunnels routiers européens. Il comprend la méthodologie développée par le CETU sur le principe de l'adaptation spatiale et temporelle, appliquée en France.

**Une nouvelle recommandation AFTES** sur l'utilisation des nouvelles technologies numériques en travaux souterrains, publiée par le GT 45 qui est animé par le CETU. La recommandation fournit des éléments de vocabulaire propre au BIM, décline les enjeux et attentes des principaux acteurs et propose une analyse juridique et assurantielle.



\* Committee on Operational Safety of Underground Facilities

# Approfondir la connaissance

Constituant une part importante des activités du CETU, la recherche et la production de connaissances reposent sur une confrontation permanente avec les retours d'expérience. L'objectif : construire des éléments de réponse aux préoccupations concrètes de la profession et contribuer à l'accompagnement des innovations.

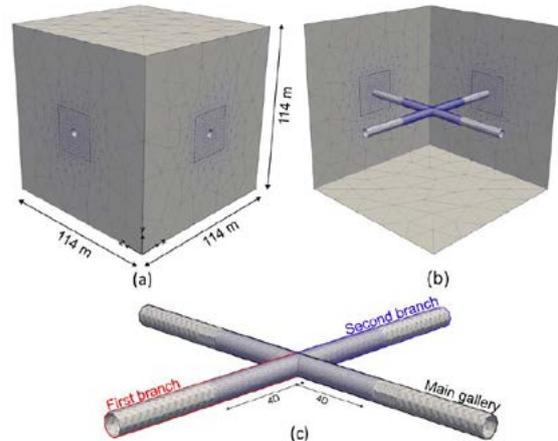
# MIEUX COMPRENDRE LE COMPORTEMENT GÉOMÉCANIQUE DES TUNNELS PROFONDS

Après avoir accompagné pendant trois ans deux thèses de doctorat sur cette thématique, le CETU a participé aux jurys des soutenances en 2024.

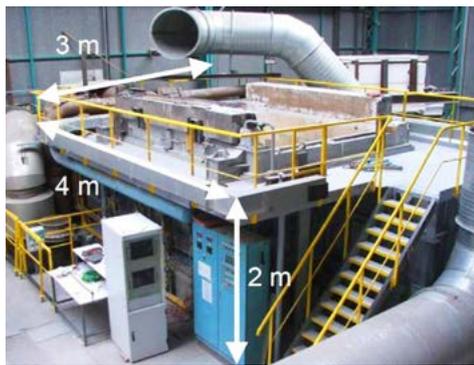
La première thèse, soutenue par A. Tristani à l'École Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), s'est focalisée sur l'apport des outils d'intelligence artificielle pour exploiter la quantité croissante de mesures collectées au cours du creusement, avec deux chantiers supports : le tunnel routier du Fréjus et la descenderie SMP2 du projet ferroviaire Lyon-Turin.

La seconde, conduite par P. Rapanakis à l'École de l'aménagement durable des territoires (ENTPE) en collaboration étroite avec l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA), s'est consacrée au comportement mécanique des intersections entre galeries creusées dans une roche argileuse anisotrope, via des modélisations

numériques tridimensionnelles intégrant une loi de comportement avancée du terrain.



Modèle numérique 3D développé par P. Rapanakis (2024).



Exemple d'un four pour la réalisation d'essais au feu.

## Harmoniser les essais de résistance au feu

Depuis avril 2022, le CETU a lancé un groupe de travail en partenariat avec les laboratoires agréés par le ministère de l'Intérieur pour les essais de résistance au feu. En 2024, le groupe a principalement travaillé sur l'harmonisation des pratiques lors des essais de convenue d'écaillage des bétons et sur la définition d'un mode opératoire des essais de résistance au feu pour les chambres de tirages.

## Futur collisionneur circulaire : des défis environnementaux et territoriaux à relever

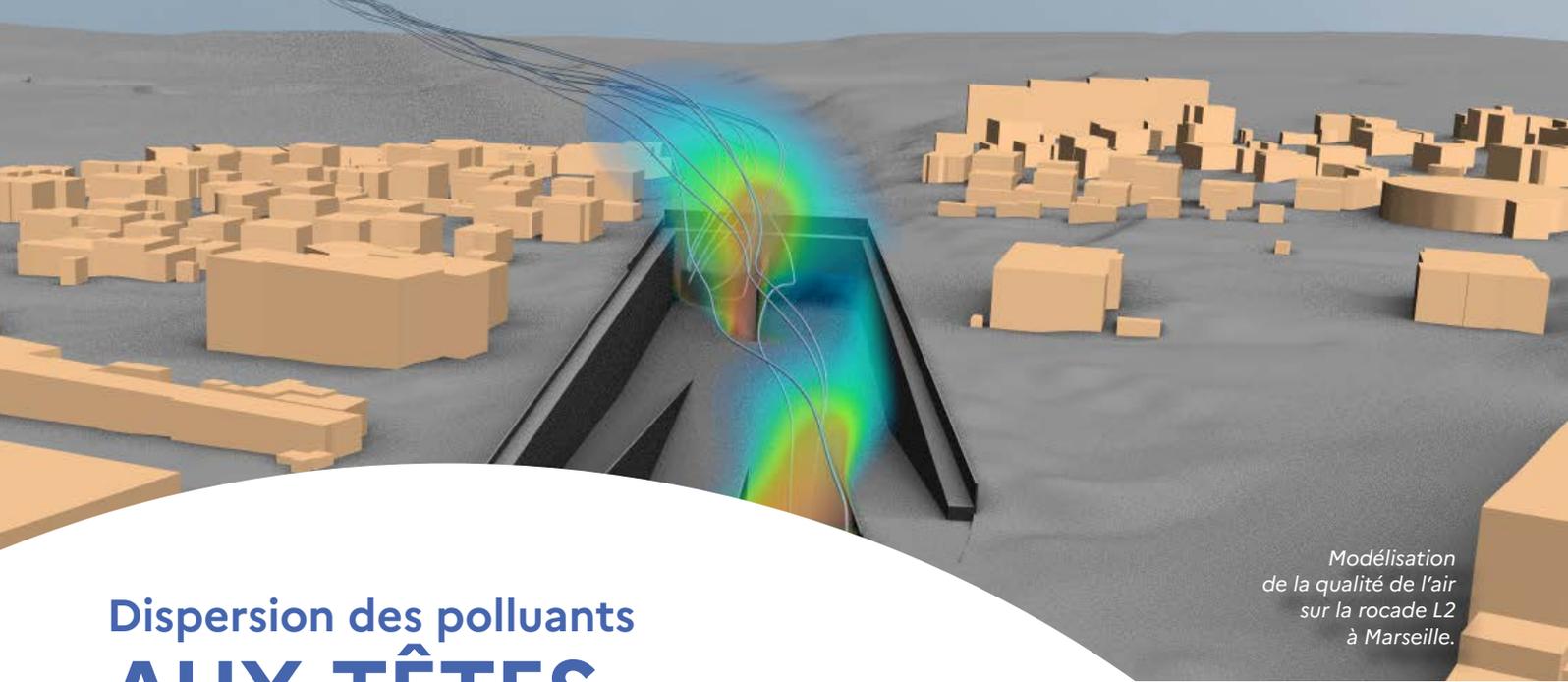


Le Projet Européen FCC-IS « Future Circular Collider Innovation Study », co-financé par le CERN et l'Union européenne, s'est achevé en novembre 2024. Ce projet de recherche, dont le CETU était partenaire, traite notamment des questions techniques, socio-économiques et environnementales liées aux infrastructures souterraines du futur collisionneur circulaire (FCC). Il alimentera une étude de faisabilité plus détaillée, facilitant ainsi la prise de décision concernant ce projet d'infrastructure hors norme (il est prévu un tunnel circulaire de plus de 90 km). Le démarrage de la construction du FCC serait envisagé vers 2030, pour une infrastructure opérationnelle vers 2045.

En collaboration avec le CERN, le Cerema et l'Université de Leoben, le CETU a piloté un livrable proposant une stratégie de gestion et d'utilisation des quelques 6 Millions de m<sup>3</sup> de matériaux qui seraient excavés lors de la construction des infrastructures souterraines (essentiellement de la molasse). Si la décision de construire est prise, la maîtrise d'ouvrage pourra reprendre à son compte tout ou partie de la stratégie élaborée, et la décliner ensuite dans des documents opérationnels.



Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de l'accord de subvention n° 951754.



Modélisation de la qualité de l'air sur la rocade L2 à Marseille.

## Dispersion des polluants **AUX TÊTES DE TUNNELS ROUTIERS**



À Marseille ou Lyon, le CETU procède à des investigations approfondies des rejets de polluants de tunnels. L'objectif est d'accompagner les maîtres d'ouvrage et exploitants, en recensant et quantifiant les situations qui risqueraient d'affecter les riverains.

**L**e bâti situé près d'une tête de tunnel est exposé à plusieurs sources de pollution : le trafic sur l'infrastructure menant au tunnel et celui sur les autres

**« L'État doit veiller au respect des critères réglementaires et répondre aux inquiétudes des riverains dont l'exposition est très complexe à quantifier. »**

voiries de surface alentour, auxquelles s'ajoutent la pollution de fond et une part – à établir – du rejet du tunnel. En champ libre, les concentrations en polluants diminuent rapidement par dilution en s'éloignant des sources. Cependant, certaines topographies encaissées (« rue canyon », tranchée, etc.) favorisent

la stagnation de la pollution surtout si la météo est défavorable. Dans ce contexte, l'État doit veiller au respect des critères réglementaires et répondre aux inquiétudes des riverains dont l'exposition est très complexe à quantifier.

Pour comprendre la dynamique de dispersion des polluants autour des têtes de tunnels sur la Rocade L2 à Marseille et évaluer les possibilités de remédiation, le CETU, en partenariat avec AtmoSud, la DREAL PACA et la SRL2, a construit un plan d'expérience en deux étapes :

- dans un premier temps huit points mesures sur un périmètre restreint autour de la tranchée ouverte Saint Julien pour suivre les évolutions des concentrations en NO<sub>2</sub> (dioxyde d'azote) pendant onze mois en fonction du trafic et de la météo ;
- puis des modélisations de type MFN (Mécanique des Fluides Numérique) ont permis de compléter les résultats en détaillant les conséquences de toutes les situations météo défavorables. La MFN, bien que lourde et subtile à mettre en œuvre, permet de caractériser finement l'interaction entre l'écoulement de l'air et tout le bâti.

La modélisation a permis de déterminer avec précision l'influence de chaque paramètre (météo, trafic) sur les concentrations en NO<sub>2</sub> au niveau de chaque immeuble. Ainsi le risque de dépassement du seuil horaire du NO<sub>2</sub> apparaît très faible, avec des occurrences très localisées et très rares : conditions météo très particulières (certains vents très faibles, en hiver) associées à un trafic très congestionné.

**108**

**Le nombre de simulations réalisées dans le cadre de la modélisation.**

## Des innovations au service de l'amélioration de la qualité de l'air!

Les deux projets, à Marseille et à Lyon, ont pu exister grâce à l'innovation technologique (micro-capteurs, télédétection par scanner infrarouge) et des outils numériques de pointe (modélisation MFN, construction 3D par géo-modeleur) pour la description de l'écoulement des fluides.



Caméra thermique à la sortie du tunnel de Fourvière.

Pour ces épisodes de pollution, une solution de mitigation consisterait à ventiler de façon soutenue le tunnel pour diluer les polluants et stimuler la vitesse du rejet. La modélisation a permis de valider cette option qui permettrait d'éviter tout risque de dépassement du seuil horaire du NO<sub>2</sub>.



Tranchée ouverte Saint Julien (Rocade L2, Marseille).

Enfin, le modèle numérique développé permet d'estimer l'apport des rejets des tunnels sur la moyenne annuelle en NO<sub>2</sub> (pour juger le respect de l'objectif de qualité) sous la forme d'une cartographie montrant une zone d'impact très limitée autour de la sortie du tunnel.

Un autre projet en cours, en partenariat avec l'INERIS, l'Université de Lorraine et le Grand Lyon, examine le panache de pollution à la tête nord du tunnel sous Fourvière à Lyon. Situé sur la M6, avec un trafic dense (TMJA > 110 000 véhicules), ce site est évasé et semble peu sujet à l'accumulation des polluants. Des mesures optiques complétant les mesures par capteurs au sol ont permis de le vérifier.

Cette expérimentation, exigeante à déployer et à interpréter, a établi que le rejet se propageait principalement dans l'axe de la M6 et se diluait complètement dans la pollution du trafic après 50 mètres en champ libre. Une reconstruction 3D du panache, assez délicate à obtenir en raison de la faiblesse relative du rejet, permet de visualiser l'enveloppe du rejet observé par temps calme.

Quelques situations plus complexes restent à analyser (topographie susceptible d'accumuler la pollution, météo défavorable et trafic routier très dense) en prenant en compte l'ensemble des composantes, sans se focaliser exclusivement sur le tunnel.

Les résultats apportent des avancées méthodologiques tangibles pour le CETU et pour l'ensemble des acteurs. Ces conclusions conduiront à mieux cibler les études sur la qualité de l'air autour des têtes de tunnel, offrant une voie d'approfondissement pour les cas les plus difficiles.



**DOMINIQUE ROBIN**

Directeur d'Atmosud

Grâce aux expérimentations menées sur la rocade L2 à Marseille, nous pouvons dire aujourd'hui que la ventilation forcée peut permettre d'améliorer la qualité de l'air au niveau des têtes de tunnel.





Démonstration d'envoi/réception de message C-ITS via l'application Coopits.

## Véhicules automatisés et alerte incendie en tunnel

Les systèmes de transports intelligents coopératifs (C-ITS) sont constitués d'entités telles que les véhicules, les infrastructures et les équipements des systèmes de transport, qui utilisent les nouvelles technologies d'information et de communication afin d'échanger entre elles différents messages. Ces échanges d'informations ont plusieurs finalités : améliorer la fluidité du trafic et sa sécurité, favoriser la multimodalité, augmenter les capacités d'un véhicule automatisé. Ils modifient le modèle de communication actuel des exploitants. Depuis début septembre, le CETU, partenaire du projet européen SCALE (Strengthening C-ITS Adoption and Lining-up across Europe), participe au développement des échanges d'informations à destination des véhicules connectés et des véhicules automatisés pour gérer l'alerte incendie en tunnel et l'auto-évacuation des usagers. L'objectif est de s'assurer que la situation d'incendie peut être gérée par le biais des C-ITS. Cela permettra ainsi d'améliorer la sécurité des usagers en facilitant leur compréhension de la situation et en augmentant leur réactivité pour quitter leur véhicule.

## UN GROUPE DE TRAVAIL DÉDIÉ À LA BASE INCIDENT

Depuis le tout début des années 2000, les incidents et accidents significatifs survenus dans les tunnels situés sur le réseau routier national doivent être réglementairement saisis par les exploitants dans une base mise à disposition par le CETU. Celle-ci est devenue obsolète par l'évolution des contraintes de sécurité informatique et le besoin de mieux prendre en compte les pratiques actuelles. Ainsi, il a fait l'objet de travaux réalisés par un groupe spécifiquement constitué pour moderniser cet outil en le rendant plus convivial et en permettant des extractions plus faciles de son contenu.

# MAIS AUSSI...

**La poursuite des travaux** du groupe de travail sur la cybersécurité qui réunit le CETU, le Cerema et des exploitants de tunnel autour de ce sujet à enjeu. En 2024, le groupe a contribué à la rédaction d'un document de sensibilisation à la cybersécurité dans les tunnels routiers.

**Dans le cadre du Programme et Équipements Prioritaires de Recherche (PEPR) « Sous-sol, bien commun »,** les

travaux de recherche conduits dans le projet S-PASS ont permis d'identifier des verrous et des leviers d'actions pour valoriser la géothermie dans les tunnels.



**Le projet SOLACe (Sécurisation des Obstacles Latéraux par Atténuateur de Choc),** en

collaboration avec l'Université Gustave Eiffel, a démontré la faisabilité théorique d'un atténuateur de choc pouvant fonctionner à la fois pour les véhicules légers et les bus, dans l'environnement très contraint des tunnels routiers.

**L'inauguration officielle du « Démonstrateur d'Éclairage Led dans le Tunnel d'Antony » (DELTA) :**

les installations mises en place dans ce tunnel non circulé de la DIR Île-de-France permettent désormais d'expérimenter les possibilités ouvertes par les Led et d'enrichir les connaissances pour consolider ou faire évoluer la doctrine de l'éclairage des tunnels routiers en France.



L'inauguration du site expérimental DELTA en mars 2024.



# Animer les réseaux

Représentant de l'État au sein de la communauté des tunnels, le CETU aide à fédérer les acteurs au niveau national et international.

Il anime les échanges, forme les professionnels, met son expérience et ses compétences à la disposition de ses partenaires et contribue activement à la production technique des réseaux.

## RECORD DE PARTICIPATION POUR LE 7<sup>E</sup> FORUM EUROPÉEN DES AGENTS DE SÉCURITÉ TUNNELS !

En mai 2024, le CETU a accueilli et coorganisé avec le Comité ITA COSUF de l'AITES le forum européen des agents de sécurité tunnels.

Ce forum bisannuel constitue une plateforme d'échanges pour tous les agents de sécurité de tunnels routiers européens, mais également pour les services de secours, maîtres d'ouvrage et exploitants de tunnels routiers.

La 7<sup>e</sup> édition avait pour thématique « La planification et l'évaluation de la gestion de crise ». La première journée a permis d'aborder les sujets tels que l'auto-évacuation, la prise en compte de la gestion de l'incendie dans des tunnels dédiés aux modes doux, les relations avec les services de secours, les exercices de sécurité ou encore les enjeux

de sécurité pendant les gros travaux de rénovation.

Pour la deuxième journée, les participants ont pu choisir entre deux visites techniques dans l'agglomération lyonnaise : la galerie de sécurité du tunnel de la Croix Rousse (également utilisée par les transports en commun et modes actifs), ou le PC Cordière du Boulevard Périphérique Nord Lyonnais (BPNL), qui gère un tronçon complexe de 10 km, dont 65% sont constitués de tunnels.

Avec près de 120 participants de l'Europe et au-delà, cette 7<sup>e</sup> édition fut un franc succès !

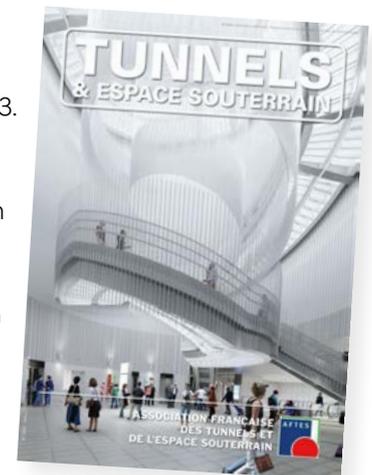


## Une implication continue au sein de l'AFTES

Le lien entre le CETU et l'AFTES remonte à la création même de l'AFTES.

L'implication du CETU se poursuit au sein du conseil d'administration de l'AFTES dont le bureau a été renouvelé lors de l'assemblée générale du 12 décembre 2023. Le CETU est en outre impliqué dans la publication de la revue Tunnels et Espace Souterrain, en participant au comité de rédaction de la revue. Il participe également au Comité Éducation et à la refondation du Comité Espace souterrain et Transitions. Le CETU est impliqué dans 24 des groupes de travail et assure le pilotage ou le co-pilotage de 7 d'entre eux.

À noter en particulier en 2024, la prépublication de la nouvelle recommandation du GT 45 relative au BIM en travaux souterrains, co-pilotée par le CETU, de la recommandation GT4 sur le choix des tunneliers à confinement et de plusieurs cahiers du guide étanchéité du GT9, dont le CETU est pilote.



Exploiter des tunnels routiers

# À L'HEURE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Pour le cycle 2024-2027, le Comité « Exploitation des tunnels routiers » de PIARC poursuit ses travaux pour répondre aux enjeux de la transition écologique et des évolutions technologiques qui l'accompagnent, relayés au niveau national par le CETU.



**A**près un cycle précédent très productif, avec pas moins de 7 publications, en février 2024 un nouveau cycle de travail a été lancé par les quatre groupes de travail du Comité « Exploitation des tunnels routiers » de PIARC. Les thématiques abordées sont les suivantes :

- **GT 1 :** « Nouvelles approches pour une exploitation durable », avec une focalisation sur la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation d'énergie renouvelable pour l'exploitation des tunnels.
- **GT 2 :** « Impact du développement des modes de transport actifs » ; l'objectif de ce groupe est de synthétiser les expériences internationales et bonnes pratiques concernant les piétons et cyclistes dans les tunnels routiers.
- **GT 3 :** « Numérisation de la conception et de la gestion des tunnels routiers ». Ce groupe de travail vise à identifier comment les outils numériques (Building Information Modelling- BIM, jumeaux numériques...) peuvent aider à augmenter la résilience des tunnels routiers et réduire les coûts de conception et d'exploitation.

- **GT 4 :** « Nouveaux modes de propulsion et risques associés ». Après les travaux réalisés sur ce sujet dans le cycle précédent, ce groupe va continuer à recueillir et à partager les expériences internationales.

Ces groupes de travail peuvent compter sur une forte contribution du CETU qui pilote le GT 4, co-pilote le GT 2 et participe en tant que membre aux GT 1 et 3. En cohérence avec les préoccupations du Ministère et du CETU, les travaux de ces groupes PIARC permettront d'enrichir la doctrine technique internationale.

En plus des groupes de travail, le Comité tunnels de PIARC comporte également trois « task forces ». Le CETU pilote celle relative à l'évolution et au déploiement du logiciel DG QRAM pour le transport de marchandises dangereuses. Il participe également à la task force chargée de la mise à jour du « Manuel des tunnels routiers » et à celle chargée de l'organisation de la troisième conférence internationale tunnels de PIARC.

En lien avec ses préoccupations de transition écologique, le Comité Tunnels de PIARC a organisé en septembre 2024 un atelier international à Sydney, en Australie, intitulé « Améliorer la durabilité des tunnels routiers par les interventions au cours de leur cycle de vie ». Le CETU a activement contribué à cet événement.

Pour finir, afin de diffuser auprès de la communauté française les connaissances et pratiques actuelles en termes de transition écologique en ouvrages souterrains, le CETU a organisé les 2 et 3 octobre 2024 une conférence nationale intitulée « L'exploitation des tunnels routiers à l'heure de la transition écologique ». Sous la double bannière GTFE/ PIARC France, cet événement d'ampleur avait pour objectif de permettre à la profession d'échanger sur les questions suivantes :



## « Ouvrages souterrains et transition écologique »

Cette publication synthétique du CETU a été diffusée lors de la conférence GTFE/PIARC France en octobre 2024. Agrémenté de quelques données sur les émissions de CO<sub>2</sub>, ce document identifie plus généralement les enjeux écologiques et les principaux leviers d'action pour réduire les impacts des ouvrages souterrains. Il donne également quelques éléments de méthode en matière d'éco-conception et souligne comment les ouvrages souterrains peuvent être au service des mobilités, des villes et des territoires plus durables.



L'ouverture de la conférence GTFE-PIARC France en octobre 2024 avec Éric Premat (CETU) et Éric Ollinger (DGITM-DMR).

- Comment repenser l'usage des tunnels routiers, en développant leur multifonctionnalité ?
- Quels outils, méthodes et stratégies pour prévoir, suivre et réduire la consommation énergétique ?
- Comment adopter une gestion responsable des ressources, réduire les émissions polluantes et diminuer l'impact global des tunnels routiers sur l'environnement ?
- Quels principes de l'économie circulaire peuvent être appliqués aux équipements des tunnels routiers depuis leur conception jusqu'à la fin de leur vie ?

**+ de 250**

Le nombre de participants à la conférence GTFE/PIARC France.

Cet événement a permis de réunir à Lyon exploitants, maîtres d'ouvrage, bureaux d'études, équipementiers, etc.

Les discussions nombreuses et enrichissantes entre acteurs du public et du privé, autour d'exemples concrets, ont permis d'identifier des pistes de progrès et d'encourager des actions et collaborations au sein de la communauté des tunnels.



**ÉRIC OLLINGER**

*Chef du Département de la transition écologique, de la doctrine et de l'expertise technique, (DGITM-DMR)*

**La conférence GTFE-PIARC France était une occasion unique de réunir la communauté française des ouvrages souterrains autour de la thématique de la transition écologique et de promouvoir les travaux du Comité tunnels de PIARC dans ce domaine. La richesse des échanges et la diversité des sujets traités ont permis d'identifier des pistes de progrès et de potentielles futures collaborations.**

# UNE PARTICIPATION ACTIVE DANS LES COMITÉS DE SÉCURITÉ

Le CETU reste très actif dans les comités de sécurité des grands tunnels routiers transfrontaliers. Il est membre du comité de sécurité du tunnel franco-espagnol du Somport et participe aux groupes de travail du comité de sécurité du tunnel franco-italien de Tende.

Le CETU assure également le secrétariat technique et fournit des experts techniques pour les comités de sécurité des tunnels du Mont-Blanc et du Fréjus.

En ce qui concerne les tunnels ferroviaires, le CETU participe au comité de sécurité du tunnel sous la Manche ainsi qu'à celui de la liaison Lyon-Turin qui comprend l'ouvrage existant du Mont-Cenis et le futur tunnel international.



## Le CETU présent dans les associations géotechniques françaises

La communauté géotechnique française est animée par le Comité Français de Mécanique des Sols (CFMS), le Comité Français de Mécanique des Roches (CFMR), le Comité Français de Géologie de l'Ingénieur (CFG) et la Société Géologique de France (SGF).

Le CETU soutient ces associations par la contribution de ses experts. Par la participation de ses géologues et géotechniciens aux différents groupes de travail de ces associations qui établissent des recommandations et leurs communications dans des congrès nationaux et internationaux, le CETU joue ainsi un rôle moteur reconnu dans le paysage géotechnique français.

En 2024, le CETU a notamment participé au groupe de travail du CFGI, consacré à l'altération des terrains, ainsi qu'à celui du CFMS, dédié à la congélation artificielle. Le CETU a également présenté trois communications aux Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur organisées à Poitiers par ces associations, ainsi que deux communications à la conférence européenne de mécanique des sols de Lisbonne coorganisée par le CFMS.



## Des formations pour accompagner la profession

Une des missions du CETU est la diffusion au sein de la profession des bonnes pratiques dans le domaine des travaux souterrains. Le CETU est impliqué au niveau international dans le comité éducation de l'AITES, l'ITA-CET, qui propose chaque deuxième mardi du mois des webinaires de formation de 1h30 : « les Lunchtime lecture series ». Le CETU en assure notamment l'animation.

Le CETU a également signé des conventions avec des partenaires comme Ponts Formation Conseil, l'ENTPE ou encore le SDMIS. Ces conventions permettent de cadrer l'intervention du CETU et de ses agents, de co-construire les programmes de formation et d'évaluer les enseignements dispensés. Ainsi, avec PFC, le CETU pilote les modules dédiés à la conception des ouvrages souterrains, la maîtrise des risques en phase de réalisation ainsi que la gestion du patrimoine. La collaboration avec l'ENTPE vise à former les opérateurs de tunnels, que ce soit pour la valorisation des acquis initiaux ou la mise en situation. Avec le SDMIS, la formation porte sur les milieux confinés et notamment la mise en œuvre de la méthodologie d'engagement dans les ouvrages souterrains (stations et tunnels tous modes confondus).

Enfin, le CETU organise deux fois par an des journées de formation sur la sécurité des tunnels routiers, afin d'informer l'ensemble des acteurs concernés par l'exploitation des tunnels, et par la gestion de toute crise pouvant survenir, sur le contexte général de la sécurité qui leur est applicable.

## LE CETU ACCUEILLE DES DÉLÉGATIONS NORVÉGIENNES ET JAPONAISES

En avril 2024, le CETU a reçu la visite d'une délégation norvégienne pour échanger sur les pratiques de gestion de la sécurité et de maintenance des équipements en tunnel.

Une deuxième délégation, cette fois-ci japonaise, a été reçue en novembre pour échanger sur l'utilisation du BIM au Japon et en France. Ces échanges ont permis de comparer les pratiques entre pays et de valoriser le savoir-faire français.

## MAIS AUSSI...

**La participation à 7 réunions de la Commission Nationale d'Évaluation de la Sécurité des Ouvrages Routiers (CNESOR)**, dont le CETU assure le secrétariat technique. En 2024, 17 dossiers ont été examinés.

**Une contribution aux travaux du European Underground & Tunnel Forum (EUTF)** qui rassemble 9 associations comparables à l'AFTES, de pays voisins : Allemagne, Autriche, Belgique, Espagne, France, Hollande, Italie, Portugal, Suisse. Le CETU est actif sur les thématiques du BIM, de la gestion du patrimoine et du développement durable au sein des groupes de travail dédiés.

**Le lancement de INFRA 2050**, pôle de compétitivité pour la conception, la construction et l'exploitation bas carbone des infrastructures. Le CETU est représenté dans son Conseil Scientifique et dans son vivier d'experts pour la labellisation des projets.

**Une présence au congrès mondial des tunnels en Chine** avec une intervention pour présenter la recommandation AFTES sur l'utilisation du BIM en tunnels. Le CETU a également présidé deux sessions techniques et a participé aux réunions de plusieurs Comités ou groupes de travail : ITA COSUF (Sécurité en exploitation) ITA-CET (formations), WG2 (recherche), WG6 (maintenance et réparation), WG12 (béton projeté), WG19 (creusement conventionnel), WG21 (cycle de vie) et WG22 (BIM).

*Intervention du CETU sur le BIM lors du congrès mondial des tunnels en Chine.*



# Accompagner les projets

S'appuyant sur ses compétences pluridisciplinaires en ingénierie, le CETU intervient sur des projets de construction et de rénovation des tunnels. Il assiste les autorités dans leurs décisions et apporte un appui aux maîtres d'ouvrage, exploitants, maîtres d'œuvre et entreprises.



Visite de chantier  
en février 2024.

## Tunnel transfrontalier

# LE LYON-TURIN SUR LES RAILS!

Le tunnel de base du Mont-Cenis constitue un ouvrage exceptionnel, dont le maître d'ouvrage a désormais lancé l'ensemble des chantiers opérationnels. L'intervention du CETU auprès de TELT se poursuit pour aider à la maîtrise des travaux dans le cadre d'un accord de partenariat renouvelé en 2024.

Le CETU a notamment conduit une expertise en collaboration avec EGIS pour tirer les enseignements d'une instabilité survenue dans un ouvrage d'entonnement et pour intégrer l'effet des contraintes dans la justification et la conduite des travaux.

Le CETU participe également au comité de conseil et de médiation technique, organe consultatif mis en place dans les marchés de travaux, qui apporte un second regard sur les conditions exceptionnelles susceptibles d'être rencontrées.

TELT porte par ailleurs des exigences environnementales très fortes, les chantiers opérationnels intègrent les principes d'économie circulaire et le CETU aide à l'évaluation environnementale en proposant des indicateurs de suivi. L'analyse du cycle de vie (ACV) du creusement mécanisé fait par exemple l'objet d'une thèse menée au CETU en collaboration avec l'École des Ponts, exploitant les données relatives à la conception du tunnelier, ses équipements, leur consommation, etc. Sur les enjeux liés à la gestion et l'emploi des matériaux excavés, le CETU apporte sa connaissance des obligations réglementaires, de la traçabilité des terres, en parallèle de son appui auprès de la DREAL pour le protocole binational de transfert des matériaux.

Les exigences pour la durabilité des matériaux du génie civil conditionnent la durée de vie de l'ouvrage et la pérennité des structures. Le CETU apporte son expertise, en ce qui concerne les procédés d'étanchement et les matériaux cimentaires utilisés dans les différentes parties d'ouvrage. Par exemple,

l'élaboration d'un référentiel d'étanchéité à grande profondeur a conduit au développement d'un protocole d'essais sur géomembranes avec vieillissement accéléré.

Sur l'ensemble de ces thèmes, les expérimentations et le retour d'expérience des chantiers sont utiles au CETU à des fins de capitalisation et de valorisation de la doctrine technique.



**MANUELA ROCCA**

Directrice générale adjointe TELT

Le partenariat technique et scientifique, riche et continu avec le CETU, nous aide à réaliser notre ouvrage selon des principes de qualité, avec des méthodes adaptées visant la durabilité tout en promouvant l'innovation.



Figuration  
du projet TEOL.

Ouest lyonnais

# VERS UNE DESSERTE EFFICACE

Après des études de faisabilité menées en 2023 et 2024, le projet de Tramway Express de l'Ouest Lyonnais, dit TEOL, s'apprête à entrer dans une phase de conception plus avancée. La phase de consultation du maître d'œuvre général va pouvoir laisser place au démarrage des études d'Avant-Projet en 2025.

**L**e projet de Tram Express de l'Ouest Lyonnais (TEOL), porté par son maître d'ouvrage SYTRAL Mobilités, vise à desservir efficacement le plateau du 5<sup>e</sup> arrondissement de Lyon, et plus largement l'ouest de la métropole au regard des besoins importants de mobilités identifiés dans ce secteur.

**« Le tracé présente la particularité de traverser une des Balmes de la métropole lyonnaise, ce qui fait de TEOL un projet atypique. »**

infrastructures des lignes de tramway T1 et T2, débranche vers le tracé neuf avant de traverser la Saône sur un nouvel ouvrage d'art ;

- **sous le plateau du 5<sup>e</sup> arrondissement**, un tunnel dessert deux stations souterraines dans les secteurs de Charcot et Point du Jour ;
- **à l'ouest**, la ligne poursuit son trajet en surface jusqu'à son terminus dans le secteur Alai/Libération.

Au vu de la topographie marquée en rive droite de la Saône, les études de faisabilité et faisabilité approfondie ont abouti en 2024 au choix d'un tracé en partie souterrain :

- **à l'est**, la ligne emprunte les

Si l'opération ne se résume pas à ses ouvrages souterrains, ces derniers constituent une part importante de la conception. Outre les stations, l'opération comprend en effet la construction d'un tunnel de 3 km de long, un puits intermédiaire, dit du Brûlet, entre Charcot et la Saône de 70 m de profondeur et deux ouvrages de tête dans des secteurs contraints : par la densité urbaine côté Ménival et par le peu de place disponible côté Saône, entre tête de tunnel, voie routière et culée du futur ouvrage d'art. Le projet est à ce jour estimé à 800 millions d'euros HT environ.

Le tracé présente la particularité de traverser une des Balmes de la métropole lyonnaise, c'est-à-dire le coteau escarpé surplombant la Saône. Présentant un contexte géologique et hydrogéologique complexe, ce versant est percé de nombreuses galeries, que l'on appelle également balmes. Certaines dateraient de l'époque romaine ou du Moyen-Âge, et avaient vraisemblablement un rôle de drainage du massif

**8%**

**La topographie marquée du tracé engendre une pente assez importante.**

L'accompagnement sur ce projet TEOL se fait dans la continuité d'une collaboration initiée il y a presque 20 ans. Le CETU était présent auprès de SYTRAL Mobilités dès 2005 pour les études de faisabilité du prolongement du métro B à Oullins. S'en sont suivies des coopérations fructueuses sur son prolongement ultérieur vers les hôpitaux Sud à Saint-Genis-Laval puis pour les études du métro E, qui préfigure le tramway souterrain projeté aujourd'hui.

**SYTRAL**  
MOBILITÉS



et de récupération des eaux, notamment pour l'agriculture. Ces caractéristiques font de TEOL un projet atypique.

Le CETU apporte son assistance à SYTRAL Mobilités avec une approche transversale de l'ensemble des sujets relatifs aux ouvrages souterrains, déterminants pour le projet :

- géologie, hydrogéologie et géotechnique ;
- prise en compte des constructions avoisinantes ;
- contraintes environnementales, notamment vis-à-vis de la gestion des matériaux excavés
- dimensionnement des soutènements et des revêtements ;
- logistique et phasage des travaux ;
- estimation des coûts et délais ;
- démarche de management des risques ;
- sécurité, ventilation et désenfumage.

Présent depuis le stade des études de faisabilité, le CETU a participé à la rédaction du cahier des charges du marché de maîtrise d'œuvre générale (MOEG), à l'analyse des offres et aux séances de négociation. Son accompagnement va se poursuivre en 2025 sur la phase Avant-Projet.

## SARAH EMMELIN

*Cheffe de projet TEOL chez SYTRAL Mobilités*

**SYTRAL Mobilités porte la maîtrise d'ouvrage du projet TEOL. Dans la lignée de l'assistance menée sur d'autres projets lyonnais, le CETU apporte une aide précieuse aux étapes clés du projet. La connaissance du contexte local et l'expertise du CETU apportent un soutien important aux équipes qui permet d'avancer en rendant le projet plus robuste.**

# LA RÉNOVATION DE L'ÉCLAIRAGE DES TUNNELS ROUTIERS S'ACCÉLÈRE



Face aux difficultés de maintenance en raison d'une part de la fin annoncée des sources sodium et fluo, et d'autre part de l'augmentation du coût de l'énergie, de nombreux exploitants se lancent dans la rénovation des installations d'éclairage de leurs tunnels. Le passage à la technologie LED conduit



Éclairage du Tunnel du Rocher de la Vierge.

à requestionner le dimensionnement et le pilotage de l'installation pour se conformer à la doctrine et optimiser les consommations. En 2024, le CETU a ainsi accompagné plusieurs maîtres d'ouvrage dans le cadre de la rénovation des installations d'éclairage du tunnel de Puymorens pour ASF, du tunnel du Landy pour la DIRIF, du tunnel du Bois des Chênes pour la DIR-Est, du tunnel du Rocher de la Vierge pour la DIR Massif Central, du tunnel de Schirmeck pour la Collectivité Européenne d'Alsace, etc. De nouvelles opportunités ont été étudiées et testées à travers le « rétrofit », disposition qui consiste, lors du passage à la technologie LED, à conserver certaines parties des luminaires encore en bon état. Moyennant un diagnostic précis et des études photométriques adaptées, ces solutions économes présentent l'intérêt de limiter les déchets et préserver les ressources tout en assurant la sécurité des usagers.

## Accompagner la valorisation des matériaux excavés du Bassin Parisien

*Dans le cadre du projet Grand Paris Express, le CETU a assisté la Société des Grands Projets au sein du groupement NEOCE sur la question du recyclage et de la valorisation des matériaux excavés, notamment à travers le développement d'indicateurs d'impacts et de mesures d'économie circulaire. En 2024, le CETU a mené plusieurs missions relatives à la veille réglementaire et aux enjeux d'une gestion innovante et durable des eaux et des sols.*

**Société  
des Grands  
Projets**



## A31bis : vers un nouveau tunnel à Florange

Depuis quatre ans, le CETU accompagne la DREAL Grand Est dans le cadre du projet A31bis pour l'aménagement de l'autoroute A31. Cette mission d'AMO porte spécifiquement sur le tronçon neuf du contournement de Thionville qui comporte un tunnel creusé de 2,6 km environ.

La dernière phase de concertation a conduit à retenir une variante passant sous la commune de Florange. Cette dernière est étudiée dans le cadre de la deuxième phase des Études Préalables et fera l'objet d'une enquête publique à la Déclaration d'Utilité Publique.



Tête sud du projet de tunnel.

# MAIS AUSSI...

**La poursuite de l'accompagnement d'Île-de-France Mobilités** dans le cadre de la deuxième phase des études préliminaires du prolongement du Tramway T10. En 2024, le CETU a notamment mené une analyse du pré-dossier d'études préliminaires réalisé par Artelia comparant de multiples scénarios de tracés en souterrain entre le terminus actuel de la ligne (Jardin Parisien) et la gare de Clamart (assurant la correspondance avec la ligne 15 sud du Grand Paris Express).

**La poursuite de la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour les ouvrages souterrains auprès de SNCF Réseau** dans le cadre du projet de la Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur (LNPCA). En 2024, les études d'avant-projet de la traversée souterraine de Marseille ont débuté. Le CETU a analysé la proposition de nouvelles reconnaissances géotechniques, les hypothèses retenues en ce qui concerne la sensibilité des constructions avoisinantes, la réglementation applicable et le programme des études de sécurité à mener au stade AVP.

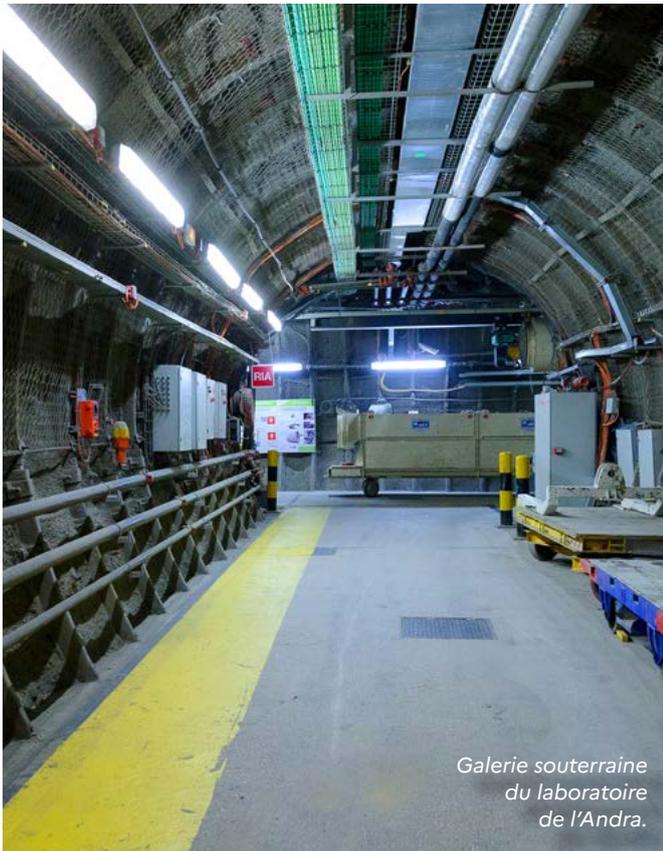
**La fin des travaux de mise en sécurité des tunnels de Boulc et du Col de Rousset.** Le CETU a apporté en 2024 une assistance au Conseil départemental de la Drôme pour la mise en service d'une installation d'éclairage innovant qui adapte son intensité lors du passage de véhicules ou de cyclistes. Ce nouveau système devrait permettre des économies en énergie.



Installation d'éclairage innovant dans le tunnel du Col de Rousset.

**AGIR**  
pour la transition  
écologique

**L'accompagnement des DIR Massif Central, Est et Sud-Ouest** pour des projets de rénovation de leurs systèmes de gestion technique centralisée.



Galerie souterraine du laboratoire de l'Andra.

## Cigéo : analyse et optimisation du planning de réalisation

Le CETU travaille en partenariat avec l'Andra depuis de nombreuses années sur différents sujets liés à la conception des ouvrages souterrains de Cigéo\*, futur centre de stockage profond de déchets radioactifs.

En 2024, le CETU a en particulier réalisé une analyse de la planification des travaux de la 1<sup>re</sup> tranche de Cigéo. L'objectif était d'avoir une vision claire du planning de réalisation de cet ouvrage complexe et de proposer des pistes d'optimisation. Ce travail a été mené en étroite collaboration avec l'Andra, plusieurs experts du Comité technique souterrain et l'appui du bureau d'études Projet Linéaire.

Un planning « chemin de fer » a été construit et plusieurs scénarios testés. Cette représentation géo-temporelle du planning est beaucoup utilisée en travaux souterrains et a une nouvelle fois montré tout son intérêt.

Des réflexions plus larges ont été initiées, relatives notamment aux plannings 4D établis dans le cadre d'une démarche BIM.

\* Centre industriel de stockage géologique.

# Accompagner la vie des ouvrages

Le CETU participe à la bonne gestion du patrimoine des ouvrages souterrains et à leur exploitation en sécurité. Il aide à construire des politiques de gestion du patrimoine, inspecte et évalue l'état des ouvrages, réalise des audits de sécurité.



Visite d'évaluation  
du tunnel de Ruyaulcourt.

## État des ouvrages

# ÉVALUATION ET SURVEILLANCE

Les centrales d'inspections génie civil et équipements réalisent chaque année les inspections détaillées périodiques des tunnels du réseau routier national non concédé en application de l'ITSEOA, mission confiée au CETU par la DGITM. 12 inspections détaillées ont été réalisées en 2024 pour le compte des DIR.

**P**armi les inspections réalisées par le CETU, à noter en particulier celles menées dans le cadre de l'accompagnement de la DIR Centre Est pour le transfert des tunnels de Talant et Daix à Dijon Métropole (loi 3DS).

Quand l'inspection est exceptionnellement menée par un autre organisme spécialisé, comme cela a été le cas en 2024 pour le tunnel de la Grand'Mare, le CETU intervient en contrôle extérieur.

Le CETU est aussi sollicité pour des inspections ou des évaluations de l'état d'autres types de tunnels sur des réseaux non routiers. Deux tunnel-canaux de VNF (Voies Navigables de France) ont ainsi été expertisés récemment, les tunnels de Pouilly-en-Auxois (21), ouvrage touristique majeur sur le canal de Bourgogne et de Ruyaulcourt (62) sur le canal du Nord qui assure la communication entre le bassin Parisien et le réseau fluvial du nord et du Benelux. Pour le premier, l'enjeu était le renouvellement de l'autorisation d'exploiter un ouvrage non inspecté en détail depuis plus de 25 ans. Pour le second, la demande faisait suite à des coulées de boue importantes à l'automne pluvieux de 2023.

Quatre anciens tunnels ferroviaires ont aussi été expertisés dans le cadre d'un projet d'aménagement de la voie verte Viafluvia en Ardèche pour la communauté

d'Annonay Rhône Agglo. Il s'agissait d'évaluer l'état des ouvrages et définir les éventuels travaux nécessaires avant leur requalification et leur mise en exploitation.

Dans tous les cas, ces évaluations sont la première étape d'un accompagnement du CETU pour faire réaliser des inspections détaillées complètes avant d'établir ou mettre à jour des politiques de surveillance adaptée à ces ouvrages dont le suivi n'est pas réglementé.

**L'inspection détaillée des équipements des tranchées couvertes d'Antony et Fresnes (DiRIF) en juin a été ponctuée d'une visite de la Direction des Mobilités Routières du ministère.**



S. Réallon (DMR), H. Klich (DMR), O. Colignon (CETU), J.R. Gely (DMR), C. Banos (CETU), S. Dupas, M. Alatorre et J. Proust (DiRIF).

**Les participants ont ainsi pu constater la complexité d'un tunnel routier et découvrir de manière concrète le déroulé et l'enjeu d'une inspection détaillée des équipements.**



Journée technique  
sur les SGS tunnels,  
septembre 2024.

## Systèmes de Gestion de la Sécurité

# QUEL BILAN TIRER DES SIX ANS DE MISE EN ŒUVRE ?

Depuis 2019, le CETU réalise les audits des Systèmes de Gestion de la Sécurité (SGS) déployés par certains exploitants de tunnels. L'année 2024 clôt ce cycle de six ans et permet de dresser un premier bilan de leur déploiement.

**S**uite aux grands incendies ayant eu lieu dans les tunnels routiers alpins entre 1999 et 2005, les évolutions du cadre réglementaire français ont posé les bases de la démarche de sécurité actuelle, qui repose sur :

- **l'implication de tous les acteurs**, pour lesquels les responsabilités sont clairement définies ;
- **un référentiel technique** (IT 2000) auquel sont associées des méthodes d'analyse des risques ;
- **des procédures** destinées à vérifier le bon niveau de sécurité dès la conception et tout au long de la vie de l'ouvrage ;
- **un retour d'expérience** issu de l'exploitation (événements, incidents techniques et exercices).

En 2015, en France, un audit de la mise en œuvre de la politique d'amélioration de la sécurité des tunnels du réseau routier national non concédé a été réalisé par le Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable. Cet audit avait mis en avant les fortes améliorations techniques et organisationnelles apportées par la démarche en place, tout en soulignant l'importance de l'amélioration et du maintien du niveau de sécurité dans le temps. Suivant l'une des recommandations de l'audit, la Direction des Infrastructures de Transport avait demandé la

mise en place de SGS pour les 44 tunnels de longueur supérieure à 300 m exploités par les Directions Interdépartementales des Routes (DIR).

Ainsi, depuis 2016, le CETU accompagne les DIR dans la construction et la mise en œuvre de leur SGS.

Dans la pratique, cet accompagnement se traduit notamment par la tenue chaque année de deux à quatre réunions d'un groupe de travail SGS, réunissant les DIR et le CETU. Ces réunions permettent de partager l'avancement, les difficultés et d'aborder dans le détail certaines composantes, comme la professionnalisation des techniciens de maintenance.

Depuis 2019, le CETU assure par ailleurs les audits des SGS des DIR, qu'il réalise tous les deux ans. La finalité est que chaque structure dispose d'une vision globale de son SGS au bout d'un cycle de six ans, correspondant à la temporalité de l'examen périodique. Largement inspirés des SGS existants depuis plusieurs décennies dans d'autres domaines (aviation civile, circulation ferroviaire, transports guidés urbains, remontées mécaniques en montagne, installations classées pour la protection de l'environnement et installations nucléaires de base), les Systèmes de Gestion de la Sécurité en tunnel reposent sur les neuf composantes que sont la définition

## Un premier audit hors DIR

Au-delà du réseau routier national non concédé, le CETU a également assisté la Ville de Paris dans la construction de son SGS et en a réalisé l'audit en avril 2024. C'est ainsi que l'année 2024 a vu non seulement la clôture du premier cycle de six ans au sein des DIR, mais également la réalisation du premier audit SGS d'une structure autre qu'une DIR.



des rôles et responsabilités, la gestion des compétences, la gestion du patrimoine équipements et génie civil, la coordination avec les tiers, la culture de sécurité, l'organisation du retour d'expérience, la documentation, la gestion des modifications et l'évaluation de

**« Les Systèmes de Gestion de la Sécurité constituent un outil permettant de fiabiliser l'organisation de l'exploitation et de répondre à un objectif de pérennisation du niveau de sécurité à un seuil élevé. »**

la performance. D'autres actions de sensibilisation et d'accompagnement ont également été organisées par le CETU, comme la journée technique de septembre 2024, ouverte à l'ensemble de la profession. Il ressort des premiers enseignements tirés du déploiement des SGS en tunnel, que les Systèmes de Gestion de la Sécurité constituent un outil permettant de fiabiliser l'organisation de l'exploitation et de répondre à un objectif de pérennisation du niveau de sécurité atteint.

Ils permettent une meilleure coordination des acteurs, notamment internes. Le bilan met aussi en exergue que l'engagement de la direction et de chaque agent au sein de la structure d'exploitation permet d'atteindre une culture de sécurité intégrée.

Au-delà des apports pour chaque structure, les travaux menés ont permis de consolider la doctrine qui sera bientôt diffusée au travers d'un guide méthodologique SGS.



**FRANÇOIS WOUTS**

*Directeur de la Voirie et des Déplacements à la Ville de Paris*

**L'accompagnement du CETU nous a permis de construire et de mettre en œuvre, en deux ans, un SGS tunnels pour les 14 ouvrages qu'exploite la Ville de Paris. Cette démarche a contribué à mieux structurer notre activité. Les bénéfices en interne sont déjà visibles, notamment une meilleure communication entre les équipes et des prises de fonction facilitées.**

**450**

*C'est environ le nombre d'agents rencontrés chez les exploitants lors de plus de 410 heures d'entretiens pendant les audits SGS en 6 ans.*

## Bon état attendu des tunnels en fin de concession

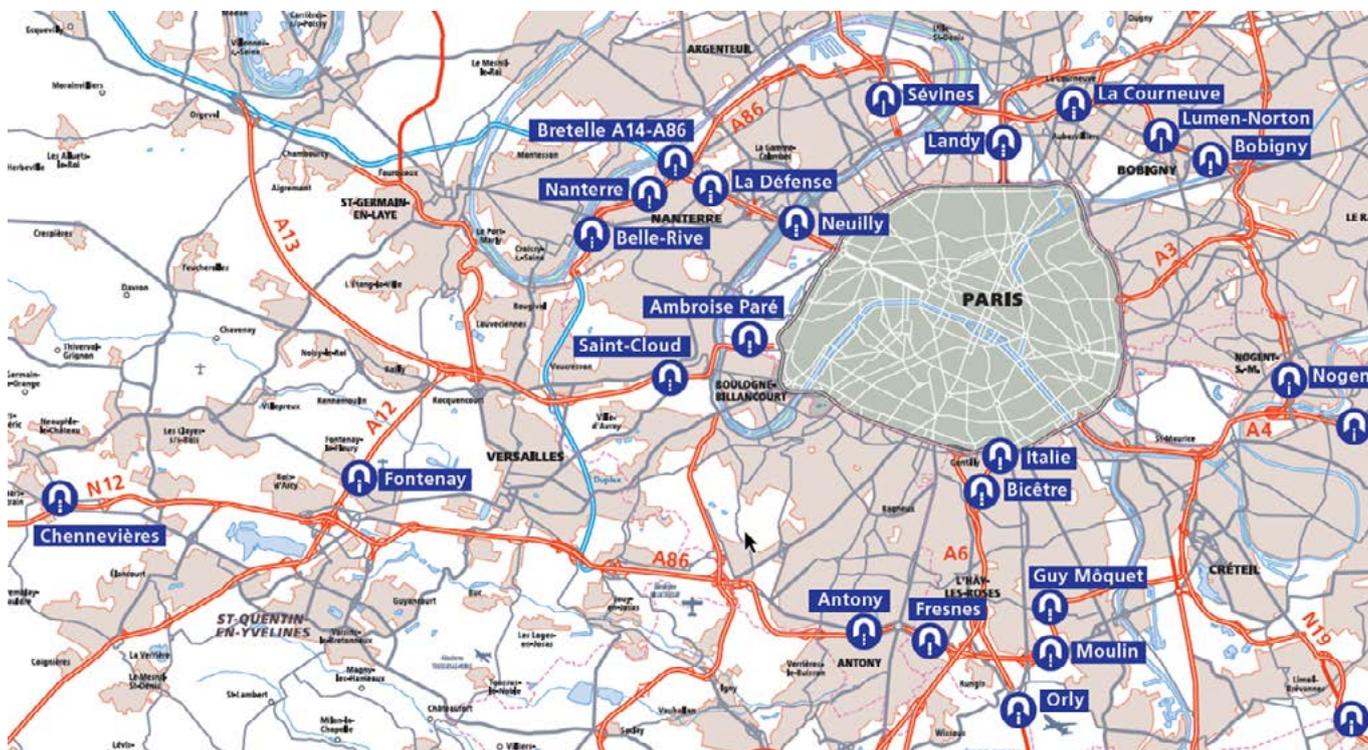
Dans le contexte des fins de contrats de concessions autoroutières, sans précédent en France, le CETU intervient auprès du service FCA (Financement et Contrôle du réseau Autoroutier concédé) pour une assistance technique dans la gestion du patrimoine génie civil et équipements des tunnels concédés. L'enjeu pour l'État est de disposer d'une vision globale et fiable du patrimoine et de son état, afin de notifier au concessionnaire un programme de travaux adaptés à effectuer d'ici la fin du contrat et de recouvrer ses biens en bon état.

En 2024, le CETU est intervenu sur le réseau Escota, dont le patrimoine tunnels est le plus important, avec 43 tubes en exploitation, et dont le contrat arrive à échéance en 2032. Sur l'aspect génie civil en particulier,

la démarche s'est appuyée sur le contrôle de l'état des tunnels présenté par le concessionnaire au travers des inspections détaillées périodiques et, in fine, des notes IQOA. Après une première phase d'analyse documentaire à l'échelle du parc d'ouvrages, certains tunnels ont été sélectionnés par le CETU pour examen plus détaillé sur le terrain, afin d'évaluer la pertinence du programme de travaux proposé par le concessionnaire.

43

Le nombre de tubes sur le réseau Escota.



Les tunnels de plus de 300 m gérés par la DiRIF.

## UN PLAN D' ACTIONS POUR LES JOP2024

Assurer la bonne disponibilité des tunnels constituait un enjeu fort du plan de transport des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024, car ces ouvrages sont présents sur la plupart des axes structurants du réseau routier d'Île-de-France (boulevard périphérique, A1, A4, A13, A14 et A86).

Dans ce cadre, le CETU a proposé au Préfet de la région d'Île-de-France un plan d'actions visant à assurer la disponibilité et l'exploitation en sécurité des tunnels

concernés par l'événement. Les propositions formulées, toutes retenues par le Préfet, ont tenu compte du fort trafic de bus attendu, dont certains propulsés au gaz naturel.

Le CETU a aussi accompagné la DiRIF pour l'accompagner dans la mise en œuvre de son plan d'actions propre, portant notamment sur la réalisation d'exercices et sur les dispositions de surveillance des ouvrages et du trafic.



## Le comité tunnels fête ses 15 ans et se renouvelle

Coanimé par le CETU et le département de la Savoie, c'est dans un nouveau format laissant plus de place au partage d'expérience que le comité tunnels s'est réuni deux fois en 2024.

Il a ainsi soufflé 15 bougies à Chambéry en Savoie au printemps, autour des sujets de l'organisation et de la gestion de la maintenance des équipements.

Puis il s'est retrouvé en automne à Perpignan dans les Pyrénées-Orientales, une première dans ce département, pour de riches échanges sur l'exploitation en situation dégradée. L'occasion de dévoiler son nouveau logo.

## ACCOMPAGNEMENT DU TRANSFERT DU TUNNEL DE TALANT

La loi 3DS du 21 février 2022 prévoit la possibilité pour les métropoles et départements de se voir transférer des portions du réseau routier national. En application de cette loi, Dijon Métropole assure maintenant l'exploitation de la section routière sur laquelle est situé le tunnel de Talant (631 m). Dans le cadre de ce transfert, le CETU assure une mission d'AMO pour l'actualisation du dossier de sécurité de l'ouvrage.

## MAIS AUSSI...

### L'organisation de deux rencontres du GTFE.

La première, en juin 2024 à l'invitation de la DIR Sud-Ouest, a abordé le sujet de la gestion et du traitement des venues d'eau. La deuxième, organisée à Lyon en octobre, en marge de la conférence GTFE-PIARC France, a permis aux exploitants de revenir sur quelques faits marquants depuis la rencontre précédente.

### Un accompagnement au plus près des tunnels transfrontaliers italiens.

Parmi les multiples actions menées figurent le suivi et les inspections, en particulier pour le revêtement du tunnel du Mont Blanc auprès du GEIE TMB. Le comité de sécurité et le GEF ont également mobilisé le CETU pour évaluer le niveau de sécurité incendie du génie civil du second tube du tunnel du Fréjus avant son ouverture.

**Une expertise auprès de la Régie des Transports Métropolitains (RTM)** relative à l'impact potentiel de la construction d'un ensemble immobilier au-dessus des lignes 1 et 2 du métro marseillais.

**Une assistance à la DIR Centre Est** pour la définition des conditions minimales d'exploitation des tunnels qu'elle exploite en Savoie.



La rencontre du GTFE en juin 2024.



Tunnel de Talant.

# Publications

## DOCUMENTS D'INFORMATION CETU

- Sobriété, énergétique en tunnel routier, Équipements d'exploitation et de sécurité, décembre 2023, 29 p.
- Les nouveaux modes de propulsion en tunnel routier, risques et enjeux : état des lieux partagé, janvier 2024, 47 p.
- Le traitement des obstacles latéraux en tunnel, démarche de sécurité, février 2024, 35 p.
- Fonctionnement en sécurité des équipements de ventilation, les documents d'information, décembre 2024, 13 p.

## ARTICLES DANS LES REVUES SCIENTIFIQUES

- **GAILLARD C., KASPERSKI J.,** Geological model for a tunnel in Pyrenees (France): importance of the feedback loop based on re-examined investigation data, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, volume 83, n°4, avril 2024, article n°141, 12 p.

- **MICHALSKI A., BRANQUE D., BERTHOZ N., RALLU A., MOHAMAD W., SZYMKIEWICZ F., LE KOUBY A., BOURGEOIS E.,** Greenfield Response to EPBM Tunneling in Paris and Relations with TBM Operation Variables, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, volume 150, n°10, octobre 2024, article n°05024011, 17 p.
- **BOUTEILLE S., DOREAU J., PETITCOLIN C., SUBRIN D.,** Gestion patrimoniale des tunnels : comment maintenir le bon état des ouvrages ?, Academic Journal of Civil Engineering, vol. 42 (2), 2024, 18 p.

## ARTICLES DANS LES REVUES PROFESSIONNELLES

- **DAUBILLY B., CATHELAIN P., ARMENGAUD J., BISCHOFF P., SIMON J.-B., BREYMAND S., D'ALOIA L., ROYER-MULLER M., SOUCHE J.-C., BETHMONT S.,** L'éco-conception des ouvrages de génie civil : un changement de paradigme, Revue Générale des Routes et de l'Aménagement, n°1003, avril 2024, pp. 16-21, 6 p.
- **BANOS C., CHARLES E.,** Fiabiliser la détection automatique d'incidents : un enjeu de sécurité dans les tunnels routiers, TEC, Mobilité intelligente, n°262, septembre 2024, pp. 32-33, 2 p.

## ARTICLES DANS LES CONGRÈS

### 51<sup>e</sup> Congrès ATEC ITS – Les rencontres de la mobilité intelligente, 23-24 janvier 2024, Paris (France) :

- **SANIEL S.,** Le transport de marchandises dangereuses (TMD) en tunnel, un nouveau cas d'usage pour les ITS, 18 p.
- **SANIEL S.,** Le transport de marchandises dangereuses (TMD) en tunnel, un nouveau cas d'usage pour les ITS, support de présentation, 13 p.

### 12th International Conference « Tunnel Safety and Ventilation », 2024, 16-18 April, Graz (Austria) :

- **WILLMANN C., CHARLES P.,** Integration of new energy carriers in french specific hazard investigations: overview of principal issues, 8 p.
- **REMION G., MOS A., SALIZZONI P., MARRO M., LANZINI S.,** CFD investigation of the improvement of smoke control in a tunnel equipped with a longitudinal and a transverse ventilation system, 8 p.

### World Tunnel Congress, Tunnelling for a better life, 2024, 19-25 april, Shenzhen (China) :

- **ROBERT F., DIAS N.,** Why is it worth using BIM in tunnelling?, 9 p.

### 15th International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions, 2024, 10-14 June, Naples, (Italy) :

- **LECOCQ G., HEUDIER L., TRUCHOT B., MOS A., WILLMANN C.,** Some questions

related to CFD modeling of pressurized tank burst in road tunnels, 8 p.

**Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'ingénieur, 25-28 juin 2024, Poitiers (France) :**

- SIMON N., CAHN M., **TRAORE L., BERTHOZ N.**, Choix du taux de déconfinement à la pose : évaluation de la robustesse d'approches analytiques, 8 p.
- **KASPERSKI J., GAILLARD C.**, Mise en évidence de la complexité des terrains au droit d'une bande triasique Pyrénéenne, 8 p.
- ASLAN Y., RALLU A., BRANQUE D., **BERTHOZ N.**, CHATZIGOGOS C., MAKRYPIDI T., Méthodologie d'estimation du spectre de force d'un tunnelier à l'aide d'une approche couplée numérique et expérimentale, 8 p.

**XVIII European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2024, 26-30 August, Lisbon (Portugal) :**

- ASLAN Y., RALLU A., BRANQUE D., **BERTHOZ N.**, CHATZIGOGOS C., MAKRYPIDI T., Monitoring and analyzing vibrations from tunnel boring machine in urban areas, 6 p.
  - **BERTHOZ N.**, DUFOR N., RALLU A., ASLAN Y., BRANQUE D., Cross analysis between different evaluation methods of small strain moduli in clays and marls of Parisian subsoil, 6 p.
- 20th International Symposium on Aerodynamics, Ventilation and Fire in Tunnels, ISAVFT 2024, 28 – 30 October 2024, Copenhagen (Denmark) :**

- **REMION G., MOS A.**, SALIZZONI P., MARRO M., LANZINI S., CFD investigation of the improvement of the smoke control for transverse ventilation systems, influence of the natural air flow, 13 p.

**Journées de géotechnique du RST, 13-15 novembre 2024, Erquy (France) :**

- **BERTHOZ N.**, Impact du creusement au tunnelier sur des fondations profondes : enseignements du projet TULIP, support de présentation, 24 p.

**THÈSES DE DOCTORAT EN PARTENARIAT AVEC LE CETU**

- TRISTANI A., *Analyse du comportement des tunnels, enrichie par des outils d'analyse de données, d'apprentissage et d'optimisation*, thèse de doctorat de l'ENPC, soutenue le 1<sup>er</sup> décembre 2024
- RAPANAKIS P., *Stabilité à court et long termes d'intersections de galeries creusées à grande profondeur dans l'argilite du Callovo-Oxfordien, Panteleimon*, thèse de doctorat de l'ENTPE, soutenue le 17 décembre 2024

**AVIS TECHNIQUES CETU « PROCÉDÉS D'ÉTANCHEMENT »**

- AT EUROFLEX V, Avis technique n°21/09 R, mars 2024, 20 p.
- AT TERANAP 431 TP Control, Avis technique n°22/03 R, mars 2024, 18 p.
- AT TECTOPROOF SIL / GC, Avis technique n° 23/10 R, juin 2024, 22 p.
- AT ALKORPLAN TUNNELS, Avis technique n°23/12 R, juin 2024, 20 p.

- AT ANTIROCK PR, Avis technique n°23/07 R, juin 2024, 20 p.

**DOCUMENTS PRODUITS AVEC UNE FORTE PARTICIPATION DU CETU**

- CEN/TR 14380 :2024 Lighting applications – Tunnel lighting, Norme, 22 octobre 2024, 88 p.

**En collaboration avec l'AFTES :**

- Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 9 : Étanchement mixte et raccordement aux existants, GT9C9F1, Les recommandations de l'AFTES, janvier 2024, 61 p., prépublication
- Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 11 : Compartimentage des DEG-S et DEG-B, GT9C11F1, Les recommandations de l'AFTES, janvier 2024, 38 p., prépublication
- Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 16 : Retour d'expérience des MOA et coûts de maintenance, GT9C16F1, Les recommandations de l'AFTES, janvier 2024, 64 p.
- BIM en travaux souterrains – Principes généraux, GT45R1F1, Les recommandations de l'AFTES, pré-publication, février 2024, 71 p.
- Recommandation sur la protection des étanchéités extradossées et le drainage des ouvrages souterrains, GT9R19F1, Les recommandations de l'AFTES, février 2024, 63 p.

- Les injections d'arrêt d'eau dans les ouvrages souterrains en exploitation, Brève du GT9, Évaluation AFTES Etanchéité/ Drainage, Tunnels et Espace Souterrain, n°288, avril-mai-juin 2024, pp. 128-131
  - Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 3 : Mise hors d'eau provisoire pour l'installation des procédés d'étanchement et dispositifs de drainage, GT9C3F1, Les recommandations de l'AFTES, mai 2024, 28 p., prépublication
  - Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 4 : Qualité des supports recevant un procédé d'étanchement ou un dispositif de drainage, GT9C4F1, Les recommandations de l'AFTES, mai 2024, 33 p., prépublication
  - Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 5 : Protections mécaniques des procédés d'étanchement et de drainage, GT9C5F1, Les recommandations de l'AFTES, mai 2024, 33 p., prépublication
  - Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 6 : Dispositions constructives et traitement des points singuliers, GT9C5F1, Les recommandations de l'AFTES, mai 2024, 114 p., prépublication
  - Guide pour l'étanchement et le drainage des ouvrages souterrains, CAHIER 17 : Assurances et garanties des travaux, GT9C17F1, Les recommandations de l'AFTES, mai 2024, 26 p., prépublication
  - Les profilés de compartimentage des DEG-S, Brève du GT9, Évaluation AFTES Etanchéité/Drainage, Tunnels et Espace Souterrain, n°289, juillet-août-septembre 2024, pp. 98-101.
  - BITUTHENE (Gammes 4000 – 4000S – 8000 – 8000S – 8000HC), Géocomposite d'étanchéité extrados, adhérent post-appliqué (GEA-PO), Évaluation AFTES n°24-01 R, Procédés d'étanchement ou de drainage innovants en ouvrages souterrains, septembre 2024, 17 p.
  - Les étanchéités extrados adhérentes pré et post-appliquées (type GEA et FPR), Brève du GT9, Évaluation AFTES Etanchéité/Drainage, Tunnels et Espace Souterrain, n°290, octobre-novembre-décembre 2024, à paraître
  - Rénovation de l'étanchéité de la station Balard (RATP – Ligne 8), Fiche chantier n°1 du GT9 – Étanchement/Drainage, AFTES, 2024, 4 p.
- En collaboration avec PIARC :**
- Bonnes pratiques d'entretien et de gestion du trafic dans les tunnels routiers urbains à forte circulation, Rapport technique de PIARC, 2022R34FR, Comité technique 4.4 Tunnels, 2022 (mis en ligne en 2024), 62 p.
  - Improving road tunnel resilience, considering safety and availability, A PIARC technical report, 2023R26EN, Technical Committee 4.4 Tunnels, 2023 (mis en ligne en 2024), 309 p.
  - Impact des nouvelles technologies de propulsion sur l'exploitation et la sécurité des tunnels routiers, Rapport technique de PIARC, 2023R34FR / Impact of new propulsion technologies on road tunnels operations and safety, A PIARC technical report, 2023R34EN, Technical Committee 4.4 Tunnels, January 2024, 80 p.
- RAPPORTS DE RECHERCHE**
- RONEL S., POURCELOT J., DEBORE J., ROUSSILLON R., MERCIER A., GUILPIN A., Projet SOLAcE – phase 01 : Sécurisation des obstacles latéraux par atténuateurs de choc, Conception du prototype et orientations des solutions techniques, Livrables 2.1, mars 2024, 15 p. et 2.2, novembre 2024, 80 p.
  - Rapport sur les accidents et les incendies, Tunnels français de plus de 500 m du réseau routier transeuropéen, années 2022 – 2023, septembre 2024, 20 p.
- LES ACTES DU GTFE**
- Atelier du 13 octobre 2022 - Communiquer avec les usagers en tunnel routier, Les actes des ateliers du GTFE, avril 2024, 18 p.
  - Atelier du 15 juin 2023 - Les interactions entre les exploitants et les services de secours, Les actes des ateliers du GTFE, mai 2024, 22 p.
  - Atelier du 12 octobre 2023 - Les modes actifs : quelle place dans les tunnels routiers, Les actes des ateliers du GTFE, juillet 2024

# Lexique

## ACMOSS

Agence des Communications  
Mobiles Opérationnelles  
de Sécurité et de Secours

## AFTES

Association Française des  
Tunnels et de l'Espace Souterrain

## AITES

Association Internationale des  
Tunnels et de l'Espace Souterrain

## ANDRA

Agence Nationale pour la gestion  
des Déchets Radioactifs

## BIM

Building Information Modelling

## CCDSA

Commission Consultative  
Départementale de Sécurité  
et d'Accessibilité

## CERN

Centre Européen pour  
la Recherche Nucléaire

## CEREMA

Centre d'Études et d'expertise  
sur les Risques, l'Environnement,  
la Mobilité et l'Aménagement

## CFMS

Comité Français de Mécanique  
des Sols

## CFMR

Comité Français de Mécanique  
des Roches

## CFGI

Comité Français de Géologie  
de l'Ingénieur

## CNESOR

Commission Nationale  
d'Évaluation de la Sécurité  
des Ouvrages Routiers

## COSUF

Comité on Operational Safety  
of Underground Facilities

## DGITM

Direction Générale  
des Infrastructures,  
des Transports et des Mobilités

## DIR

Direction Interdépartementale  
des Routes

## DMR

Direction des Mobilités Routières

## ENPC

École Nationale des Ponts  
et Chaussées

## ENTPE

École Nationale des Travaux  
Publics de l'État

## EUTF

Européen Underground & Tunnel  
Forum

## FCA

Financement et Contrôle du  
réseau Autoroutier concédé

## FCC

Futur Collisionneur Circulaire

## GTFE

Groupe de Travail Francophone  
des Exploitants des tunnels  
routiers

## ITA-CET

International Tunnelling  
Association Committee  
for Education and Training

## ITSEOA

Instruction Technique pour  
la Surveillance et l'Entretien  
des Ouvrages d'Art

## LNPCA

Ligne Nouvelle Provence  
Côte d'Azur

## PIARC

World Road Association/  
Association Mondiale de la Route

## RRF

Réseau Radio du Futur

## RTM

Régie des Transports  
Métropolitains

## SGS

Système de Gestion  
de la Sécurité

## SGF

Société Géologique de France

## SRL2

Société de la Rocade L2

## TELT

Tunnel Euralpin Lyon Turin

## TEOL

Tramway Express de l'Ouest  
Lyonnais

## SYTRAL

Syndicat mixte des Transports  
en commun pour le Rhône  
et l'Agglomération de Lyon



**Centre d'Études des Tunnels**

[cetv.developpement-durable.gouv.fr](http://cetv.developpement-durable.gouv.fr) - 25 avenue François Mitterrand - 69500 Bron - France  
Tél. +33 (0)1 40 81 30 30