



Travaux de recherche  
**ANTICIPER  
LES ÉVOLUTIONS  
ET AMÉLIORER  
LES PRATIQUES**



La recherche constitue une part importante des activités du CETU. Essentiellement appliquée, elle permet de faire progresser les connaissances, techniques et méthodes utilisées en ouvrages souterrains, tant pour le génie civil et les équipements que pour l'exploitation et la sécurité. Elle répond aux préoccupations concrètes des services de l'État et de la communauté professionnelle, apportant la matière nécessaire à l'élaboration du socle de doctrine sur ce type d'ouvrages.

Les actions de recherche peuvent être menées conjointement par plusieurs pôles du CETU, dans l'objectif d'aboutir à une percée sur des thématiques à enjeux, ou peuvent être spécifiques à un pôle, avec pour objectif de développer ou maintenir des compétences pointues et de répondre aux multiples attentes des parties prenantes.

Les actions sont souvent menées en partenariat : réseau scientifique et technique du ministère, universités et monde académique, instituts et organismes de recherche, associations professionnelles françaises et internationales, maîtres d'ouvrage, projets nationaux... ”



# Quels sont les objectifs de nos travaux de recherche ?

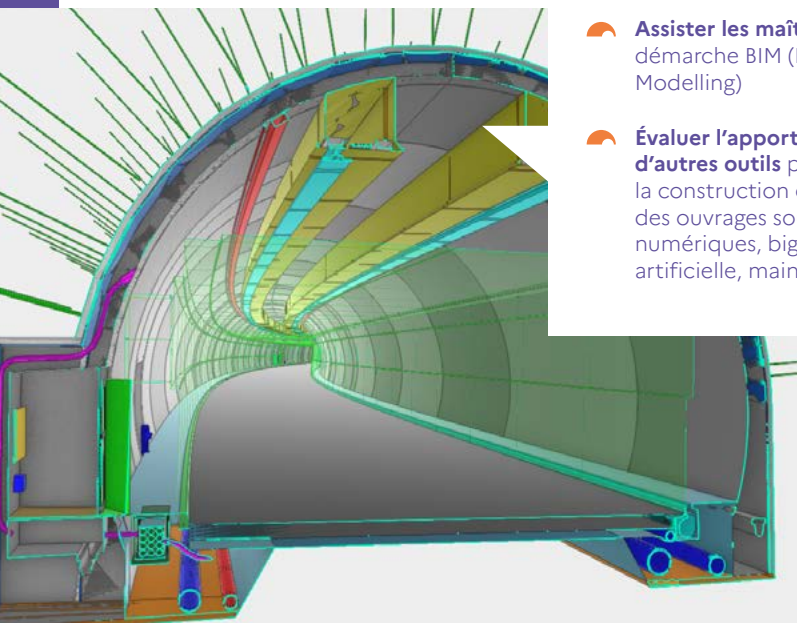
## FAVORISER la transition écologique

- Permettre l'évaluation des impacts environnementaux des ouvrages souterrains par le développement de référentiels et de modèles d'analyse du cycle de vie, proposer des outils d'évaluation pour accompagner les démarches d'écoconception, favoriser l'innovation et l'évolution dans les pratiques en s'assurant du respect des engagements
- Expérimenter des solutions plus respectueuses de l'environnement, tant pour la conception, la réalisation que l'exploitation des ouvrages (par exemple, développer une approche territoriale de la gestion et de la valorisation des matériaux excavés, optimiser la ventilation par la modélisation aéraulique, optimiser les scénarios de maintenance des équipements et tester des innovations...)



## ACCOMPAGNER la transition numérique et les évolutions technologiques

- Assister les maîtres d'ouvrage dans une démarche BIM (Building Information Modelling)
- Évaluer l'apport du développement d'autres outils pour la conception, la construction et l'exploitation des ouvrages souterrains (jumeaux numériques, big data, intelligence artificielle, maintenance prédictive...)



## ANTICIPER l'évolution des usages des infrastructures souterraines



- 🌊 Analyser les impacts possibles du développement des modes doux et des nouvelles mobilités en phase de conception, construction, exploitation et rénovation des ouvrages, tant sur le plan du génie civil que sur celui des équipements et de la sécurité
- 🌊 S'assurer de la bonne compatibilité de la conception des tunnels (géométrie, signalisation) avec leurs usages et de la bonne compréhension de cette conception par les usagers
- 🌊 Prendre en compte la montée en puissance des systèmes de transport intelligents
- 🌊 Inciter à un usage de plus en plus systématique de l'espace souterrain dans l'aménagement de nos cités

## OPTIMISER les méthodes de conception et de construction pour en maîtriser les risques

- 🌊 Développer une démarche itérative permettant de réduire progressivement, tout au long des étapes du projet, les incertitudes d'origine géologique, hydrogéologique et géotechnique (méthodologies pour la conduite des reconnaissances et des études de tunnel ou la justification des structures de soutènement et de revêtement)
- 🌊 Mettre en place des démarches permettant de choisir les méthodes appropriées pour la conception et la construction des infrastructures souterraines : affiner les outils pour mieux maîtriser les coûts et délais ; expérimenter et suivre les innovations, notamment en étanchement et dans l'utilisation des bétons ; évaluer les risques induits sur les avoisinants et minimiser les nuisances, en particulier en milieu urbain à faible profondeur ; évaluer la stabilité et la pérennité des ouvrages à grande profondeur



## ASSURER une gestion efficace du patrimoine d'ouvrages



- 🔦 **Mettre en place des méthodes optimisées** pour connaître l'état et les performances des ouvrages et de leurs équipements, à travers des actions de surveillance, d'inspection, d'auscultation, de diagnostic et d'expertise
- 🔦 **Développer des politiques de gestion patrimoniale** permettant de programmer les actions nécessaires pour préserver le « bon état » des structures et de leurs systèmes d'exploitation tout en optimisant les coûts et privilégiant la sobriété des équipements
- 🔦 **Concevoir des méthodes d'inspection, de maintenance ou de réparation** limitant l'impact sur l'exploitation (réduire le nombre et la durée des fermetures notamment)

## MAÎTRISER les risques liés à l'exploitation des tunnels

- 🔦 **Améliorer la sûreté de fonctionnement des ouvrages** par la mise en œuvre des démarches FMDS (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité et Sécurité) et l'identification des enjeux de cybersécurité...



- 🔦 **Prendre en compte les risques** relatifs à l'émergence de nouveaux modes de propulsion des véhicules : le risque incendie, qui reste une préoccupation majeure en tunnel, et surtout le risque d'explosion
- 🔦 **Impulser une culture de sécurité** au sein des services de maîtrise d'ouvrage et d'exploitation, notamment en promouvant le déploiement et les évolutions des Systèmes de Gestion de la Sécurité (SGS)
- 🔦 **Développer des méthodes d'analyse, d'évaluation et de gestion des risques en exploitation** intégrant des événements d'origine accidentelle ou intentionnelle ; élaborer des stratégies d'évacuation de masse en tunnel ferroviaire



by Magazine © Photos : Métropole de Lyon (couverture), Cetu et iStock



25 avenue François Mitterrand, 69500 Bron - France  
Tél. +33 (0)4 72 14 34 00  
[www.cetu.developpement-durable.gouv.fr](http://www.cetu.developpement-durable.gouv.fr)  
[cetu@developpement-durable.gouv.fr](mailto:cetu@developpement-durable.gouv.fr)