

Sujet de Stage MASTER 2 ou d'Ecole d'ingénieur 2025-2026

Bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) des ouvrages souterrains : constitution d'une base de données de facteurs d'émission et application à un cas d'étude

*Ce sujet de stage est proposé par le Centre d'étude des tunnels (CETU) dans le cadre de l'axe
stratégique de recherche « Transition écologique dans les ouvrages souterrains » (TEOS)*

Qui sommes-nous ?

Le CETU, Centre d'Études des Tunnels, est un service technique du ministère en charge des transports.

Depuis plus de 50 ans, le CETU accompagne les professionnels des tunnels et de l'espace souterrain : maîtres d'ouvrage, exploitants, ingénieries et entreprises. Pluridisciplinaire, il intervient à toutes les phases des projets, depuis la conception jusqu'à la réalisation, l'exploitation et la gestion du patrimoine.

Outre son activité technique et de conseil, le CETU anime les échanges au sein de la communauté professionnelle et joue un rôle majeur en France et à l'étranger dans la diffusion du savoir et des bonnes pratiques.

Pour en savoir plus : www.cetu.developpement-durable.gouv.fr

L'enjeu du sujet de stage en quelques mots :

Les tunnels sont des éléments constitutifs des infrastructures de transport au même titre que les ponts, viaducs, stations et autres gares. Composés de grandes quantités de béton et d'aciers, leur impact sur l'environnement à la construction est souvent majeur au regard d'une section à l'air libre. Des mesures de réduction des émissions de GES doivent être mises en œuvre à la construction afin de respecter le Code de l'environnement et de contribuer à l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050. Le choix de facteurs d'émission fiables et adaptés au secteur des travaux souterrains est indispensable pour conduire une évaluation pertinente des mesures de réduction mises en œuvre.

Description du sujet : contexte et travail proposé

Les impacts des ouvrages souterrains peuvent être partiellement compensés par leurs bénéfices en exploitation : réduction des nuisances, trajets plus courts, report modal et restitution de la surface pour d'autres usages. Cette contribution potentielle à une mobilité plus durable s'inscrit dans un contexte réglementaire renforcé. En effet, les récentes exigences réglementaires et l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 imposent de réduire les émissions dans tous les secteurs, y.c. dans celui du bâtiment et des infrastructures de transport. Ainsi, en 2017, la réalisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour tout projet public soumis à étude d'impact a été rendue obligatoire par décret¹. Par ailleurs, la loi « climat résilience² » a modifié l'article L. 2152-7 du Code de la commande publique : à compter du 22 août 2026, « au moins un des critères d'attribution des marchés prendra en compte les caractéristiques environnementales de l'offre »³.

Les ouvrages souterrains sont donc également concernés par ce cadre législatif et réglementaire récent. Afin d'évaluer de manière objective et fiable les émissions de GES d'un tunnel et les mesures de réduction mises en œuvre, la définition d'un cadre méthodologique adapté et le choix de facteurs d'émission⁴ (FE) pertinents sont indispensables. Il existe actuellement plusieurs sources de FE portés par différents organismes (Ademe (base empreinte), syndicats professionnels, producteurs de matériaux, ainsi que diverses bases de données environnementales dédiées aux études ACV comme Ecoinvent, les FDES⁵ et les PEP⁶...).

L'objectif de ce stage est de constituer une base de données environnementales constituée de facteurs d'émissions adaptés aux ouvrages souterrains afin d'évaluer les projets souterrains et les mesures de réductions des émissions de GES. Des études de sensibilité pourront être conduites à travers la mise en œuvre de cette base de FE sur un ou deux cas d'étude, voire sur le patrimoine des tunnels si la durée du stage le permet.

Le travail demandé pendant le stage consistera à :

- Recenser les facteurs d'émission (FE) disponibles et adaptés aux ouvrages souterrains pour les matériaux (explosifs, ciments, bétons, aciers, cintres, boulons, mortier de bourrage, bétons projetés, voussoirs en béton...), pour les engins de chantier, le transport et l'énergie. Ce recensement sera établi sur la base d'une recherche bibliographique.
- Conduire une analyse critique afin de définir les valeurs à privilégier en tenant compte de la réglementation, des normes, des pratiques et de la pertinence géographique ou technique.
- Utiliser la base de FE élaborée pour calculer le bilan des émissions de GES d'un ou plusieurs projets souterrains. La méthode utilisée (périmètre et modélisation) sera celle développée actuellement au CETU.
- Etudier la sensibilité des résultats obtenus aux choix des FE.

Si la durée du stage le permet :

- Application de la base de FE élaborée à l'évaluation du patrimoine des tunnels routiers en lien avec l'observatoire des tunnels du CETU.

Le travail à réaliser pourra être adapté au profil de l'étudiant ainsi qu'à la durée du stage.

Durée/Moyens mis à disposition

3 à 6 mois / Accès au service de documentation / Accès internet/ Poste informatique.

Localisation

Centre d'étude des tunnels (CETU), Bron (69).

Gratification

30,45€ par jour, soit environ 609€ par mois (tarif 2025 sur une base de 20 jours/mois).

¹ Décret 2017-725 du 3 mai 2017 relatif aux principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre des projets publics.

² Loi n°2021-1104 du 22 août 2021 dite « loi climat résilience ».

³ Le décret n° 2022-767 du 2 mai 2022 précise les modalités de la modification introduite par la loi climat résilience (article R. 2152-7 du Code de la commande publique).

⁴ Un facteur d'émission est le ratio entre la quantité de gaz à effet de serre (GES) émise par un produit ou un service et la quantité de ce bien ou service. Le facteur d'émission sert au calcul dans le bilan carbone et plus globalement au calcul d'émissions de GES exprimé en CO₂e (équivalent CO₂). En effet, l'ensemble des émissions de GES est pris en compte à travers les potentiels de réchauffement global (PRG) de chaque GES, ce qui permet d'exprimer le résultat en « équivalent CO₂ », noté CO₂e.

⁵ Fiches de déclaration environnementale et sanitaire.

⁶ Profil environnemental produit.

Profil du candidat

Niveau d'étude : 2^{ième} ou 3^{ième} année d'école d'ingénieur ou Master2.

Disciplines : génie civil, environnement, développement durable.

Des connaissances en ouvrages souterrains constituent un plus mais ne sont pas indispensables, les principales techniques constructives propres aux ouvrages souterrains seront vues dans le cadre du stage.

Encadrement

Laetitia D'ALOIA

Centre d'Etudes des Tunnels (CETU)

Mission Transition dans les pratiques et développement durable (TPDD)

25 avenue François Mitterrand

69500 Bron cedex

laetitia.daloia@developpement-durable.gouv.fr, 04 72 14 34 98