



**MINISTÈRE
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



STAGE RECHERCHE Master 1 ou 2

(ANNÉE 2025/2026)

VALORISATION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE EN TUNNEL

Qui sommes-nous ?

Le CETU, Centre d'Études des Tunnels, est un service technique central 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.

Contexte

Dans un contexte de tensions énergétiques croissantes et de raréfaction des ressources, l'impact environnemental d'un tunnel doit faire l'objet d'une attention particulière. Une des missions du CETU vise à améliorer les pratiques, notamment du point de vue du développement durable, tant sur la phase de conception du tunnel que sur sa phase d'exploitation. Par exemple, le CETU traite de sujets comme le réemploi des matériaux excavés pendant la phase de construction, ou la sobriété des équipements en tunnel. Ces sujets ont déjà fait l'objet de publications.

Pour diminuer l'impact environnemental des tunnels, on peut également envisager de valoriser les énergies renouvelables présentes en tunnel et/ou à proximité (solaire, hydraulique, éolien, géothermie, chaleur fatale) par la production d'électricité ou la récupération de chaleur. L'énergie électrique produite ou la chaleur récupérée pourrait ensuite être utilisée pour assurer les besoins du tunnel ou des avoisinants. Le CETU a recensé des études qui traitent du sujet de la valorisation des ressources énergétiques en tunnel à l'échelle internationale. Ces études décrivent notamment des expérimentations en tunnel ayant montré des résultats intéressants, en particulier sur l'énergie solaire et sur la géothermie mais également sur les autres ressources. Toutefois, la concrétisation des expérimentations est rare, et la valorisation des ressources renouvelables en tunnel reste aujourd'hui très marginale. En effet, en plus de la complexité technique de récupération d'énergie en tunnel, il n'existe pas aujourd'hui suffisamment de retour d'expérience pour convaincre les décideurs.

Objectifs du stage

- Identifier les limites et obstacles actuels qui s'opposent à la valorisation d'énergie renouvelable en tunnel (production d'électricité pour couvrir les besoins énergétiques du tunnel, récupération de chaleur),
- identifier les besoins d'approfondissement pour la valorisation en tunnel de chacune des énergies renouvelables (recherche scientifique, innovation technologique, expérimentation),
- définir un plan de production d'énergie sur un tunnel donné,
- proposer une matrice d'analyse multicritère d'aide à la décision focalisée sur une énergie renouvelable pour aider le décideur à évaluer sa pertinence pour un tunnel donné.

Sujet proposé

1) Analyse bibliographique (sur la base d'un corpus de textes pré-identifié) :

- identification de la matrice Forces/Faiblesses/Opportunité/Risque de la valorisation des ressources énergétiques en tunnel
 - identification des forces et faiblesses inhérentes à chacune des ressources renouvelables (paramètres physiques qui caractérisent leur efficacité, conditions de récupération de la ressource, rendement pour la production d'électricité, ...),
 - identification des risques (difficultés qu'apporte le tunnel) et opportunités (potentiels qu'apporte le tunnel) pour la valorisation de chacune des énergies renouvelables,
- identification des besoins d'approfondissement par ressource (recherche scientifique, innovation technologique, expérimentation).

2) Définition d'un plan de production d'une énergie renouvelable sur un tunnel donné (par exemple : plan d'installation de panneaux solaires sur une tranchée couverte) :

- identification du tunnel,
- déplacement éventuel sur site,
- définition du plan d'installation (considérations techniques, interface avec le réseau électrique),
- analyse du potentiel de récupération d'énergie,
- analyse de la couverture des besoins énergétiques du tunnel.

3) Analyse de sensibilité sur la valorisation d'une énergie renouvelable (par exemple : panneaux solaires sur tranchée couverte) appliquée à plusieurs tunnels :

- identification de plusieurs tunnels types,
- analyse de sensibilité pour identifier les paramètres influents pour la valorisation en tunnel de la ressource retenue,
- constitution d'une matrice d'analyse multicritère d'aide à la décision pour évaluer la pertinence de la ressource retenue en vue de sa valorisation pour un tunnel donné.

4) Conclusion et perspectives

Durée du stage

- 5 à 6 mois.

Moyens mis à disposition

- Accès au service de documentation / Accès internet.
- Poste informatique et outils bureautiques.

Localisation :

Centre d'Études des Tunnels (CETU)
25, avenue François Mitterrand 69500 Bron cedex

Encadrement

Gabriel REMION
Pôle Ventilation
tél : 04. 72 14 33 81
e-mail : gabriel.remion@developpement-durable.gouv.fr

Éric CHARLES
Pôle Équipements Électriques et de Gestion
tél: 04 72 14 34 19
e-mail : eric.charles@developpement-durable.gouv.fr