



## Proposition de sujet de stage 2023

### **Ecran de protection pare-blocs CAN - E – 1500 kJ : étude paramétrique numérique de la capacité d'arrêt en fonction du point d'impact**

#### **Contexte et objectif**

Sur le territoire national, les écrans de protection pare-blocs sont des ouvrages de protection très utilisés dans les zones de montagne sujettes à l'aléa rocheux. Depuis 2008 et la publication du guide d'agrément technique européen (ETAG) N°027, les ouvrages sont constitués de produits qui peuvent faire l'objet d'un marquage CE. Ce texte normatif européen décrit en particulier une procédure pour réaliser des essais d'impact en grandeur réelle. Ces essais permettent d'évaluer, dans les conditions de sollicitation définies, plusieurs grandeurs décrivant une performance du produit, telles que les limites d'énergie de service et maximale, la hauteur résiduelle, l'allongement et les effacements latéraux.

Les conditions de réalisation des essais ont été choisies dans l'idée de représenter un aléa rocheux, mais correspondent en réalité à une situation particulière d'impact, au milieu du module central d'un écran composé de trois modules, avec un angle d'impact quasi-normal à la nappe de filet et une vitesse de rotation du bloc nulle. Dans le cas du dimensionnement d'un ouvrage in-situ, ces conditions sont rarement réunies, si bien qu'il se pose la question de l'utilisation des performances caractéristiques du produit, issues des essais spécifiques de certification CE, pour la conception de l'ouvrage et l'écriture des CCTP dans le cadre des marchés de protection.

Cette proposition s'inscrit à la suite de :

- Deux travaux de thèse réalisés au Cerema et à NGE-Fondations/INRAE ayant porté sur la modélisation du comportement dynamique des écrans pare-blocs sous impact (soutenance des thèses en 2017 et 2020). Ce travail a permis d'établir des modèles numériques d'écran pare-blocs à partir de l'assemblage de modèles des différents composants de l'écran (nappe de filet, câble, dissipateur d'énergie, poteau-support) et de l'évaluation de leur comportement.
- Plusieurs études numériques détaillées du comportement sous impact de technologies différentes en 2018, 2020, 2021 et 2022. Ces travaux ont permis de réaliser une étude paramétrique du comportement des écrans dans des conditions d'impact qui diffèrent des conditions de l'ETAG : modification de la géométrie de l'ouvrage ou modification des conditions d'impact.

Les modes de diffusion des efforts au sein de l'ouvrage, les temps et durée de sollicitation des composants ont été en particulier analysés pour comprendre en détail le fonctionnement des écrans pare-blocs. Ce travail a été réalisé sur trois technologies d'écran. En 2022 une étude numérique exploratoire a permis de mettre en évidence des points d'impact où la capacité d'arrêt des blocs est inférieure à la capacité pour un impact au centre du module central, et d'identifier les mécanismes de rupture des composants qui conduisent à la défaillance de l'ouvrage, sur une des technologies d'écrans.

L'objectif du travail du stage proposé en 2023 est de réaliser ces mêmes analyses paramétriques exploratoires sur une seconde technologie d'écran afin d'estimer un ratio

numérique entre capacité d'arrêt au centre du module central et capacité d'arrêt en tous points de l'écran. Cela permettra ensuite de comparer ces ratios entre les trois technologies et de progresser sur la détermination ou non d'une valeur universelle de coefficient de sécurité vis-à-vis de la sollicitation de référence utilisée pour la certification.

## **Programme de travail**

Dans une première partie du programme de travail, il est proposé à l'étudiant d'analyser les résultats des simulations numériques (>100) d'impact de blocs en différents points au sein de l'écran CAN-E 1500 kJ pour ensuite estimer les capacités d'arrêt de l'écran en chaque point tout en explicitant les mécanismes de rupture en jeu.

Dans un deuxième temps, les résultats obtenus pourront être comparés avec les autres technologies pour établir s'il est possible de définir des coefficients universels.

L'analyse pourra être enrichie en intégrant les résultats des travaux existants dans la littérature (Buzzi et al., 2014 ; Castanon-Jano et al., 2018 ; Koo et al., 2016 ; Mentani et al., 2016 ; Zhao et al., 2020).

Une thèse commune Cerema/Univ. Eiffel est en cours sur cette thématique de recherche et les travaux du stage pourront alimenter les développements de cette thèse.

## **Production**

Le travail fera l'objet d'un rapport de recherche et si pertinent d'une publication scientifique et/ou d'une note technique.

## **Compétences requises**

- Analyse de données, statistiques,
- Mécanique et calcul de structures (base),
- Calcul scientifique.

## **Encadrement et contact**

- Marion BOST, Université Gustave Eiffel, Bron, [marion.bost@univ-eiffel.fr](mailto:marion.bost@univ-eiffel.fr)
- Marie-Aurélié CHANUT, Cerema Centre-Est, Bron, [marie-aurelie.chanut@cerema.fr](mailto:marie-aurelie.chanut@cerema.fr)
- Mathieu VERDET, CAN, [mverdet@can.fr](mailto:mverdet@can.fr)

## **Lieu**

Cité des mobilités, Parc du Chêne, Allée du Général Benoit, 69 500 Bron  
Télétravail possible si les conditions sanitaires le nécessitent

Des visites des sites d'essai, de l'entreprise, et de chantiers pourront être programmées pour appréhender les ouvrages et constituants.

## **Durée**

Minimum 5 mois

## **Rémunération**

Gratification légale (3,9 €/heure – taux 2022 qui pourra être réévalué en 2023)