

# Etude de la résistance en cisaillement d'une interface entre deux géomatériaux sous chargement dynamique

## *Dynamic shear strength of interfaces made of two geomaterials*

### **Direction de thèse :**

Dominique Saletti (demande d'agrément) : 75%

### **Co-Encadrement. Co-Direction**

Co-direction : Matthieu Briffaut (25%)

### **Proposition disponible ici / Phd proposal available here :**

[https://www.adum.fr/as/ed/voirproposition.pl?site=adumR&matricule\\_prop=30059](https://www.adum.fr/as/ed/voirproposition.pl?site=adumR&matricule_prop=30059)

---

### **Mots clés**

Interface béton-roche ; chargement dynamique ; essais confinés, essai à rigidité constante, essai à contrainte normale constante.

### **Keys words**

Concrete-rock interface ; dynamic shear strength ; confined shear test, constant normal stiffness tests, constant normal loading tests.



Ce projet porte sur la caractérisation de la cohésion d'une interface de deux matériaux quasi-fragiles soumise à un chargement de cisaillement dynamique. Les matériaux mis en œuvre dans ce contexte sont des géo-matériaux (roche tendre, roche dure) et des matériaux de la construction (béton). La connaissance de cette résistance en cisaillement est un paramètre clé qui permet, par exemple, d'évaluer le risque de glissement d'un barrage en béton fondé sur un lit de roche, mais aussi d'évaluer l'intégrité d'une structure du Génie Civil ayant fait l'objet d'une réparation si celle-ci est re-soumise à une sollicitation accidentelle (de type séisme ou explosion).

De nombreuses études portant sur le comportement d'interfaces roche-béton sont présentes dans la littérature. Cependant, ces études ne portent que sur des sollicitations de types statiques, voire quasi-statiques et ne permettent pas de répondre à la question de la tenue d'une interface en cas de sollicitation de type dynamique (séisme, explosion gaz). Le projet de recherche dans lequel s'inscrit cette proposition de thèse propose de contribuer à une meilleure compréhension du comportement de ces interfaces sous sollicitation dynamique par un angle d'étude nouveau en développant un volet « expérimental » et un volet « modélisation et simulation numérique ».

Le premier volet consiste à utiliser un dispositif expérimental relativement récent développé initialement pour l'étude du comportement au cisaillement dynamique du béton par le professeur Pascal Forquin (et ayant fait l'objet d'une thèse co-encadrée par le porteur de projet, Dominique Saletti). Ce dispositif est ici adapté à la problématique de la cohésion d'une interface de manière à appliquer simultanément à l'interface un effort normal à son plan et un effort tangentiel soit avec une presse mécanique (régime quasi-statique) soit avec un dispositif aux barres de Hopkinson (régime dynamique). Un apport supplémentaire du projet est d'appliquer à l'éprouvette des vitesses de chargement modérées représentatives d'un chargement sismique. La campagne expérimentale porterait

sur plusieurs couples de matériaux : roche durs – béton, roches tendres – béton, béton haute performance – béton.

Le second volet a pour ambition d'utiliser les résultats expérimentaux obtenus pendant le projet pour déterminer quels sont les paramètres qui influencent la résistance de l'interface lors d'un chargement dynamique (taux de déformation appliqué ? rugosité de la surface ? pression normale ? propriétés des matériaux en vis-à-vis ?). Une analyse des mécanismes de micro-fissuration au voisinage de l'interface par micro-tomographie sera entreprise afin de comprendre comment l'état de surface et les conditions de chargement (pression, vitesse) influencent l'endommagement dans les matériaux en contact. Outre le dépouillement des essais, il s'agit également de développer un indicateur le plus objectif possible – fondé sur la topographie des surfaces et les propriétés des matériaux en vis-à-vis – permettant de caractériser chacune des deux surfaces en vis-à-vis et de faire le lien avec la résistance observée pour alimenter les modèles prédictifs. Enfin, le développement d'une modélisation numérique représentant explicitement l'interface à une petite échelle sera mené. Elle essaiera de contribuer à apporter une réponse à la question (très difficile dans ce contexte) de l'effet d'échelle en fonction de la vitesse de chargement appliquée, les matériaux fragiles étant connus pour être moins sensibles aux effets d'échelle à haute-vitesse de chargement que sous chargement quasi-statique.

Bien que la tenue de ces interfaces à des chargements dynamiques soit le thème principal de ce projet, des retombées sur une meilleure compréhension de leur comportement pour des chargements statiques sont attendues, notamment par le développement du volet modélisation.



The presented project is dedicated to the characterisation of the cohesion interface between two geomaterials when experiencing a dynamic shear loading. The different materials involved in this study are geo-materials (hard rocks, soft rocks) and building materials (concrete). The knowledge of the shear strength of such interface is a key parameter to, for instance, evaluate the risk of sliding of a dam lied on a bed rock but, also to assess the integrity of a Civil Engineering structure which would have been repaired by adding concrete or high strength concrete and which may have to experience a dynamic loading in the future (explosion, seism).

A lot of study has been reported in the literature on the behaviour of such interfaces. But they are concerning mostly mechanical responses to static and quasi-static loadings. No conclusion can be drawn on the shear strength of joints in case of dynamic loadings (seism, gas explosion). The research project in which this Phd proposal will take part intend to contribute to a better understanding of the behaviour of geomaterials interfaces under dynamic shear loading by tackling the problem with a new point of view, developing a experimental and a numerical modelling part.

The first part consists into using a experimental apparatus initially and recently developed to study the shear behaviour of concrete under confinement by Pr Pascal Forquin (it was part of the Phd thesis of Reem Abdul Rahman and co-supervised by Dominique Saletti). This experimental device is then adapted to the shear cohesion of an interface between two geomaterials and allows applying in the same time a normal loading (the confinement of the joint) and a tangential force (the shear loading). The shear force can be applied with a quasi-static loading, by using a hydraulic press, or with a dynamic loading, by using a Hopkinson bar-like device. A gain of this project will be to apply moderate strain rates to the specimen that are more representative of seismic loading. The experimental campaign will be dedicated to three different couples of materials: hard rock/concrete, soft rock/concrete, High strength concrete/concrete.

The second part of the study aims at using the experimental results obtained during the project to determine which parameters influences the shear interface cohesion strength when dynamically loaded (strain/stress rate? surface roughness? Normal load? Properties of the materials constituting the joint?). An analysis of the micro-cracking mechanisms in the vicinity of the interface by micro-tomography

will be conducted in order to understand how the surface state and the loading conditions (pressure, speed) influence the damage in the materials in contact. Aside the processing of the experimental measurements, here, it is also about developing an index the most objective allowing characterising both of the two face-to-face surfaces and linking this index to the shear strength in order to feed the numerical modelling of geomaterial joints. Finally, the development of a numerical modelling including an explicit representation of the interface (geometrically speaking) at the level of the specimen will be conducted. This numerical modelling will help the team project to provide an answer to the (very difficult) question of the size effect as function of the applied loading-rate, given that brittle materials are known to be less sensitive to size effects at high strain-rates than under quasi-static loading.

Even though the main aspects of this project are dedicated to the characterisation of the shear loading under dynamic loading, the team project expects also a gain in a better understanding of the joint behaviour to static and quasi-static loadings.

---