

Modélisation numérique et prédiction du rebond dans les bétons projetés

TROQUAY Julien

julien.troquay@gmail.com +32 478 08 95 60

PARTENAIRES



APERÇU GÉNÉRAL DU PROJET

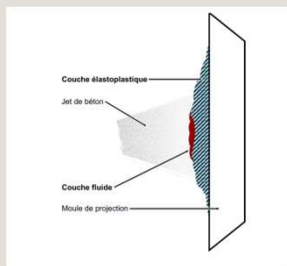
Lors d'une projection manuelle, les pertes par rebond peuvent être très importantes. En voie sèche notamment, elles peuvent atteindre des valeurs de l'ordre de 25 à 30%, constituant un réel défi pour l'industrie d'un point de vue économique et environnemental.

Afin de diminuer le rebond, une solution plus que prometteuse consiste à automatiser le procédé de mise en place à l'aide d'un robot afin de s'affranchir de la composante humaine et principalement de l'angle créé entre l'axe de la lance et la surface de projection.

Encadrement: Marc Jolin (marc.jolin@gci.ulaval.ca) et Luc Courard (Luc.Courard@uliege.be)

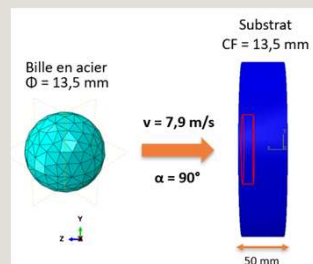
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Ce travail s'inscrit dans un axe de recherche cherchant à caractériser les propriétés du substrat durant la mise en place. Une avancée majeure pose l'hypothèse qu'une couche fluide (CF) est activée sur une portion de l'épaisseur du substrat par la stimulation énergétique des particules du jet. Cette CF a été validée grâce à l'essai de pénétration dynamique de la catapulte (Kim et al., 2024).

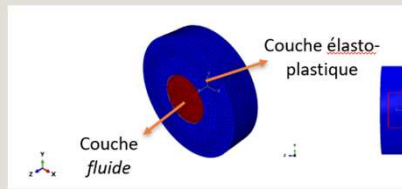


L'objectif premier consiste à développer un modèle numérique représentant l'essai de la catapulte afin de caractériser la CF. Le second vise à l'étendre en faisant varier différents paramètres.

2. MÉTHODOLOGIE

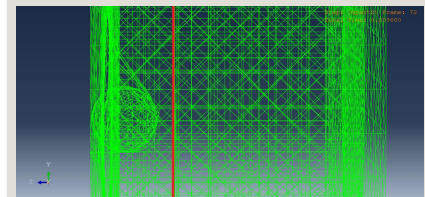


L'essai modélisé dans ABAQUS consiste à projeter une bille en acier avec un angle de 90° sur un substrat possédant une CF d'épaisseur choisie. Le cas de base correspond à une épaisseur de la CF équivalente au diamètre de la bille : 13,5 mm.



4. INFLUENCE DE L'ANGLE

Avec un angle, la totalité de l'énergie cinétique de la bille n'est pas transférée au substrat pour le déplacer dans la direction perpendiculaire à son plan. En effet, une partie de cette énergie est dissipée afin de déplacer latéralement et d'expulser un certain volume de matériau. Ceci a pour conséquence de diminuer la profondeur de pénétration maximale de la bille dans le substrat et d'augmenter le rebond.



Au plus l'angle entre une particule et le substrat diminue, au plus le volume déplacé latéralement est important et l'énergie cinétique est dissipée. Avec un angle de 45° qui peut être associé à une projection manuelle, la dissipation d'énergie peut s'élever à 50%, ce qui est énorme.

α (°)	E_c (J)	ΔE_c (%)
90	0,32	/
75	0,27	-16
60	0,22	-31
45	0,16	-50

3. CARACTÉRISATION DE LA CF ET INFLUENCE DE L'ÉPAISSEUR

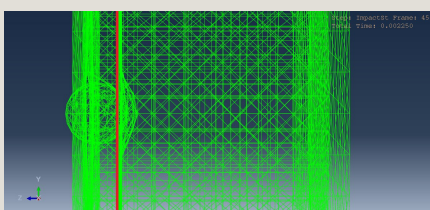
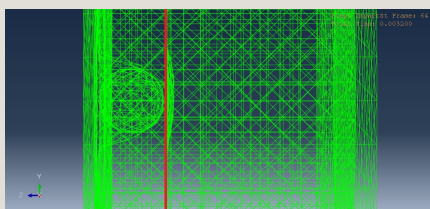
Un paramètre est utilisé pour quantifier le rebond : la contrainte de pénétration dynamique de la bille p_d dans le substrat. Le rebond est proportionnel à p_d .

Le développement du modèle numérique a permis de trouver des combinaisons de propriétés mécaniques satisfaisantes permettant de représenter les CE et CF.

Les résultats numériques obtenus en termes de profondeur de pénétration de la bille et de p_d se situent dans les mêmes ordres de grandeurs que les résultats expérimentaux de Kim et al. (2024). Ceci nous permet de confirmer la validité et la pertinence du modèle.

En doublant l'épaisseur de la CF par rapport au cas de base, on obtient une diminution de p_d d'environ 20%.

En diminuant cette épaisseur de moitié, le phénomène inverse se produit : la bille est freinée par la CE et pénètre moins profondément dans le substrat. Par rapport au cas de base, p_d augmente d'environ 30%.



CONCLUSIONS

1

La dissipation d'énergie associée à la présence d'un angle a une influence négative sur le rebond, l'automatisation est donc très importante pour le futur.

2

Le rebond est inversement proportionnel à l'épaisseur de la CF.

3

Il est nécessaire d'étudier plus en profondeur le maillage et de le raffiner, notamment au niveau de la CF.