LABORATOIRE DE CONSTRUCTIONS HYDRAULIQUES

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Interaction fluide-mécanique entre un écoulement à haute vitesse et le massif rocheux dans une fosse d'érosion: prédiction de l'évolution de la fosse d'érosion

(2006-2010)

Matteo Federspiel

MOTIVATION

Les jets d'eau à haute vitesse créés par des chutes d'eau artificielles ou naturelles induisent une érosion locale du lit rocheux à l'aval de ces chutes. Une estimation appropriée de l'évolution de la fosse d'érosion est primordiale pour garantir la sécurité de l'ouvrage à long terme.

Dans l'installation expérimentale du LCH de l'EPFL il a été démontré que les jets à haute vitesse produisent dans les fissures du massif rocheux des pressions supérieures à celles produites à l'entrée de ces fissures. Les fluctuations de pression à l'interface eau - massif rocheux dépendent de l'évolution de la forme de la fosse d'érosion et de la macro - turbulence qui y est générée.

Des essais avec des fosses à fond plat ou avec des confinements latéraux ont été effectués (Dr. Bollaert et Dr. Manso). Les fosses d'érosion ont toujours été étudiées en combinaison avec une fissure unidimensionnelle.

En réalité les fissures ont une configuration nettement plus complexe et sont souvent interconnectées entre elles (3-dimensions). Certains effets géométriques peuvent influencer les pressions de manière considérable. La concentration d'air dans la fosse a également une influence sur les pressions et sur la propagation des ondes de pression dans les fissures.

C'est pour cette raison que le sujet de ce projet de recherche consiste dans l'étude d'une fosse d'érosion à géométrie variable (plusieurs types de confinements latéraux) combinée avec une fissure 3-dimensionnelle.

OBJECTIF

L'objectif de ce projet de recherche consiste à développer un modèle physique pour l'estimation de la progression d'une fosse d'érosion sollicitée par un jet à haute vitesse.

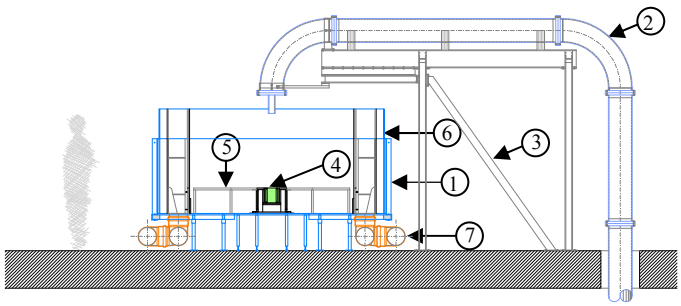
Les objectifs de ce travail de recherche sont les suivants:

- analyse théorique des paramètres physiques impliqués dans le phénomène étudié
- analyse expérimentale des variations de pressions à l'intérieur d'un système complexe de fissures (3-dimensionnel)
- analyse expérimentale des fluctuations des pressions au fond de la fosse d'érosion
- analyse du comportement d'un bloc sollicité par un jet vertical à haute vitesse
- détermination d'une relation entre les caractéristiques du jet et des pressions dans un réseau de fissures réel. Cette relation sera déterminée par les résultats expérimentaux et développés sur des bases physiques
- formulation des pressions hydrodynamiques agissantes à l'intérieur du réseau des fissures pour des géométries réalistes la de fosse d'érosion et de la fissure

INSTALLATION DE RECHERCHE

La nouvelle installation de recherche sera intégrée à l'installation existante au LCH. Cette nouvelle installation sera composée de deux parties: la "boite de mesure" et le "bloc intelligent". Elle sera positionnée à l'intérieur de la fosse d'érosion et immergée dans l'eau. La "boite de mesure" aura une forme parallélépipède rectangulaire avec un trou de forme cubique au milieu, où l'on va positionner le "bloc intelligent". A l'intérieur de la "boite de mesure" ils existent des cavités qui seront utilisés pour positionner les systèmes de mesure (capteurs de pression et de déplacement). Pour garantir le bonne fonctionnement des capteurs la "boite de mesure" sera étanche à l'eau. Le "bloc intelligent" aurait une forme cubique avec une taille de 200 mm. Entre la "boite de mesure" et le "bloc intelligent" il y aura une fissure 3-dimensionnel de 1 mm (elle contour complètement le bloc). Pour garantir que le "bloc intelligent" soit représentatif du massif rocheux il aura une masse volumique apparente de 2'400-2'500 kg/m^3.

Des capteurs seront installés à l'intérieur du "bloc intelligent" lui aussi étanche à l'eau (capteurs de pression et d'accélération).



Vue générale de l'installation de recherche (section longitudinale) actuelle avec la nouvelle installation: (1) la fosse d'érosion, (2) le système d'alimentation de l'eau, (3) ça structure, (4) la nouvelle installation de recherche ("boite de mesure" et le "bloc intelligent"), (5) le nouvel niveau du fond du bassin, (6) le nouvel niveau de la fosse d'érosion et (7) le système de restitution de l'eau