



SINGLE PHASE FLOW ON MOVING DOMAIN Adaptation du logiciel TwoPhase pour le calcul de pressions d'avalanches denses sur les structures porteuses

ACRONYME	
MANDANT	HEIA Freiburg
ÉTUDIANT-E-S	Jocelyn Minini
PROFESSEUR-E-S	Stéphane Commend
EXPERT-E	Didier Mülhauser – Thomas Lang
No	GC-B2119
TYPE	Travail de bachelor
CONTACT	jocelyn.minini13@hotmail.com +41768047532

Avec le réchauffement climatique, l'augmentation des phénomènes extrêmes se fait sentir dans les milieux alpins. Pour la pratique des sports de neige, ceci se traduit par des situations avalancheuses traitées avec lesquelles il faut redoubler de vigilance. Pour la gestion des dangers naturels, les phénomènes d'alternance entre chutes de neige abondantes et pluies se traduit par des avalanches de grandes tailles pouvant menacer les infrastructures. L'ingénieur doit alors trouver des solutions afin de pouvoir comprendre et décrire le comportement de la neige en mouvement. Avec l'augmentation de la puissance informatique des dernières décennies, l'ingénieur possède aujourd'hui sur son bureau une puissance de calcul suffisante pour effectuer des simulations compliquées pouvant approcher le comportement réel de plusieurs phénomènes naturels.

Le présent document est le fruit d'une étude menée dans le cadre du travail de bachelor à l'école d'ingénieur de Fribourg. Il s'agit d'un travail de recherche appliqué mixant les domaines de la géotechnique, de la mécanique des fluides et de la gestion des dangers naturels. Les deux objectifs principaux de ce travail sont

1. l'adaptation de la loi constitutive d'un logiciel d'éléments finis existant TwoPhase la faisant passer d'un fluide newtonien à un fluide de Bingham.
2. la reproduction d'un événement avalancheux sur une structure porteuse par une simulation avec la nouvelle loi constitutive.

La première partie de ce travail introduit le lecteur à la dynamique des avalanches. Elle explique les enjeux du projet, la genèse des avalanches, les méthodes à disposition pour comprendre les phénomènes avalancheux ainsi que quelques termes techniques. Elle donne aussi une importante information sur le fait que l'étude du comportement de la neige sous forme d'avalanche est un phénomène extrêmement compliqué et somme toute assez peu étudié, il n'est pas question d'espérer faire le tour du sujet dans le cadre d'un projet de 7 semaines.

Les équations et les paramètres constitutifs régissant l'écoulement de la neige sont un domaine de la mécanique des fluides et plus particulièrement des équations de Navier et Stokes. Depuis la conservation de la masse et la conservation de la quantité de mouvement, le système d'équations est établi. On explique les lois constitutives des fluides viscoplastiques

de Bingham et de Papanastasiou et quelles caractéristiques elles engendrent sur la dynamique de l'écoulement.

Le logiciel orienté objet TwoPhase est actuellement conçu pour effectuer des simulations avec des fluides newtoniens. Ce logiciel étant écrit en C++, l'implantation de la nouvelle loi est effectuée en créant une nouvelle classe BinghamFluid avec laquelle il faut modifier légèrement le code existant. La validation de l'implémentation de la nouvelle classe se fait de manière qualitative (elle ne se base donc pas sur des essais de laboratoire) en comparant les profils de vitesses newtoniens et binghamiens.

La Suisse dispose d'un site unique au monde se trouvant à la Sionne (Valais), où l'on y réalise des essais et des mesures sur des avalanches grandeur nature. Les mesures prises pour l'avalanche #6236 serviront comme base d'ordres de grandeur afin de garder un œil critique sur les résultats.

Les résultats du travail de recherche sont synthétisés dans la cinquième partie. Il est question de réaliser des analyses de sensibilité des paramètres de calcul sur la dynamique de l'écoulement. Ces analyses seront effectuées avec des fluides newtoniens et binghamiens. L'étude pratique sur une structure porteuse est réalisée sur un petit ouvrage se situant en haute altitude, il s'agit d'un bivouac du club alpin suisse.

La dernière partie conclut ce travail et donne des pistes à explorer pour un projet qui pourrait se poursuivre. On y résume aussi pourquoi le logiciel, dans son état actuel, ne représente pas encore de manière complète le comportement d'une avalanche et comment ceci pourrait être amélioré.

Illustrations

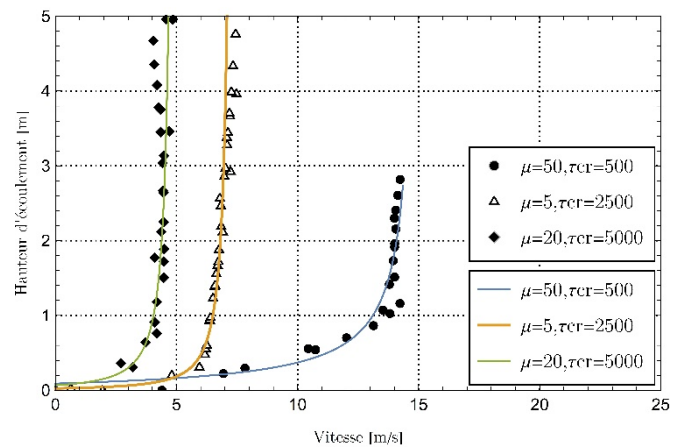


Figure 1 : Profils de vitesse de la nouvelle loi constitutive



Figure 2 : Mittelaletschbiwak avant l'accident d'avalanche



Figure 3 : Mittelaletschbiwak après l'accident d'avalanche