

Le phénomène d'avalanche

Présents dans de nombreux secteurs industriels, les milieux granulaires nécessitent d'être étudiés afin de décrire leur comportement et les interactions. La neige, comme le sable, forment une couche hétérogène à l'équilibre plus ou moins instable, qui peut, dans des conditions spécifiques, se rompre, de sorte qu'un volume, variable et plus ou moins dense, s'écoule sous l'effet de la gravité : c'est le phénomène d'avalanche.

Portant à conséquences, la modélisation est nécessaire pour déterminer les paramètres qui lui sont inhérents. L'étude de différents modèles permet de préciser leur conformité à la réalité.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- *JOBARD Lucie*

Positionnement thématique (phase 2)

PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Avalanche</i>	<i>Avalanche</i>
<i>Modèle de Voellmy</i>	<i>Voellmy's model</i>
<i>Milieux granulaires</i>	<i>Granular environment</i>
<i>Modélisation expérimentale</i>	<i>Experimental modelling</i>
<i>Fourmilion</i>	<i>Antlion trap</i>

Bibliographie commentée

Les avalanches de neige font partie des catastrophes naturelles pouvant être très dévastatrices. C'est pourquoi depuis une centaine d'année, les scientifiques du monde entier s'intéressent à ce phénomène afin de prévoir les avalanches et d'en diminuer les risques. En effet, comprendre et assimiler leur mouvement, prévoir leur déclenchement ou l'influence que les obstacles ont sur elles, constitue une avancée fondamentale pour appréhender les risques que génèrent les avalanches. Le premier modèle est apparu en 1922 et a été élaboré par Paul Mougins [1]. Il a été utilisé notamment lors des Jeux Olympiques de 1924 puis a été plusieurs fois modifié dans différents pays (bien qu'en France, l'étude des avalanches n'ait débutée que dans les années 70). La variante la plus connue de ce premier modèle est celle de Voellmy présentée en 1955.

Toutefois, l'étude des avalanches reste, encore aujourd'hui, très complexe, notamment à cause du manque de données expérimentales [2]. Il est en effet assez difficile d'obtenir des données réelles

exploitables et de pouvoir ainsi les confronter aux données théoriques. Un des problèmes majeurs est la modification de la masse volumique au cours de l'avalanche. De plus, en réalisant des expériences à beaucoup plus petite échelle, l'intervention de ce phénomène est moindre, d'où la difficulté de le modéliser.

Un premier modèle consiste à étudier un objet placé sur une masse de neige ainsi que sa trajectoire [3]. Une première façon de modéliser ce phénomène est, en effet, de considérer que les seules forces exercées sur l'objet sont l'action de la pesanteur et la force de frottement solide (donnée par les lois empiriques de Coulomb). Ce modèle très simplifié nous permet d'avoir une première idée du comportement d'une avalanche, et permet de déterminer également la distance d'arrêt.

Néanmoins le modèle de Coulomb reste «simpliste». Pour préciser et compléter ce modèle, plutôt que de considérer seulement le poids et la force de frottement solide, on peut également prendre en considération la force de frottement turbulent que propose Voellmy dans son modèle [4]. Il est intéressant de tenir compte de cette force, car la turbulence est un phénomène lié à la viscosité, se caractérisant pour des écoulements, par des évolutions de la vitesse de manière imprévisible, ce qui est bel et bien le cas pour des avalanches puisque, selon le type de sol et les obstacles rencontrés, la trajectoire et la vitesse de l'avalanche en sont modifiées [5].

Après avoir modélisé théoriquement les avalanches, il est possible de les reproduire en remplaçant la neige par du sable ou du polystyrène pour caractériser les phénomènes dus aux milieux granulaires. Les avalanches interviennent également naturellement avec du sable comme pour le piège du fourmilion. Ce petit insecte creuse des trous dans le sable afin de capturer ses proies de prédilection, les fourmis. La compréhension de la spécificité de ces entonnoirs creusés dans le sable, permet alors de comprendre pourquoi les fourmis sont les seuls insectes à glisser irrémédiablement au fond du trou [6].

Problématique retenue

Quels sont les différents facteurs responsables de l'apparition d'une avalanche dans un milieu granulaire ?

Objectifs du TIPE

Bien que complexe à modéliser, le phénomène d'avalanches peut être régi par un modèle plutôt « simpliste », le modèle de Voellmy. Les équations qu'il donne permettent alors d'étudier différents paramètres qui sont inhérents à ce phénomène physique. Je modéliserai ensuite ce phénomène expérimentalement afin de confronter données théoriques et expérimentales, et enfin, j'en observerai une application concrète avec le fourmilion.

Abstract

An avalanche can be defined as a rapid flow of snow down a hill or mountainside, which can be triggered by a variety of parameters such as terrain and slope steepness. They are natural disasters causing each year multiple victims. Thus, it is important to try to model their comportment. This

is what we did, theoretically, by considering certain forces, before experimenting it, and by determining several characteristic parameters. The ant lion trap that we also modeled experimentally shows as a result that avalanches can be used by using some specific factors, as a mean for predation.

Références bibliographiques (phase 2)

- [1] TORAVAL SUISSE : Modélisation des avalanches : <http://www.toraval.ch/modelisation-des-avalanches/>
- [2] MARIE RASTELLO : Etude de la dynamique des avalanches de neige en aérosol. Dynamique des Fluides : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00002797/document>
- [3] JEROME FAILLETTAZ : Le déclenchement des avalanches de plaque de neige: De l'approche mécanique à l'approche statistique : 2003
- [4] G. BRUGNOT : Modélisation des avalanches : http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/21592/RFF_1982_5_131.pdf?sequence=1
- [5] MAURICE MEUNIER, CHRISTOPHE ANCEY, DIDIER RICHARD : L'approche conceptuelle pour l'étude des avalanches. : 2004 (cemagref editions)
- [6] JÉRÔME CRASSOUS, ANTOINE HUMEAU, SAMUEL BOURY, JÉRÔME CASAS : Pressure-Dependent Friction on Granular Slopes Close to Avalanche : *Physical Review Journals*, 3/08/2017

DOT

- [1] *Délimitation du cadre de notre étude : Le phénomène d'avalanches est complexe à modéliser car il fait intervenir de nombreuses forces et de multiples paramètres.*
- [2] *Etude d'un modèle théorique du phénomène d'avalanches : Suite à nos recherches, nous avons décidé de focaliser notre étude théorique sur le modèle de Voellmy, modèle simplifié du phénomène d'avalanches.*
- [3] *Décision de s'intéresser à une application concrète du phénomène d'avalanches, celui du fourmilion, suite à la lecture de l'article : Jérôme Crassous - Pressure-Dependent Friction on Granular Slopes Close to Avalanche.*
- [4] *Premières expériences sur les avalanches peu concluantes du fait des trop nombreuses incertitudes et d'un protocole maladroit.*
- [5] *Nouvelles expériences sur le fourmilion et les avalanches, aboutissant à des résultats exploitables et reproductibles.*
- [6] *Interprétation des résultats obtenus : Grâce aux données expérimentales, nous sommes parvenues à prouver l'influence de certains paramètres et à identifier les causes de certains résultats différents de ceux attendus.*