
**LE PROGRAMME DE RECHERCHE SUR
LES RISQUES NATURELS EN MONTAGNE
DU CONTRAT ÉTAT-RÉGION RHÔNE-ALPES**

DEUXIÈME PARTIE

ÉROSION ET CRUES TORRENTIELLES

Le point sur le programme de recherches relatif aux laves torrentielles

conduit par le
Centre National du Machinisme Agricole,
du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

en collaboration avec
l'Institut de Mécanique de Grenoble

A la suite de longues périodes de pluies ou de violents orages, le sol de bassins versants de torrents de montagne s'érode. Les sédiments qui en résultent sont en partie transportés par le torrent. Dans quelques cas exceptionnels, il peut se former une lave torrentielle, la concentration en sédiments est alors très élevée et on a affaire à l'écoulement d'un mélange de consistance « intermédiaire » entre un sol saturé et une suspension boueuse.

De tels événements sont en général rares et imprévisibles, il n'est pas possible de les stopper complètement. Ils conduisent parfois à des catastrophes suffisamment importantes pour que l'on cherche à s'en protéger (lave torrentielle du St-Antoine à Modane le 25/8/87 : 40 MF de dégâts). Cependant il n'existe pas actuellement d'outils théoriques suffisants pour permettre de faire progresser la prévision des zones à risques et la construction des ouvrages de protection.

Problème de la nature du fluide

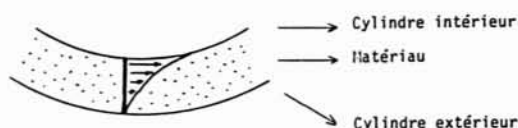
Une lave torrentielle n'est pas un fluide parfaitement défini. Il s'agit d'un mélange d'eau, d'argiles diverses, et de particules solides de tailles et de formes variées et dont le diamètre peut aller de quelques microns à quelques mètres, tous ces éléments étant en concentration variable d'une lave à l'autre.

Cependant, en général en France, la concentration en argiles et particules fines est suffisamment importante pour que de tels écoulements puissent être considérés comme monophasiques.

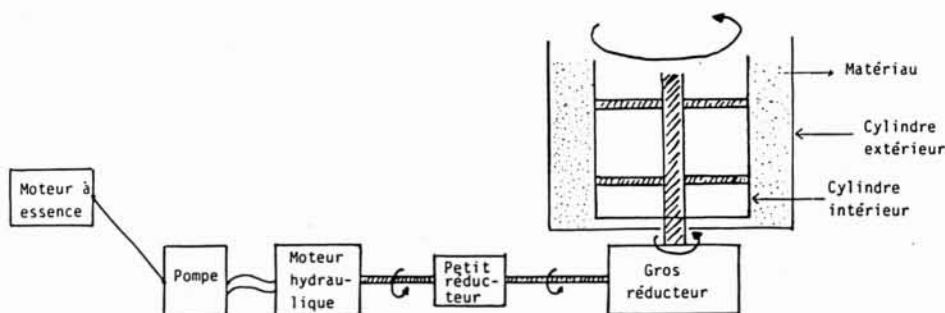
Pour progresser dans l'analyse de ces écoulements, il est absolument nécessaire de progresser dans la connaissance du comportement de ces fluides. C'est le but de la rhéologie.

Latest assessment of the research programme on torrential lava

Following long periods of rain or violent storms, the soil in the catchment area of mountain torrents is eroded. Sediments resulting from this erosion are partly carried by the torrent. In some exceptional cases, a torrential lava may be formed and in this case sediment concentration is very high and this forms a slide of a mixture with an « intermediate » consistence between saturated soil and a muddy suspension. Studies carried out in collaboration with the CEMAGREF and the IMG related to the rheology of the lava : flow meter tests in existing laboratories ; construction of a special flow meter. Two other actions are being considered : experimental study on movements of particles in the fluid ; numeric study on the transitional nature of real slips.



1. Aspect du profil des vitesses.



2. Schéma d'ensemble.

Première étape de la recherche : Rhéomètres de laboratoire

Dans ce domaine, on réalise d'habitude en laboratoire à l'aide d'appareils très précis (rhéomètres), des expériences de cisaillement simple sur des échantillons de fluide de petit volume. On mesure l'effort appliqué et la vitesse de déformation qui en résulte. En reliant ces deux données, on peut obtenir des indications souvent déterminantes sur la loi de comportement du fluide étudié.

Il est très vraisemblable et communément admis que la fraction fine des échantillons de laves torrentielles a un rôle prédominant sur la loi de comportement de la lave dans son ensemble. Une première partie de la recherche a consisté à tester celle-ci dans les rhéomètres de laboratoire. L'étude de ces mélanges n'est pas terminée mais elle a conduit pour l'instant aux constatations suivantes : le comportement de cette fraction fine est non newtonien, thixotrope, très perturbé par les effets de bord et des phénomènes parasites.

Deuxième étape de la recherche : Construction d'un rhéomètre spécial

Pour étendre de manière sûre ces résultats à des échantillons complets de laves torrentielles, il est nécessaire de faire directement avec ceux-ci des expériences du même type. Cependant il n'est plus possible étant donné les dimensions de certaines particules d'utiliser les rhéomètres de laboratoire qui tolèrent suivant la géométrie seulement des particules de diamètre inférieur à 100 μ . Aussi a-t-il été

nécessaire de construire un rhéomètre spécial, de très grande taille.

Le principe de fonctionnement de ce rhéomètre est le suivant : le matériau est placé entre deux cylindres coaxiaux de diamètres différents, puis le cylindre intérieur est entraîné en rotation, le cylindre extérieur restant fixe, le matériau est ainsi cisailé (cf. fig. 1).

En mesurant le couple appliqué sur l'axe et la vitesse de rotation du cylindre induite, on déduit le comportement du mélange étudié en cisaillement simple. L'appareil comprend un cylindre de 1,20 m de diamètre, de hauteur 0,80 m, et à fond plat et un cylindre intérieur de 0,80 m de même hauteur. Pour appliquer un couple moteur à ce dernier, il a fallu associer un moteur à essence de 13 chevaux, entraînant une pompe et un moteur hydrauliques. Compte tenu de la puissance très importante fournie par le moteur, la vitesse de rotation de l'arbre à sa sortie est grande et doit être réduite par deux réducteurs placés en série avant l'axe principal du cylindre intérieur (cf. fig. 2).

La vitesse linéaire à la périphérie du cylindre intérieur peut varier ainsi de 1 mm/s à 1 m/s. Des surfaces rugueuses ont dû être fixées le long des surfaces des cylindres en contact avec le mélange, pour éviter les glissements. Des instruments de mesure permettront de connaître le couple appliqué sur l'axe du cylindre intérieur et sa vitesse de rotation.

Cet appareil est monté sur deux essieux munis de roues. On peut ainsi le tracter. Sont aussi adjoints à ce rhéomètre une potence et un treuil, pour le remplissage avec le matériau. Pour la vidange, il est possible de basculer les cylindres d'environ 90°.

Troisième étape de la recherche : Rhéomètre spécial et plateforme torrentielle

En pratique, on effectuera avec cet appareil des campagnes de mesures sur le terrain ayant pour but de tester des échantillons issus de dépôts de laves torrentielles, et des mesures sur des échantillons naturels prélevés juste après qu'un événement se soit produit. On espère ainsi au minimum obtenir des données permettant de mettre en relation les caractéristiques de nos échantillons et les caractéristiques d'écoulement des laves correspondantes.

Cependant ce type de mesures n'est pas suffisant. Il est important de vérifier les hypothèses faites sur le comportement de matériaux étudiés après les expériences de cisaillement simple avec des observations sur des écoulements plus complexes en canal.

On peut envisager à long terme de provoquer de tels écoulements en canal naturel, mais cela nécessitera certainement d'énormes moyens techniques et financiers. En

revanche à court terme, on pourra faire ce type d'expériences dans un canal faisant partie de la plateforme torrentielle construite au Laboratoire d'Hydraulique de France. Grâce au système de recirculation des matériaux, on étudiera des écoulements permanents en canal droit, mais aussi les effets de singularités sur l'écoulement.

Autres actions en cours dans le domaine des laves torrentielles

Enfin dans le cadre d'un programme de recherche complet, deux autres actions sont engagées. La première concerne des expériences à petite échelle d'écoulement d'un fluide transparent comportant des particules transparentes du même indice, afin d'étudier plus généralement les mouvements des particules dans le fluide. La seconde est beaucoup plus appliquée et consiste à étudier par ordinateur le caractère transitoire des écoulements réels de laves torrentielles.



Géologie des barrages et des retenues de petites dimensions - Danielle Lautrin

Géologie appliquée à la construction de barrages de moins de 20 mètres.

1990, 144 pages, illustrations - Prix : 200 F TTC

La forêt et ses ennemis - J.F. Abgrall et A. Soutrenon

88 fiches décrivent les principaux insectes ravageurs, champignons et maladies des forêts.

S'adresse à tous les gestionnaires de la forêt, à l'enseignement et à tous ceux qui se passionnent pour la forêt et la protection de la nature.

1991, 3^e édition, 21 x 29,7, relié, 400 pages, 485 photos - Prix : 340 F TTC

A commander à : CEMAGREF-DICOVA BP 22, 92162 ANTONY CEDEX Tél. : (1) 40 96 61 32