

LE GLUON

JOURNAL DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE DE L'UNIVERSITE JOSEPH FOURIER

EDITORIAL

Hivers enneigés riment souvent avec bonheur pour les amateurs de glisse. Mais accumulation de neige rime aussi avec avalanches... La connaissance de ces phénomènes complexes représente un enjeu sécuritaire important.

Aussi, nous vous proposons, en première partie de ce numéro, la présentation d'un modèle qui pourrait dans l'avenir aider à la prédiction du déclenchement des avalanches. Afin de rester dans nos montagnes si chères à nos cœurs, nous parlerons ensuite de glaciers, ces champs de glace éternelle, véritables mémoires

SOMMAIRE

Deux approches différentes pour expliquer les avalanches de plaque p. 1

Annonces des conférences Midsciences et des conférences du CCSTI p. 2

Les glaciers alpins face au réchauffement p. 3

Retrouvez le gluon sur le net chaque mois !

<http://www.ujf-grenoble.fr/ujf/fr/actualites/gluon/2003/index.html>

Deux approches différentes pour expliquer les avalanches de plaque

Géophysique

Les avalanches, encore appelées "mort blanche", sont un phénomène complexe dont l'explication reste encore incertaine. Une équipe grenobloise s'est penchée sur le déclenchement des avalanches de plaques.

Les deux approches scientifiques

Partant du fait qu'elles résultent d'une rupture dans le manteau neigeux, les chercheurs se sont intéressés plus particulièrement à ce phénomène en utilisant deux approches complémentaires: une approche déterministe (déterminer en tout point du manteau neigeux son état de contrainte en fonction de paramètres mécaniques et géométriques connus) et une approche statistique (proposer un modèle qui reproduise les statistiques de terrain).

Dans un premier temps, la propagation d'une fissure dans le manteau neigeux a été étudiée d'un point de vue déterministe. Ce type d'analyse mécanique du problème requiert plus d'une dizaine de paramètres caractérisant la neige et le massif. Une caractéristique importante qui n'était pas prise en compte jusque là est la *ténacité*, qui caractérise la résistance qu'a un matériau à propager une fissure préexistante. C'est un phénomène physique observé couramment lors d'un déclenchement d'avalanche de plaques. L'étude expérimentale menée dans le massif de l'Alpe d'Huez a permis de quantifier la ténacité de la neige recueillie et de pousser plus loin l'analyse mécanique confirmant le fait que la neige est le matériau le plus fragile de la nature! Malgré tout, l'extrême variabilité tant temporelle que

spatiale des propriétés du manteau neigeux rend difficile la bonne caractérisation des paramètres à prendre en compte pour une étude fiable de ce phénomène naturel.

Devant ces limites de l'approche déterministe, l'approche statistique ou la possibilité de mener une étude différente et plus aboutie de la rupture dans le manteau neigeux. La connaissance des événements de La Plagne (4000 avalanches) et Tignes (1400 avalanches) depuis 4 années sert de base à cette étude dans la mesure où ces statistiques seront confrontées à celles provenant du modèle conçu par les chercheurs. Il ressort, pour la première fois, que les hauteurs ainsi que les largeurs des plaques de neige déstabilisées sont invariantes d'échelle,



Figure 1: Définition hauteur (H) et largeur (L) de plaque sur photo.

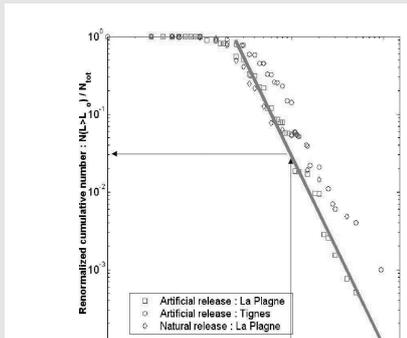


Figure 2: En abscisse, on trouve la largeur des plaques d'avalanches, et en ordonnées, (échelle logarithmique) le nombre d'avalanches supérieures à une certaine taille caractéristique (observées soit par un recensement sur le terrain, soit par la modélisation). Une valeur de 10^{-4} correspondra à une probabilité de $1/10\ 000$, 10^{-3} à $1/1\ 000$, etc... Considérons une largeur de plaque de 100 m : la probabilité d'avoir une avalanche supérieure à 100 m est de 3%.

Les modèles de simulation

Les modèles décrivant les phénomènes complexes sont basés sur le principe des automates cellulaires : de nombreux éléments au fonctionnement individuel simple interagissent de manière simple, le tout formant un phénomène complexe. Pensez aux embouteillages : une multitude de voitures qui ne peuvent que s'arrêter ou avancer sans doubler, l'ensemble forme le phénomène complexe bien connu qu'est le bouchon... Comment appliquer ces modèles aux avalanches de plaque ? Primo, le manteau neigeux peut être vu comme un damier où chaque case représente une parcelle interagissant avec les autres. De quelle façon ? Il est admis qu'une des ruptures du manteau neigeux se produisant

des petites sont susceptibles de se produire. De plus, une loi puissance relie la probabilité d'occurrence d'un événement à sa taille (cf. figure 2). Plus l'avalanche est grosse (en terme de volume ou largeur de plaque) moins la probabilité d'occurrence est importante. Cette observation est, par ailleurs, commune à bien d'autres phénomènes complexes : les séismes, les glissements de terrains, les chutes de blocs, etc... Les avalanches n'échappent donc pas à ce qui semble être la règle.

lors d'une avalanche est localisée entre deux couches de neige superposées. A ce e rupture, les chercheurs ont ajouté la possibilité d'une rupture en traction dans la couche formant la plaque (la plaque prête à glisser tire sur le reste du manteau neigeux qui la retient puis cède, cf. photo en figure 1). Dès lors, le fonctionnement est le suivant : chaque case participe à la stabilité de la couche. Lors d'une perturbation (chute de neige), si une case ne peut plus assurer cette fonction (un bout de la couche étudiée glisse sur la couche de dessous et/ou se détache de sa voisine par traction), les endroits se répartissent sur les cases voisines qui sont donc un peu plus sollicitées. Progressivement, on arrive ainsi à propager la rupture du manteau neigeux et la plaque se décroche.

Ce nouvel automate cellulaire permet ainsi de reproduire le comportement statistique en loi puissance des avalanches mais aussi celui des glissements de terrain ou encore celui des chutes de blocs. Contrairement à l'approche déterministe, un seul paramètre (reliant les valeurs seuils de rupture en traction et entre couches) est nécessaire pour cette étude statistique qui n'est que la première effectuée sur les avalanches. Beaucoup de travail reste encore à faire : comprendre les statistiques des volumes de neige déclenchés, expliquer les raisons de l'invariance d'échelle des hauteurs de plaques, voir si les statistiques des avalanches sur un couloir donné sont identiques aux statistiques du massif. Par ailleurs, la loi puissance retrouvée par le modèle pourrait permettre de connaître la probabilité d'occurrence d'une avalanche d'une certaine taille connaissant l'ensemble des avalanches précédentes. En ce sens, l'évolution temporelle de la distribution en loi puissance des tailles d'avalanche semble une voie d'étude prometteuse. En effet, cette étude pourrait mener à la conception d'un modèle de prévision de déclenchement d'avalanche, non plus basé sur l'expérience des experts mais sur une approche statistique. Ce modèle servirait d'outil supplémentaire d'aide à la décision pour les prévisionnistes des stations de ski.

Contact

Pour plus de renseignements, contactez Jérôme Faille au Laboratoire 3S : "Sols, Solides, Structures", <http://www3s.hmg.inpg.fr>

Manifestations scientifiques en mars-avril 2004

Actualités

- Conférences Midisciences de 12h à 14h amphithéâtre D2 DSU, Av Centrale, Domaine Universitaire

Mardi 2 Mars "Quels liens entre scientifiques et organisations citoyennes" par C. Bonneuil, chargé de recherche au CNRS <http://agra2.grenet.fr/MidiSciences>



- Cycle de conférences "La génétique en questions" organisée par le CCSTI Grenoble à la salle de conférence de la Maison du tourisme :

Judi 22 Avril 2004: "Puces à ADN et puces à cellules: des promesses pour la recherche" par Alexandra Fuchs, chef de projet au laboratoire Biopuce du CEA-Grenoble <http://wwwccsti-grenoble.org>



- Semaine internationale du CERVEAU du 15 au 19 Mars:

Rencontres-débats et expositions sont organisées à Grenoble (CRDP, Av. Général Champon) pour informer le grand public sur les avancées de la recherche dans le domaine des Neurosciences.

<http://wwwccsti-grenoble.org> - 04 76 44 88 80

- 7° festival "Images & Sciences" sur le thème "Les énergies du futur" du 2 au 11 Mars au CRDP, 11 Avenue du Général Champon (renseignements: Pierre.Kermen@ujf-grenoble.fr)

- Vulgarisation scientifique sur Radio Campus (90.8MHz)

Voir le programme des émissions sur le site: <http://wwwgrenoble.radio-campus.org/emissions/atelier19/>