

## *Détermination de la granulométrie des lits des torrents*

### **INTRODUCTION**

Les torrents se distinguent des autres cours d'eau entre autres par des manifestations souvent brèves et intenses qui rendent la mesure de leurs écoulements particulièrement difficile, et par la très grande difficulté à leur appliquer les lois usuelles de l'hydraulique.

De nombreux phénomènes torrentiels restent donc très mal connus comme le seuil de déstabilisation d'un lit torrentiel, les conditions de déclenchement des laves torrentielles, etc... et, si des progrès récents ont été réalisés sur quelques points (lois de perte de charge, capacité maximale de transport en écoulement hyperconcentré), une difficulté persiste pour utiliser concrètement ces résultats : ceux-ci sont en général le fruit d'études sur modèle réduit où l'obtention des paramètres de base (pente, granulométrie, débit, vitesse) ne pose pas trop de problèmes.

En revanche, la mesure de tels paramètres sur des torrents naturels ne va pas sans difficultés. Le CEMAGREF - Division Protection contre les Erosions - a proposé d'étudier en particulier le problème de la détermination de la granulométrie des torrents naturels dans le cadre du contrat de plan Etat - Région sur les risques naturels, considérant que ce point conditionnait la possibilité d'utiliser en ingénierie les progrès réalisés en matière de connaissance des phénomènes torrentiels. Cette étude a fait l'objet d'un travail de thèse (Vincent KOULINSKI - thèse soutenue le 16/12/93).

### **DEROULEMENT DE L'ETUDE**

Au delà du choix de la méthode opérationnelle la plus adaptée à l'obtention d'une granulométrie en conditions naturelles, se pose le problème du choix de la zone de mesure. En effet, un lit torrentiel, résultat d'une succession de phénomènes de caractéristiques variées, cumule ou juxtapose en général les traces des différents phénomènes successifs qui s'y sont produits. La mesure de la granulométrie d'un lit de torrent dépend donc de la zone sur laquelle cette mesure est réalisée. Le problème de la détermination de la granulométrie pose donc celui de la connaissance de la morphologie torrentielle et des phénomènes torrentiels associés.

L'étude a donc inévitablement comporté plusieurs approches complémentaires.

Dans un premier temps, un modèle réduit de très petite dimension a été utilisé pour étudier et quantifier les caractéristiques locales du charriage torrentiel et du tri

granulométrique. Le tri granulométrique a été particulièrement étudiée durant le processus de formation d'un pavage constitué d'éléments grossiers en surface du lit sous l'action prolongée de conditions hydrauliques moyennes. Ce pavage est généralement associé à des structures morphologiques particulières, et confère au lit une résistance accrue à l'écoulement lors des crues suivantes.

Les dimensions du modèle réduit utilisées ont ensuite été progressivement augmentées pour mettre en évidence les phénomènes et les structures morphologiques correspondantes aux différentes échelles d'espace.

Ces mesures et observations ont été utilisées ensuite et confrontées à des observations et mesures réalisées sur 9 torrents des Alpes et des Pyrénées françaises, qui ont par ailleurs été utilisées pour élaborer une méthodologie de mesure de la granulométrie adaptée au contexte torrentiel.

## **RÉSULTATS OBTENUS**

### Modélisation sur modèle réduit

Dans un premier temps, le problème a été simplifié autant que possible en utilisant une seule granulométrie et un canal aussi petit que possible. Une série d'essais a été réalisée dans un canal de 10 cm de large et de 1 à 2 mètres de long (pente 12 %). Ces essais ont amené à distinguer deux formes distinctes du charriage torrentiel.

La première correspond à la notion classique de capacité maximale de transport généralement exprimée par les formules de transport solide disponibles. Le lit est constitué d'éléments plutôt fins, et le tri granulométrique est peu marqué, même si les éléments sont légèrement d'autant plus mobiles qu'ils sont gros.

Lorsque les conditions d'écoulement se rapprochent des conditions de début de mouvement des grains du lit, le transport solide diminue, les éléments fins sont plus facilement déplacés, et le lit évolue vers le pavage. On assiste à une prise de contrôle progressive du transport solide par le lit, qui empêche que soit atteinte la capacité maximale de transport. Les formules usuelles sont donc mises en défaut. Parallèlement, on assiste à l'arrêt progressif d'amas de gros blocs qui constituent en fin de processus les éléments structurants du lit pavé, et lui confèrent sa morphologie en "marches d'escalier".

Le calcul puis l'interprétation d'un "indice de mobilité relative", exprimant le rapport des proportions des grains d'une classe granulométrique donnée, respectivement dans le transport solide et dans le lit, ont montré que le transport solide évolue de façon nettement irréversible vers l'un des deux états stables décrits ci-dessus : le charriage hyperconcentré et le pavage. Une augmentation de la taille des matériaux du lit se traduit par un tarissement rapide de la fourniture en matériaux (pavage), tandis que la diminution de la taille des grains du lit correspond à un accroissement du transport solide (charriage hyperconcentré).

Les essais réalisés ensuite dans un canal de 60 cm de large, laissant ainsi la possibilité à l'écoulement de divaguer, ont surtout montré une différence de comportement lors de la destruction du pavage. En effet, si pour les essais en canal étroit, le dépavage correspond à l'arrachement des grains constituant le pavage précédemment formé sur le lit, dans les essais en canal large, la reprise du transport





