

CRUES TORRENTIELLES OU CRUES DES TORRENTS ?

Ce numéro de Risques Infos est consacré au risque de crue torrentielle. Le précédent était consacré au risque d'inondations. Alors qu'ont-elles de si particulier, les crues torrentielles, pour justifier qu'on en traite de façon spécifique par rapport aux crues des rivières et aux inondations qu'elles provoquent ? C'est ce que tente de préciser cet article.

Attardons-nous un instant pour commencer sur la terminologie **crue torrentielle**. Cette dénomination précise un caractère torrentiel aux crues de cette espèce. Crue désigne une « élévation de niveau d'un cours d'eau », qui peut être à l'origine d'inondations, au sens usuel du terme, c'est-à-dire le recouvrement par de l'eau des terrains riverains plus ou moins proches du cours d'eau en crue.

Le caractère torrentiel, quant à lui, renvoie à la définition même du torrent, « cours d'eau de montagne, rapide et irrégulier, de faible longueur, plus ou moins à sec entre des crues violentes et brusques ». On le voit, une des premières et principales caractéristiques des torrents est d'être des cours d'eau de montagne, ce qui a amené certains à en proposer une définition basée uniquement sur la pente en long des cours d'eau. Ainsi, Bernard, en 1927, proposait-il la classification suivante : les cours d'eau de pente longitudinale inférieure à 1 % sont appelés rivières, ceux dont la pente est comprise entre 1 et 6 % sont des rivières torrentielles, et enfin lorsque la pente est supérieure à 6 %, on a affaire à des torrents. Il est bien évident qu'une telle classification est nécessairement réductrice compte tenu de sa simplicité. Pour autant, elle a le mérite, outre la simplicité justement, de bien mettre l'accent sur le paramètre essentiel qu'est la pente.

Ceci étant, une autre caractéristique des torrents, contenue dans leur définition, relative d'ailleurs à leur caractère montagneux donc pentu, est leur régime de crue. Les torrents sont le lieu de crues soudaines et violentes. Elles sont souvent provoquées par des précipitations elles-mêmes violentes et abondantes, et ce sont des crues à dynamique rapide, c'est-à-dire que seulement quelques heures au plus séparent la montée des eaux de la pluie qui l'a provoquée. Et il semble bien que ce soient souvent ces caractéristiques « hydrologiques » qui sont d'abord retenues par le sens commun pour décider du caractère torrentiel d'une crue. D'ailleurs ne parle-t-on pas de pluie torrentielle pour désigner des trombes d'eau, qu'elles s'abattent n'importe où, serait-ce même sur la plus morne des plaines ? Dans la même logique, le commun des mortels, les médias en particulier, n'hésiteront pas à qualifier de torrentielle la crue d'un cours d'eau qui pourra n'avoir une pente que très modérée, et en tout cas insuffisante pour lui conférer le titre de torrent, dès lors que la montée des eaux aura été rapide et importante, et que de ce point de vue là au moins, la crue se sera déroulée « comme dans un torrent ». Il est vrai toutefois que dans ce dernier cas, pour que la montée des eaux soit rapide, il faut tout de même bien que le cours d'eau en question ne soit pas trop éloigné de terrains pentus susceptibles de propager et de concentrer rapidement le ruissellement issu de la pluie vers le cours d'eau aval. Il s'agit donc tout de même en général de cours d'eau torrentiels, torrents proprement dits ou rivières torrentielles.

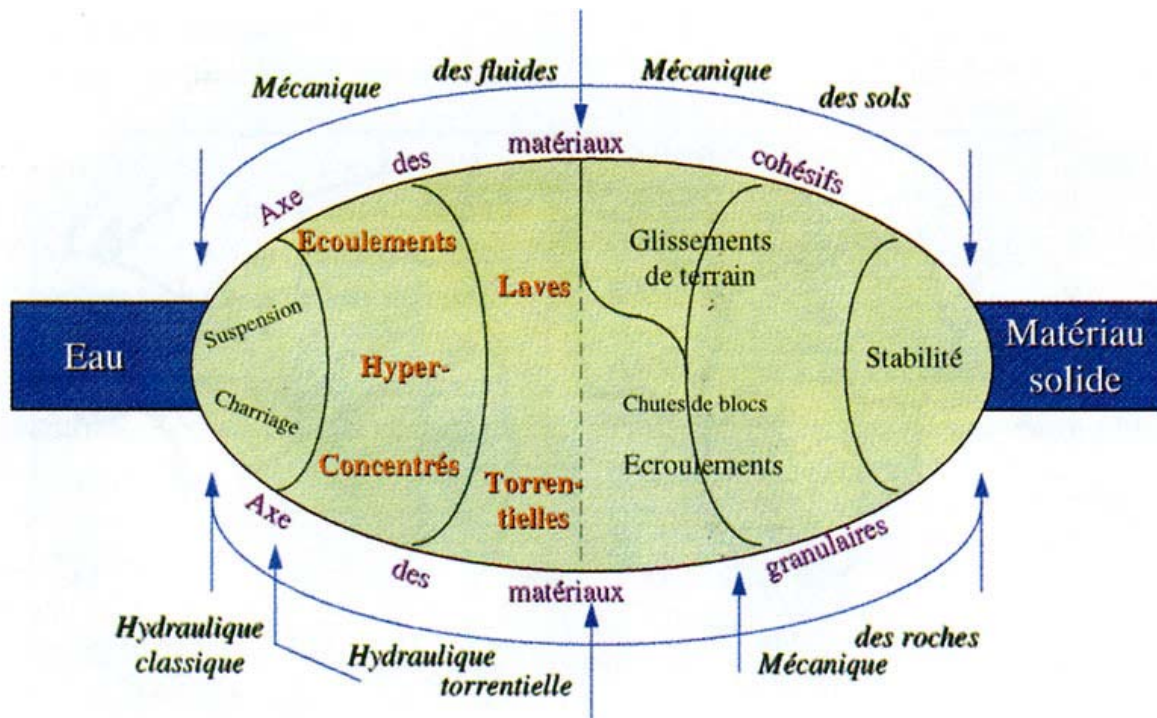
Quoi qu'il en soit, force est de constater que nombre de crues qualifiées de torrentielles... n'ont pas lieu dans un torrent.

Alors qu'en est-il des crues des torrents à proprement parler ? Rappelons-nous que la définition du torrent fait d'abord référence à de fortes pentes, favorisant l'érosion et le transport des sédiments arrachés sur les pentes ou prélevés dans le lit-même des cours d'eau sous l'action de l'écoulement. Les écoulements torrentiels sont donc susceptibles de présenter des concentrations en sédiments très élevées, d'autant plus importantes bien sûr que les pentes seront raides, et que l'écoulement, autrement dit la crue, sera vigoureux. On pose là une définition différente des crues torrentielles, plus spécifiquement hydraulique, car reliée à la nature des écoulements.

Les conséquences de l'intensité du transport solide dans les écoulements torrentiels sont diverses. D'abord, l'importance des interactions entre phase liquide et phase solide met en défaut les lois de l'hydraulique classique, c'est-à-dire de l'hydraulique d'eau claire. Par exemple Smart et Jaeggi ont mis en évidence (1983) qu'à partir d'une pente de l'ordre de 7 %, la hauteur d'écoulement, pour un débit liquide donné s'écoulant sur un lit affouillable devenait significativement supérieure à ce qu'elle devrait être si seulement de l'eau s'écoulait. Le supplément de hauteur est à attribuer à la présence de sédiments dans l'eau, qui ne peut donc plus être négligée dans le calcul de la hauteur d'écoulement. De même, selon Graf et Altinakar (1995), au delà d'une concentration volumique de 8 %, un écoulement chargé en matériau solide ne se comporte plus de façon semblable à l'eau, parce que la relation entre les forces exercées et les déformations est différente de celle que l'on connaît pour l'eau, sur laquelle est fondée l'hydraulique classique. Il est donc nécessaire de faire appel à une hydraulique différente, reconnue en tant que telle depuis à peine plus d'une dizaine d'années, et baptisée logiquement **hydraulique torrentielle**. La complexité du couplage entre phase liquide et phase solide en rend toutefois la compréhension extrêmement difficile, ce qui explique que l'hydraulique torrentielle soit une discipline jeune.

En termes de risque les conséquences du transport solide sont bien évidemment considérables. Il ne suffit plus de se prémunir contre une montée du niveau d'eau, il faut se protéger contre des engravements ou des affouillements considérables, ou encore des coulées de boue capables de causer des dommages matériels ou humains très importants. Par extrapolation, cette dimension de risque a pu être quelquefois retenue seule comme définition indirecte des torrents, par exemple par le rédacteur de cette note d'instructions d'une fiche de renseignements archivée au service RTM de Savoie, qui écrivait en 1882 : « Le torrent n'a pas besoin d'être défini ; il suffit pour mériter ce nom qu'un cours d'eau soit devenu dangereux, pour quelque cause que ce soit ».

On distingue généralement deux familles principales d'écoulements torrentiels correspondant à deux modalités distinctes de transport de sédiments. D'une part, on peut observer des écoulements dans lesquels les sédiments sont charriés au voisinage du fond sous l'effet des forces hydrodynamiques dues à l'écoulement d'eau. L'eau et les sédiments transportés, ainsi d'ailleurs que les sédiments transportés entre eux, ont des vitesses de déplacement nettement différentes. Ce mode de transport solide présente donc des analogies certaines avec le transport de sédiments charriés dans les rivières à faible pente, et on le baptise donc par analogie **charriage torrentiel**. Les valeurs de concentration solide sont en revanche d'un tout autre ordre de grandeur, puisque si à des pentes de 1 % les concentrations maximales sont de l'ordre de 0, 1 %, pour des pentes de 10 %, l'ordre de grandeur des concentrations solides est de 10 % également. On parle alors de **charriage hyperconcentré**. Illustré autrement, dans ces écoulements, la hauteur d'écoulement est du même ordre de grandeur que la taille des plus gros blocs transportés (tout au plus le double ou le triple). On comprend alors aisément que les risques de débordement soient au moins autant liés aux évolutions du niveau du lit, suite à des engravements locaux par exemple, qu'aux variations de la hauteur d'écoulement proprement dite. D'ailleurs une autre manifestation de l'intensité du transport solide par charriage est une fluctuation très marquée et très rapide du nombre et de la position des chenaux d'écoulement, constamment refaçonnés par l'écoulement et les alternances érosion/dépôt correspondant. En rivière de plaine au contraire, le risque d'inondation « classique » résulte généralement des seules variations du tirant d'eau dans un lit supposé fixe à l'échelle de temps de la crue, puisque le transport solide y est marginal.



Positionnement de l'hydraulique torrentielle (d'après Meunier – 1991)

A des concentrations solides encore supérieures, on observe des écoulements dans lesquels le mélange eau/sédiment est si intime que l'on ne distingue plus qu'une seule masse boueuse et rocailleuse en écoulement, dans laquelle l'eau et les sédiments transportés s'écoulent à la même vitesse. On parle alors de **laves torrentielles**, par analogie avec les laves volcaniques. Les écoulements de lave torrentielle s'opèrent généralement par bouffées, qui poussent devant elles un front constitué d'un amas de gros blocs rocheux. Il est là aussi assez facile de comprendre que ces écoulements ne répondent pas tout à fait aux mêmes lois que les écoulements d'eau claire, et qu'il faut développer une hydraulique particulière adaptée à ces mélanges visqueux. On comprend aisément que les mesures de protection contre de tels écoulements sont nécessairement très spécifiques, pour prendre en compte l'importance des transports solides et des dégâts qu'ils sont susceptibles de causer, et en tout cas bien différentes des mesures de protection en vigueur contre les inondations de plaine.

Les crues des torrents, crues torrentielles au sens strict, ne constituent donc pas simplement une catégorie particulière des crues des rivières en général. Les conséquences du caractère montagneux des bassins versants torrentiels, et en particulier leurs fortes pentes, sont déterminantes non seulement pour l'accélération des processus de génération et de propagation des crues, mais également par l'apparition de processus nouveaux, d'arrachement et de transport de sédiments. Il en résulte la formation et l'écoulement de fluides nouveaux, complexes, et dont l'hydraulique utilisée en cours d'eau de pente modérée ne peut rendre compte.



Dégâts de crues torrentielles au Grand Bornand (juillet 1987)