

## LES CRUES DES RIVIÈRES TORRENTIELLES EN ISÈRE

Quand on évoque le risque de crue en Isère, le public pense d'abord, et à juste titre !, à l'Isère et au Drac. Un numéro complet de Risques-Infos a d'ailleurs été consacré à ces aspects en Avril 1996. Toutefois, ce risque a de multiples facettes et, au delà de ces grandes rivières, d'autres problèmes de crues, concernant des zones plus localisées, nous menacent. Ils sont liés, par exemple :

- aux rivières « de plaine » du Nord Isère, mais celles-ci ont déjà été abordées via l'exemple de la Bourbre par M. Torterot et al. (- dans le N° 6 déjà cité - Crues du Nord-Isère en Octobre 1993).
- aux rivières des massifs karstiques, comme la Bourne dans le Vercors ou le Guiers en Chartreuse. Là chaque cas est spécifique : souvent, on connaît mal le vrai bassin collecteur et on y observe des effets parfois curieux, liés à l'hydraulique du réseau souterrain (amorçage de siphons etc.) d'où parfois des raidissements inattendus, des amplifications de pics de crue...

Dans cet article donc, nous considérerons plutôt les rivières de la partie « montagneuse » du département de l'Isère... Une première constatation montre d'ailleurs que des problèmes de crues apparaissent pratiquement pour toutes les tailles de bassin :

- depuis les tout petits bassins supérieurs, où le **torrent** avec son bassin de réception, son chenal d'écoulement (qui sert parfois de couloir d'avalanche !), et son cône de déjection, menace les fond de vallées. Cet ensemble est souvent dans des zones de fort relief. Il ne draine que quelques km<sup>2</sup>, la dizaine au maximum et il est souvent à sec l'été.
- en passant par le **ruisseau**, un peu plus étendu, comme ceux qui entourent la cuvette de Grenoble, ou qui descendent des flancs de Belledonne, de la Chartreuse ou du Vercors.
- jusqu'à la **rivière**, déjà plus conséquente, (quelques centaines de km<sup>2</sup> de bassin versant) qui alimente le réseau principal et comporte souvent quelques aménagements (prise d'eau, etc). On peut penser à la Gresse, mais aussi à la Bourne ou au Guiers, aux affluents du Bréda, etc.

La particularité des torrents est d'être parfois plus dangereux par les matériaux qu'ils arrachent et déposent en aval que par les volumes d'eau liquide qu'ils transitent. Ils font donc l'objet d'un article séparé par M. Réquillart du Service RTM.

### Quelques aperçus sur la génération des crues

Dans notre région, pour les ruisseaux et torrents, les crues sont essentiellement provoquées par de fortes pluies. Ces crues seront donc plus souvent observées pendant les saisons où de **fortes pluies** sont elles-mêmes possibles et notablement plus fréquentes, c'est à dire :

- en été, à cause des orages isolés qui se forment localement,
- et en automne, à cause des systèmes perturbés qui remontent de la Méditerranée et s'alimentent en humidité sur une mer fortement réchauffée par la saison d'été.

Mais il ne faut pas exclure des épisodes tardifs, certes plus rares, où l'on a des pluies orageuses, (avec fortes intensités, éclairs et coups de tonnerre !) fin décembre ou en plein mois de Février !

Une autre source d'eau importante est la **fonte des neiges**. Le manteau constitue un stock d'eau important (un mètre de vieille neige tassée représente 3 à 400 litres d'eau au m<sup>2</sup>). Heureusement, l'énergie nécessaire pour faire fondre la neige est elle aussi importante... Or l'énergie *disponible*, apportée par le rayonnement ou la température de l'air est limitée : à un endroit donné, elle ne permet la fonte que de quelques millimètres d'eau chaque jour (30 à 40 mm/jour au maximum). De plus si le bassin est réparti en fonction de l'altitude, cette fonte sera progressive : les parties basses fondront d'abord, alors qu'il fera encore trop froid dans les parties hautes puis les parties hautes donneront de la fonte, alors que la partie basse est déneigée. Enfin, toute cette eau de pluie (éventuellement renforcée de fonte de neige), ne va pas couler instantanément. Il va falloir mouiller la végétation,

imbiber les sols, remplir les versants, ruisseler sur les pentes et dans les petites rigoles avant de gagner les drains principaux, les lits permanents des ruisseaux où l'écoulement va se rassembler. Le bassin dans son ensemble va donc étaler, amortir, la réponse en débits.

Cette réponse du bassin dépendra d'abord :

- de sa structure physique (géologie, topographie et organisation des sols, couvertures végétales, etc.)
- de son organisation plus ou moins allongée ou en éventail, etc.

mais aussi :

- de son état initial plus ou moins sec, ou déjà saturé par des épisodes récents,
- et bien sûr de la violence et de la soudaineté plus ou moins forte de l'épisode pluvieux.

On comprend alors que les scénarios de crues peuvent être multiples. En général une pluie exceptionnelle donnera toujours une crue. Mais une pluie moyenne à forte pourra, selon les conditions du moment, être quasiment « absorbée » par le bassin, ou au contraire donner une réponse brutale et parfois inattendue.

On peut aussi observer des combinaisons de scénarios rares mais quand même plausibles, comme par exemple :

- sur un bassin temporairement enneigé, arrive un redoux avec des pluies « chaudes » et assez fortes. Celles-ci entraînent la fonte généralisée de la neige. La quantité d'eau disponible au sol devient alors l'équivalent d'une pluie vraiment forte !.. De plus, si la neige était déjà en cours de fusion avant l'arrivée du redoux, les sols étaient déjà bien humectés voire même partiellement saturés, et le bassin va « répondre » avec vigueur.
- un redoux brutal accompagné de pluie forte survient sur un bassin dont les sols étaient préalablement gelés par une vague de froid antérieur. Cette pluie va d'abord chercher à s'infiltrer, mais l'eau liquide pénétrant dans le sol va regeler dans les premiers centimètres du sol. Cela va provoquer une « fermeture », un « blocage » temporaire du sol, et favoriser un ruissellement exceptionnel. Ces scénarios « catastrophes » se produisent pourtant, comme par exemple en décembre 1991 sur les bassins de moyenne altitude autour de Grenoble.

## Quelques ordres de grandeur des pluies et des crues

Pour donner un ordre de grandeur, on peut se rappeler quelques épisodes exceptionnels (tirés de la compilation faite par le Cemagref 1996). Par exemple, l'orage qui toucha Eybens le 7 Juillet 1959 apporta 66 mm d'eau en une heure et 116 mm en 2 heures (Rappelons qu'1 mm d'eau correspond à 1 litre/m<sup>2</sup>).

A Charavine le 17 Juillet 1972, on a recueilli 60 mm en 1 heure, 99 en 2 heures et 125 en 3 heures...



*Inondations à Eybens*





Photos Mairie d'Eybens

*Le stade d'Eybens : bassin de stockage de crues*



Mais ces valeurs peuvent-elles réapparaître ?

A Eybens, on a recueilli 73 mm en 1 heure le 20 Juillet 1965, mais heureusement la pluie s'est ensuite arrêtée. A Charavine, le 4 Octobre 1988, on a recueilli 140 mm dans la journée...

Pour aller au delà de ces faits bruts, et pour mieux organiser et comparer les informations, on fait donc la statistique complète de toutes les pluies observées à une station. On en tire ensuite une valeur pour différentes « **périodes de retour** ». Par exemple, on considère souvent la **pluie décennale** journalière : c'est celle qui est dépassée en moyenne une fois tous les dix ans, (ou qui a une chance sur dix d'être dépassée pour une année donnée).

Dans nos régions, cette pluie décennale en 24 heures est de l'ordre de 80 à 100 mm par jour. Un réseau de mesure expérimental, mis en place par le Cemagref (Desurogne 1996) selon une ligne approximative de Bourgoin à Fond de France, en passant par Saint Laurent du Pont et Tencin, permet même de préciser : par exemple, elle augmente un peu avec l'altitude pour atteindre 110 à 120 mm vers 1200 m...



Photo M. Cottave



Photo M. Cottave

*Crue du torrent à Theys*

Mais une part importante de la pluie de la journée peut tomber en un temps assez court. Par exemple, la pluie décennale en 1 heure vaut 22 mm à Allevard, 29 à Charavine, 28 à Eybens, mais peut atteindre 32 mm à Saint-Geoirs et descendre à 18 à Grandmaison... Ces variations traduisent le fait que l'on se trouve plutôt sur la trajectoire des orages ou plutôt en dehors...

La pluie décennale journalière (en 24 h) peut croître quand on se rapproche des zones à influence méditerranéenne (Drôme, Ardèche etc.) ou de la frontière italienne.

Il est donc important de bien les connaître, et pour divers pas de temps : pour les Alpes, un atlas analogue à celui publié sur les Cévennes est en cours d'élaboration grâce aux efforts conjoints de l'EDF, de Météo France et de deux équipes universitaires rattachées à l'École d'hydraulique et à

l'Institut de géographie. Rappelons encore que ces pluies peuvent être éventuellement aggravées en fin de printemps par de la fonte de neige (jusqu'à 30 à 40 mm/jour au maximum).

Mais heureusement, toute cette pluie ne va pas couler instantanément : les sols et les chenaux du bassin vont en général étaler, amortir, la réponse en débits. Mais dans d'autres cas, comme nous l'évoquions plus haut, des conditions inhabituelles feront qu'une telle pluie posera un problème disproportionné.

Un exemple en est donné par la crue du Merdaret en Juillet 1987. La pluie des 2 et 3 Juillet a atteint 50 mm en 2 heures, probablement plus vers les crêtes et le col du Barioz. C'est une valeur qui est déjà entre cinquante et centennale. Mais de plus elle survient après un mois de Juin particulièrement pluvieux, donc sur des sols déjà bien imbibés d'eau. On trouvera un descriptif de l'événement dans L. Besson (1996). Signalons seulement que les dégâts occasionnés à Theys et Tencin coûteront environ 50 MF à la collectivité.

Là encore, comme pour les pluies, il faut pouvoir comparer ces événements : on prendra souvent comme référence la **crue décennale**, celle qui est dépassée en moyenne une fois tous les dix ans, (ou **centennale**, dépassée en moyenne une fois tous les cent ans).

Pour avoir un ordre de grandeur de ces débits sur les torrents et les ruisseaux, on peut retenir que, lors de la crue décennale, chaque km<sup>2</sup> de bassin contribue à peu près pour un m<sup>3</sup>/s dans le débit de la pointe, c'est à dire pendant le pic de crue.

Donc pour 20 km<sup>2</sup> par exemple (5 km de long par 4 de large), on peut redouter à peu près 20 m<sup>3</sup>/S ou plus, une fois tous les dix ans en moyenne. Et avec une vitesse moyenne de 2 à 3 m/s, il faudra bien 10 m<sup>2</sup> de section pour que cela passe sans dommage...

Dans nos régions toujours, la crue centennale, (celle qui est dépassée en moyenne une fois tous les cent ans), est en gros le double en débit de la crue décennale...

Bien sûr, quand on considère de plus grosses rivières, les valeurs ci-dessus sont moindres : chaque km<sup>2</sup> apporte un peu moins d'un m<sup>3</sup>/s au débit décennal, et le débit centennal est d'environ 1,7 à 1,8 fois le décennal. En effet, il est peu probable qu'il pleuve aussi fort partout en même temps, ou que de la neige fonde partout à la fois...

## La prévision

Mais peut-on prévoir la crue d'un torrent ou d'une rivière, et avec quels moyens ?

Comme la cause principale en est la pluie, alors si on connaît la pluie, on doit pouvoir raisonnablement prévoir le débit qui en résultera.

Effectivement, on dispose aujourd'hui de « modèles mathématiques » qui représentent « assez bien » le fonctionnement d'une rivière. Certes il faut alimenter le modèle et, pour cela, bien mesurer la pluie, ce qui nécessite un certain nombre d'appareils enregistreurs et transmetteurs. Ensuite, il faut toujours mesurer le débit, pour suivre sa montée et vérifier en permanence que le modèle ne « dérape » pas. Pourtant, certaines rivières, notamment de montagne, répondent très vite. Par exemple, pour une pluie assez concentrée, comme un orage, le pic de débit arrive à peine une heure après la pluie, et tout est fini 5 ou 6 heures après...

Si l'on estime qu'il faut entre 3 et 6 heures pour lancer une alerte, voire une évacuation, alors, le débit dans 6 heures dépend surtout... **de la pluie qui va tomber** dans les 2 ou 3 heures qui viennent... Et cette pluie, pas question de la mesurer : il faudra la prévoir ! Ce qui suppose une liaison avec les services régionaux de météorologie, leurs radars, satellites etc. (cf. l'article de Mme Givone dans ce même N°)...

Donc si l'on veut se doter d'un système d'annonce de crue, il faudra installer des pluviographes télétransmis, entre 2 ou 3 mais jusqu'à une dizaine (~ 40 kF/pièce 1997), une ou deux stations de mesures de débits (~ 50 à 70 kF/pièce 1997), un ensemble de calcul et de transmission (~ 50 kF 1997), sans parler des moyens de disséminer l'alerte. Il faudra aussi en assurer l'entretien et la maintenance (véhicule, abonnements fax, téléphone, météotel, etc.), et disposer d'un personnel, certes utilisable à d'autres tâches, mais mobilisable 24 h/24 en cas de crue... !

Ceci explique qu'il faille des enjeux économiques importants pour mettre en place une telle « logistique »...

Comme toujours, la meilleure prévention restera la conscience du risque, et la prudence dans l'occupation des zones menacées...

Dans les cas plus intermittents, liés à des occupations temporaires type camping, on peut imaginer des dispositifs automatiques d'alerte : le dépassement d'une intensité de pluie ou une brusque montée de niveau dans une rivière déclencherait sirène ou autres dispositifs...

Mais il est difficile de s'en remettre à de tels systèmes, d'assurer en permanence leur entretien et de les protéger du vandalisme, sans parler de trouver le service qui en assumerait la responsabilité. Tout cela fait que l'on y pense, sans vraiment s'y employer...

A ce jour donc, on n'a pas vraiment remplacé ces messagers à cheval payés pour descendre au galop le long de certaines rivières en criant que la crue arrive (Le Paillon de Nice – cf. J. de Saint Seine 1995)...

## La prévention

En dehors des pluies vraiment exceptionnelles (qui auraient de toutes façons posé problème), des dysfonctionnements sont souvent dus :

- à un défaut d'entretien,
- ou à un excès d'aménagements

Le défaut d'entretien se manifeste souvent au voisinage d'un pont ou d'un passage en buses « protégé » par des grilles. Même si la section utile permettrait largement de faire passer le même débit crue en « eaux claires », l'apport de branchages et de matériaux divers vient se coincer sous la passerelle ou dans les grilles, bloquant l'écoulement. Ces débris sont souvent naturels (arbres arrachés, branches mortes, etc.) mais souvent renforcés par des décharges sauvages qui apportent caquettes, vieux frigo ou cuisinières... Certains croient « écologique » de déverser tontes de gazon et tailles de haies sur un bord de rivière : rien de tel pour colmater des grilles en aval...

Enfin dans les grandes vallées, beaucoup de rivières rejoignent le cours d'eau principal en traversant une zone urbaine plus ou moins importante. Par commodité, et de façon souvent inconsidérée, on a choisi dans les années 50 et 60 de « se débarrasser » du problème en couvrant le cours d'eau, ou en le busant.

Malheureusement, un busage même propre a un débit limité : il ne peut pas, comme un chenal, augmenter sa section mouillée en laissant monter le niveau. C'est ainsi que le Verderet qui divaguait autrefois dans la plaine pour rejoindre l'Isère a été prié de se présenter à un endroit précis de la rocade Sud, d'où il rejoindrait ensuite l'Isère en souterrain avec un débit maximum de 9 m<sup>3</sup>/S... Or c'est à peu près le débit de pointe de la crue décennale : il y a donc une chance sur dix de le dépasser chaque année, et la centennale, elle, est voisine de 18 m<sup>3</sup>/s...

Il fallait donc faire quelque chose, et quoi sinon essayer de stocker l'eau quelque part en amont : c'est l'objectif du vélodrome que l'on voit à l'entrée d'Eybens côté Tavernolles. C'est un bassin étanche qui, au besoin, dérive une partie du débit en attendant qu'il puisse passer en aval et sous la rocade. Mais il ne faut pas que cela dure trop longtemps !, car il a une capacité limitée. Et il a pourtant coûté, avec les aménagements, près de 10 MF...

On retrouve un cas un peu voisin sur le Sonnant d'Uriage, tubé depuis l'entrée de Gières pour longer la rocade Sud et rejoindre l'Isère au pont du Campus. Si la section du tunnel semble suffisante, il faut penser que son débit dépend aussi de la différence entre le niveau de l'eau à l'entrée et le niveau à la sortie... Or quand l'Isère est haute, elle noie la sortie du tuyau et limite l'évacuation. Là encore, on a créé un stockage de mise en charge à l'entrée, mais plus pour collecter les dépôts que réellement pour stocker... d'où une menace potentielle. En 1944 et 1968, le Sonnant qui passait encore par Saint Martin d'Hères, a ainsi inondé la ville parce que l'Isère était elle-même en crue.

## En conclusion

Bien sûr, ces « petites rivières » ne provoquent pas de catastrophes généralisées comme une inondation de l'Isère. Elles ne touchent qu'une partie de la population, et pour peu qu'il n'y ait pas de pertes en vie humaines, on s'empresse de l'oublier : qui se souvient de Theys et Tencin en 1987... ? Et comme c'est un sujet qui fâche (restriction d'urbanisme, sentiment d'insécurité, etc.), les élus

hésitent à l'aborder spontanément... d'où un manque général de « culture », de familiarité vis à vis de ce risque pourtant bien réel.

Enfin, les « experts » ne sont pas toujours d'accord quant à ces choses curieuses que sont les «débits décennaux, cinquantennaux », etc. Cela peut obscurcir le tableau, ou décourager l'envie de faire quelque chose.

Mais il faut pourtant les comprendre : sur quelles **données d'observation** peuvent-ils s'appuyer ? Pratiquement toutes les rivières évoquées ici ne comportent aucune **mesure de débits**. Celles-ci coûteraient environ 100 kF d'installation plus 30 kF/an pour le suivi et l'exploitation... alors que le coût des dégâts éventuels ou des aménagements à réaliser se chiffre en millions de F...

La première façon de lutter contre le risque est d'abord de le connaître, et pour cela de l'observer, de le mesurer et d'en garder la mémoire...

## Bibliographie

M. Torterot et al. (- dans le N° 6 déjà cité - Crues du Nord-Isère en Octobre 1993).

M. Réquillart du Service RTM.

Leblois E. (1996), *Pluies rares dans la prédétermination du risque de crues*, Contribution au Xème contrat de plan État Région - Cemagref Lyon

Desurosne I. (1996), *Interactions Pluie Reliefs : Guide pratique des données pluviographique d'un transect préalpin*. Cemagref - Lyon et LAMP Clermont Fd

Atlas expérimental des risques de pluies intenses (1995), (Région Cévennes-Vivarais) - 12 cartes polychromes, 7 cartes noir et blanc et une notice explicative. Réalisé en collaboration LTHE (Laboratoire transferts en hydrologie et environnement : Ph. Bois et Ch. Obled) et Lama (Laboratoire de la montagne alpine : F de St Ignon et H. Maillou). Édité par le Pôle Grenoblois Risques Naturels.

Besson L. (1996) *Les risques naturels en montagne*. Ed. Artes Publialp.

J. de Saint-Seine (1995) *Monographie hydrologique et hydraulique du paillon de Nice en vue de la gestion du risque inondation*, Thèse de Doctorat de l'INPG - Avril 1995.

J. de Saint-Seine et A. Gérard (1994) *Étude Hydrologique du Verderet*, CETE Méditerranée Sud Aménagement (1994), Étude hydraulique du Sonnant d'Uriage.