

### CARACTÉRISTIQUES DES CRUES

Le bassin de la Loire en amont de Villerest est soumis à une double influence :

- Les précipitations cévenoles qui affectent le haut bassin. Ces pluies orageuses sont très intenses et brutales. Elles se manifestent principalement en automne, de septembre à décembre, et sont à l'origine des plus fortes crues.
- Les perturbations océaniques, moins violentes, qui, poussées par des vents de secteur ouest, génèrent les crues principalement de janvier à mai.

Le contexte météorologique le plus propice à des crues exceptionnelles en aval de Grangent, correspond à des perturbations océaniques relayant sur l'aval les débordements cévenols.

La période à plus fort risque de crue se situe donc durant les 3 mois d'automne (octobre, novembre et décembre) : 50% des crues surviennent à cette période. Néanmoins, des crues fortes peuvent se produire en septembre. Les événements en fin d'été de septembre 1866 et septembre 1980 ont montré que de telles crues pouvaient atteindre des volumes et des débits très importants.

Aucune période n'est exempte de risque de crues.

En aval de Bas-en-Basset, les crues de la Loire sont moins rapides que sur le bassin amont. Dans la plaine du Forez, les crues supérieures à la décennale débordent dans le lit majeur, subissant ainsi un laminage notable : le temps de propagation varie entre 14 et 20 h entre Grangent et Villerest situé 80 km en aval. De plus, les crues des affluents passent souvent avant celles de la Loire. Celles-ci ont donc tendance à s'affaiblir naturellement dans la plaine du Forez entre Grangent et Villerest (cf. valeurs statistiques des débits de pointe à Grangent et à Villerest).

Sur les affluents, les données bibliographiques sur les périodes de crues sont peu nombreuses. Le régime hydrologique général est de type pluvial, avec des hautes eaux en hiver (entre octobre et mai) et des étiages en été (juillet – septembre). Cependant, en particulier sur les bassins versants urbains (Furan, Ondaine), des orages localisés peuvent provoquer des crues importantes, y compris en été.

## DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DE CRUES

Les débits de crue sur la Loire et ses principaux affluents ont été actualisés par l'étude Loire 3P réalisée par HYDRATEC en 2000. Ils sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Débits de crues estimées par Hydratec (2étude 3P- EPL-2002)

Cours d'eau	Station	Surface du BV (km <sup>2</sup> )	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Loire	Bas-en-Basset	3234	1550	3700
	Villerest	6585	2000	3700
Furan	Andrézieux	177	100	200
Coise	Moulin Brûlé	181	50	160
Lignon du Forez	Poncins aval	666	120	250
Aix	St Germain Laval	193	75	150

On constate que les débits de pointe de la Loire à Grangent et à Villerest sont sensiblement identiques. Ceci s'explique par l'effet de laminage de la crue dans la Plaine du Forez, qui vient compenser les apports intermédiaires.

A l'aval du barrage de Villerest, dont l'une des fonctions principales est l'écrêtement des crues, les débits de crue de la Loire sont influencés. Le débit maximal sortant est fixé à 1000 m<sup>3</sup>/s pour les crues inférieures à 2000 m<sup>3</sup>/s, à la moitié du débit entrant pour les crues entre 2000 et 4000 m<sup>3</sup>/s, au débit entrant réduit de 2000 m<sup>3</sup>/s pour les crues supérieures.

## CRUES HISTORIQUES

Les grandes crues du XIX<sup>ème</sup> et du début du XX<sup>ème</sup> siècle sont rappelées ci-après :

- Octobre 1846, qui correspond à l'extension maximale des inondations dans le Forez (4900m<sup>3</sup>/s à Villerest). La crue fut généralisée aux affluents de rive droite et de rive gauche ;
- Mai-juin 1856, qui correspond à une crue généralisée sur l'ensemble des grands bassins français, notamment sur la Loire et le Rhône ;
- Septembre 1866, de fréquence quasi centennale à Bas-en-Basset et représentative d'un épisode cévenol soutenu par des perturbations océaniques ;
- Octobre 1907, plus importante que la crue de 1866 à Bas-en-Basset.

Parmi les crues plus récentes, on peut citer :

- La crue de septembre 1980 est la crue la plus importante des cinquante dernières années pour la partie Haute Loire. Elle y fait référence pour les dommages qu'elle a causés. Cette crue a été exceptionnellement forte pour une première crue d'automne générée sur des sols secs de fin d'été. Sa période de retour est centennale à Brives Charensac. Elle diminue progressivement en intensité en aval, et n'était plus que décennale à Villerest.
- La crue de novembre 1996, de période de retour 10 ans environ dans le Forez, se caractérise par deux pointes de débit, la deuxième ayant été la plus forte. Elle s'est propagée très vite, avec des débits de base en Loire important. La crue a été écrêtée par le barrage de Villerest de 2100 à 1100 m<sup>3</sup>/s.
- La crue récente de décembre 2003 correspond à un épisode méditerranéen extensif, avec des cumuls importants de pluie sur 3 jours. Le débit de la Loire a atteint 2900 m<sup>3</sup>/s à l'entrée de Villerest (période de retour 30 à 50 ans), 1600 m<sup>3</sup>/s à l'aval. Pour la plupart des affluents, la crue a eu une période de retour supérieure à 10 ans, voire 50 ans en rive droite de la Loire, avec des débits maxima parmi les plus forts enregistrés.

# LA CRUE

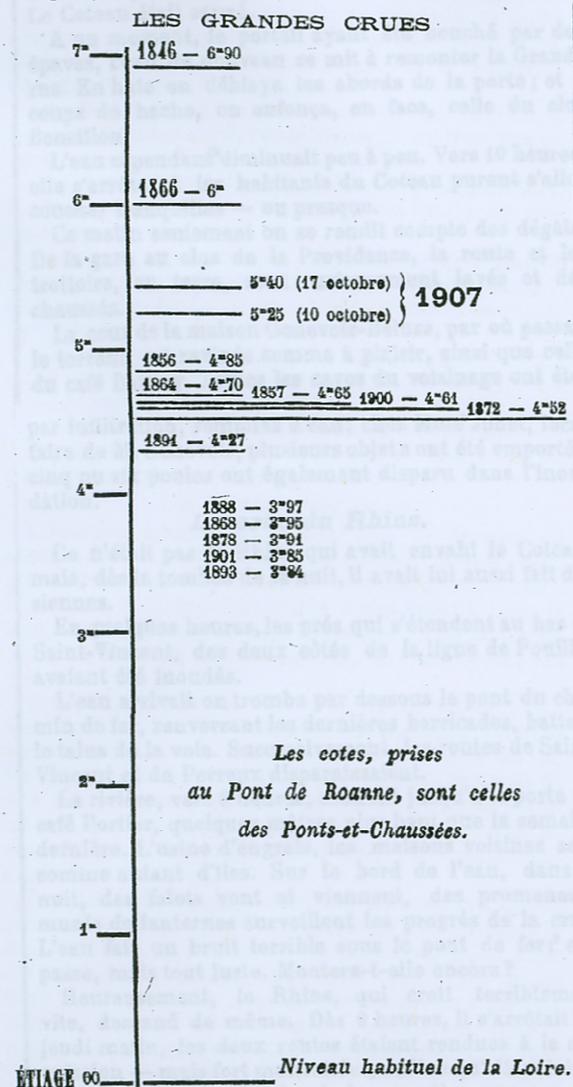
## INONDATIONS ET ACCIDENTS dans la région.

*La Loire monte de nouveau, dépasse le niveau de la semaine dernière et atteint presque celui de 1866. — Le Rhins, le Renaison, les rivières et les ruisseaux débordent et causent de grands dommages. — Les lignes de Paray et de Paris sont coupées; déraillements ici et là; agents et voyageurs blessés.*

Un malheur ne va jamais seul. Une crue va rarement seule. Il en aura été en 1907 comme en 1900. Nous venons d'avoir la réédition, considérablement augmentée, de la crue de la semaine dernière, et de revivre les mêmes émotions. A Roanne, nous avons même eu peur un peu plus. Disons vite que les Roannais ont eu plus de peur que de mal et que l'inondation, qui n'a pas passé chez nous sans causer des pertes sérieuses à quelques personnes, n'a causé cette fois aucune mort.

Aux environs de Roanne, plusieurs accidents se sont produits, notamment sur les lignes de Paris et de Pouilly. Mais procédons par ordre et traçons par épisodes le tableau de ces émouvantes journées.

Et d'abord, avant les comptes-rendus détaillés des incidents de l'inondation, donnons, pour fixer les idées, et sous la forme la plus simple et la plus claire, le tableau comparatif et récapitulatif des crues dont on a gardé le souvenir.



## LE RISQUE D'INONDATION



Inondation de décembre 2003 à Poncins

Le risque inondation d'une parcelle résulte du croisement de l'aléa hydraulique et de la vulnérabilité :

- L'aléa hydraulique est défini par les caractéristiques de l'écoulement : hauteur d'eau de submersion, vitesse de l'écoulement, éventuellement durée de submersion et période de retour;
- La vulnérabilité est définie par l'occupation des sols et sa sensibilité aux inondations.

La vulnérabilité des zones inondées est en général faible quand elle concerne des prairies ou cultures. Elle peut être beaucoup plus importante dans les zones urbaines, où se concentre l'essentiel des dommages économiques. C'est le cas notamment dans notre secteur d'étude pour les agglomérations de Saint-Etienne (Furan, Ondaine) et, dans une moindre mesure, de Roanne et Montbrison...

## LES ENJEUX HUMAINS ET ÉCONOMIQUES

En 2000, l'étude Loire 3P a permis de dresser un inventaire des enjeux soumis au risque d'inondation sur le bassin de la Loire à l'amont du barrage de Villerest.

### Plaine du Forez

Il a été estimé qu'environ 600 habitations étaient situées en zone inondable centennale, du Fleuve Loire, sur le seul secteur de la Plaine du Forez amont (entre St-Just-St-Rambert et Rivas), l'un des secteurs les plus exposés du bassin versant amont de la Loire. Un grand nombre de ces habitations sont situées en zone d'aléa fort (c'est-à-dire plus d'1 m d'eau), en particulier à St-Just-St-Rambert, Andrézieux-Bouthéon, St-Cyprien.

De nombreuses entreprises (commerces, artisans, industries) sont susceptibles d'être touchées par la crue centennale. Elles sont principalement concentrées à Andrézieux-Bouthéon, St-Just-St-Rambert, Bas-en-Basset, Aurec-sur-Loire. Dans le département de la Loire, environ 55 entreprises inondables sont situées le long du fleuve.

Dans la plaine du Forez, les zones inondables concernent également des prairies, des cultures et du maraîchage sous serre. On trouve dans le périmètre de la crue centennale une quinzaine de sièges d'exploitation.

### Agglomération de St Etienne

Pour l'agglomération de Saint-Etienne, les enjeux sont très importants et ont été estimés dans des études hydrauliques du Furan et de l'Ondaine. Sur le bassin du Furan, le nombre d'habitats individuels exposés à la crue centennale a été estimé à plus de 200, tandis qu'une quinzaine d'équipements collectifs (écoles, hôpitaux, par exemple), et plus de 100 entreprises seraient touchées. En cas d'incapacité des débits de crue à passer dans la section couverte du Furan (5,5 km de long), les conséquences pourraient être extrêmement graves.

### Enjeux chiffrés

(issus des études d'élaboration des PPRNI):

Furan: 4340 enjeux recensés en zone inondable pour la crue centennale (Q100), dommages évalués à 137 M€

Ondaine: 350 habitations, 130 activités économiques, 41 ERP de service public touchés pour une Q100, les dommages sont alors évalués à 9,9 M€.

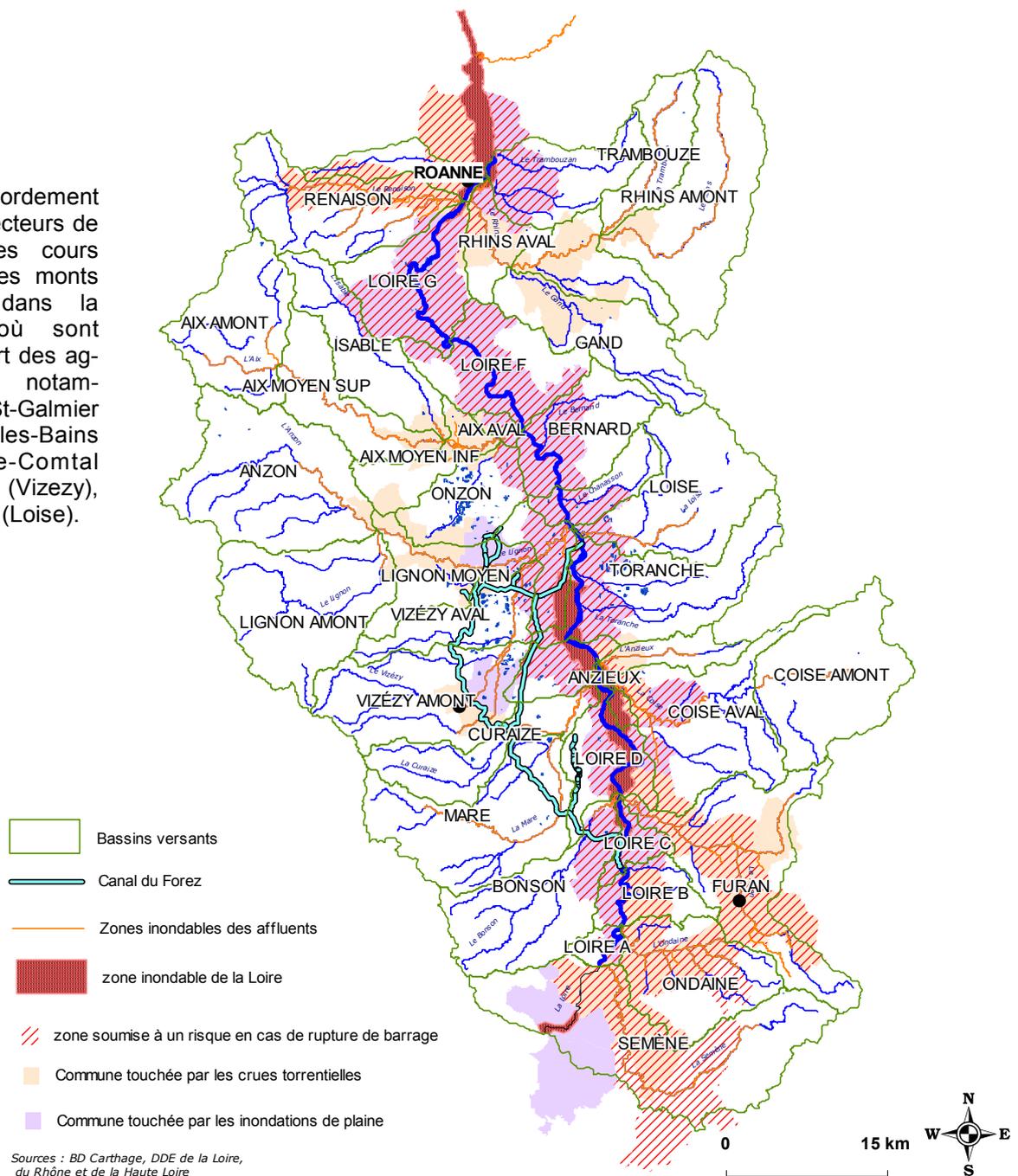
## Agglomération roannaise

Pour la Loire à l'aval du barrage de Villerest, les données sur les risques d'inondation sont fournis par l'étude de la Loire entre Villerest et le Bec d'Allier réalisée par Epteau et Horizons en 1997. L'étude met en évidence des risques importants pour l'agglomération de Roanne pour les grandes crues (inondation par le Renaison), avec un risque de submersion des levées pour les crues rares (plus de 4200 m<sup>3</sup>/s, plus que centennale).

Il faut souligner que du fait du rôle écrêteur de crues de Villerest, la crue centennale est en principe ramenée à 2000 m<sup>3</sup>/s (au lieu de 4000 m<sup>3</sup>/s) à Roanne. La prise en compte de cette action ramène donc l'exposition de Roanne à un niveau faible. Cependant, il faut prendre en compte la possibilité d'une crue forte dans une situation où la retenue de Villerest serait pleine (suite à une crue précédente, ou une défaillance du système) et ne serait pas en mesure de jouer un rôle d'écrêtement.

L'agglomération de Roanne est également menacée par les crues de l'Oudan, qui traverse les zones industrielles avec une faible pente. Un site d'écrêtement des crues par digues transversales en lit majeur a été réalisé à l'amont,

Les risques de débordement sont maximaux en secteurs de piémont, lorsque les cours d'eau descendant des monts alentours entrent dans la plaine centrale, où sont concentrées la plupart des agglomérations. C'est notamment le cas de St-Galmier (Coise), Montrond-les-Bains (Anzieux), Sury-le-Comtal (Mare), Montbrison (Vizezy), Boën (Lignon), Feurs (Loise).



## LES FACTEURS AGRAVANTS

Un certain nombre de facteurs sont susceptibles d'aggraver les conditions d'écoulement des crues :

- Dans le Forez, le risque de capture des plans d'eau est réel en raison du « mitage » de la plaine alluviale par les gravières.
- Sur de nombreux affluents, l'entretien des berges et de la ripisylve a pu être délaissé pendant plusieurs années (des opérations coordonnées ou des actions liées aux contrats de rivières sont maintenant en cours sur la plupart des bassins versants). Ceci favorise l'apparition d'érosions de berges et d'embâcles, qui peuvent aggraver les débordements des crues dans les secteurs à enjeux.
- Les retenues de Grangent et Villerest sont susceptibles d'induire en l'absence d'entretien du lit un exhaussement progressif de la ligne d'eau en amont, les matériaux transportés par charriage se déposant progressivement en queue de retenue.
- Les faibles débits réservés en aval des seuils de prise d'eau favorisent l'encombrement du lit par la végétation, la pérenniation des bancs d'alluvions et la désactivation de chenaux de crue sur les tronçons court-circuités.
- Des ponts et des seuils peuvent rehausser les cotes d'eau de plusieurs dizaines de centimètres pour les fortes crues.
- Certains remblais et endiguements (merlons de gravière, digues, décharges) réduisent les sections d'écoulement et peuvent augmenter les risques de désordres en crue (érosions accrues des berges, affouillement des ouvrages...).
- L'imperméabilisation des bassins versants impacte particulièrement les petites crues: montée des eaux plus rapide.

## DIAGNOSTIC:

Les principaux secteurs vulnérables identifiés concernent :

- l'amont de la retenue de Grangent et la plaine du Forez, où de nombreuses habitations, entreprises et exploitations agricoles sont soumises à un aléa moyen à fort lié à la Loire ;
- l'agglomération de Saint-Etienne, où les enjeux exposés (habitations, entreprises) sont considérables en cas de crue majeure du Furan ou de l'Ondaine ;
- l'agglomération de Roanne, relativement protégée côté Loire par le rôle écrêteur de Villerest, mais subissant les crues du Renaison et de l'Oudan ;
- et tous les secteurs de piémont où les affluents de la Loire entrent dans la plaine centrale, et où sont situées la plupart des agglomérations moyennes.

La croissance de l'imperméabilisation des sols aggrave progressivement les crues en milieu urbain et à l'aval.