

SPC Loire Cher Indre

Retours d'expérience SPC-SCHAPI

(41)

Rédacteur SPC : D. Reinbold

Date: 13/03/2009

Statut: validé

Crue du 31 octobre au 06 novembre 2008 sur le bassin amont de la Loire

MODULE - 2bis « HYDROLOGIE » COMPLET

Panorama global de l'événement hydrologique

Dates et heures de début et de fin des crues observées :

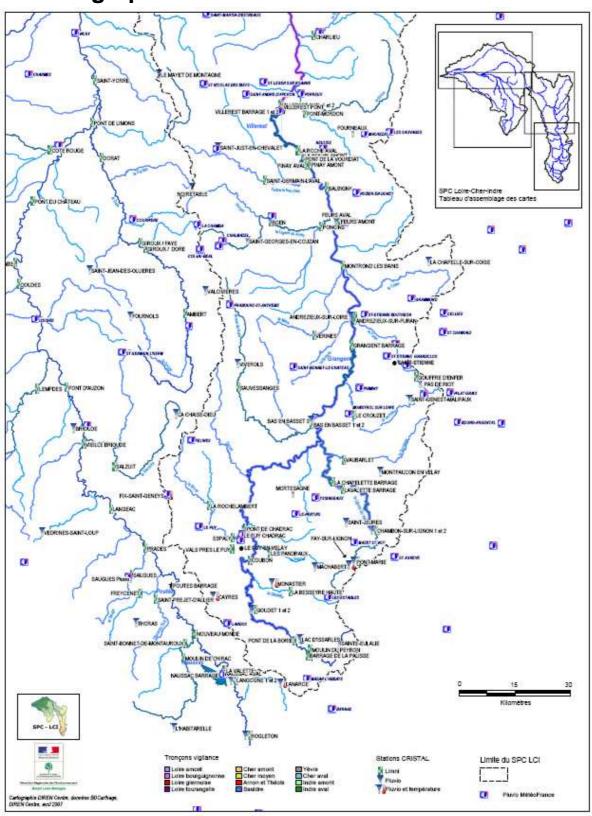
SPC concernés : SPC Loire, Cher, Indre

Bilan sommaire

| Cours d'eau | Dates et heures de début et de fin | • | Départements concernés |
|------------------------|--|---|---|
| Loire amont | Du 1 ^{er} au 2 novembre 2008 | Crue de période de retour 50 ans sur la Loire à Bas en Basset et Feurs | Ardèche, Haute Loire, Loire |
| Loire Bourguignonne | Du 2 au 6 novembre 2008 | Crue de période de retour 30 ans sur la Loire à Digoin, 10 ans à Nevers | Loire, Allier, Saône et Loire, Nièvre |
| Loire moyenne | Du 4 au 9 novembre 2008 | Crue de période de retour 5 ans à Givry et Gien | Nièvre, Cher, Loiret, Loir et Cher, Indre et Loire |

| 1 | CARTOGRAPHIE DES TERRITOIRES CONCERNES | 4 |
|----------|---|----------|
| | | |
| <u>2</u> | DESCRIPTIF DES CRUES OBSERVEES | 5 |
| 2.1 | BASSIN DE LA LOIRE A L'AMONT DE GOUDET | 15 |
| A) | | 15 |
| , | IMPACTS, DUREES DE RETOUR | 19 |
| , | BASSIN DE LA LOIRE ENTRE GOUDET ET CHADRAC. | 20 |
| A) | CHRONOLOGIE ET DESCRIPTION DETAILLEE DE L'EVENEMENT | 20 |
| в) | IMPACTS, DUREES DE RETOUR | 26 |
| 2.3 | BASSIN DE LA LOIRE ENTRE CHADRAC ET BAS EN BASSET | 32 |
| 2.4 | BASSIN DE LA LOIRE ENTRE BAS EN BASSET ET FEURS | 42 |
| 2.5 | Bassin de la Loire entre Feurs et Villerest | 52 |
| 2.6 | BASSIN DE LA LOIRE ENTRE VILLEREST ET DIGOIN | 57 |
| 2.7 | BASSIN DE LA LOIRE ENTRE DIGOIN ET NEVERS | 65 |
| 2.8 | BASSIN DE LA LOIRE ENTRE NEVERS ET LANGEAIS | 68 |
| <u>3</u> | ANALYSE HYDROLOGIQUE DE L'EVENEMENT | 73 |
| 3.1 | BASSIN DE LA LOIRE A L'AMONT DE GOUDET | 73 |
| 3.2 | | 73 78 |
| 3.3 | | 83 |
| 3.4 | | 87 |
| 3.5 | | 91 |
| 3.6 | | 93 |
| 3.7 | | 94 |
| | BASSIN DE LA LOIRE DE NEVERS A LANGEAIS | 96 |
| 4 | CONCLUSION | 97 |

1 Cartographie des territoires concernés



2 Descriptif des crues observées

La crue qui a débuté le 1^{er} Novembre 2008 a principalement affecté le bassin de la Loire à l'amont du barrage de Villerest ainsi que la partie la plus à l'amont du bassin de l'Allier (au niveau de Langogne).

Sur ces bassins, cette crue est souvent la plus forte observée depuis celle de septembre 1980.

Elle est assez comparable sur la Loire et ses affluents à l'amont du Puy en Velay à celle de novembre 1996 mais les pluies ont eu en 2008 une extension à l'aval beaucoup plus importante et ont affecté, en rive gauche de la Loire, les bassins de la Borne, de l'Arzon, de l'Ance du Nord, de la Mare et du Bonson et en rive droite ceux de la Sumène, du Lignon, de la Dunières, de la Semène, du Furan et de la Coise pour ne citer que les principaux.

De ce fait, la crue a dépassé à Bas en Basset toutes les crues depuis septembre 1980 et s'est approchée de cette crue au niveau du barrage de Grangent. Plus à l'aval, à la sortie de la plaine du Forez, cette crue a dépassé celle de Septembre 1980 à Feurs et serait ainsi la plus forte depuis celle d'octobre 1907.

Compte tenu de l'ampleur de cette crue, il est difficile de lui attribuer des valeurs de débit précises (et parfois de hauteur car plusieurs stations ont été détruites) et a fortiori, de lui attribuer une période de retour. Sur de nombreuses stations, il s'agit de la plus forte crue observée depuis leur création. Elle est globalement d'occurrence 50 ans sur la Loire et ses affluents à l'amont du barrage de Villerest.

Le barrage de Villerest a très fortement écrêté cette crue, ramenant son débit maximal de 3100 m3/s environ à 1700 m3/s.

En Loire bourguignonne, cette crue fortement réduite par Villerest, reste une des plus fortes observées depuis la mise en service du barrage en 1985.

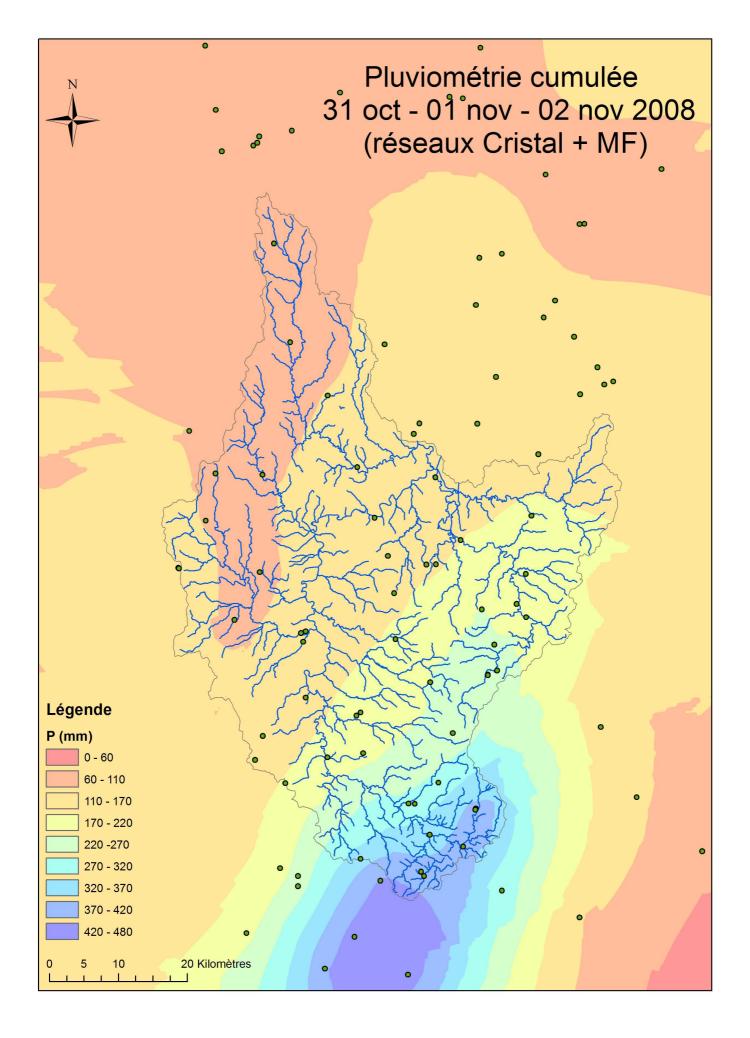
Elle a atteint des niveaux très comparables à celle de décembre 2003 entre Villerest et Digoin.

Contrairement à cette dernière, il n'y a pas eu de crue simultanée des affluents du Morvan et la crue s'est fortement atténuée le long de la vallée inondable entre Digoin et Nevers.

Ainsi, à Nevers, la crue a été inférieure de 30 cm à celle de décembre 2003.

L'Allier a connu une très forte crue à son extrémité amont avec plus de 6 m à Langogne (environ 8 m en septembre 1980) mais il n'y a pas eu de contribution des affluents à l'aval mis à part la Dore qui aurait connu une crue importante.

La crue de l'Allier s'est ainsi très fortement atténuée pour n'atteindre qu'un débit maximal de l'ordre de 850 m3/s à Moulins.



Au confluent de la Loire et de l'Allier, compte tenu de l'amortissement des crues de la Loire amont et surtout de l'Allier et d'un léger décalage temporel des pointes de crue, le maximum à Givry n'a été que de 2400 m3/s environ (3.75 m) soit une crue de période de retour de 5 ans.

La propagation en Loire moyenne a été marquée par une atténuation continue du débit jusqu'à Tours et une vitesse de propagation très faible.

Les tableaux ci après récapitulent :

- le cumul des pluies observées regroupées par sous-bassin pour les journées du 31/10, 1 et 2 novembre
- la période de retour des pluies de 1 jour et 2 jours calculée sur une cinquantaine de postes répartis sur le bassin
- la synthèse des maximas observés aux principales stations du bassin de la Loire à l'amont de Villerest, les données relatives aux crues de septembre 1980, novembre 1996 et de décembre 2003 ainsi que la période de retour estimée
- la synthèse des maximas observés aux principales stations du bassin de la Loire entre Villerest et Langeais, les données relatives à la crue de de novembre 1996 et de décembre 2003 ainsi que la période de retour estimée
- la synthèse des jaugeages effectués et leur comparaison avec le barème en vigueur.

La description détaillée de l'événement a été faite par secteurs homogènes :

- 4-1 : la Loire à l'amont de Goudet
- 4-2 : la Loire et ses affluents de Goudet à Chadrac
- 4-3 : la Loire et ses affluents de Chadrac à Bas-en-Basset
- 4-4 : la Loire et ses affluents de Bas-en-Basset à Feurs
- 4-5 : la Loire et ses affluents de Feurs à Villerest
- 4-6 : la Loire et ses affluents de Villerest à Digoin
- 4-7 : la Loire et ses affluents de Digoin à Nevers
- 4-3 : la Loire et ses affluents de Nevers à Langeais

| | STATIONS PL | UVIOMETRIQUES | | no | vembre-08 | | Période | de retour |
|----------------------|----------------------|--|------------|----------------|--------------|----------------|-----------------------|-----------------|
| CODE | BASSIN | NOM | 31-oct | 1-nov | 2-nov | Cumul 3 jours | 1 jour | 2 jours |
| 7026001 | SOURCE LOIRE | BEAGE | 45.0 | 171.8 | 45.7 | 262.5 | 10 à 20 ans | 10 à 20 ans |
| 7075001 | SOURCE LOIRE | CROS-DE-GEORAND | 45.0 | 208.5 | 42.0 | 295.5 | 10 à 20 ans | 5 à 10 ans |
| 7105001 | SOURCE LOIRE | ISSANLAS | 32.4 | 208.0 | 39.4 | 279.8 | 30 à 50 ans | 20 ans |
| 7119001 | SOURCE LOIRE | LAC-D'ISSARLES | 42.3 | 202.7 | 46.2 | 291.2 | 30 à 50 ans | 20 à 30 ans |
| 7154005 | SOURCE LOIRE | MAZAN-L'ABBAYE | 56.6 | 231.0 | 43.6 | 331.2 | | |
| 7130002 | SOURCE LOIRE | LANARCE SA | 29.6 | 217.5 | 37.1 | 284.2 | | |
| K0029910 | SOURCE LOIRE | ISSARLES | 31.4 | 168.2 | 37.6 | 237.2 | | |
| K2049910 | SOURCE LOIRE | LANARCE | 61.4 | 302.4 | 64.4 | 428.2 | | |
| K0009910 | SOURCE LOIRE | SAINTE EULALIE | 89.8 | 253.6 | 47.0 | 390.4 | | |
| | | MOYENNE BASSIN | 48.2 | 218.2 | 44.8 | 311.1 | | |
| 43004001 | GAZEILLE | ALLEYRAC | 10.0 | 153.6 | 21.8 | 185.4 | 100 ans | 30 à 50 ans |
| 43135001 | GAZEILLE | MONASTIER-SUR-GAZEILLE | 8.0 | 150.0 | 25.0 | 183.0 | 100 ans | 50 à 100 ans |
| K0119910 | GAZEILLE | MONASTIER-SUR-GAZEILLE | 7.4 | 157.8 | 23.0 | 188.2 | | |
| K0100020 | GAZEILLE | GOUDET 2 | 7.6 | 116.6 | 22.2 | 146.4 | | |
| | • | MOYENNE BASSIN | 8.3 | 144.5 | 23.0 | 175.8 | | |
| 43200001 | GAGNE | SAINT-JULIEN-CHAPTEUIL | 4.2 | 145.6 | 21.8 | 171.6 | 100 ans | 100 ans |
| K0219910 | GAGNE | MACHABERT | 9.8 | 147.6 | 27.8 | 185.2 | 100 ans | |
| | | MOYENNE BASSIN | 4.2 | 145.6 | 21.8 | 171.6 | | |
| 43003001 | BORNE | ALLEGRE | | 81.4 | 19.6 | 102.3 | 20 222 | 20 à 20 |
| | | | 1.3 | | | | 30 ans | 20 à 30 ans |
| 43037001 | BORNE | BOUCHET-SAINT-NICOLAS CHADRAC | 6.4 | 68.8 97.4 | 15.5 | 90.7 | 5 à 10 ans | 5 ans 50 ans |
| 43046001 | BORNE | | 1.8 | 97.4 66.6 | 14.2 | 113.4 | 100 ans | |
| 43062001 43093001 | BORNE BORNE | CHASPUZAC FELINES | 1.4 2.0 | 81.3 | 20.4 22.5 | 88.4 | 20 ans 30 à 50 ans | 10 à 20 ans |
| 43093001 | BORNE | | 2.0 | 99.0 | 14.4 | 105.8 | 30 a 50 ans | 10 à 20 ans |
| | BORNE | PUY-EN-VELAY | 2.2 | 68.5 | 15.4 | 115.6 | 10 ans | 10 ans |
| 43216001 | | SAINT-PAULIEN | | | | 86.6 | 10 ans | 10 ans |
| 43241002 K0109910 | BORNE BORNE | SOLIGNAC-SUR-LOIRE | 3.3 | 99.5 | 17.1 26.2 | 119.9 | 10 ana | 10 à 20 ans |
| K0109910 K2269910 | BORNE | CAYRES FIX SAINT GENEYS | 5.4 1.2 | 76.8 83.4 | 23.2 | 108.4 107.8 | 10 ans 30 ans | 10 à 20 ans |
| K2349910 | BORNE | LA CHAISE DIEU | 1.8 | 72.2 | 16.8 | 90.8 | 30 ans | 30 ans |
| K0259910 | BORNE | LE PUY CHADRAC | 2.0 | 97.4 | 13.4 | 112.8 | | |
| R0239910 | DORNE | MOYENNE BASSIN | 2.6 | 82.7 | 18.2 | 103.5 | | |
| | T | | | | | | | |
| 43071001 | ARZON | CHOMELIX | 2.0 | 90.0 | 13.0 | 105.0 | 30 ans | 20 à 30 ans |
| | | MOYENNE BASSIN | 2.0 | 90.0 | 13.0 | 105.0 | | |
| 43020002 | ANCE DU NORD | BAS-EN-BASSET | 3.2 | 110.9 | 13.9 | 128.0 | 50 à 100 ans | 50 ans |
| 43212001 | ANCE DU NORD | SAINT-PAL-EN-CHALENCON | 6.0 | 97.0 | 16.3 | 119.3 | 50 à 100 ans | 50 ans |
| 43246001 | ANCE DU NORD | TIRANGES | 4.9 | 106.0 | 10.3 | 121.2 | 100 ans | 50 ans |
| 63319002 | ANCE DU NORD | SAINT-ANTHEME | 8.0 | 82.2 | 9.2 | 99.4 | 20 à 30 ans | 10 à 20 ans |
| K0559910 | ANCE DU NORD | BAS EN BASSET 3 | 2.8 | 101.4 | 12.4 | 116.6 | | |
| | | MOYENNE BASSIN | 5.0 | 99.5 | 12.4 | 116.9 | | |
| 43162001 | OIRE CHADRAC-BAS | RETOURNAC | 3.0 | 113.5 | 14.7 | 131.2 | 100 ans | 50 à 100 ans |
| | | MOYENNE BASSIN | 3.0 | 113.5 | 14.7 | 131.2 | | |
| 43130001 | LIGNON VELAY | MAZET-SAINT-VOY | 21.2 | 135.2 | 28.1 | 184.5 | 50 ans | 20 à 20 ans |
| 43130001 | LIGNON VELAY | MAZET-SAINT-VOY | 22.4 | 135.2 | 31.1 | | 50 ans | 20 à 30 ans |
| 43150002 | LIGNON VELAY | PERTUIS | 2.2 | 127.0 | 12.8 | 188.8 142.0 | 50 ans | 20 à 30 ans |
| 43211001 | LIGNON VELAY | SAINT-MAURICE-DE-LIGNON | 1.5 | 127.0 | 19.0 | 143.5 | 100 ans | 50 à 100 ans |
| 43244003 | LIGNON VELAY | TENCE | 14.5 | 139.0 | 28.0 | 181.5 | 50 ans | 20 à 30 ans |
| 43268002 | LIGNON VELAY | YSSINGEAUX VERSILLAC | 5.5 | 135.0 | 24.8 | 165.3 | 100 ans | 50 ans |
| 43268002 | LIGNON VELAY | YSSINGEAUX | 4.0 | 127.2 | 23.1 | 154.3 | 100 ans | JU 4115 |
| 43268005 | LIGNON VELAY | YSSINGEAUX LEP | 3.4 | 133.2 | 23.4 | 160.0 | 30 à 50 ans | 30 à 50 ans |
| K0409910 | LIGNON VELAY | FAY SUR LIGNON | 29.0 | 161.4 | 36.8 | 227.2 | 50 a 50 ans | 30 a 30 ans |
| K0403910 | LIGNON VELAY | CHAMBON SUR LIGNON 2 | 26.4 | 106.2 | 26.2 | 158.8 | | |
| | LIGNON VELAY | SAINT JEURES | 15.6 | 161.2 | 29.4 | 206.2 | | |
| K04199101 | 0.10.1 VLL/11 | | 13.2 | 134.9 | 25.7 | 173.8 | | |
| K0419910 | | MOYENNE BASSIN | | | | | | |
| | DUNIEDEO T | MOYENNE BASSIN | | | | | E0 222 | 20 2 20 22- |
| 43223001 K0459910 | DUNIERES DUNIERES | SAINT-ROMAIN-LACHALM MONTFAUCON EN VELAY | 5.0 9.2 | 115.8 129.4 | 16.4 20.8 | 137.2 159.4 | 50 ans | 20 à 30 ans |

| | STATIONS PI | LUVIOMETRIQUES | | no | vembre-08 | | Période (| de retour |
|--|--|--|---|--|---|--|----------------------|------------------|
| CODE | BASSIN | NOM | 31-oct | 1-nov | 2-nov | Cumul 3 jours | 1 jour | 2 jours |
| 42095001 | SEMENE | FIRMINY | 2.2 | 103.2 | 17.8 | 123.2 | | |
| 42224003 | SEMENE | SAINT-GENEST-MALIFAUX | 8.8 | 83.6 | 18.4 | 110.8 | | |
| 43137003 | SEMENE | MONISTROL-SUR-LOIRE | 2.0 | 101.0 | 14.4 | 117.4 | 100 ans | 10 ans |
| K0569910 | SEMENE | SAINT GENEST MALIFAUX MOYENNE BASSIN | 6.4 4.9 | 89.4 94.3 | 19.4 17.5 | 115.2 116.7 | | |
| 42042001 | GRANGENT | CHAMBLES | 9.8 | 101.3 | 9.1 | | 20 à 50 ans | 20.000 |
| 42042001 | GRANGENT | MOYENNE BASSIN | 9.8 | 101.3 | 9.1 | 120.2 120.2 | 30 à 50 ans | 20 ans |
| 42005001 | FURAN | ANDREZIEUX-BOUTHEON | 9.2 | 92.2 | 7.4 | 108.8 | 30 à 50 ans | 20 ans |
| 42218001 | FURAN | SAINT-ETIENNE | 3.8 | 79.0 | 16.0 | 98.8 | 10 à 20 ans | 5 à 10 ans |
| 42218002 | FURAN | SAINT-ETIENNE | 4.6 | 84.2 | 19.2 | 108.0 | 10 0 20 0.10 | <u> </u> |
| 42218007 | FURAN | SAINT-ETIENNE | 3.6 | 89.0 | 17.6 | 110.2 | | |
| 42218008 | FURAN | SAINT-ETIENNE | 3.6 | 99.4 | 12.2 | 115.2 | | |
| 42218011 | FURAN | SAINT-ETIENNE | 3.4 | 102.5 | 13.2 | 119.1 | - > | |
| 42306001 | FURAN | TARENTAISE | 10.4 | 85.0 | 17.5 | 112.9 | 5 à 10 ans | 5 ans |
| K0630010 K0614020 | FURAN FURAN | ANDREZIEUX SUR LOIRE PAS DE RIOT | 12.2 22.8 | 110.0 84.2 | 10.2 19.8 | 132.4 126.8 | | |
| KU014020 | FURAIN | MOYENNE BASSIN | 8.2 | 91.7 | 14.8 | 114.7 | | |
| 40004004 | DONCON | SAINT-BONNET-LE-CHATEAU | | 107.2 | 14.4 | 133.1 | 50 à 100 ans | 50 ana |
| 42204001 42204002 | BONSON BONSON | SAINT-BONNET-LE-CHATEAU SAINT-BONNET-LE-CHATEAU | 11.5 11.4 | 107.2 | 16.4 | 133.1 | 50 à 100 ans | 50 ans |
| 76604002 | PONSON | MOYENNE BASSIN | 11.5 | 105.6 | 15.4 | 133.4 | | |
| 42299001 | MARE | SAVIGNEUX | 9.0 | 90.2 | 6.0 | 105.2 | 50 ans | 20 à 30 ans |
| 42328001 | MARE | VERRIERES-EN-FOREZ | 10.3 | 80.3 | 7.0 | 97.6 | 20 à 30 ans | 10 à 20 ans |
| 12020001 | IVII VI VI | MOYENNE BASSIN | 9.7 | 85.3 | 6.5 | 101.4 | | 10 0 20 0113 |
| 42059001 | COISE | CHAZELLES-SUR-LYON | 9.7 | 91.3 | 3.6 | 104.6 | 30 ans | 10 à 20 ans |
| 42102001 | COISE | GRAMMOND | 9.7 8.5 | 84.0 | 4.5 | 97.0 | JU 4115 | 10 a 20 alls |
| 42102001 | COISE | GRAMMOND | 7.6 | 79.8 | 4.2 | 91.6 | | |
| 69180002 | COISE | SAINT-ANDRE-LA-COTE | 7.9 | 78.1 | 3.0 | 89.0 | | |
| 69238001 | COISE | SAINT-SYMPHORIEN-SUR-COISE | 10.0 | 90.0 | 6.5 | 106.5 | 20 à 30 ans | 10 à 20 ans |
| K0669910 | COISE | LA CHAPELLE SUR COISE | 10.6 | 100.4 | 5.4 | 116.4 | | |
| | | MOYENNE BASSIN | 9.1 | 87.3 | 4.5 | 100.9 | | |
| 42019002 | LIGNON FOREZ | BOEN | 8.5 | 67.1 | 4.2 | 79.8 | | |
| 42019004 | LIGNON FOREZ | BOEN | 8.5 | 68.5 | 4.5 | 81.5 | | |
| 42039001 | LIGNON FOREZ | CHALMAZEL | 13.2 | 54.0 | 3.0 | 70.2 | inf 5 ans | inf 5 ans |
| 42039002 42039003 | LIGNON FOREZ LIGNON FOREZ | CHALMAZEL CHALMAZEL | 13.6 15.4 | 60.4 63.1 | 3.6 3.8 | 77.6 82.3 | | |
| 42039003 | LIGNON FOREZ | FEURS | 8.8 | 76.7 | 2.5 | 88.0 | 20 ans | 10 à 20 ans |
| 42094003 | LIGNON FOREZ | FEURS | 8.5 | 75.5 | 3.0 | 87.0 | 20 0113 | 10 4 20 4113 |
| 42159001 | LIGNON FOREZ | NOIRETABLE | 15.5 | 53.3 | 2.1 | 70.9 | inf 5 ans | inf 5 ans |
| 42227001 | LIGNON FOREZ | SAINT-GEORGES-EN-COUZAN | 9.2 | 88.2 | 4.6 | 102.0 | 100 ans | 50 ans |
| K0700020 | LIGNON FOREZ | FEURS AMONT | 7.4 | 75.2 | 3.0 | 85.6 | | |
| K0749910 | LIGNON FOREZ | NOIRETABLE | 14.0 | 52.2 | 3.4 | 69.6 | | |
| K0739910 | LIGNON FOREZ | SAINT GEORGE EN COUZAN MOYENNE BASSIN | 9.4 | 72.4 | 4.2 | 86.0 | | |
| | | | 11.0 | 67.2 | 3.5 | 81.7 | | |
| 42076001 | AIX | CREMEAUX | 8.9 | 44.5 | 1.9 | 55.3 | | |
| 42230001 | AIX | SAINT-GERMAIN-LAVAL SAINT-JUST-EN-CHEVALET | 10.0 | 63.0 | 2.5 | 75.5 | inf 5 ans | 5 ans |
| 42248002 42314001 | AIX AIX | TUILIERE | 11.2 11.4 | 37.6 43.4 | 3.8 2.7 | 52.6 57.5 | inf 5 ans | inf 5 ans |
| K0809910 | AIX | SAINT JUST EN CHEVALET | 9.8 | 33.8 | 3.6 | 47.2 | IIII 5 alis | IIII J alis |
| 110000010 | 7 117 (| MOYENNE BASSIN | 10.3 | 44.5 | 2.9 | 57.6 | | |
| 42011001 | Retenue Villerest | BALBIGNY | 8.5 | 80.5 | 1.3 | 90.3 | 20 ans | 10 à 20 ans |
| 42029001 | Retenue Villerest | BUSSIERES | 10.0 | 73.5 | 0.6 | 84.1 | 20 0110 | 10 0 20 0113 |
| 42165003 | Retenue Villerest | PANISSIERES | 10.3 | 78.2 | 1.7 | 90.2 | 20 ans | 10 ans |
| 42239001 | Retenue Villerest | ST-MAURICE-SUR-LOIRE | 7.5 | 58.4 | 1.2 | 67.1 | 5 à 10 ans | 5 ans |
| | | MOYENNE BASSIN | 9.1 | 72.7 | 1.2 | 82.9 | | |
| 42158001 | RENAISON | NOES | 10.5 | 38.8 | 0.9 | 50.2 | inf 5 ans | inf 5 ans |
| 10101001 | | RIORGES | 6.9 | 39.4 | 2.2 | 48.5 | inf 5 ans | inf 5 ans |
| 42184001 | RENAISON | | | | | | | |
| 42184002 | RENAISON | RIORGES | 7.4 | 53.0 | 0.0 | 60.4 | | |
| 42184002 42199002 | RENAISON RENAISON | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON | 7.4 10.4 | 42.8 | 1.4 | 54.6 | | |
| 42184002 | RENAISON | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE | 7.4 10.4 8.0 | 42.8 46.8 | 1.4 1.0 | 54.6 55.8 | | |
| 42184002 42199002 42253001 | RENAISON RENAISON RENAISON | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN | 7.4 10.4 8.0 8.6 | 42.8 46.8 44.2 | 1.4 1.0 1.1 | 54.6 55.8 53.9 | 40 | 40 |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 | RENAISON RENAISON RENAISON RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 | 42.8 46.8 44.2 71.6 | 1.4 1.0 1.1 0.8 | 54.6 55.8 53.9 84.8 | 10 ans | 10 ans |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 | RENAISON RENAISON RENAISON RHINS RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 | | |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 42156001 | RENAISON RENAISON RENAISON RHINS RHINS RHINS RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL NEULISE | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 15.2 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 65.8 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 1.1 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 82.1 | 10 ans 5 à 10 ans | 10 ans 10 ans |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 | RENAISON RENAISON RENAISON RHINS RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 | | |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 42156001 42156002 | RENAISON RENAISON RENAISON RHINS RHINS RHINS RHINS RHINS RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL NEULISE NEULISE | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 15.2 9.6 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 65.8 69.2 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 1.1 2.2 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 82.1 81.0 | | |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 42156001 42156002 42170001 | RENAISON RENAISON RENAISON RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL NEULISE NEULISE PERREUX | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 15.2 9.6 7.8 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 65.8 69.2 57.2 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 1.1 2.2 1.0 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 82.1 81.0 66.0 | | |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 42156001 42156002 42170001 42193001 42332001 69128001 | RENAISON RENAISON RENAISON RENAISON RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL NEULISE NEULISE PERREUX ROZIER-EN-DONZY VILLEREST MARDORE | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 15.2 9.6 7.8 6.0 7.2 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 65.8 69.2 57.2 66.5 54.6 60.7 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 1.1 2.2 1.0 1.0 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 82.1 81.0 66.0 73.5 63.0 71.2 | | |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 42156001 42156002 42170001 42132001 69128001 69158001 | RENAISON RENAISON RENAISON RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL NEULISE NEULISE PERREUX ROZIER-EN-DONZY VILLEREST MARDORE PONT-TRAMBOUZE | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 15.2 9.6 6.0 7.2 10.5 8.2 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 65.8 69.2 57.2 66.5 54.6 60.7 62.8 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 1.1 2.2 1.0 1.0 1.2 0.0 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 82.1 81.0 66.0 73.5 63.0 71.2 | 5 à 10 ans | 10 ans |
| 42184002 42199002 42253001 42098001 42128001 42156001 42156002 42170001 42193001 42332001 69128001 | RENAISON RENAISON RENAISON RENAISON RHINS | RIORGES SAINT-ANDRE-D'APCHON SAINT-LEGER-SUR-ROANNE MOYENNE BASSIN FOURNEAUX MACHEZAL NEULISE NEULISE PERREUX ROZIER-EN-DONZY VILLEREST MARDORE | 7.4 10.4 8.0 8.6 12.4 10.8 15.2 9.6 7.8 6.0 7.2 | 42.8 46.8 44.2 71.6 67.0 65.8 69.2 57.2 66.5 54.6 60.7 | 1.4 1.0 1.1 0.8 0.8 1.1 2.2 1.0 1.0 | 54.6 55.8 53.9 84.8 78.6 82.1 81.0 66.0 73.5 63.0 71.2 | 5 à 10 ans | 10 ans |

| | | | | | Cumul 31/10 à | Movenne | Source Loire MF |
|-----------------|---|---------------|----------------|--------------|----------------|----------------------|---|
| <u>Bassin</u> | <u>Station</u> | Cumul | Cumul | Cumul | 6 h au 03/11 à | Moyenne cumul par | 0 Pfirmi Observations: 10.2 x MAZAN-L'ABBAYE MFI + 10.2 x LANARCE MFI + 10.2 x Lanarce) + 10.2 x Ste Eudle) + 10.2 x Lao d'Issafési |
| 240044 | <u> </u> | 31/10 | 01/11 | 02/11 | 6 h | bassin | |
| | Lac d'Issarlès | 31.4 | 168.2 | 37.6 | 237.2 | | |
| | Lanarce | 61.4 | 302.4 | 64.4 | 428.2 | | 10. |
| Souce Loire | LANARCE MF | 29.6 | 217.5 | 37.1 | 284.2 | 334.2 | 15. |
| | MAZAN-L'ABBAYE MF | 56.6 | 231.0 | 43.6 | 331.2 | | |
| | Ste Eulalie | 89.8 | 253.6 | 47.0 | 390.4 | | 29/10/2008 07h HL 04/11/ |
| | ESTABLES MF | | en panne | | | | Gagne/Gazeille |
| Gazeille | Monastier | 7.4 | 157.8 | 23.0 | 188.2 | 167.3 | 0 P(mm) Observations : (0.333 x Monastier) + (0.333 x Machabert) + (0.333 x Goudet 2) |
| | Goudet 2 | 7.6 | 116.6 | 22.2 | 146.4 | | |
| Gagne | Machabert | 9.8 5.4 | 147.6 76.8 | 27.8 26.2 | 185.2 108.4 | 185.2 | 5 |
| | Cayres CHADRAC MF | 1.8 | 97.4 | 14.2 | 113.4 | | |
| | CHASPUZAC MF | 1.6 | 68.0 | 20.8 | 90.2 | | 10. |
| | FELINES MF | 2.0 | 81.3 | 22.3 | 105.6 | | |
| Borne | Fix St Geneys | 1.2 | 83.4 | 23.2 | 103.6 | 104.7 | 15. |
| Borne | FIX-SAINT-GENEYS MF | 0.8 | 76.8 | 20.2 | 97.8 | 101.7 | 29/10/2008 07h HL 04/11 |
| | La Chaise Dieu | 1.8 | 72.2 | 16.8 | 90.8 | | Borne |
| | Le Puy Chadrac | 2.0 | 97.4 | 13.4 | 112.8 | | 0 Plmml Observations: (0.2 x Fix St Geneval + (0.2 x Le Puy Chadrac) + (0.2 x Cayres) + (0.2 x La Chaise Disu) + (0.2 x CHASPUZAC MF) |
| | PUY-EN-VELAY MF | 2.2 | 99.0 | 14.4 | 115.6 | | |
| | Bas en Basset 3 | 2.8 | 101.4 | 12.4 | 116.6 | | 25 |
| Ance du Nord | SAINT-ANTHEME MF | 8.0 | 77.8 | 9.2 | 95.0 | 105.8 | 5. |
| | Viverols | | en panne | | | | |
| | Fay sur Lignon | 29.0 | 161.4 | 36.8 | 227.2 | | 7.5 |
| | PERTUIS MF | 2.2 | 127.0 | 12.8 | 142.0 | | 10. |
| Lignon du Velay | MAZET-SAINT-VOY MF | 22.4 3.4 | 135.3 133.2 | 31.1 23.4 | 188.8 160.0 | 180.5 | 29/10/2008 07h HL 04/11 |
| | YSSINGEAUX MF Chambon sur Lignon 2 | 26.4 | 106.2 | 26.2 | 158.8 | | Lignon du Velay |
| | St Jeures | 15.6 | 161.2 | 29.4 | 206.2 | | 0. P(mm) Observations: (0.2 x Fav sur Lignon) + (0.2 x St Joures) + (0.2 x Chambon sur Lignon 2) + (0.2 x YSSINGEALCX MF) + (0.2 x MAZET SAINT-VDY MF) |
| Dunières | Montfaucon en Velay | 9.2 | 129.4 | 20.8 | 159.4 | 159.4 | |
| * ** | FIRMINY MF | 2.2 | 103.2 | 17.8 | 123.2 | | 5 |
| Semène | MONISTROL-SUR-LOIRE MF | 2.0 | 101.0 | 14.4 | 117.4 | 116.7 | |
| oomene. | SAINT-GENEST-MALIFAUX MF | 8.8 | 83.6 | 18.4 | 110.8 | 115.7 | 10. |
| | St Genest Malifaux | 6.4 | 89.4 | 19.4 | 115.2 | | |
| | Andrézieux sur Loire ANDREZIEUX-BOUTHEON MF | 12.2 8.8 | 110.0 94.8 | 10.2 7.2 | 132.4 110.8 | | 15. P4/10/2009/07b HI 04/11/ |
| _ | Pas de Riot | 22.8 | 84.2 | 19.8 | 126.8 | 440.4 | |
| Furan | SAINT-ETIENNE (GRAND CLOS) MF | 3.4 | 102.5 | 13.2 | 119.1 | 119.1 | Semène Dunières n Finne) Observations : 10.25 x St Genest Malifaux! + 10.25 x Montifauco en Volay) = 10.25 x MONISTROL SUR LOIRE, MFI + 10.25 x FIRMINY MFI |
| | SAINT-ETIENNE (PARC EUROPE) MF | 3.6 | 89.0 | 17.6 | 110.2 | | U |
| | SAINT-ETIENNE (TERRASSE) MF | 3.6 | 99.4 | 12.2 | 115.2 | | 25 |
| Bonson | SAINT-BONNET-LE-CHATEAU MF | 11.4 | 105.6 | 16.4 | 133.4 | 133.4 | 5 |
| Coise | GRAMMOND MF | 7.6 10.6 | 79.8 100.4 | 4.2 5.4 | 91.6 116.4 | 104.0 | |
| | La Chapelle sur Coise BOEN MF | 8.5 | 68.5 | 4.5 | 81.5 | | 7.5 |
| | BOEN MF CHALMAZEL (LA GARDONNANCHE) MF | 15.4 | 63.1 | 3.8 | 81.5 82.3 | | 10 |
| | CHALMAZEL (EA GARDONNANCHE) MI CHALMAZEL (PONT DDE) MF | 13.4 | 60.4 | 3.6 | 77.6 | | 29/10/2008 07h HL 04/11/ |
| | CHAMBA MF | 13.5 | 62.5 | 3.0 | 79.0 | | Furan |
| Lignon du Forez | Feurs amont | 7.4 | 75.2 | 3.0 | 85.6 | 81.3 | Obelianations: 10.2 x Pas de Rior) + 10.2 x SAINT ETIENNE (PARC EUROPE) MF) + 10.2 x Andrésieux sur Loire) + 10.2 x SAINT ETIENNE (GRAND CLOS) MF) + 10.2 x ANDREZIEUX 80.0 |
| | FEURS MF | 8.5 | 75.5 | 3.0 | 87.0 | | |
| | Noiretable | 14.0 | 52.2 | 3.4 | 69.6 | | 25 |
| | St Georges en Couzan SAINT-PIERRE-LA-BOURLHONNE MF | $9.4 \\ 14.4$ | 72.4 63.9 | 4.2 4.8 | 86.0 83.1 | | |
| | St Just en Chevalet | 9.8 | 33.8 | 3.6 | 47.2 | | |
| Aix | SAINT-JUST-EN-CHEVALET MF | 11.2 | 37.6 | 3.8 | 52.6 | 49.9 | 7.5 |
| | Fourneaux | 11.0 | 77.2 | 1.4 | 89.6 | | 10 |
| | NEULISE MF | 9.6 | 69.2 | 2.2 | 81.0 | | 10. 29/10/2008 07h HL 04/11/ |
| | ROZIER-EN-DONZY MF | 6.0 | 66.5 | 0.5 | 73.0 | | Lignon du Forez |
| Rhins | Villerest barrage 1 | 7.6 | 57.0 | 1.4 | 66.0 | 73.9 | 0 Diservations: [0.2 x Feurs amont] + [0.2 x Valcivières] + [0.2 x St Georges on Couzan] + [0.2 x CHALMAZEL (LA GARDONNANCHE) MF] + [0.2 x Noiretable] |
| | VILLEREST MF MACHEZAL MF | 7.2 10.8 | 54.6 67.0 | 1.2 0.8 | 63.0 78.6 | | |
| | MACHEZAL MF PERREUX MF | 7.8 | 67.0 57.2 | 1.0 | 78.6 66.0 | | 25 |
| _ | SAINT-ANDRE-D'APCHON MF | 10.4 | 42.8 | 1.4 | 54.6 | | 5 |
| Renaison | RIORGES MF | 7.4 | 53.0 | 0.0 | 60.4 | 57.5 | |
| Sornin | BAUDEMONT MF | 8.6 | 52.4 | 0.8 | 61.8 | 61.1 | 7.5 |
| Sorum | CHARLIEU MF | 7.4 | 52.4 | 0.6 | 60.4 | | 10 |
| | | | | | | | 10. |
| Besbre amont | SAINT-MARTIN-D'ESTREAUX MF | 6.5 | 31.5 | 1.5 | 39.5 | 39.5 | 29/10/2008 07h HL 04/11/. |

| | Station | | | M | axi observé | | Cr | ues de référe | nce | | Période de retour | |
|-----------------------|--------------------|------------|------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|
| Nom | Cours d'eau | Code Hydro | Surface BV | Date du Maxi (heures TU) | Cote | Débit | sept-80 | nov-96 | déc-03 | Période d'ajustement (loi de Gumbel) | Maxi observé sur la période | Période de retour Novembre 2008 |
| La Palisse barrage | Loire | K0010020 | 130 | 1/11 à 23h30 | 1.55 m | env 420 m3/s | 880 m3/s | 355 m3/s | en panne | | | |
| Moulin du Peyron | Loire | K0018720 | 41 | en panne | | | 230 m3/s | 160 m3/s | | | | |
| Pont de la Borie | Loire | K0030020 | 229 | | env 4.50 m | 600 m3/s | 1500 m3/s | 4.39 m (env 600 m3/s) | 2.76 m (250 m3/s) | | | |
| Goudet | Loire | K0100020 | 432 | 2/11 à 3h00 | 5.16 m (aprés recalage) | env 1000 m3/s | env 9 m (1700 m3/s) | env 6 m (1200 m3/s) | 3.66 m (450 m3/s) | 1947-2008 | sept-80 | 50 ans |
| La Besseyre Haute | Gazeille | K0114020 | 51 | 2/11 à 1h10 | 1.83 m | 110 m3/s | | 1.86 m (115 m3/s) | 1.14 m (64 m3/s) | 1990-2008 | nov-96 | 20 ans |
| Coubon | Loire | K0120020 | 732 | 2/11 à 4h30 | 4.65 m | env 1200 m3/s | | | 2.98 m | | | |
| Les Pandraux | Gagne | K0214010 | 107 | | 4.10 m à 4.30 m (coté aval) | | env 370 m3/s | 2.87 m (125 m3/s) | 2.64 m (106 m3/s) | 1997-2008 | nov-96 | sup 20 ans |
| La Rochelambert | Borne | K0243010 | 156 | 2/11 à 10h10 | 2.15 m | 74 m3/s | | | 2.13 m (72.1 m3/s) | | | |
| Espaly | Borne | K0253020 | 375 | 2/11 de 11h40 à 12h30 | 1.36 m | 120 m3/s | | hors crue | env 150 m3/s | 1984-2008 | déc-03 | env 10 ans |
| Vals près le Puy | Dolaison | K0258010 | 50 | 2/11 à 5h50 | 1.35 m | 38 m3/s | | | 1.17 m (26.7 m3/s) | | | |
| Chadrac Pont | Loire | K0260020 | 1310 | 2/11 à 5h20 | 7.64 m | env 1200 m3/s | env 2000 m3/s | env 1100 m3/s | 6.25 m (875 m3/s) | 1919-2008 | sept-80 | 50 ans |
| Blavozy | Sumène | K0274010 | 55 | 2/11 de 6h10 à 6h30 | 3.62 m | | | | 2.33 m | | | |
| Pont Marie | Lignon du Velay | K0403030 | 41 | 2/11 à 1h50 | 2.27 m | env 58 m3/s | | | 1.73 m (30.6 m3/s) | | | |
| Chambon sur lignon | Lignon du Velay | K0403010 | 139 | 2/11 à 4h00 | 3.40 m | 215 m3/s | env 750 m3/s | 4.15 m (300 m3/s) | 3.18 m (190 m3/s) | 1968-2008 | sept-80 | 20 ans |
| La Chapelette barrage | Lignon du Velay | K0433030 | 350 | 2/11 à 6h00 et à 6h10 | 1m83 | env 350 m3/s | env 1100 m3/s | env 350 m3/s | 1.85 m (env 360 m3/s) | | | |
| Vaubarlet | Dunières | K0454010 | 228 | 2/11 de 2h20 à 2h40 | 2.91 m | env 200 m3/s | env 100 m3/s | 2.54 m | 2.64 m | 1948-2008 | déc-03 | sup 50 ans |
| Sauvessanges | Ance du Nord | K0513010 | 189 | 2/11 à 7h20 | 2.19 m | 45 m3/s | hors crue | hors crue | 1.86 m (25.5 m3/s) | 1977-2008 | | sup 20 ans |
| Bas en Basset | Loire | K0550010 | 3234 | 2/11 de 10h40 à 10h50 | 5.10 m | 2720 m3/s | 6.06 m (env 3500 m3/s) | 4.28 m (2170 m3/s) | 3.64 m (1750 m3/s) | 1920-2008 | sept-80 | sup 50 ans |
| Le Crouzet | Semène | K0567520 | 134 | | env 3.18 m | env 180 m3/s | 2.61 m (150 m3/s) | 1.73 m (35 m3/s) | 2.56 m (91 m3/s) | | sept-80 | sup 50 ans |
| Grangent Sortant | Loire | K0600010 | 3850 | 2/11 à 13h30 | | 3100 m3/s | env 3400 m3/s | 2180 m3/s | 2050 m3/s | | | |

| | Station | | | M | axi observé | | Cr | ues de référe | nce | | Période de retour | |
|----------------------|--------------------|------------|------------|-----------------------------|---------------|--------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|
| Nom | Cours d'eau | Code Hydro | Surface BV | Date du Maxi (heures TU) | Cote | Débit | sept-80 | nov-96 | déc-03 | Période d'ajustement (loi de Gumbel) | Maxi observé sur la période | Période de retour Novembre 2008 |
| Andrézieux sur Furan | Furan | K0614010 | 178 | 2/11 à 3h30 | 4.15 à 4.20 m | env 200 m3/s | 2.46 m (118 m3/s) | 3.35 m (137 m3/s) | 3.77 m (env 180 m3/s) | 1964-2008 | déc-03 | sup 50 ans |
| Andrézieux sur Loire | Loire | K0630010 | 4121 | 2/11 à 14h10 | 3.48 m | | 3.60 m | 2.75 m | 3.04 m | | | |
| Le Bled | Bonson | K0624510 | 104 | | env 3.65 m | | hors crue | 2.20 m | 2.07 m | 1971-2008 | nov-96 | sup 50 ans |
| Vérines | Mare | K0643110 | 95 | 2/11 à 4h20 | env 3.00 m | env 150 m3/s | hors crue | 1.32 m (23.4 m3/s) | 1.46 m (42.2 m3/s) | 1971-2008 | déc-03 | sup 50 ans |
| Montrond les Bains | Loire | K0690010 | 4832 | 2/11 à 16h20 | 5.40 m | | 5.50 m | 4.74 m | 4.95 m | | | |
| La Rajasse | La Coise | K0663310 | 61 | 2/11 à 0 h00 | 2.20 m | env 66 m3/s | | | | | | |
| Feurs amont | Loire | K0700020 | 4978 | 2/11 de 19h30 à 20h10 | 4.02 m | 2920 m3/s | 3.80 m | 3.10 m (2100 m3/s) | 3.47 m (2440 m3/s) | 1985-2008 | déc-03 | sup 50 ans |
| Feurs aval | Loire | K0700010 | 4978 | 2/11 à 20h40 | 4.94 m | | | 4.29 m (2050 m3/s) | 4.73 m (2450 m3/s) | | | |
| Boën sur Lignon | Lignon du Forez | K0753210 | 371 | 2/11 à 8h20 | 3.26 m | env 140 m3/s | | hors crue | 2.89 m (103 m3/s) | 1983-2008 | fev-90 - 4.19 m | 20 ans |
| Ponçins | Lignon du Forez | K0783220 | 666 | 2/11 de 14h50 à 15h00 | 3.11 m | 250 m3/s | hors crue | hors crue | 2.82 m | | | |
| St Germain Laval | Aix | K0813020 | 193 | 2/11 à 8h00 | 1.36 m | 43 m3/s | | | 1.95 m (94 m3/s) | 1974-2008 | fev 90 - 2.76 m | 2 ans |

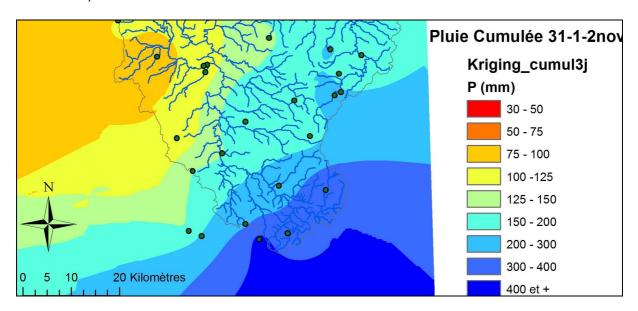
| | station | | | | M | laxi observé | | Crue de | | Période de ret | our |
|---------------------------|-------------|------------|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|---|-----------------------|--|---------------------------------|------------------------------------|
| Nom | Cours d'eau | Code Hydro | Surface BV | Date du Maxi (heures TU) | Cote | Débit | Commentaire | décembre 2003 | Période d'ajustement (loi de Gumbel) | Maxi observé sur la période | Période de retour Novembre 2008 |
| Villerest | Loire | K0910020 | 6585 | 2/11 à 14h10 | 6.60 m | 1700 m3/s | jaugeage 1545 m3/s pour la cote 6.06 m | 6.42 m (1660 m3/s) | 1921-2008 | déc-03 | 20 ans (avec Villerest) |
| Pont Mordon | Rhins | K0983010 | 427 | 2/11 à 5h50 | 1.93 m | env 175 m3/s | courbe de tarage largement extrapolée | env 220 m3/s | 1969-2008 | mai 1983 (2.20 m - 240 m3/s) | 20 ans |
| Charlieu | Sornin | K1063020 | 457 | 2/11 à 11h40 | 1.67 m | 100 m3/s | jaugeage le 03/11 de 9h30 à 10h15 : 40 m3/s pour la cote 0.81 m | estimé 300 m3/s | 1971-2008 | avr-83 (340 m3/s) | 2 ans |
| Montceaux l'Etoile | Arconce | K1173210 | 599 | 3/11 de 6h30 à 8h00 | 2.88 m | 63 m3/s | jaugeage le 03/11 de 10h00 à 11h00 : 59 m3/s pour la cote 2.85 m - barème à revoir | 3.48 m (148 m3/s) | 1971-2008 | déc-03 | 4 ans |
| Digoin | Loire | K1180010 | 9315 | 3/11 de 17h00 à 18h00 | 4.95 m(après recalage) | 1850 m3/s | jaugeage 1797 m3/s pour une cote moyenne de 4.945 m | 4.88 m (1800 m3/s) | 1959-2008 | déc-03 | 30 ans (avec Villerest) |
| Rigny sur Arroux | Arroux | K1341810 | 2277 | 2/11 de 17h40 à 22h50 | 1.18 m | 115 m3/s | jaugeage le 03/11 de 16h00 à 16h45 :108 m3/s pour la cote 1.12 m | 1.77 m (270 m3/s) | 1968-2008 | janv-04 (2.21 m - 490 m3/s) | plusieurs fois par an |
| Vitry en charolais | Bourbince | K1383010 | 819 | 3/11 de 2h30 à 5h50 | 3.39 m | 90 m3/s | jaugeage le 03/11 de 15h00 à 15h45 : 73 m3/s pour la cote 3.34 m | 3.59 m (135 m3/s) | 1968-2008 | déc-03 | 5 à 10 ans |
| Gilly | Loire | K1440010 | 13007 | 4/11 à 3h00 | 6.71 m | 1890 m3/s | jaugeage le 03/11 de 20h50 à 23h00 : 1804 m3/s pour la cote 6.57 m | 6.89 m (1990 m3/s) | 1970-2008 | déc-03 | 15 à 20 ans (avec Villerest) |
| Saint Pourçain sur Besbre | Besbre | K1563020 | 710 | 3/11 à 2h00 | 2.45 m | 35 m3/s | | 3.31 m (98 m3/) | 1991-2008 | juil-08 (3.47m - 118 m3/s) | plusieurs fois par an |
| Le Fourneau | Loire | K1600010 | 14030 | 4/11 de 8h à 14 h | 3.71 m | | | 3.64 m | | | |
| Decize | Loire | K1700010 | 14690 | 5/11 à 4h00 | 5.04 m | | | 5.15 m | | | |
| Verneuil | Aron | K1773010 | 1465 | 2/11 de 23h00 à 1h00 | 2.53 m | 83 m3/s | | 3.20 m (190 m3/s) | 1986-2008 | avr-98 (3.53 m - 350 m3/s) | plusieurs fois par an |
| Imphy | Loire | K1900010 | 17390 | 5/11 de 17h00 à 1h00 | 6.37 m | 1800 m3/s | jaugeages 1688 m3/s à la cote 6.33 m et 1767 m3/s à la cote 6.36 m | 6.57 m (2200 m3/s) | | | |
| Nevers | Loire | K1930020 | 17570 | 6/11 de 4h40 à 5h00 | 3.55 m | 1800 m3/s | barème modifié suite jaugeage Imphy | 3.86 m (2180 m3/s) | 1956-2008 | déc-03 | 10 ans (avec Villerest) |
| Givry | Loire | K4000010 | 32610 | 6/11 de 13h00 à 15h00 | 3.75 m | 2420 m3/s | jaugeage 2300 m3/s à la cote 3.74 m | 4.90 m (3400 m3/s) | 1968-2008 | déc-03 | 5 ans |
| La Charité sur Loire | Loire | K4030010 | 33359 | 6/11 de 19h00 à 22h00 | 2.96 m | | | 4.03 m | | | |
| Pouilly sur Loire | Loire | K4050010 | 33604 | 6/11 de 22h00 à 3h00 | 2.83 m | | le 6/11 à 13h50 cote échelle 2.52 m contre 2.60m au limni | 3.47 m | | | |
| St Thibault | Loire | K4080010 | | 7/11 de 2h00 à 6h00 | 3.39 m | | le 6/11 à 16h30 cote échelle 3.23 m contre 3.20m au limni | 4.17 m | | | |
| Cosne sur Loire | Loire | K4100010 | 34580 | 7/11 de 7h00 à 8h00 | 3.64 m | | | 4.57 m | | | |
| Chatillon sur Loire | Loire | K4150010 | 35270 | 7/11 de 22h00 à 0h00 | 3.68 m | | le 7/11 à 14h00 cote échelle 3.52 m contre 3.56m au limni | 4.95 m | | | |
| Gien pont | Loire | K4180010 | 35500 | 8/11 de 2h00 à 3h00 | 4.01 m | 2320 m3/s | jaugeage le 6/11 de 20h15 à 0h15 - 2210 m3/s pour la cote 3.975 m | 5.05 (3350 m3/s) | 1951-2008 | déc-03 | 5 ans |
| Gien amont | Loire | K4180020 | 35500 | 8/11 de 1h00 à 3h00 | 4.99 m (après recalage) | 2350 m3/s | le 7/11 à 15h30 cote échelle 4.81 m contre 3.755 m au limni | 5.94 m (3260 m3/s) | 1984-2008 | déc-03 | 5 ans |
| Orléans (Pont Royal) | Loire | K4350010 | 36970 | 8/11 de 11h00 à 14h00 | 2.46 m | 2120m3/s | jaugeage le 8/11 de 10h30 à 15h20 - 2114 m3/s à la cote 2.455 m | 3.75 m (3230 m3/s) | 1965-2008 | déc-03 | 3 ans |
| Blois | Loire | K4470010 | 38320 | 8/11 de 20h00 à 23h00 | 2.38 m | 2030 m3/s | Débit ou cote sous-estimée | 3.78 m (3050 m3/s) | | | |
| Onzain | Loire | K4800010 | 40500 | 8/11 de 23h00 à 2h00 | 3.01 m | 2060 m3/s | jaugeage le 9/11 de 0h30 à 3h30 - 2100 m3/s à la cote 2.975 m - jaugeage à confirmer | 4.29 m (3100 m3/s) | 1994-2008 | déc-03 | 4 ans |
| Tours (Pont Mirabeau) | Loire | K4900030 | 42130 | 9/11 de 7h00 à 10h00 | 4.59 m | 2000 m3/s | jaugeage le 9/11 de 13h30 à 15h15 - 1980 m3/s à la cote 4.54 m | 5.76 m (3050 m3/s) | | | env 3 ans |
| Langeais | Loire | K6830020 | 56480 | 9/11 de 12h00 à 13h00 | 2.86 m | 2100 m3/s | jaugeage le 9/11 de 15h00 à 16h15 - 2080 m3/s à la cote 2.70 m - cote Cristal à vérifier | 4.19 m (2800 m3/s) | | | env 3 ans |

| Code Hydro | Station | Rivière | | | | Jauge | eage | | | maxi ancien | | Passage du ma | aximum de la | crue | |
|------------|-------------------------------------|-----------------|----------|-------------|-----------|-----------|-------|--------------|-----------|-------------|-----------|---------------|--------------|--------|-------------|
| , | | | date | heure debut | heure fin | Н | | Q BAREME | anc. Q B. | Q. jaugé | date maxi | heure maxi | H maxi | Q maxi | réquenc |
| K0114020 | LA BESSEYRE | GAZEILLE | 01/11/08 | 20:55 | | 128 | non | 73.3 | | 32.6 | | | | | |
| K0214010 | LES PANDRAUX | GAGNE | 01/11/08 | 21:50 | | 245 | non | 93.3 | | 60.7 | | | | | |
| K0403020 | PONT MARIE | LIGNON VELAY | 01/11/08 | 23:20 | | 214 | non | > a 33.5 | | 21.1 | | | | | |
| K0100020 | GOUDET | LOIRE | 02/11/08 | 01:30 | | 460 | non | > a 767 | | 366 | | | | | |
| K2010820 | ROGLETON | ALLIER | 02/11/08 | 4:00 | | 340 a 350 | non | > a 172 | | 140 | | | | | |
| K2070810 | LANGOGNE | ALLIER | 02/11/08 | 4:40 | | 605 a 628 | non | > a 442 | | 343 | | | | | |
| K0274010 | BLAVOZY | SUMENE | 02/11/08 | 7:40 | | 331 | non | > a 101 | | 3.85 | | | | | |
| K0260020 | CHADRAC | LOIRE | 02/11/08 | 7:20 | 8:30 | 710 | 1030 | > a 1070 | | 682 | | | 760 ? | | |
| K0258010 | VALS pres le PUY | DOLAIZON | 02/11/08 | 9:40 | 10:05 | 115 | 25.6 | 24.8 | | 20.8 | | | | | |
| K0253020 | ESPALY | BORNE | 02/11/08 | 9:30 | 9:45 | 133 | 109 | 111 | 172.00 | 142 | | | | | |
| K0333010 | VOREY | ARZON | 02/11/08 | 11:10 | 12:00 | 240 | 63.4 | 43.4 | | 7.93 | | | | | |
| K0550010 | BAS en BASSET | LOIRE | 02/11/08 | 13:15 | 14:00 | 446 a 427 | non | 2210 | | 1780 | | | | | |
| K0783220 | PONCINS | LIGNON du FOREZ | 02/11/08 | 17:30 | 18:30 | 317.5 | 241 | 150 | | 156 | | | | | |
| K0700010 | FEURS AVAL | LOIRE | 02/11/08 | 20:30 | 21:30 | 493 | 2781 | 2640 | | 2080 | | | | | |
| K0700020 | FEURS AMONT | LOIRE | 02/11/08 | 20:30 | 21:30 | 384 | 2781 | | | | | | | | |
| K0910010 | VILLEREST | LOIRE | 03/11/08 | 0:00 | 1:00 | 606 | 1545 | 1500 | | 1680 | | | | | |
| K0910050 | VILLEREST PONT | LOIRE | 03/11/08 | 0:00 | 1:00 | 790 | 1545 | | | | | | | | |
| K1063020 | CHARLIEU | SORNIN | 03/11/08 | 9:30 | 10:15 | 81 | 40 | 39.2 | | 76.6 | | | | | |
| K1173210 | MONTCEAUX I'ETOILE | ARCONCE | 03/11/08 | 10:00 | 11:00 | 285 | 58.75 | 58.5 | 72.50 | | | | | | |
| K1383010 | VITRY en CHAROLAIS | BOURBINCE | 03/11/08 | 15:00 | 15:45 | 334 | 73.5 | 80.2 | 75.30 | | | | | | |
| K1180010 | DIGOIN | LOIRE | 03/11/08 | 14:30 | 17:00 | 494.5 | 1797 | 1840 | | 1650 | 03/11/08 | 18:00 | 508 | 1790 | |
| K1341810 | RIGNY | ARROUX | 03/11/08 | 16:00 | 16:40 | 112 | 108 | 122 | | | | | | | |
| K1440010 | GILLY | LOIRE | 03/11/08 | 20:50 | 23:00 | 657 | 1804 | 1810 | | | 04/11/08 | 03:00 | 670 | 1880 | |
| K3400810 | CHATEL | ALLIER | 05/11/08 | 7:30 | 9:30 | 213 | 880 | 866 | | | 05/11/08 | 02:00 | 222 | | |
| K1900010 | IMPHY | LOIRE | 05/11/08 | 10:30 | 13:30 | 633 | 1688 | 1710 | 1960.00 | | 06/11/08 | 00:30 | 638 | | |
| K1900010 | IMPHY | LOIRE | 05/11/08 | 16:30 | 18:30 | 636 | 1767 | 1780 | 1990.00 | | 06/11/08 | 00:30 | 638 | | |
| K4000010 | GIVRY | LOIRE | 06/11/08 | 13:15 | 16:00 | 374 | 2300 | 2420 | | 3300 | 06/11/08 | 15:00 | 376 | 2430 | |
| K4180010 | GIEN av | LOIRE | 06/11/08 | 20:15 | 0:15 | 397.5 | 2210 | 2290 | | | | | | | |
| K4180010 | GIEN am | LOIRE | 06/11/08 | 20:15 | 0:15 | 489.5 | 2210 | 2260 | | | | | | | |
| K4350010 | ORLEANS | LOIRE | 08/11/08 | 10:30 | 15:20 | 245.5 | 2114 | 2100 | | | | | | | |
| K4350010 | ORLEANS | LOIRE | 08/11/08 | 10:30 | 15:20 | 405 | 2114 | 2220 | | | | | | | |
| K4800010 | CHAUMONT | LOIRE | 09/11/08 | 0:30 | 3:30 | 297.5 | 2100 | jaugeage à c | onfirmer | | | | | | |
| K4900010 | TOURS | LOIRE | 09/11/08 | 13:30 | 14:15 | 454 | 1980 | 2000 | 2070.00 | | 09/11/08 | 10:30 | 458.5 | 2025 | |
| K6830020 | LANGEAIS | LOIRE | 09/11/08 | 15:00 | 16:15 | 270 | 2080 | 2080 | 1960.00 | | 09/11/08 | 14:00 | 270.5 | 2085 | |
| 1.0000020 | | ·· \- | 307,00 | .0.00 | | 2.0 | 2000 | | | | 55, 1.755 | | 2.0.0 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | _ |
| | | | | | | 1 | | | | | | | | | — |
| | | | | | | | | - | | | | | | | |
| | = extrapolation bareme insuffisante | | | | | | | | | | | | | | |
| | - extrapolation pareme mounisante | | | | | | | | | | | 1 | | | |

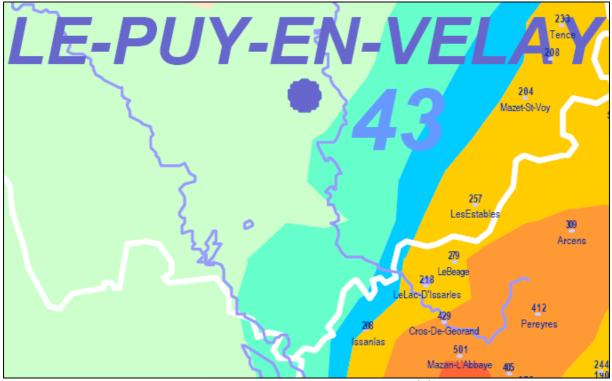
2.1 Bassin de la Loire à l'amont de Goudet

a) Chronologie et description détaillée de l'événement

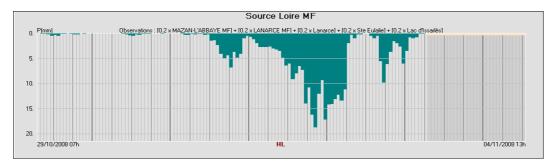
Les pluies sur le bassin de la Loire à l'amont de Goudet sont les plus fortes observées durant cette crue. La lame d'eau cumulée en 3 jours est supérieure à 300 mm à l'amont de la station de Pont de la Borie et dépasse 400 mm à Lanarce (390 mm à Ste Eulalie).



Elles se rapprochent des cumuls observés lors de la crue du 10 et 11 novembre 1996.



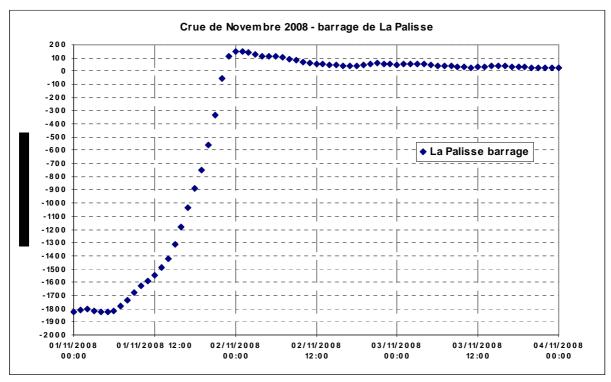
carte des pluies du 10 et 11 novembre 1996 (source Météofrance)



lame d'eau moyenne sur la Loire à l'amont du Pont de la Borie (données Diren Centre et Météofrance)

Les ouvrages de Montpezat (barrage de La Palisse et de Moulin du Peyron) présentaient un creux très important avant le début des pluies.

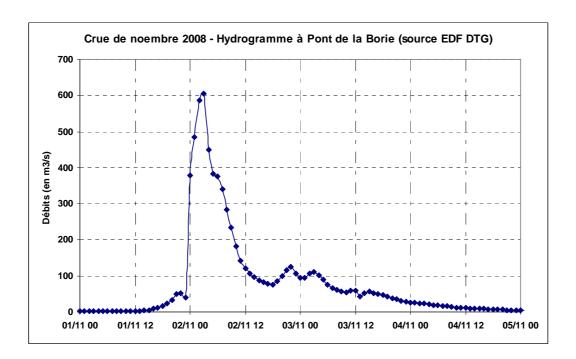
Ils ont absorbé la crue de la Loire amont et du Gage jusqu'au 1^{er} novembre vers minuit puis ont déversé.



évolution du remplissage du barrage de La Palisse (source Diren Centre)

Nous ne disposons pas du graphique au barrage du Gage, le capteur Cristal étant en panne en début de l'évènement. Le capteur EDF a bien enregistré l'évolution du remplissage. La barrage du Gage a ainsi déversé à partir du 2/11 à 2 h TU soit 3 heures après celui de La Palisse.

A l'aval immédiat de ces ouvrages, la crue a été enregistrée à la station de Pont de la Borie. La prise de pression de la station Cristal ayant été arrachée, la cote observée par le réseau Cristal a été nettement sous-estimée (un nivellement de laisses de crues réalisé le 20 novembre conduit à une cote maximum de l'ordre de 4.50 m (contre 3.19 m enregistré) soit 600 m3/s environ). La station EDF (qui dispose de son propre capteur) a bien fonctionné et nous disposons de l'hydrogramme complet. Le débit maxi a ainsi atteint 605 m3/s le 2/11 à 3 heures. Ce débit est comparable avec celui de la crue de novembre 1996 (600 m3/s).



Le déversement des ouvrages de Lapalisse et du Gage le 2/11 vers 0 heures a provoqué une montée rapide de la Loire à Goudet le 2/11 à 1 heure (HL). Le maxi a été observé à 4 heures (HL) à 5.20 m environ.

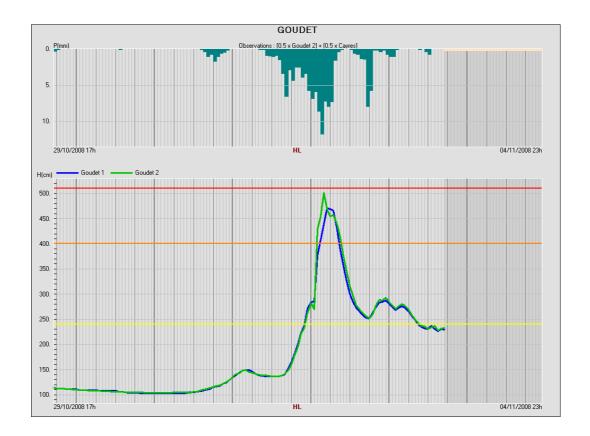
Le débit maximal de la crue n'a pas été calculé en temps réel, la crue dépassant la limite supérieure de la courbe de tarage. Il est estimé de l'ordre de 1000 m3/s.

On peut estimer l'apport intermédiaire entre Pont de la Borie et Goudet en observant la montée de l'hydrogramme à Goudet jusqu'au 1^{er} à minuit, avant le déversement des ouvrages amont. Le débit à Goudet à minuit est de 230 m3/s. Il correspond aux apports de la Veyradeyre (mesuré à Pont de la Borie, environ 40 m3/s) et de divers affluents non jaugés (la Langougnole, la Méjanne, l'Orcival, le ruisseau de l'Holme).

A titre d'information, à Goudet, le ruisseau de l'Holme a charrié un volume de matériaux impressionnant comme le montre la photographie ci dessous.



CONFLUENT DE LA LOIRE ET DU RUISSEAU DE L'HOLME – 20-11-2008 (SOURCE DIREN CENTRE)



ENREGISTREMENT DES HAUTEURS A LA STATION DE GOUDET (SOURCE DIREN CENTRE)

b) Impacts, durées de retour

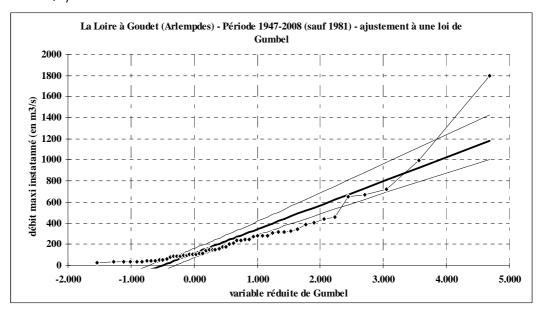
L'impact des crues à l'amont de Goudet est limité du fait de l'absence de construction dans les gorges de la Loire. A Goudet, il y a eu quelques maisons inondées au confluent de la Loire et du Ruisseau de l'Holme.

La fréquence de cette crue peut être estimée à la station de Goudet à partir des données de la station depuis 1982 et de celles de la station d'Arlempdes qui l'a précédée (1947 à 1980 – station emportée par la crue de 1980).

L'ajustement par une loi de Gumbel sur la période 1947 à 2008 soit 54 années conduit à une période de retour théorique de 50 ans (intervalle de confiance à 80%: 858 m3/s – 1212 m3/s). Ce chiffre doit être considéré comme un ordre de grandeur réaliste, associé à une fourchette d'incertitude et dépendant du choix de la méthode d'analyse statistique.

On constate en effet sur le graphique ci dessous que l'ajustement par la méthode de Gumbel ne représente pas parfaitement la distribution des crues observées pour les fréquences rares. Cette remarque est générale et s'applique pour de nombreuses stations sur le bassin de la Loire.

Par rapport à l'historique des crues, il s'agit de la 2eme plus forte crue depuis 1947, à égalité avec celle de novembre 1996 (le maxi de la crue de novembre 1996 a été estimé, la prise de pression de la station ayant été arrachée) et après celle de septembre 1980 (cote maxi de ordre de 8 mètres – débit estimé 1800 m3/s).



loi de fréquence des crues à la station de Goudet (source Diren centre)

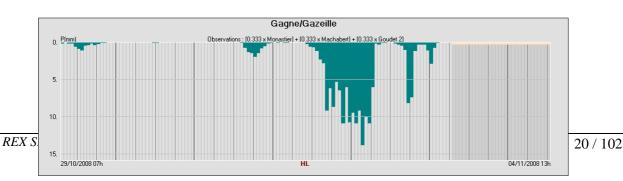
| | Variable réduite | Période de retour | Débit maximal | Intervalle de co | onfiance à 80 % |
|-----------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-----------------|
| Fréquence | de Gumbel | (années) | (m3/s) | Borne inf. | Borne sup. |
| 0.5 | 0.367 | 2 ans | 200 | 155 | 252 |
| 0.8 | 1.500 | 5 ans | 458 | 389 | 551 |
| 0.9 | 2.250 | 10 ans | 628 | 537 | 756 |
| 0.95 | 2.970 | 20 ans | 792 | 677 | 955 |
| 0.98 | 3.902 | 50 ans | 1004 | 858 | 1212 |

2.2 Bassin de la Loire entre Goudet et Chadrac.

a) Chronologie et description détaillée de l'événement

Sur ce bassin, la Loire reçoit principalement, en rive droite, la Gazeille, la Laussone et la Gagne et, en rive gauche, la Borne.

Les affluents de la rive droite ont en général un comportement assez similaire, ces affluents drainant tout le versant ouest du massif du Mezenc. La Borne qui descend des monts du Livradois et son affluent le Dolaison, petit cours d'eau qui traverse la ville du Puy en Velay, ont un comportement très différent.



En ce qui concerne la pluviométrie, il est à regretter la panne du poste Météofrance des Estables, le seul situé sur le bassin amont de la Gazeille. A défaut, la lame d'eau a été représentée à partir des postes d'Issarlès et de Monastier sur Gazeille.

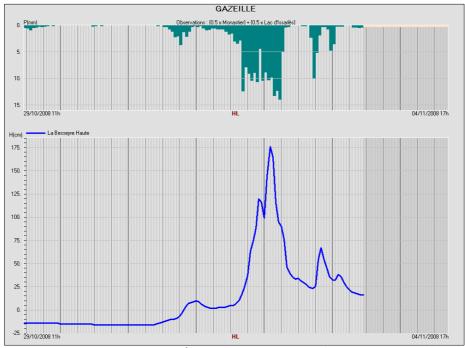
La période de retour des pluies a été calculée aux postes Météofrance de Monastier sur Gazeille et d'Alleyrac en prenant les ajustements des pluies sur 1 et 2 jours. Cette période de retour est de 100 ans pour la pluie sur 1 jour et de 50 ans pour celle sur 2 jours. La pluviométrie sur la partie aval du bassin semble ainsi avoir été particulièrement forte.

| | STATIONS PLUVIOME | TRIQUES | | noven | nbre-08 | |
|----------|------------------------|--------------------|------|-------|---------|-------|
| 43004001 | ALLEYRAC | BOURG | 10.0 | 153.6 | 21.8 | 185.4 |
| 43091002 | ESTABLES | FERME DE VEYSSIER | | | | |
| 43135001 | MONASTIER-SUR-GAZEILLE | LA FRIDEYRE-MEYMAC | 8.0 | 150.0 | 25.0 | 183.0 |
| K0119910 | MONASTIER-SUR-GAZEILLE | | 7.4 | 157.8 | 23.0 | 188.2 |
| | | MOYENNE BASSIN | 8.5 | 153.8 | 23.3 | 185.5 |

Nous disposons de l'hydrogramme de la Gazeille à la station de la Beyssere.



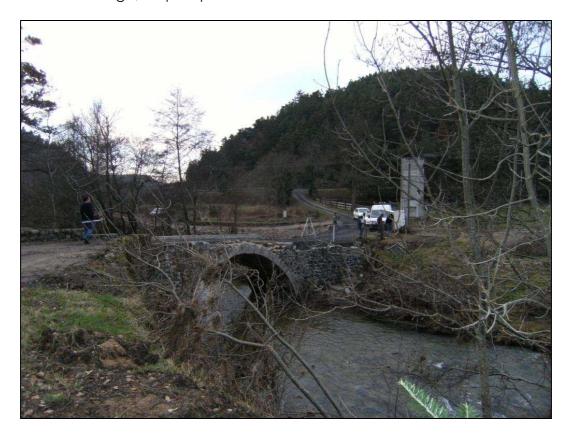
la Gazeille à la station de La Beyssere (photo source DIREN Centre)



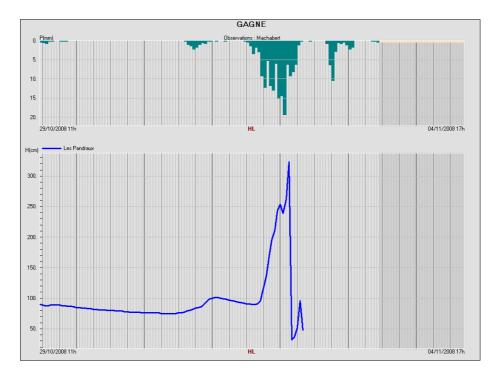
enregistrement des hauteurs à la station de La Beyssere (source Diren Centre)

Le maximum a eu lieu le 2/11 à 1h10 TU pour une cote de 1.83 m. Il a été constaté un enfoncement du lit au niveau de la station de 20 cm environ.

L'hydrogramme de la Gagne aux Pandraux est incomplet car la station a été submergée et sérieusement endommagée. Une visite de terrain a montré que le pont a été submergé, les parapets arrachés et le talus d'accès érodé.



Un nivellement des laisses de crue conduit à une cote maxi de 5.10 m côté amont et 4.20 m côté aval.



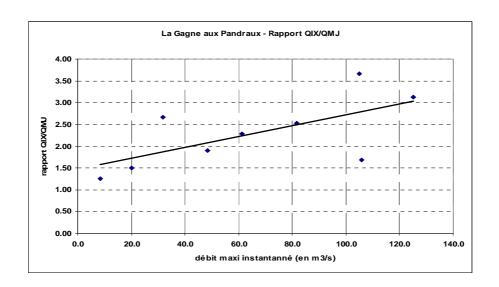
enregistrement des hauteurs à la station des Pandraux (source Diren Centre)

Pour estimer l'apport de la Gagne, une estimation a été faite par la méthode du Gradex à partir des postes pluviométriques de St Julien Chapteuil (Météofrance) et de Machabert (Cristal).

La pluie prise en considération est la pluie journalière du 1 novembre (cumul du 1/11 à 6 heure TU au 2/11 à 6 heure TU). Cette pluie est de 147.6 mm à Machabert et de 145.6 mm à St Julien.

Le gradex des pluies de 1 jour calculé sur la période 1956-2007 à la station de St Julien Chapteuil est de 19.7 mm avec X0 = 46.8 mm (ce qui attribue à l'évènement une fréquence supérieure à 100 ans).

L'ajustement des débits de la Gagne aux Pandraux sur la période 1996-2008 conduit à une estimation du débit moyen journalier de fréquence décennale de 44.9 m3/s correspondant à une lame d'eau ruisselée de 36.2 mm. Enfin, le rapport entre le débit de pointe et le débit moyen journalier varie entre 1.50 et 3.00 (valeur moyenne 2.25).

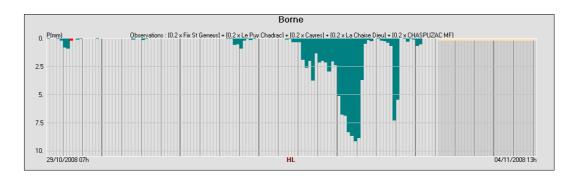


En prenant une fréquence décennale pour pivot entre les ajustements de Gumbel et du Gradex (hypothèse de saturation des sols), on aboutit à une estimation du débit moyen journalier de 112 m3/s et une estimation du débit maxi instantané de 250 m3/s (comprise entre 170 et 330 m3/s selon le rapport QMJ/QIX retenu).

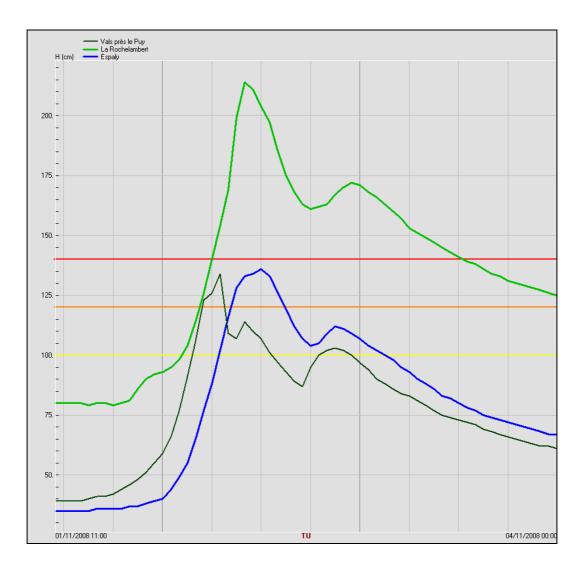
Le bassin versant de la Gagne aux Pandraux étant de 107 km2, le débit spécifique serait ainsi de 2.33 m3/s/km2. Cette valeur est ainsi très proche de celles calculées pour la Loire à Goudet (2.30 m3/s/km2) et de la Gazeille à la Beyssere (2.20 m3/s/km2)

| | Ajı | ustement Q | MJ | Rapport | QIX/QMJ | | | Ajus | stement Plu | uies | | Nbre a | ınnées | 47 |
|---------------------------|-------------------|--|----------------------------|---|--|--|-------------------------------------|----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|----------------|-------------------|
| | Xo | 16.48 | m3/s | | | | | Xo= | 46.8 | mm | 1 | Intervalle | e conf % | 80 |
| | gradex: | 12.61 | m3/s | 2.2 | 25 | | | gradex : | 19.7 | mm | | UG | aus | 1.282 |
| | | | Pério | de de retou | r pour l'hyp | othése de sa | aturation du l | oassin | | | | | | |
| Période | de retour | U | BV (km2) | QI | MJ , | P ruis | sselée | P préc | ipitée | 2 | X0 | | | |
| 10 | ans | 2.25 | 107 | 44.9 | m3/s | 36.2 | mm | 91.1 | · mm | -8.1 | mm | | | |
| 10 | alio | 2.23 | 107 | 44.9 | 1113/3 | | | 31.1 | | -0.1 | | | | |
| 10 | ans | 2.23 | 107 | 44.3 | 1110/3 | 00.2 | | J J1.1 | 10000 | -0.1 | | | | |
| | | | | P précipitée | | QMJ | QIX |]] | Débit | | 1 | Fráguence | Période | de retou |
| | e de retour | Fréquence | | | | | | 31.1 | Débit | | U.Gumbel | Fréquence | Période | de retou |
| | | | | P précipitée | P ruisselée | QMJ | QIX | 91.1 | Débit en 1 | maxi | 1 | Fréquence 0.90 | Période | de retou |
| Période | e de retour | Fréquence | U.Gumbel | P précipitée en mm | P ruisselée en mm | QMJ en m3/s | QIX en m3/s | 31.1 | Débit en 1 | maxi m3/s | U.Gumbel | - | | |
| Période | e de retour | Fréquence 0.90 | U.Gumbel | P précipitée en mm 91.1 | P ruisselée en mm 36.2 | QMJ en m3/s 44.9 | QIX en m3/s 101 | 31.1 | Débit en 1 10 | maxi m3/s | U.Gumbel | 0.90 | 10 | ans |
| Période 10 20 | ans ans | Fréquence 0.90 0.95 | U.Gumbel 2.250 2.970 | P précipitée en mm 91.1 105.3 | Pruisselée en mm 36.2 50.4 | QMJ en m3/s 44.9 62.4 | QIX en m3/s 101 140 | 31.1 | Débit en 1 10 12 | maxi n3/s 00 | U.Gumbel 2.233 3.145 | 0.90 0.96 | 10 | ans ans |
| Période 10 20 50 | ans ans ans | Fréquence 0.90 0.95 0.98 | U.Gumbel 2.250 2.970 3.902 | P précipitée en mm 91.1 105.3 123.6 | P ruisselée en mm 36.2 50.4 68.7 | QMJ en m3/s 44.9 62.4 85.1 | QIX en m3/s 101 140 192 | 31.1 | Débit en 1 10 12 | maxi n3/s 00 50 | U.Gumbel 2.233 3.145 4.056 | 0.90 0.96 0.98 | 10 24 58 | ans ans ans |

La Borne a subi une crue significative. Le maxi est passé à Espaly le 2/11 vers 12 h TU soit 7 heures après le passage de la pointe de crue de la Loire à Chadrac. La cote maxi est de 1.36 m. Un jaugeage a été réalisé près du maximum, pour la cote 1.33 m (109 m3/s). Ce jaugeage remet en question la courbe de tarage antérieure.

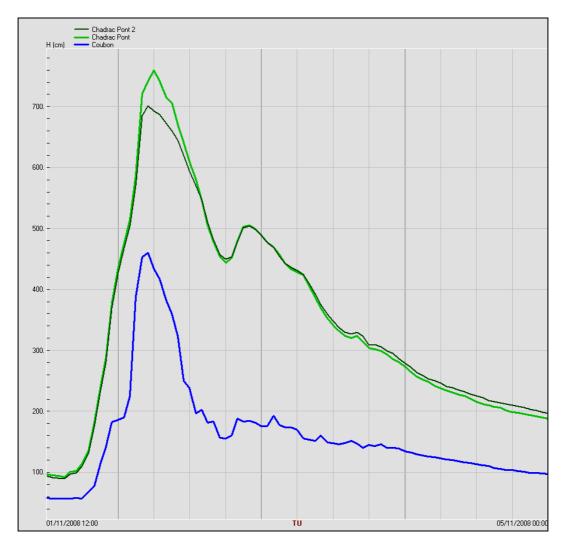


Le Dolaison a connu lui aussi une crue significative. Le maximum, 1.35 m soit 38 m3/s, est passé à la station de Vals, à l'amont du Puy, le 2/11 à 5h50 TU.



Sur la Loire, le maximum, 4.65 m, est passé à Coubon le 2/11 à 4h30 TU soit 1h30 après Goudet.

A Chadrac, le maximum, 7.64 m a été enregistré le 2/11 à 5h20 TU à la station de Chadrac 2 (légère dérive de l'autre capteur). Un jaugeage a été réalisé le matin, vers 9 heure TU, pour la cote 7.10 m (1030 m3/s).



enregistrement des hauteurs à la station de Chadrac (source Diren Centre)

b) Impacts, durées de retour

L'impact de la crue a été important, principalement dans la traversée de l'agglomération du Puy :

- inondations de plusieurs secteurs : plaine Audinet, zone de confluence de la Borne ...
- inondation de la station d'épuration
- inondation d'une entreprise de transport
- dégâts sur les seuils mobiles construits en 1996 (notamment le seuil le plus à l'amont)

Des évacuations ont eu lieu durant la nuit de samedi à dimanche pour les 5 communes concernées par le Plan de Secours Spécialisé Inondation (PSSIL). A Coubon, un mur anti-crue a été mis en place.

Le Dolaison n'a pas débordé dans sa traversée du Puy.



seuil Audinet – érosion en rive gauche (photo Diren Centre)

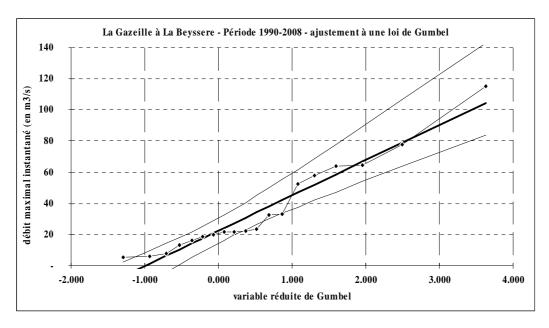
En ce qui concerne la fréquence de cette crue, nous pouvons apporter les éléments suivants :

La Gazeille à La Beyssere

L'ajustement d'une loi de Gumbel sur la période disponible (1990-2008 soit 19 années) conduit à une période de retour théorique de 20 ans.

Elle est en second rang sur cette période, juste après la crue de novembre 1996 (1.86 m pour 115 m3/s).

L'analyse des périodes de retour des pluies à Alleyrac et Le Monastier sur Gazeille conduirait à une fréquence plus rare, de l'ordre de 50 ans, mais nous ne disposons pas de l'information à la station des Estables qui est le seul poste situé à l'amont de La Beyssere.



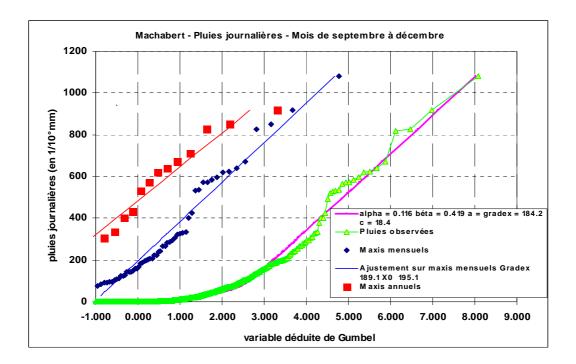
loi de fréquence des crues à la station de La Beyssere (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 31 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 42 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 56 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 73 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 90 |

La Gagne aux Pandraux

La période de retour de cette crue est difficile à déterminer car d'une part la station a été partiellement détruite et d'autre part, la station n'existait que depuis 1996. Le pont ayant été gravement endommagé, on peut toutefois affirmer qu'il s'agit bien d'une crue exceptionnelle de la Gagne.

L'ajustement sur les pluies de 1 et 2 jours à Machabert et à St Julien Chapteuil conduit à une période de retour de 100 ans.

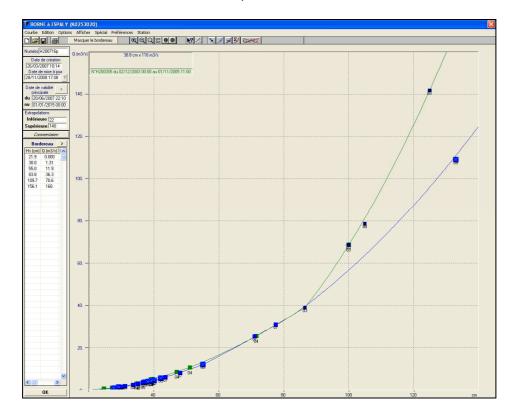


La Loire à Coubon

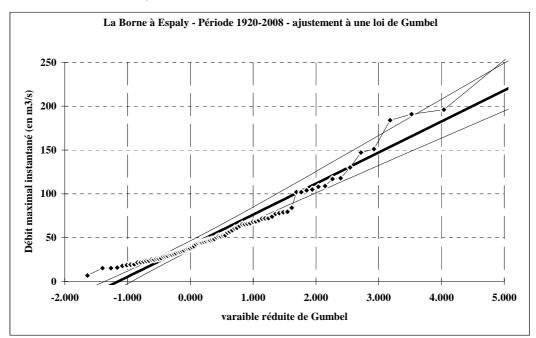
Il n'est pas possible d'attribuer une fréquence à cette crue car d'une part son débit maximal reste très incertain, largement au dessus de la courbe de tarage et d'autre part, la station n'a été mise en service qu'en 1997.

La Borne à Espaly

Les analyses sont rendues difficiles par le détarage important constaté par jaugeage durant la crue d'une part et par la panne de la station durant la dernière crue importante, en décembre 2003 d'autre part.



Un ajustement d'une loi de Gumbel à partir des données de la station d'Espaly (période 1984-2008) et de Chadrac Borne (période 1920-1983) conduit à une période de retour théorique de 13 ans.



| | Période de retour | Variable réduite de | Débit maximal | Intervalle de confiance à 80 | |
|-----------|-------------------|------------------------|---------------|------------------------------|------------|
| Fréquence | (années) | Gumbel | (m3/s) | Borne inf. | Borne sup. |
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 54 | 48.3 | 60.1 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 72 | 65.3 | 80.1 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 94 | 85.3 | 105.1 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 121 | 109.0 | 135.8 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 146 | 131.5 | 165.4 |

loi de fréquence des crues à la station d'Espaly (source Diren centre)

L'analyse des pluies sur le bassin de la Borne est très contrastée, de 5 ans au Bouchet St Nicolas à 50 ans à Chadrac. La moyenne des pluies sur 2 jours est de 100.9 mm (moyenne arithmétique des postes disponibles).

| Station | Cumul (en mm) pour la période de retour | | | | | | |
|--------------------|---|--------|--------|--------|--------|---------|--|
| 0.0 | 5 ans | 10 ans | 20 ans | 30 ans | 50 ans | 100 ans | |
| Allègre | 73.9 | 85.5 | 97.1 | 103.9 | 112.5 | 124.6 | |
| Bouchet St Nicolas | 84.0 | 95.8 | 106.5 | 112.4 | 119.5 | 128.7 | |
| Cayres | 85.6 | 96.1 | 105.6 | 110.8 | 117.0 | 124.9 | |
| Fix St Geneys | 77.0 | 88.3 | 99.1 | 105.3 | 113.1 | 123.5 | |
| Felines SAPC | 76.1 | 91.0 | 107.7 | 118.5 | 133.5 | 156.5 | |
| Le Puy Loudes | 72.6 | 83.7 | 93.7 | 99.3 | 106.1 | 114.8 | |
| Le Puy Chadrac | 74.1 | 85.7 | 97.0 | 103.6 | 111.9 | 123.2 | |
| St Paulien | 72.8 | 85.3 | 98.2 | 106.0 | 116.1 | 130.4 | |
| Moyenne | 77.0 | 88.9 | 100.6 | 107.5 | 116.2 | 128.3 | |

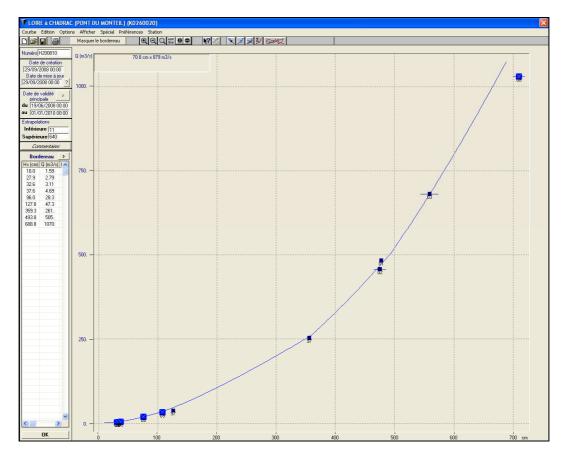
Plus à l'amont, à la station de La Rochelambert (station crée en 2003), le maxi observé, 2.15 m soit 74 m3/s, est quasi identique à celui observé en décembre 2003 (2.13 m – 72 m3/s).

Le Dolaison à Vals

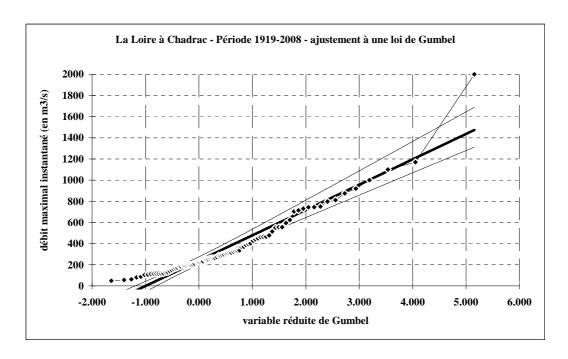
La station de Vals n'existe que depuis 2001. Avec un maximum à 1.35 m (environ 38 m3/s), la crue a dépassé celle de décembre 2003 (1.17 m – 26 m3/s), la plus forte enregistrée précédemment. Ceci étant, le Dolaison n'a pas débordé dans la traversée du Puy alors que les archives mentionnent des débordements importants en 1846, 1852, 1866, 1880, 1907, 1914 et 1977.

La Loire à Chadrac

Le débit maximum est estimé à 1200 m3/s (cote maxi 7.64 m) compte tenu du résultat du jaugeage réalisé un peu après le passage du maximum. Ce jaugeage a été réalisé dans des conditions difficiles. L'incertitude sur le résultat de ce jaugeage est au moins égale à 10 % soit 100 m3/s.



Un ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1919 – 2008 soit 87 années (manquent les années 1943, 1956 et 1998) conduit à une période de retour théorique de 56 ans (intervalle de confiance à 80% 1070 m3/s – 1368 m3/s). Cette crue se situe en second rang sur la période 1919-2008, après celle de septembre 1980 (débit estimé 2000 m3/s) et avant celle de novembre 1996 (débit estimé 1100 m3/s).



loi de fréquence des crues à la station de Chadrac (source Diren Centre)

| | | Période de retour | | Intervalle de confiance à 80% | | |
|-----------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|------------|--|
| Fréquence | variable réduite de Gumbel | (en années) | Débit maxi en m3/s | Borne inf. | Borne sup. | |
| 0.5 | 0.367 | 2 ans | 326 | 289 | 368 | |
| 0.8 | 1.500 | 5 ans | 598 | 539 | 672 | |
| 0.9 | 2.250 | 10 ans | 777 | 699 | 879 | |
| 0.95 | 2.970 | 20 ans | 950 | 852 | 1079 | |
| 0.98 | 3.902 | 50 ans | 1173 | 1048 | 1338 | |

2.3 Bassin de la Loire entre Chadrac et Bas en Basset

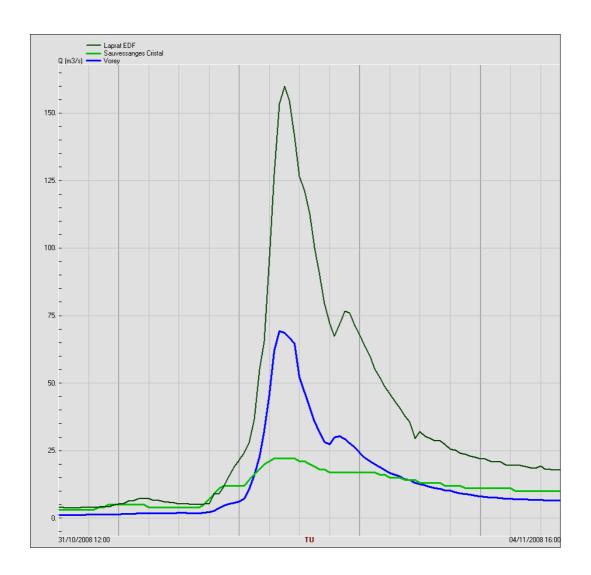
a - Chronologie et description détaillée de l'événement

Entre Chadrac et Bas-en-Basset, la Loire reçoit de nombreux affluents dont les principaux sont l'Arzon et l'Ance du Nord en rive gauche et la Sumène, le Ramel et le Lignon du Velay en rive droite.

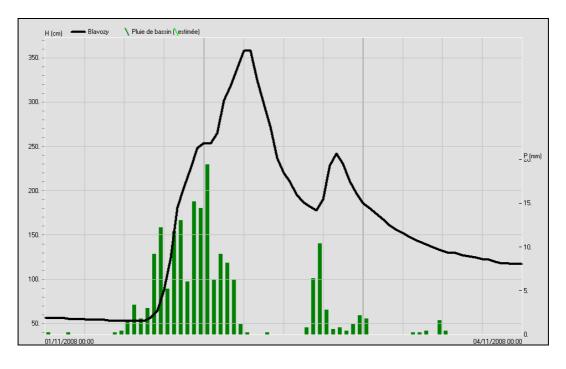
Sur l'Arzon, nous disposons de l'hydrogramme à la station de Vorey (BV 156 Km2 – code Hydro K0333010). Le maxi est passé le 2/11 à 9h TU à la cote 2.58 m. Un jaugeage réalisé pour la cote 2.40 m a donné un débit de 63.4 m3/s, nettement supérieur au barème actuel (barème extrapolé au dessus de 8 m3/s).

Sur l'Ance du Nord, le maximum 2.19 m soit 45 m3/s, est passé à Sauvessange (BV 189 km2 code Hydro K0513010) le 2/11 à 7h20 TU.

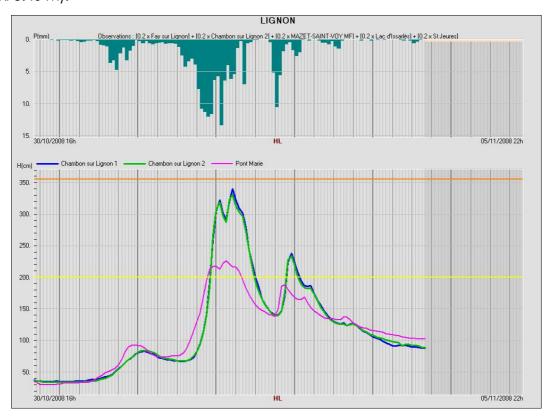
Il est passé à la station EDF de Laprat (BV 354 km2 code Hydro K0523010) le 2 novembre à 9 heures TU avec un débit maxi de 160 m3/s.



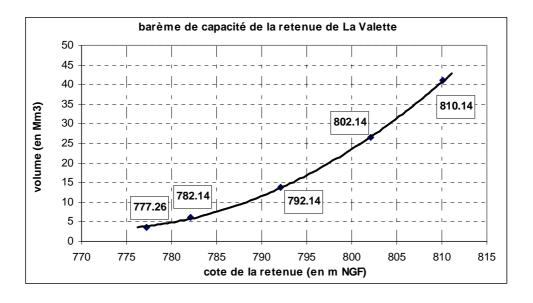
En rive droite, de nombreux affluents ont subi des crues significatives. Ainsi, sur la Sumène à Blavozy, on a enregistré une cote maxi de 3.62 m le 2/11 à 6h30 TU alors que le maximum enregistré sur la période 1999 à 2008 était de 2.62 m.



Sur l'amont du Lignon, le maximum, 2.27 m, est passé à la station de Pont Marie (BV 41 km2 – code hydro K0403030) le 2/11 à 1h50 TU. Il est arrivé à la station de Chambon sur Lignon (BV 139 km2 – code hydro K040301) le 2/11 à 3h50 TU (cote maxi 3.40 m).



Plus à l'aval, le barrage de Lavalette présentait avant le début de la crue un creux de 5 mètres correspondant à une capacité d'environ 9 millions de mètre-cube.

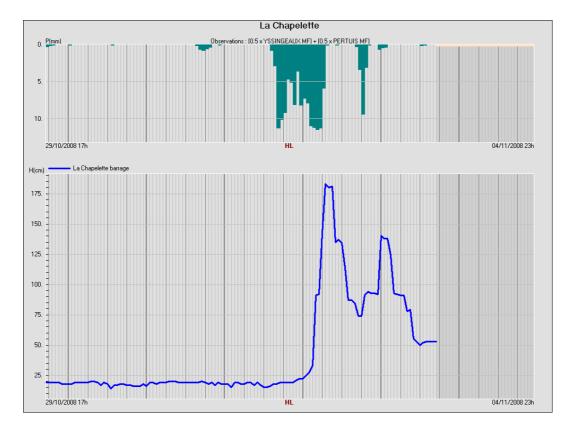


Le barragiste a commencé à ouvrir des vannes le 2/11 vers 2 heures et on constate une augmentation rapide de la cote au barrage de La Chapelette, ouvrage de compensation situé à l'aval immédiat à partir de 3 heures.

L'ouverture maximale des vannes a eu lieu entre 7 et 8 heures du matin. Le débit évacué est alors de 300 m3/s. Il est ramené à 200 m3/s à partir de 8 heures.

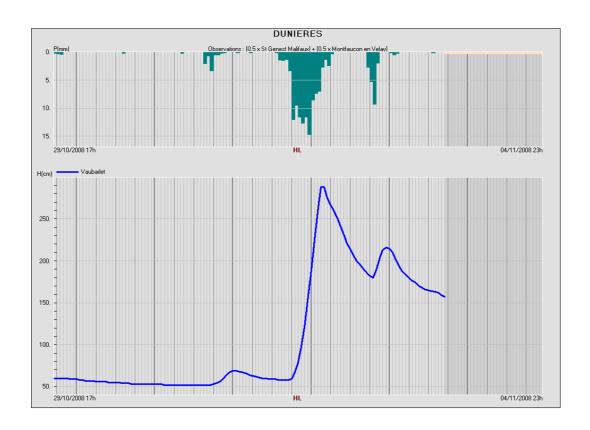
Le maximum a été observé au barrage de La Chapelette le 2/11 à 6 heures TU pour une cote de 1.83 m. Une loi de déversoir approximative donne un débit correspondant de 350 m3/s environ. Un pic secondaire a été observé le 2/11 vers minuit suite à la remontée des débits en amont, remontée bien visible sur l'hydrogramme à Chambon sur Lignon.

Le débit maximal entrant au barrage a été estimé à 550 m3/s le 2/11 vers 2 heures du matin par le barragiste. Il correspondrait ainsi à 2.50 fois le débit de pointe constaté à Chambon sur Lignon ce qui est égal au rapport des surfaces de bassin versant.

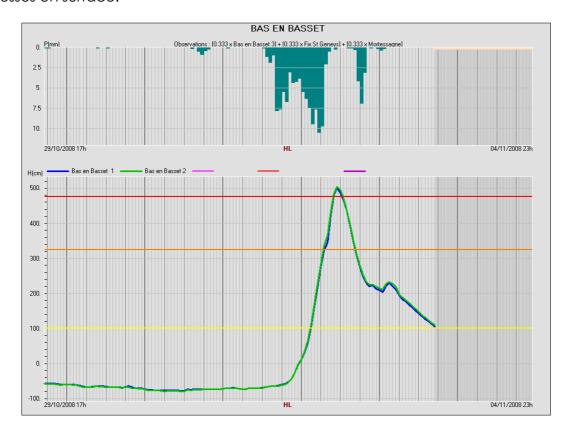


Au final, le barrage de Lavalette a réduit la pointe de crue du Lignon d'environ 250 m3/s et a stocké, en deux jours, un volume de 9 Mm3.

Sur la Dunières, le maximum, 2.91 m, a été observé à la station de Vaubarlet (BV 228 km2 Code Hydro K0454010) le 2/11 à 2h30 TU.



A Bas en Basset, le maximum a été enregistré le 2/11 à 10h45 TU pour une cote de 5.04 m soit 2720 m3/s au barème en vigueur. Une tentative de jaugeage s'est traduite par la perte du saumon et il n'a été possible que de prendre des mesures de vitesses en surface.



b - impacts, durées de retour

Nous n'avons à ce jour que des éléments d'information partiels sur les dommages de la crue :

- à Retournac, il y aurait eu des débordements importants
- à Bas en Basset, le camping situé en face de la station a été partiellement inondé et de nombreuses caravanes ont été emportées.

En ce qui concerne les périodes de retour de cette crue, nous disposons des données suivantes :

L'Arzon à Vorey

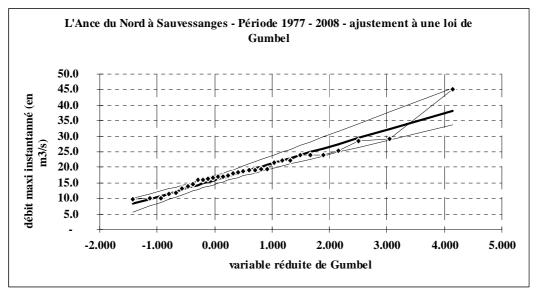
La station de Vorey est trop récente pour pouvoir calculer une période de retour, d'autant plus que la courbe de tarage était incertaine (maxi jaugé antérieur 7.9 m3/s). Il s'agit de la plus forte crue depuis la création de la station en 1998.

Sur la bassin de l'Arzon, on a enregistré une pluie de 90 mm pour la journée du 1 novembre au poste Météofrance de Chomelix ce qui correspond à une pluie de fréquence 30 ans (ajustement sur la période 1936-2007).

L'Ance du Nord à Sauvessange

Avec un débit maximal de 45 m3/s, l'ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1977-2008 soit 32 années conduit à une période de retour très élevée, nettement supérieure à 20 ans. Cependant, le barème de tarage a fortement évolué et les débits sont donc incertains.

La cote maxi observé soit 2.13 m, aurait été dépassée en novembre 1992 (2.40 m) et décembre 1979 (2.83 m).



loi de fréquence des crues à la station de Sauvessange (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 18 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 21 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 24 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 28 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 32 |

L'Ance du Nord à Laprat

Le débit maximal enregistré à la station EDF de Laprat est de 160 m3/s. Il s'agirait de la seconde plus forte valeur observée depuis la création de la station en 1922. Sur la période 1948-2007, il s'agit de la plus forte valeur, nettement au dessus du record précédent (124 m3/s en décembre 2003).

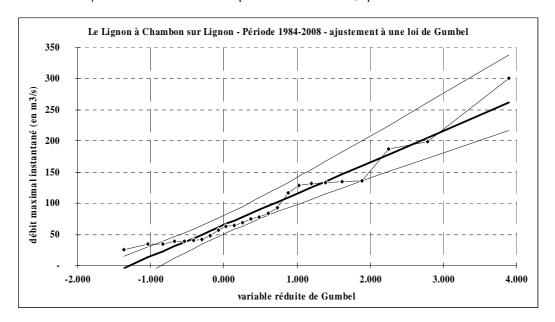
L'ajustement statistique de Gumbel sur la période 1947-2008 conduit à une période de retour nettement supérieure à 50 ans (estimation de la crue T = 50 ans entre 76 et 100 m3/s – données source banque Hydro).

L'analyse des plus observées sur les différents postes situés sur le bassin confirme le caractère exceptionnel de la crue de l'Ance du Nord.

| Station | | no | vembre-08 | | Période | de retour |
|------------------------|--------|-------|-----------|---------------|--------------|-------------|
| NOM | 31-oct | 1-nov | 2-nov | Cumul 3 jours | 1 jour | 2 jours |
| BAS-EN-BASSET | 3.2 | 110.9 | 13.9 | 128.0 | 50 à 100 ans | 50 ans |
| SAINT-PAL-EN-CHALENCON | 6.0 | 97.0 | 16.3 | 119.3 | 50 à 100 ans | 50 ans |
| TIRANGES | 4.9 | 106.0 | 10.3 | 121.2 | 100 ans | 50 ans |
| SAINT-ANTHEME | 8.0 | 82.2 | 9.2 | 99.4 | 20 à 30 ans | 10 à 20 ans |
| BAS EN BASSET 3 | 2.8 | 101.4 | 12.4 | 116.6 | | |
| MOYENNE BASSIN | 5.0 | 99.5 | 12.4 | 116.9 | | |

Le Lignon à Chambon sur Lignon

Avec un débit maximal de 215 m3/s, l'ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1984-2008 soit 25 années conduit à une période de retour de 20 ans (intervalle de confiance à 80% 180 m3/s – 274 m3/s). Il s'agit de la plus forte crue observée depuis novembre 1996 (4.15 m – 300 m3/s).

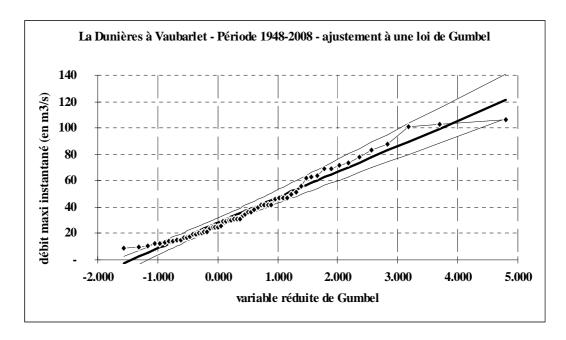


loi de fréquence des crues à la station de Chambon sur Lignon (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 83 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 110 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 140 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 180 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 215 |

La Dunières à Vaubarlet

Avec un débit maximal initialement estimé à 125 m3/s, l'ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1948-2008 soit 61 années conduit à une période de retour théorique de 120 ans (intervalle de confiance à 80% 110 m3/s – 146 m3/s). Il s'agit de la plus forte crue observée depuis la création de la station.



loi de fréquence des crues à la station de Vaubarlet (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 36 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 47 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 59 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 74 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 88 |

Toutefois, l'analyse des débits spécifiques et de la courbe de tarage a conduit à modifier fortement l'estimation de ce débit de pointe. Une nouvelle courbe de tarage, tenant compte du profil en travers de la vallée au droit de la station donne un débit de pointe de 193 m3/s.

Les estimations de loi de fréquence réalisées à partir des données de la banque Hydro devront donc être reprises après correction des débits publiés.

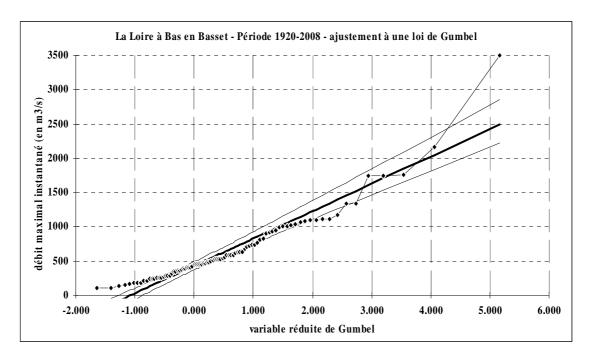
La Loire à Bas en Basset

Avec un débit maximal estimé à 2720 m3/s, l'ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1920-2008 soit 88 années conduit à une période de retour théorique supérieure à 100 ans (intervalle de confiance à 80% 2420 m3/s – 3110 m3/s).

Cette valeur ne doit être considérée qu'avec précautions compte tenu des incertitudes sur la validité des débits observés d'une part et de la validité de la méthode de Gumbel pour les fréquences rares d'autre part.

Il s'agit de la plus forte crue observée depuis celle de septembre 1980 (6.06 m – environ 3500 m3/s) et la seconde sur la période 1920 à 2008.

Par rapport aux crues historiques, cette crue n'aurait été dépassée que par celles de septembre 1866 (cote maxi 6.25 m), octobre 1872 (cote maxi 5.10 m) et d'octobre 1907 (cote maxi 6.80 m).



loi de fréquence des crues à la station de Bas en Basset (source Diren centre)

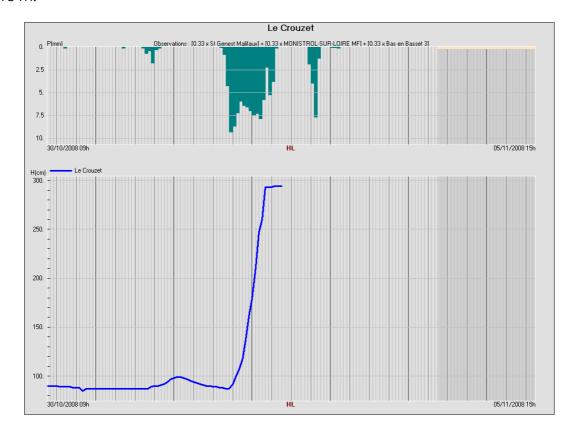
| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 580 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 780 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 1030 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 1330 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 1610 |
| 0.98 | 50 ans | 3.901 | 1990 |

2.4 Bassin de la Loire entre Bas en Basset et Feurs

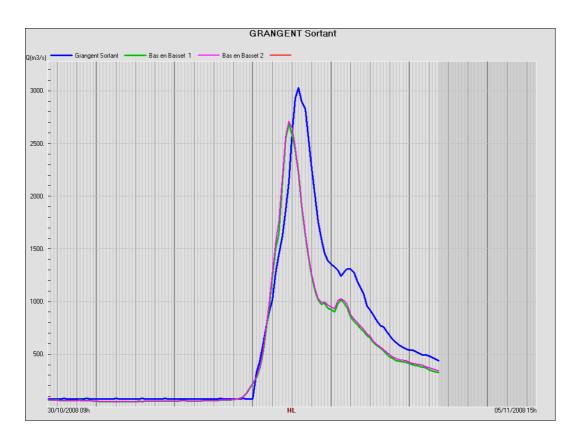
a - Chronologie et description détaillée de l'événement

Entre Bas-en-Basset et Feurs, la Loire traverse la retenue du barrage de Grangent et reçoit de nombreux affluents dont les principaux sont le Bonson et la Mare en rive gauche et la Semène, le Furan et la Coise en rive droite.

La crue de la Semène a détruit la station du Crouzet le 2/11 à 3h TU. La cote était alors de 2.93 m. Un nivellement des laisses de crue a permis d'estimer la cote maxi à 3.18 m.

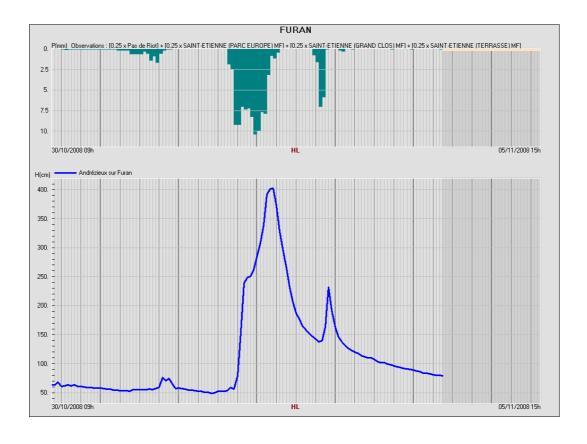


Le barrage EDF de Grangent était à sa cote normale d'exploitation en début d'évènement. Il n'a pas modifié l'hydrogramme de la crue. Le débit sortant maximal a été de 3100 m3/s le 2/11 à 13h30 TU.



Le Furan à la station d'Andrézieux (BV 178 km2 code hydro K0614010) a connu une crue exceptionnelle.

La cote maxi a dépassé 4 m le 2/11 à 3h30 TU (4.07 m enregistré à la station Cristal). Un nivellement des laisses de crue réalisé le 21/11 conduit à une cote maximum un peu supérieure, entre 4.15 et 4.20 m.

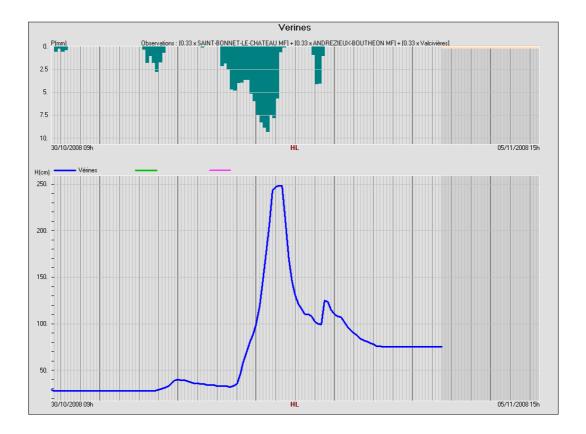


Il n'a pas été associé de valeur de débit maximal car la cote maxi dépasse très largement le domaine de validité de la courbe de tarage. Dans un rapport pour la procédure catastrophes naturelles, la Diren Rhône Alpes lui attribue un débit maxi de 298 m3/s. Cette estimation nous paraît exagérée.

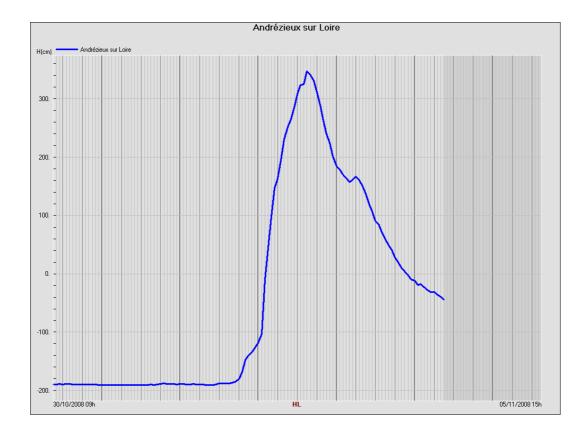
Le Bonson à la station du Bled (BV 104 km2 code Hydro K0624510) a connu une crue exceptionnelle qui a entièrement détruit la station. Cette station existait depuis 1971. La cote maxi aurait atteint, d'après le relevé de laisses de crue, la cote de 3.65 m environ, soit 1.40 m au dessus de la plus forte crue observée depuis l'ouverture de la station.



La Mare a connu une crue exceptionnelle. La cote maxi enregistrée à la station a atteint 2.49 m le 2/11 à 4h20 TU. Un nivellement des laisses de crue réalisé le 21/11 conduit à une cote maximum supérieure, entre 2.85 m et 3.06 m. Il a été constaté le 21/11 un colmatage du flotteur d'une part et un blocage du mécanisme de retournement d'autre part (ce qui pourrait expliquer l'écart entre la cote maxi enregistrée et les laisses de crue).



A Andrézieux sur Loire, le maxi a été observé le 2/11 à 14h10 TU pour une cote de 3.48 m. Il n'y a pas de courbe de tarage pour cette station.

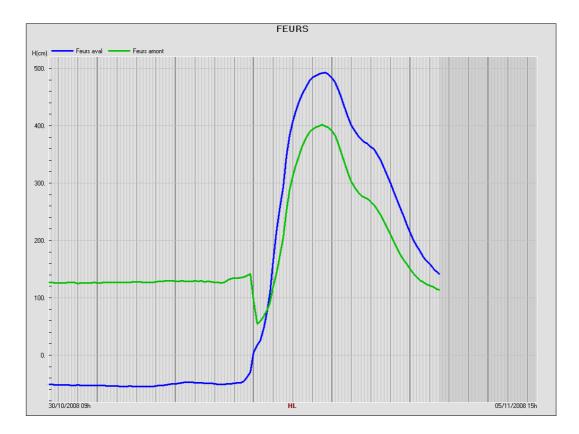


A Montrond (BV 4832 km2 code Hydro K0690010), le maxi a été observé le 2/11 à 16h20 TU avec une cote de 5.40 m.



A Feurs, le maximum a été enregistré le 2/11 à 20 heures TU. Il a atteint la cote de 4.02 m à la station de Feurs amont (BV 4978 km2 code Hydro K0700020) et 4.94 m à la station de Feurs aval (même BV code hydro K0700010) située 20m plus à l'aval et ainsi à l'aval du barrage de Feurs.

Un jaugeage a été réalisé au passage du maximum de la crue. Il a ainsi été mesuré un débit de 2780 m3/s pour une cote moyenne de 3.84 m à la station amont et 4.93 m à la station aval. Ce jaugeage confirme le barème en cours pour la station amont, le barème à la station aval étant sous-estimé.



La baisse brutale observée à Feurs amont le 01/11 correspond à l'effacement du barrage. Par ailleurs, le décalage entre les deux courbes est normal car il s'agit de deux échelles différentes, décalées d'environ 200 m et n'ayant pas le même zéro.

b- Impacts, durées de retour

Les informations disponibles sur les conséquences de la crue sont très partielles.

Outre la destruction des stations du Crouzet et du Bled, il y a eu des débordements de la Loire et du Furan à Andrézieux-Bouthéon.

En ce qui concerne les périodes de retour, nous disposons des éléments suivant :

La Semène au Crouzet

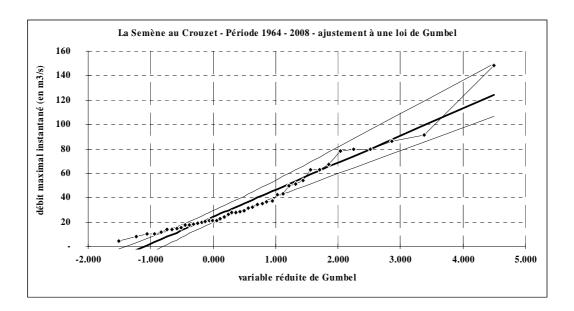
Avec une cote maxi estimée à 3.18 m, la crue de novembre 2008 se situe au 1^{er} rang sur l'ensemble de la période d'observation, de 1963 à 2008, bien au dessus des crues de septembre 1980 (cote maxi 2.61 m) et de décembre 2003 (cote maxi 2.56m).

A Monistrol sour Loire, la pluie observée à la station Météofrance atteint 101 mm pour la journée du 1/11 et 115 mm pour le 1 et 2 novembre. Sa période de retour théorique, calculée sur la période 1993-2007, serait de 100 ans pour la pluie du 1 novembre et de 10 ans seulement pour le cumul du 1 et 2 novembre.

En ce qui concerne les débits, la période de retour théorique, calculée par une loi de Gumbel ajustée sur 45 années (1964-2008) et en estimant son débit maximum de

l'ordre de 180 m3/s par extrapolation de la courbe de tarage, est supérieure à 100 ans.

Compte tenu des incertitudes, on retiendra que sa période de retour est supérieure à 50 ans.



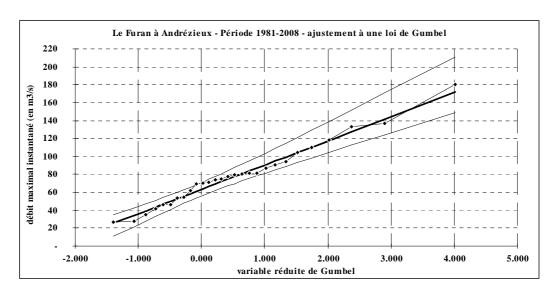
loi de fréquence des crues à la station du Crouzet (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 32 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 44 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 57 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 74 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 90 |

Le Furan à Andrézieux

La cote maxi observée, entre 4.10 et 4.20 m selon les sources, est la plus forte observée depuis la création de la station en 1968. Elle dépasse de 40 cm la crue de décembre 2003.

Sa période de retour théorique, calculée par une loi de Gumbel ajustée sur 28 années (1981-2008) et en estimant son débit maximum à au moins 200 m3/s par extrapolation de la courbe de tarage, est supérieure à 100 ans. Compte tenu des incertitudes, on retiendra que sa période de retour est supérieure à 50 ans.



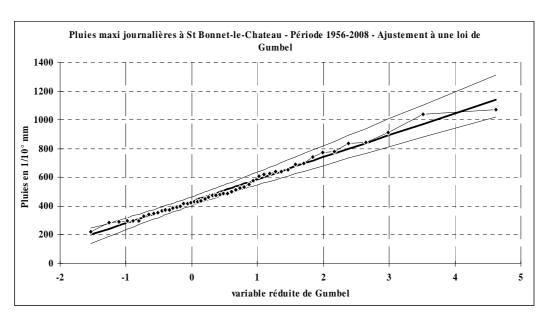
loi de fréquence des crues à la station d'Andrézieux sur Furan (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 73 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 87 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 100 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 125 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 140 |

Le Bonson au Bled

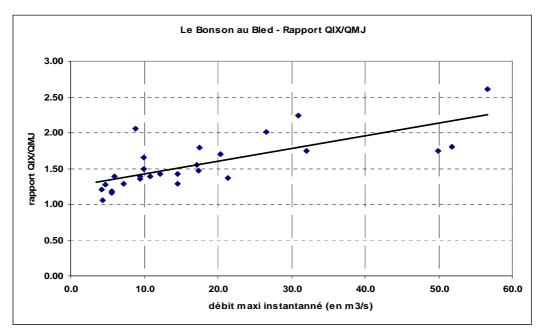
La crue a entièrement détruit la station. La cote maxi aurait atteint 3.65 m d'après le relevé de laisses de crue soit 1.40 m au dessus de la plus forte crue observée depuis l'ouverture de la station (2.20 m en novembre 1996).

Une estimation du débit de pointe de la crue a été faite par la méthode du Gradex en utilisant la station pluviométrique Météofrance de St Bonnet le Château, la seule située sur le bassin.



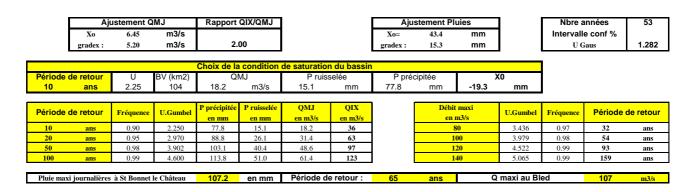
Avec une pluie journalière de 107.2 mm pour la journée du 1 novembre, la période de retour théorique de l'événement serait de 65 ans. Le gradex de la pluie sur 1 jour est de 15.3 mm.

Le rapport entre le débit moyen journalier (QMJ) et le débit maxi instantané (QIX) a été calculé à partir des données issues de la banque Hydro sur la période 1972-2006. Il varie entre 1.06 et 2.61 et augmente avec l'importance de la crue.



Le débit moyen journalier calculé par le gradex des précipitations est ainsi de 54 m3/s.

Le débit maxi instantané est ainsi estimé à 107 m3/s (rapport QIX/QMJ = 2) mais il a pu atteindre 140 m3/s voire plus en prenant la valeur haute du rapport QIX/QMJ.

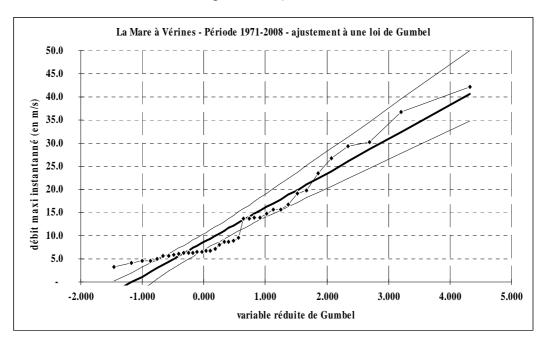


Avec un bassin versant de 104 km2, le débit spécifique de la crue est compris entre 1.0 et 1.35 m3/s/km2. Nous verrons ci après que cette valeur est cohérente avec l'estimation faite sur le bassin de la Mare à Vérines.

La Mare à Vérines

Il s'agit de la plus forte crue depuis la création de la station en 1971, largement au dessus de la crue de décembre 2003 (1.46 m).

Sa période de retour théorique, calculée par une loi de Gumbel ajustée sur 38 années (1971-2008) et en estimant son débit maximum de l'ordre de 150 m3/s par extrapolation de la courbe de tarage, est supérieure à 100 ans.



loi de fréquence des crues à la station de Vérines (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 11 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 15 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 20 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 25 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 31 |

Compte tenu des incertitudes, on retiendra in fine que sa période de retour est supérieure à 50 ans.

La Coise à Larajasse

La station de Larajasse ne contrôle qu'une faible partie du bassin de la Coise. Le débit maxi a été estimé à 66 m3/s par la DIREN Rhône Alpes, gestionnaire de la station. La période de retour serait supérieure à 50 ans.

La Loire à Feurs (amont)

Il s'agit de la plus forte crue depuis que la station est jaugée et fait l'objet d'une publication dans la banque Hydro en 1984. Cette période est trop courte pour pouvoir calculer la fréquence de la crue de novembre 2008 par une loi de Gumbel.

Ceci étant, l'échelle de Feurs (échelle amont) existait antérieurement à la réalisation de mesures de débit (ancienne échelle du service d'annonce des crues de St Etienne). Avec une cote maximale de 4.02 m, la crue de novembre 2008 a dépassé les crues de septembre 1980 (3.80 m) et de décembre 2003 (3.47 m). Nous n'avons pas les archives hydrométriques mais on peut sans doute considérer qu'il s'agit de la plus forte crue de la Loire à Feurs depuis celle d'octobre 1907.

Nous lui attribuerons donc un période de retour supérieure à 50 ans, cohérente avec celle attribuée à la crue à Bas-en-Basset et compte tenu de l'importance des crues des affluents intermédiaires.

2.5 Bassin de la Loire entre Feurs et Villerest

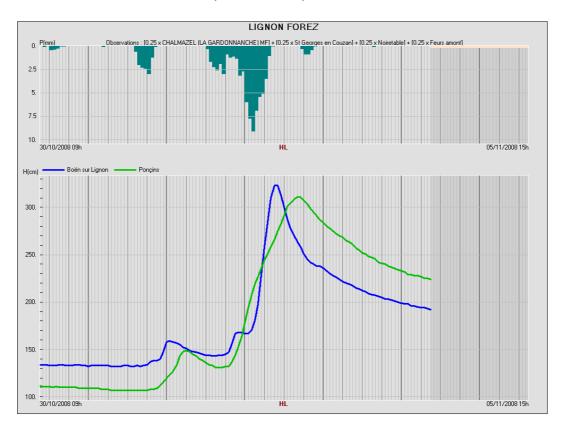
a - Chronologie et description détaillée de l'événement

Il s'agit du secteur de la retenue du barrage de Villerest.

Les principaux affluents de la Loire dans ce secteur sont le Lignon du Forez et l'Aix.

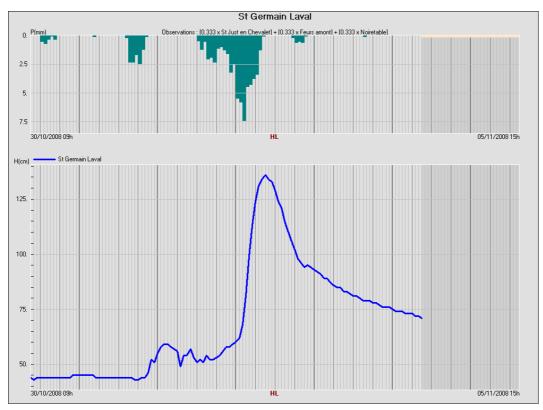
L'hydrogramme observé à la station de Villerest correspond au débit évacué par le barrage de Villerest après écrêtement de la crue. Nous présenterons donc ci-après les éléments essentiels de la gestion du barrage durant la crue.

Le Lignon du Forez à Poncins (BV 666 km2 code hydro K0783220) : le maximum a été observé à la station de Poncins le 2/11 à 15h TU. Il était passé plus à l'amont, à la station de Boën, le 2/11 à 8h20 TU (cote 3.26 m).

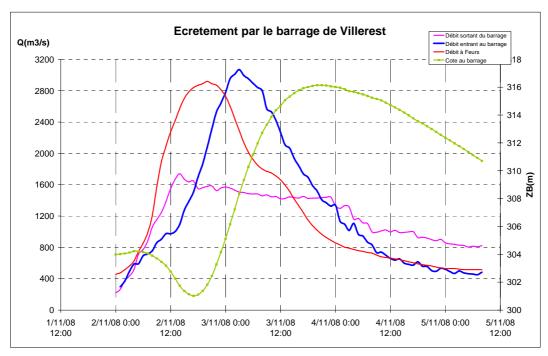


Un jaugeage a été réalisé à Poncins un peu après le passage du maximum. Il a donné un débit de 240 m3/s pour une cote moyenne de 3.17 m, nettement supérieur au barème en vigueur.

Sur l'Aix, le maxi est passé à la station de St Germain Laval (BV 193 km2 code hydro K0813020) le 2/11 à 8h TU. Il a atteint une cote de 1.36 m.



Le graphique ci dessous présente le résultat de la gestion de la crue effectuée par le barrage de Villerest :



La courbe rouge présente l'hydrogramme observé à Feurs amont.

La courbe bleue représente le débit entrant reconstitué au niveau du barrage à partir du débit sortant, de la variation de la cote du plan d'eau mesurée au barrage et de la relation cote-volume statique de la retenue (courbe de capacité). La différence entre l'hydrogramme observé à Feurs et celui reconstitué au barrage est logique si l'on tient compte du temps de transfert dans la retenue d'une part et des apports intermédiaires d'autre part.

La courbe rose représente l'évolution du débit sortant (mesuré à la station de Villerest aval). Cet hydrogramme résulte de l'application des consignes de gestion en crue du barrage découlant des consignes d'exploitation et du règlement d'eau. On constate l'écrêtement important réalisé par Villerest, le débit de pointe passant de plus de 3000 m3/s à 1740 m3/s.

La courbe verte représente l'évolution de la cote de la retenue au niveau du barrage. Dans un premier temps, cette cote diminue car le débit sortant est supérieur au débit entrant. Puis, il croit pour atteindre son maximum le 3/11 vers 22 heures. La cote maximale de remplissage est alors de 316.09 m NGF, inférieure à la cote maximale autorisée par le règlement d'eau. La vidange de la retenue débute à ce moment. La retenue reviendra à sa cote normale d'exploitation, soit 304 m NGF, le jeudi 6 vers 15 heures.

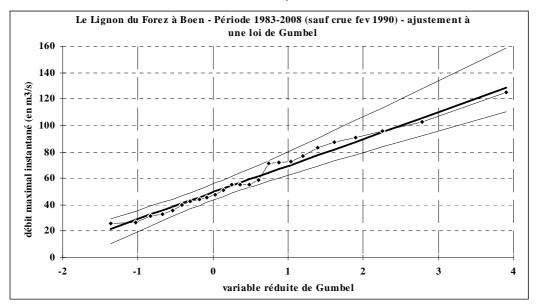
b- Impacts, durées de retour

Le Lignon du Forez

Nous disposons d'éléments d'information aux stations de Boen et de Poncins.

A Boen, il existe des données depuis 1983. La crue de novembre 2008 se situe au second rang de la période d'observation, derrière la crue exceptionnelle de février 1990 (4.19 m – débit maxi estimé supérieur à 200 m3/s).

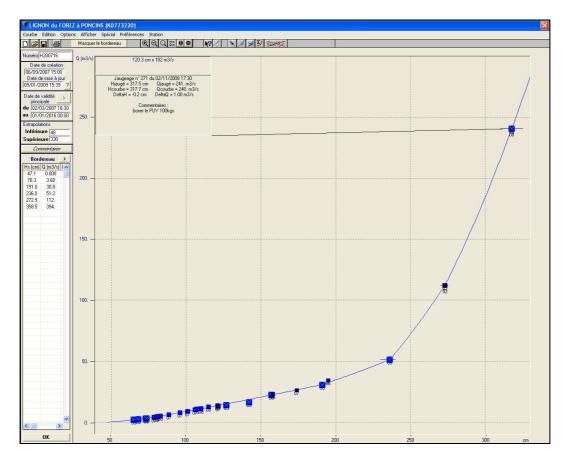
Avec un débit maximal estimé à 140 m3/s, l'ajustement d'une loi de Gumbel conduit à attribuer à la crue de novembre 2008 une période de retour de 20 ans.



loi de fréquence des crues à la station de Boen (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 57 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 67 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 80 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 95 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 110 |

A Poncins, il n'est pas possible d'estimer une période de retour car le jaugeage réalisé durant la crue modifie les estimations des débits de crue antérieures.



La station ayant été déplacée à plusieurs reprises, il n'est pas non plus possible de se référer aux cotes des crues historiques.

On peut cependant affirmer que la crue de novembre 2008 est supérieure à la crue de décembre 2003 (cote maxi 2.82 m). D'après certains témoignages de riverains, elle aurait dépassé la crue de Février 1990.

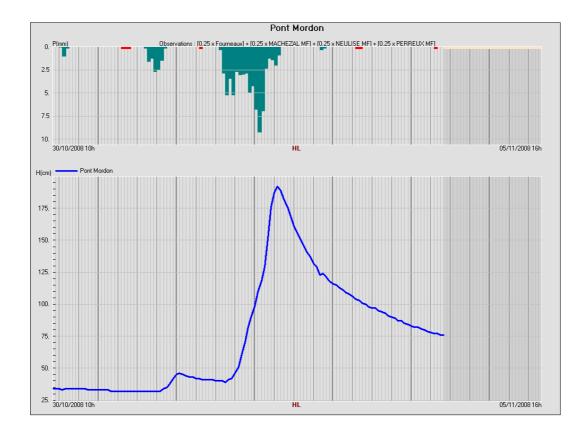
2.6 Bassin de la Loire entre Villerest et Digoin

a - Chronologie et description détaillée de l'événement

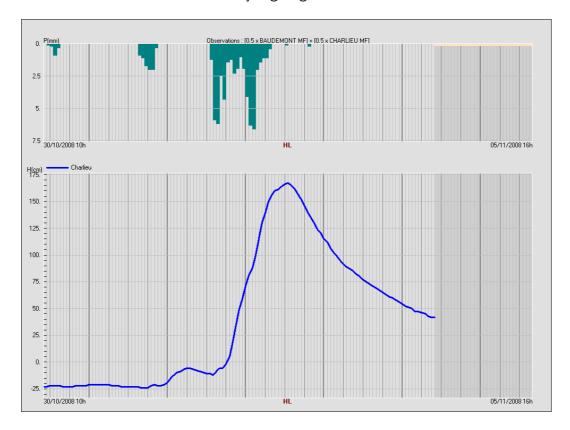
Sur ce secteur, la Loire reçoit principalement en rive gauche le Renaison et en rive droite le Rhins, le Sornin et l'Arconce.

Nous n'avons pas d'information sur le Renaison.

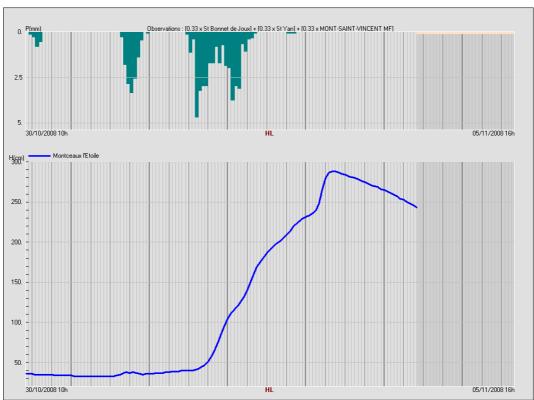
Le Rhins, à la station de Pont Mordon (BV 427 km2 code Hydro K0983010) a connu une crue significative. Le maximum, 1.93 m, est passé le 2/11 à 6h00 TU.



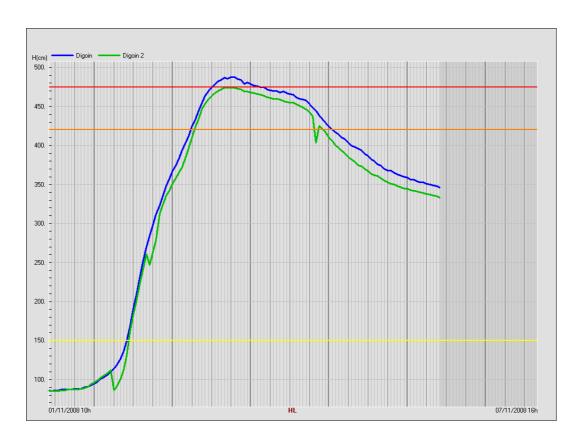
Le maximum de la crue du Sornin est passé à la station de Charlieu le 2/11 à 11h40 TU. Il a atteint 1.67 m soit 98 m3/s. Un jaugeage a été réalisé le 3/11 à 10 heures.



Le maximum de la crue de l'Arconce est passé à la station de Montceaux l'Etoile le 3/11 à 7h TU. Il a atteint 2.88 m. Un jaugeage a été réalisé peu de temps après le passage du maximum (le 3/11 de 10h à 11 h TU) à la cote de 2.85 m. Il a donné un débit de 59 m3/s, inférieur au barème en vigueur.



A Digoin, le maximum est passé le 3/11 entre 17 et 18h TU pour une cote réelle observée à l'échelle de 4.95; (décalage de 20 cm entre la cote échelle et la station). Un jaugeage réalisé entre 14h30 et 17h00 TU à la cote moyenne de 4.945 m a donné un débit de 1797 m3/s, légèrement inférieur au barème en cours (1840 m3/s).



b – Impacts, durées de retour

Nous n'avons pas beaucoup d'information sur l'impact de cette crue entre Villerest et Digoin.

A Roanne, compte tenu des endiguements existants et de l'écrêtement apporté par le barrage de Villerest, les conséquences ont du être limitées.

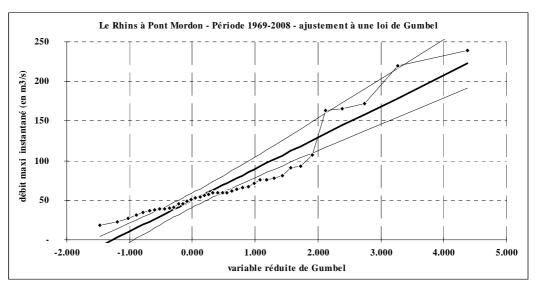
Entre Roanne et Digoin, l'ensemble de la vallée est inondée pour une crue de ce niveau. Les dommages aux habitations ont du toutefois rester localisés.

A Digoin, le secteur de la place de Grève a été inondé et des évacuations ont eu lieu. Il y a eu des problèmes de coupure d'électricité ainsi que des difficultés avec l'eau potable.

En ce qui concerne la période de retour de cette crue, nous disposons des éléments suivants :

Le Rhins à Pont Mordon

Le débit maximal est estimé à 175 m3/s. Sa période de retour théorique, calculée par une loi de Gumbel ajustée sur 40 années (1969-2008) est de 25 ans.

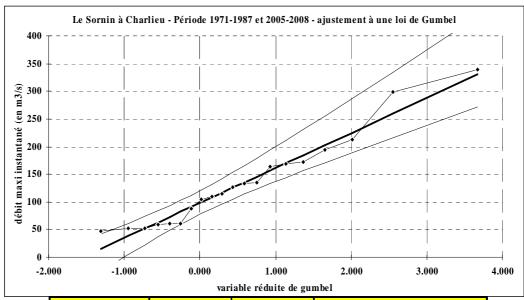


loi de fréquence des crues à la station de Pont Mordon (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 64 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 85 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 110 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 139 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 167 |

Le Sornin à Charlieu

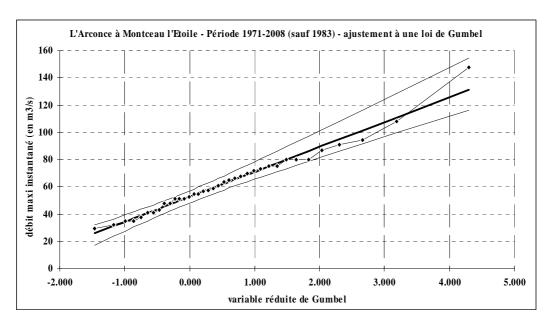
Le débit maximal est de 98 m3/s. Il correspond à une crue de période de retour inférieure à 2 ans.



| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 120 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 150 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 190 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 240 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 290 |

L'Arconce à Montceaux l'Etoile

Le débit maximal est de 63 m3/s. Il correspond à une crue de période de retour 2 ans.



loi de fréquence des crues à la station Montceau l'Etoile (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 59 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 69 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 80 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 94 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 107 |

La Loire à Villerest

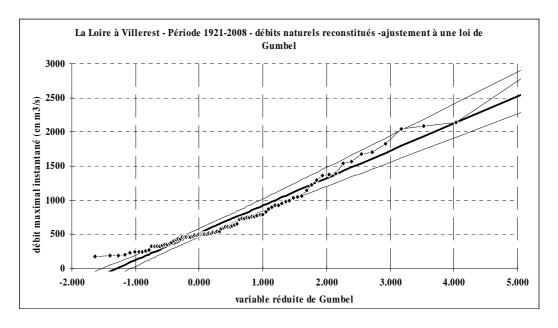
L'analyse de la période de retour de la crue est plus difficile car le barrage de Villerest, mise en service en 1985, écrête les crues de débit supérieur à 1000 m3/s (débit mesuré à Feurs ou reconstitué au niveau du barrage) et influence donc fortement la loi de fréquence des crues à son aval depuis 1985.

Ors, le calcul de cette influence pour l'ensemble de la période historique (depuis 1850 environ), n'a jamais été réalisé car se serait un calcul complexe, entaché d'incertitudes liées aux données, au processus de gestion de Villerest et aux aléas de la gestion opérationnelle. Nous ne connaissons donc pas la loi de fréquence des crues à Villerest (mais aussi à Digoin, Gilly et Nevers) influencée par Villerest. En fait, nous pourrions l'établir pour la période 1985 à 2008 mais cette durée est trop courte pour pouvoir en tirer des conclusions.

De fait, le barrage de Villerest n'a écrêté de façon significative que deux crues depuis sa mise en service : en novembre 1996 et en décembre 2003. Pour chacun de ces évènements, l'effet de Villerest sur la Loire jusqu'à Nevers a été calculé à l'aide de modèles hydrauliques (modèle Horizon-Epteau pour la crue de novembre 1996, modèle ISL pour la crue de décembre 2003). Il est donc possible de reconstituer une hydrologie naturelle (pour ces crues) sur la Loire à l'aval du barrage de Villerest et donc d'établir la loi de fréquence des crues « naturelles ».

Ainsi à Villerest, la loi de fréquence des crues naturelles, hors effet de Villerest, a été reconstituée sur la période 1921-2008 en prenant comme débit maximal à Villerest pour les crues de novembre 1996 et décembre 2003 le débit maximal entrant au barrage.

Avec un débit maximal de 1700 m3/s, la crue de novembre 2008 correspond ainsi à une crue naturelle de période de retour de 20 ans.



loi de fréquence des crues à la station de Villerest (source Diren centre)

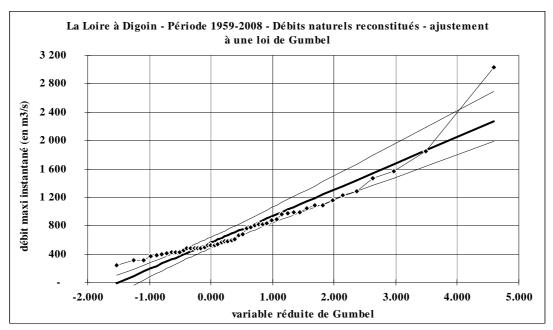
Sans Villerest, et dans l'attente d'une reconstitution plus précise, on peut considérer que la crue aurait atteint un débit maximal supérieur à 3000 m3/s. Sa période de retour aurait alors été nettement supérieure à 50 ans.

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 680 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 890 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 1140 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 1430 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 1720 |
| 0.98 | 50 ans | 3.902 | 2100 |

La Loire à Digoin

Villerest modifie la loi de fréquence des crues. Il a donc été nécessaire de reconstituer le débit naturel des crues de novembre 1996 et décembre 2003 à partir des simulations réalisées sur modèle hydraulique.

Ainsi, à Digoin, avec un débit maximal de 1800 m3/s, la crue de novembre 2008 correspond à une crue de période de retour théorique de 28 ans calculée par ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1959-2008 soit 50 années.



loi de fréquence des crues à la station de Digoin (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.50 | 2 ans | 0.367 | 690 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 890 |
| 0.80 | 5 ans | 1.500 | 1120 |
| 0.90 | 10 ans | 2.250 | 1400 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 1670 |

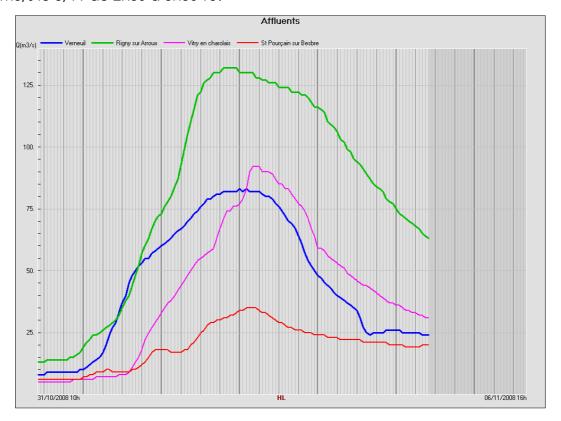
2.7 Bassin de la Loire entre Digoin et Nevers

a - Chronologie et description détaillée de l'événement

Sur ce secteur, la Loire reçoit principalement en rive gauche la Besbre et en rive droite l'Arroux (et son affluent la Bourbince) et l'Aron.

L'Arroux à Rigny (BV 2277 km2 code Hydro K1341810) a connu une crue très modeste avec un maxi de 1.18 m (115 m3/s) le 2/11 de 17h40 à 22h50 TU.

La Bourbince à Vitry (BV 819 km2 code Hydro K1383010) a eu un maxi de 3.39 m soit 90 m3/s le 3/11 de 2h30 à 5h50 TU.



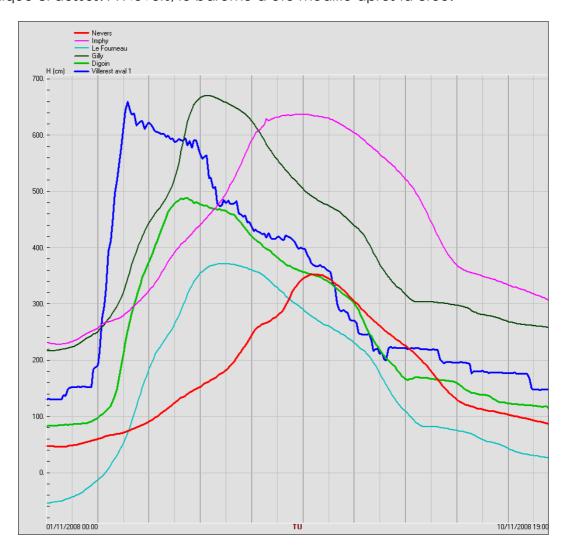
La Besbre à St Pourçain (BV 710 km2 code Hydro K1563020) a eu un maxi à 2.45 m (35 m3/s) le 3/11 à 2h00 TU.

L'Aron à Verneuil (BV 1465 km2 code Hydro K1773010) a eu un maxi à 2.53 m le 2/11 à 23H00 TU.

Sur l'axe Loire, la crue s'est propagée lentement en conservant à peu près son débit maximum. Le maximum est ainsi passé :

- à Gilly le 4/11 à 3h00 TU (1890 m3/s)
- au Fourneau le 4/11 de 8h00 à 14h00 TU
- à Decize le 5/11 à 4h00 TU
- à Imphy le 5/11 de 17h00 au 6/11 à 1h00 TU (1800 m3/s)
- à Nevers le 6/11 à 5h00 TU (1800 m3/s)

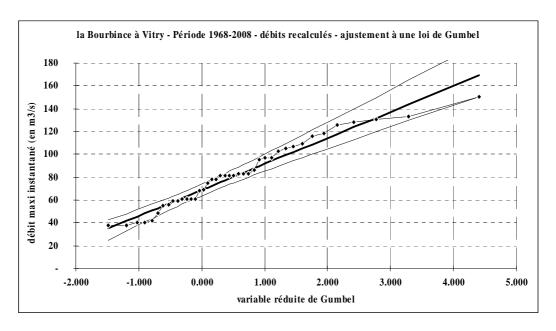
A Imphy, un jaugeage réalisé au passage du maximum de la crue a montré un écart de l'ordre de 200 m3/s avec le barème (1767 m3/s jaugé pour 1990 m3/s au barème). La modification du barème, réalisée durant la crue, est visible sur le graphique ci dessus. A Nevers, le barème a été modifié après la crue.



b – Impacts, durées de retour

La crue de la Loire dans ce secteur a été d'importance comparable à celle de décembre 2003, un peu supérieure à Digoin et un peu plus faible à Nevers. Pour ce débit, une bonne partie de la vallée est inondée. Des inondations ont du être constatées à Decize (quartier de la Saulaie) et à Nevers (quai rive droite en aval du pont de la RN7).

En ce qui concerne les périodes de retour, elles sont faibles sur l'Arroux à Rigny et la Besbre à St Pourçain (niveau de crue dépassé plusieurs fois par an), un peu plus forte sur la Bourbince à Vitry (période de retour 3 ans).

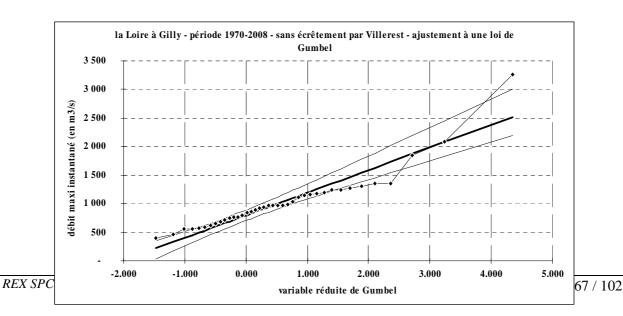


loi de fréquence des crues à la station de Vitry (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 78 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 89 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 103 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 120 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 136 |

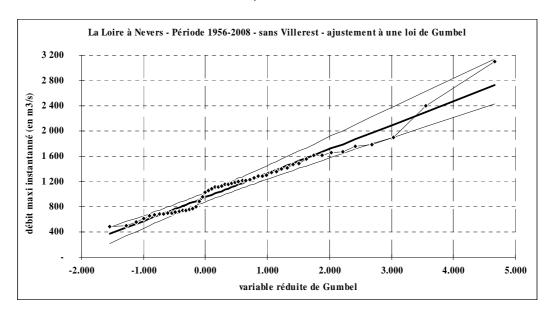
Sur la Loire à Gilly et Nevers, Villerest modifie la loi de fréquence des crues. Il a donc été nécessaire de reconstituer le débit naturel des crues de novembre 1996 et décembre 2003 à partir des simulations réalisées sur modèle hydraulique.

Ainsi, à Gilly, avec un débit maximal de 1890 m3/s, la crue de novembre 2008 correspond à une crue naturelle de période de retour 15 ans calculée par ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1970-2008 soit 39 années.



| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 940 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 1140 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 1390 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 1690 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 1970 |

A Nevers, avec un débit maximal de 1800 m3/s, la crue de novembre 2008 correspond à une crue naturelle de période de retour 10 ans calculée par ajustement d'une loi de Gumbel sur la période 1956-2008 soit 53 années.



loi de fréquence des crues à la station de Nevers (source Diren centre)

| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 1090 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 1285 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 1520 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 1810 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 2080 |

2.8 Bassin de la Loire entre Nevers et Langeais

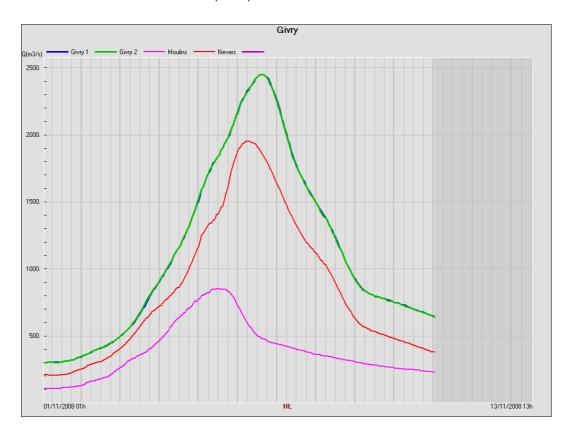
a - Chronologie et description détaillée de l'événement

Le maximum de la crue de la Loire est passé à Nevers le 6/11 à 5h00 TU.

Celui de l'Allier est passé à Moulins le 5/11 vers midi et au Veurdre le 5/11 entre 22h00 et 0H le 6. La crue de l'Allier atteint une cote maximale de 1.18 m à Moulins (850m3/s) et de 2.95 m au Veurdre.

Le maximum de la crue au bec d'Allier, mesuré à la station de Givry, a été observé le 6/11 entre 13 et 15h00 TU. Il a atteint la cote de 3.75 m soit 2420 m3/s d'après le barème en vigueur.

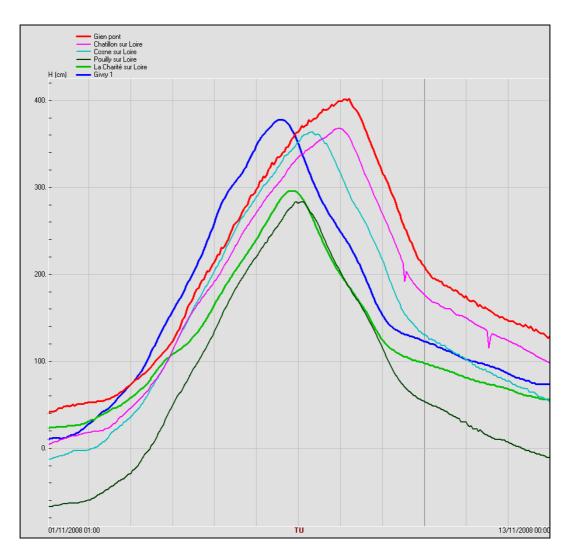
Un jaugeage réalisé en bateau, par méthode ADCP, durant le passage du maximum, a donné un débit un peu plus faible de 2300 m3/s.



A l'aval du bec d'Allier, la crue s'est propagée en s'atténuant.

Le maximum a été observé:

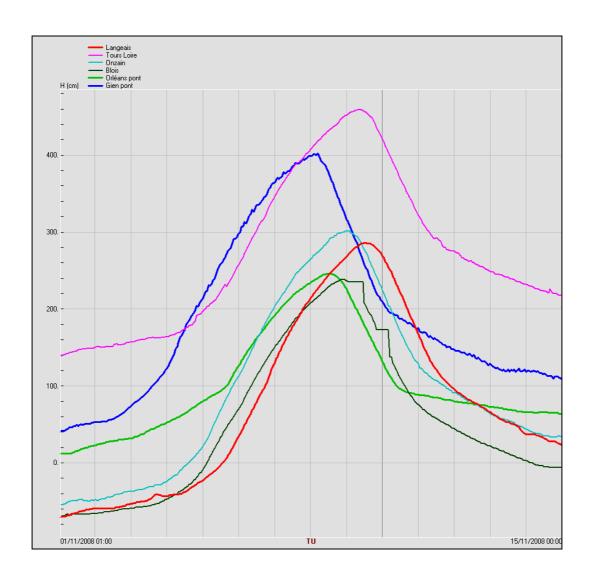
- le 6 de 19 à 22H TU à La Charité sur Loire (2.96 m)
- le 6 de 22H à 3H TU le 7 à Pouilly (2.83 m)
- le 7 de 2H à 6H TU à St Satur (St Thibault) (3.39 m)
- le 7 de 7H à 8H TU à Cosnes (3.64 m)
- le 7 de 22H à 0H TU à Chatillon sur Loire (3.68 m)
- le 8 de 1H à 3 H TU à Gien (Gien Pont 4.01 m Gien amont 4.99 m)
- le 8 de 11H à 14H TU à Orléans (2.46 m)
- le 8 de 20H à 23H TU à Blois (2.38 m)
- le 8 de 23H au 9 à 2H TU à Onzain (3.01 m)
- le 9 de 7H à 10H TU à Tours (Tours Mirabeau 4.59 m)
- le 9 de 12H à 13H TU à Langeais (2.86 m)



propagation de la crue sur la Loire de Givry à Gien (source Diren Centre)

Des jaugeages ont été réalisés lors du passage du maximum :

- à Gien le 6 entre 20H et 0H TU (2210 m3/s)
- à Orléans le 8 entre 10H30 et 15H20 TU (2114 m3/s)
- à Chaumont (Onzain) le 9 de 0H30 à 3h30 Th (2100 m3/s)
- à Tours le 9/11 de 13H30 à 14h15 TU (1980 m3/s)
- à Langeais le 9 de 15H à 16H15 TU (2080 m3/s)



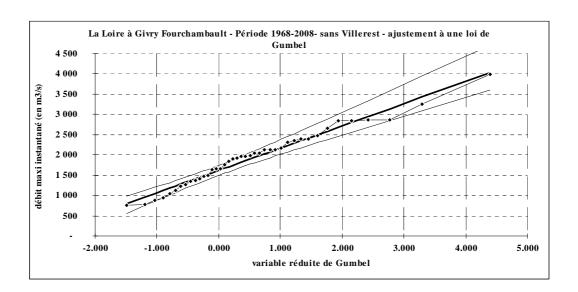
b – Impacts, durées de retour

Les impacts de la crue ont été limités sur la Loire entre le bec d'Allier et Langeais.

Des débordements ont eu lieu principalement sur la rive gauche de la Loire dans la traversée du département du Cher.

La circulation a été perturbée car le franchissement de la Loire a été rendu impossible pendant environ une journée entre St Satur et Chatillon sur Loire.

La période de retour de cette crue est de 5 ans à Givry et Gien, 3 à 4 ans à Orléans et Blois et 3 ans à Tours et Langeais.



loi de fréquence des crues à la station de Givry-Fourchambault (source Diren centre)

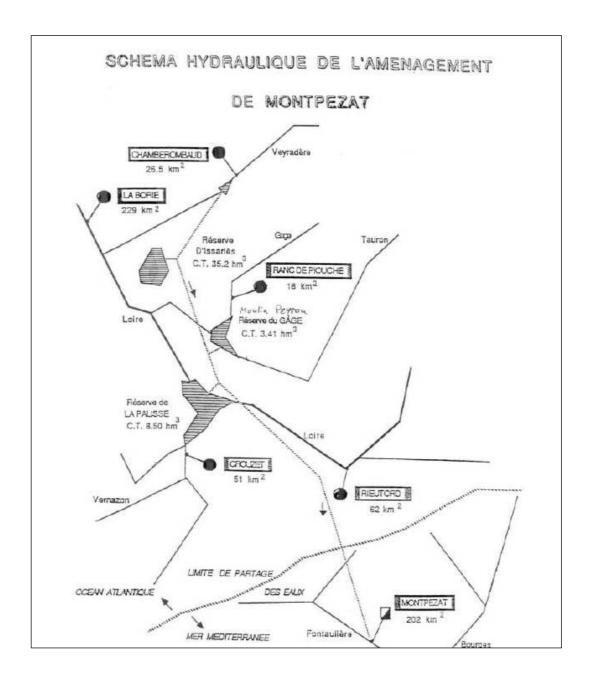
| Fréquence | Période de retour (en années) | variable réduite de Gumbel | Débit maximal instantané (en m3/s) |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | 2 ans | 0.367 | 1810 |
| 0.66 | 3 ans | 0.878 | 2080 |
| 0.8 | 5 ans | 1.500 | 2400 |
| 0.9 | 10 ans | 2.250 | 2790 |
| 0.95 | 20 ans | 2.970 | 3170 |

3 Analyse hydrologique de l'événement

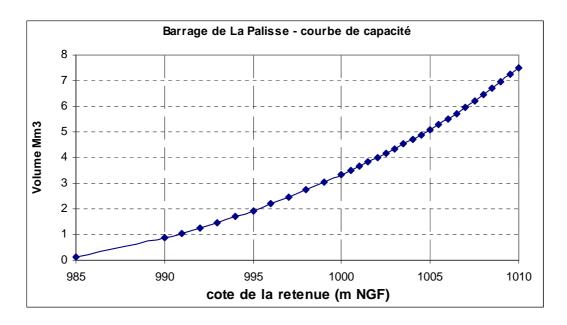
L'analyse sera faite secteur par secteur sur la base du découpage du chapitre précédent

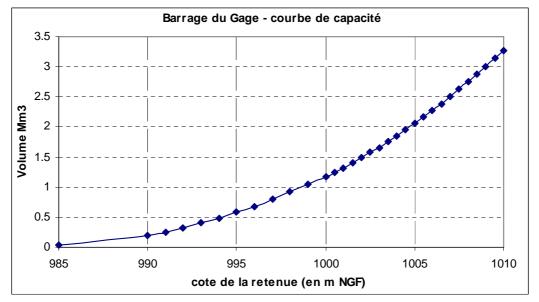
3.1 Bassin de la Loire à l'amont de Goudet

Il s'agit d'un tronçon rapide fortement influencé par la présence des barrages du complexe de Montezat qui contrôlent la quasi totalité du bassin de la Loire au Pont de la Borie et 50 % du bassin de la Loire à Goudet.

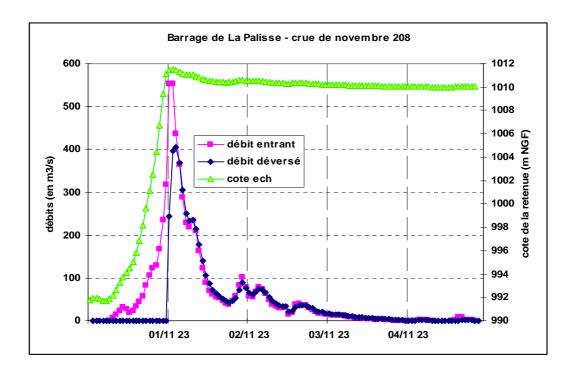


Les ouvrages du complexe de Montpezat qui jouent un rôle prépondérant dans la propagation de la crue sont principalement les barrages de La Palissse et du Gage (Moulin du Peyron). Il existe également un ouvrage sur la Veyradeyre mais sa capacité est faible au regard des débits de crue concernés.

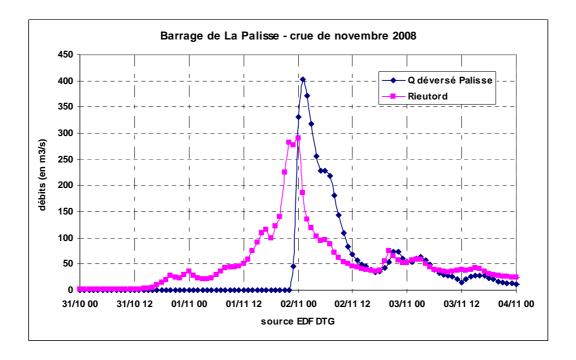




Le barrage de La Palisse semble avoir déversé peu de temps avant le passage du maximum de la crue.



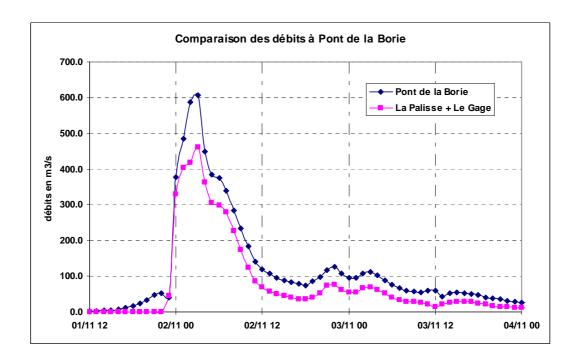
Le débit maximum entrant reconstitué par une méthode sommaire (formule de déversoir, évolution de la cote de la retenue) serait de 550 m3/s. Le bassin versant de la Loire au barrage de La Palisse étant de 130 km2, le débit spécifique serait ainsi de l'ordre de 4 m3/s/km2.



A Rieutord, le débit maxi enregistré à la station EDF a atteint 290 m3/s le 2/11 à 0 heure TU.

La surface du bassin versant étant de 62 km2 soit environ la moitié de celui à La Palisse (130 km2), le débit de pointe à Rieutord confirme bien l'estimation d'un débit maximum entrant à La Palisse de 550 m3/s.

Ces valeurs sont comparables à celles constatées dur la crue de novembre 1996.



Au Pont de la Borie, la comparaison des débits observés et de la somme des débits déversés aux barrages de La Palisse et du Gage permet de valider les estimations précédentes. L'écart entre les deux courbes correspond principalement aux apports de La Veyradère. La photo ci dessous montre l'importance du charriage sur la Veyradyre durant la crue).



A Goudet, il faut distinguer 2 phases dans le déroulement de la crue :

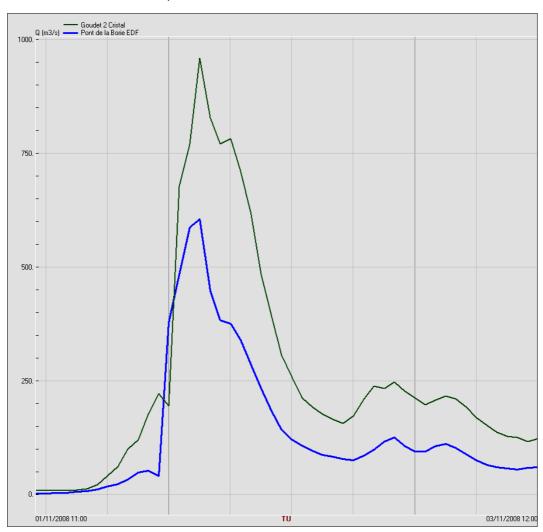
- du 1er novembre au 2 novembre à 0 heure

Les ouvrages de Montpezat ne déversent pas. L'hydrogramme au pont de la Borie monte lentement. Il ne collecte qu'une partie du bassin de la Veyradeyre ainsi que le bassin résiduel entre les barrages de La Palisse et du Gage et la station (30 km2). Le débit maxi est de 49 m3/s à 22 H. La montée constatée à Goudet provient essentiellement du bassin versant intermédiaire situé à l'aval du pont de la Borie soit un total de 203 km2. Une première pointe est ainsi observée le 2/11 à 0 heure avec un débit de 225 m3/s. Le bassin intermédiaire aurait ainsi apporté, pendant cette première phase, un débit de pointe de 175 m3/s soit un débit spécifique de 0.85 m3/s/km2.

- à partir du 2 à 0 heure

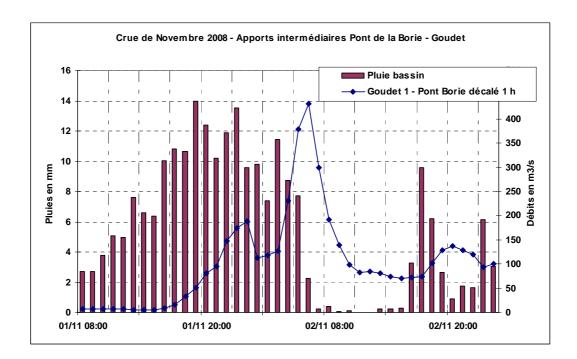
Les ouvrages amont se mettent à déverser et on constate une montée rapide de la cote au Pont de la Borie. Malheureusement, l'arrachage de la prise de pression du limni, sans doute le 2 vers 0 heure, conduit à sous-estimer cette montée (la cote maxi enregistrée sera de 3.19 m alors que les laisses de crue donnent une cote approximative de 4.50 m environ confirmée par les données de la station EDF).

A Goudet, la cote dépasse la limite supérieure de la courbe de tarage le 2 entre 3 et 4 heures et les débits ne sont plus calculés.



L'hydrogramme reconstitué à Goudet après extrapolation de la courbe de tarage conduit à estimer le débit de pointe à 1020 m3/s ce qui correspondrait à un débit spécifique de 2.4 m3/s/km2, très comparable à celui de la crue de novembre 1996.

La comparaison des hydrogrammes observés à Pont de la Borie et Goudet permet de reconstituer les débits d'apport du bassin versant intermédiaire (BV 203 km2). Cette comparaison reste cependant approximative et dépend beaucoup du temps de propagation entre les deux stations et du choix de l'hydrogramme retenu à Goudet (Goudet 1 ou Goudet 2).

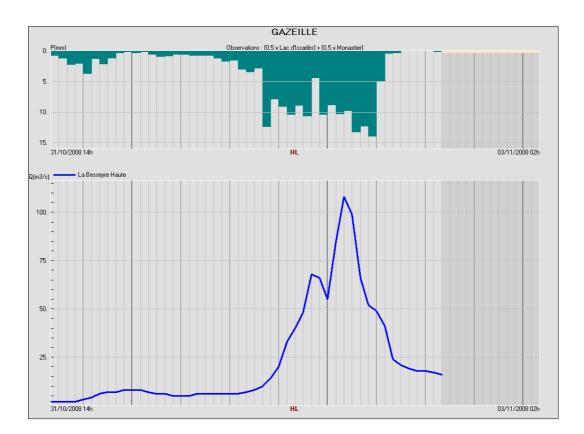


On retiendra que le bassin versant intermédiaire entre Pont de la Borie et Goudet a apporté un débit de pointe de l'ordre de 400 m3/s ce qui correspond à un débit spécifique de 2 m3/d/km2, comparable à celui observé sur la Loire au Pont de la Borie.

3.2 Bassin de la Loire de Goudet à Chadrac

Bassin de la Gazeille

Nous disposons sur ce bassin de l'hydrogramme à la station de la Beyssere (BV 51 km2) et de deux pluviographes. Le poste des Estables étant partiellement en panne, il a été remplacé par celui du Lac d'Issarlès pour représenter la partie haute du bassin.

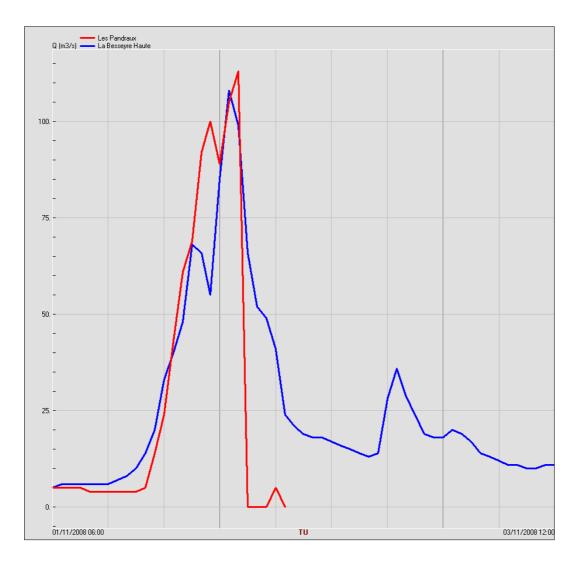


On constate les 2 pointes de crues successives dues à l'accalmie sur les pluies observée entre 22 et 23 heures TU. La réponse du bassin est quasi instantané ou du moins difficilement mesurable à partir de données au pas de temps horaire.

Avec un débit maximal de 113 m3/s pour un bassin versant de 51 km2, le débit spécifique atteint 2.2 m3/s/km2, du même ordre de grandeur que celui de la Loire à Goudet.

Sur le bassin de la Gagne, on ne dispose pas de l'hydrogramme complet aux Pandraux car la station a été partiellement détruite.

Les bassins de la Gazeille et de la Gagne sont très voisins et leurs comportements similaires. On peut donc tenter une estimation du débit maximal de la Gagne en se référant à celui constaté sur la Gazeille à la Beyserre.



On obtient ainsi une estimation d'un débit de pointe de 235 m3/s en conservant un débit spécifique de 2.2 m3/s/km2 pour le bassin versant de la Gagne aux Pandraux (107 km2) et de 200 m3/s en prenant un rapport des bassins à la puissance 0.8. Cette estimation est cohérente avec les observations des crues de 1996, octobre 2001 et décembre 2003, plus faibles (respectivement 125, 105 et 106 m3/s) compte tenu de la cote maxi reconstituée d'après des laisses de crue (4.10 à 4.30 m).

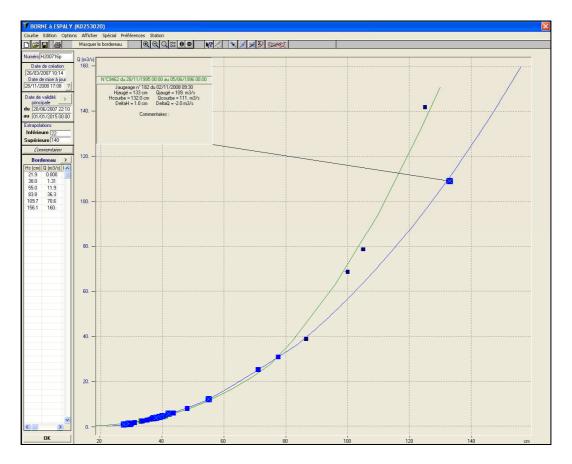
Enfin, l'estimation par la méthode du Gradex (cf précédemment) avait conduit à une estimation du débit moyen journalier de 112 m3/s et une estimation du débit maxi instantané de 250 m3/s (comprise entre 170 et 330 m3/s selon le rapport QMJ/QIX retenu). Le débit spécifique serait ainsi de 2.33 m3/s/km2, valeur proche de celles ci-dessus.

Le maximum a du avoir lieu 1 à 2 heures après celui de la Gazeille à la Beyssere soit le 2/11 vers 3 h TU.

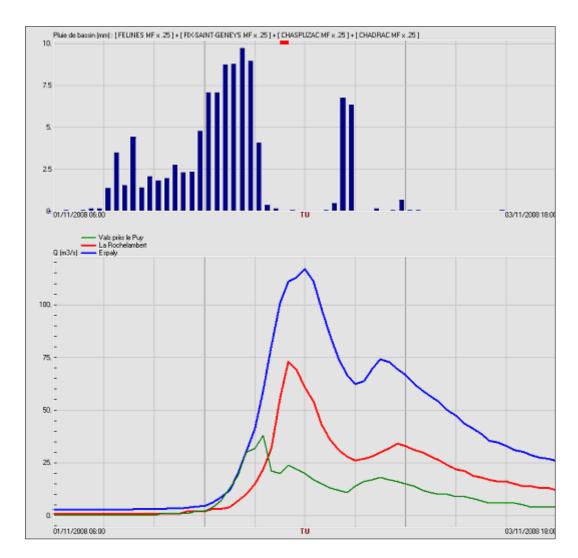
Le bassin de la Borne a connu une crue significative mais non exceptionnelle, comparable à celle de décembre 2003 à Vals sur le Dolaison et à La Rochelambert sur la Borne (à Espaly, la prise de pression de la station a été détruite en décembre 2003).

Le rapport de débit de pointe à Espaly et à La Rochelambert est de 1.62, nettement inférieur au rapport des bassins versants (soit 2.40). En 2003, d'après une estimation du débit maximal à Espaly faite avec des relevés de laisses de crue, le rapport des débits de pointe aurait été de 2.08.

Ces éléments amènent à penser que le jaugeage réalisé durant le crue à Espalyest sous-estimé.

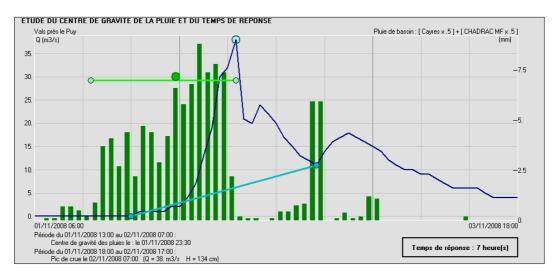


Les hydrogrammes de la Borne à La Rochelambert et à Espaly sont de formes très comparables. Le temps de propagation de la Borne entre La Rochelambert et Espaly est de l'ordre de 2 heures.



La station de Vals sur le Dolaison est très récente (depuis 2001) mais on y a déjà enregistré 2 crues significatives, celle de décembre 2003 et celle de novembre 2008.

Compte tenu des enjeux sur le Dolaison dans la traversée du Puy, il existe une demande locale forte pour une extension du périmètre de l'Etat sur cet affluent. Le temps de réponse du bassin pour cette crue a été de 7 heures.



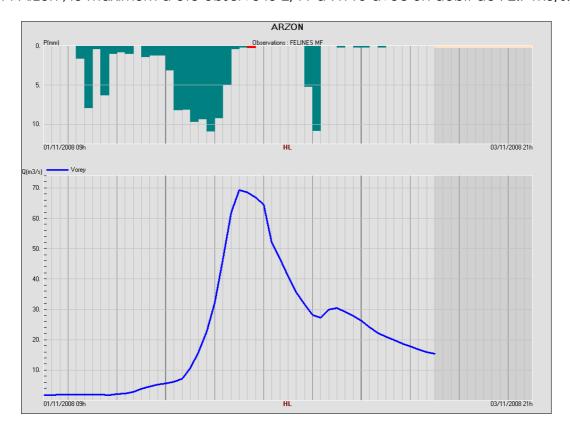
3.3 Bassin de la Loire de Chadrac à Bas en Basset

Entre Chadrac et Bas, le bassin versant de la Loire passe de 1310 km2 à 3234 km2.

Les principaux affluents sur ce secteur sont :

- en rive gauche: l'Arzon (171 km2) contrôlé par la station de Vorey (156 km2), l'Ance du Nord (548 km2) avec la station de Sauvessange et la station EDF de Laprat (354 km2)
- en rive droite : la Sumène (station de Blavozy 55 km2), le Ramel (82 km2) et le Lignon du Velay et son principal affluent, la Dunières (710 km2 dont 235 km2 pour la Dunières)

Sur l'Arzon, le maximum a été observé le 2/11 à 9h TU avec un débit de 72.7 m3/s.



Le bassin versant étant de 156 km2, le débit spécifique a atteint 0.46 m3/s/km2, quasi identique à celui de la Borne à La Rochelambert (74 m3/s pour 156 km2 soit 0.47 m3/s/km2).

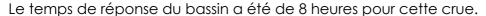
En ce qui concerne l'Ance du Nord, nous disposons de la station de Sauvessange située très à l'amont (bassin versant 189 km2) et de la station EDF de Laprat.

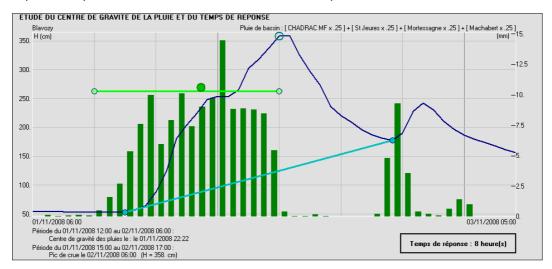
A Sauvessange, la réponse du bassin est faible avec un débit de pointe de 45 m3/s pour 189 km2 de bassin versant.

A Laprat, le débit spécifique est plus important. Il atteint 0.45 m3/s/km2 (débit de pointe estimé à 160 m3/s pour 354 km2 de bassin versant). Ce débit spécifique est quasi identique à ceux de la Borne à La Rochelambert et de l'Arzon à Vorey.

La Sumène a connu une crue exceptionnelle avec une cote maxi de 3.62 m soit 1.30 m au dessus de celle de décembre 2003 et 1 mètre au dessus de celles de mai 1999 et d'octobre 2001 (la station a été mise en service en décembre 1998). Il n'est pas possible de lui attribuer directement un débit, le maximum jaugé étant de 3.85 m3/s pour une cote de 0.77 m.

Un calcul peut être fait à partir de l'estimation du débit spécifique. En prenant un débit spécifique compris entre 1.5 et 2.0 m3/s/km2, un peu inférieur à celui de la Gazeille à La Beyssere, on obtient une estimation du débit maximal compris entre 80 et 110 m3/s.

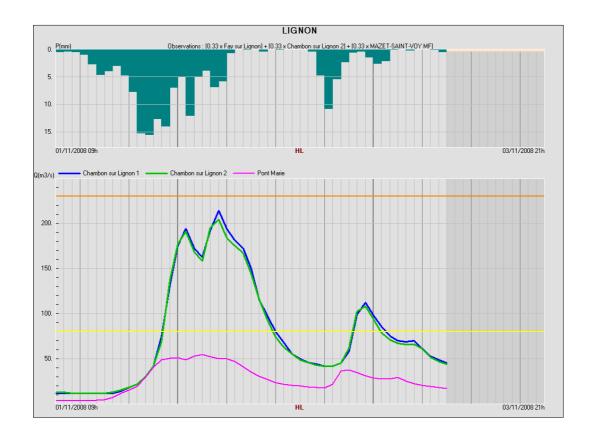




Sur le Lignon, nous disposons des stations de Pont Marie très à l'amont sur le bassin (BV 41 km2), de celle de Chambon sur Lignon (BV 139 km2), de l'enregistrement de la cote de la retenue de La Chapelette située à l'aval immédiat du barrage de LaValette.

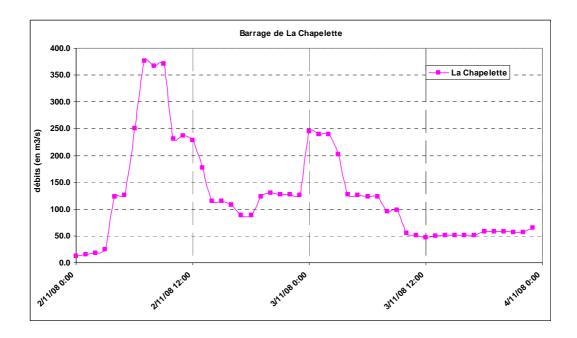
L'hydrogramme à Pont Marie a été estimé par extrapolation de la courbe de tarage et est sujet à caution. Le débit spécifique y serait de 1.25 m3/s/km2.

A Chambon, l'hydrogramme est plus fiable et le débit spécifique peut être calculé avec précision. Il a atteint 1.53 m3/s/km2.



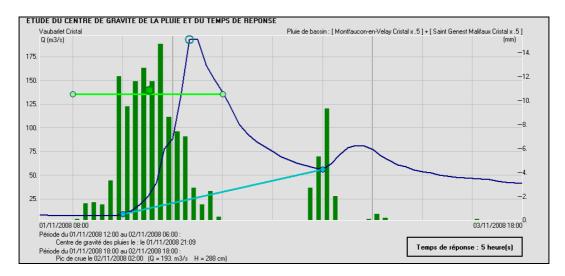
Les débits déversés au barrage de Lavalette peuvent être estimés par une loi de déversoir du barrage de La Chapelette.

Le débit maximal évacué serait ainsi de 375 m3/s le 2/11 entre 7 heures et 9 heures. Cette valeur est à comparer au débit maxi évacué par les vannes (300 m3/s le 2/11 entre 7 et 8 heures du matin).



La Dunières a connu une crue historique, la plus forte depuis la création de la station en 1948. Le débit de pointe estimé initialement à 120 m3/s par extrapolation de la courbe de tarage a été revu à la hausse en examinant le profil en travers de la vallée au droit de la station. Le débit de pointe serait ainsi de 193 m3/s soit un débit spécifique de 0.85 m3/s/km2.





Au final, les apports du bassin versant intermédiaires de la Loire entre Chadrac et Bas ont atteint prés de 1500 m3/s. Ces apports sont récapitulés dans le tableau cidessous.

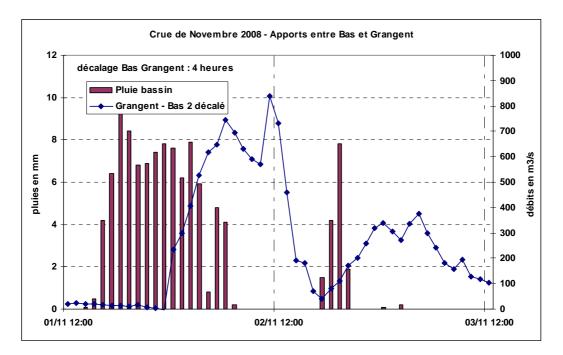
| | Do | Données du sous-bassin total | | | | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|---|----------------------------|
| Bassin | Nom | Code Hydro | Surface BV | Débit maxi (m3/s) | Débit spécifique (m3/s/km2) | BV total | Débit spécifique estimé (m3/s/km2) | Débit maxi estimé(m3/s) |
| Loire | Chadrac Pont | K0260020 | 1310 | env 1200 m3/s | 0.91 | | | |
| Sumène | Blavozy | K0274010 | 55 | | | env 60 km2 | 1.50 à 2.00 | 90 à 120 m3/s |
| Le Ramel | | | | | | 82 km2 | env 1.50 | env 120 m3/s |
| Lignon du Velay | Chambon sur lignon | K0403010 | 139 | 215 m3/s | 1.55 | 475 km2 (hors Dunières) | 1.00 | env 500 m3/s |
| Dunières | Vaubarlet | K0454010 | 228 | env 200 m3/s | 0.87 | 235 km2 | 0.87 | env 200 m3/s |
| l'Arzon | Vorey | Vorey K0333010 156 72.7 m3/s 0.47 | | 0.47 | 170 km2 | 0.47 | 80 m3/s | |
| Ance du Nord | Laprat | Laprat K0523010 354 160 m3/s 0.45 | | 551 km2 | 0.45 | env. 250 m3/s | | |
| Loire | Bas en Basset K0550010 3234 2720 m3/s 0.84 | | | | | | | |
| | | | | | Total bassins contrôlés | | | env 1250 m3/s |
| Autres bassins | | | | | s | 351 km2 | 0.80 | 280 m3/s |

3.4 Bassin de la Loire de Bas en Basset et Feurs

Sur ce secteur le bassin de la Loire passe de 3234 km2 à 4978 km2. Les principaux affluents sont :

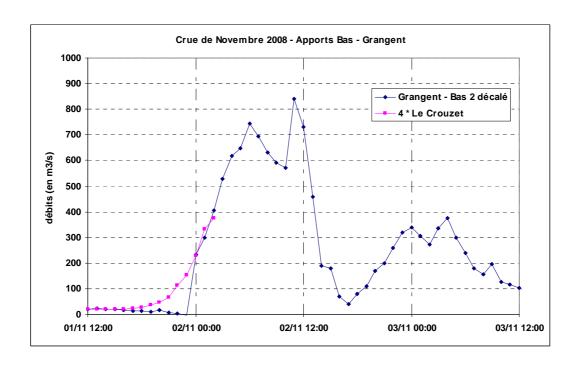
- en rive gauche : la Semène (BV 158 km2), le Furan (BV 178 km2) et la Coise (BV 350 km2)
- en rive droite : le Bonson (BV 137 km2), la Mare (BV 250 km2)

Les apports de la Loire au niveau de la retenue de Grangent peuvent être estimés par la différence entre l'hydrogramme du débit sortant à Grangent (données EDF) et l'hydrogramme à Bas en Basset décalé de 4 heures.



La comparaison entre l'hydrogramme des apports ainsi calculés et l'hydrogramme observé au Crouzet multiplié par un coefficient 4 (correspondant au ratio des surfaces de bassin à la puissance 0.9) montre une bonne cohérence.

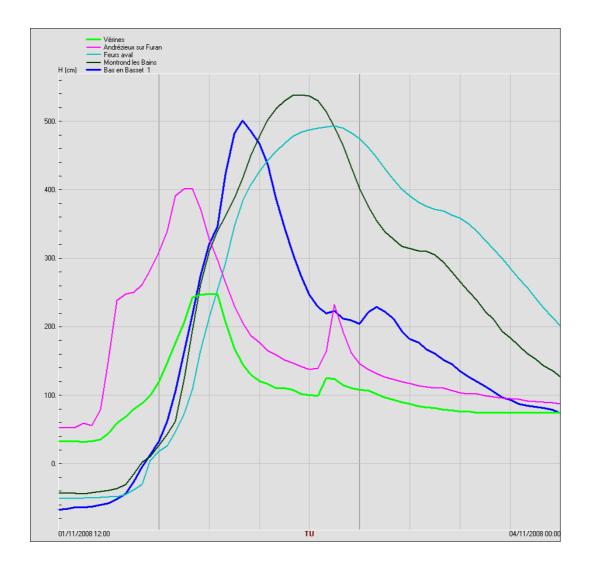
Cette approche confirme ainsi le débit de pointe de 180 m3/s à la station du Crouzet.



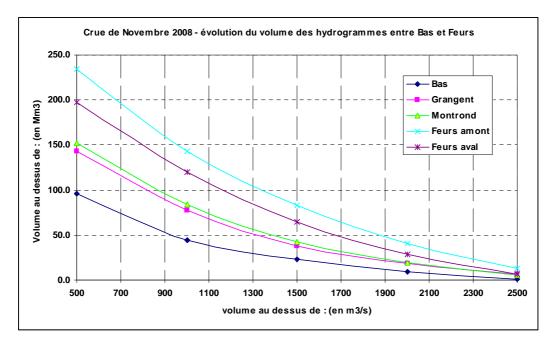
Les estimations des apports des autres bassins versants intermédiaires sont récapitulées dans le tableau ci dessous :

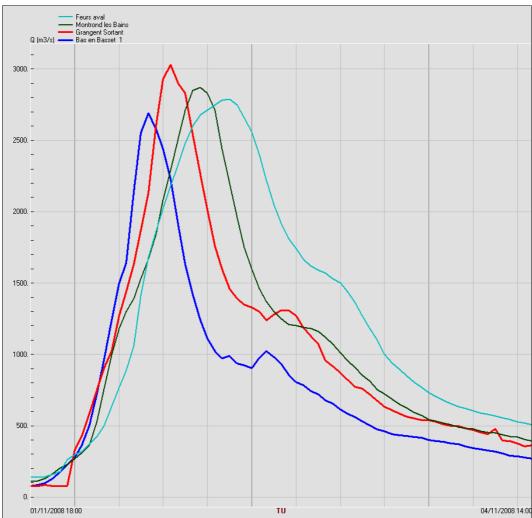
| | Do | onnées à la sta | tion de jaugea | ıge | | Données du sous-bassin total | | | |
|----------|----------------------|-----------------|----------------------|--|------|------------------------------|---|----------------------------|--|
| Bassin | Nom | Nom Code Hydro | | Code Hydro Surface BV Débit maxi (m3/s) Spé (m3 | | BV total | Débit spécifique estimé (m3/s/km2) | Débit maxi estimé(m3/s) | |
| Loire | Bas en Basset | K0550010 | 3234 | 2720 m3/s | 0.84 | | | | |
| Semène | Le Crouzet | K0567520 | 134 | env 180 m3/s | 1.34 | 158 km2 | 1.30 | env 200 m3/s | |
| Loire | Grangent Sortant | K0600010 | 3850 | 3100 m3/s | 0.81 | | | | |
| Furan | Andrézieux sur Furan | K0614010 | 178 | env 200 m3/s | 1.12 | env 180 km2 | 1.10 | env 200 m3/s | |
| Bonson | Le Bled | K0624510 | 104 | | | 137 km2 | 1.20 | env 150 m3/s | |
| Mare | Vérines | K0643110 | 95 | env 150 m3/s | 1.58 | 250 km2 | 1.20 | env 300 m3/s | |
| La Coise | La Rajasse | K0663310 | 61 | env 66 m3/s | 1.08 | 350 km2 | 0.80 | env 250 m3/s | |
| Loire | Montrond les Bains | K0690010 | 4832 | | | | | | |
| Loire | Feurs amont | K0700020 | 4978 | 2920 m3/s | 0.59 | | | | |
| | | | Total bassins jaugés | | | 1075 km2 | 1.02 | env 1100 m3/s | |
| | | | Ва | ıssin non jauç | jés | 669 km2 | 1.02 | env 680 m3/s | |

La pointe de crue des affluents est passée une dizaine d'heure avant le passage de la pointe de crue de la Loire et il n'y a pas eu d'augmentation sensible du débit de pointe. Au contraire, ce débit de pointe a diminué entre Grangent (3100 m3/s sortant au plus fort de la crue) et Feurs (2920 m3/s) compte tenu de l'étalement de la crue dans la plaine du Forez.



En volume, on constate un accroissement significatif entre Bas et Feurs qui traduit bien l'apport des affluents :





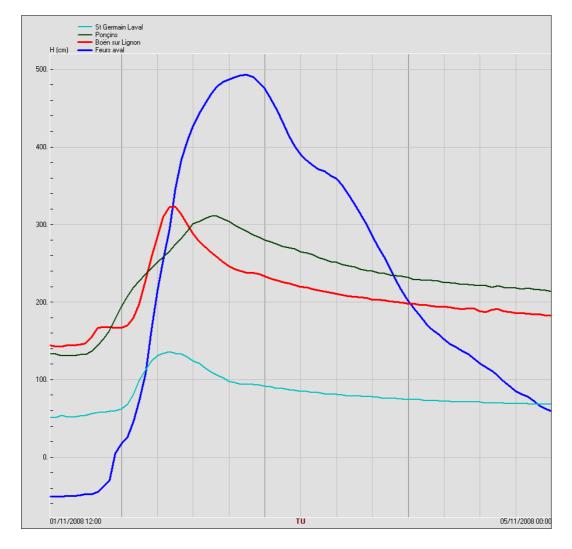
On notera toutefois la très faible augmentation de volume entre Grangent et Montrond, peu cohérente avec les estimations faites sur les apports des affluents intermédiaires. La courbe de tarage à Montrond résulte d'une reconstitution avec l'hydrogramme à Feurs et est donc peut-être sous-estimée.

3.5 Bassin de la Loire de Feurs à Villerest

Les principaux affluents sont le Lignon du Forez (BV 704 km2) et l'Aix (BV 435 km2).

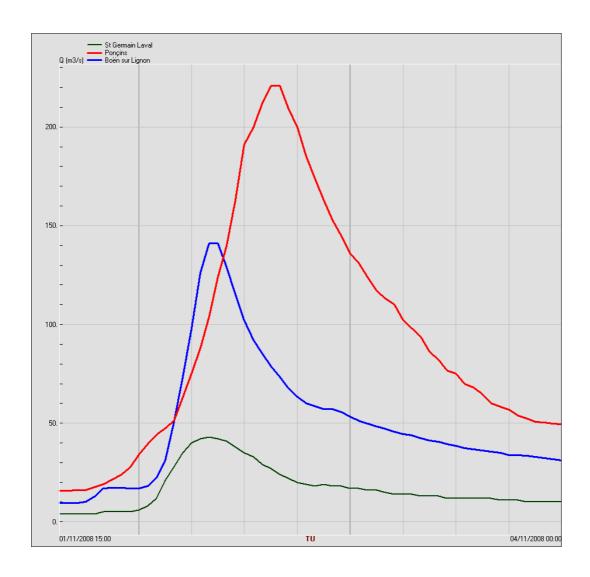
Il s'agit du secteur de la retenue de Villerest.

La pointe de crue des affluents est passée avant la pointe de crue de la Loire. Le temps de propagation de la crue du Lignon entre Boen et Poncins est de 7 heures.



Les débits spécifiques sont assez faibles, notamment sur l'Aix qui a été peu arrosé (lame d'eau moyenne du 31/10 au 02/11 50 mm conte 81 mm pour le Lignon).

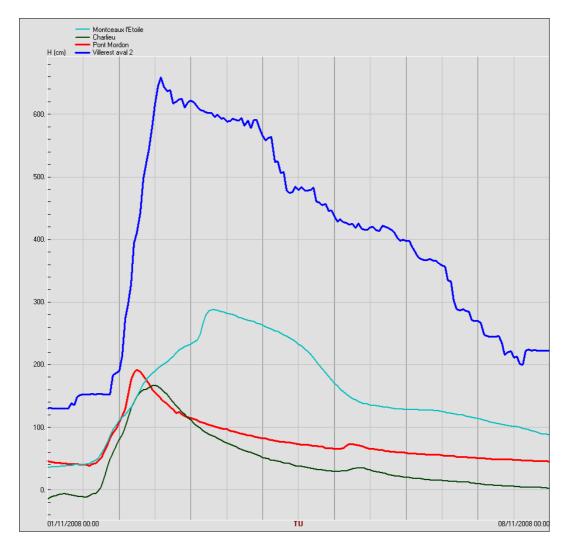
| | Do | Données à la station de jaugeage | | | | | | sin total |
|-----------------|------------------|----------------------------------|------------|----------------------|-----------------------------------|----------|---|----------------------------|
| Bassin | Nom | Code Hydro | Surface BV | Débit maxi (m3/s) | Débit spécifique (m3/s/km2) | BV total | Débit spécifique estimé (m3/s/km2) | Débit maxi estimé(m3/s) |
| Loire | Feurs amont | K0700020 | 4978 | 2920 m3/s | 0.59 | | | |
| Loire | Feurs aval | K0700010 | 4978 | | | | | |
| Lignon du Forez | Boën sur Lignon | K0753210 | 371 | env 140 m3/s | 0.38 | | | |
| Lignon du Forez | Ponçins | K0783220 | 666 | 250 m3/s | 0.38 | 704 km2 | 0.38 | 260 m3/s |
| Aix | St Germain Laval | K0813020 | 193 | 43 m3/s | 0.22 | 435 km2 | 0.20 | 90 m3/s |



3.6 Bassin de la Loire de Villerest à Digoin

Les principaux affluents sont situés en rive droite : le Rhins (BV 456 km2), le Sornin (BV 504 km2) et l'Arconce (BV 621 km2).

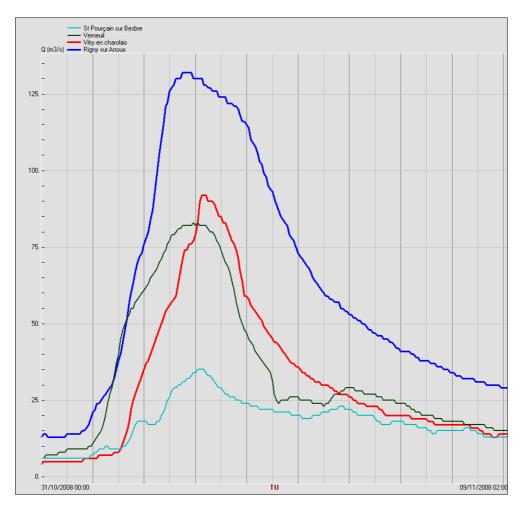
Les pointes de crue du Rhins et du Sornin sont assez concomitantes avec celle de la Loire à Villerest aval , fortement écrêtée par le barrage.



Les débits sont faibles sauf sur le Rhins qui connaît une crue de période de retour 20 ans.

| | D | onnées à la st | Donnée | s du sous-bas | sin total | | | |
|--------------------|---------|----------------|------------|----------------------|-----------------------------------|----------|---|----------------------------|
| Bassin | Nom | Code Hydro | Surface BV | Débit maxi (m3/s) | Débit spécifique (m3/s/km2) | BV total | Débit spécifique estimé (m3/s/km2) | Débit maxi estimé(m3/s) |
| Villerest | Loire | K0910020 | 6585 | 1700 m3/s | | | | |
| Pont Mordon | Rhins | K0983010 | 427 | env 175 m3/s | 0.41 | 456 km2 | 0.4 | 180 m3/s |
| Charlieu | Sornin | K1063020 | 457 | 100 m3/s | 0.22 | 504 km2 | 0.22 | 110 m3/s |
| Montceaux l'Etoile | Arconce | K1173210 | 599 | 63 m3/s | 0.11 | 621 km2 | 0.11 | 70 m3/s |
| Digoin | Loire | K1180010 | 9315 | 1850 m3/s | | | | |

3.7 Bassin de la Loire de Digoin à Nevers

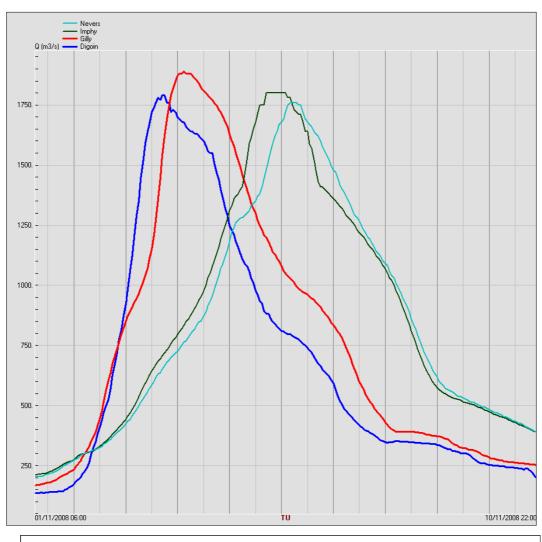


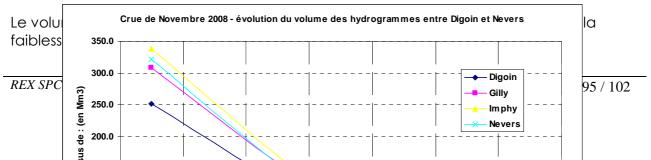
Les principaux affluents sont :

- en rive droite: l'Arroux (BV 3237 km2) et l'Aron (BV 1736 km2)
- en rive gauche la Besbre (BV 744 km²)

Ces affluents n'ont connu que des crues insignifiantes.

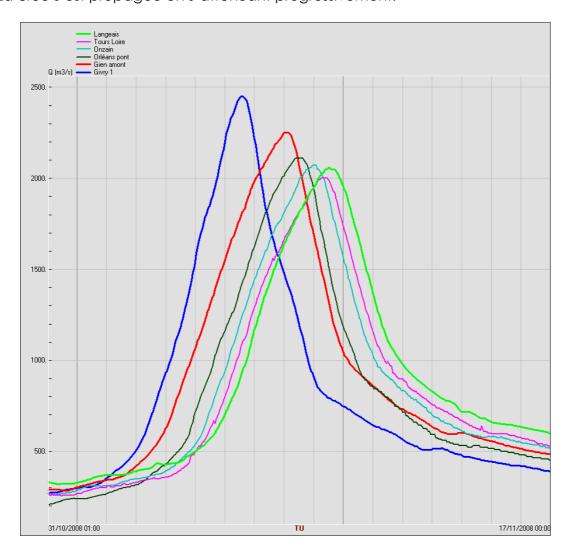
| | Données à la station de jaugeage | | | | | | Données du sous-bassin total | | | |
|---------------------------|----------------------------------|------------|------------|----------------------|-----------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------|--|--|
| Bassin | Nom | Code Hydro | Surface BV | Débit maxi (m3/s) | Débit spécifique (m3/s/km2) | BV total | Débit spécifique estimé | Débit maxi estimé(m3/s) | | |
| Digoin | Loire | K1180010 | 9315 | 1850 m3/s | | | | | | |
| Rigny sur Arroux | Arroux | K1341810 | 2277 | 115 m3/s | 0.05 | 2328 km2 | 0.05 | 120 m3/s | | |
| Vitry en charolais | Bourbince | K1383010 | 819 | 90 m3/s | 0.11 | 896 km2 | 0.1 | 90 m3/s | | |
| Gilly | Loire | K1440010 | 13007 | 1890 m3/s | | | | | | |
| Saint Pourçain sur Besbre | Besbre | K1563020 | 710 | 35 m3/s | 0.05 | 744 km2 | 0.05 | 40 m3/s | | |
| Verneuil | Aron | K1773010 | 1465 | 83 m3/s | 0.06 | 1736 km2 | 0.05 | 90 m3/s | | |
| Imphy | Loire | K1900010 | 17390 | 1800 m3/s | | | | | | |
| Nevers | Loire | K1930020 | 17570 | 1800 m3/s | | | | | | |





3.8 Bassin de la Loire de Nevers à Langeais

La crue s'est propagée en s'atténuant progressivement.



L'Allier n'a apporté qu'une contribution assez faible au niveau du confluent avec la Loire.

4 CONCLUSION

La crue qui a débuté le 1^{er} Novembre 2008 a principalement affecté le bassin de la Loire à l'amont du barrage de Villerest. Sur ce bassin, cette crue est souvent la plus forte observée depuis celle de septembre 1980.

Elle est assez comparable sur la Loire et ses affluents à l'amont du Puy en Velay à celle de novembre 1996, mais les pluies ont eu en 2008 une extension à l'aval plus importante et ont affecté, en rive gauche de la Loire, les bassins de la Borne, de l'Arzon, de l'Ance du Nord, de la Mare et du Bonson et en rive droite ceux de la Sumène, du Lignon, de la Dunières, de la Semène, du Furan et de la Coise pour ne citer que les principaux.

De ce fait, elle a dépassé à Bas en Basset toutes les crues depuis septembre 1980 et s'est approchée de cette crue au niveau du barrage de Grangent.

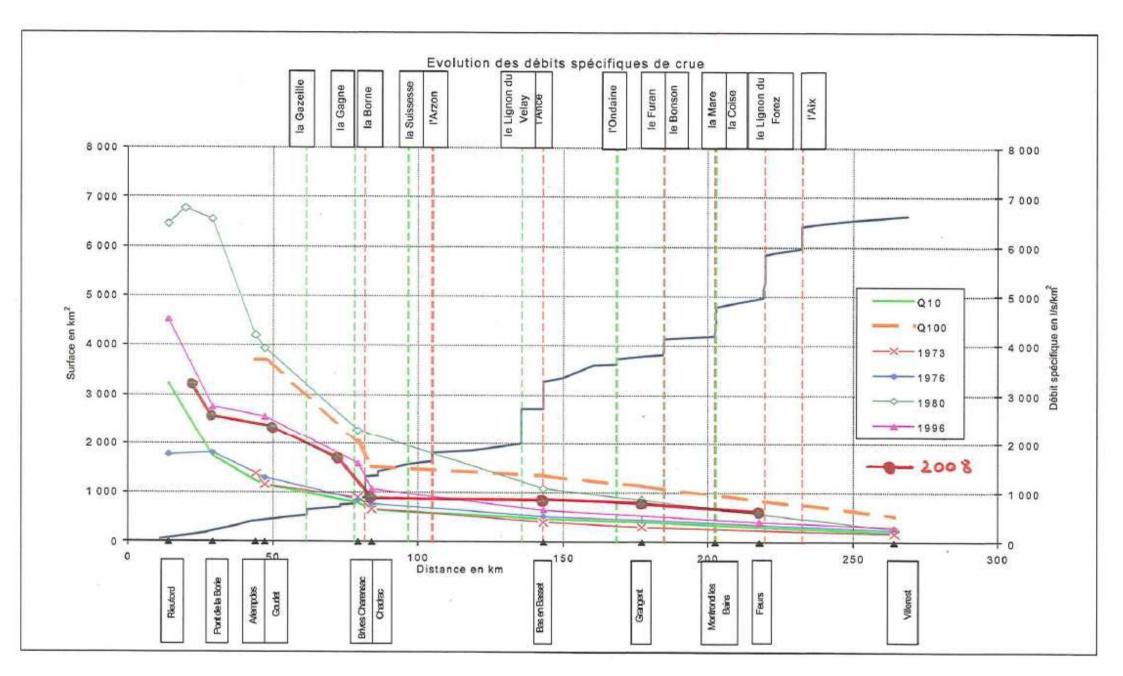
Plus à l'aval, à la sortie de la plaine du Forez, cette crue a dépassé celle de septembre 1980 à Feurs et serait ainsi la plus forte depuis celle d'octobre 1907.

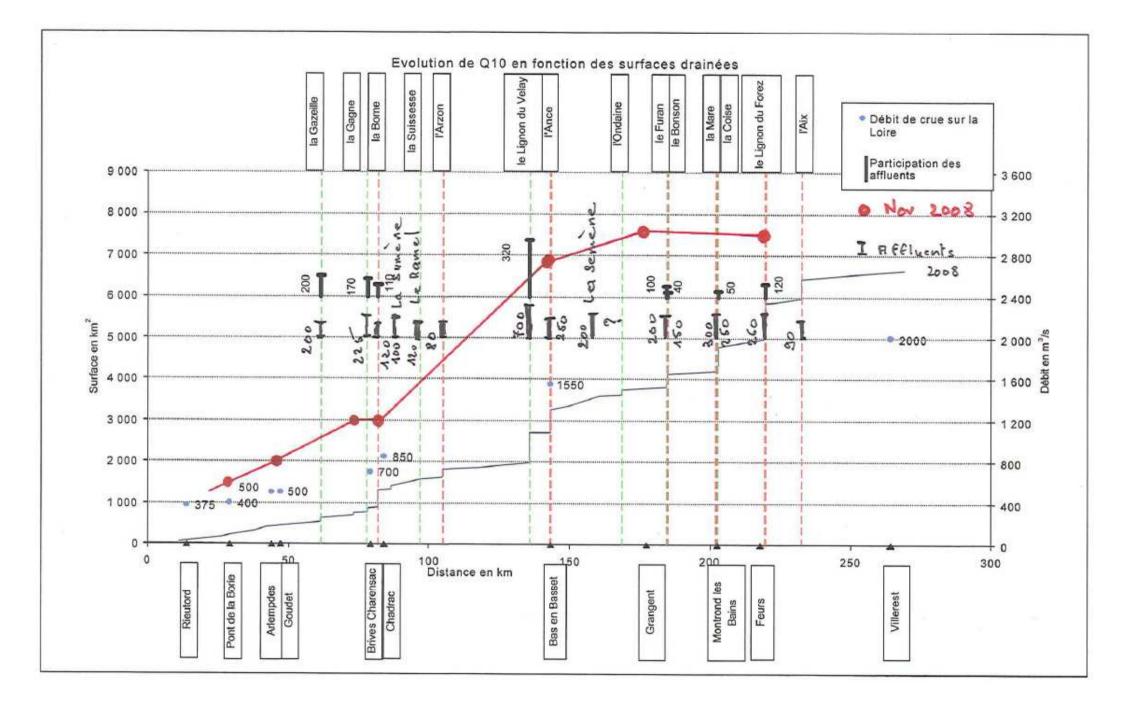
Compte tenu de l'ampleur de cette crue, il est difficile de lui attribuer des valeurs de débit précises et a fortiori, de lui attribuer une période de retour. Sur de nombreuses stations, il s'agit de la plus forte crue observée depuis sa création. Elle est globalement d'occurrence 50 ans sur la Loire et ses affluents à l'amont du barrage de Villerest.

Les tableaux et graphiques ci après récapitulent :

- l'estimation des débits spécifiques et des apports maximaux sur la Loire et ses affluents à l'amont du barrage de Villerest.
- l'évolution des débits spécifiques de crue de la source de la Loire au barrage de Villerest
- l'évolution du débit de pointe sur la Loire et l'estimation du débit maximal des apports des affluents

| | | Données à la station de jaugeage | | | | Données du sous-bassin total | | | |
|-----------------|-------------------------|----------------------------------|------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------|---|----------------------------|--|
| Bassin | Nom | Code Hydro | Surface BV | Débit maxi (m3/s) | Débit spécifique (m3/s/km2) | BV total | Débit spécifique estimé (m3/s/km2) | Débit maxi estimé(m3/s) | |
| Loire | Rieutord | K0010010 | 62 | 290 m3/s | 4.67 | | | | |
| Loire | La Palisse barrage | K0010020 | 130 | env 420 m3/s | 3.20 | | | | |
| Loire | Pont de la Borie | K0030020 | 229 | 600 m3/s | 2.60 | | | | |
| Loire | Goudet | K0100020 | 432 | env 1000 m3/s | 2.30 | | | | |
| Gazeille | La Besseyre Haute | K0114020 | 51 | 113 m3/s | 2.20 | 102 km2 | 2.00 | 200 m3/s | |
| Loire | Coubon | K0120020 | 732 | env 1200 m3/s | 1.63 | | | | |
| Gagne | Les Pandraux | K0214010 | 107 | | | 113 km2 | 2.00 | 225 m3/s | |
| Borne | La Rochelambert | K0243010 | 156 | 74 m3/s | 0.47 | | | | |
| Borne | Espaly | K0253020 | 375 | 120 m3/s | 0.32 | 375 km2 | 0.32 | 120 m3/s | |
| Dolaison | Vals près le Puy | K0258010 | 50 | 38 m3/s | 0.76 | 60 km2 | 0.75 | 45 m3/s | |
| Loire | Chadrac Pont | K0260020 | 1310 | env 1200 m3/s | 0.91 | | | | |
| Sumène | Blavozy | K0274010 | 55 | | | env 60 km2 | 1.50 à 2.00 | 90 à 120 m3/s | |
| Arzon | Vorey | K0333010 | 156 | 72.7 m3/s | 0.47 | 170 km2 | 0.47 | 80 m3/s | |
| Ance du Nord | Sauvessanges | K0513010 | 189 | 45 m3/s | 0.24 | | | | |
| Ance du Nord | Laprat | K0523010 | 354 | 160 m3/s | 0.45 | 551 km2 | 0.45 | env. 250 m3/s | |
| Lignon du Velay | Chambon sur lignon | K0403010 | 139 | 215 m3/s | 1.55 | 475 km2 (hors Dunières) | 1.00 | env 500 m3/s | |
| Dunières | Vaubarlet | K0454010 | 228 | env 200 m3/s | 0.87 | 235 km2 | 0.85 | env 200 m3/s | |
| Loire | Bas en Basset | K0550010 | 3234 | 2720 m3/s | 0.84 | 3234 km2 | 0.84 | 2720 m3/s | |
| Semène | Le Crouzet | K0567520 | 134 | env 180 m3/s | 1.34 | 158 km2 | 1.30 | env 200 m3/s | |
| Loire | Grangent Sortant | K0600010 | 3850 | 3100 m3/s | 0.81 | | | | |
| Furan | Andrézieux sur Furan | K0614010 | 178 | env 200 m3/s | 1.12 | env 180 km2 | 1.10 | env 200 m3/s | |
| Bonson | Le Bled | K0624510 | 104 | 110 à 140 m3/s | 1.0 à 1.35 | 137 km2 | 1.20 | env 150 m3/s | |
| Mare | Vérines | K0643110 | 95 | env 150 m3/s | 1.58 | 250 km2 | 1.20 | env 300 m3/s | |
| La Coise | La Rajasse | K0663310 | 61 | env 66 m3/s | 1.08 | 350 km2 | 0.80 | env 250 m3/s | |
| Loire | Feurs amont | K0700020 | 4978 | 2920 m3/s | 0.59 | | | | |
| Lignon du Forez | Boën sur Lignon | K0753210 | 371 | env 140 m3/s | 0.38 | | | | |
| Lignon du Forez | Ponçins | K0783220 | 666 | 250 m3/s | 0.38 | 704 km2 | 0.38 | 260 m3/s | |
| Aix | St Germain Laval | K0813020 | 193 | 43 m3/s | 0.22 | 435 km2 | 0.20 | 90 m3/s | |





Le barrage de Villerest a très fortement écrêté cette crue, ramenant son débit maximal de 3100 m3/s environ à 1700 m3/s.

En Loire bourguignonne, cette crue fortement réduite par Villerest, a atteint des niveaux très comparables à celle de décembre 2003 entre Villerest et Digoin.

Contrairement à celle-ci, il n'y a pas eu de crue simultanée des affluents du Morvan et la crue s'est fortement atténuée le long de la vallée inondable entre Digoin et Nevers. A Nevers, la crue a été inférieure de 30 cm à celle de décembre 2003.

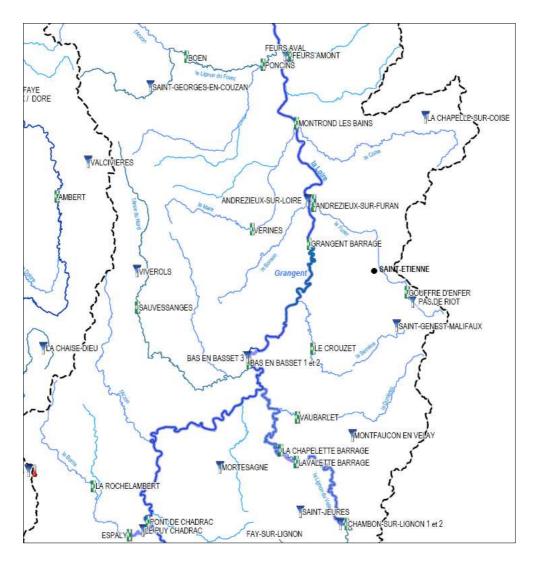
L'Allier a connu une très forte crue à son extrémité amont mais il n'y a pas eu de contribution des affluents à l'aval. La crue de l'Allier s'est ainsi très fortement atténuée pour n'atteindre qu'un débit maximal de l'ordre de 850 m3/s à Moulins. Au confluent de la Loire et de l'Allier, le maximum à Givry n'a été que de 2400 m3/s.

La propagation en Loire moyenne a été marquée par une atténuation continue du débit jusqu'à Tours et une vitesse de propagation très faible.

| | Crue de décembre 2003 | | | | Crue de novembre 2008 | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------|-------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-------------------------|--|
| | cote | débit | date | temps de propagation | cote | débit | date | temps de propagation | |
| Nevers | 3.86 m | 2180 m3/s | 05-déc | NO | 3.55 m | 1800 m3/s | 6/11 à 5 h | 0.6 | |
| Givry | 4.90 m | 3400 m3/s | 7/12 à 0 h | NC 20 heures | 3.75 m | 2400 m3/s | 6/11 de 13 à 15 h | 9 heures 33 heures | |
| Chatillon sur Loire | 4.96 m | | 7/12 à 20 h | 4 heures | 3.68 m | | 7/11 de 22 à 0 h | 4 heures | |
| Gien | 5.05 m | 3300 m3/s | 8/12 à 0 h | 20 heures | 4.01 m | 2320 m3/s | 8/11 de 2 à 3 h | 10 heures | |
| Orléans | 3.75 m | 3250 m3/s | 8/12 à 20 h | 12 heures | 2.46 m | 2120 m3/s | 8/11 de 11 à 14 h | 9 heures | |
| Blois | 3.78 m | 3050 m3/s | 9/12 à 8 h | 12 heures | 2.38 m | 2030 m3/s | 8/11 de 20 à 23 h | 15 heures | |
| Tours | 3.40 m | 3050 m3/s | 9/12 à 20 h | | | 2000 m3/s | 9/11 de 12 à 13 h | | |

Du point de vue de la connaissance hydrologique du bassin, cette crue a mis en évidence les points particuliers suivants :

- la nécessité d'extrapoler les courbes de tarage. Cette extrapolation devrait s'appuyer sur des relevés topographiques au droit des stations et sur une analyse des débits spécifiques par sous-bassins
- l'importance des apports de la Loire entre Chadrac et Bas-en-Basset : cette partie du bassin est actuellement sous-équipée au niveau du réseau Cristal, tant au niveau limnigraphique que pluviographique (sur la rive gauche). Il est proposé de réaliser en priorité l'intégration dans le réseau Cristal des stations de Vorey sur l'Arzon et de Laprat sur l'Ance du Nord et de rechercher un site pour la création d'une station sur le Ramel. Il est proposé d'étudier l'automatisation des postes pluviométriques Météofrance de Tiranges et de Chomelix (actuellement postes manuels type 4).



- l'importance des apports entre Grangent et Feurs : les stations de jaugeages situées sur les affluents dans ce secteur ne contrôlent que 24% du bassin versant intermédiaire. Il est proposé en priorité la remise en service de la station de Moulin Brulé sur la Coise.
- de nombreux jaugeages réalisés durant la crue ont permis de prolonger des courbes de tarage, parfois de façon spectaculaire. En général, les jaugeages réalisés sur la Loire (à Chadrac, Feurs, Villerest et Digoin) confirment les courbes antérieures et les jaugeages réalisés durant la crue de décembre 2003.
- l'analyse des périodes de retour des crues sera à reprendre pour de nombreuses stations suite à la modification de la partie haute de la courbe de tarage. Par ailleurs, la connaissance des périodes de retour pour les crues de fréquence rare (supérieure à 20 ou 50 ans) devrait être complétée par la mise en œuvre d'autres ajustements que ceux disponibles dans la banque Hydro (loi de Gumbel).