

Sommaire

1. - METHODOLOGIE D'ANALYSE PLUVIOMETRIQUE DES CRUES PASSES	150
1.1 - PRESENTATION	150
1.2 - CHOIX DES PLUVIOMETRES D'ETUDES	150
1.2.1 - Isohyètes annuels	150
1.2.2 - Pluviomètres retenus	150
1.3 - ANALYSE PLUVIOMETRIQUE PAR EVENEMENT	151
1.4 - ANALYSE DE LA TEMPERATURE ET DE L'OCCURRENCE DE NEIGE	154
2. - DEBITS DE CRUE DE REFERENCE	155
2.1 - ESTIMATION DES DEBITS DECENNAUX, VICENNAUX ET CINQUANTENNAUX	155
2.2 - ESTIMATION DES DEBITS DE TEMPS DE RETOUR PLUS ELEVES	157
2.3 - EVENEMENTS HISTORIQUES ET PERIODES DE RETOUR CORRESPONDANTES	159
3. - DESCRIPTION DES CRUES PASSES ET PREMIERS COMMENTAIRES	163
3.1 - SOURCES DES DONNEES	163
3.2 - CRUE DE JANVIER 1961	165
3.3 - CRUE D'AVRIL 1983	166
3.4 - CRUE DE JANVIER 1993	167
3.5 - CRUE DE JANVIER 1995	167
3.6 - CRUE DE DECEMBRE 1999	169
3.7 - CRUE DE JANVIER 2001	169
3.8 - CRUE DE JANVIER 2004	170
4. - ANALYSE DES DIFFERENTS PARAMETRES DU BASSIN DU LOIR	172
4.1 - EVOLUTION DE LA MASSE PLUVIEUSE	172
4.2 - GEL ET NEIGE	172
4.3 - ANALYSE DES VOLUMES DE CRUE	173
4.3.1 - Estimation des volumes	173
4.3.2 - Evolution des volumes dans le bassin du Loir	175
4.3.3 - Conclusion	176
4.4 - COMPARAISON DES VOLUMES DE CRUE	176
4.5 - VITESSE DE MONTEE ET DE DESCENTE AUX STATIONS	179
4.6 - ANALYSE DES TEMPS DE PROPAGATION APPARENTS	181
4.7 - HORLOGE DES CRUES	182
4.7.1 - Au niveau du bassin versant du Loir	182
4.7.2 - Au niveau des BVA	182

1. - Méthodologie d'analyse pluviométrique des crues passées

1.1 - Présentation

L'analyse pluviométrique présentée dans la suite est issue de l'étude de Cohérence du Bassin de la Maine. Elle a pour objet :

- de caractériser chacune des crues de références,
- de servir de base à l'analyse du fonctionnement hydrologique du bassin.

Le bassin du Loir, orienté sur un axe est-ouest, est largement ouvert à l'influence océanique qui conditionne presque entièrement la pluviométrie et les températures moyennes douces avec des écarts peu accusés.

Les collines du Perche sont les plus arrosées du bassin versant du Loir avec 800 mm de moyenne annuelle à Authon-du-Perche. La Beauce, secteur le plus à l'Est du bassin, est la partie la moins arrosée avec une moyenne annuelle de 625 mm à la Bourdinière-St-Loup et à Orléans. Sur le reste du bassin versant du Loir, la pluviométrie annuelle moyenne varie entre 650 mm et 700 mm.

La méthodologie présentée ici est celle utilisée pour analyser les crues de références détaillées dans le rapport de phase 2.

1.2 - Choix des pluviomètres d'études

1.2.1 - Isohyètes annuels

Les cumuls annuels des hauteurs de précipitations sur le bassin versant (période de 1971-2000) ont été recueillis auprès de METEOFRACTANCE. Ces informations sont reportées graphiquement sur la carte de la Carte 2 présentée page 153.

Il apparaît, que les cumuls annuels des précipitations sur le bassin versant du Loir sont plutôt homogènes. Les cumuls sont globalement compris entre 650 et 750 mm sur les deux tiers ouest du bassin. A l'est, au niveau de la Beauce, ils sont plus faibles, entre 550 et 650 mm. Ponctuellement, au niveau des collines du Perche, ils peuvent dépasser les 800 mm.

1.2.2 - Pluviomètres retenus

Afin de représenter au mieux la pluviométrie ayant généré une crue, le choix des pluviomètres à retenir a été fait en fonction du gradient pluviométrique fourni par la carte des cumuls annuels. La densité des pluviomètres retenus est d'autant plus forte que le gradient pluviométrique est élevé. A noter également que la bonne représentation des épisodes orageux, localisés, nécessite une couverture du réseau de pluviomètres suffisamment dense.

Dans le bassin du Loir, il a ainsi été choisi, pour chacune des crues d'études, 15 postes pluviométriques (incluant le poste de Bouloire à proximité, dans le bassin de la Sarthe), pouvant fournir les valeurs de pluie pour une crue donnée. Ces valeurs de pluie pour chaque crue doivent correspondre à l'épisode intense pluvieux qui a engendré l'hydrogramme de la crue (l'épisode intense est choisi quelques jours avant le début de la montée en débit afin de tenir compte du temps de réponse du bassin). Les postes pluviométriques n'ayant pas tous la même période de fonctionnement, deux pluviomètres supplémentaires ont été utilisés sur le bassin du Loir afin de pallier les lacunes, et de disposer pour chaque crue du même nombre de données.

La carte de la Carte 1 permet de localiser les pluviomètres choisis pour les crues d'étude.

La liste des pluviomètres retenus est présentée dans le tableau ci-dessous.

code station	Ville
28018001	AUTHON-DU-PERCHE (AUTHON)
28048001	LA BOURDINIÈRE-SAINT-LOUP (LA BOURDINIÈRE)
28061001	BROU
28198001	JALLANS (CHATEAUDUN)
37170001	NEUVY-LE-ROI
37231001	SAINT-PATERNE-RACAN (ST-PATERNE)
41075002	DROUE (DROUE -MERILLON)
41269001	VENDOME
45055001	BRICY (ORLEANS)
49127001	DURTAL
72042001	BOULOIRE
72143001	LE GRAND-LUCE (LE GRAND LUCE)
72182001	MANSIGNE
72269001	SAINT-CALAIS (ST CALAIS)
72272001	SAINTE-CEROTTE (SAINTE CEROTTE)

1.3 - Analyse pluviométrique par événement

Pour chaque événement étudié, une triple analyse a été effectuée :

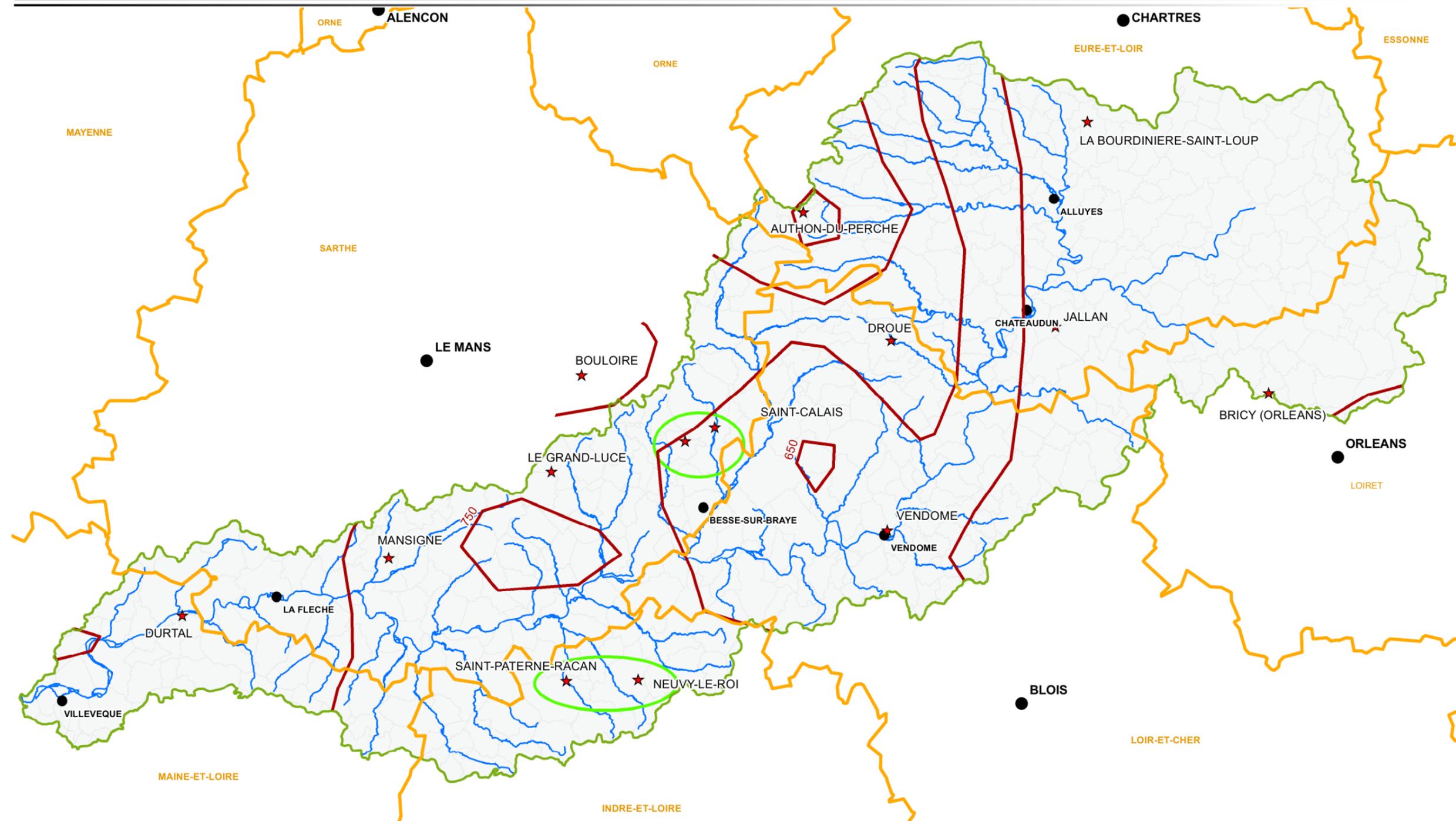
Analyse de la période préparatoire :

Analyse de la pluviométrie depuis le début de l'année hydrologique (septembre) jusqu'au mois précédant la crue. (Exemple : Si l'événement se produit en février, la période préparatoire se situe du 1^{er} septembre jusqu'au 31 janvier).

Cette analyse repose sur la comparaison de la pluviométrie mensuelle effectivement tombée par rapport aux moyennes interannuelles calculées par Météo France.

CUMUL ANNUEL DES HAUTEURS DE PRÉCIPITATIONS

ETUDE GLOBALE DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION
DANS LE BASSIN VERSANT DU LOIR



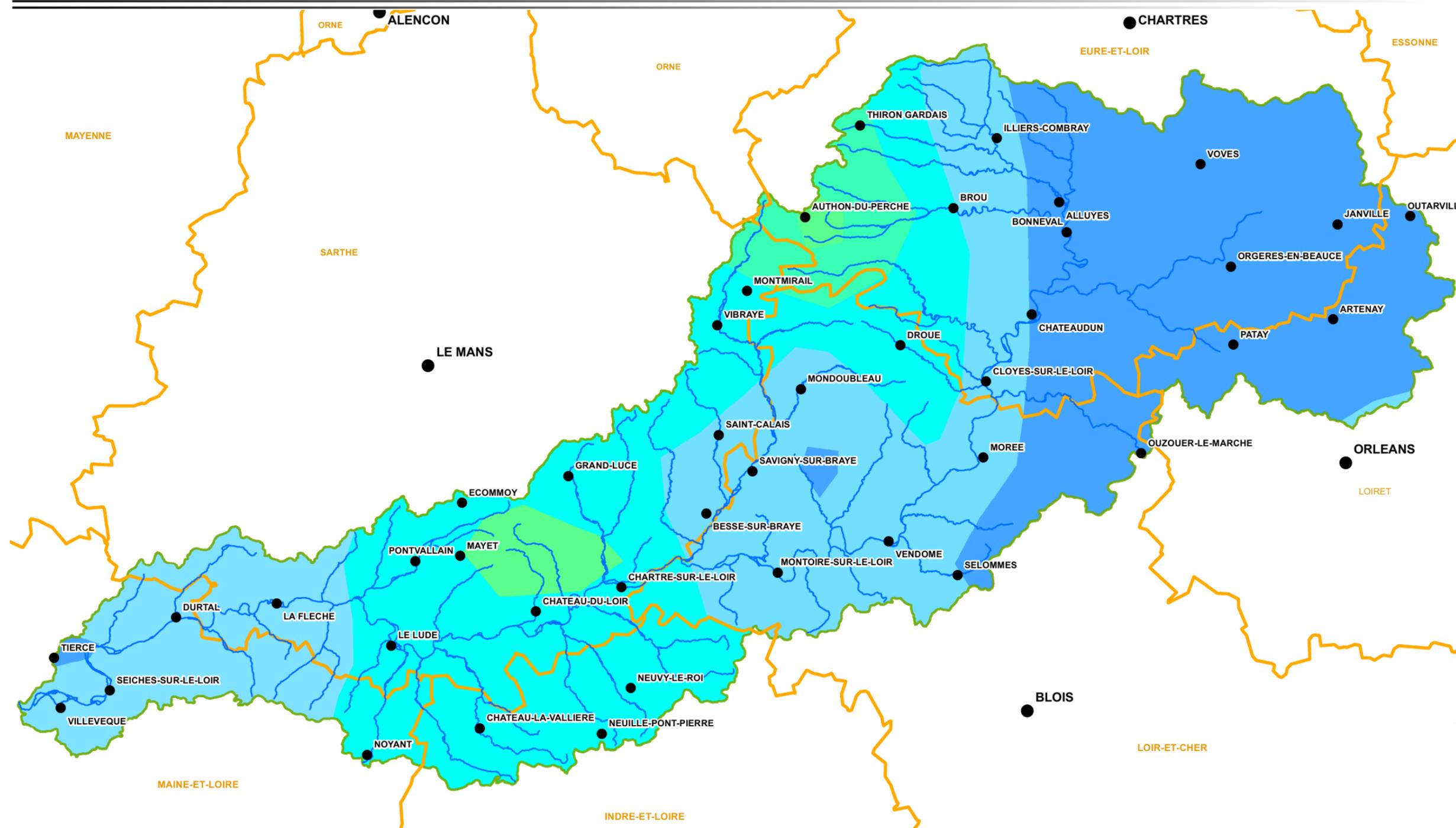
★ Pluviomètre choisi	~ Cours d'eau	~ Limite communale
🟩 Zone localisant les pluviomètres venant en remplacement	● Villes principales	🟡 Limite départementale
— Isohyète moyen annuel (mm) (période 1971-2000)	● Préfecture	🟢 Bassin versant du Loir

Sources : Météo France, Hydratec, Asconit 2011

Carte 1. Localisation des pluviomètres utilisés sur le bassin du Loir

CUMUL ANNUEL DES HAUTEURS DE PRÉCIPITATIONS

ETUDE GLOBALE DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION
DANS LE BASSIN VERSANT DU LOIR



<p>Cumul annuel des précipitations (mm)</p> <p>1000 950 900 850 800 750 700 650 600 550</p> <p>Cumul annuel des hauteurs de précipitations moyenné sur la période 1971-2000)</p>	<p>— Cours d'eau</p> <p>● Villes principales</p> <p>● Préfecture</p>	<p>— Limite départementale</p> <p>— Bassin versant du Loir</p>	<p>Sources : Météo France, Hydratec, Asconit 2011</p>
--	--	--	---

Carte 2. Cumul annuel des hauteurs de précipitation

Une carte a alors été élaborée pour chaque événement étudié. Sur cette carte, sont présentées les courbes iso du pourcentage d'écart par rapport à la moyenne :

$$\text{Pourcentage}_{\text{écart à la moyenne}_{\text{période préparatoire}}} = \left(\frac{\text{cumul pluviométrique écoulé}}{\text{moyenne cumulée}} - 1 \right) * 100$$

Avec : cumul pluviométrique écoulé = somme des précipitations sur la période préparatoire représentant x mois.

Moyenne cumulée = somme des moyennes mensuelles (effectuées sur la période de fonctionnement de la station) sur les x mois.

Analyse de la période intense :

Analyse de la pluviométrie sur l'épisode intense (de l'ordre de quelques jours à quelques dizaines de jours) ayant généré la crue. La détermination de l'épisode intense est basée sur l'observation des hydrogrammes de crue sur les principaux axes d'écoulement du bassin, on choisit arbitrairement 2 - 3 jours avant le début de la montée en débit. Sur la période intense retenue, des courbes isohyètes sont établies et reportées graphiquement sous forme de carte.

Analyse du mois précédent la période intense :

Analyse de la pluviométrie sur le mois précédent l'épisode intense (à partir des données pluviométriques journalières).

Pour chaque crue d'étude, il est présenté en annexe 2 :

- une carte correspondant à l'analyse de la période préparatoire,
- une ou plusieurs carte(s) correspondant à l'analyse de la période intense,
- une carte correspondant à l'analyse de la pluviométrie mensuelle avant l'épisode intense.

La pluviométrie journalière aux environs de la période intense est présentée en annexe 3 pour 5 stations pluviométriques réparties sur le bassin du Loir, pour les événements étudiés.

L'analyse pluviométrique de chaque événement étudié est présentée au chapitre 3. -.

1.4 - Analyse de la température et de l'occurrence de neige

Les données de températures minimales et maximales journalières, ainsi que l'occurrence de neige avaient été recueillies auprès de Météo-France pour 4 postes pluviométriques (permettant d'avoir une vision globale sur le bassin de la Maine) lors de l'étude de cohérence pour les crues d'étude. Deux sont intéressantes ici, ce sont les postes de :

- Châteaudun (28198001), situé dans le bassin du Loir,
- Le Mans (72181001), peu éloigné du bassin du Loir.

Le « TN » correspond à la température minimale journalière exprimée en degré Celsius et dixièmes. Le « TX » correspond à la température maximale journalière exprimée en degré Celsius et dixièmes. L'occurrence de neige est exprimée par 1 (jour avec chute de neige) ou par 0 (jour sans chute de neige).

2. - Débits de crue de référence

2.1 - Estimation des débits décennaux, vicennaux et cinquantiennaux

La loi de Gumbel est couramment utilisée pour l'étude des valeurs « extrêmes » telles que maxima ou minima d'un échantillon de données. Nous avons jugé que la loi de Gumbel était suffisante et nous n'avons pas utilisé la loi de Galton (alors que dans l'étude « 3P » les deux lois ont été utilisées). Les ajustements des débits de pointe au droit des différentes stations avec la loi de Gumbel sont présentés dans le tableau 1.

A noter que l'extrapolation au-delà de deux fois la durée des observations n'est en général pas conseillée. Les nombres d'années utilisées pour réaliser les ajustements sont indiqués dans le tableau 1. Certaines mesures n'étant pas validées, le nombre d'années disponibles pour l'ajustement est parfois inférieur à la période annoncée comme étant disponible. Ainsi, l'ajustement à la station de Port-Gautier sur le Loir donne des débits caractéristiques plus forts qu'à la station de Durtal située plus en aval, ce qui est anormal. En effet, la période d'observation de la station de Port-Gautier est de 15 ans et seules 6 valeurs ont été utilisées pour réaliser l'ajustement, alors que celle de la station de Durtal est de 43 ans. L'ajustement à la station de Port-Gautier n'est donc pas valide et ne figure pas dans le tableau.

Remarques concernant les débits :

Dans la Banque Hydro, les dates sont connues avec la précision de la minute. Cela implique les conséquences suivantes :

- 1- Dans la table hauteur-temps, « H = 145 mm, T = 12 mai 1999 14h32 » signifie que la Banque Hydro considère que le cours d'eau connaît une hauteur d'eau de 145 mm le 12 mai 1999 entre 14 heures 32 minutes 0 secondes et 14 heures 32 minutes et 59 secondes.
- 2- Dans la Banque Hydro, les débits instantanés sont connus avec la précision de la minute. Ces débits (par exemple ceux affichés dans QTVAR, traitement qui permet de tracer des hydrogrammes) sont calculés à partir de la hauteur affichée pour une minute donnée et de la courbe de tarage valide pour cette même minute.
- 3- Les débits journaliers sont calculés en faisant la moyenne de tous les débits instantanés compris entre 00 :00 (début de la journée) et 24 :00 (c'est-à-dire 00 :00 le lendemain). Il faut donc que le logiciel Hydro puisse connaître les 1441 débits correspondant aux 1440 minutes de la journée + la première minute de la journée suivante (même s'il ne les utilise pas explicitement, parce que l'algorithme de calcul le lui permet).
- 4- Pour les courbes de tarage, les dates sont connues avec la précision de la minute. La période de validité est l'ensemble des minutes pour lesquelles cette courbe de tarage est applicable.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des ajustements des débits caractéristiques instantanés à la loi de Gumbel aux principales stations du bassin du Loir

Stations hydrométriques	Surface (km ²)	Période disponible	Nb années utilisées	Loi de GUMBEL											
				Q _{2ans} (m ³ /s)		Q _{5ans} (m ³ /s)		Q _{10ans} (m ³ /s)		Q _{20ans} (m ³ /s)		Q _{50ans} (m ³ /s)			
				Valeur	Intervalle de confiance à 95%	Valeur	Intervalle de confiance à 95%	Valeur	Intervalle de confiance à 95%	Valeur	Intervalle de confiance à 95%	Valeur	Intervalle de confiance à 95%		
Trizay (l'Ozanne)	268	1975-2010	35	32	(28 - 38)	48	(42 - 58)	58	(51 - 73)	68	(59.3 - 84.8)	81	(70 - 100)		
St-Maur (le Loir)	1160	1969-2010	33	53	(44 - 65)	86	(74 - 110)	108	(92 - 140)	129	(108.6 - 170.5)	156	(130 - 210)		
Vallainville (la Conie)	510	1969-1985	13	4	(2.9 - 5.6)	6.1	(4.9 - 9.4)	7.4	(6 - 12)	8.7	(7.2 - 13)				
St-Calais (l'Aigre)	276	1970-2010	23	4	(2.9 - 4.8)	6	(5 - 8.1)	7	(6.2 - 10)	9	(7.4 - 12.6)	11	(8.9 - 16)		
Villavard (le Loir)	4545	1971-2010	27	94	(78 - 120)	146	(130 - 190)	181	(150 - 240)	214	(176.2 - 287.9)	256	(210 - 350)		
La Caboché (la Braye)	270	1969-2010	40	23	(20 - 26)	32	(29 - 38)	38	(34 - 46)	44	(39.2 - 54.3)	52	(46 - 65)		
L'Yerre à Saint-Hilaire-sur-Yerre	297	1994-2010	17	34	(25 - 46)	53	(43 - 78)	66	(54 - 100)	79	(65 - 120)				
Le Petit Brives (la Veuve)	156	1984-2010	27	13	(11 - 17)	23	(19 - 31)	29	(24 - 40)	35	(28.8 - 48.7)	43	(35 - 60)		
Moulin à Tan (l'Aune)	224	1973-1996	24	8	(6 - 10)	12	(10 - 15)	14	(12 - 19)	17	(13.5 - 23)	20	(16 - 28)		
Durtal (le Loir)	7920	1962-2010	49	170	(150 - 190)	249	(220 - 290)	302	(270 - 360)	353	(313 - 426)	419	(370 - 510)		
St-Pateme Racan (l'Escotais)	67	1969-2010	35	5	(4.3 - 6.5)	9	(7.6 - 11)	11	(9.6 - 15)	14	(11.5 - 18.1)	17	(14 - 22)		

2.2 - Estimation des débits de temps de retour plus élevés

L'extrapolation des débits caractéristiques de périodes de retour plus élevées peut être réalisée à partir de la méthode du Gradex. Celle-ci s'applique à des pas de temps n déduits de l'analyse des rapports des débits de pointe sur les débits moyens en n jours consécutifs (n étant compris entre 1 et 4) et par analyse des hydrogrammes de crues.

L'hypothèse de base de la méthode du Gradex est qu'au-delà d'une certaine quantité de pluie tombée (correspondant à la saturation du bassin versant), tout accroissement des précipitations tend à produire un accroissement du débit proportionnel, c'est-à-dire que tout le volume de pluie qui tombe sur le bassin versant se retrouve par un chemin ou un autre dans la rivière et contribue au volume de la crue. Ainsi, à partir d'une certaine période de retour, la période de retour pivot, la loi des débits peut être extrapolée par une droite de même pente que celle de la loi des pluies.

Cette méthode a cependant des limites. Elle s'applique bien sur des bassins versant ayant des surfaces de l'ordre de 1 000km² ou plus petites, car les hypothèses de saturation sur l'ensemble du bassin sont encore faciles à vérifier, alors qu'il convient de l'utiliser avec prudence pour des bassins versant de grandes surfaces. En effet, plus le bassin est grand, moins il y a de chance qu'il soit saturé en même temps sur toute sa surface. D'autre part, tant que les surfaces sont raisonnables (<1 000 km²), on peut admettre que les coefficients d'abattement (rapport de la pluie moyenne sur la surface à la pluie ponctuelle de même fréquence) sont voisins de 1 et admettre que le gradex des pluies moyennes sur le bassin est égal à la moyenne des gradex ponctuels.

Le nombre de données de débits nécessaire pour une station donnée pour pouvoir utiliser la méthode du Gradex dépend de la période de retour pivot, et ne doit pas être inférieur à la moitié de cette période de retour. Ainsi, si cette dernière est de 20 ans, une dizaine d'années de données est nécessaire.

L'utilisation de la méthode du Gradex suppose une bonne connaissance de l'hydrosystème étudié, notamment pour définir à partir de quelle période de retour pivot, il est légitime de considérer que le sol est saturé.

Lors de l'étude « 3P », l'application de cette méthode et ses limites d'utilisation sur le bassin de la Maine ont fait l'objet de concertations. Considérant la méthode et ses limites satisfaisantes, les hypothèses de l'étude « 3P » et les valeurs de périodes de retour pivot ont été conservées lors de la réalisation de l'étude de cohérence du bassin de la Maine et le sont à nouveau pour la présente étude.

Ainsi, des périodes de retour pivot ont été déterminées au-delà desquelles la méthode du Gradex s'applique. Pour les stations du bassin versant du Loir, la méthode du Gradex est appliquée à partir de la crue cinquantennale. Pour les stations situées à l'aval de la Conie et de l'Aigre (ruisseaux alimentés par les eaux de la nappe de la Beauce, et qui réagissent très peu en crue), la méthode du Gradex est appliquée en ne tenant pas compte du bassin versant de ces deux cours d'eau.

Sont utilisées les valeurs des gradex sur 1, 2 et 4 jours car ce sont les 3 temps de concentration moyens des différentes stations du bassin.

Les gradex sont obtenus à partir des précipitations journalières sur quelques jours consécutifs. Les précipitations observées sur des durées comprises entre 1 et plusieurs jours consécutifs conduisent à l'établissement de courbes « Intensités-Durées-Fréquences » (courbes IDF).

La pente de ces courbes permet d'obtenir le gradex.

Les courbes intensités-durées-fréquences sur le bassin de la Maine ont été acquises auprès de Météo-France en 2006, en particulier au niveau des 3 stations suivantes situées dans le bassin du Loir ou à proximité :

- Le Mans (altitude : 51 m) - statistiques sur la période 1961 - 2005, calculs réalisés avec la loi GEV (loi généralisée des valeurs extrêmes),
- Jallans-Châteaudun (altitude : 126 m) - statistiques sur la période 1970 - 2005, calculs réalisés avec la loi GEV (loi généralisée des valeurs extrêmes),
- Angers (altitude : 50 m) - statistiques sur la période 1963 - 2005, calculs réalisés avec la loi GEV (loi généralisée des valeurs extrêmes),

Pour les calculs faits avec la loi GEV, le gradex est directement fourni par Météo-France. Les résultats obtenus sont synthétisés dans les tableaux suivants. Ce sont les valeurs non grisées, les valeurs grisées étant celles produites lors de l'étude « 3P ».

Tableau 2 : Comparaisons des gradex obtenus lors de l'étude « 3P » et ceux fournis par Météo France

Station	cumul 24 h (mm)				cumul 48 h (mm)				cumul 96 h (mm)			
	10	20	50	100	10	20	50	100	10	20	50	100
Le Mans	49	55	62	68	56	62	71	77	71	79	89	96
	50.1	55.3	61.6	66	59.7	65.5	73.1	78.8	68.7	71.6	74.5	76.1
Jallans-Châteaudun	48	54	63	69	55	61	70	76	65	72	82	89
	50.6	53.8	57	58.8	58	62	66	68	69	72	76	79
Angers	53	59	67	72	65	72	83	90	79	89	101	110
	56.7	65	76.7	86.2	65	72	80	86	80	91	105	118
Gradex	1 jour	2 jours	4 jours									
Le Mans	8.08	8.94	10.64									
	8.4	8.08	9.5									
Jallans-Châteaudun	8.93	8.94	10.2									
	9.3	9.7	11.2									
Angers	8.08	10.64	13.19									
	8.7	9.3	9.8									
Gradex	1 jour	2 jours	4 jours									
Le Mans	8	9	11	} Valeurs arrondies								
	8	8	10									
Jallans-Châteaudun	9	9	10									
	9	10	11									
Angers	8	11	13									
	9	9	11									

Les valeurs de gradex obtenues par Météo-France en 2006 sont sensiblement voisines de celles utilisées dans l'étude « 3P », par conséquent nous choisissons de garder les mêmes valeurs de gradex que dans l'étude « 3P », à savoir :

- gradex sur 24 heures : 8 mm,

- gradex sur 2 jours : 10 mm,
- gradex sur 4 jours : 11 mm.

Ainsi, pour l'ensemble des stations, les débits de pointe des crues de périodes de retour inférieures à la période de retour pivot ont été calculés avec la loi de Gumbel et les valeurs des débits de pointe des crues de périodes de retour supérieures à la période de retour pivot ont été extrapolées par la méthode du Gradex. Le Tableau 4, page 161, récapitule les estimations calculées au niveau des principales stations du bassin du Loir. Les données de ce tableau sont les suivantes :

- colonne 1 : nom de la station hydrométrique,
- colonne 2 : période qui a servi pour l'ajustement statistique (cette période est incluse dans la période de fonctionnement pour chaque station qui est indiquée dans le tableau de présentation des stations hydrologiques du bassin du Loir du rapport de phase 2),
- colonne 3 : surface du bassin versant en km²,
- colonne 4 : nombre de jours pour appliquer le gradex correspondant à la station (il s'agit du temps de concentration moyen estimé à la station),
- colonne 5 : gradex en mm,
- colonne 6 : gradex en m³/s,
- colonne 7 : valeur moyenne du rapport entre débit maximal instantané et débit moyen sur n jours appelée coefficient de forme,
- colonnes 8 à 13 : débits instantanés caractéristiques de période de retour 5, 10, 20, 50, 100 et 200 ans,
- colonne 14 : rapport du débit instantané caractéristique de période de retour 100 ans sur celui de période de retour 10 ans.

2.3 - Evénements historiques et périodes de retour correspondantes

L'analyse statistique des débits caractéristiques permet d'estimer les périodes de retour aux différentes stations du bassin du Loir des événements étudiés. Le tableau 5 correspondant est présenté page 162.

L'analyse des événements historiques étudiés est détaillée dans le chapitre suivant.

La source des données constituant ces tableaux est explicitée au §3.1 - (intitulé « source des données »).

En l'absence du débit instantané, c'est le débit journalier qui a été utilisé lorsqu'il était disponible. Ceci permet de compléter l'information manquante, même si la période de retour trouvée est un peu plus approximative. Parfois, ont été indiqués le débit instantané et le débit journalier, pour information. La période de retour indiquée correspond au débit instantané s'il est noté, s'il ne l'est pas, elle correspond au débit journalier.

Le tableau ci-dessous synthétise les plus fortes crues qui ont pu être enregistrées aux principales stations du bassin du Loir. Pour chaque station, les 3 plus forts débits sont surlignés en rouge, en orange et en jaune (du plus fort au moins fort).

Tableau 3 : Synthèse des plus fortes crues enregistrées aux principales stations du bassin du Loir (débit instantanée, sauf mention)

Crue	Le Loir (m ³ /s)						La Braye (m ³ /s)			
	à St-Maur-s/Loir (1160 km ²) 28	Période de retour (ans)	à Villavard (4545 km ²) 41	Période de retour (ans)	à Flée (5940 km ²) 72	Période de retour (ans)	à Durtal (7920 km ²) 49	Période de retour (ans)	à Valennes (270 km ²) 72	Période de retour (ans)
janv-61	-	-	-	-	-	-	440 (1)	50	-	-
janv-66	-	-	-	-	-	-	271	> 5	-	-
févr-78	130	20	-	-	-	-	240	< 5	26.8	> 2
févr-79	-	-	-	-	-	-	294	< 10	24	> 2
avr-83	127	20	256	50	-	-	374	25	-	-
nov-84	114	10	201	15	-	-	281	< 10	36	< 10
févr-90	26.5	< 2	75.2	< 2	-	-	123	< 2	16.6	< 2
janv-93	94.6	> 5	-	-	-	-	215	> 2	38.1	10
janv-95	147	< 40	244	< 40	323	< 10	454	60	46.4	25
févr-96	22.3	< 2	51.7	< 2	78.8	< 2	103	< 2	14	< 2
févr-97	117	> 10	136	< 5	-	-	225	> 2	36.8	< 10
déc-99	92.1	> 5	223	20	-	-	360	> 20	36.1	< 10
janv-01	102	< 10	131	< 5	-	-	285	< 10	30.1	< 5
mars-02	111	< 2	133	< 5	208	> 2	195	> 2	31.3	< 5
janv-04	134	< 25	176	< 10	364	> 10	375	> 25	49.3	< 30
janv-08	61	< 2	90	< 2	141	< 2	179	> 2	31.5	< 5

(1) = débit moyen journalier

Les crues de référence étudiées en détail dans l'étude de cohérence du bassin de la Maine sont les suivantes :

- Janvier 1961, dont la période de retour est estimée à 50 ans à Durtal,
- Avril 1983, dont les périodes de retour aux stations du Loir sont d'au moins 20 ans (50 ans à Villavard),
- Janvier 1993, qui a surtout affecté la Braye (période de retour 10 ans à Valennes), elle est restée modeste sur le Loir,
- Janvier 1995, qui est globalement la plus forte crue enregistrée, dont la période de retour est évaluée à près de 40 ans sur le Loir amont, et à 60 ans à Durtal,
- Décembre 1999, de période de retour 20 ans à Villavard et Durtal,
- Janvier 2001, dont la période de retour est près de 10 ans à St-Maur et Durtal,
- Janvier 2004, dont la période de retour est évaluée à environ 25 ans à St-Maur et Durtal, et à près de 30 ans sur la Braye.

Crue de janvier 2008

Le cahier des charges prévoit également l'analyse de la crue de 2008.

Sur l'ensemble des stations du Loir, la période de retour de cette crue est de l'ordre de 2 ans.

Sur les affluents instrumentés, les périodes de retour sont toutes inférieures à 10 ans :

- La Braye à Valennes : 4 à 5 ans (débit : 31,5 m³/s),
- L'Ozanne à Trizay : inférieure à 2 ans (débit : 17,8 m³/s),
- L'Yerre à St-Hilaire-sur-Yerre : 5 ans (débit : 56,5 m³/s),
- La Veuve à Saint-Pierre-du-Lorouër : entre 5 et 10 ans (débit : 27,3 m³/s),

La crue de janvier 2008 fut donc une crue faible, et nous proposons de ne pas la développer. Cependant, bien que faible, le seuil jaune (cf. rapport de phase 2) fut atteint sur un tronçon du Loir alors que les modèle de prévision ne donnait pas de bons résultats. Nous détaillerons cette crue lors du diagnostic des outils de prévision.

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des débits caractéristiques instantanés des stations du bassin du Loir

Stations hydrométriques	Période disponible	Surface (km²)	Numéro station	Crue de janvier 1961			Crue d'avril 1983			Crue de janvier 1993			Crue de janvier 1995		
				Date du max	Débit max (m³/s)	Période de retour (ans)	Date du max	Débit max (m³/s)	Période de retour (ans)	Date du max	Débit max (m³/s)	Période de retour (ans)	Date du max	Débit max (m³/s)	Période de retour (ans)
Trizay (l'Ozanne)	1972-2005	268	M1034020	-	-	-	10/4/83 3:14	60.2	10	13/1/93 2:19	51.1	6	22/1/95 20:05	65.2	16
St-Maur (le Loir)	1967-2005	1160	M1041610	-	-	-	10/4/83 11:46	127.0	20	13/1/93 6:01	94.6	6	23/1/95 4:23	147	37
Villavard (le Loir)	1967-2005	4545	M1151610	-	-	-	11/4/83 11:09	256.0	50	-	-	-	25/1/95 19:40	244	38
La Caboché (la Braye)	1968-2005	270	M1213010	-	-	-	-	-	-	12/1/93 10:40	38.1	9	22/1/95 3:40	46.4	25
L'Yerre à Saint-Hilaire-sur-Yerre	1993-2005	297	M1114011	-	-	-	9/4/83 20:41	32.7 (36.4)	8	-	-	-	22/1/95 15:01	90	20
Le Petit Brives (la Veuve)	1982-2005	156	M1313010	-	-	-	9/4/83 13:04	19.1 (21.1)	4	12/1/93 2:00	21	4	23/1/95 11:31	21	4
Moulin à Tan (l'Aume)	1971-1996	224	M1463020	-	-	-	10/04/83	17 (17.2)	20	13/1/93 14:31	13	7	23/1/95 13:00	16	17
Durtal (le Loir)	1960-2005	7920	M1531610	06/01/1961	440	50	13/04/83	358 (374)	25	16/1/93 2:41	215	3	29/1/95 1:22	454	60
Stations hydrométriques	Période disponible	Surface (km²)	Numéro station	Crue de décembre 1999			Crue de janvier 2001			Crue de janvier 2004					
				Date du max	Débit max (m³/s)	Période de retour (ans)	Date du max	Débit max (m³/s)	Période de retour (ans)	Date du max	Débit max (m³/s)	Période de retour (ans)			
Trizay (l'Ozanne)	1972-2005	268	M1034020	25/12/99 21:00	48.6	5	6/1/01 4:56	46.4	4	14/01/04	55	8			
St-Maur (le Loir)	1967-2005	1160	M1041610	28/12/99 22:10	92.1	6	6/1/01 16:45	102.0	8	14/1/04 11:10	134	24			
Villavard (le Loir)	1967-2005	4545	M1151610	28/12/99 15:03	223.0	20	6/1/01 2:25	131.0	4	16/1/04 2:00	176	9			
La Caboché (la Braye)	1968-2005	270	M1213010	28/12/99 5:54	36.1	8	5/1/01 15:17	26.4	3	13/1/04 18:48	49.3	35			
L'Yerre à Saint-Hilaire-sur-Yerre	1993-2005	297	M1114011	28/12/99 13:11	42.5	3	5/1/01 22:26	34.7	2	14/1/04 3:29	81.6	23			
Le Petit Brives (la Veuve)	1982-2005	156	M1313010	28/12/99 2:41	26.4	7	5/1/01 14:16	23.9	6	13/1/04 16:46	24.1	6			
Moulin à Tan (l'Aume)	1971-1996	224	M1463020	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Durtal (le Loir)	1960-2005	7920	M1531610	31/12/99 17:03	360.0	22	8/1/01 21:53	285.0	8	17/1/04 7:01	375	27			
				données extraites de la procédure CRUCAL de la Banque Hydro											
				débit journalier (débit instantané)											
				160 (163)											

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des débits caractéristiques des principales crues historiques

Stations hydrométriques	Période disponible	Surface (km ²)	nb de jours	gradex	gradex en m ³ /s	rapport $Q_{inst}/Q_{n-jours}$	Q _{5ans} (m ³ /s)	Q _{10ans} (m ³ /s)	Q _{20ans} (m ³ /s)	Q _{50ans} (m ³ /s)	Q _{100ans} (m ³ /s)	Q _{200ans} (m ³ /s)	Période de retour de retour pivot	Q ₁₀₀ /Q ₁₀
Trizay (l'Ozanne)	1975-2005	268	1	8	25	1.1	48	58	68	81	100	119	50	1.72
St-Maur (le Loir)	1969-2005	1160	2	10	67	1.33	86	108	129	156	218	280	50	2.03
Villavard (le Loir)	1971-2005	4545	4	11	87	1.2	146	181	214	256	329	402	50	1.82
La Caboches (la Braye)	1969-2005	270	1	8	25	1.16	32	38	44	52	73	93	50	1.88
L'Yerre à Saint-Hilaire-sur-Yerre	1994-2005	297	1	8	28	1.2	53	66	79	95	118	141	50	1.78
Le Petit Brives (la Veuve)	1984-2010	156	1	8	14	1.45	23	29	35	43	57	72	50	1.97
Romilly (l'Aigre)	1968-2010	276	1	8			6	7	9	11	12			1.64
St-Paterne Racan (l'Escotais)	1969-2010	67	1	8	6	1.16	9	11	14	17	22	27	50	1.92
Moulin à Tan (l'Aune)	1973-1996	224	2	10	13	1.16	12	14	17	20	30	41	50	2.14
Durtal (le Loir)	1962-2005	7920	4	11	195	1.1	249	302	353	419	568	717	50	1.88
valeurs extrapolées par la méthode du GRADEX														

3. - Description des crues passées et premiers commentaires

3.1 - Sources des données

Les données pluviométriques ont toutes été recueillies auprès de Météo France.

Concernant les données hydrométriques et limnimétriques, il existe deux sources de données :

- les stations de la DREAL (présentées dans le rapport de phase 2) dont les données sont disponibles dans la Banque Hydro sous forme d'hydrogrammes (à pas de temps variable) et/ou sous forme de courbes hauteur-temps (également à pas de temps variable),
- les stations du Service de Prévision des Crues Maine-Loire aval (SPC MLa) utilisées pour la présente étude (présentées dans le rapport de phase 2). Les relevés d'échelles au niveau de ces stations se faisaient manuellement, depuis 2004 ces stations ont été automatisées (création du réseau de mesure CRISTAL qui permet la mesure des niveaux d'eau et de pluie en temps réel)

Concernant les données hydrométriques, les hydrogrammes des événements à étudier ont été extraits de la Banque Hydro au niveau des différentes stations du bassin du Loir lorsqu'ils étaient disponibles. La procédure « CRUCAL » de la Banque Hydro qui permet de faire un ajustement statistique sur les débits maximums instantanés annuels (par année hydrologique de septembre à août) a permis de compléter quelques maximums de certaines crues alors que l'hydrogramme n'était pas disponible (dans ce cas seul, le jour du maximum est connu mais pas l'heure exacte). Enfin, lorsque les hydrogrammes ne pouvaient pas être extraits de la Banque Hydro (pour les crues antérieures à 1993), ce sont les débits journaliers qui ont alors été utilisés ainsi que les limnigrammes disponibles.

Concernant les données limnimétriques, la liste des maxima annuels nous a été fournie par le Service de Prévision des Crues Maine-Loire aval pour les stations suivantes : Bonneval, Châteaudun, Cloyes, La Chartre, La Flèche, Le Lude, Vendôme.

Des données plus précises sur le Loir (contenant les maximums des crues avec date et heure) avaient été obtenues auprès de la DDT de Maine-et-Loire.

Des données limnimétriques sous format papier concernant les crues d'étude nous ont été fournies par le SPC MLa. Elles ont servi à dresser un tableau récapitulatif concernant les cotes maximales atteintes sur le Loir aux différentes stations du SPC MLa pour les crues étudiées (tableau 6 ci-après). Ce tableau est parfois incomplet, car pour une crue donnée, tous les sous-bassins versants ne sont pas forcément en crue ou tout au moins au-dessus du seuil d'alerte pour lequel commencent les relevés aux échelles. Les données de ce tableau ont également été complétées par d'autres documents :

- classement par hauteurs décroissantes à Châteaudun de 1879 à 1985 (les données à Cloyes et Bonneval y sont également indiquées) mais l'information obtenue ne donne pas l'heure du maximum dans la journée,
- liste manuscrite des crues du Loir à Bonneval fournie par l'adjoint au maire de Bonneval,

- limnigrammes concernant les crues d'étude à Vendôme et Châteaudun fournis par la DDT du Loir-et-Cher,
- tableaux des maxima annuels fournis par le SPC MLa (cf § précédent).

Lorsque la cote maximale à une station est observée pendant plusieurs heures d'affilées, nous avons pris l'heure moyenne.

Les crues les plus anciennes de 1961 et 1966 sont pauvres en données hydrométriques car il y avait très peu de stations à cette époque.

Lorsque les hydrogrammes n'étaient pas disponibles dans la Banque Hydro, les courbes hauteur-temps l'étaient parfois. Le tableau 7 a donc été réalisé dans le même esprit que le précédent au niveau de quelques stations DREAL. Il permet de compléter les données pour certaines crues.

L'annexe 2 rassemble les différents hydrogrammes récupérés pour chaque crue. Lorsqu'il n'est pas indiqué la nature de l'hydrogramme sur le graphique, il s'agit de débits instantanés.

Afin d'homogénéiser les informations, les graphes ont été tracés de la même façon pour les différentes crues. Lorsqu'un hydrogramme n'était pas dans la Banque Hydro, il n'est donc pas tracé sur le graphe.

Tableau 6 : récapitulatif des cotes maximales atteintes pour les crues retenues au niveau des stations du SPC

Crue	Le Loir													
	Bonneval		Châteaudun		Cloyes		Vendôme		La Chartre		Le Lude		La Flèche	
janv-61	3/1/61 18:00	1,95	3/1/61	2,07	3/1/61	2,10	4/1/61 9:00	2,85	4/1/61 3:00	1,70			5/1/61 14:30	2,49
janv-66	23/1/66 14:00	1,83	23/1/66	1,98	23/1/66	2,10	24/1/66 15:00	2,55	25/1/66 20:00	1,37			28/1/66 1:00	1,83
oct-66	26/10/66	0,78	27/10/66	1,05	27/10/1966 ?	1,00	28/10/66	0,85	29/10/66 11:00	0,94	27/10/66 17:00	0,80	27/10/66 9:00	0,91
nov-74	16/11/74 23:30	0,40	17/11/74	0,71			17/11/74	0,65						
févr-79	11/2/79 3:00	1,18	12/2/79	1,55	12/2/79	1,20	12/2/79 18:00	1,89	13/2/79 6:00	1,24	14/2/79 12:00	2,06	15/2/79 2:00	1,92
déc-82	21/12/82	1,00	21/12/82	1,42	21/12/82	1,26	21/12/82 21:00	1,55	21/12/82 9:00	1,24	22/12/82 21:00	1,87	23/12/82 12:00	1,64
avr-83	10/4/83 1:00	1,40	10/4/83	1,73	10/4/83	1,80	10/4/83 21:00	2,40	10/4/83 18:00	1,48	11/4/83 18:00	2,44	12/4/83 9:00	2,45
avr-85	8/4/85 15:00	1,05	8/4/85	1,44	9/4/85	1,25	10/4/85 6:00	1,50	8/4/85 15:00	1,23	10/4/85 6:00	1,76	11/4/85 6:00	1,38
févr-90	17/2/90	0,20	17/2/90	0,80	17/2/90	0,50	14/2/90	0,46	13/2/90	1,00	13/2/90	0,80	15/2/90 0:00	0,64
janv-93	13/1/93 4:00	1,20	13/1/93	1,38	13/1/93	1,25	14/1/93 16:00	1,50	13/1/93 11:00	1,25	14/1/93 18:00	1,78	15/1/93 11:00	1,38
janv-95	22/1/95 22:00	1,70	23/1/95	1,70	23/1/95	1,85	24/1/95 11:00	2,25	26/1/95 11:00	1,40	27/1/95 8:30	2,47	28/1/95 6:00	2,40
févr-96	13/2/96 8:00	0,75	14/2/96	0,55	14/2/96	0,25	13/2/96 12:00	0,49	26/2/96	0,40				
févr-97	26/2/97 14:30	1,40	27/2/97 8:00	1,42	27/2/97 8:00	1,45	28/2/97 3:45	1,77	27/2/97 4:00	1,25	28/2/97 15:00	1,88	2/3/97 8:30	1,24
déc-99	28/12/99 16:00	1,20	29/12/99 7:00	1,43	28/12/99	1,51	29/12/99 8:00	2,05	29/12/99 12:00	1,34	29/12/99 20:00	2,28	30/12/99 20:00	2,08
janv-01	6/1/01 16:00	1,16	7/1/01 8:00	1,36	7/1/01 8:00	1,36	8/1/01 8:00	1,60	6/1/01 12:00	1,23*	7/1/01 16:00	2,00	8/1/01 8:00	1,74
janv-04	14/1/04 11:00	1,54	14/1/04 21:00	1,59	15/1/04 4:00	1,58	15/1/04 8:00	1,97	19/1/04	1,48	15/1/04 20:00	2,41	16/1/04 4:00	1,87

* pas le max

- 1^{ère} cote la plus haute à l'échelle parmi les crues renseignées
- 2^{ème} cote la plus haute à l'échelle parmi les crues renseignées
- 3^{ème} cote la plus haute à l'échelle parmi les crues renseignées

Tableau 7 : récapitulatif des cotes maximales atteintes pour les crues retenues au niveau des stations DREAL

Crue	Le Loir	
	Port-Gautier	Durtal
janv-61		
janv-66		28/1/66 18:38 2,10
oct-66		27/10/66 12:21 0,90
nov-74		10/11/66 10:00 1,41
févr-79		15/2/79 9:57 1,93
déc-82		24/12/82 5:48 1,63
avr-83		13/4/83 2:02 2,50
avr-85		11/4/85 19:32 1,51
févr-90	17/2/90 0:40	2,68 20/2/90 15:48 0,93
janv-93	13/1/93 17:40	2,99 16/1/93 5:31 1,53
janv-95	23/1/95 18:59	3,23
	26/1/95 16:39	3,33
	29/1/95 12:01	3,21 29/1/95 1:22 2,87
févr-96	27/2/96 11:06	1,50 27/2/96 23:30 0,67
févr-97	27/2/97 13:53	2,93 2/3/97 0:43 1,59
déc-99	14/12/99 22:53	2,63 19/12/99 7:03 1,10
	20/12/99 22:18	2,56 23/12/99 8:10 1,07
	29/12/99 6:49	3,28 31/12/99 17:03 2,34
janv-01	7/1/01 2:35	3,07 8/1/01 21:53 1,85
janv-04	14/1/04 19:45	3,40 17/1/04 7:20 2,37

- 1^{ère} cote la plus haute à la station parmi les 16 crues
- 2^{ème} cote la plus haute à la station parmi les 16 crues
- 3^{ème} cote la plus haute à la station parmi les 16 crues

3.2 - Crue de janvier 1961

Analyse pluviométrique

Période préparatoire : de septembre 1960 à décembre 1960 inclus (données mensuelles)

Mois précédent la période intense : du 30/11/1960 au 30/12/1960 (données journalières)

Période intense : du 31/12/1960 au 4/01/1961, soit 5 jours (données journalières)

La période préparatoire a été particulièrement pluvieuse. Sur les crues étudiées, c'est cette crue qui présente la période préparatoire la plus en excédent. Les lames d'eau écoulées du mois de septembre à décembre 1960 sont partout supérieures à la moyenne d'au moins 50 %, et même plus de 2 fois supérieures à la moyenne dans la partie aval du bassin versant.

Le mois précédent la période intense a été particulièrement pluvieux au niveau des collines du Perche avec un cumul mensuel de 148 mm, affectant les têtes de bassin des affluents amont de rive droite. La zone de la Beauce a été moins touchée avec un cumul pluviométrique mensuel de l'ordre de 85 mm.

L'épisode intense touche la majeure partie du bassin versant du Loir, avec des pointes pluvieuses d'environ 80 mm du 31/12/1960 au 04/01/1961 dans la région située en aval de Châteaudun en rive droite (bassin de l'Yerre, et têtes des bassins de l'Ozanne et de la Braye).

Données hydrométriques (stations DREAL)

Seule, la station hydrométrique de Durtal, sur le Loir, était en fonction lors de cette crue.

Les hydrogrammes ne sont pas disponibles dans la Banque Hydro, seuls les débits journaliers ont pu être extraits.

Le débit journalier maximal sur le Loir a été enregistré le 6 janvier 1961 et était de 440 m³/s (période de retour > 50 ans). Le débit est passé de 150 à 440 m³/s en 4 jours (+72,5 m³/s par jour en moyenne) pour redescendre à 150 m³/s en 7 jours.

Données limnimétriques (stations SPC)

Concernant les cotes aux échelles (voir tableau 6), il existe un peu plus d'informations sur cette crue de janvier 1961. Il s'agit de la plus forte en cote observée sur le Loir parmi les crues étudiées.

La figure 2 présente les limnigrammes de janvier 1961 pour le bassin du Loir. La cote d'alarme a été indiquée pour chaque station afin d'avoir un point de comparaison pour pouvoir évaluer la gravité de la crue en cote.

D'après ces limnigrammes, sur le bassin versant du Loir, les cotes des 3 stations dépassent le seuil d'alarme. Le maximum de la crue en cote est atteint à la Chartre avant Vendôme. Entre ces deux stations, l'affluent important est la Braye. On peut donc supposer que l'apport important de la Braye s'est fait sentir au niveau de la Chartre alors que la crue du Loir n'était pas encore passée à Vendôme.

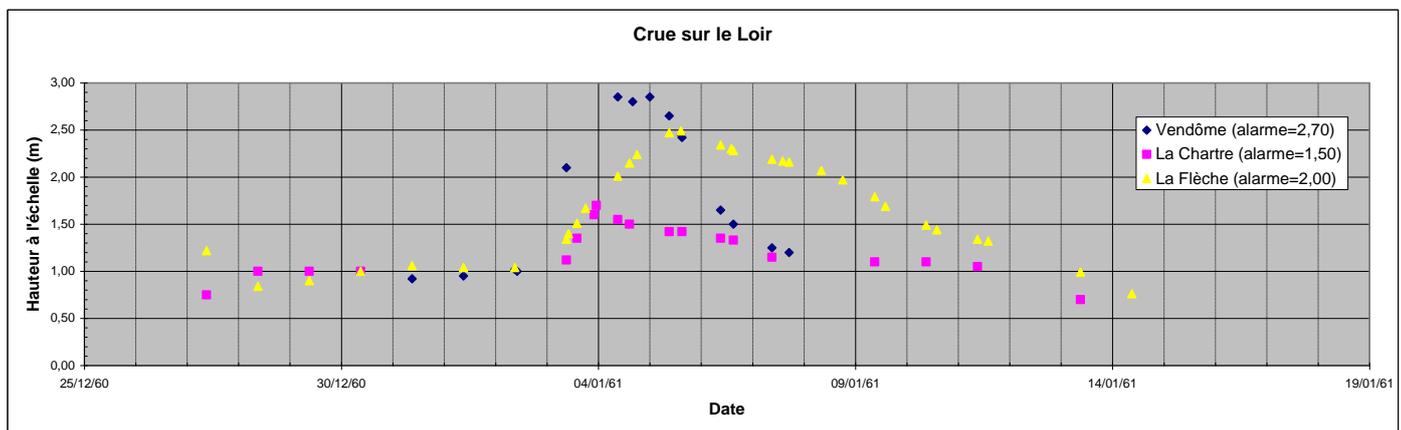


Figure 2 : Limnigrammes sur le Loir pour la crue de janvier 1961 (d'après données papier du SPC)

3.3 - Crue d'avril 1983

Analyse pluviométrique

Période préparatoire : de septembre 1982 à mars 1983 inclus (données mensuelles)

Mois précédent la période intense : du 06/03/1983 au 06/04/1983 (données journalières)

Période intense : du 07/04/1983 au 11/04/1983, soit 5 jours (données journalières)

La période préparatoire a été globalement en léger excédent de pluviométrie par rapport à la moyenne sur les deux-tiers amont du bassin (+10 à + 30 %). En aval de la confluence avec la Braye, la pluviométrie est conforme à la moyenne, voire en léger déficit en aval de la Flèche.

Le mois précédent l'épisode intense n'a pas été particulièrement pluvieux sur le bassin du Loir. La zone des collines du Perche a été la plus arrosée avec environ 90 mm de pluie dans le mois.

L'épisode intense a été particulièrement prononcé sur le bassin du Loir avec des cumuls pouvant être supérieurs à 70 mm du 7 au 11/04/1983 sur le bassin de l'Yerre, et en aval sur le secteur entre Château-du-Loir et La Flèche.

Données hydrométriques (stations DREAL)

Il s'agit d'une crue de printemps à un seul pic qui a touché en particulier le bassin du Loir et dans une moindre mesure le bassin versant de la Sarthe.

Le débit journalier du Loir à Durtal a atteint les 358 m³/s (passage de 100 à 358 m³/s en 5 jours soit +51,6 m³/s par jour en moyenne et descente à 100 m³/s en 4 jours). Le débit instantané maximal est de 374 m³/s, ce qui correspond à une période de retour 25 ans.

C'est à Villavard que la crue présente la période de retour la plus importante en débit instantané, elle est de 50 ans.

A noter que la mise à jour des ajustements statistiques a sensiblement relevé les estimations des périodes de retour sur le Loir, présentées dans l'étude de Cohérence du Bassin de la Maine.

Données limnimétriques (stations SPC)

Sur le Loir, à Bonneval, la hauteur maximale observée n'est pas très importante. C'est à partir de Châteaudun que la crue occupe la 3^{ème} place en cote, voir la 2^{ème} place en aval (au niveau de la Chartre, le Lude et la Flèche).

3.4 - Crue de janvier 1993

Analyse pluviométrique

Période préparatoire : de septembre 1992 à décembre 1992 inclus

Mois précédent la période intense : du 08/12/1992 au 08/01/1993 (données journalières)

Période intense : du 09/01/1993 au 12/01/1993, soit 4 jours (données journalières)

Sur l'ensemble du bassin du Loir, la période préparatoire a été caractérisée par un léger excédent de pluviométrie par rapport à la moyenne compris entre 10 et +20 %.

Le mois précédent l'épisode intense est particulièrement peu arrosé. Le cumul sur le mois varie de 6 à 15 mm, ce qui est très faible.

L'épisode pluvieux est caractérisé par deux jours particulièrement intenses (journées du 10 et 11/01/1993) sur le bassin de la Braye et le secteur entre Château du Loir et La Flèche, avec des cumuls de l'ordre de 70 mm entre les 9 et 12 janvier. Ailleurs, ce cumul est comparativement beaucoup moins prononcé avec des valeurs allant de 30 à 60 mm sur ces 4 jours.

Données hydrométriques (stations DREAL)

Sur le Loir, le débit instantané maximum est observé au niveau de Port-Gautier avec 234 m³/s. La vitesse de montée est très rapide (passage de 50 à 234 m³/s en moins de 2 jours soit +92 m³/s par jour en moyenne) et la descente plus lente (retour à 50 m³/s en 4 jours). En aval, la crue s'est atténuée avec un débit instantané maximum de 215 m³/s à Durtal (période de retour de 3 ans). Les informations concernant les affluents de la Braye et de l'Yerre sont partielles (seules les stations amont de ces affluents ont fonctionné). Au niveau de la Caboché, la Braye a toutefois un débit proche de celui d'une crue décennale en débit instantané. Le pic de crue observé à Port-Gautier est sans doute dû à l'apport de la Braye.

Données limnimétriques (stations SPC)

Sur le Loir, les cotes maximales atteintes en janvier 1993 restent moyennes. Elles sont inférieures de 45 cm à 135 cm aux cotes maximales connues aux différentes stations.

3.5 - Crue de janvier 1995

Analyse pluviométrique

Période préparatoire : de septembre 1994 à décembre 1994 inclus (données mensuelles)

Mois précédent la période intense : du 20/12/1995 au 20/01/1995 (données journalières)

Période intense : du 21/01/1995 au 27/01/1995, soit 7 jours (données journalières)

La période préparatoire a été excédentaire par rapport à la moyenne sur la majeure partie du bassin versant, sauf en tête de bassin. Cet excédent est croissant de l'amont vers l'aval, et est particulièrement prononcé sur la partie en aval de Château-du-Loir (jusqu'à +70 %).

De même, le mois précédent l'épisode intense a connu un cumul globalement croissant de l'amont vers l'aval du bassin du Loir. Il est modéré en amont (55 mm), et marqué en aval (environ 110 mm).

L'épisode intense a été long (supérieur à 10 jours) avec plusieurs pics pluvieux compris essentiellement entre les 17 et 27 janvier ; le plus prononcé se déroule le 21/01/1995.

Sur l'ensemble de l'épisode intense, le cumul pluviométrique a été particulièrement prononcé (de 100 à 180 mm) les valeurs les plus élevées étant atteintes dans le Perche et dans la partie centrale du bassin du Loir.

Pour la journée du 21/01, jour où le pic est le plus intense à l'échelle du bassin versant, les cumuls s'établissent entre 20 et 40 mm, les secteurs du Perche, Châteaudun et Château-du-Loir étant les plus arrosés.

Données hydrométriques (stations DREAL)

Au niveau du bassin du Loir, qui a été le moins arrosé des sous bassins versant du bassin de la Maine avec toutefois un cumul important, la crue est à un seul pic jusqu'à Villavard. En amont, à St-Maur, la période de retour est comprise entre 35 et 40 ans et la crue dure une dizaine de jours. Au niveau de Port-Gautier (situé en aval de la confluence avec la Braye), l'hydrogramme de crue présente trois pointes. On retrouve en fait les trois pointes visibles sur la Braye (la plus forte étant de 159 m³/s le 22/01/95). La Braye a réagit très vite (passage de 12 à 159 m³/s en 12 heures soit +294 m³/s par jour en moyenne) ce qui a provoqué une montée rapide du Loir (passage de 100 à 294 m³/s en 33 heures soit +141 m³/s par jour en moyenne) en aval de la confluence. Au niveau de Durtal, plus en aval, la crue s'amortit, les pics disparaissent pour n'en former qu'un seul, le débit maximal est alors de 454 m³/s pour une période de retour estimée à près de 60 ans. Du fait de son amortissement, sa durée s'est allongée à une quinzaine de jours. Ces périodes de retour sont sensiblement plus élevées que celles présentées dans l'étude de Cohérence du bassin de la Maine, suite à la mise à jour des ajustements.

Données limnimétriques (stations SPC)

Les cotes atteintes en 1995 sont parmi les plus fortes des crues étudiées.

Sur le Loir, les cotes atteintes varient entre la 1^{ère} et la 4^{ème} place.

Données limnimétriques (stations DREAL)

Sur le Loir à Port-Gautier, la cote atteinte arrive en 2^{ème} position parmi les 8 crues étudiées entre 1990 et 2004. A Durtal, c'est la plus forte cote atteinte parmi 14 crues étudiées.

3.6 - Crue de décembre 1999

Analyse pluviométrique

Période préparatoire : de septembre 1999 à novembre 1999 inclus (données mensuelles)

Mois précédent la période intense : du 23/11/1999 au 23/12/1999 (données journalières)

Période intense : du 24/12/1999 au 27/12/1999, soit 4 jours (données journalières)

La période préparatoire est globalement excédentaire en pluviométrie par rapport aux moyennes. Cet excès est particulièrement prononcé à l'est d'une ligne Châteaudun - Château-du-Loir avec des valeurs atteignant +60% ou +70%.

Pendant le mois précédent l'épisode intense, la majeure partie du bassin est fortement arrosée avec des cumuls de l'ordre de 100 mm, la Beauce étant moins touchée.

La période intense est définie par les 4 journées du 24 au 27 décembre 1999. Deux autres pointes sont à noter, les 17-18 décembre, et le 30 décembre ; ces deux pointes concernent essentiellement le Perche. La pointe du 24 au 27 décembre concerne de manière assez homogène l'ensemble du bassin versant avec des cumuls de l'ordre de 50 à 70 mm, la Beauce étant un peu moins touchée.

Données hydrométriques (stations DREAL)

La crue de décembre 1999 est assez marquée sur le Loir. Suite aux différentes pointes pluvieuses, les affluents ont réagi par une crue multi-pics. A St-Maur-sur-le-Loir, on retrouve les trois pics mais à Villavard, la crue est lissée et grossit de manière homothétique jusqu'à Durtal. L'hydrogramme n'est pas disponible à Port-Gautier. Le débit maximal instantané à Durtal est de 360 m³/s (période de retour de 20 ans environ). La montée de la crue à Durtal est assez lente (passage de 100 à 360 m³/s en plus de 6 jours soit +43,3 m³/s par jour en moyenne).

Données limnimétriques (stations SPC)

Les cotes atteintes sur le Loir en décembre 1999 sont importantes mais sont inférieures de 20 à 80 cm aux cotes maximales de janvier 1961.

3.7 - Crue de janvier 2001

Analyse pluviométrique

Période préparatoire : de septembre 2000 à décembre 2000 inclus (données mensuelles)

Mois précédent la période intense : du 30/11/2000 au 30/12/2000 (données journalières)

Période intense : du 31/12/2000 au 05/01/2001, soit 6 jours (données journalières)

La période préparatoire est fortement excédentaire par rapport aux moyennes sur l'ensemble du bassin versant. L'écart à la moyenne est compris entre +40 et +70%.

Le mois précédent l'épisode intense a un cumul pluviométrique variant de 65 mm à 130 mm environ.

Les collines du Perche sont les plus arrosées alors que le secteur de la Beauce et le Loir aval le sont très peu.

L'épisode intense est caractérisé par un cumul compris entre 35 et 70 mm sur l'ensemble du bassin. Les régions les plus touchées sont le Perche et l'extrémité aval du bassin. La Beauce est la région la plus épargnée.

Données hydrométriques (stations DREAL)

Sur le bassin du Loir, la période de retour maximale pour la crue de janvier 2001 est de 7 ans à Durtal. Les affluents du Loir présentent globalement deux pointes de crue que l'on retrouve sur le Loir à St-Maur-sur-le-Loir. A partir de Villavard, la crue se lisse et ne présente plus qu'une pointe de crue. Les vitesses de montée sont assez lentes. A Port-Gautier, on passe de 60 à 250 m³/s en 5,5 jours soit +34,5 m³/s par jour en moyenne et à Durtal, on passe de 100 à 285 m³/s en 7 jours soit +26,4 m³/s par jour en moyenne.

Données limnimétriques (stations SPC)

Les cotes atteintes sur le Loir en janvier 2001 sont inférieures de 0,5 à 1,25 m par rapport aux cotes maximales observées parmi les crues d'étude.

3.8 - Crue de janvier 2004

Analyse pluviométrique

Période préparatoire : de septembre 2004 à décembre 2004 inclus (données mensuelles)

Mois précédent la période intense : du 09/12/2003 au 09/01/2004 (données journalières)

Période intense : du 10/01/2004 au 14/01/2004, soit 5 jours (données journalières)

A l'échelle du bassin versant, le cumul pluviométrique durant la période préparatoire de cette crue est situé dans la moyenne. La partie nord du bassin versant a plutôt tendance à être en déficit pluviométrique avec des écarts à la moyenne allant jusqu'à -20%.

Le mois précédent la période intense a été pluvieux surtout sur les deux-tiers aval du bassin, avec des cumuls de 70 à 90 mm, avec une cellule beaucoup plus marquée sur le Perche affectant les têtes des bassins de l'Ozanne, de l'Yerre et de la Braye (cumul de l'ordre de 120 mm). La Beauce et la tête de bassin du Loir ont été moins arrosées.

Pour l'épisode intense, les cumuls s'établissent sur la majeure partie du bassin entre 50 et 70 mm. On retrouve une cellule plus intense sur le Perche affectant les extrémités amont des bassins de l'Ozanne, de l'Yerre et de la Braye (environ 90 mm) ainsi que dans un secteur compris entre Château-du-Loir et La Flèche. L'extrémité nord du bassin du Loir est un peu moins touchée.

Données hydrométriques (stations DREAL)

Sur le Loir, la crue de janvier 2004 a été assez importante, avec des périodes de retour réévaluées à 24 ans à St-Maur, à 9 ans à Villavard et 27 ans à Durtal. C'est l'affluent la Braye qui a connu une forte crue (période de retour de 35 ans à la Caboche). La vitesse de montée de la Braye est spectaculaire avec un passage de 43,5 à 187 m³/s en 13,5 heures soit +255 m³/s par jour en moyenne. A Villavard, l'hydrogramme possède l'amorce d'un premier pic qui est dû à l'apport de l'Yerre, le deuxième pic plus prononcé étant la crue du Loir venant de l'amont. A Port-Gautier, le pic de la crue correspond à l'apport de la Braye. Ce pic correspond à celui qui avait été amorcé par l'Yerre et qui a été largement amplifié par la Braye, la crue du Loir amont (2^{ème} pic) a grossi de manière moins importante. De ce fait, la pointe de crue est en avance à Port-Gautier par rapport à celle de Villavard. Entre Port-Gautier et Durtal, la pointe de crue n'augmente pratiquement pas contrairement au volume de crue. C'est à Port-Gautier que la vitesse de montée du Loir est la plus importante (passage de 100 à 364 m³/s en 32 heures soit +198 m³/s par jour en moyenne).

L'Yerre a également une période de retour élevée estimée à 15 ans à Saint-Hilaire-sur-Yerre.

L'Yerre et la Braye ont fortement réagi à l'épisode pluvieux dans la mesure où le cumul pluviométrique était plus intense sur ce secteur.

Données limnimétriques (stations SPC)

Sur le Loir, les cotes atteintes varient entre la 2^{ème} place (à la Chartre) et la 6^{ème} place (à Vendôme).

Retour d'expérience sur la crue de janvier 2004 : questionnaires adressés aux riverains inondés lors de la réalisation de l'étude de cohérence du bassin de la Maine

Dans le cadre de l'étude de cohérence du bassin de la Maine, l'Etablissement public Loire a distribué un questionnaire aux riverains inondés lors de l'assemblée générale du CADVIL de mars 2004.

Les personnes ayant répondu au questionnaire (24 personnes) ont trouvé la montée de la crue rapide, voire très rapide.

D'une manière générale, les personnes touchées par les inondations dénonçaient :

- un mauvais entretien ou un mauvais fonctionnement des ouvrages hydrauliques,
- des crues de plus en plus fréquentes et rapides (imperméabilisation des sols mise en cause entre autre),
- une mauvaise connaissance des problèmes d'inondation de la part des communes,
- une mauvaise annonce de crue.

4. - Analyse des différents paramètres du bassin du Loir

4.1 - Evolution de la masse pluvieuse

Lors de l'analyse pluviométrique, des cartes de pluviométrie pour les différents événements étudiés ont été réalisées, elles figurent en annexe 2.

Des histogrammes de pluies journalières ont également été réalisés en annexe 3 au niveau de 5 stations pluviométriques réparties sur le bassin du Loir (Authon-du-Perche, Jallans, Sainte-Cérotte ou Saint-Calais, Neuvy le Roi et Durtal).

L'analyse sur la pluie a été faite à un pas de temps journalier, car les stations qui fournissent des données à un pas de temps horaire ne sont pas assez nombreuses : il en existe seulement 8 sur le bassin de la Maine, dont deux sur le bassin versant amont du Loir.

L'analyse des histogrammes de pluies journalières met en évidence que les forts jours de pluie sont les mêmes d'une station à l'autre, on observe ainsi des fortes pluies sur les 5 stations aux dates suivantes :

- 2 janvier 1961,
- 8 et 9 avril 1983,
- 10 et 11 janvier 1993,
- 21, 24 et 27 janvier 1995,
- 24, 27 et 30 décembre 1999,
- 4 janvier 2001,
- 12 et 13 janvier 2004.

Cependant l'ampleur de la pluie varie d'un jour à l'autre, traduisant un déplacement de la masse pluvieuse d'ouest en est en moins d'une journée.

Deux types d'événement pluvieux peuvent être observés :

- une pluie venant de l'ouest et qui traverse le bassin de la Maine d'ouest en est en moins d'un jour (cette pluie pouvant perdre en intensité ou non),
- des pluies localisées sur les massifs (collines du Perche).

4.2 - Gel et neige

Afin de connaître le contexte climatique avant chaque crue, les données de températures (minimales et maximales journalières) et l'occurrence de neige (0 : jour sans chute de neige, 1 : jour avec chute de neige) ont été demandées à Météo-France pour 4 stations représentatives du bassin de la Maine et pour lesquelles les données existaient (Châteaudun, Laval, Alençon et le Mans).

Le tableau suivant synthétise les résultats :

Crue	Neige		Gel
	Nb de jours	Nb de stations	Nb de jours
Janvier 61	1	3	
Avril 83	1 à 3	4	
Janvier 93			10
Janvier 95			
Décembre 99	1 à 2	4	
Janvier 01	1 à 3	3	
Janvier 04	3	3	

L'occurrence de neige est une donnée indicative car on ne connaît pas la quantité tombée.

Parmi les crues retenues, seul l'événement de 1993 comporte des jours de gel.

En janvier 1993, il y a eu 10 jours de gel (du 26/12/92 au 4/01/93), cependant la forte pluie est arrivée après 7 jours de redoux, le sol n'était alors plus gelé. Il n'y a donc pas eu d'augmentation particulière du ruissellement.

4.3 - Analyse des volumes de crue

4.3.1 - Estimation des volumes

A partir des hydrogrammes disponibles aux différentes stations du bassin du Loir, des calculs de volume ont été réalisés pour les crues retenues (en tenant compte d'un débit de base pour chaque hydrogramme correspondant au débit minimum observé pendant le temps d'intégration). Les durées d'intégration pour chaque crue correspondant à la durée caractéristiques de la crue sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 8 :

Crue	Début calcul volume	Fin calcul volume	Nb de jours
Janvier 61	1/1/61 8:00	14/1/61 23:30	14
Avril 83	4/4/83 8:00	18/4/83 23:30	15
Janvier 93	11/1/93 8:00	21/1/93 23:30	11
Janvier 95	19/1/95 8:00	9/2/95 23:30	22
Décembre 99	25/12/99 8:00	10/1/00 23:30	17
Janvier 01	1/1/01 8:00	15/1/01 23:30	15
Janvier 04	12/1/04 8:00	24/1/04 23:30	13

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 9, page suivante.

Le tableau 10 présente les mêmes calculs faits à partir des données de débits journaliers pour quelques stations pour les crues antérieures à 1990 pour lesquelles les hydrogrammes réels n'étaient pas disponibles.

Tableau 9 : Volumes de crue pour le bassin versant du Loir

Estimation des volumes de crue en millions de m ³ sur le bassin versant du Loir		2004	2001	1999	1995	1993	1983
Description	Bassin versant (km ²)						
La vallée de la Malorne à Bouville	122						1.57
La vallée de Boncé à Montboissier	203						0.82
Le Loir à Alluyes	764						13.25
L'Ozanne à Trizay-lès-Bonneval	268		15.54	18.73	23.57		17.11
Le Loir à Saint-Maur-sur-le-Loir	1160	25.48	28.48	38.35	51.87	16.23	26.20
La Conie à Conie-Molliard (Pont de Bleuët)	500	0.28	0.40	0.11			
L'Yerre à Saint-Denis-les-Ponts	282	0.00					
L'Yerre à Saint-Hilaire-sur-Yerre (Béchéreau)	297	11.20	10.35	13.20	24.50	5.74	11.29
L'Aigre à Romilly-sur-Aigre (St-Calais)	276	0.91	X 2.65	X 2.28	X 2.89		X 3.18
Le Loir à Morée	3610						
Le Loir à Villavard	4545	67.47	64.29	87.49	149.76		83.29
La Cendrine à Ternay	25				1.36		
La Braye à Valennes (la Caboche)	270	9.32	8.72	12.31	21.51	0.39	
La Braye à Sargé-sur-Braye	497	22.75	15.86	28.19	38.79	6.57	
Le Couëtron à Souday (Glatigny)	85		3.49	4.15	7.25	2.44	3.93
L'Anille à Saint-Gervais-de-Vic (La Cruchetière)	98	3.94	2.62	4.21			
Le Tusson à la Chapelle-Gaugain (les Riverelles)	94	4.17	2.79	4.08	5.34		
La Veuve à Saint-Pierre-du-Lorouër (Petit Brives)	156	4.06	3.44	6.65	7.39	2.16	
L'Étangsort à Courdemanche	57	1.70	1.35	2.23	3.02		
Le Loir à Flée (Port-Gautier)	5940	111.75	106.86		205.10	79.93	
L'Escotais à Saint-Paterne-Racan	67	2.02	2.31	3.30	5.16	1.17	3.01
La Mauline à Broc	85				4.55	0.51	1.67
L'Aune à Pontvallain (Casse Maillié)	149	1.82	2.18	3.72			
L'Aune à Luché-Pringé (Moulin à Tan)	224	0.63	X 1.20	11.31	X 1.55	3.25	X 1.18
Le Casseau à Mansigné	43	1.03	0.62	0.91	2.09	0.51	
L'Argence à la Chapelle-d'Aligné (La Cheviraye)	59		1.32	1.67	2.97	0.42	
Le Loir à Durtal	7920	133.98	134.95	177.32	316.92	94.26	

Tableau 10 : Volumes de crue estimés à partir des données journalières de débit

Estimation des volumes écoulés en millions de m ³ à partir des débits journaliers				
Description	Bassin versant (km ²)	1983		1961
Le Loir à Villavard	4545	82.85	← X 2.07	0.00
Le Loir à Durtal	7920	171.90		232.12
Temps d'intégration = du 01/01/1961 0:00 au 14/01/1961 0:00				
du 04/04/1983 0:00 au 18/04/1983 0:00				

Le long des différents cours d'eau, l'évolution du volume écoulé a été estimée. Ainsi, des facteurs multiplicatifs ont pu être mis en évidence entre certaines stations (surtout pour les crues postérieures à 1993 qui sont plus riches en données hydrométriques).

Des calculs similaires ont été réalisés sur le Loir à partir des données journalières de débits pour la crue de 1983 (voir tableau 10 ci-dessus). La carte 4 (volumes de crue sur le bassin du Loir) du rapport de phase 2, présente ces éléments. Sur cette figure, le facteur multiplicatif en volume de crue entre 2 stations est ramené au rapport des surfaces des bassins versants.

4.3.2 - Evolution des volumes dans le bassin du Loir

Le bassin versant du Loir a globalement une forme allongée, il est plutôt orienté nord-est/sud-ouest. Plusieurs secteurs peuvent être identifiés.

De sa source jusqu'à Morée (BV = 3610 km²), le bassin versant du Loir est caractérisé par des affluents rive droite venant du Perche qui sont très productifs en crue (l'Ozanne et l'Yerre) et des affluents rive gauche venant de la Beauce (région la moins arrosée du bassin) qui au contraire sont peu productifs (rivières de nappe comme la Conie).

Entre Morée et Villavard (BV = 4545 km²), le Loir ne reçoit pas d'affluent important. Les volumes de crue sont en moyenne multipliés par 2,3 à 2,8 entre Saint-Maur-sur-le-Loir et Villavard, sachant que le bassin versant passe de 1160 km² à 4545 km².

Entre Villavard et Port-Gautier (BV = 5940 km²), le Loir reçoit un affluent important en rive droite, il s'agit de la Braye (BV = 741 km²) qui réagit souvent violemment en crue avec une pointe de débit assez marquée. Sur ce secteur, les volumes de crue sont en moyenne multipliés par 1,4 à 1,6.

Entre Port-Gautier et Durtal (BV = 7920 km²), le Loir ne reçoit que de petits affluents, ainsi l'hydrogramme de crue grossit en volume mais le débit de pointe est très peu modifié. Sur ce secteur, les volumes de crue sont en moyenne multipliés par 1,2 à 1,6.

4.3.3 - Conclusion

Une carte synthétique a été élaborée afin de mettre en évidence les facteurs multiplicatifs pour les volumes de crue du bassin du Loir rapporté au rapport des surfaces de bassin versant entre deux stations ainsi que les affluents importants en terme de volume d'apport ou de décalage de pointe dans la rivière principale. Elle est présentée sur la carte 4 (volumes de crue sur le bassin du Loir) du rapport de phase 2.

On remarque une bonne homogénéité générale de ces coefficients multiplicatifs sur le bassin, à l'exception du bassin amont où ce coefficient est plus faible car les affluents de la Beauce n'apportent pas beaucoup de volumes en crue.

4.4 - Comparaison des volumes de crue

Des graphes ont été réalisés par station, ils représentent la période de retour du débit de pointe de la crue en fonction du volume de la crue (exprimé en million de m³) (graphes de gauche) et le débit de pointe de la crue à cette même station en fonction du volume de la crue (graphe de droite). Ceci permet de mettre en évidence les crues ayant des caractéristiques différentes par rapport aux autres. Seules les crues où des calculs de volume ont pu être réalisés figurent sur ces graphes. L'analyse est ensuite effectuée par sous-bassin versant. Des droites de tendance (uniquement visuelles) ont été tracées.

Les graphes obtenus pour 4 stations du bassin versant du Loir sont tracé sur les Figure 3 et Figure 4, pages 177 et 178.

Figure 3 : période de retour du débit de pointe de la crue à Saint-Maur-sur-le-Loir et Villavard en fonction du volume de la crue et débit de pointe de la crue à cette même station en fonction du volume de la crue

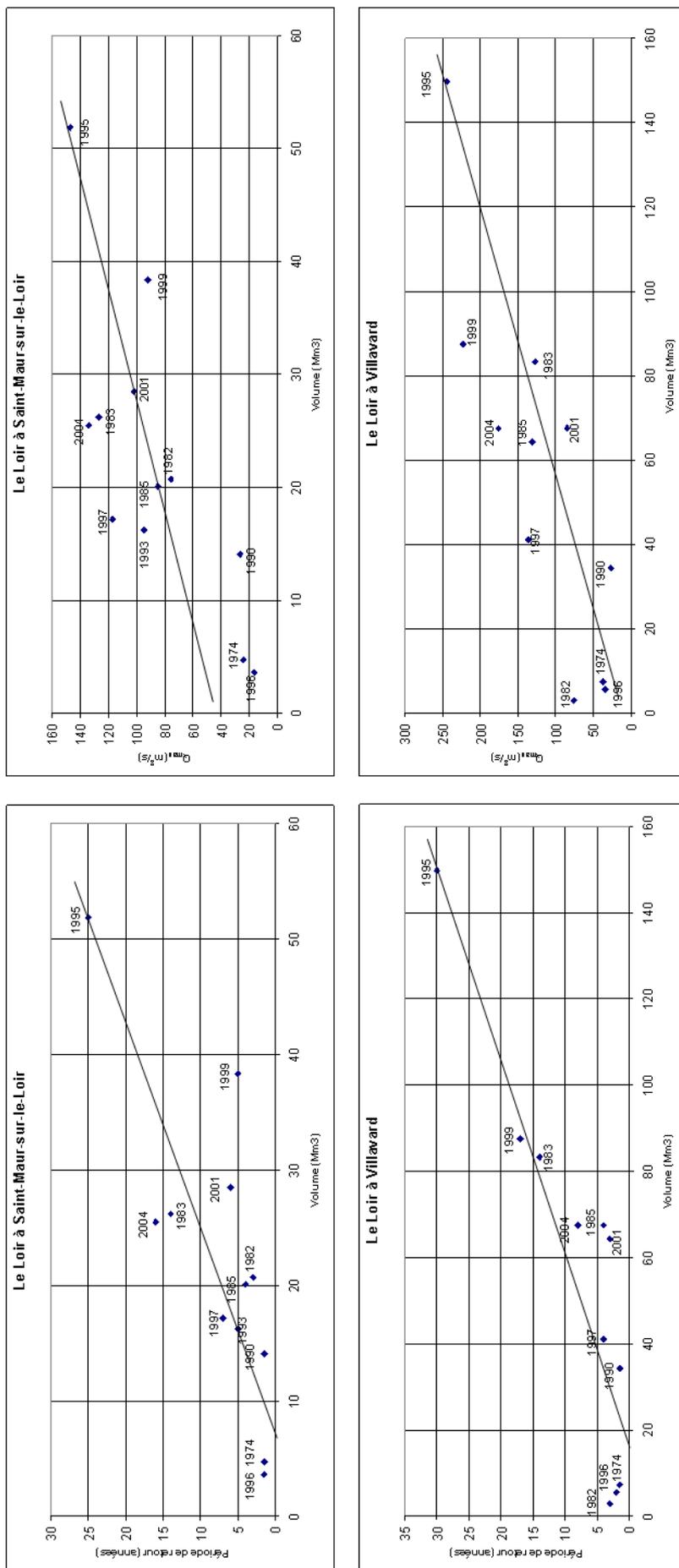
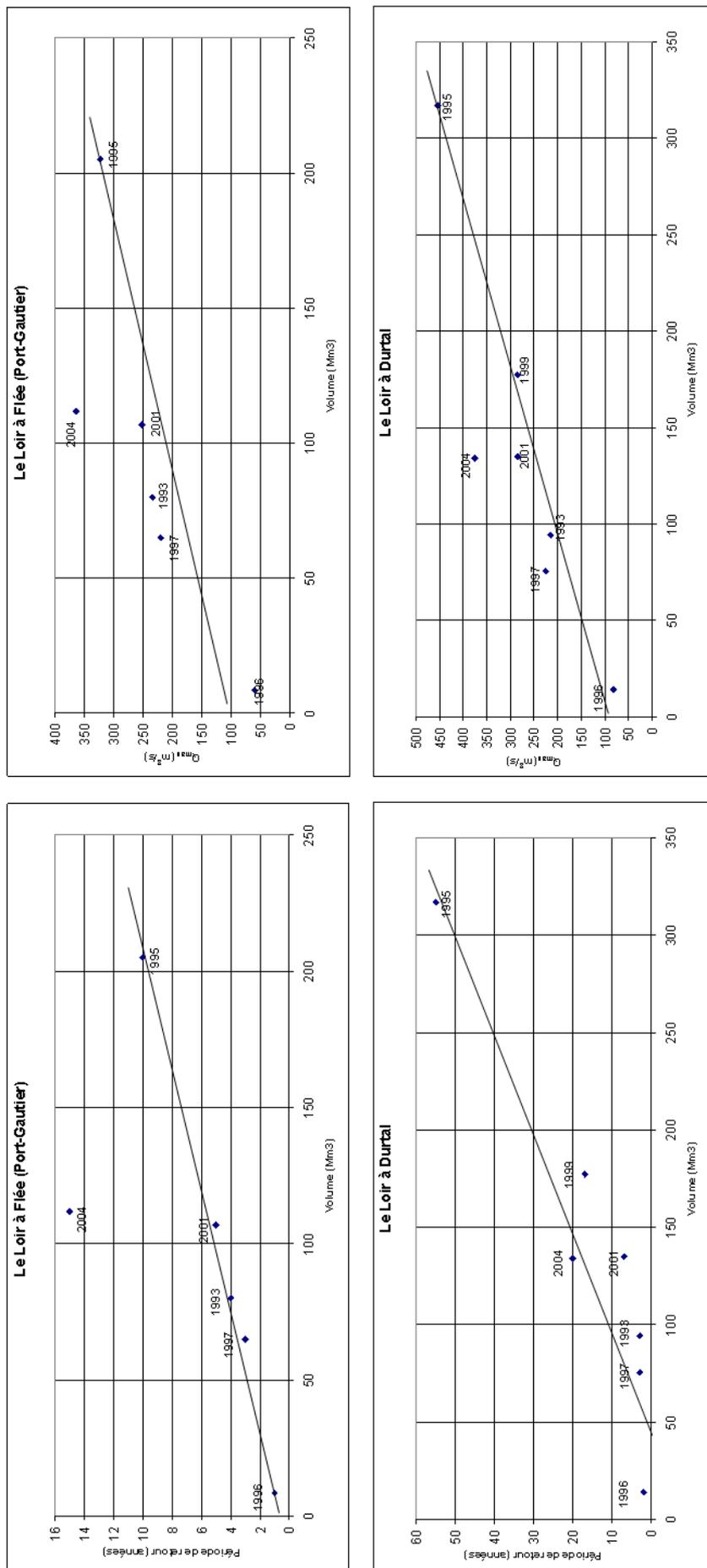


Figure 4 : période de retour du débit de pointe de la crue à Port-Gautier et Durtal en fonction du volume de la crue et débit de pointe de la crue à cette même station en fonction du volume de la crue



La crue qui se détache en volume est janvier 1995, ce volume est dû à un épisode pluvieux long d'une dizaine de jours.

La crue de janvier 2004 se détache des autres, surtout au niveau de Port-Gautier, avec un débit instantané plus important qu'en janvier 1995 mais un volume deux fois moins important. Elle est due à un épisode pluvieux concentré sur 2 jours qui n'a pas pu lui donner la même ampleur que la crue de janvier 1995.

4.5 - Vitesse de montée et de descente aux stations

Afin de comparer les vitesses de montée et de descente aux différentes stations du bassin du Loir pour les crues d'étude, nous avons choisi de les observer un jour avant et un jour après le maximum de la crue. Ce choix d'un temps assez court avant et après le maximum a été motivé afin d'avoir une valeur la plus juste possible en cas de crue multi-pics. S'il avait été choisi une durée d'observation supérieure à un jour, le risque était plus grand de tomber sur un autre pic que celui dont on calcule la vitesse de montée et la vitesse de descente. Cette analyse ne peut cependant se faire que station par station dans la mesure où chaque station a une configuration géographique unique (pour une même crue, si la station est dans une vallée étroite, la vitesse de montée ou de descente se fera plus vite que pour une station située dans une vallée plus large).

Cette analyse a été effectuée sur les stations SPC. Le tableau de la page suivante rassemble les résultats obtenus.

Pour une meilleure lisibilité, les vitesses de montée et de descente des crues ont été représentées sous forme de points dans des graphes par station en fonction de la cote maximale à la station (figure 5, page suivante).

A Vendôme, les crues d'avril 1985, de janvier 1993, de janvier 2001 et de janvier 2004 ont des vitesses de descente plus importantes que les vitesses de montée mais il s'agit de crues dont la cote maximale est peu élevée. D'une manière générale, la vitesse de montée des crues augmente avec la cote maximale atteinte.

A la Chartre, les vitesses de montée et de descente sont généralement faibles. L'amplitude de la cote maximale atteinte entre les crues est d'ailleurs assez faible comparée à l'échelle de Vendôme. C'est la crue de janvier 1961 qui se détache des autres.

A la Flèche, les vitesses de montée et de descente des crues sont également faibles. Etant situé en queue de bassin versant, elles sont effectivement plus amorties qu'en amont.

	janv-61		avr-83	janv-93		janv-95		déc-99		janv-01		janv-04			
Vendôme	1 jour avant	2.10	3/1/61 9:00	1.9	9/4/83 21:00	1.35	13/1/93 16:00	1.95	23/1/95 11:00	1.95	28/12/99 8:00	1.38	7/1/01 8:00	1.94	14/1/04 20:00
	Max	2.85	4/1/61 9:00	2.4	10/4/83 21:00	1.5	14/1/93 16:00	2.25	24/1/95 11:00	2.05	29/12/99 8:00	1.6	8/1/01 8:00	2	15/1/04 20:00
	Pré-alerte : 1,25 m	2.65	5/1/61 9:00	2.2	11/4/83 21:00	1	15/1/93 16:00	1.95	25/1/95 11:00	1.8	30/12/99 8:00	0.85	9/1/01 8:00	1.53	16/1/04 20:00
	Alerte : 1,50 m														
	Montée (m/jour)	0.75		0.50		0.15		0.30		0.10		0.22		0.06	
	Descente (m/jour)	0.20		0.20		0.50		0.30		0.25		0.75		0.47	
La Chartre	1 jour avant	1.00	3/1/61 0:01	1.28	9/4/83 18:00	1.06	12/1/93 11:00	1.32	25/1/95 11:00	1.24	28/12/99 12:00	1.21	5/1/01 12:00	?	18/1/04 0:00
	Max	1.70	4/1/61 0:01	1.48	10/4/83 18:00	1.25	13/1/93 11:00	1.40	26/1/95 11:00	1.34	29/12/99 12:00	1.23	6/1/01 12:00	1.48	19/1/04 0:00
	Pré-alerte : 1,10 m	1.45	5/1/61 0:01	1.4	11/4/83 18:00	1.22	14/1/93 11:00	1.34	27/1/95 11:00	1.24	30/12/99 12:00	1.22	7/1/01 12:00	?	20/1/04 0:00
	Alerte : 1,20 m														
	Montée (m/jour)	0.70		0.20		0.19		0.08		0.10		0.02		0.16	
	Descente (m/jour)	0.25		0.08		0.03		0.06		0.10		0.01		0.12	
La Flèche	1 jour avant	2.15	4/1/61 14:30	2.06	11/4/83 9:00	1.03	14/1/93 11:00	2.25	27/1/95 6:00	1.94	29/12/99 20:00	1.62	7/1/01 8:00	1.9	16/1/04 7:20
	Max	2.49	5/1/61 14:30	2.45	12/4/83 9:00	1.38	15/1/93 11:00	2.40	28/1/95 6:00	2.08	30/12/99 20:00	1.74	8/1/01 8:00	2.37	17/1/04 7:20
	Pré-alerte : 1,50 m	2.29	6/1/61 14:30	2.34	13/4/83 9:00	1.2	16/1/93 11:00	2.36	29/1/95 6:00	1.96	31/12/99 20:00	1.62	9/1/01 8:00	2.21	18/1/04 7:20
	Alerte : 1,65 m														
	Montée (m/jour)	0.34		0.39		0.35		0.15		0.14		0.12		0.47	
	Descente (m/jour)	0.20		0.11		0.18		0.04		0.12		0.12		0.16	

Tableau 11 : Tableau des vitesses de montée et de descente de la cote d'eau à différentes stations (SPC) du Loir

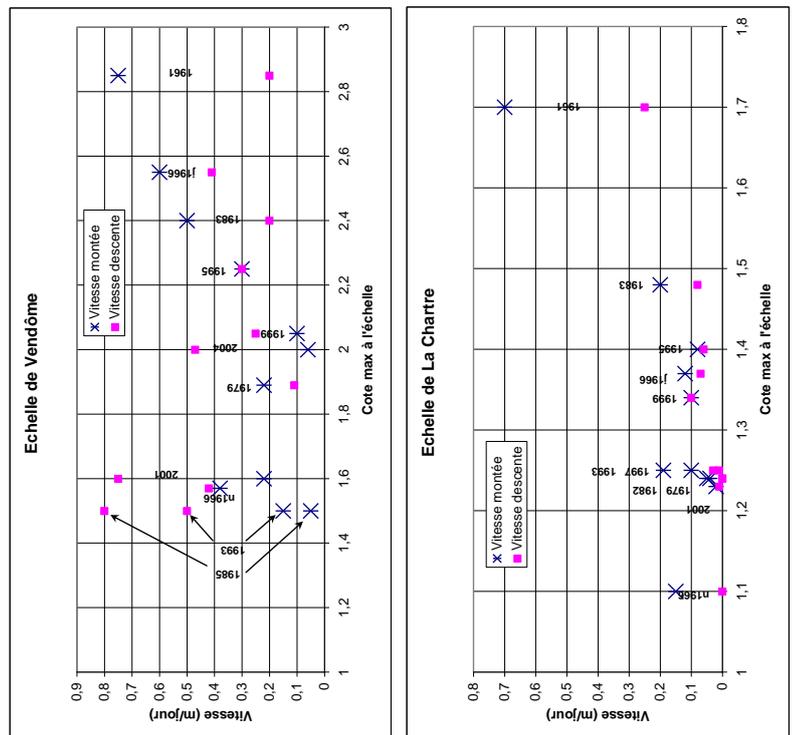


Figure 5

4.6 - Analyse des temps de propagation apparents

Pour les crues dont les hydrogrammes étaient disponibles sur la Banque Hydro, des schémas synthétiques ont été réalisés afin de caractériser, dans la mesure du possible, les temps de propagation apparents de la crue.

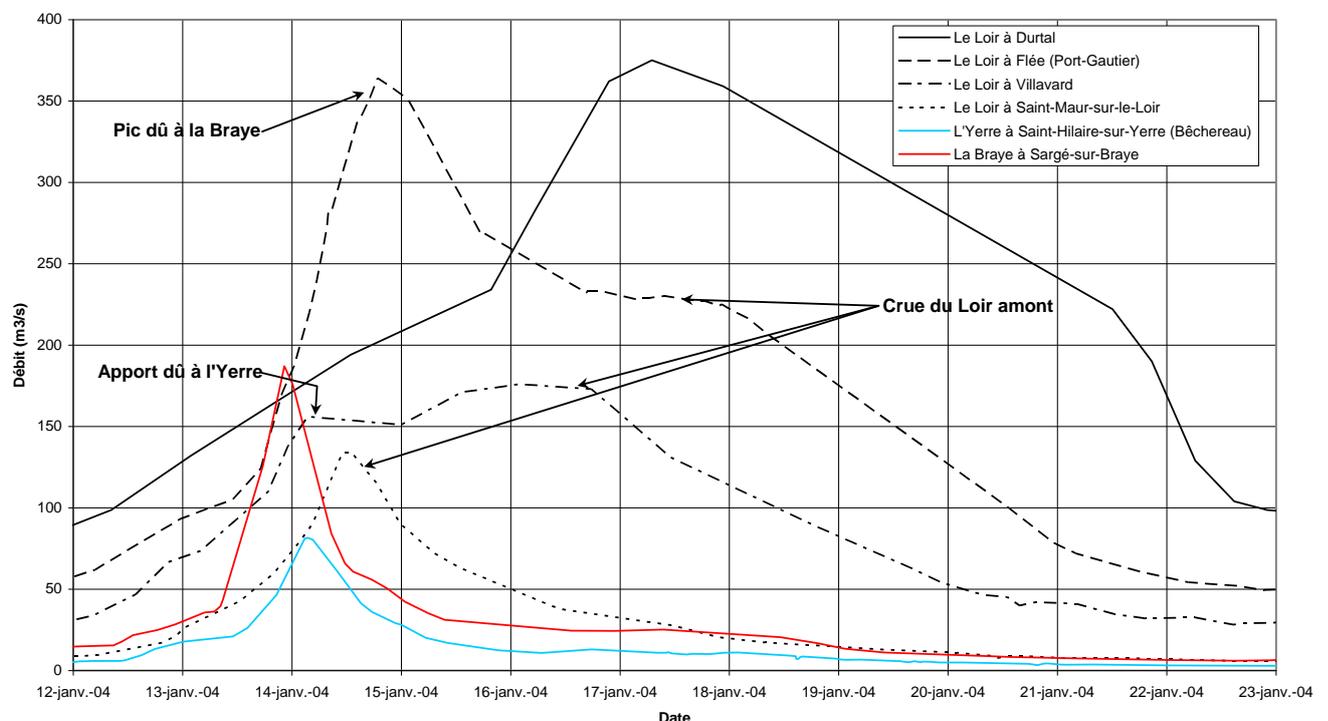
Le tableau synthétique suivant en fait un résumé simplifié.

Tableau 12 :

Crue	Durée de propagation apparente de St-Maur à Durtal	Rôle important des affluents
janv-61		
avr-83	3 jours	Ozanne, Aune
janv-93	2,8 jours	Ozanne, Braye, Aune
janv-95	5,9 jours	Yerre, Braye, Ozanne, Aune
déc-99	5,5 jours	Braye, Veuve
janv-01	5,6 jours	Veuve
janv-04	2,8 jours	Yerre, Braye

Le temps de propagation apparent d'une crue peut être perturbé par l'apport important d'un affluent. Ce fut le cas en 2004 avec la Braye. La figure suivante illustre ce phénomène.

Figure 6 Hydrogrammes sur le bassin versant du Loir - Crue de janvier 2004



A Villavard, le débit maximum a lieu le 16 janvier alors qu'en aval à Port-Gautier, il a lieu le 14 janvier (cette pointe étant due à l'apport de la Braye).

4.7 - Horloge des crues

4.7.1 - *Au niveau du bassin versant du Loir*

La direction principale du bassin versant du Loir est nord-est/sud-ouest. Il coule donc en sens inverse par rapport à l'arrivée des perturbations qui vont généralement d'ouest en est.

Ainsi, ce sont d'abord les affluents avals du Loir qui sont touchés par la crue puis ceux de l'amont. Le débit de pointe à Port-Gautier est souvent observé avant le débit de pointe à Villavard. Ce sont les affluents l'Yerre et la Braye qui sont souvent responsables de la pointe de crue à Port-Gautier.

4.7.2 - *Au niveau des BVA*

Les études antérieures ont montré que d'une manière générale, la crue du Loir arrive en dernier, après celles de la Mayenne et de la Sarthe.

D'après l'étude BVA : « Le risque de concomitance des pointes de crue de la Mayenne, l'Oudon et la Sarthe serait plus élevé pour les fortes crues. Concernant le Loir, le décalage par rapport aux autres affluents est généralement important dans le cas de crues « simples », pour les fortes crues, la pointe de crue du Loir arrivera 48h après la pointe de crue de la Sarthe ».