

Affaire 112730

Direction Départementale de l'Équipement
du Loiret (45)

ATLAS DES ZONES INONDABLES DU LOING ET DE L'OUANNE DANS LE DÉPARTEMENT DU LOIRET

Hydrologie

Enquête historique

Relevé des laisses de crues

Octobre 2007



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ministère
de l'Écologie
du Développement
et de l'Aménagement
durables

Historique des versions du document

Date	Version	Auteurs	Commentaires
31/10/2007	A	Emmanuel LAVAUD Laetitia HEURDIER Stéphane PINEY	

Affaire suivie par

Stéphane PINEY - Département Sciences de l'Environnement - Unité Technique Cours d'Eau

Tél. : 02 54 55 48 65 - fax : 02 54 55 48 71

Mél : stephane.piney@equipement.gouv.fr

Destinataires

Direction Départementale de l'Équipement du Loiret / SSRT / RNT
A l'attention de Monsieur Christian PIEL (2 ex.)

Direction Départementale de l'Équipement de la Nièvre
A l'attention de Madame Chantal EDIEU (1 ex.)

Département « Sciences de l'Environnement » (1 ex.)
Secrétariat (affaire 112730) (1 ex.)
Centre de Gestion «CG4 »

SOMMAIRE

INTRODUCTION ET OBJECTIFS DE LA PRÉSENTE ÉTUDE	3
1.- LE BASSIN VERSANT DU LOING ET DE L'OUANNE EN AMONT DE MONTARGIS	3
1.1.- Présentation générale et occupation.....	4
1.3.- Géologie	6
1.4.- Hydrographie	7
1.5.- Climat et pluviométrie.....	8
2.- HYDROLOGIE	9
2.1.- Hydrologie statistique.....	10
2.1.1.- <i>L'Ouanne</i>	11
2.1.2.- <i>Le Loing</i>	14
2.1.3.- <i>Les deux affluents du Loing : l'Aveyron et le Puiseaux</i>	17
2.2.- Le canal de Briare	17
2.3.- Concomitance des crues du Loing et de l'Ouanne et de celles de l'Aveyron et du Loing	19
2.4.- Synthèse	22
3.- ENQUÊTE HISTORIQUE ET RECUEIL DES LAISSSES DE CRUES	24
3.1.- L'inventaire de Maurice Champion	24
3.2.- Consultation des archives.....	24
3.3.- Rencontre de l'ensemble des communes, et recueil des laisses de crues	26
3.4.- La commune de Châteaurenard.....	27
3.5.- Un document essentiel : la limite des champs d'inondations de la crue de janvier 1910 sur le Loing à l'échelle 1/20 000	28
3.6.- Un problème de concordance avec le PPRi du Loing « aval » : la situation des communes d'Amilly et de Conflans-sur-Loing.....	29
CONCLUSION : QUELLE METHODOLOGIE METTRE EN ŒUVRE EN VUE DE L'ÉTABLISSEMENT DE L'ATLAS DES ZONES INONDABLES DU LOING ET DE L'OUANNE ? ..	30

INTRODUCTION ET OBJECTIFS DE LA PRÉSENTE ÉTUDE

La présente étude s'inscrit dans le cadre de l'élaboration de l'atlas des zones inondables du Loing et de l'Ouanne, dans le département du Loiret, en amont d'Amilly (45), étape initiale à l'élaboration du P.P.R. Inondation du Loing « amont », prescrit par M. le Préfet du Loiret.

Le Loing « aval » a déjà fait l'objet d'un PPR Inondation, aujourd'hui approuvé.

La présente étude a pour objet de procéder :

- à une analyse du bassin versant du Loing « amont » et à l'étude de son hydrologie ;
- à une enquête historique consistant en la consultation des archives, et la rencontre de l'ensemble des communes riveraines ;
- au recueil et au nivellement de l'ensemble des laisses et repères de crues repérés sur le linéaire des deux cours d'eau concernés : le Loing et l'Ouanne.

On rappellera que la crue de référence pour laquelle le présent atlas doit être construit correspond à celle des Pus Hautes Eaux Connues (P.H.E.C.) ou à la crue centennale si elle lui est supérieure. Le présent rapport a donc pour objet essentiel, sur la base des trois points examinés ci-dessus, de déterminer quelles sont les plus hautes connues (enquête historique et recueil des laisses de crues), et d'exploiter les stations hydrométriques existantes en vue de déterminer les débits « centennaux » du Loing et de l'Ouanne au niveau du linéaire concerné par le présent atlas.

Les 11 communes du Loiret concernées sont les suivantes :

<i>Sur le Loing (de l'aval vers l'amont)</i>	<i>Sur l'Ouanne (de l'aval vers l'amont)</i>
Conflans-sur-Loing Montcresson Montbouy Châtillon-Coligny Ste Geneviève-des-bois Dammarie-sur-Loing	St Germain-des-Prés Gy-les-Nonains Châteaurenard Triguères Douchy

Nous nous intéresserons également à la commune d'Amilly : si elle fait partie du périmètre du PPR inondation du Loing « aval », les cotes de références obtenues lors de ce plan de prévention nous intéressent directement dans la mesure où elles constitueront les cotes aval de notre atlas.

1.- LE BASSIN VERSANT DU LOING ET DE L'OUANNE EN AMONT DE MONTARGIS

Ce chapitre s'appuie, entre autres, sur les références bibliographiques suivantes :

- S.R.A.E. de la région Centre - La rivière Ouanne - Etat actuel - essai de diagnose - Jean-François Martin, octobre 1971 ;

- S.I.V.L.O. - Etude global du bassin versant du Loing, de l'Ouanne et de ses affluents (phase 1 - Etat des lieux. BIOS juillet 2004).

1.1.- Présentation générale et occupation

Le Loing est un affluent rive gauche de la Seine. Son bassin versant est d'une superficie totale de 4250 km². La figure n°1 ci-dessous présente son positionnement dans le bassin versant de la Seine.

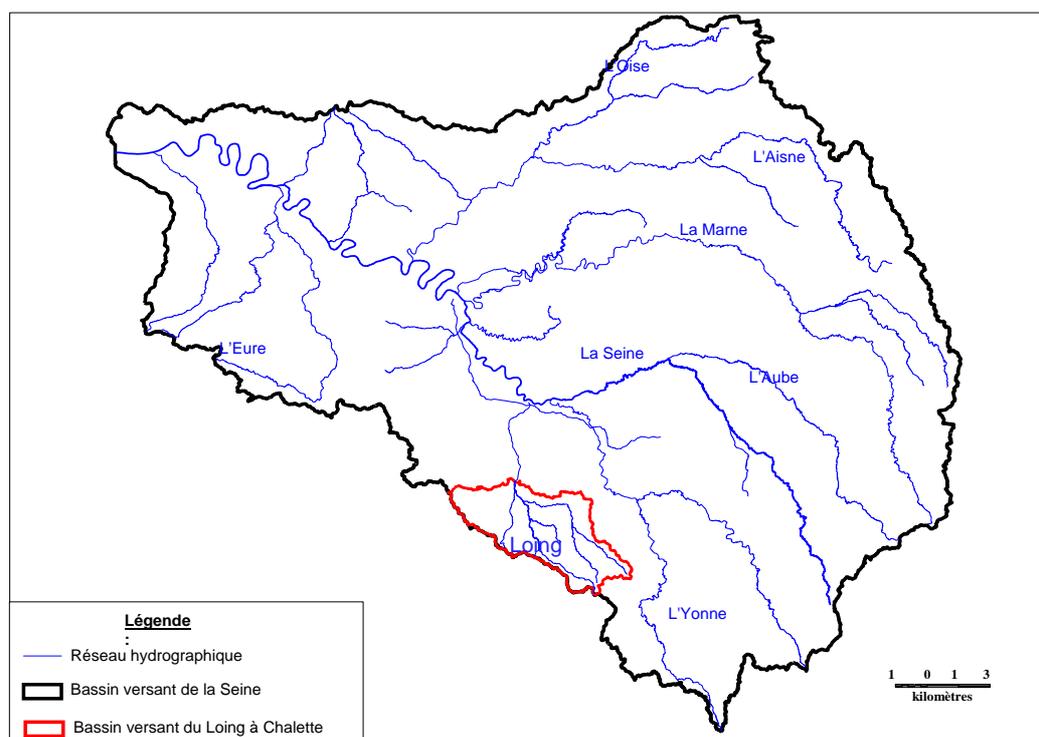


figure n°1 : carte de localisation du bassin versant du Loing à Châlette-sur-Loing dans le bassin de la Seine

Le bassin versant qui nous concerne plus particulièrement, peut être délimité à l'aval par la station hydrométrique de Châlette-sur-Loing à l'aval de Montargis, qui contrôle un bassin versant de 2300 km² (cf. plan situé page suivante).

a) régions naturelles et occupation

Le bassin versant du Loing à Châlette repose sur trois régions naturelles. Depuis l'aval, on distingue [J.F. Martin, octobre 1971] :

- le Gâtinais pauvre [de 110 à 200 m d'altitude], dont l'extension au Sud peut être limitée par une ligne St Aubin - Chateaufort - Châtillon-Coligny. C'est une terrasse sillonnée par des vallées profondes où affleure la craie constituant fondamental du terrain, mais en grande partie recouverte par les formations résiduelles du Sparnacien et par les limons des plateaux ;
- la Puisaye [200 - 300 m]. Cette région, humide, boisée et couverte de nombreux étangs forme un contraste avec les grandes plaines du jurassique moyen, dont elle est séparée au Sud par le talus des argiles et marnes kimméridgiennes ;
- les plateaux de Bourgogne en extrême limite Sud Est du bassin versant de l'Ouanne [300 - 350 m]. Cette zone de plateaux assez fertiles est favorable aux cultures céréalières.

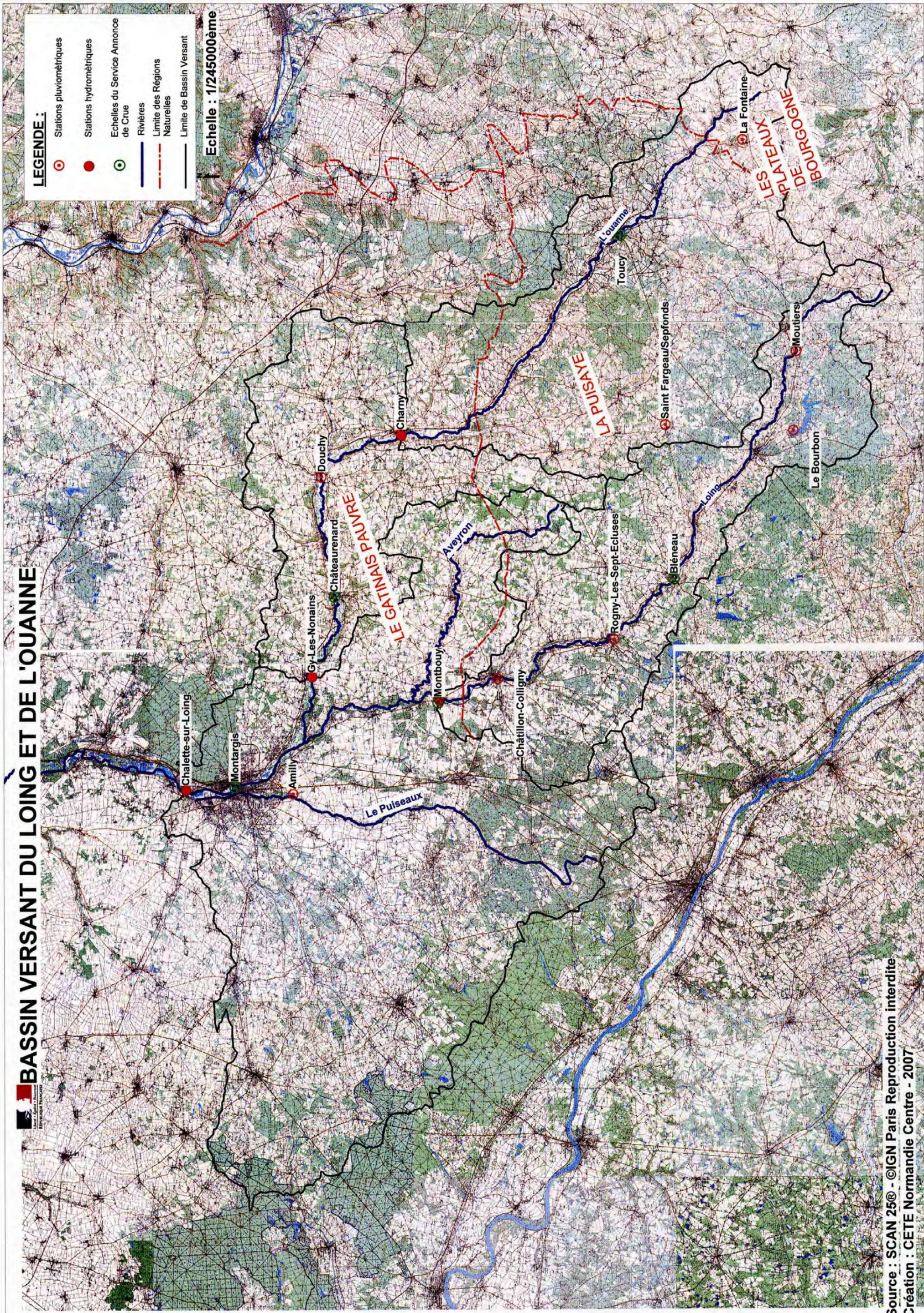
BASSIN VERSANT DU LOING ET DE L'OUANNE



LEGENDE :

- Stations pluviométriques
- Stations hydrométriques
- Echelles du Service Annonce de Crue
- Rivières
- Limite des Régions Naturelles
- Limite de Bassin Versant

Echelle : 1/245000ème



Le Gâtinais pauvre et la Puisaye se distinguent assez difficilement par leur occupation agricole. Ce sont des régions de polyculture : les sols très variés et assez pauvres ne permettent une culture intensive que très localement (régions recouvertes par des limons, fond des vallées). C'est surtout en Puisaye, région plus humide que le Gâtinais, que l'on trouve les plus grandes surfaces de prairies naturelles. La culture céréalière est plus fréquente en Gâtinais.

En Forterre (plateaux de Bourgogne), les exploitations sont plus importantes : c'est le domaine des grandes cultures intensives.

Les forêts sont essentiellement présentes au niveau du bassin versant de l'Ouanne, en Puisaye, à l'Ouest d'une ligne fictive Charny - St Fargeau.

b) démographie

A l'échelle du bassin versant du Loing à Châlette, les communes apparaissent de tailles modérées ; elles sont dominées à l'aval du bassin versant par l'ensemble Amilly - Montargis - Châlette, qui rassemble 43 000 habitants (1999).

Les communes concernées par le présent atlas sont de taille plus modeste ; sept d'entre elles, de taille relativement proches les unes des autres, constituent de véritables petits bourgs. La population s'établit de la façon suivante (données INSEE 1999) :

Commune	Nombre d'habitants (1999)
Amilly	12 227 hbts
Châteaurenard	2 483 hbts
Châtillon-Coligny	2 008 hbts
St Germain-des-Prés	1 740 hbts
Montcresson	1 301 hbts
Triguères	1 161 hbts
Ste Geneviève-des-bois	1 043 hbts
Douchy	1 005 hbts
Gy-les-Nonains	723 hbts
Montbouy	710 hbts
Dammarie-sur-Loing	488 hbts
Conflans-sur-Loing	380 hbts

tableau n°1 : nombre d'habitants des 11 communes concernées (INSEE, 1999)

1.3.- Géologie

A l'échelle du bassin versant du Loing, on peut distinguer les trois ensembles suivants :

- les 3/4 Nord Ouest du bassin versant sont constitués par un plateau crayeux largement recouvert par des cailloutis à silex roulés du Sparnacien et les argiles résiduelles de la craie décalcifiée. La nature hétérogène des matériaux qui recouvrent la craie conditionne localement les capacités d'infiltrations : faibles quand le sol est formé d'argile plastique imperméable (région des étangs), importantes quand la craie fissurée mise à jour par l'érosion, laisse apparaître des accidents karstiques disséminés dans la région (rû des Cuivre¹, rû des Bruyères) ;

¹ Le rû des Cuivres qui prend naissance dans la région de Champignelles se perd dans les gouffres de Marchais Béton et réapparaît environ 8 km plus loin. Le rû de Louesme est une résurgence du rû des Bruyères.

- une zone intermédiaire correspondant aux sables fins de la Puisaye parsemés de lentilles argileuses offrant un grand pouvoir de rétention des eaux pluviales. Ce secteur est limité au Sud Est par les calcaires compacts du Portlandien puis les marnes du kimmeridgien ;
- une zone en tête de bassin versant de l'Ouanne dominée par les calcaires du Séquanien. L'horizon supérieur des marnes constitue l'exutoire de nombreuses sources. Ce secteur laisse facilement passer les eaux pluviales en saison sèche, mais la capacité de drainage croît nettement en saison humide lorsque les niveaux argilo-marneux se gonflent d'eau.

Géologie simplifiée

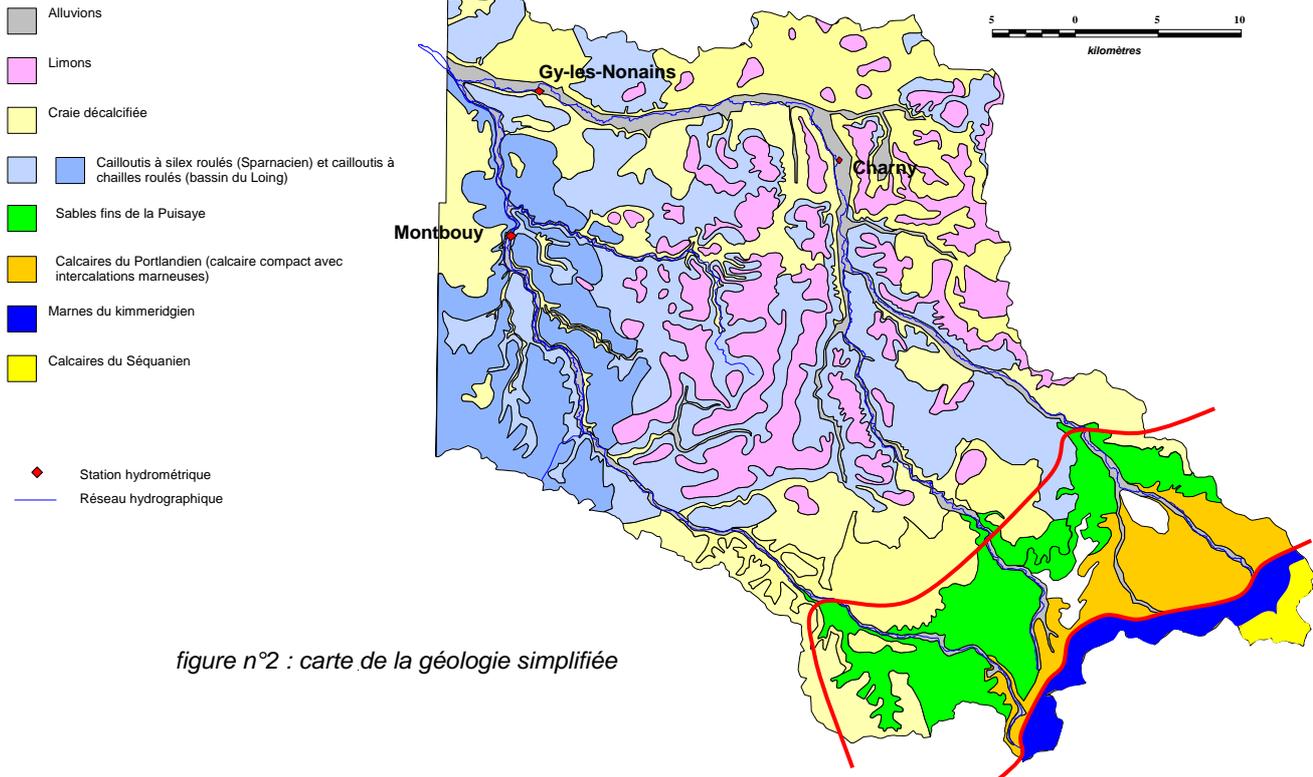


figure n°2 : carte de la géologie simplifiée

1.4.- Hydrographie

Les caractéristiques principales des bassins versants du Loing et de l'Ouanne sont les suivantes :

Ouanne	Loing (à Châlette)
S = 895 km ²	S = 2300 km ²
S = 257 km ² au niveau de la confluence avec le Branlin (S = 250 km ²)	S = 593 km ² au niveau de la confluence avec l'Ouanne
L = 76 km	L = 87 km
K _G = 1,8 (bassin de forme allongée) ²	K _G = 1,7 (bassin de forme allongée)

A la confluence à Conflans-sur-Loing, c'est l'Ouanne qui dispose du bassin versant le plus important S = 895 km² contre S = 593 km² pour le Loing. On ne s'étonnera pas en conséquence de trouver des débits supérieurs pour l'Ouanne vis à vis du Loing « amont ». On remarquera aussi les longueurs

² la pointe de crue venant de l'amont passera après les pointes des différents affluents situés à l'aval.

différentes des deux bassins versants, de longueur quasi équivalente à Charny et Montbouy, il reste encore 11 km au Loing pour rejoindre Conflans contre 35 km pour l'Ouanne.

Les profils en long des deux cours d'eau s'établissent de la façon suivante :

Au niveau du profil en long de l'Ouanne, on peut distinguer trois secteurs [J. F. Martin] :

- un secteur amont de la source de l'Ouanne à la confluence avec le rû de Fontenoy d'une longueur de 15 km et d'une pente moyenne de 5,9 ‰ [285-190 m] ;
- un secteur intermédiaire jusqu'à la confluence de l'Ouanne avec le Branlin de longueur 39 km et de pente 1,8 ‰ [190 - 139 m] ;
- enfin le dernier tronçon jusqu'à la confluence avec le Loing de longueur 39 km et de pente moyenne 1,2 ‰ [139 - 92 m]. Plus précisément, on peut distinguer un sous secteur à l'aval de Gy-les-Nonains de pente plus forte : 1,4 ‰ jusqu'à Conflans.

Pour le profil en long du Loing « amont », on peut aussi délimiter trois secteurs :

- un secteur amont de l'étang de Moutiers jusqu'à Bléneau d'une longueur de 22 km et de pente moyenne 2,5 ‰ [214,3-154,9 m] ;
- un secteur intermédiaire jusqu'à Montbouy d'une longueur de 23 km et de pente moyenne 1,9 ‰ [154,9 - 110,1 m] ;
- un secteur aval jusqu'à Montargis de longueur 18 km et de pente moyenne 1,5 ‰ [101,1 ; 82,8 m].

On retiendra sur les deux tronçons concernés par le présent atlas, les pentes moyennes sont de l'ordre de 1,2 ‰, puis 1,4 ‰, à l'aval de Gy-les-Nonains pour l'Ouanne et de 1,9 ‰ et 1,5 ‰ pour le Loing, respectivement à l'amont/aval de Montbouy.

1.5.- Climat et pluviométrie

Les vents dominants sont des vents de secteur ONO-SO, vents océaniques apportant la pluie, puis les vents de secteur E, N et S, vents continentaux apportant un temps sec et froid [J.F. Martin, 1971].

« Le bassin versant du Loing est soumis à un climat à tendance océanique atlantique, nuancé par des influences continentales (notamment à l'Est, sur les contreforts du Morvan).

Il en résulte des hivers relativement doux avec des températures moyennes annuelles de l'ordre de 10-11°C. L'amplitude thermique est de 17°C et correspond à la différence entre le mois le plus doux (19.5°C en juillet) et le mois le plus froid (2.5°C en janvier).» [BIOS, 2004].

Plus précisément, la cartographie de la pluviométrie annuelle mesurée de 1961 à 1990 révèle une pluviométrie plus importante en tête des bassins versants du Loing et de l'Ouanne (entre 800 et 900 mm), et une décroissance générale vers l'aval du bassin versant (du Sud-Est vers le Nord-Ouest) : une moyenne annuelle entre 700 et 800 mm sur la région de la Puisaye, puis comprise entre 600 et 700 mm en Gâtinais.

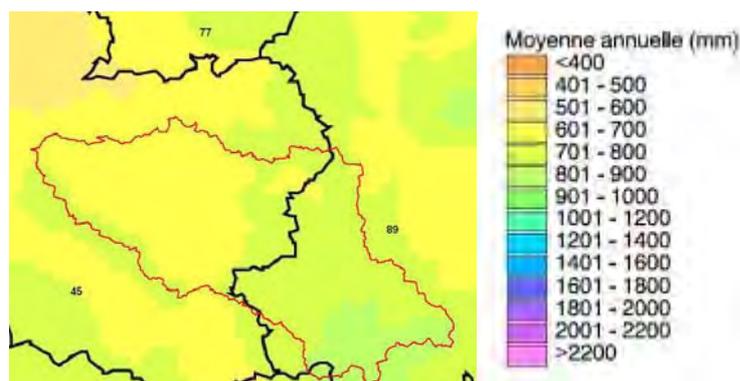


Figure 3 : cumul annuel des précipitations
[1961-1990] (Météo - France)
bassin versant du Loing à Châlette

Au niveau du bassin versant du Loing à Châlette-sur-Loing, neuf postes pluviométriques ont été mis en évidence (cf. plan général du bassin versant du Loing). Les hauteurs de précipitations cumulées en 1 jour, pour des périodes de retour de 5 à 100 ans, sont les suivantes (cf. tableau n°2 ci-dessous).

Poste pluviométrique	T (ans)				
	5	10	20	50	100
Fontaines (89)	44	50	56	64	69
Moutiers (89)	42	47	53	60	65
St Fargeau/Le Bourdon (89)	41	47	52	59	64
St Fargeau/Septfonds (89)	42	48	54	62	68
Charmy (89)	39	44	49	56	61
Douchy (45)	42	50	57	65	72
Rogny (89)	37	41	46	52	57
Châtillon - Coligny (45)	36	41	46	52	57
Amilly (45)	41	47	53	61	66

tableau n°2 : hauteurs de précipitations cumulées en 1 jour, H (mm) (Météo France, 1999)³

L'examen de ces valeurs permet de mettre en évidence :

- une pluviométrie globalement plus importante en tête des bassins versants du Loing et de l'Ouanne, et une décroissance générale vers l'aval du bassin versant (du Sud-Est vers le Nord-Ouest), comme l'a montré la cartographie de la pluviométrie annuelle du bassin versant du Loing ;
- des disparités à l'échelle journalière cependant relativement importantes comme le révèlent les différences mesurées entre les postes de Charmy et de Douchy (72 mm à Douchy contre 61 mm à Charmy pour la pluie journalière de période de retour centennale), où même les valeurs mesurées à Amilly, à l'aval du bassin versant qui nous concerne, au regard de celles établies pour Rogny ou Châtillon-Coligny, que l'on attendrait plus fortes.

Les crues du Loing et de l'Ouanne ont essentiellement lieu aux mois de décembre, janvier et février, qui concentrent l'ensemble des crues majeures, plus rarement en automne (octobre 1896), et au printemps (mai 1836).

L'étiage se produit en été aux mois d'août et septembre. L'évapotranspiration joue un grand rôle en été : alors que les précipitations sont quasi constantes tout au long de l'année, les crues se concentrent aux mois d'hiver.

2.- HYDROLOGIE

Ce chapitre a pour objet, en premier lieu, de précéder à l'analyse statistique des stations hydrométriques existantes en vue d'établir, au droit de chacune d'entre elles, les débits correspondant à différentes périodes de retour, et en particulier le débit centennal statistique.

Il vise ensuite à déterminer au niveau du linéaire des deux cours d'eau quels seront les débits des crues de calage (si une modélisation hydraulique devait être mise en œuvre), et de la crue centennale, dont nous ignorons à ce stade de l'étude si elle constitue ou non la crue de référence (est-elle supérieure à la crue correspondant aux plus hautes eaux connues ?). Il s'agira en particulier de déterminer les apports des différents affluents, et d'examiner comment se combinent les hydrogrammes du Loing et de l'Ouanne à leur confluence à Conflans-sur-Loing.

³ Estimation des hauteurs de précipitations d'occurrence rare pour des durées de cumul de 1 à 10 jours sur 3000 postes français - Méthode du renouvellement - Météo France, juillet 1999

2.1.- Hydrologie statistique

Au niveau du bassin versant du Loing et de l'Ouanne, on distingue les stations hydrométriques suivantes (cf. figure n°4 ci-dessous) :

- sur l'Ouanne

- . la station hydrométrique H3122010 de Charny (89), exploitée depuis 1969, qui contrôle un bassin versant de 562 km² ;
- . la station hydrométrique H3122020 de Gy-les-Nonains (45), qui contrôle un bassin versant de 883 km². Elle est exploitée depuis 1969.

Plus en amont se situe la station hydrométrique de Toucy (89) (H3102010) qui contrôle un bassin versant de 153 km². Dans la mesure, où la station hydrométrique de Charny se situe en amont de notre secteur d'études, et permet d'appréhender les débits en tête de notre secteur, nous n'avons pas procédé à l'analyse de la station de Toucy dans le cadre de notre rapport⁴.

A ces trois stations, s'ajoutent celles de Châteaurenard (deux stations, une sur chaque bras de l'Ouanne), mise en place par la DIREN Ile-de-France depuis 2006. Compte tenu de sa mise en place récente, et de l'absence de crue majeure depuis cette date, elle n'est pas étudiée au niveau de ce rapport.

- sur le Loing

- . la station hydrométrique H3021010 de Montbouy exploitée depuis 1981 et qui contrôle un bassin versant de 409 km² ;
- . la station hydrométrique H3201010 de Châtelette-sur-Loing exploitée depuis 1968 et qui contrôle un bassin versant de 2300 km².

A ces deux stations, s'ajoute celle de St Martin-des-Champs (89) (H3001020), mise en place par la DIREN Ile-de-France depuis 2006. Compte tenu de sa mise en place récente, et de l'absence de crue majeure depuis cette date, elle n'est pas étudiée au niveau de ce rapport.

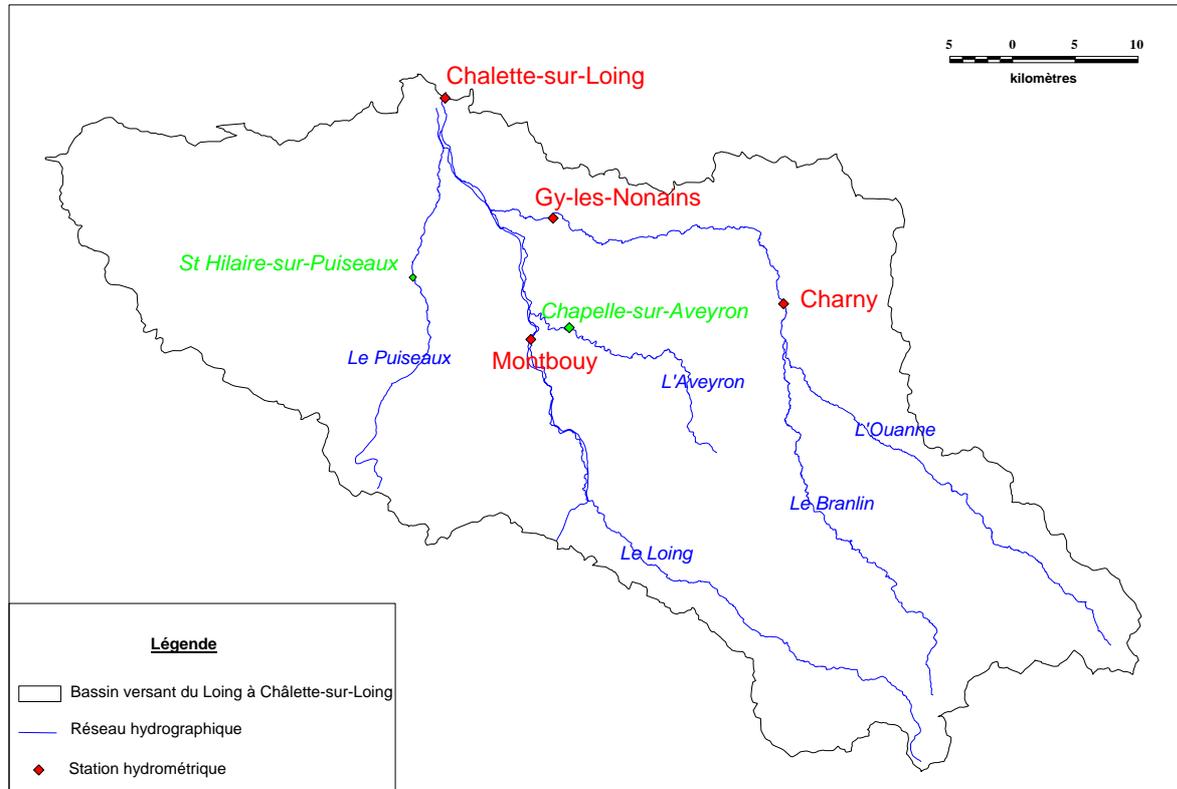


Figure n°4 - bassin versant du Loing à Châtelette, stations hydrométriques exploitées dans le cadre de l'étude

⁴ Les deux plus fortes crues mesurées sont celles du 9 janvier 1982 ($Q_p = 40 \text{ m}^3/\text{s}$) et du 30 mars 1978 ($Q_p = 29,9 \text{ m}^3/\text{s}$).

Sur les affluents du Loing, l'Aveyron et le Puiseaux, on retiendra les deux stations hydrométriques de l'Aveyron à la Chapelle-sur-Aveyron ($S = 99 \text{ km}^2$ - H3023211), exploitée depuis 1969, et du Puiseaux à St Hilaire-sur-Puiseaux ($S = 94 \text{ km}^2$ - H3203310) exploitée depuis 1980.

L'ensemble du traitement statistique de ces quatre stations hydrométriques figure en annexe n°1.

2.1.1.- L'Ouanne

a) la station de Charny

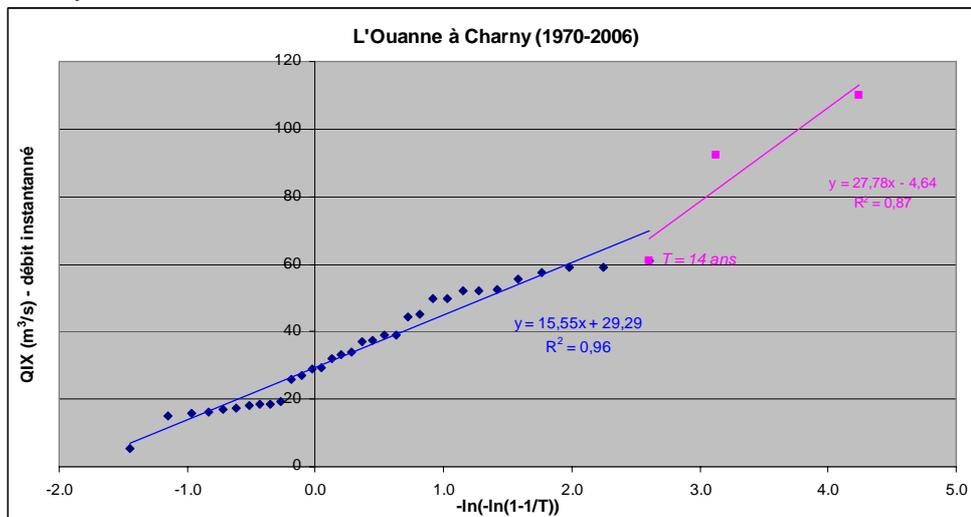
La station de Charny est exploitée depuis 1969. Sur la période [1969-2006], on dispose de 35 valeurs.

On remarquera que les crues de l'Ouanne sont relativement peu marquées, puisque le rapport QIX/QMJ est de $r \approx 1,13$ [1,11 ; 1,25] pour les 25 plus fortes crues.

Les plus fortes crues mesurées correspondent à celles du :

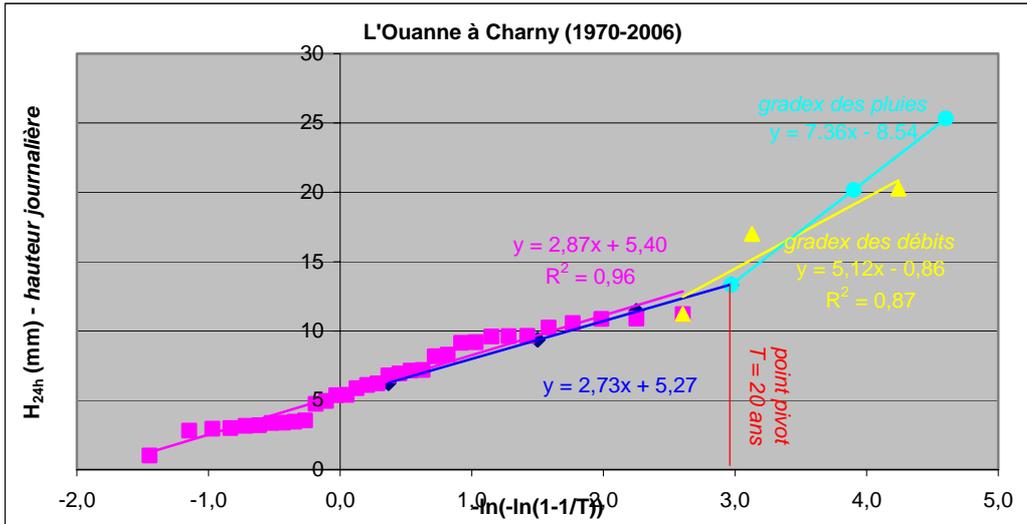
- 9 janvier 1982, $Q_p = 110 \text{ m}^3/\text{s}$;
- 30 mars 1978, $Q_p = 92,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le traitement statistique des données par un ajustement de Gumbel permet d'obtenir des débits de crues assez fiables pour des durées n'excédant pas 2 fois le nombre d'années de mesures. Il est donc ici possible de déterminer un débit de période de retour $T = 50$ ans pour la station de Charny.



Cet ajustement révèle l'existence d'une cassure correspondant à une période de retour de l'ordre de $T \approx 15$ ans. Au-delà de cette période de retour, il convient en conséquence d'utiliser le second ajustement mis en évidence ci-dessus.

Cependant cet ajustement ne dépendant que de 3 valeurs de crues, nous avons préféré appliquer la méthode du gradex en vue de déterminer les débits d'occurrences rares. On a étudié ici la loi des pluies extrêmes spatiales cumulées sur 24 h (cf. données Météo France citées précédemment), puis extrapolé ensuite la distribution des débits moyens journaliers maximum annuels par la distribution des pluies journalières maximales annuelles, en faisant l'hypothèse qu'à partir d'une période de retour donnée ($10 < T < 50$ ans), les volumes de crues suivent la même distribution que les cumuls de précipitation ; cela suppose que la loi conditionnelle de l'infiltration tend vers une forme limite indépendante de l'intensité de la pluie, pour les fortes pluies.



Compte tenu de la « cassure » mise en évidence au niveau de la distribution des débits, nous avons retenu comme point pivot (point à partir duquel la distribution des débits suit celle des pluies), $T = 20$ ans. L'application de la méthode du gradex nous a permis de déterminer dans un premier temps les débits moyens journaliers correspondant à $T = 20$ ans et $T = 50$ ans, en suivant la distribution des pluies ; l'application du coefficient de pointe $r \approx 1,13$ à ces valeurs, nous a permis enfin de récupérer les débits de pointes correspondant.

Nous obtenons finalement :

T	Q (m ³ /s)
5	53
10	64
20	75
50	110
100	137

Station hydrométrique de Charny ($S = 562 \text{ km}^2$) sur l'Ouanne
débits statistiques de crues

La crue du 9 janvier 1982 peut donc être qualifiée de période de retour $T = 50$ ans à Charny, sur la base de cette analyse.

b) la station de Gy-les-Nonains

La station de Gy-les-Nonains est exploitée depuis 1969. Sur la période [1969-2006], on dispose de seulement 28 valeurs. Il est à noter que la crue de 1982, plus forte crue mesurée sur la période, est absente des données.

A l'image des valeurs mesurées à la station de Charny, on remarquera que les crues de l'Ouanne sont relativement peu marquées, puisque le rapport QIX/QMJ est ici de $r \approx 1,19$ [1,15 ; 1,32] pour les 25 plus fortes crues.

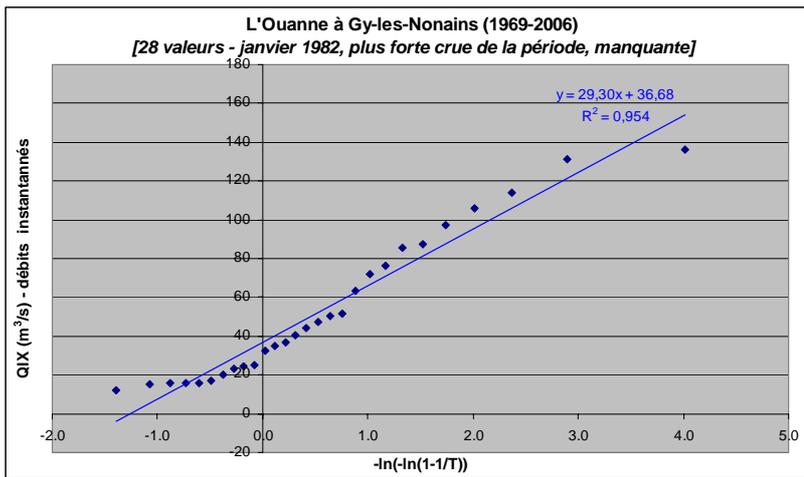
Les plus fortes crues mesurées correspondent à celles du :

- 31 décembre 2001, $Q_p = 136 \text{ m}^3/\text{s}$ ($49,6 \text{ m}^3/\text{s}$ à Charny) ;
- 1^{er} décembre 1996, $Q_p = 131 \text{ m}^3/\text{s}$ ($60,9 \text{ m}^3/\text{s}$ à Charny) ;
- 15 mars 2001, $Q_p = 114 \text{ m}^3/\text{s}$ ($49,9 \text{ m}^3/\text{s}$ à Charny) ;
- 30 mars 1978, $Q_p = 106 \text{ m}^3/\text{s}$ ($92,2 \text{ m}^3/\text{s}$ à Charny).

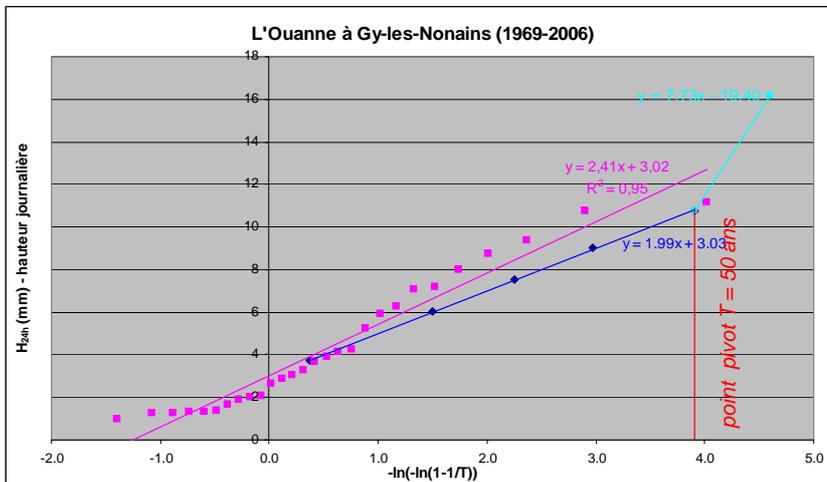
Entre Charny et Gy-les-Nonains, l'Ouanne dont le bassin versant croit de $S = 562 \text{ km}^2$ à $S = 883 \text{ km}^2$, reçoit la succession d'apports de petits bassins versants drainés sur chaque rive par une succession de rus (en rive gauche : la Chantereine, le rû de la Dardenne, de Beauvais, de Glanerelle, des Griboulets, du Pont Guinant, du Francillon - en rive droite : rus du Cuivre, des Etoits, de Charlot).

Aussi compte tenu de l'orientation Sud-Nord puis Est-Ouest du bassin versant de l'Ouanne, l'événement à l'origine de la crue « amont » de l'Ouanne, s'il a généré des apports en terme de ruissellement des bassins versants latéraux cités précédemment, il est fort probable que les hydrogrammes générés soient passés avant la pointe de crue de l'Ouanne, compte tenu de leur faible « taille » respective. Aussi plus que les apports en terme de ruissellement des rus des bassins versants latéraux, le rôle de la nappe nous semble davantage expliquer l'accroissement des débits de pointes de l'Ouanne entre Charny et Gy-les-Nonains pour les crues de décembre 2001, décembre 1996 et mars 1978 : importance d'un fonctionnement de type aires contributives saturées (le lit majeur de l'Ouanne présente une largeur de l'ordre de 500 m sur l'ensemble du linéaire : il apparaît complètement saturé pendant de longues périodes en hiver), voire d'écoulements issus des circulations d'eau dans la craie.

Aussi, l'ajustement réalisé ne fait pas apparaître de « cassure » : ce qui tend à confirmer une distribution des débits relativement indépendante de celle des pluies (cf. aussi graphique ci-dessous) et l'importance des apports de la nappe et d'un fonctionnement de type aires contributives saturées (c'est la pluie qui tombe sur les aires saturées à proximité du cours d'eau qui contribue à l'augmentation de la pointe de crue).



Nous avons choisi ici de faire reculer le point pivot de $T = 20$ ans à $T = 50$ ans.



L'application de la méthode du Gradex nous conduit aux valeurs suivantes :

T	Q (m ³ /s)
5	81
10	103
20	124
50	151
100	196

Station hydrométrique de Gy-les-Nonains sur l'Ouanne
 débits statistiques de crues

L'ajustement de Gumbel sur la base de la distribution des débits nous conduirait à $Q_{100} = 171 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.1.2.- Le Loing

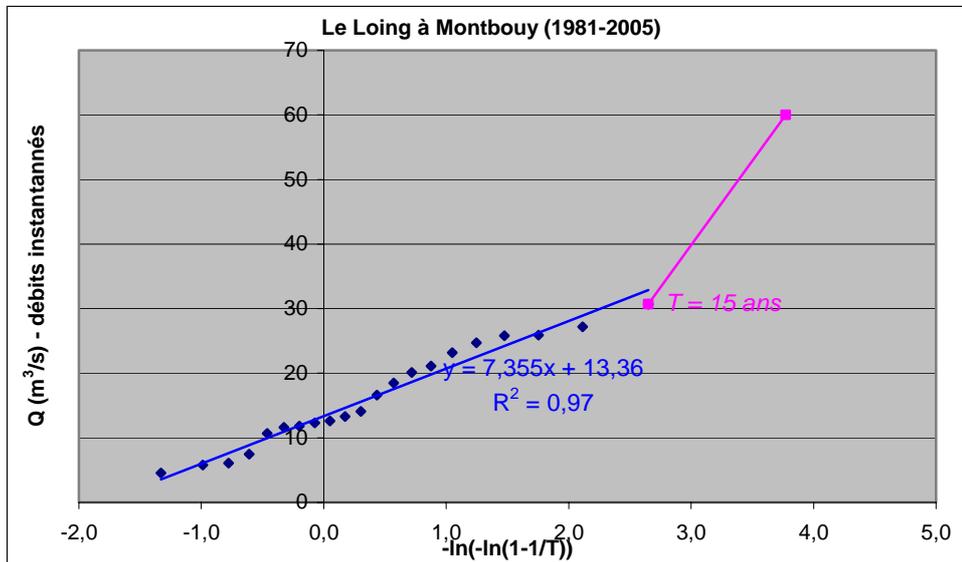
a) la station de Montbouy

La station de Montbouy est exploitée depuis 1981. Sur la période [1981-2005], on dispose de 22 valeurs.

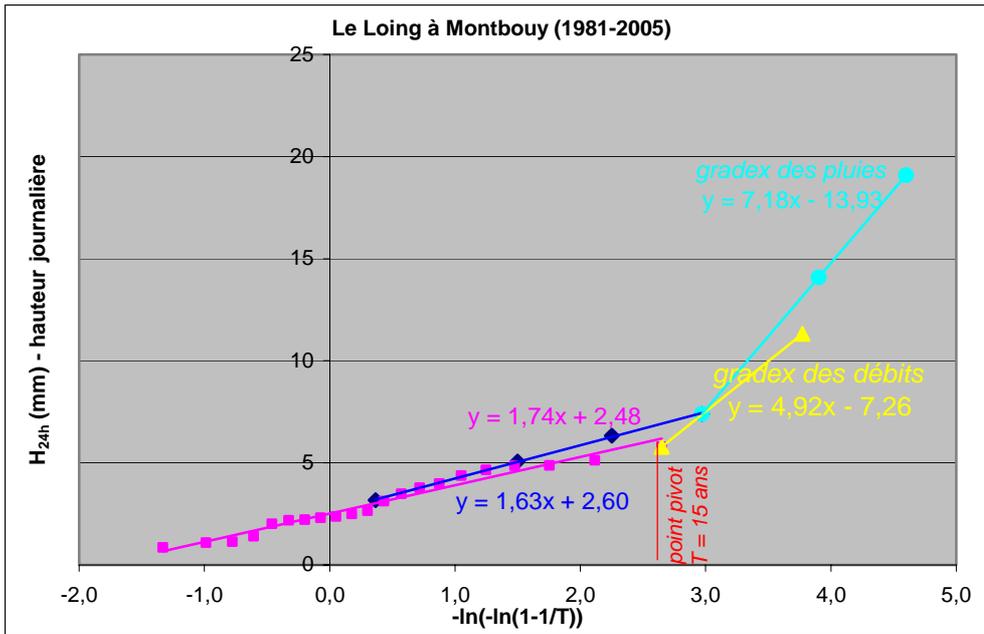
A l'image des valeurs mesurées sur l'Ouanne, on remarquera que les crues du Loing sont relativement peu marquées, puisque le rapport QIX/QMJ est ici de $r \approx 1,12$ [1,09 ; 1,19] pour les 22 plus fortes crues.

Les plus fortes crues mesurées correspondent à celles du :

- 9 janvier 1982, $Q_p = 60 \text{ m}^3/\text{s}$;
- 30 décembre 2001, $Q_p = 30,7 \text{ m}^3/\text{s}$.



Au niveau de la station de Montbouy, une cassure très nette apparaît dans la distribution des débits pour $T \approx 15$ ans. A l'image de ce qui a été mené au niveau de la station de Charny, nous avons cherché à appliquer la méthode du Gradex, en nous intéressant cette fois-ci aux hauteurs journalières.



Comme on le voit les distributions des pluies et des débits sont relativement distinctes : cette situation nous semble directement liée au fonctionnement hydrologique de la partie amont du bassin versant du Loing, fortement « perturbée » par l'ensemble des retenues servant à l'alimentation des biefs du canal de Briare.

Aussi, compte tenu de cette situation particulière, nous avons retenu pour la distribution des débits extrêmes, celle mise en évidence au niveau des débits (« gradex des débits ») au delà d'un point pivot $T \approx 15$ ans ; retenir la distribution des pluies (« gradex des pluies ») nous semblerait en effet conduire à une surévaluation des débits d'occurrences rares dans le cas particulier du Loing.

Nous aboutissons ainsi aux valeurs suivantes :

T	Q (m ³ /s)
5	24
10	30
20	35
50	63
100	82

Station hydrométrique de Montbouy sur le Loing ($S = 409 \text{ km}^2$)
 débits statistiques de crues

b) la station de Châlette-sur-Loing

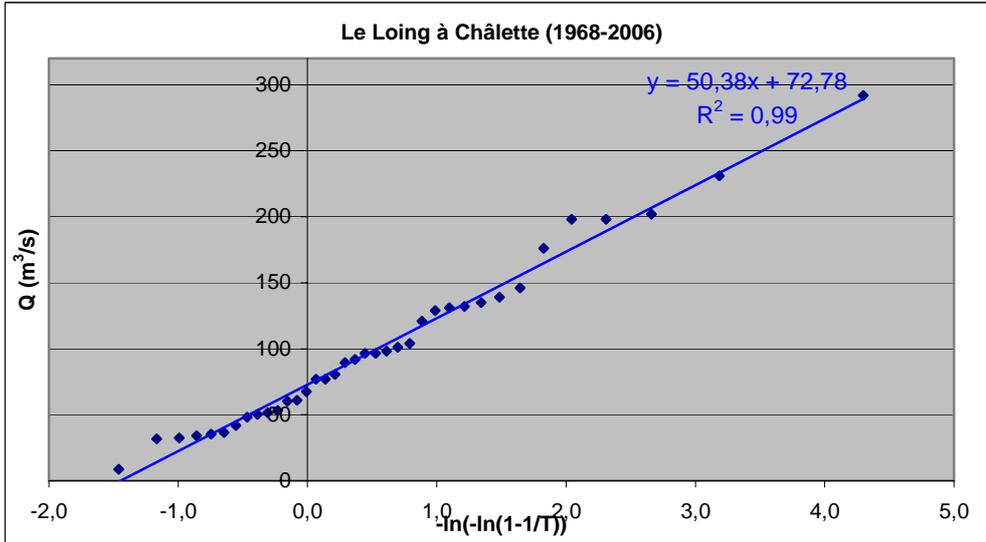
La station de Châlette-sur-Loing est exploitée depuis 1968. Sur la période [1968-2006], on dispose de 37 valeurs. Les crues du Loing sont relativement peu marquées, puisque le rapport Q_{IX}/Q_{MJ} est ici de $r \approx 1,11$ [1,06 ; 1,17] pour les 25 plus fortes crues. Cette valeur est quasi identique à celle déterminée à Montbouy.

Les plus fortes crues mesurées correspondent à celles du :

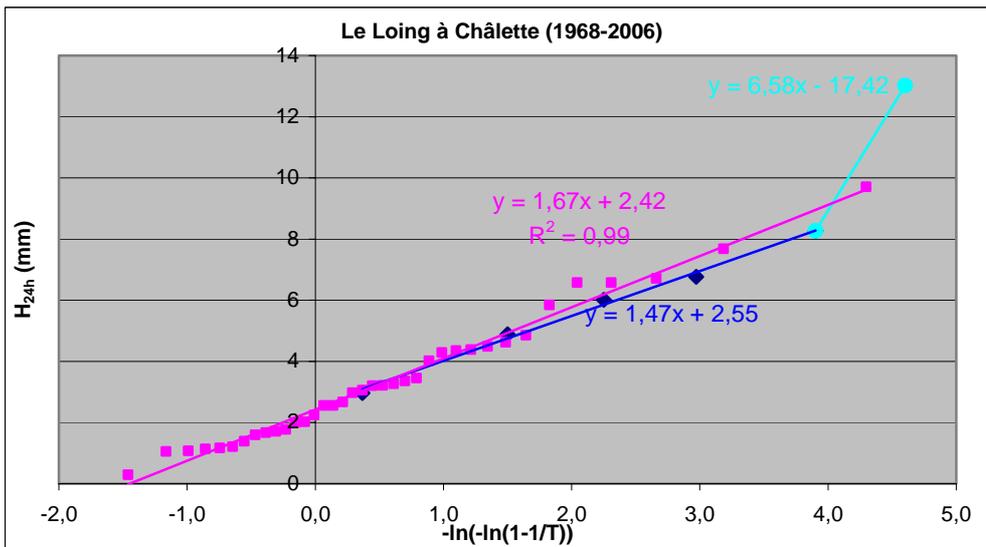
- 10 janvier 1982, $Q_p = 292 \text{ m}^3/\text{s}$;
- 31 mars 1978, $Q_p = 231 \text{ m}^3/\text{s}$;
- 21 mars 1995, $Q_p = 202 \text{ m}^3/\text{s}$
- 9 avril 1983, $Q_p = 198 \text{ m}^3/\text{s}$
- 21 février 1977, $Q_p = 198 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'ajustement réalisé sur les valeurs de débits ne met pas en évidence une éventuelle « cassure » au niveau de la distribution des débits (jusqu'à une période de retour empirique de 74 ans⁵).

La station de Châlette se situe relativement à l'aval du bassin versant du Loing et les apports des différents affluents et de l'Ouanne, en particulier, deviennent déterminant dans la formation de la pointe mesurée à Châlette, vis à vis des apports en terme de ruissellement direct. Comme ce que l'on avait déjà mis en évidence au niveau des stations de Gy-les-Nonains sur l'Ouanne et de Montbouy sur le Loing, la distribution des débits journaliers « extrêmes » est loin de suivre celle des pluies.



Aussi en vue d'appliquer la méthode du Gradex, nous avons retenu comme point pivot T = 50 ans. Aussi nous avons procédé à une combinaison, proportionnelle aux surfaces respectives des bassins versants, des gradex journaliers déterminés au niveau des stations hydrométriques de Gy-les-Nonains (7,73 mm), et de Montbouy (4,92 mm), et de la station pluviométrique d'Amilly (7,16 mm), pour la partie aval du bassin versant du Loing à Châlette.



⁵ Cf. distribution empirique de Hazen $F_{nd} = \frac{r-0,5}{n}$; avec r rang croissant et n nombre d'années.

Nous obtenons finalement :

T	Q (m ³ /s)
5	148
10	186
20	222
50	269
100	385

Station hydrométrique de Châlette (S = 2300 km²) sur le Loing
 débits statistiques de crues

2.1.3.- Les deux affluents du Loing : l'Aveyron et le Puiseaux

L'application de la méthodologie précédente aux deux stations hydrométriques de l'Aveyron à la Chapelle-sur-Aveyron (S = 99 km² - H3023211 - 20 valeurs sur [1981 - 2007]), et du Puiseaux à St Hilaire-sur-Puiseaux (S = 94 km² - H3203310 - 35 valeurs sur [1972 - 2007]) aboutit aux résultats suivants :

T	Q (m ³ /s)
5	6,7
10	8,4
20	10
50	12
100	18,2

Station hydrométrique de St Hilaire-sur-Puiseaux - débits
 statistiques de crues (ici point pivot T = 50 ans)

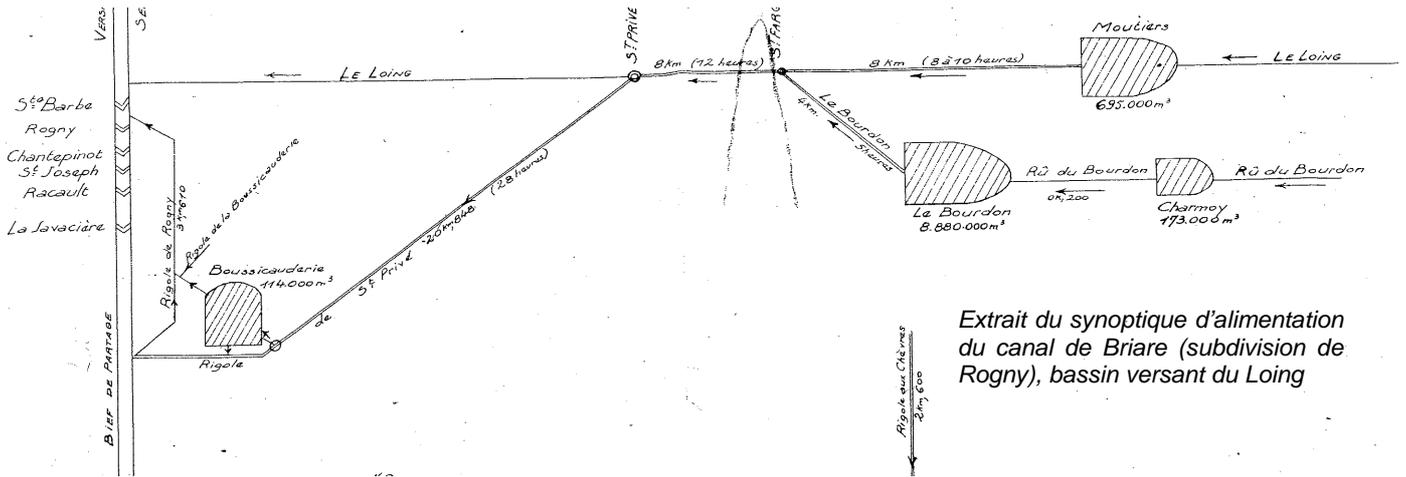
T	Q (m ³ /s)
5	16
10	20
20	24
50	34
100	42

Station hydrométrique de la Chapelle-sur-Aveyron - débits
 statistiques de crues (ici point pivot T = 20 ans)

2.2.- Le canal de Briare

Le bassin versant « amont » du Loing (en amont de Rogny-les-sept-Ecluses) est en grande partie utilisé en vue de l'alimentation du bief de partage du canal de Briare, ce qui tend à modifier son hydrologie.

On trouve ainsi en amont de St Fargeau les réservoirs de Moutiers (695 000 m³) sur le Loing, du Charnoy (173 000 m³) et du Bourdon (8 800 000 m³) sur le rû du Bourdon qui conflue avec le Loing à St Fargeau. Le Loing sert ensuite au transit des volumes interceptés jusqu'à St Privé, où une rigole (la rigole de St Privé d'une longueur de 20,85 km) vient alimenter le bief de partage du canal de Briare (cf. schéma ci-dessous communiqué par la subdivision de Montargis du Service Navigation de la Seine).



Extrait du synoptique d'alimentation du canal de Briare (subdivision de Regny), bassin versant du Loing

Au niveau du secteur qui nous intéresse plus particulièrement, à savoir, entre Dammarie-sur-Loing et Amilly, le Loing longe le canal latéral et sert à l'alimentation de ses biefs (6 points d'alimentation). On recense également 9 points de décharge vers le Loing, qui permettent de décharger régulièrement le canal en cas d'apports trop importants, en vue d'éviter une(des) surverse(s) sur la digue du canal qui entraînerait autant de brèche(s).

Bief (nom de l'écluse aval)	PK amont	PK aval	Longueur (m)	alimentation du Loing	déversoirs vers le Loing
Dammarie	18,662	23,343	4681	-	- déversoir au PK [19 - 20] - bonde de fond au PK 21
La Picardie	23,343	23,844	501	-	-
Moulin Brûlé	23,844	24,378	534	-	-
Briquenault	24,378	27,097	2719	- prise d'eau au PK 27	-
Gazon	27,097	27,551	454	-	-
Châtillon	27,551	28,35	799	- entrée d'eau au PK [27,551 - 28]	- déversoir ("de Vilmorin") au PK [27,551 - 28] - bras de décharge "la Lancière" à Châtillon en amont de l'écluse au PK [28 - 28,35]
Lépinoy	28,35	32,016	3666	- entrée d'eau : le Loing entre dans le canal après l'écluse de Châtillon au PK [28,35 - 29]	- déversoir ("de la Ronce") au PK 30
Monbouy	32,016	34,327	2311	-	- déversoir ("des Brangers") au PK [32,016 - 33]
Montambert	34,327	42,813	8486	- entrée d'eau, à l'aval immédiat de l'écluse de Montbouy au PK [34,327 - 35]	- déversoir ("de Calvin") au PK 38
Chesnoy	42,813	43,229	416	-	-
Moulin-de-Tours	43,229	43,647	418	-	-
Souffre-Douleur	43,647	44,064	417	-	-
La Sablonnière	44,064	45,981	1917	- entrée d'eau de Souffre-Douleur, à l'aval immédiat de l'écluse de Souffre-Douleur au PK [44,064 - 41]	-
La Tuilerie	45,981	48,021	2040	- prise d'eau de Conflans au PK [46 - 47]	- déversoir ("de la Tuilerie") au PK [47 - 48]
La Marolle	48,021	52,396	4375	-	- déversoir ("des Barres") au PK [49 - 50]

33734 6 points d'alimentation

9 points de décharges

tableau n°3 : déversoirs et ouvrages d'alimentation du Loing d'après Canal de Briare, profil en long (1899)

A ce jour aucune étude ne semble avoir été menée sur le Loing, en vue de connaître les débits maximum susceptibles de transiter par chacun des biefs du canal sans générer de débordements (cf. consultation de Monsieur GANIVET de la subdivision SNS de Montargis).

On retiendra cependant que l'objectif du service est d'assurer, « le plus longtemps possible », la navigation sur le canal. La navigation est arrêtée en période de crue, quand elle devient trop dangereuse (cf. « appel » des bateaux au niveau des déversoirs) ou dans la mesure où les tirants d'air sous les ouvrages deviennent insuffisants. Aussi les ouvrages de décharges sont-ils alors gérés en vue d'éviter toute surverse au niveau des digues du canal, qui ne sont encore jamais produites⁶. Si en 1978 et 1982, les écluses du canal ont été ponctuellement mises à contribution en vue de laminer l'onde de crue (volume du sas de l'écluse) cette utilisation reste très marginale, et est sans doute d'un effet très mineur quant à l'écrêtement escompté.

Si une modélisation devait être mise en œuvre sur le Loing, il conviendrait de déterminer les débits susceptibles de transiter au niveau de chaque bief, en vue de déterminer au niveau du linéaire du Loing modélisé, les débits des crues de référence et de calage à retenir. La description des ouvrages de décharge dans une situation de niveau maximum pour chacun des biefs, suffirait alors en vue de déterminer les débits maximum susceptibles de transiter au niveau de chacun d'entre eux.

2.3.- Concomitance des crues du Loing et de l'Ouanne et de celles de l'Aveyron et du Loing

a) confluence du Loing et de l'Ouanne

Les linéaires respectifs du Loing et de l'Ouanne au niveau de la confluence à Conflans-sur-Loing nous conduisent à penser que les crues du Loing ont tendance à se produire systématiquement avant celles de l'Ouanne.

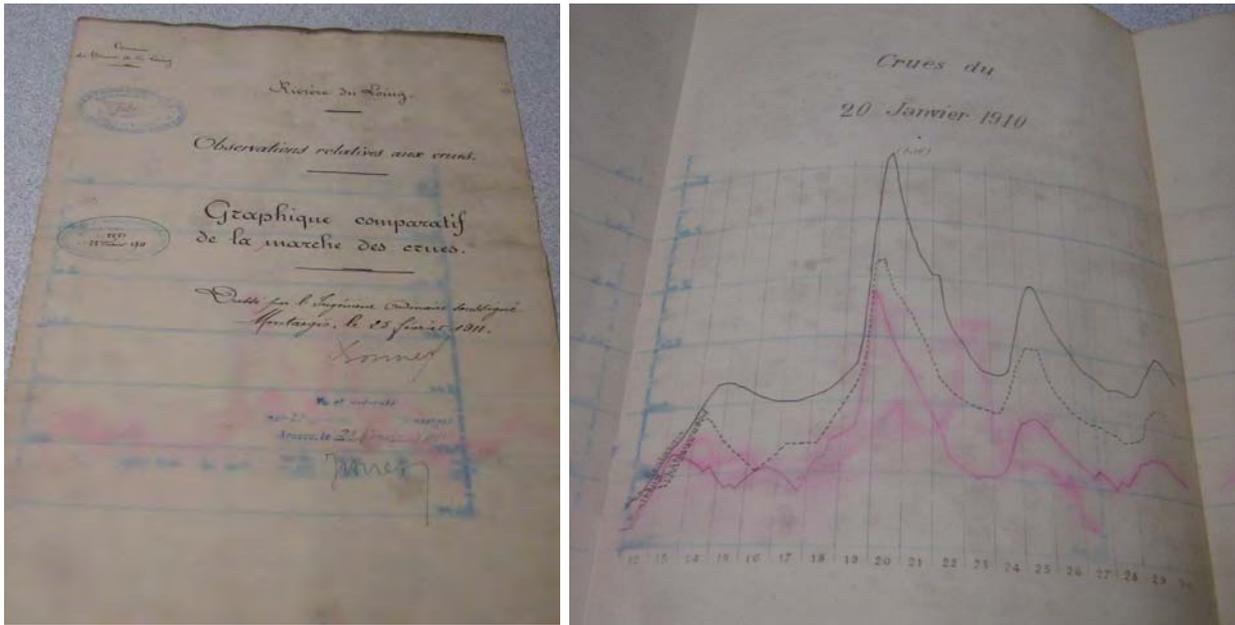
Dans Plan d'exposition au risque inondation « Fiche de secteur » (1985), cette étude de la concomitance des deux crues a été examinée, et les éléments suivants ont été mis en évidence :

- « - sur 13 crues observées antérieures à 1971, 8 fois le Loing « passe » avant l'Ouanne, et il n'y a jamais eu somme des débits de pointe ;
- sur les 13 crues analysées de 1977 à 1980, 8 fois le Loing passe avant l'Ouanne, et 4 fois, il y a eu concomitance (et notamment pour la crue du 31 mars 1978) ;
- pour la crue de janvier 1982, le maximum s'est produit à Montbouy à 17h, et à Châteaurenard à 22 h. Les distances séparant ces deux communes de la confluence étant égales et les pentes des lits voisines, on peut supposer les vitesses de propagation proche⁷. A 22h, le débit du Loing n'avait baissé que de 22 m³/s environ à Montbouy (contre Q_p = 60 m³/s), il n'y a donc pas eu sommation des débits de pointe à Conflans, mais concomitance partielle ».

Lors de la crue du 20 janvier 1910 (plus forte crue connue, comme on le verra dans la suite de l'étude), il semble qu'on ait eu affaire à une concomitance des pointes de crues du Loing et de l'Ouanne, comme le met en évidence le graphique ci-dessous (limnigrammes en phase à Châteaurenard et Montbouy, absence de deux « pics » au niveau du limnigramme mesuré à Montargis).

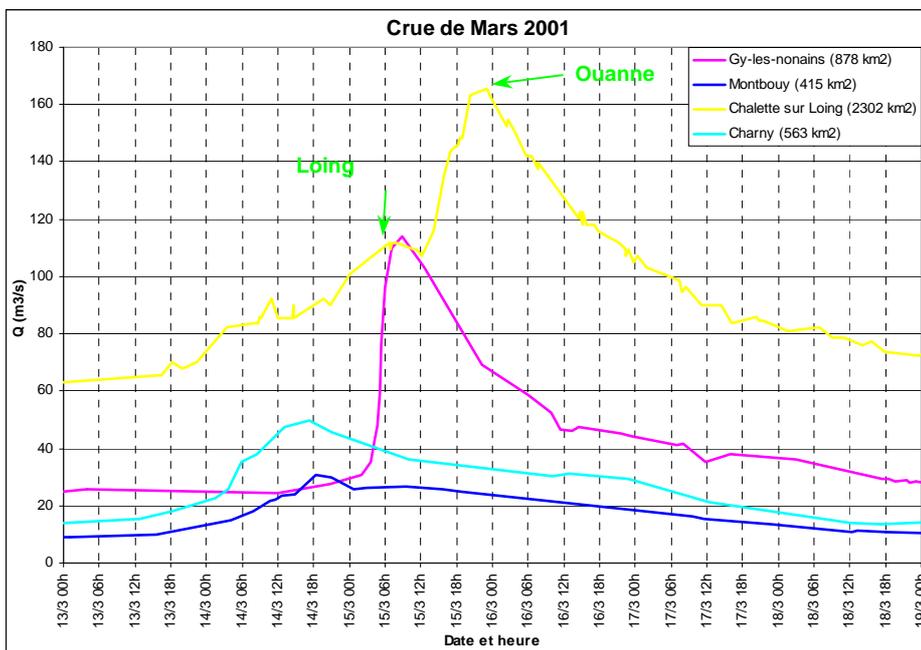
⁶ La brèche du canal signalée par la commune de Montcresson (22-23 décembre 1992, bief de Montambert) ne provient en aucune manière d'une surverse du canal ayant ruiné les digues, mais est liée à la persistance d'un écoulement souterrain passant sous les digues et le canal provenant du ruissellement du bassin versant en rive gauche intercepté par le canal, ayant fini par générer une érosion interne sous l'ouvrage.

⁷ en supposant une égale contribution des lits majeurs de l'Ouanne et du Loing.

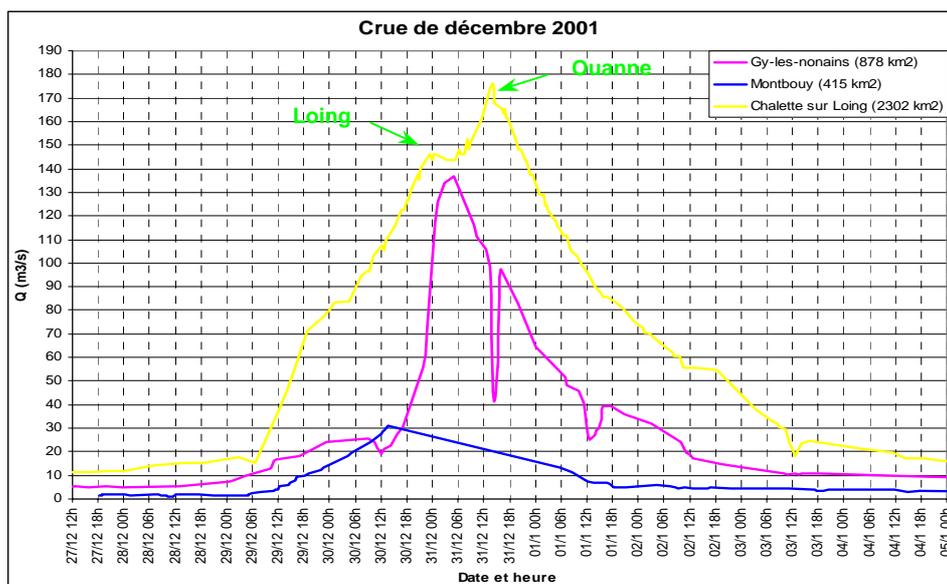


Graphique comparatif de la marche des crues - crue du 20 janvier 1910 - 25 février 1911
 (archives DIREN Ile-de-France)

Enfin, nous avons étudié les deux crues de mars 2001 et décembre 2001, pour lesquelles nous disposons des hydrogrammes de crues mesurés au niveau des 4 stations hydrométriques de Charny et de Gy-les-Nonains sur l'Ouanne et de Montbuy et de Châlette sur le Loing.



Pour la crue de mars 2001, on remarque que les pointes de crue du Loing et de l'Ouanne se produisent quasiment simultanément à Montbuy et Charny alors que le linéaire à parcourir jusqu'à Conflans est de seulement 11 km à Montbuy contre 35 km à Charny. Aussi au niveau de la confluence, la pointe de crue du Loing passe avant celle de l'Ouanne, et on distingue nettement au niveau de l'hydrogramme mesuré à Châlette les pointes respectives des crues du Loing et de l'Ouanne.



Ici encore la pointe de crue du Loing passe avant celle de l'Ouanne, la décrue du Loing est amorcée quand la pointe de crue de l'Ouanne se produit. Pour les deux crues de mars et décembre 2001, le décalage entre les deux pointes est de l'ordre de 12 h.

On retiendra en conclusion que si le Loing apparaît déjà en décrue lors de la pointe de l'Ouanne, la durée relativement importante des crues du Loing (supérieures à 24h) et le caractère peu marqué des hydrogrammes mesurés (cf. rapports QIX/QMJ cités précédemment) conduisent à une situation pour laquelle le débit de pointe du Loing n'a le plus souvent que faiblement chuté lorsque la pointe de l'Ouanne arrive.

On remarquera aussi que les apports de l'Ouanne sont systématiquement plus importants que ceux du Loing, comme le laissait supposer la taille de leur bassin versant respectif.

b) apports de l'Aveyron

Les précipitations venant en règle générale de l'Ouest, le bassin versant de l'Aveyron génère un hydrogramme en avance par rapport à celui venant du Loing « amont ». Comme le montrent les heures de pointes de crues de janvier 1982, mars et décembre 2001, les pointes de l'Aveyron arrivent systématiquement avant celles du Loing, avec une avance de l'ordre de 10h.

	Montbouy (Loing)	Chapelle-sur-Aveyron (Aveyron)
janvier 1982	9/01 à 13h16	9/01 à 9h48
mars 2001	14/03 à 18h20	14/03 à 9h06
décembre 2001	30/12 à 13h45	30/12 à 4h36

tableau n°4 : pointes de crues de l'Aveyron à Chapelle-sur-Aveyron et du Loing à Montbouy en amont immédiat de la confluence

2.4.- Synthèse

Au niveau du schéma ci-dessous (figure n°5), nous faisons figurer une synthèse des différents débits de crue à prendre en compte au niveau des linéaires du Loing et de l'Ouanne, dans le département du Loiret.

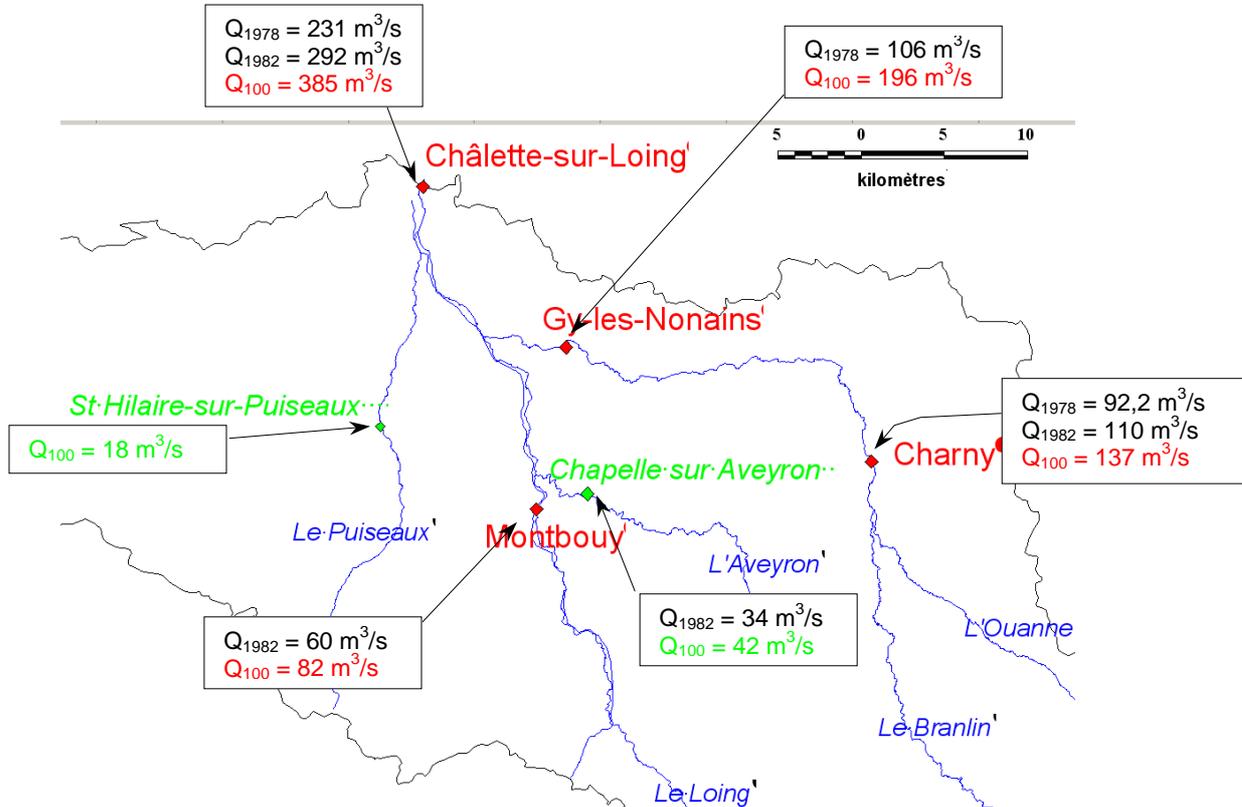


Figure n°5 - bassin versant du Loing, synthèse des données hydrologiques

La figure n°6 présente sur chaque linéaire les débits des crues de calage et de référence à prendre en compte. Cette évaluation repose sur l'analyse précédente, sur l'étude des concomitances de crues abordée au chapitre 2.3., et enfin sur l'application de la formule de Myer⁸ (les débits évalués via son application sont indiqués en italique au niveau du tableau ci-dessous).

	Le Loing			L'Ouanne	
	[Dammarié - Aveyron] <i>S = 409 km² à Amilly</i>	[Aveyron - Conflans] <i>S = 592 km² à Conflans</i>	[Conflans - Amilly] <i>S = 2300 km² à Châlette</i>	à Douchy <i>S = 667 km²</i>	à Gy-les-Nonains <i>S = 883 km²</i>
Crue de mars 1978	-	-	163 m ³ /s	97 m ³ /s	106 m ³ /s
Crue de janvier 1982	60 m ³ /s	81 m ³ /s	206 m ³ /s	132 m ³ /s ⁹	141 m ³ /s
Crue centennale	82 m³/s	110 m³/s	270 m³/s	155 m³/s	195 m³/s

tableau n°5 : débits des crues de 1978, 1982 et centennale sur le Loing et l'Ouanne

Ces résultats mettent bien en évidence le non cumul des pointes au niveau des confluences de l'Ouanne et du Loing à Conflans, ainsi que de l'Aveyron et du Loing à l'aval de Montbouy.

⁸ $Q_1/Q_2 = (S_1/S_2)^\alpha$, avec $\alpha = 0,8$ pour le Loing et $\alpha = 0,87$ pour l'Ouanne (calé entre Charny et Gy-les-Nonains pour $T = 100$ ans)

⁹ Propagation des crues dans le bassin du Loing, CETE de Lyon septembre 1983.

L'évaluation des débits le long du linéaire de l'Ouanne est relativement délicate, tant on a vu que l'accroissement des débits entre Charny et Gy-les-Nonains, était très variable d'une crue à l'autre, alors qu'aucun affluent au bassin versant « significatif » ne vient confluer avec l'Ouanne (cf. nombres des « ruisseaux latéraux » et importance d'un fonctionnement de type aires contributives saturées). Si une modélisation devait être mise en oeuvre sur l'Ouanne, nous choisirions en conséquence de retenir un débit proportionnel à la surface drainée au niveau de son linéaire.

Pour mémoire l'étude SILENE (1982) concluait à $Q_{100} = 170 \text{ m}^3/\text{s}$ (Ouanne à Conflans), $Q_{100} = 140 \text{ m}^3/\text{s}$ (Loing à Conflans), et $Q_{100} = 270 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'aval de la confluence.

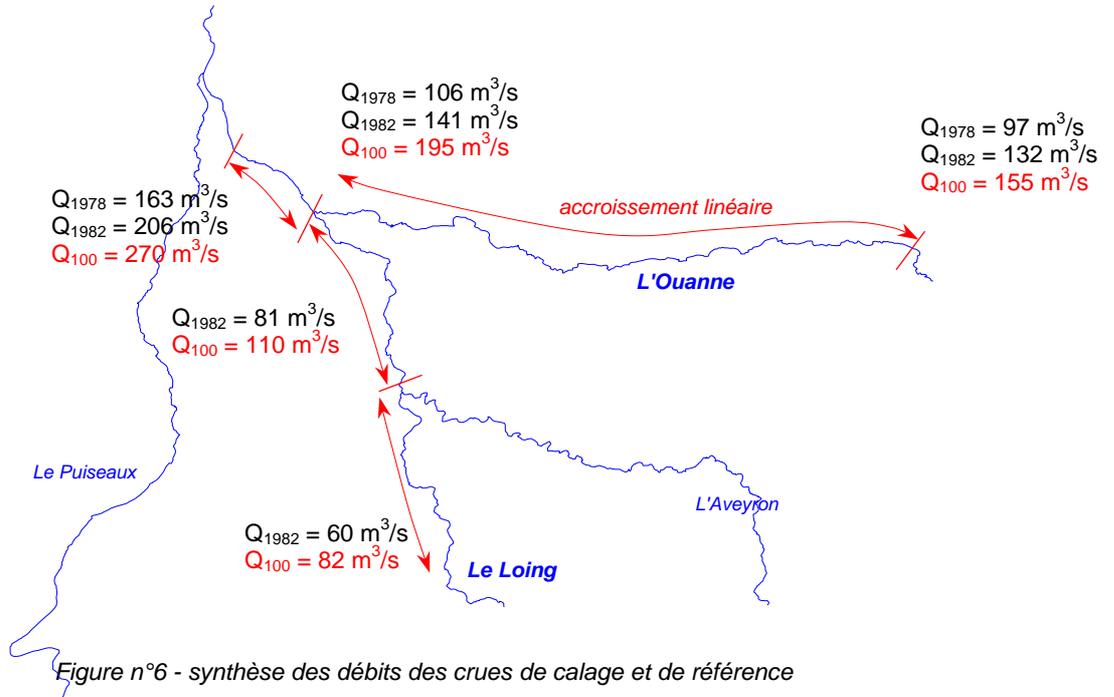


Figure n°6 - synthèse des débits des crues de calage et de référence

3.- ENQUÊTE HISTORIQUE ET RECUEIL DES LAISSSES DE CRUES

3.1.- L'inventaire de Maurice Champion

L'inventaire de Maurice Champion de 1859 « les inondations en France – du VI^e siècle à nos jours ¹⁰ » mentionne que depuis plus d'un demi siècle, les seuls débordements qu'ait subis cette rivière eurent lieu en 1836 et 1850. Un rapport du Préfet de Seine-et-Marne au directeur général des ponts et chaussées, daté du 6 mai 1836, parle du premier en ces termes : « Le sous-préfet de Fontainebleau m'annonce une inondation, sans exemple depuis trente-cinq ans dans son arrondissement. Les eaux du Loing se sont subitement élevées hier, 5 mai, à cinq heures du matin, à une hauteur effrayante, depuis Souppes jusqu'à Moret et Saint-Mammés, au confluent du Loing et de la Seine. Les habitants du hameau de Varennes, près de Souppes, avaient été obligés d'abandonner leurs demeures pour se retirer sur les lieux élevés.

La crue de 1850 fut moindre que celle-ci. L'Ouanne, au pont de Toucy, suivant M. Belgrand¹¹ arriva à son maximum le 27 janvier, à 8 heures du matin, elle resta à 0.47 m en contre-bas de la crue de 1836 et inonda les maisons voisines du pont ; à midi, il y avait baisse de 0.11 m. La hauteur maximum du Loing, à Nemours, se manifesta le 29 janvier, vers midi. La crue fut de 0.85, au-dessus des plus hautes eaux connues et diminua rapidement. »

A cet inventaire historique mené par M. Maurice Champion au milieu du XIX^{ème} siècle, nous devons ajouter le travail mené sur l'Ouanne par M. Paul Gache, habitant de Châteaurenard qui a pu, via la consultation des registres paroissiaux, répertorier l'ensemble des crues survenues sur l'Ouanne pendant 150 ans, de 1644 à la révolution. Ce travail révèle la fréquence des inondations de l'Ouanne, qui ne sauraient correspondre à un phénomène « récent ». De 1644 à la révolution, « on voit que les crues de l'Ouanne était réellement fréquentes : 47 en 149 ans. (...) Mais il faut aussi se rendre à l'évidence en dépit de leur nombre et de leur diversité, que les crues constituent un état d'exception ne retardant que rarement le franchissement de la rivière plus de trois jours. Au pire 50 semaines – généralement hivernales – sur plus de 150 ans : ce n'est pas là un obstacle qui comptait pour la circulation ». Le texte complet de la conférence tenue par M. Paul Gache, il y a environ 10 ans à Dracy (89), est joint en annexe n°2.

On retiendra donc que sur la période 1800 - 1859, les plus fortes crues du Loing et de l'Ouanne correspondent à celles de mai 1836 et janvier 1850, la crue de mai 1836 apparaissant la plus forte des deux.

3.2.- Consultation des archives

Nous avons procédé à la consultation des archives municipales de Montargis, des archives départementales à Orléans, et enfin des archives nationales à Fontainebleau. A la consultation de ces trois organismes est venue s'ajouter celle des archives de la DIREN Ile-de-France, désormais Service de prévisions des crues « Seine moyenne Yonne Loing », qui a rassemblé l'ensemble des données historiques en possession de la subdivision du Service navigation de Montargis, précédemment chargé de l'annonce de crues (ancien SAC).

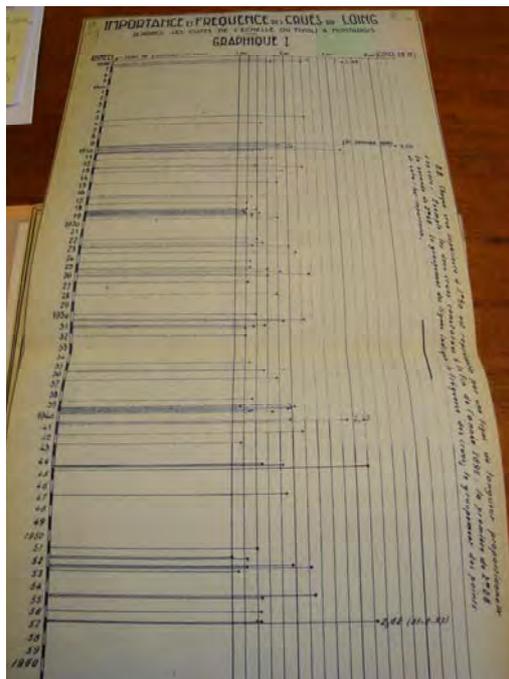
La consultation des archives municipales nous a permis en particulier de mettre en évidence une synthèse des crues du Loing à Montargis sur la période [1896 - 1957], et jusqu'à 1980 et de consulter les numéros du « Gâtinais »¹² et de « l'Éclaireur du Gâtinais et du Centre » correspondant aux dates des crues repérées. L'analyse des ces deux journaux s'est révélé relativement décevante dans la mesure où leurs propos se concentrent essentiellement sur la commune de Montargis.

¹⁰ Les inondations en France du VI^e siècle à nos jours - Tome II – Editions CEMAGREF – année 1859.

¹¹ Étude hydrologique. (Annales des ponts et chaussées, année 1852, 1^{er} semestre, p.44).

¹² « Organe de la démocratie républicaine du Loiret et de Seine-et-Oise »

Au niveau du tableau ci-dessous nous faisons figurer une synthèse des données issues de la consultation des archives de la DIREN Ile-de-France, qui dispose aujourd'hui de l'ensemble des relevés de l'ancien SAC¹³.



Archives municipales (Montargis). Importance et fréquence des crues du Loing [1896 – 1954]

Les crues les plus importantes (ayant dépassé la cote de 2,50 m NGF) mesurées à Montargis au niveau du pont de Tivoli depuis 1886 se révèlent être celles du :

- 20 janvier 1910 ;
- 29 octobre 1896 ;
- 25 février 1957 ;
- 2 février 1945 ;
- 23-24 janvier 1966 ;
- 9 janvier 1982.

	Zéro (m) NGF échelle SAC	05/1836	14-15 /02/1889	29/10/1896	20/01/1910	2/02/1945	25/02/1957	23-24/01/1966	31/03/1978	9/02/82
Toucy	182,93	3,71 ¹⁴	3,12	4,00	3,90			3,00	2,95	3,45
Châteaurenard	110,45		2,00	2,05	2,15/2,20			1,88	2,15	2,10
Bléneau	155,11				1,95			1,54	1,60	1,63
Montbouy	110,34				1,85			1,54	1,46	1,57
Montargis	83,10		2,30	2,68	3,16	2,60	2,62	2,54	2,42	2,68

tableau n°6° : synthèse des levés d'échelles de l'ancien SAC (données DIREN Ile-de-France)

Sur le Loing, à Montargis, la plus forte crue connue se révèle être celle du 20 janvier 1910, qui correspond à la plus forte crue connue, au minimum sur la période [1889 - 2007], soit une période de retour empirique comprise entre [119 et 236 ans]¹⁵ (118 années), en tout cas supérieure à la crue de période de retour centennale, puisqu'elle a été dépassée une seule fois en 118 années de mesures¹⁶. Il en est de même à Montbouy sur, au minimum, 97 années (soit $T \in [98,194]$).

Sur l'Ouanne, la crue du 20 janvier 1910 apparaît aussi comme la plus forte crue connue, en prenant comme références les cotes mesurées à Châteaurenard, sur la période [1889 - 2007]. La cote mesurée à l'échelle de Châteaurenard le 31 mars 1978 apparaît relativement élevée au regard de la crue de 1982 au débit supérieur : comme on le verra par la suite cette valeur est directement liée à des travaux alors en cours sur le lit de l'Ouanne. On remarque que contrairement au Loing les cotes

¹³ A Rogny-les-Sept-Ecluse, une échelle a été exploitée de 1887 à 1926.

¹⁴ cote issue de la consultation des archives nationales (référence 840535 art 14)

¹⁵ 236 ans avec la distribution empirique de Hazen, 119 ans avec Weibull.

¹⁶ un document cherchant à évaluer le débit de la crue de 1910 à Montargis, l'évalue à environ $Q_{1910} \approx 500 \text{ m}^3/\text{s}$ (on a évalué $Q_{100} \approx 385 \text{ m}^3/\text{s}$ à Chalette).

mesurées à l'échelle de Châteaurenard sont relativement proches d'une crue à l'autre, ceci s'explique par le très large lit majeur de l'Ouanne, une augmentation significative de débit ne se traduisant que par un accroissement limité de la ligne d'eau correspondante. On retiendra là aussi que la crue du 20 janvier 1910 apparaît d'une période de retour au moins centennale puisqu'elle apparaît comme la plus forte mesurée sur 118 années de mesures.

La crue du 20 janvier 1910 apparaît en conséquence comme la crue de référence pour le PPRi du « Loing amont », elle correspond aussi bien sur le Loing que sur l'Ouanne à la plus forte crue connue, et est de période de retour au moins centennale.

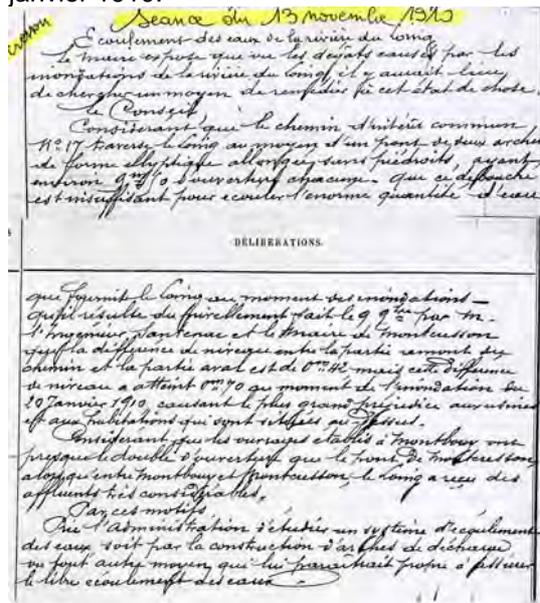
3.3.- Rencontre de l'ensemble des communes, et recueil des laisses de crues

Après avoir envoyé un courrier aux onze communes concernées, en vue de consulter l'ensemble des éléments historiques en leur possession, et de solliciter un rendez-vous auprès de chacune, nos visites se sont étalées sur les mois d'avril et mai, puis septembre 2007 pour les maires que nous n'avons pu rencontrer lors du premier semestre.

Aussi après avoir mené l'enquête historique précédente, nous nous sommes centrés sur la recherche des repères correspondant à la crue du 20 janvier 1910 (= les PHEC), et des laisses correspondant aux crues du 31 mars 1978, et surtout à celle du 9 janvier 1982, qui constitue la plus forte crue récente, qui est restée encore vive dans les mémoires des riverains.

Pour la crue de janvier 1910, aux repères de crues présents sur l'ouvrage principal et les ouvrages de décharges d'Amilly, et de celui du Loing à Conflans, à la cote mesurée en 1910 à l'échelle de Châteaurenard (cf. ci-dessus) sont venus s'ajouter de précieux témoignages sur l'Ouanne à Triguères (l'eau est arrivée au niveau de la première marche de l'église¹⁷), et à St Germain-des-Prés. Pour le Loing en amont de la confluence, nous devons nous contenter de la cote mesurée à l'échelle de Montbouy¹⁸ le 20 janvier 1910.

A titre d'information, nous faisons figurer ci-dessous un extrait du registre municipal de la commune de Montcresson sur le Loing (séance du 13 novembre 1910), où il est mentionné la nécessité de précéder à la construction « d'arches de décharge » en vue de limiter l'exhaussement de la ligne d'eau du Loing en période de crue, la perte de charge étant évaluée à 0,70 m lors de la crue de janvier 1910.



« le chemin d'intérêt commun n°17 traverse le Loing au moyen d'un pont de forme elliptique allongée sans pied-droits, ayant environ 9,50 m d'envergure pour écouler l'énorme quantité d'eau que fournit le Loing au moment des inondations (...) que la différence de niveau entre la partie amont du chemin et la partie aval est de 0,42 m mais cette différence de niveau atteint 0,70 m au moment de l'inondation du 20 janvier 1910... (...)

Par ces motifs, prie l'administration d'étudier un système d'écoulement des eaux, soit par la construction d'arches de décharge, ou tout autre moyen qui lui paraîtrait propre à assurer le libre écoulement des eaux. »

¹⁷ témoignage recueilli par M. le Maire auprès d'une ancienne habitante de la commune, aujourd'hui décédée.
¹⁸ le zéro de l'échelle DIREN s'établit à 110,31 m NGF et est quasi identique à celui de l'ancienne échelle du SAC (zéro à 110,34 m NGF)

La crue de 1982 dispose par contre de très nombreux témoignages sur l'ensemble des linéaires des deux cours d'eau concernés, et l'ensemble des laisses de crues nivelées permettent de bien appréhender l'enveloppe de cette crue. Elle correspondra à la crue de calage, si un modèle hydraulique devait être mise en œuvre.

La crue de 1978 dispose de plus rares témoignages dans la mesure où elle a généré des cotes inférieures à celle de janvier 1982 et est antérieure¹⁹. Elle servira comme crue de validation du calage réalisé, si une modélisation hydraulique doit être mise en œuvre.

A titre d'illustration, nous faisons figurer ci-dessous quelques-uns des documents recueillis à Gy-les-Nonains, qui bien que n'illustrant pas les 3 crues qui nous intéressent particulièrement, révèlent la fréquence des inondations de l'Ouanne, dont les riverains sont familiers (une inondation par an en moyenne, l'ensemble du lit majeur restant en eau durant plusieurs jours).



Crues du 15 mai 1908 et du 26 février 1906 sur l'Ouanne à Gy-les-Nonains

L'ensemble des repères et laisses de crues nivelés, ainsi que leurs profils en long figurent en annexe n°3.

3.4.- La commune de Châteaurenard

Sur la commune de Châteaurenard, sans doute la plus vulnérable de l'ensemble du secteur, d'importants travaux ont été réalisés en 1980 (aménagement de deux déversoirs, mise en place d'une vanne automatique à niveau amont constant sur le bras Sud, la réouverture d'un bras initialement comblé) qui semblent expliquer les plus faibles niveaux atteints par la crue de janvier 1982 d'un débit bien supérieur à celle de mars 1978²⁰.

On doit aussi mentionner la réalisation en 1976 de la déviation de Châteaurenard (RD 37). Il nous semble, a priori, que la mise en place lors de sa réalisation, de 5 buses arches sur le bras Nord (3,30

¹⁹ excepté à Châteaurenard où elle apparaît avoir généré de plus fortes hauteurs d'eau, alors qu'elle est d'un débit inférieur (cf. chapitre hydrologie, et cotes mesurées à Gy-les-Nonains supérieures : le zéro de l'échelle DIREN s'établit à 99,11 m NGF et la hauteur mesurée était de 1,97 m le 31 mars 1978, soit 101,08 m NGF.

²⁰ Des travaux semblaient aussi en cours sur l'Ouanne le jour de la crue en 1978 (« mise en place de buses », cf. Plan d'exposition au risque inondation « Fiche de secteur » (1985)).

m x 2,30 m) et de 7 buses arches sur le bras Sud (idem) n'est pas de nature à assurer la transparence hydraulique des ouvrages pour la crue de référence (alors que des enjeux sont présents immédiatement en amont), avec, en outre, le fort risque d'embâcles qui viennent encore exhausser le niveau d'eau en amont du remblai, compte tenu d'une hauteur libre minimale non assurée au niveau de ces ouvrages.

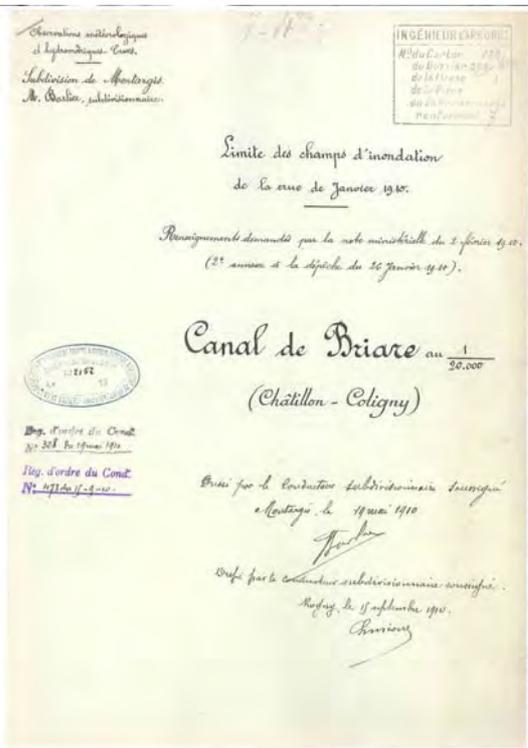


Crue du 15 mars 2001 à Châteaurenard, passages busés au niveau du bras Nord. Présence d'embâcles.

A l'échelle de Châteaurenard, en amont de la déviation, la hauteur mesurée est de 1,45 m le 15 mars 2001, contre plus de 2 m en 1978 et 1982 : les ouvrages devaient être proches de la mise en charge lors de ces deux crues.

3.5.- Un document essentiel : la limite des champs d'inondations de la crue de janvier 1910 sur le Loing à l'échelle 1/20 000

Sur l'ensemble du linéaire du Loing dans le département du Loiret (en fait jusqu'à Rogny-les-Sept-Ecluses en amont), une cartographie de la limite des champs d'inondations de la crue de janvier 1910 a été établie en date du 19 mai 1910 à l'échelle 1/20 000. Ce document est extrêmement précieux dans la mesure où, comme on l'a vu, la crue du 20 janvier 1910 correspond à la crue de référence pour l'établissement de l'atlas des zones inondables du « Loing amont » dans le département du Loiret.



Limite des champs d'inondations de la crue de janvier 1910 (carte dressée par le conducteur subdivisionnaire le 19 mai 1910, extrait de la cartographie établie à Châtillon-Coligny, sans échelle ici)

Nous ne disposons malheureusement pas d'un document équivalent sur l'Ouanne.

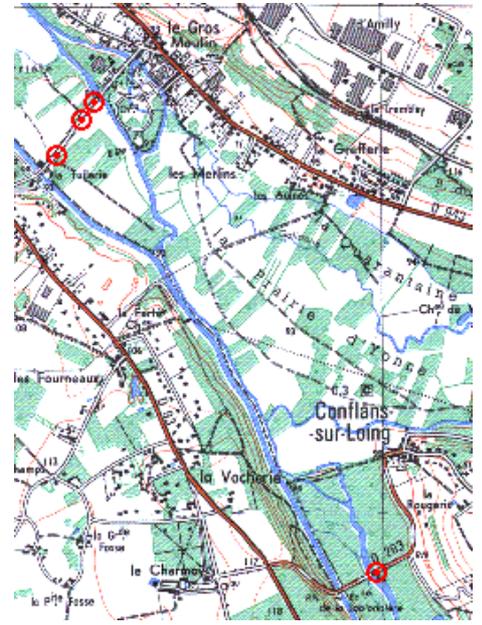
3.6.- Un problème de concordance avec le PPRi du Loing « aval » : la situation des communes d'Amilly et de Conflans-sur-Loing

Au niveau des communes d'Amilly et de Conflans, nous disposons des cotes correspondant à la crue centennale établies par le bureau d'études SILENE (novembre 1992) dans le cadre de l'élaboration du PPRi « Loing aval » (en fait issues de l'étude de l'écoulement des crues dans l'agglomération montargoise, CETE avril 1980).

Or, au niveau de chacune d'entre elles, nous disposons de repères correspondant à la crue du 20 janvier 1910. Les résultats ne sont pas contradictoires dans la mesure où, comme on l'a vu, la crue du 20 janvier 1910 est de période de retour supérieure à centennale ; simplement la référence prise en compte sur le « Loing aval » ne correspond manifestement pas aux PHEC. Les différences en terme de hauteurs d'eau apparaissent supérieures à + 0,50 m.

Amilly - route de l'écluse de la Tuilerie		RD 293 à Conflans-sur-Loing	
Ouvrages de décharge (3) Repères de crue 1910	Étude CETE avril 1980 Crue centennale - profil 28 D	Culée amont rive droite du pont sur le Loing - repère de crue 1910	Étude CETE avril 1980 Crue centennale - profil 34 D
92,09 - 92,28 - 92,34 m NGF ²¹	91,42 m NGF	95,49 m NGF	94,98 m NGF

tableau n°7 : cotes de la crue centennale à Amilly et Conflans-sur-Loing et nivellement des repères de crues 1910



Repères de crue 1910 sur un des ouvrages de décharge à Amilly (photo de gauche) et sur la culée amont rive droite du pont sur le Loing à Conflans-sur-Loing (photo de droite)

Emplacement des repères de crues 1910 à Amilly et Conflans-sur-Loing. Extrait carte 1/25000 (sans échelle ici) © IGN

²¹ Au niveau du perron de la maison éclusière de la Tuilerie, à Amilly, un repère est gravé pour la crue du 29 octobre 1896. Sa cote s'établit à 93,75 m NGF. Elle se situe plus d'un mètre au-dessus de 1910, ce qui est en contradiction avec les valeurs mesurées à Montargis au pont de Tivoli et sur l'Ouanne à Châteaurenard. En conséquence, nous n'avons pas retenu ce repère de crue.

CONCLUSION : QUELLE METHODOLOGIE METTRE EN ŒUVRE EN VUE DE L'ÉTABLISSEMENT DE L'ATLAS DES ZONES INONDABLES DU LOING ET DE L'OUANNE ?

Comme on l'a vu au niveau du chapitre « enquête historique », la crue du 20 janvier 1910 correspond à la crue de référence en vue de l'établissement de l'atlas des zones inondables du « Loing amont » dans le département du Loiret.

On rappellera l'exigence du Maître d'ouvrage de déterminer non seulement les classes d'aléas correspondant à la crue de référence, mais aussi les cotes sur l'ensemble des linéaires du Loing et de l'Ouanne.

Seule une modélisation hydraulique de la crue de référence, celle du 20 janvier 1910, permettrait de déterminer de façon précise les cotes correspondant à la crue de référence, et en particulier les pertes de charges liées aux remblais d'infrastructure et aux barrages (cf. les nombreux moulins présents sur le lit de l'Ouanne) et l'exhaussement correspondant de la ligne d'eau en amont de chacun d'entre eux.

Cette exigence, coûteuse pour le maître d'ouvrage, nous a conduit à réfléchir à une proposition alternative que nous proposons ci-dessous.

✓ **Sur le Loing**

Les profils en long des laisses de crue, figurant en annexe n°3, laissent apparaître trois secteurs respectivement à l'aval de Conflans-sur-Loing entre Montbouy et Conflans, et en amont jusqu'à Dammarie, pour lesquels les différences de cotes obtenues entre les crues de janvier 1982 et janvier 1910 apparaissent relativement constantes sur chacun des tronçons concernés.

Nous devons mettre à part le cas de la commune Châtillon - Coligny où l'ensemble de la crue de janvier 1982 a transité par le bief du canal de Lépinoy (le Loing passe dans le canal à cet endroit) pour déverser à l'aval de Châtillon via le déversoir « de la Ronce », la commune se trouvant très peu concernée par l'inondation (aucune laisse sur le secteur) ; on est loin de la cartographie déterminée pour la crue du 20 janvier 1910 (cf. p. 28).

Aussi, nous proposons de mettre en œuvre en vue de réaliser l'AZI du « Loing amont » :

- une approche géomorphologique, reposant sur une cartographie des phénomènes naturels, l'interprétation des photographies aériennes du secteur, et la détermination des lits mineur et majeur : il s'agira de délimiter sur la base de cette approche l'enveloppe maximale inondable ;
- de déterminer les cotes de la crue de référence via l'application d'une différence « constante » de cote par tronçons de pente homogènes entre les crues de janvier 1982 et de janvier 1910. Aussi, les cotes obtenues seront positionnées de préférence au droit des laisses de crue de janvier 1982²², et à défaut elles seront positionnées dans des secteurs a priori non concernés par des pertes de charges singulières (au delà de leur amortissement) ;
- de déterminer l'enveloppe correspondante et de croiser la cartographie obtenue avec celle correspondant à la crue du 20 janvier 1910 et avec celle de la crue « hydro-géomorphologique » ;
- de traiter de façon spécifique le cas de la commune de Châtillon-Coligny. On pourra déterminer le débit de la crue de janvier 1910 sur le Loing, via l'utilisation de la courbe de tarage de la station hydrométrique de Montbouy, dans la mesure où elle est positionnée au même endroit que l'ancienne échelle du SAC (même zéro altimétrique aussi), et où l'on connaît la hauteur mesurée ce jour. On pourra alors déterminer la part de débit susceptible de transiter par les biefs de Lépinoy et de Châtillon, et la part transitant via le Lancière (« ancien Loing »). Nous tenterons ensuite de modéliser les écoulements déversés dans Châtillon, sachant que cette

²² On ne tiendra en conséquence pas compte des différences de pertes de charges singulières entre les deux crues, en particulier en amont d'ouvrages, pour les laisses positionnées en amont des ouvrages.

opération sera particulièrement délicate en l'absence de crues de calage, en prenant comme contrainte aval celle obtenue au droit du déversoir de « la Ronce » ;

- enfin d'établir les classes d'aléas hauteur sur la base des cotes obtenues pour la crue de janvier 1910, et du MNT fourni par le Maître d'ouvrage.

✓ **Sur l'Ouanne**

La situation est ici plus délicate dans la mesure où les différences de cotes entre les crues de janvier 1982 et janvier 1910 sont loin d'être constantes sur l'ensemble du linéaire. Elles apparaissent particulièrement réduites sur la commune de Châteaurenard au regard de celles mises en évidence à Conflans, St Germain-des-Prés et Triguères.

Nous proposons en conséquence :

- une approche géomorphologique, reposant sur une cartographie des phénomènes naturels, l'interprétation des photographies aériennes du secteur, et la détermination des lits mineur et majeur : il s'agira de délimiter sur la base de cette approche l'enveloppe maximale inondable ;
- de croiser les cotes obtenues aux points les plus caractéristiques avec celles obtenues pour la crue de 1910 déterminées à partir des différences de cotes obtenues sur des tronçons de pentes homogènes. D'évaluer ainsi les cotes correspondantes sur le linéaire de l'Ouanne pour la crue de référence (excepté sur la commune de Châteaurenard), avec les mêmes réserves que celles indiquées pour le Loing ;
- la réalisation d'une modélisation hydraulique sur la commune de Châteaurenard tant l'exhaussement de la ligne d'eau lié à la déviation de RD 37 nous paraît déterminante dans l'établissement des cotes dans le bourg. Le point le plus délicat sera de déterminer le débit de la crue de janvier 1910 : nous proposons pour cela d'exploiter les cotes mesurées à l'échelle de Tivoli à Montargis, d'en déduire le débit du Loing à l'aval de la confluence, puis de déterminer le débit de l'Ouanne par soustraction avec le débit du Loing, puisque nous avons vu qu'il y avait concomitance des deux pointes de crue en janvier 1910 ;
- enfin d'établir les classes d'aléas hauteur sur la base des cotes obtenues pour la crue de janvier 1910, et du MNT fourni par le Maître d'ouvrage.

Etabli par : Laetitia HEURDIER, expert technique des services techniques, Emmanuel LAVAUD, technicien supérieur des TPE, et Stéphane PINEY, ingénieur des TPE.

A Blois, le 8 novembre 2007,

L'ingénieur des TPE,
chargé d'études



Stéphane PINEY