


NOTE

ETUDE N°04-142-58 - JUIN 2005

ATLAS DES ZONES INONDABLES DU NOHAIN

NOTE

DIREN BOURGOGNE

 <i>Rédigé par : Sébastien DAVID, Céline ROBERT</i> <i>Vérifié par : Sébastien HUARD</i>	<i>Version 0.</i>	<i>Mai 2005</i>
	<i>Version 1.</i>	<i>Juin 2005</i>
	<i>Version 2.</i>	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT DU NOHAIN	5
2.1. CLIMATOLOGIE - PLUVIOMETRIE.....	5
2.1.1. CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES	5
2.1.2. PRECIPITATIONS INTENSES.....	6
2.2. CADRE GEOLOGIQUE.....	8
2.2.1. LITHO-STRATIGRAPHIE DU BASSIN VERSANT DU NOHAIN.....	8
2.2.2. INFLUENCE DE LA GEOLOGIE SUR LA GENESE DES CRUES.....	11
2.2.2.1. La perméabilité – Généralités	11
2.2.2.2. L'effet trompeur du karst !	12
2.3. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	13
3. ETUDE HYDROLOGIQUE	17
3.1. CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS.....	17
3.2. DEBITS DE REFERENCE ET COMPORTEMENT HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT	19
3.2.1. METHODE DES TRANSFERTS.....	19
3.2.2. METHODES STATISTIQUES SOMMAIRES.....	22
3.2.3. MODELISATION PLUIE-DEBIT	24
3.2.3.1. Elaboration du modèle pluie débit.....	24
3.2.3.2. Modélisation de l'évènement pluvieux de mars 2001	29
4. DONNEES HISTORIQUES	31
4.1. RESULTATS DES RECHERCHES D'ARCHIVES	32
4.2. ENTRAINS-SUR-NOHAIN	35
4.3. MENESTREAU	36

4.4.	COULOUTRE	36
4.5.	PERROY	36
4.6.	DONZY	37
4.7.	SUILLY-LA-TOUR	41
4.8.	SAINT-MARTIN-SUR-NOHAIN ET SAINT-QUENTIN-SUR-NOHAIN	42
4.9.	SAINT-PERE	42
4.10.	COSNE-COURS-SUR-LOIRE.....	44
4.11.	ANALYSE STATISTIQUE DES HAUTEURS ENREGISTREES A LA STATION HYDROMETRIQUE	47
5.	ANALYSE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE	54
5.1.	RESUME DE LA METHODE DE CARTOGRAPHIE PAR APPROCHE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE.....	54
5.2.	RESULTATS DE L'ANALYSE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE.....	57
5.2.1.	ENTRAINS-SUR-NOHAIN	58
5.2.2.	MENESTREAU	58
5.2.3.	COULOUTRE	58
5.2.4.	PERROY	59
5.2.5.	DONZY	59
5.2.6.	SUILLY-LA-TOUR	60
5.2.7.	SAINT-QUENTIN-SUR-NOHAIN	61
5.2.8.	SAINT-MARTIN-SUR-NOHAIN	61
5.2.9.	SAINT-PERE	61
5.2.10.	COSNE-SUR-LOIRE.....	61
6.	ETUDE HYDRAULIQUE SUR LA COMMUNE DE DONZY.....	63
6.1.	METHODOLOGIE	63
6.2.	MODELISATION	64
6.2.1.	GEOMETRIE DU COURS D'EAU.....	64
6.2.2.	RUGOSITE	64

6.2.3.	CONDITIONS AVAL	65
6.2.4.	CRUES MODELISEES	65
6.2.5.	PRECISION SUR LE TERME INONDABLE :	66
6.3.	RESULTATS	67
6.3.1.	TALVANNE	67
6.3.1.1.	Caractéristiques de la zone	67
6.3.1.2.	Mécanismes des écoulements.....	67
6.3.2.	NOHAIN ET BIEF.....	72
6.3.2.1.	Caractéristiques de la zone	72
6.3.2.2.	Mécanismes des écoulements.....	73
6.4.	CARTOGRAPHIE.....	85
6.4.1.	ZONES INONDABLES PAR LES CRUES DECENNALES ET CENTENNALES	85
6.4.2.	ISOHAUTEURS-CRUE CENTENNALE.....	86
6.4.3.	ISO-VITESSES – CRUE CENTENNALE.....	86
6.4.4.	ALEA – CRUE CENTENNALE	87
6.5.	CONCLUSION DE L'ETUDE HYDRAULIQUE DE LA TRAVERSEE DE DONZY ..	88
7.	BIBLIOGRAPHIE	89

1. INTRODUCTION

La Direction Régionale de l'Environnement de Bourgogne qui a la charge de la réalisation des atlas des zones inondables a mis en évidence la nécessité de réaliser une couverture cartographique sur le Nohain et quelques uns de ses affluents.

La méthodologie retenue pour la réalisation de cet atlas est pluridisciplinaire ; elle associe trois approches : l'hydrogéomorphologie, l'histoire et l'hydraulique.

La base de l'atlas est constituée d'une **cartographie hydrogéomorphologique** au 1/25 000 des zones inondables avec des parties au 1/10 000 sur les zones à enjeux, méthodologie détaillée dans le guide technique Cartographie des zones inondables - Approche hydrogéomorphologique - (Masson, Garry & Ballais, 1996, Ed. Villes et terroirs), publié par les Ministères de l'Environnement (Direction de l'Eau) et de l'Equipement (Direction de l'Architecture et de l'urbanisme) dont nous présentons un résumé au chapitre 5.

Des éléments **historiques** concernant l'inondabilité et les relations homme – rivière ont également été recherchés soit dans les archives départementales, soit dans l'histoire récente : questionnaire aux communes, enquête auprès des riverains et des administrations, ainsi que dans les ouvrages ou rapports traitant de la vallée du Nohain, ou tout simplement sur les repères de crue ou les stations hydrométriques. Ces éléments apportent un complément d'information intéressant à la cartographie hydrogéomorphologique : ils donnent une idée du niveau d'inondabilité : en terme de hauteurs d'eau et en terme de fréquence de débordement.

Enfin une approche **hydraulique** a été menée sur la commune de Donzy dans le but de modéliser et cartographier la crue de référence du fait de l'enjeu important que constitue la traversée du centre ville et du besoin de quantifier le risque pour l'urbanisation.

2. DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT DU NOHAIN

Le bassin versant du Nohain se situe en rive droite de la Loire. Sa superficie totale est d'environ 530 km². S'il est majoritairement situé sur le département de la Nièvre, les têtes de bassin du Nohain et du Trélon sont en revanche situées dans le département de l'Yonne.

La couverture végétale est caractérisée par une dominance des terres agricoles (terres labourables et prairies) pour une superficie d'environ 400 km². Le reste correspond à des espaces boisés, majoritairement situés en partie Est du Bassin versant.

Les altitudes s'étagent entre 140 m et 382 m NGF. Le paysage est constitué de basses collines avec lesquelles les vallées au contact relativement marqué contrastent cependant assez bien.

2.1. CLIMATOLOGIE - PLUVIOMETRIE

2.1.1. Caractéristiques climatiques générales

Le climat du département de la Nièvre est caractérisé de climat océanique altéré (source : atlas climatique de la France).

Les principaux paramètres climatiques généraux du périmètre d'étude peuvent être estimés à partir des données recueillies à la station météorologique de Nevers (station Nevers-aérodrome), poste climatologique le plus proche (environ 40 km au sud du bassin versant).

Les données climatiques générales sont résumées ci-après :

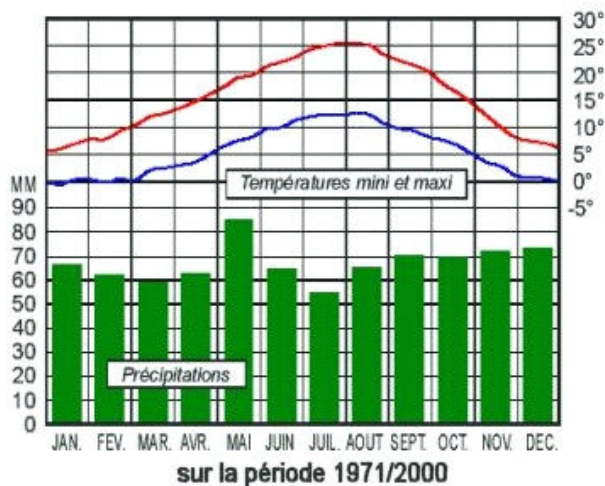
- Température moyenne annuelle	10,3 °C
- Température moyenne annuelle (réduite au niveau de la mer)	12°C
- Evapotranspiration annuelle (méthode de Penman)	650 mm
- Nombre de jours avec pluie (>1 mm)	125 j/an
- Nombre de jours avec orage	22 j/an
- Nombre de jours avec brouillard	54 j/an

La pluviométrie annuelle à Nevers est de l'ordre de **810 mm**. Les précipitations sont peu intenses et assez bien réparties tout au long de l'année comme en témoigne le diagramme ombrothermique ci-après.

LE CLIMAT DE LA NIÈVRE



Normales de températures et de précipitations à Nevers-aérodrome



Quelques records depuis 1946 à Nevers

Température la plus basse	-25 °C
Jour le plus froid	09/01/1985
Année la plus froide	1956
Température la plus élevée	38,7 °C
Jour le plus chaud	28/07/1947
Année la plus chaude	1994
Hauteur maximale de pluie en 24h	77 mm
Jour le plus pluvieux	28/08/1983
Année la plus sèche	1953
Année la plus pluvieuse	1958

fermer

Source : [www/http/meteofrance.fr](http://meteofrance.fr)

S'il ne se dégage pas vraiment de distribution saisonnière des pluies, d'autres phénomènes climatiques ont une répartition saisonnière plus marquée comme les orages assez concentrés sur les mois de mai à septembre (période estivale) et la neige sur les mois de novembre à avril. Le brouillard, phénomène fréquent, témoigne du caractère océanique du climat.

2.1.2. Précipitations intenses

Les pluies maximales journalières du périmètre d'étude peuvent être estimées à partir des postes d'observation locaux ou régionaux pour lesquels on dispose des enregistrements de hauteurs de pluies journalières ainsi qu'à partir de divers documents de référence : Analyse des pluies de 1 à 10 jours sur 300 postes métropolitains, cartes régionales établies par les services de la Météorologie Nationale...

Les différentes sources d'information conduisent à retenir des valeurs de pluies maximales journalières suivantes au poste de Nevers :

- pluie maximale journalière de fréquence annuelle **37 mm**
- pluie maximale journalière de fréquence décennale **51 mm**
- pluie maximale journalière de fréquence centennale **68 mm**

A titre d'exemple quelques valeurs record de précipitations journalières sur chaque mois, enregistrées à Nevers, sont données dans le tableau suivant :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitation max journalière	41.3	29	37.7	32.9	36.3	37.2	48.3	77	47.1	45.4	27.6	30.6
Année	62	86	62	77	81	82	83	64	71	75	73	83

L'ordre de grandeur de l'ensemble de ces valeurs maximales est assez faible et le secteur d'étude ne semble pas sujet à des événements pluvieux catastrophiques.

Cette douceur climatique est donc favorable à la genèse de crues lentes et de faible débit.

En ce qui concerne la crue de mars 2001, dernière crue d'importance connue sur le bassin versant, elle a été provoquée par une pluie maximale journalière de 42,4 mm, enregistrée la journée du 13 mars à la station météorologique de Cours-les-Cosne. Ce pic de précipitations a été précédé par une période pluvieuse de 7 jours environ représentant une hauteur de pluie cumulée de 38,8 mm. En conséquence, le ruissellement lors de la crue a été généré par des sols totalement ou partiellement saturés (Ingérop, 2003a).

2.2. CADRE GEOLOGIQUE

2.2.1. Litho-stratigraphie du bassin versant du Nohain

La carte donnée en page suivante fait état de la géologie du bassin versant du Nohain. La région se caractérise avant tout par son caractère calcaire. Les éléments sur la litho-stratigraphiques sont issus de l'étude du Service Régional d'Aménagement des Eaux de Bourgogne « Bassin du Nohain – Etude hydrogéologique », 1979 – 1981 et exposés dans le mémoire de H. FALLET.

« De bas en haut on distingue :

- **Le Jurassique moyen :**

Le Bathonien inférieur et moyen

Présent dans la région de Colméry, il est constitué de marnes présentant quelques bancs de calcaires plus ou moins argileux. L'épaisseur de cette formation est variable, comprise entre 30 et 50 m.

Le Bathonien supérieur

Les marnes sont généralement présentes à la base mais très rapidement les bancs calcaires deviennent importants.

Le Callovien

La partie supérieure est constituée d'un calcaire à grains fins présentant par endroit des chailles. La partie inférieure renferme des marnes argileuses. Les affleurements sont peu nombreux.

- **Le Jurassique décalcifié :**

Les plateaux des forêts telle que celle de Donzy, sont constitués par un terrain superficiel sableux et caillouteux à chailles (gros nodules siliceux) décalcifiées. On a reconnu dans un certain nombre de gisements qu'elles proviennent du Callovien, ou bien du Rauracien et même du Séquanien. De par leur nature acide, ces formations ont favorisé le développement de la forêt.

- **Le Jurassique supérieur :**

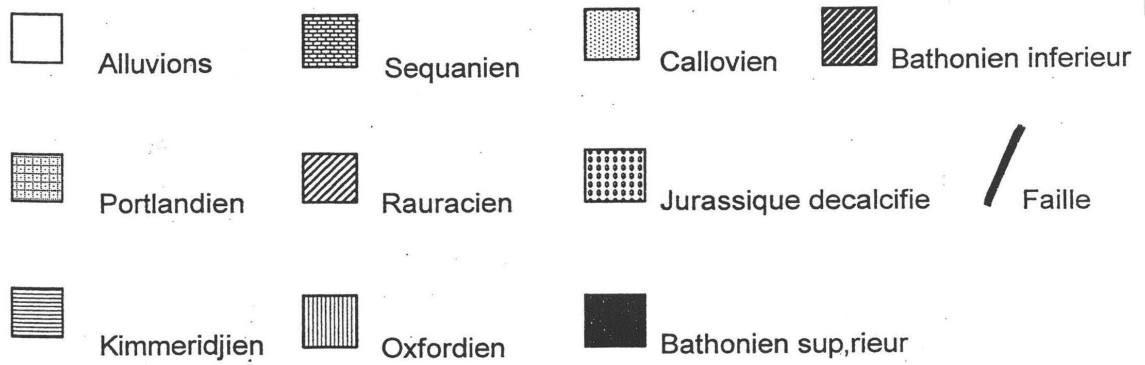
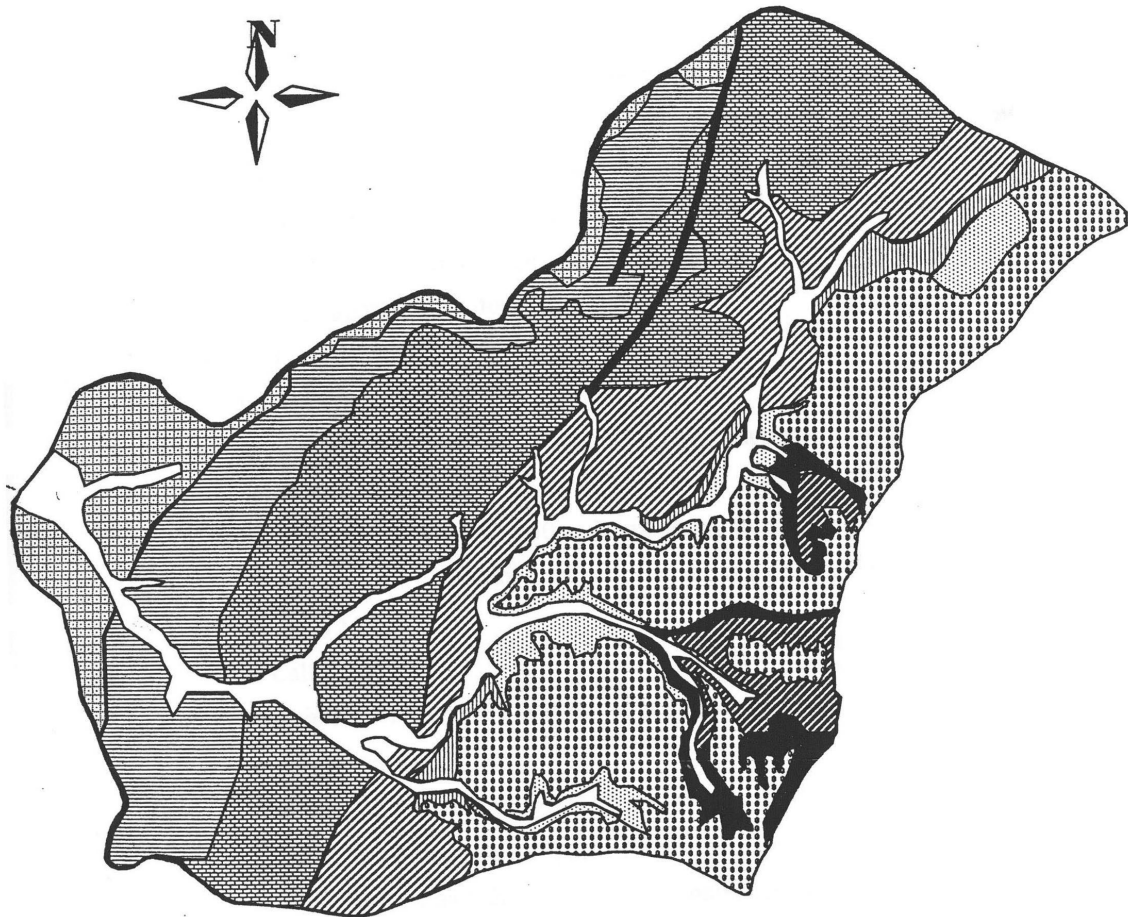
Oxfordien

Ce sont des calcaires à chailles siliceuses. Ces couches ont été exploitées dans la vallée du Nohain.

Rauracien

Il comprend des calcaires durs à débris d'oursins, exploités comme pierre de taille sur les bords du Nohain (Pierre de Donzy) :

GEOLOGIE DU BASSIN VERSANT DU NOHAIN



11 bis

- *Faciès Ouest (Suilly-la-Tour) : Calcaires de Vermenton*
- *Faciès Est (Entrains-sur-Nohain) : Calcaires récifaux*

Sequanien

Il constitue une grande partie des terrains situés en rive droite du Nohain. Il comprend trois niveaux qui affleurent tous :

- *le niveau du calcaire de Bazarnes (Calcaires blancs jaunâtres crayeux)*
- *le niveau du calcaire de Tonnerre (généralement exploité comme pierre de taille, il est très fossilifère)*
- *le niveau des calcaires à Astartes*

Kimméridgien

Il est formé de marnes argileuses alternant avec quelques bancs de calcaire marneux et de calcaire compact.

Portlandien

Il s'agit d'un calcaire sublithographique en bancs de 15 à 50 cm parfois séparés par des joints marneux surtout développés à la base, épaisseur de 0 à 30 m.

- **Les alluvions :**

*Elles sont relativement argileuses. Un tuf calcaire en forme la base dans la vallée du Nohain.» Ces formations sont d'âge quaternaire, le niveau le plus bas correspondant au fond de vallée correspond à la période holocène. **La formation est typique des terrains marécageux et se distingue facilement dans le paysage par les terres noires qui contrastent avec les teintes plutôt jaunes à brunes des sols qui entourent ces fonds de vallée.***

- **Les colluvions :**

La majeure partie du substrat dont il est question dans les lignes précédentes est recouverte de sols d'altérations et de formations colluviales plus ou moins épais qui masquent ce substrat qui n'est souvent visible qu'à l'occasion de carrières ou travaux de déblais.

« Cette analyse nous permet de mieux comprendre certaines particularités du bassin versant :

- *La présence de la forêt dans la partie est du bassin versant qui correspond à l'affleurement du jurassique décalcifié.*

- *La présence de bancs calcaires plus ou moins argileux qui constituent, sur une grande partie du linéaire, le substrat du Nohain.*
- *On constate une prédominance très nette des formations calcaires qui représentent plus de 80 % de la surface totale.*

Données structurales

Le pendage général des couches se fait en direction du Nord-Ouest. On notera cependant une légère inflexion vers l'Ouest sur la partie sud du bassin.

Le Nohain constitue la limite approximative entre le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur.

Les limites de faciès sont parfois incertaines et il existe des zones de transition plus ou moins importantes. »

2.2.2. Influence de la géologie sur la genèse des crues

2.2.2.1. La perméabilité – Généralités

La nature des terrains conditionne de manière importante le fonctionnement hydrologique des bassins versants. Cette influence est due à la plus ou moins grande perméabilité ou imperméabilité des terrains qui constitue un facteur d'infiltration ou de ruissellement. C'est ainsi que les terrains de nature argileuse sont généralement imperméables et provoquent des ruissellements importants, alors que les sables et grès sont souvent assez perméables et donc favorisent l'infiltration de l'eau précipitée et que les calcaires le sont également s'ils sont fissurés.

Le ruissellement conditionne l'importance des débits de crue : à type de bassin égal (superficie, forme, pente, occupation du sol) et sous l'influence d'une même pluie, le débit de crue sera plus important si les terrains sont imperméables et donc favorisent le ruissellement.

Beaucoup de variantes existent dans la nature des terrains géologiques et rendent difficile l'estimation de la part d'infiltration et de ruissellement. On peut en effet avoir des sables plus ou moins argileux qui seront d'autant moins perméables qu'ils seront argileux, des alternances stratigraphiques rapides de roches perméables et imperméables, ... qui constituent autant de paramètres parfois difficiles à appréhender qui vont influencer sur le fonctionnement hydrologique.

2.2.2.2. L'effet trompeur du karst !

La géologie de la région étudiée présente de nombreux affleurements de roches calcaires, ces affleurements calcaires sont souvent à l'origine du développement d'un type de relief particulier : le modelé karstique ou « karst ». Le domaine géologique particulier que constitue le karst a une influence mal appréhendée d'un point de vue hydrologique sur la genèse des crues.

La particularité des roches calcaires qui constituent ce domaine est d'être perméables en grand et donc généralement peu favorables aux écoulements subaériens. Les réseaux de fractures qui accidentent ces massifs sont à l'origine de points d'absorption (pertes, avens, dolines, lapiez, ...) favorables au développement d'un réseau hydrographique souterrain qui s'agrandit par dissolution des roches. La densité de la fracturation et ses directions, le pendage des différentes couches stratigraphiques et les variations lithologiques déterminent la circulation hydrologique interne du karst.

Ces paramètres déterminent également le comportement hydrologique du réseau karstique en relation avec la pluviométrie enregistrée.

La difficulté du point de vue hydrologique résulte de la connaissance de ce comportement du karst. La première difficulté rencontrée concerne l'étendue des bassins versants. Les bassins versants topographiques ne coïncident que rarement avec les bassins versants karstiques qui peuvent être plus ou moins étendus.

La deuxième difficulté résulte de l'appréhension du rôle tampon du karst qui peut ralentir la formation des crues du fait de l'absorption d'une partie des volumes précipités et ne les restituer que plusieurs heures voire plusieurs jours après la pluie soit après le ressuyage de l'onde de crue provoquée par les volumes précipités et ruisselés. Dans le cas des crues fréquentes à rares, il joue souvent un rôle bénéfique en faveur de la réduction des débits de crue.

Cependant, il peut constituer un facteur aggravant dans le cas d'épisodes pluvieux longs ou lors d'épisodes pluvieux successifs lorsque le réseau karstique est mis en charge en même temps qu'un épisode pluvieux sévit. De nombreuses sources intermittentes fonctionnent alors à plein régime et les pertes peuvent se mettre à fonctionner en résurgences.

L'estimation hydrologique des débits de crue qui est soumise aux enregistrements pluviométriques et parfois à des lasses de crues peut conduire à une sous-estimation des débits de crue due à une

période d'enregistrement de données encore peu importante (quelques décennies). Les résultats des modélisations hydrauliques tributaires de ces débits peuvent donc aboutir à une sous-estimation des zones inondables. D'autant que la limite de la crue centennale n'est pas forcément la limite du champ maximal d'inondation.

La cartographie hydrogéomorphologique qui n'est pas tributaire de ces données hydrologiques mais qui se base sur la **reconnaissance géomorphologique** des traces (talus, sédiments, ...) laissées par les crues passées permet de compenser ce problème et de déterminer le champs maximal d'expansion des crues.

L'analyse issue de l'étude du Service Régional d'Aménagement des Eaux de Bourgogne « Bassin du Nohain – Etude hydrogéologique » 1979 – 1981 conclue sur les points suivants :

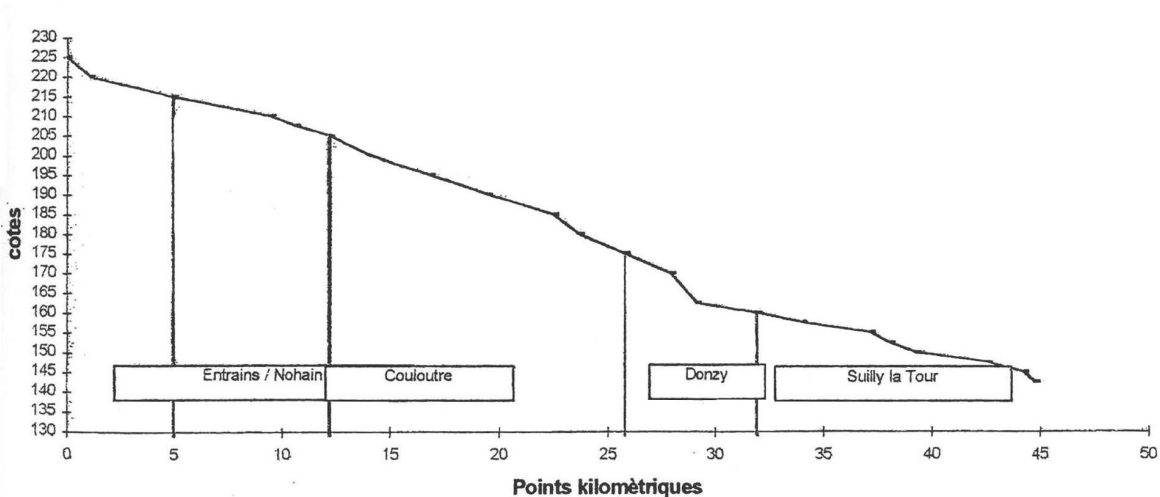
« L'aquifère principal est ici constitué par une puissante série de calcaires entre les marnes du Bathonien et celles du Kimméridgien. Il existe un assez grand réseau d'aquifères. Le Nohain présente des irrégularités de débit. Il doit, par conséquent, exister des sous écoulements. Quant au réservoir pris dans son ensemble, il montre une bonne aptitude régulatrice. Cela se traduit par un débit d'étiage élevé et tardif (en général septembre – octobre), et une recharge relativement lente qui se traduit par un déphasage entre la pluviométrie et les débits à la fin de l'étiage. »

L'analyse de la carte topographique de l'IGN, indique de nombreuses sources sur l'ensemble du bassin ainsi que des petites dépressions fermées typiques du karst.

La tête de bassin du Trélon semble aussi connaître un phénomène de perte et de résurgence lié au karst.

2.3. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le Nohain prend sa source aux « Fontaines d'Emme » sur la commune d'Entrains-sur-Nohain (Nièvre) et conflue avec la Loire à Cosne-sur-Loire après un parcours d'environ 45 km. L'axe de la vallée est tout d'abord dirigé du Nord-Est au Sud-Ouest à l'amont de Suilly-la-Tour puis oblique du Sud-Est au Nord-Ouest à l'aval. « Sa pente moyenne est de 0,19 % en amont de Donzy et de 0,15 % en aval. Le profil en long laisse apparaître certaines ruptures de pente. Sur le terrain, elles correspondent à des zones d'écoulement raide sur substrat grossier (zones de radier). »



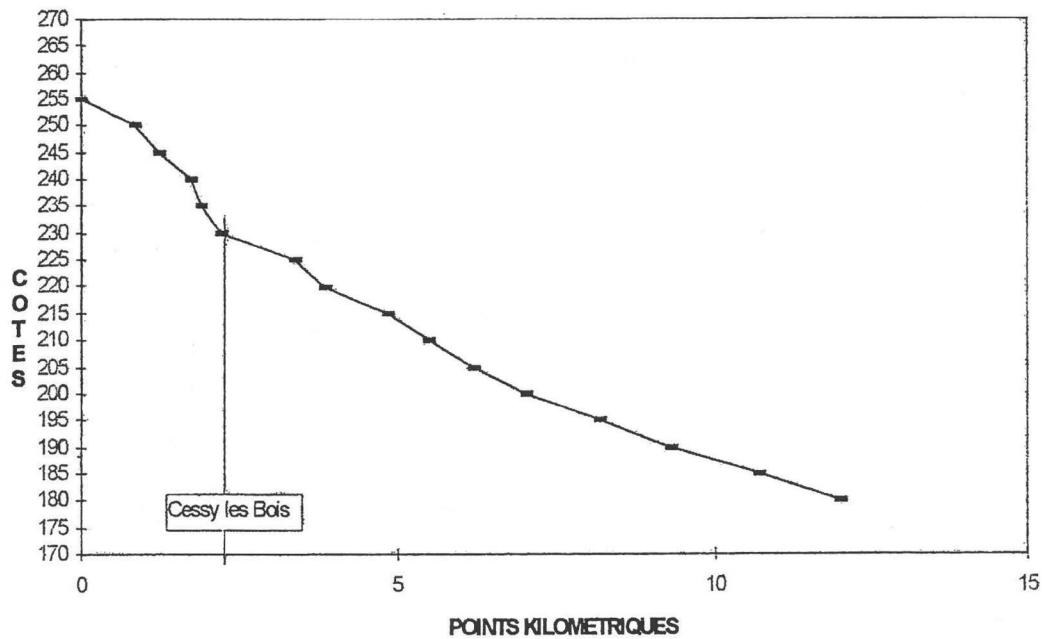
Profil en long du Nohain (H.Fallet)

« On constate des différences assez nettes entre l'amont et l'aval. Dans la partie amont, de la source à Nérondes, le marais et les prairies marécageuses sont relativement présents. De Nérondes à Donzy s'alternent prairies, cultures, peupliers et friches... De Donzy à Presle, c'est la prairie qui domine. Puis de Presle à Cosne-sur-Loire, la culture occupe la quasi totalité des parcelles bordant le Nohain. »

Le cours d'eau reçoit de nombreux affluents dont les principaux sont le Trélon (à Entrains-sur-Nohain), la Talvanne (à Donzy), l'Acotin (à Suilly-la-Tour), le Fontbout (au niveau de St-Quentin-sur-Nohain), et le ruisseau de Villemoison (avant Cosne-sur-Loire).

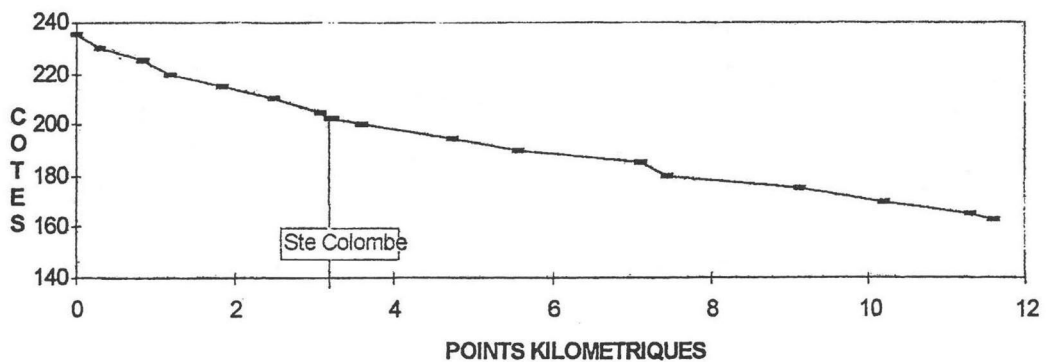
Les affluents ont des portes plus fortes que le Nohain.

La pente moyenne de la Talvanne est de 0,62 %, le cours d'eau étend son cours sur environ 11 km.
« Ce cours d'eau est essentiellement entouré de prairies dans sa moitié amont. Sur la moitié aval s'alternent prairies et cultures. »



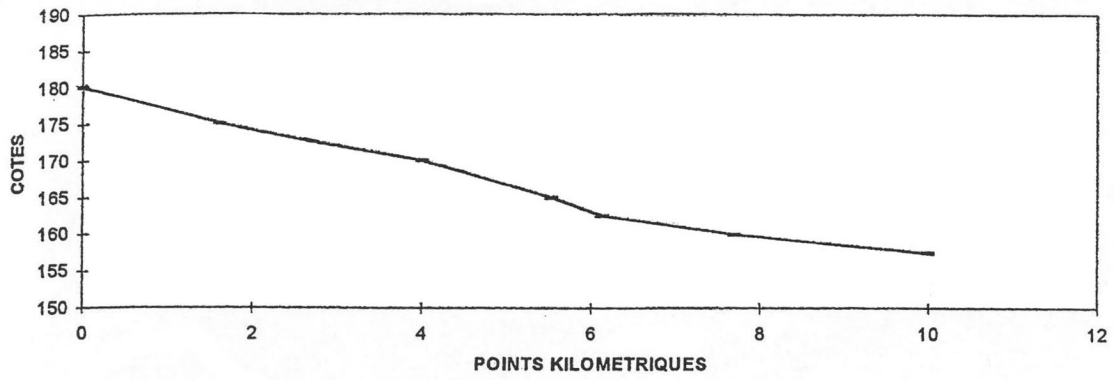
Profil en long de la Talvanne (H.Fallet)

La pente moyenne de l'Acotin est de 0,6 % et le cours d'eau s'étend sur environ 11 km.



Profil en long de l'Acotin (H.Fallet)

Le Fontbout dont le cours s'étend sur environ 10 km a une pente moyenne de 0,22 % qui n'est donc pas beaucoup plus forte que celle du Nohain. Cette différence se perçoit dans le paysage par l'aspect plus marécageux de la plaine de ce cours d'eau par rapport à la Talvanne et l'Acotin : les terres noires sont très présentes en fond de vallée dont l'allure plus plane se rapproche de la morphologie de la plaine du Nohain. Le Fontbout est essentiellement bordé par des parcelles de culture.



Profil en long du Fontbout (H.Fallet)

3. ETUDE HYDROLOGIQUE

L'objectif de cette partie est d'une part d'évaluer les débits caractéristiques des rivières du bassin versant du Nohain à partir des informations existantes (données débitmétriques et contexte climatique et géographique) et d'autre part de déterminer les débits de retour décennal et centennal nécessaires dans la modélisation hydraulique de Donzy (cf. chapitre 7).

3.1. CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

Le découpage du bassin versant du Nohain en sous bassins versants a été défini selon l'existence d'entités hydrologiques élémentaires (affluents), de secteurs à enjeux, ou de nœuds de calcul nécessaires au modèle hydraulique de Donzy (Nohain et Talvanne à l'amont de Donzy).

La planche «Sous bassins versants du Nohain» située en annexe présente le découpage choisi.

Les caractéristiques de chaque sous bassin versant sont fournis ci-après.

		Superficie km ²	Longueur km	Pente moyenne %	Pente pondérée %	Cote exutoire (mini)	Cote maximum	Nœud de calcul à l'exutoire
NOHAIN	Noh1	53.39	10.1	0.8	0.7	218	289	1
	Noh2	98.59	15.5	0.2	0.2	192	218	2
	Noh3	6.71	4.4	0.2	0.2	182	192	3
	Noh4	8.12	3.0	0.3	0.3	173	182	5
	Noh5	39.27	8.7	0.2	0.2	157	173	8
	Noh6	50.34	9.7	0.16	0.2	141	157	10
Affluents	Trélon	52.63	11.9	1.18	1.2	211	351	1
	Nicolas	10.16	7.2	1.68	1.4	211	332	1
	Rabion	22.37	10.7	1.46	1.4	194	350	2
	Tal1	39.79	9.7	1.83	1.6	204	382	4
	Tal2	16.82	6.3	0.35	0.3	182	204	3
	Acotin	41.42	13	1.5	1.3	166	360	6
	Fontbout	71.72	19.8	0.8	0.8	159	322	7
	Villemoison	17.3	9.09	1.41	1.5	149	282	9

Principales caractéristiques des sous bassins versants du Nohain

Il est important de préciser que les aires d'alimentation des sources sont mal connues et les surfaces des bassins versants hydrogéologiques (présence d'un système karstique) peuvent être différentes de celles définies selon des caractéristiques topographiques.

Par ailleurs, la longueur spécifiée dans le tableau ci-dessus correspond au cheminement hydrauliquement le plus long (L) de chaque sous bassin versant, c'est-à-dire au drain principal. La plupart des affluents du Nohain n'ont qu'un faible linéaire de ce drain en eau de façon permanente, tel que le représente le tracé sur la carte IGN (cf. BV du Trélon ou du Rabion par ex.). On note la présence de tronçons temporaires (en pointillés sur la carte IGN) le long du drain principal en amont des tronçons permanents. Ce phénomène est caractéristique des bassins versants karstiques où une partie des écoulements de surface est absorbée par le réseau calcaire : la partie amont du drain n'est réellement fonctionnelle qu'en période de crue.

La pente définie ci-dessus est relative au drain le plus long donc à la pente maximale du sous bassin versant considéré. Ces valeurs sont, de fait, supérieures à celles, présentées précédemment (§ 3.3), relatives au réseau hydrographique (par ex. la pente du bassin versant de l'Acotin est de 1.5 % au lieu de 0.6 % pour le cours d'eau permanent).

La pente pondérée est définie comme suit, le cheminement hydrauliquement le plus long (L) étant constitué de tronçons successifs (de longueur L_k) et de pente sensiblement constante

$$I = \left(\frac{L}{\sum \frac{L_k}{\sqrt{I_k}}} \right)^2$$

La majorité des affluents présente des pentes de bassin versant plus importantes que le Nohain. Seul le bassin versant du Fontbout a une pente inférieure à 1% d'où un caractère marécageux plus marqué et similaire à la plaine du Nohain tel qu'il a été dit précédemment.

Les bassins versants Noh3, Noh4 et Tal1 englobent le linéaire concerné par la modélisation hydraulique de Donzy. Les nœuds de calcul 2 et 4 ont été situés de façon à connaître les débits amont du Nohain et de la Talvanne pour la modélisation. Le nœud 8 correspond à l'emplacement de la station hydrométrique de St Martin-sur-Nohain.

3.2. DEBITS DE REFERENCE ET COMPORTEMENT HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT

L'estimation des débits caractéristiques d'un bassin versant au caractère karstique marqué est difficilement appréciable quelle que soit la méthode employée. Seule l'existence d'une série de données sur une période suffisamment longue permettrait de tenir compte des différents effets du karst et donc d'estimer correctement les valeurs de référence. La série de données disponibles à l'unique station de jaugeage du bassin de St Martin-sur-Nohain, ne couvrant que les 30 dernières années, il a été décidé de croiser les résultats de différentes méthodes afin d'évaluer au mieux le comportement hydrologique du bassin versant du Nohain, à savoir :

- l'exploitation des données enregistrées à la station hydrométrique de St Martin-sur-Nohain,
- le calcul par des méthodes statistiques et/ou pseudo déterministes classiques,
- une modélisation pluie-débit avec le logiciel HEC-HMS à partir de l'évènement pluvieux du 13 au 16 mars 2001.

3.2.1. Méthode des transferts

La station hydrométrique de St Martin-sur-Nohain est la seule station de jaugeage de la zone d'étude. Gérée par la DIREN Bourgogne, elle est située sur le pont de la RD 153 au lieu-dit « le Villiers », sur la commune de St Martin-sur-Nohain et contrôle un bassin versant de 473 km² selon la Banque HYDRO.

Les données sont disponibles depuis 1971, soit 33 années de mesures. Cette station est considérée fiable par la DIREN Bourgogne et présente une section de contrôle stable.

Une synthèse des débits caractéristiques, déterminés après ajustement par la loi de Gumbel est fournie dans le tableau ci-dessous.

DEBITS					
Période de retour		Ajusté m ³ /s	Intervalle de confiance 95 %		Pseudo-spécifique m ³ /s/km ^{1.6}
Centennale*	Q ₁₀₀	32	-	-	0.23
Cinquantennale	Q ₅₀	28	24	36	0.20
Vicennale	Q ₂₀	23	20	30	0.17
Décennale	Q ₁₀	20	18	25	0.14
Quinquennale	Q ₅	17	15	20	0.12
Biennale	Q ₂	11	10	13	0.08

Sources : Banque HYDRO sauf * INGEROP, 2003b

**Débits de référence ajustés par la loi de Gumbel à la station hydrométrique
de St Martin-sur-Nohain (BV=473 km²)**

La durée d'observation (33 années) permet d'admettre une extrapolation acceptable des ajustements pour des périodes de retour inférieures à 50 ans. Le débit de fréquence décennal étant cependant la limite certaine de fiabilité.

Nous retiendrons donc **Q₁₀ = 20 m³/s**

Notons que l'ordre de grandeur des débits mesurés paraît très faible par rapport à la surface du bassin versant. Le débit pseudo-spécifique centennal notamment ne serait que de 0.23 m³/s/km^{1.6}, valeur très inférieure, par exemple, aux débits pseudo-spécifiques des bassins versants méditerranéens généralement de plusieurs dizaines de m³/s/km^{1.6} mais également à l'ordre de grandeur habituellement observé dans la région Bourgogne de 1.2 m³/s/km².

Ces faibles débits sont à relier au contexte géologique. Le caractère karstique du bassin versant et la densité de la fracturation souterraine sous-tendent une infiltration des eaux importante. Dans l'hypothèse d'un pendage du réseau d'écoulement souterrain orienté vers l'extérieur du bassin versant, une fraction non négligeable des hauteurs précipitées peut être transférée hors du bassin versant. Dans ce cas, la surface du bassin versant hydrogéologique est inférieure au bassin versant topographique défini.

Il est important de préciser que ceci n'est qu'une possible interprétation des résultats obtenus. Si elle est plausible au regard des caractéristiques du bassin, sa validation nécessite une étude spécifique sur la géologie et l'organisation du réseau karstique dont cet atlas de zones inondables ne faisait pas l'objet.

En ce qui concerne l'estimation du débit centennal, l'ajustement des données stationnelles par une loi de Gumbel donne un débit de **32 m³/s** (données Ingerop, 2003a)

Pour des secteurs non jaugés (ou jaugés de façon partielle comme dans notre cas) situés en région Bourgogne, le CEMAGREF recommande d'estimer le débit centennal en multipliant le débit décennal par un facteur entre 1.85 et 2. Nous retiendrons cette méthode empirique régionalisée puisque étant basée sur l'observation, elle permet une estimation des spécificités locales.

Cette approche nous donne **37 < Q100 < 40 m³/s**.

Les débits de référence au droit de Donzy ont été estimés par la méthode des transferts qui consiste à appliquer le débit pseudo-spécifique d'un bassin versant (St Martin-sur-Nohain) au bassin versant à étudier présentant des caractéristiques similaires selon la formule suivante, appliquée dans notre cas :

$$Q_{Donzy} = Q_{StMartin} \times \left[\frac{S_{Donzy}}{S_{StMartin}} \right]^{0.8}$$

Le tableau ci-dessous fournit les résultats au niveau du nœud de calcul 2, point amont de la modélisation hydraulique sur le Nohain et du nœud 3, point en centre-ville de Donzy au niveau de la confluence avec la Talvanne.

	Nœud de calcul	Superficie (S) km ²	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	
				Q10 * 1.85	Q10 * 2
St Martin-sur-Nohain	8	473	20	37	40
Donzy amont	2	237	11.5	21.3	23
Donzy CV	3	300	13.9	25.7	27.8

Débits de référence à Donzy - Approche régionalisée et la méthode des transferts

3.2.2. Méthodes statistiques sommaires

Différentes méthodes statistiques et/ou pseudo déterministes ont été également testées.

Les méthodes statistiques dites sommaires (CRUPEDIX, SOCOSE) sont issues de synthèses nationales ou régionales ; elles permettent une estimation du débit de pointe décennal des bassins versant ruraux à partir de leurs caractéristiques climatologiques et morphologiques.

A défaut d'être précises, elles ont l'avantage d'être robustes et validées régionalement.

Au vu des caractéristiques du bassin versant (karst, superficie, pente), seule la méthode CRUPEDIX a pu être appliquée dans son domaine de validité.

Cette méthode, développée par le CEMAGREF, est basée sur la formulation suivante :

$$Q_{10} = R \times (P_{10} / 80)^2 \times S^{0.8}$$

avec P_{10} : précipitation journalière décennale (pluies non centrées)
S : surface du bassin versant en km²
R : coefficient régional

Un coefficient régional égal à 1 est préconisé au niveau de la Nièvre ; cependant, la méthode propose d'utiliser un coefficient réduit à 0.33 dans le cas de terrains karstiques. Les calculs, sans prise en compte du caractère karstique ont effectivement donné des résultats aberrants, beaucoup plus forts que ceux observés à la station hydrométrique.

Par ailleurs, nous avons également testé des coefficients régionaux moins modérateurs, 0.4 et 0.5, afin de prendre en compte l'existence éventuelle de zones de moindre fracturation et d'obtenir des éléments comparatifs pour affiner l'analyse.

La méthode CRUPEDIX a été appliquée au niveau de chaque sous bassin versant. Nous ne présenterons que les débits décennaux obtenus au niveau des nœuds précédents (station de St Martin-sur-Nohain, points amont et aval de la modélisation) et du nœud 4, point amont de la modélisation au niveau de la Talvanne.

Les débits de retour centennial ont été déterminés selon les recommandations du CEMAGREF, tel que précédemment.

Le tableau ci-après fournit les résultats obtenus.

	Nœud de calcul	Superficie km ²	Q10 (m ³ /s)			Q100 (m ³ /s)					
			R=0.33	R=0.4	R=0.5	Q ₁₀ *1.85	Q ₁₀ *2	Q ₁₀ *1.85	Q ₁₀ *2	Q ₁₀ *1.85	Q ₁₀ *2
St Martin-sur-Nohain	8	473	18.1	22	27.5	33.5	36.3	40.7	44.0	50.8	54.9
Donzy amont	2	237	10.6	12.9	16.1	19.7	21.3	23.9	25.8	29.9	32.3
Donzy CV	3	300	12.8	15.6	19.5	23.8	25.7	28.9	31.2	36.1	39.0
Talvanne	4	56.6	3.4	4.1	5.1	6.3	6.8	7.6	8.2	9.5	10.3

Débits de référence obtenus par la méthode CRUPEDIX

Les résultats obtenus par la méthode CRUPEDIX avec un coefficient régional fixé à 0.33 ou 0.4 sont cohérents et assez proches des résultats de l'approche régionalisée pour le Nohain. Ceci appuie l'hypothèse d'un réseau karstique induisant des pertes importantes (coefficients très modérateurs).

Pour la modélisation hydraulique, nous donc choisi les valeurs médianes de ces différents résultats (méthode des transferts, CRUPEDIX coefficient 0.33) au niveau des deux nœuds de calcul amont telles que :

	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s
nœud 2 _ Nohain point amont	10.5	21
nœud 4 _ Talvanne point amont	3.5	7

Débits de référence retenus pour la modélisation hydraulique de Donzy

3.2.3. Modélisation Pluie-Débit

La modélisation Pluie-Débit est un outil hydrologique qui assure plusieurs fonctions. Elle permet de reconstituer des crues historiques ou de période de retour donnée et d'affiner leur **génèse**.

En effet, le modèle permet de suivre l'évolution d'une crue tout au long du réseau hydrographique.

Le modèle pluie-débit assure la transformation d'un hyétogramme (variation de la pluie tombant sur un bassin versant au cours du temps) en hydrogrammes élémentaires (variation du débit au cours du temps en un point du cours d'eau) puis propage les hydrogrammes cumulés au sein du cours d'eau principal.

Au niveau de cette étude, la construction d'un tel modèle doit nous permettre de comprendre le comportement hydrologique du bassin versant du Nohain lors de la crue de mars 2001. Cette crue, qui, au niveau de Donzy, a eu des effets similaires à la crue centennale de 1896 a été enregistré à la station de jaugeage avec un débit de pointe de 23.4 m³/s. Cette valeur est estimée par la banque HYDRO comme une crue cinquantiennale humide au niveau de St Martin-sur-Nohain

Notre but est donc, à partir des données morphométriques et des caractéristiques pédo-géologiques des bassins versants, de vérifier que l'évènement pluvieux de mars 2001 a bien généré un débit centennal au niveau de Donzy.

3.2.3.1. *Elaboration du modèle pluie débit*

Le logiciel employé pour la modélisation pluie-débit (Hydrologic Modeling System) a été développé par le centre d'études américain en hydrologie (Hydrologic Engineering Center). Ce logiciel permet la réalisation de modèles complexes pour lesquels de nombreux paramètres doivent être calés.

3.2.3.1.1. Représentation du bassin versant

La représentation du bassin versant définie pour le modèle pluie-débit est figurée sur le schéma ci-dessous. Seuls les tronçons de rivière du Nohain et le tronçon amont de la Talvanne ont été discrétisés afin d'observer la propagation de la crue entre chaque nœud de calcul.

Tous les autres affluents ont été modélisés au niveau de leur confluence avec le Nohain.

Le schéma ci-dessous montre l'architecture en sous-bassins employée dans le modèle.

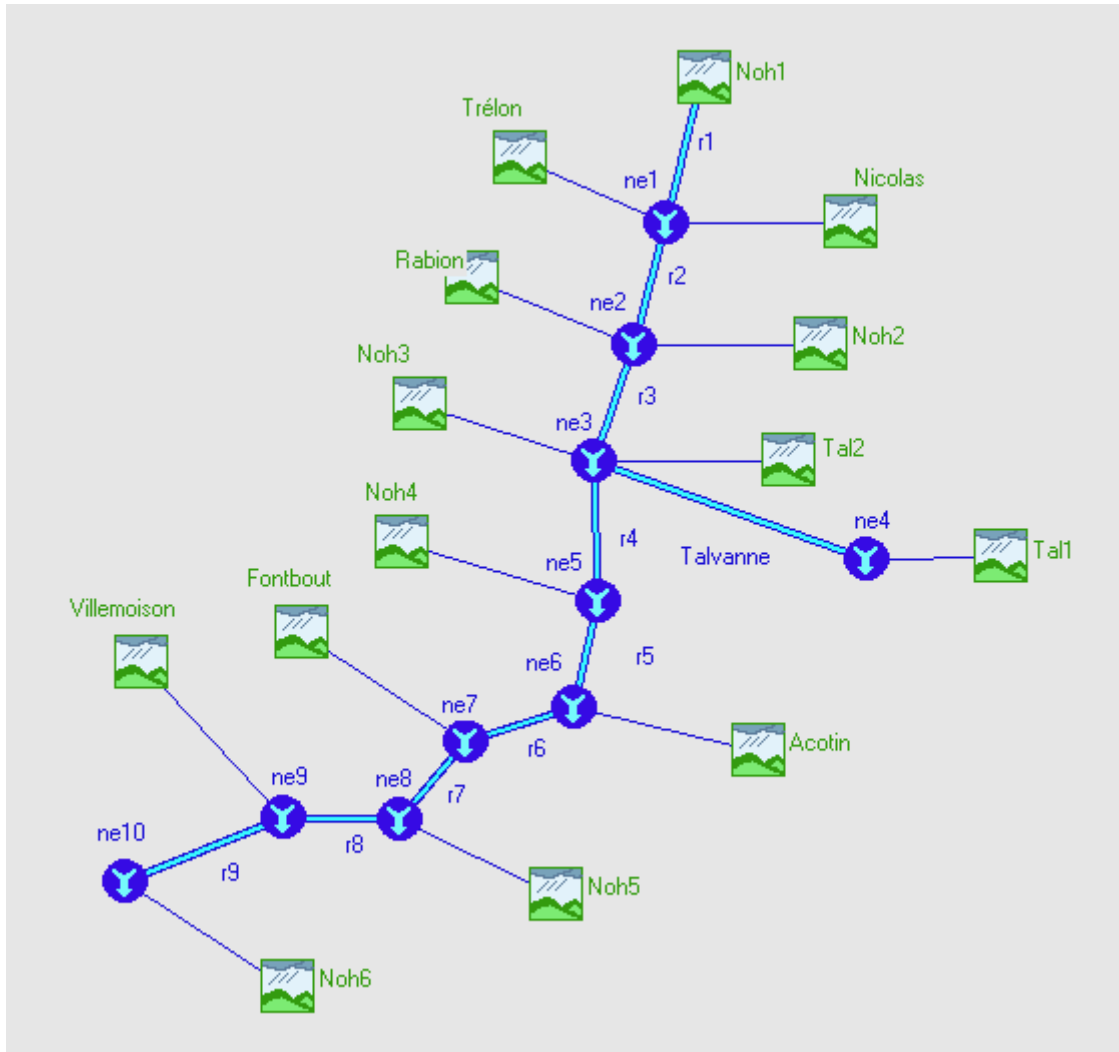


Schéma du bassin versant

3.2.3.1.2. Les paramètres physiques du modèle

Il s'agit de données hydrologiques relevant de la topographie du terrain. Les données essentielles pour le modèle sont :

- **le temps de concentration, T_c** , (temps mis par une goutte d'eau pour parcourir le plus long drain hydraulique) de chaque sous bassin versant. Il existe plusieurs formules de détermination de ce paramètre (Passini, Manning Strickler,...) utilisant les caractéristiques morphologiques des bassins

versants étudiés. Nous avons choisi la valeur médiane entre différentes méthodes applicables dans le contexte du bassin versant.

Le tableau suivant reporte les temps de concentration déterminés au niveau de chaque sous bassin versant.

	NOHAIN						AFFLUENTS							
Ss bassin	Noh1	Noh2	Noh3	Noh4	Noh5	Noh6	Trélon	Nicolas	Rabion	Tal1	Tal2	Acotin	Font-bout	Ville-moisson
Tc (h)	17	45	12	11	33	36	15	7	10	10	15	14	21	9

Temps de concentration des différents sous bassins versants du Nohain

- **le temps de propagation des crues le long des cours d'eau.** Il est fonction de la longueur de cour d'eau parcouru et de la vitesse de déplacement de l'onde de crue.

3.2.3.1.3. Méthodes de calcul

La transformation du hyétogramme de l'évènement pluvieux de mars 2001 en hydrogramme s'établit en fonction du choix :

- des modèles d'infiltration (répartition entre l'eau qui s'infiltré et l'eau qui va participer aux écoulements de surface), de ruissellement (prise en compte du réseau de drainage et des caractéristiques morphométriques des sous bassins versants) définis au niveau de chaque sous bassin versant,
- du modèle de propagation de l'onde de crue qui s'applique aux tronçons de rivière.

Nous avons respectivement choisi les méthodes du Soil Conservation Service (SCS), relativement bien adaptées à la modélisation des petits bassins ruraux et la méthode de Muskingum qui prend en compte l'atténuation de l'onde de crue due à l'étalement de plaine.

En sus des paramètres physiques définis ci-dessus, la méthode d'infiltration du SCS nécessite le calage d'un paramètre caractérisant le potentiel maximal de rétention du sol, le Curve number. Il a été fixé au niveau de chaque sous bassins versants en fonction de l'occupation du sol et de la typologie du substrat.

Il est important de préciser qu'aucune méthode n'est réellement appropriée à la modélisation des zones karstiques : l'absorption et les infiltrations importantes de début de crue ou l'arrivée pendant la période de décrue des eaux transférées par le karst sont des phénomènes

difficiles à prévoir. Les effets de soutien ou d'atténuation des débits ne peuvent donc être modélisés.

Afin de palier à l'inadéquation potentielle des méthodes choisies, leur paramétrage a été réalisé de façon précise.

3.2.3.1.4. Modélisation des pluies

Les pluies ont été modélisées avec les hauteurs d'eau enregistrées à la station météorologique de Cours-les-Cosne (exutoire du bassin versant) lors de l'évènement pluvieux de mars 2001. Les précipitations se sont étalées sur 10 jours, avec une période pluvieuse de 7 jours représentant une hauteur cumulée de 38.8 mm suivi d'un pic de 42.4 mm, le 13 juin. Le détail des précipitations journalières relatives à cet évènement est fourni en annexe.

Ce même hyétogramme a été appliqué sur tous les sous bassins versants, considérant une pluie homogène touchant uniformément l'ensemble de la surface du bassin versant. Toutefois, il est vraisemblable que des variations locales de précipitation aient pu exister.

3.2.3.1.5. Les paramètres de calage

La seule donnée de calage utilisée est l'hydrogramme enregistré à la station de St Martin-sur-Nohain pour l'évènement considéré. Il faut rappeler que le bassin versant du Nohain (530 km²) ne possède qu'une seule station de mesure. Par conséquent, le calage s'avère délicat.

3.2.3.1.6. Validation du modèle

Une fois le modèle construit à partir d'un certain nombre de données, il faut vérifier que celui-ci est bien représentatif de la réalité. L'hydrogramme enregistré à la station de St Martin-sur-Nohain lors de l'évènement de mars 2001, nous a permis d'apprécier la validité du modèle.

3.2.3.1.7. Domaine de validité et limites du modèle

Le modèle est une représentation schématique de la réalité. Il ne peut pas entrer dans des détails topographiques trop importants et reste à l'échelle des sous bassins versants (quelques dizaines de kilomètres carrés) et des longueurs de cours d'eau modélisé (quelques dizaines de kilomètres).

Le modèle est limité par les incertitudes sur les paramètres d'entrée :

- ✓ **superficie** : en milieu karstique, la superficie réelle ne correspond pas forcément à la superficie topographique,
- ✓ **temps de concentration** : il s'agit d'une grandeur difficile à évaluer, notamment en milieu karstique,
- ✓ **pluie** : la pluie est un phénomène naturel qui varie beaucoup dans l'espace et dans le temps. L'événement pluvieux modélisé reste donc approximatif.
- ✓ **état initial du bassin versant** : la formation et la propagation d'une crue sont fonction de l'état de saturation des sols, des réseaux karstiques, du réseau hydrographique en général. Or, ces éléments ne sont pas directement paramétrés par le modèle mais sont pris en compte lors de son calage. Le calage du modèle du Nohain a été réalisé sous l'hypothèse d'un sol plus ou moins saturé, généralement observé à cette saison de l'année.

Cependant, notons que, dans cette étude, l'objectif de la modélisation est d'avantage de comprendre, de façon globale, la réaction du bassin versant à l'évènement pluvieux de mars 2001 et vérifier le débit de pointe au niveau de Donzy.

Au vu de la typologie du bassin versant, il faudrait de nombreuses données observées, permettant un calage précis à l'échelle du bassin versant pour appréhender son comportement hydrologique.

3.2.3.2. Modélisation de l'évènement pluvieux de mars 2001

D'une façon générale, les débits de pointe obtenus par modélisation semblent cohérents avec les résultats des méthodes statistiques :

- au niveau de Donzy

- nœud 2 _ Nohain point amont **22 m³/s**
- nœud 4 _ Talvanne point amont **7.5 m³/s**

- à la station de St Martin-sur-Nohain

- nœud 8 **25 m³/s**

De plus, les débits de pointe calculés par le modèle au niveau de Donzy et St Martin paraissent cohérents avec ceux observés lors de l'évènement de 2001. De même, le calage temporel des pointes de crue est réaliste.

D'après ces résultats et les hauteurs d'eau atteintes à Donzy, la chronique de précipitations de mars 2001 semblerait engendrer des débits de temps de retour centennal à Donzy.

Au niveau de l'agglomération, le bassin versant représente la moitié de la superficie contrôlée à la station de St Martin-sur-Nohain. Le nombre d'affluents reçus est y proportionnellement supérieur, sachant qu'ils présentent des pentes plus marquées et donc des temps de concentration plus faibles. L'ensemble de ces facteurs semblent ainsi induire de forts débits à Donzy dans le cas d'un évènement pluvieux étalé et globalement peu intense tel que celui modélisé.

Toujours au niveau des débits de pointe, on constate, à l'aval de Donzy et jusqu'à St Martin-sur-Nohain, un laminage des hydrogrammes, le modèle tenant compte du phénomène d'étalement des eaux dans les zones de plaine plus étendues des bassins versants aval.

Au regard de ces résultats, on peut penser qu'à St Martin-sur-Nohain, la crue centennale serait plutôt engendrée par un évènement pluvieux encore plus long et plus intense que celui de mars 2001.

Au niveau du **phénomène hydrologique global**, nous n'avons pu vérifier la forme de l'hydrogramme qu'au niveau de St Martin-sur-Nohain.

Les résultats de la modélisation diffèrent essentiellement du phénomène observé par rapport à la période de décrue. On note un déficit de volume au niveau de l'hydrogramme calculé ; le modèle utilisé n'arrive pas à reproduire le phénomène de vidange longue du karst après la pointe de crue et donc à retrouver les débits de décrue soutenus pendant une longue période.

Comme précisé précédemment, l'existence de plusieurs points de contrôle et de données supplémentaires permettrait éventuellement de quantifier ou d'approcher la potentielle réalimentation du bassin par le réseau karstique.

La modélisation Pluie-Débit confirme le réalisme des débits de pointe de référence retenus dans le cadre de la modélisation hydraulique (cf. § 3.2.1 et 3.2.2).

En revanche, elle reste à perfectionner pour reproduire les processus en jeu et l'effet du karst qui donne sa forme particulière aux hydrogrammes du Nohain (faibles débits de pointe, décrue soutenue grâce aux apports du karst).

4. DONNEES HISTORIQUES

Les données répertoriées sous ce chapitre sont issues de sources variées :

- Les questionnaires aux communes traitent principalement des évènements récents et fréquents et de la crue de mars 2001.
- Les enquêtes auprès des riverains donnent le même type d'informations.
- L'analyse statistique de la station hydrométrique de Villiers-sur-Nohain pour laquelle les cotes atteintes par les crues du Nohain de 1971 à 2004 sont disponibles dans la Banque HYDRO.
- Les repères de crues visibles sur le terrain et quelques données d'archives.

L'étude réalisée par INGEROP en 2003 pour la communauté de communes Loire et Nohain a déjà dressé un bilan de l'inondabilité par enquête auprès des communes. Il n'a donc pas été envoyé de questionnaire aux communes traitées dans cette étude. Des éléments de cette étude sont ici repris et complétés.

Des recherches sommaires aux archives départementales ont été entreprises mais ont donné peu de résultats. Des recherches plus fouillées pourraient vraisemblablement apporter de nouvelles informations.

Cependant les quelques informations collectées permettent tout de même de se faire un avis sur l'inondabilité de la vallée du Nohain.

Il existe peu de repères relatifs aux crues anciennes sur le Nohain et son bassin versant.

Le tableau en page suivante récapitule les crues sur le bassin versant pour lesquelles des informations ont pu être retrouvées.

Date de la crue	Description
Printemps 1708	Hiver rude, le Nohain gela complètement, la débâcle emporte une partie des ponts et provoque une forte inondation
1787	Inondation de la prairie de Souris sur la paroisse de Suilly
8 mai 1836	« la rivière submergea entièrement la petite ville de Donzy
26 – 27 septembre 1866	Crue de la Loire à Cosne inondant la plaine aval du Nohain
Juillet – août 1888	Inondation du Nohain entre Suilly-la-Tour et Cosne
29 octobre 1896	Repère de crue sur le pont du boulevard d'Osmond à Donzy (181,3 m NGF)
Mars 1999	Inondation au hameau de Champcelée
13 – 16 mars 2001	Inondation généralisée
8 mai 2001	Deuxième inondation de l'année du château des Granges et de la chapelle

Tableau récapitulatif des principales crues du Nohain et de ses affluents

4.1. RESULTATS DES RECHERCHES D'ARCHIVES

La plus ancienne date de crue du Nohain que nous avons pu obtenir est celle de **1708** qui est relatée dans l'ouvrage de A. FAIVRE « Cosne à travers les âges », paru en 1895. « *Pendant l'hiver 1708, qui fut des plus rudes, le Nohain gela complètement. Au printemps, la débâcle emporta une partie des ponts construits sur la rivière. Il y eut également une forte inondation.* »

Les séries S et C des archives départementales ont été en partie consultées mais livrent peu de résultats.

La pièce 1C138 contient une requête datant de l'année **1787** des habitants de Suilly concernant des réparations à faire au lit de la rivière à la suite de l'inondation de la prairie de Souris, on peut y lire que : « ... les eaux pluviales qui sont tombées en abondance depuis la fin de l'hiver de la présente année 1787 ... La rivière sur laquelle règne la dite prairie ... occasionné une inondation si considérable que non seulement les propriétaires riverains, mais ... ceux dont les près sont les plus éloignés de la rivière sont dans l'impossibilité de récolter l'herbe ... Prairie qui est ... beaucoup endommagée par ... des eaux stagnantes et par leur fermentation. »

La pièce 7 S 6701 contient :

- une lettre du 25 mai 1889 du sous-préfet de Cosne au préfet relative au pont du Docteur Emile Moineau fait état des grandes pluies de l'année passée

- une pétition du 10 août 1888 par laquelle divers habitants de Cosne se plaignent des dégâts causés à leurs propriétés par les eaux du Nohain : « *Par suite des pluies continues et torrentielles, et aussi de ... et du mauvais vouloir de certains meuniers, refusant de lever leurs pelles, la rivière le Nohain, quittant son lit, s'est répandue dans la prairie qu'elle a inondée à la veille de la récolte. Depuis les près situés entre les moulins du Grand St-Martin et Paillau ont pu être fauchés, les chefs de ces usines ayant levé leurs pelles et vannes, intéressés qu'ils étaient à laisser séjourner le moins longtemps possible l'eau dans leur prairie, ...* » La suite du texte fait état que d'autres terroirs en revanche sont encore inondés : eaux stagnantes.
- une pétition du 6 août 1888 du Docteur Moineau, à Cosne, relative aux dégâts causés par les inondations du Nohain et demandant qu'il soit pris des mesures contre les industriels qui négligent de relever les vannes de leurs usines conformément aux prescriptions ou règlement.

La pièce 7 S 6702 contient une lettre du maire de Sully-la-Tour en date du 17 juillet 1888 au sous – préfet : « *Les près traversés par le Nohain sont actuellement inondés et les propriétaires se plaignent de ce que les moulins situés sur le cours de cette rivière ne laissent pas leurs écluses suffisamment ouvertes ...* »

Ces deux pièces prouvent qu'une inondation du Nohain a eu lieu entre Sully-la-Tour et Cosne en **juillet – août 1888**.

La pièce 7S10683 contient une correspondance du Sous-Préfet au Préfet sur l'état des rivières et ruisseaux, les commentaires à propos du Nohain sont : « *Depuis longtemps des plaintes se sont élevées sur le mauvais état de cette rivière, le plus beau cours d'eau de l'arrondissement. Il y aurait nécessité non seulement de la curer, mais de régler l'usage de ses eaux pour éviter les entreprises illicites de quelques-uns de ses riverains qui ... de détourner le cours des eaux au profit de leurs près et mettent les moulins dans l'impossibilité de tourner.*

L'administration des forges royales de la Chaussade a demandé à plusieurs reprises le curage du Nohain, une grande partie des propriétaires le désirent également. Il semble donc urgent de prévoir des mesures à cet égard. »

La pièce 7 S 8089 contient un rapport de l'Ingénieur ordinaire du 7 mars 1906 concernant la reconstruction de la passerelle de Villiers sur le chemin de St-Martin à Bouhy : « *A l'emplacement considéré, le niveau des plus hautes eaux atteint 1,15 m au dessus du fonds du lit.* » Il est probable étant donnée la faible hauteur mentionnée que la profondeur du lit du Nohain ait été beaucoup moindre à ce qu'elle est actuellement.

D'autres pièces consultées ne livrent aucune information exploitable dans le cadre de la présente étude.

Les titres de certaines pièces de la série S parlent d'elles-mêmes sur le Nohain : ces pièces sont relatives aux syndicats de curage et d'entretien des cours d'eau et à l'assainissement de la vallée du Nohain.

L'ensemble de ces éléments dresse le portrait d'une vallée qui est bien décrit par H. FALLET qui a dressé un historique du Nohain que nous reprenons ici dans son intégralité :

« Historiquement le Nohain était la source d'alimentation en énergie hydraulique de nombreux moulins (plus de 80) : moulins à farine, à foulons (draps), à écorces (tan), et à huile. De nombreux droits d'eau ancestraux existent encore, même si ces activités ne sont plus d'actualité. La rivière a donc été depuis longtemps aménagée, spécialement par création de biefs pour les moulins. Les droits d'eau ont donné lieu à une répartition de l'eau entre les usagers, qui n'est pas sans heurts.

Tous les terrains contigus à la rivière et formant la vallée du Nohain étaient à l'état de près marécageux, donc, aucune partie ne pouvait être utilisée par l'agriculture, soit herbage ou culture. Il y persistait un excès d'humidité qui faisait que la flore était spécifique des milieux marécageux, et non recherchée pour l'alimentation du bétail. Une grande partie des terrains était immergée pendant toute la période hivernale, voire même la majeure partie de l'année.

De nombreux projets avaient été établis il y a fort longtemps, sans avoir pu être réalisés.

- *Projet de canal navigable reliant la Loire à la Seine par l'Yonne et par la vallée du Nohain.*
- *En 1887, un projet complet fut établi pour le curage entre Moulin l'Evêque et Moulin Rochereau.*

Ces projets furent abandonnés car ils entraînaient une dépense hors de proportion avec le but à atteindre.

Il a été décidé d'entreprendre des travaux d'assainissement de la vallée dès les années 1930 pour abaisser la nappe d'eau d'accompagnement de la rivière, et assurer un écoulement plus rapide de la rivière, cela dans le but de la mettre en valeur par l'agriculture. Le projet fut dressé en englobant cinq associations syndicales. Des travaux furent exécutés sur le territoire des deux premières associations, c'est-à-dire, entre Moulin l'Evêque et les Cabets (limite des communes de Donzy et Suilly).

LES TRAVAUX DES ANNEES 1960 :

Les associations foncières de remembrement ont pu entreprendre des travaux importants dans le cadre des travaux connexes, conjointement à ceux de l'association syndicale autorisée de la basse vallée du Nohain.

Résultats obtenus : *Depuis l'exécution des travaux d'assainissement, les terrains marécageux se sont complètement transformés et il n'y a pratiquement plus de marais. La vallée s'est couverte de maïs et de prës.*

LES TRAVAUX DES ANNEES FIN 70 – DEBUT 80 :

Objectif : *Faute d'un entretien régulier, le lit de la rivière était envasé et encombré en beaucoup d'endroits d'arbres morts et de débris divers.*

Le projet s'attachait à supprimer les débordements dus aux crues de fréquence annuelle, mais surtout à limiter la durée de submersion des près riverains.

Compte tenu de l'état de la rivière, les travaux ont été limités à certaines communes. »

« Historiquement le Nohain était un cours d'eau méandriforme. A la suite des travaux réalisés sur celui-ci sa morphologie n'est plus aujourd'hui très typique. Ses sinuosités ont très souvent laissé place à un chenal rectiligne. »

En conclusion, on peut dire que la vallée du Nohain de par son caractère marécageux, périodiquement inondée et inhospitalière, n'a pas défrayé la chronique par ses inondations car le fait était probablement bien avéré et la culture du risque certainement très présente. En revanche, les travaux pour conquérir et drainer ce milieu insalubre, les conflits avec les meuniers dont les vannes ne sont pas relevées assez tôt pour drainer les terres (problème encore souvent relaté dans les crues récentes) ont fait couler plus d'encre. Il n'est donc pas étonnant que les recherches d'archives sur les crues du Nohain semblent peu fructueuses.

4.2. ENTRAINS-SUR-NOHAIN

La réponse de Monsieur le Maire d'Entrains-sur-Nohain au questionnaire envoyé par nos soins fait état de problèmes mineurs sur la commune. De manière générale les débordements sont localisés. Deux secteurs ressortent :

- *l'un en amont du pont de la D957 sur le Trélon sur quelques centaines de mètres,*
- *l'autre en amont de l'Etang de St-Cyr et dans le secteur de l'Abîme sur quelques centaines de mètres également.*

Sur ces deux secteurs des inondations se produisent « de temps en temps ».

Les biens touchés par les inondations sont des terres agricoles (près), des jardins et des caves.

4.3. MENESTREAU

La crue de mars 2001 a eu lieu du 13 au 15. Deux cours d'eau sont en cause : le Nohain et le ruisseau de Menestreau. Cinq habitations ont été affectées et un pont sur le Nohain à « Nérondes » s'est effondré.

« Dans Menestreau le ruisseau peut inonder 2 à 3 maisons ».

Un questionnaire a également été envoyé à Monsieur le Maire de Ménestreau. Celui-ci signale aussi le ruisseau de la Presle dans les cours d'eau posant des problèmes d'inondation.

Les terres agricoles sont touchées plusieurs fois par an lors des fortes pluies. De même il est signalé du ruissellement sur certaines routes communales et dans les terres agricoles lors des fortes pluies.

4.4. COULOUTRE

La réponse de Monsieur le Maire de Couloutre au questionnaire envoyé par nos soins fait état d'une inondation généralisée du Nohain de date non signalée. Deux secteurs font l'objet de débordements localisés et réguliers en cas de fortes pluies : le secteur des Grands Moulins et celui de Pilles.

Les terres agricoles sont inondées tous les 2 ou 3 ans. Il est signalé que « les terres agricoles en bordure du Nohain posent souvent problèmes en périodes de fortes pluies (terres gorgées d'eau sans vraiment parler d'inondation) ».

Il est également signalé un débordement du réseau pluvial en 2004 au niveau du bourg qui a engendré l'inondation (en partie) d'une maison et des problèmes sur le ruisseau de Bouillant au niveau d'une route communale.

Aux « Grands Moulins », l'inondation de mars 2001 est venue du ruissellement des terres agricoles des « Grands Champs » et non du Nohain d'après le témoignage des habitants. L'eau est montée jusqu'à hauteur de genoux dans la cour et a traversé l'habitation mais n'aurait pas touché le bâtiment agricole. Le Nohain a été curé « 40 ans en arrière » ; la cour n'a plus été inondée depuis. En revanche l'eau déborde fréquemment en rive gauche et inonde les champs

4.5. PERROY

Les zones inondées par la crue de mars 2001 (du 12 au 13) concernent uniquement des « *marais, près et cultures éventuelles le tout représentant 50 ha.* »

Selon le témoignage d'un riverain, la vallée a beaucoup changé depuis les travaux d'assainissement. Avant ces travaux, la plaine était marécageuse et gorgée d'eau, la végétation y était formée d'importantes roselières. La cave d'un bâtiment situé en partie basse du bourg de Perroy était

systématiquement pleine d'eau. La route qui relie au hameau de la Crotte était souvent inondée (cette route en remblai est située à une hauteur de 0.5 à 1 m au dessus du terrain naturel). Au hameau de la Crotte, l'eau venait jusqu'à une habitation.

Au niveau de « la Motte Josserand », le témoignage du propriétaire du moulin nous a apporté des éléments sur la crue de mars 2001. L'eau a atteint une hauteur d'environ 40 cm par rapport à la passerelle sur le bras de décharge du bief. Cette passerelle a été emportée par la crue mais le riverain a gardé comme repère une barre horizontale du portail qui permet d'accéder aux près par la passerelle. Sur le déversoir latéral qui alimente le bief, l'eau a atteint une hauteur d'environ 20 cm. Le bief qui amène l'eau au moulin est endigué en rive gauche par un merlon de terre correspondant à des dépôts sur berges d'anciens curages du bief. Lors de la crue de mars 2001, des surverses se sont produites sur le merlon. Le pré situé entre le bief et le Nohain a été inondé. Depuis les travaux d'assainissement de la vallée le niveau de l'eau a baissé. Le niveau 0 de l'échelle du moulin est aujourd'hui dénoyé et le déversoir latéral du bras de décharge a été abaissé. Le château de la Motte Josserand, le moulin et l'habitation du propriétaire du moulin sont situés sur une butte rocheuse qui ont protégé ces constructions des inondations, le propriétaire du moulin n'a pas connaissance d'inondation de ces bâtiments. Il signale en revanche que le château se servait de sa situation sur une butte entourée de marécages comme système défensif et que l'inondation des marécages était même provoquée.

4.6. DONZY

Un plan des rues de la commune de Donzy est donné dans l'atlas cartographique.

Un repère est connu dans la traversée de Donzy. Celui du **29 octobre 1896** qui est gravé sur la culée en rive gauche et en face amont du pont du boulevard d'Osmond, son altitude est 181,3 m NGF. Le niveau de la crue de mars 2001, bien qu'il n'ait pas été gravé, lui a été supérieur de 5 cm. Cette crue s'est déroulée du 13 au 16 mars. Le nombre de constructions touchées (habitations ou commerces) s'élève à 64 avec des hauteurs d'eau allant jusqu'à 80 cm et une moyenne de 30 à 40 cm. L'évaluation des dommages est chiffrée à 230 000 € pour les particuliers, de 1 500 à 34 000 € pour chacun des 15 commerces ou petites industries touchés et à 10 000 € pour la voirie. « *L'ordre de grandeur des dommages peut être évalué à 300 000 euros environ.* »

« *A ces deux crues on peut ajouter une crue survenue le 8 mai 1836 dont les effets sont décrits dans le livre de Monsieur Champion (La Loire page 97) : « ... Nohain ; cette rivière submergea entièrement la petite ville de Donzy » (INGEROP, 2003).*

L'usine Soyez, fabricant de pailles à boire, a été inondée par 10 à 20 cm d'eau. La maison de retraite longée par le Nohain n'a pas été inondée en mars 2001. « *Plus en aval le Nohain traverse des zones de*

jardins et il est franchi par divers ponts. Le Nohain reçoit alors un affluent important, la Talvanne. A l'entrée de l'agglomération, la zone inondable de cette rivière a été en partie remblayée pour constituer une aire de loisirs. La première rue franchissant le cours d'eau est inondables : il y a eu quelques décimètres d'eau dans le garage Citroën en 2001. » Les terrains de sport en aval de Donzy « sont inondables par des crues annuelles ou biennales ».

Une rencontre avec Monsieur le Maire de Donzy, le 01/02/05 nous a appris les éléments supplémentaires suivants :

- En plus du stade, un secteur est fréquemment touché par les débordements de la Talvanne en rive droite, au niveau des premières habitations dans l'entrée de l'agglomération. Les débordements sont ici plus fréquents que sur le stade et l'eau vient lécher les portes des maisons.
- Les crues de la Talvanne arrivent plus vite que celles du Nohain. Le pont sur la Talvanne à l'entrée de Donzy peut faire obstacle aux écoulements (embâcles, boues) mais il est entretenu.
- La salle de sport n'a pas été inondée en 2001.
- Un problème de réseau unitaire est signalé sur un petit vallon en rive gauche du Nohain, au nord-est de Donzy, qui draine « la Terre de l'Entonnoir ». Le tampon en aval est levé lors des gros orages et l'eau vient lécher les maisons. Les problèmes sont apparus suite au défrichement de la colline.
- Les vannes des moulins ne sont pas ouvertes suffisamment tôt lors des crues.
- Il y a avait auparavant un fossé (bras de décharge) entre le bief et le Nohain qui partait du coude du bief. Celui-ci a été busé. Il est probable que les travaux d'assainissement aient coupé ce bras de décharge, cela expliquerait en partie l'inondation prolongée du quartier de la rue de la Malosse.
- Au niveau de l'usine Soyex et en amont, l'eau formait une sorte de lac lors de la crue de mars 2001.

Les enquêtes menées auprès des riverains lors des vérifications de terrain ont apporté les précisions suivantes :

- le remblai de l'aire de jeu mis en place à l'amont du pont aurait aggravé les hauteurs d'eau au niveau des maisons en contre-bas de la place et les habitations de la rue de la folie en y déviant d'avantage les écoulements,

- un certain envasement de la section du pont de la place Gambetta sur la Talvanne aggraverait la formation d'embâcles ; de mémoire de riverains, les crues débordaient de façon moins conséquente à l'amont du pont,
- l'ouverture trop tardive ou non réalisée des vannes de moulins est systématiquement mis en cause,
- certains phénomènes d'inondation sont indépendants du débordement du Nohain ou de la Talvanne : dans la zone sud-est de la ville, en contre-bas de la vallée de l'Entonnoir, les maisons sont inondées par les eaux de ruissellement du vallon et certaines caves en centre-ville par remontée des eaux du sous-sol ou débordement du réseau pluvial. En mars 2001, environ une dizaine d'habitations ont été touchées par les eaux de ces façons.

Le tableau ci-dessous reprend les hauteurs d'eau relevées au niveau des habitations sinistrées en mars 2001 ; la planche « Plan de situation » en annexe permet le repérage des rues citées :

Cours d'eau	Hauteur d'eau (cm)	Lieux	Adresse
TALVANNE	70	pas de porte	rue de la Folie
	60	locaux	6, rue de la Folie
	50	locaux	4, rue de la Folie
	10	pas de porte	7, rue de la Folie
	30	points bas	16, place Gambetta
	20	points bas	20, place Gambetta
	10	pas de porte	22, place Gambetta
	30	points bas	18, place Gambetta
	50	locaux	6, faubourg de Bouhy
	30	locaux	8, faubourg de Bouhy
	20	pas de porte	9, faubourg de Bouhy
	30	jardin points bas	9, bvd d'Osmond
	20	points bas	11, bvd d'Osmond

Cours d'eau	Hauteur d'eau (cm)	Lieux	Adresse
NOHAIN	20	points bas	3, faubourg de Larrey
	80	jardin	23, faubourg de Larrey
	40	locaux	28, rue de Larrey
	4	point haut	Place de Larrey
	15	jardin	5, rue de Villacot
	15	jardin	45, avenue du Général Leclerc
	0.1	jardin - point haut	48, avenue du Général Leclerc
	60	pas de porte	7, impasse de la Malosse
	20	pas de porte	2, rue de la Malosse
	50	pas de porte	10, rue du pont de Notre-Dame
	20	pas de porte	25, rue du Pont de Notre-Dame
	30	pas de porte	17, rue du Pont de Notre-Dame
	10	jardin	rue André Audinet
	30	pas de porte	17, rue du Pont de Notre-Dame
RUISSELLEMENT - infiltration	30	pas de porte	Le commandeur
	10	cave	10, rue de l'Etape
	10	cave	5, Grande Rue
	20	jardin	3, rue des Remparts
	25	jardin	10, rue de la Chaumette

Hauteurs d'eau relevées en mars 2001 par les riverains sinistrés

La secrétaire de mairie nous a également signalé lors d'un entretien téléphonique un débordement du Nohain en **Février 1966** dans la traversée de Donzy.

Nos reconnaissances de terrain nous ont permis de trouver une inscription à la peinture sur un lavoir en aval de St-Martin-du-Pré portant la mention « 6/5/73 ». Cette inscription douteuse pourrait laisser penser à un repère de crue bien qu'aucun moyen ne permette de le confirmer ; il pourrait aussi bien s'agir d'un acte de vandalisme ou autre. La consultation de l'enregistrement de la banque hydro pour l'année 1973 à la station de Villiers-sur-Nohain exclut toute possibilité de crue en mai 1973. En revanche, l'année 73 pourrait correspondre à une autre inscription « année 1873 » dont l'origine est également douteuse (voir paragraphe sur St-Père ci-après) trouvée à Villemoisson sur la commune de

St-Père sur un affluent du Nohain. L'inscription du lavoir est située à 1.97 m de hauteur par rapport au dallage du lavoir et à environ 1.5 m de hauteur par rapport au niveau de la route.

La visite de « la Forge du Bailly » avec le récent propriétaire nous a permis d'apprendre que les bâtiments sont construits sur un remblai de mâchefer produit par les forges et que pour cette raison les bâtiments ne sont pas inondés. Lors de la crue de mars 2001, le bief d'amenée à la forge a connu un déversement en rive gauche en amont des bâtiments. Un petit pont sur un des bras du cours d'eau était également en charge.

4.7. SUILLY-LA-TOUR

La crue de mars 2001 s'est déroulée du 13 au 20 mars.

Deux secteurs ont été le lieu d'inondations spécifiques lors de la crue de 2001 : le hameau de Champcelée et le Château des Granges.

Ce dernier « a fait l'objet de deux inondations en 2001. Ces inondations ont créé des dommages au château en général et en particulier à une chapelle classée, récemment restaurée. Cette chapelle est particulièrement menacée par les inondations car le niveau du sol y est inférieur de plusieurs dizaines de centimètres à celui du château. Bien que situé en zone inondable, l'analyse du site du château montre que des facteurs sont susceptibles d'aggraver le niveau des crues. Il apparaît que le bief d'amenée des eaux vers le château a ses berges surélevées par rapport au niveau moyen de la vallée. Plus en amont, le bief a ses berges quasiment au même niveau que le fond de vallée. En conséquence, lors des crues, les débordements en amont et en rive droite de la vallée sont « canalisés » vers le château. Ces débordements emplissent les douves puis atteignent le château et le cernent. Le retour de cet écoulement de rive droite, alimenté peut-être partiellement également par le bief, est perturbé par divers obstacles : berges surélevées du bief, chemin aval rehaussé par divers goudronnages, vannages sur le bief, pont sous le chemin aval, ... ».

Au niveau du hameau de Champcelée, quatre maisons ont été inondées en mars 2001 sous quelques dizaines de centimètres d'eau (INGEROP, 2003).

Le hameau aurait également été touché en **1999**.

Les inondations de mars 2001 ont touché en tout 7 habitations sur la commune de Suilly-la-Tour (dont le Château des Granges). D'après le résultat du questionnaire, les hauteurs d'eau dans les maisons étaient de l'ordre de 10 à 30 cm. Les débordements à Presle auraient été de l'ordre de 10 à 20 cm.

Une riveraine rencontrée à Champcelée a été inondée ; l'eau est arrivée à 23 cm de hauteur dans son garage. D'après son témoignage, les inondations se sont multipliées ces dernières années. Le défaut d'entretien des rivières, la modification de l'ouvrage de franchissement du petit cours d'eau qui passe près du hameau qui était constitué d'un pont tablier et qui a été remplacé par des buses ovoïdes, ainsi que le comblement de martelières de décharges sur le cours du Nohain endigué jusqu'au moulin du château de Vergers sont mis en cause par les riverains dans la recrudescence des inondations.

4.8. SAINT-MARTIN-SUR-NOHAIN ET SAINT-QUENTIN-SUR-NOHAIN

L'étude réalisée par INGEROP en 2003 démontre que les inondations concernent sur la commune de Saint-Martin-sur-Nohain :

- *La RD 163 à « Villardeau où l'orage du 10/07/1989 a recouvert cette voie sous 10 cm d'eau. »*
- Une ou deux maisons à Villiers.
- Une maison au lieu-dit « le Marais ».

Et sur la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain, « *le moulin de Saint-Quentin, aujourd'hui inhabité et 2 maisons à la Pêcherie. »*

« D'une manière générale les problèmes posés par le Nohain sur ces communes se limitent aux problèmes d'entretien généraux et à ceux liés à la manœuvre des ouvrages de moulins plus ou moins abandonnés : moulin de Moques dont la manœuvre des ouvrages est assurée par la commune en l'absence du propriétaire, moulin de Paillot encore occupé par l'ancien meunier, moulin de la Rousse dont les vannages sont démantelés. Ces trois moulins sont situés sur la commune de Saint-Martin-sur-Nohain. Sur la commune de Saint-Quentin-sur-Nohain le seul moulin est celui de Saint-Quentin, inhabité. »

Au pont de la RD 153, au droit du hameau de Villiers, existe une station hydrométrique. Les hauteurs d'eau enregistrées par cette station sont disponibles sur la période qui s'étend de 1971 à aujourd'hui. Un chapitre ci-après traite de l'analyse statistique des hautes eaux enregistrées à cette station.

4.9. SAINT-PERE

La commune de Saint-Père est concernée par le risque inondation dû aux débordements du Nohain et du Ruisseau de Villemoison, ainsi que de petits affluents de rive droite.

Trente cinq constructions dont trente habitations ont été inondées en Mars 2001 avec des hauteurs d'eau allant jusqu'à 50 cm. La crue a duré du 13 au 15 mars.

Les zones habitées concernées par les inondations sont situées :

- En rive droite du Nohain en aval de l'autoroute A77 et « concernant une dizaine de constructions ».
- En rive droite en amont de l'autoroute A77, où 8 constructions seraient concernées par les inondations du Nohain. En ce lieu, un petit affluent de 3,5 km² de bassin versant soumet le quartier du Pommerat à « *la menace d'un débordement de même nature que celui survenu en mars 2001* » (INGEROP, 2003).
- En amont de la confluence du Ruisseau de Villemoison avec le Nohain et en amont de la RD 33, la route située en rive gauche du ruisseau est inondable.
- Le château du bourg de Saint-Père « *où des dommages ont été enregistrés, notamment la perte de la chaudière* ».
- Au hameau de Villemoison, « *l'inondation touche deux à trois maisons situées en rive droite du ruisseau. Les hauteurs d'eau sont modestes. Le pont sur le ruisseau est assez petit mais la roue est de toutes façons inondable. Cependant il existe en aval du pont un ancien ouvrage qui constitue un blocage à l'écoulement.* »
- Au débouché d'un thalweg sur la RD 33 en aval de Moulin l'Evêque, dont le bassin versant est d'environ 2,8 km², « *les débordements qui se produisent sur la route aboutissent au point bas situé au droit d'une fontaine, plus en aval. L'absence d'ouvrage de traversée favorise l'inondation des 3 ou 4 maisons situées dans cette cuvette.* » Des protections ont été « *érigées par les riverains pour tenter de se protéger de l'inondation.* » Celles-ci sont de type batardeaux au niveau des entrées.
- Au lieu-dit Moulin l'Evêque, « *cinq ou six maisons, dont le moulin, sont inondables en cet endroit. Les hauteurs d'eau sont modestes.* »

Les reconnaissances de terrain nous ont permis d'observer une marque d'origine douteuse sur le montant de porte d'une habitation située à proximité du ruisseau à Villemoison. Cette marque est constituée d'un trait horizontal et de la mention « année 1873 » gravée dans la pierre. D'après les nouveaux propriétaires, il s'agirait de la date de construction du bâtiment. L'avis de la mairie a été demandé sur ce sujet. Selon la mairie, le cadastre ancien de St-Père daterait de 1790. Une construction existerait déjà à cette époque sans que l'on puisse affirmer qu'elle corresponde à la partie du bâtiment concernée par la marque. D'autre part, le ruisseau ne passait apparemment pas près de la route à cette époque.

4.10. COSNE-COURS-SUR-LOIRE

« Cosne, d'origine très ancienne, fut habitée dès la préhistoire par les hommes du Paléolithique. En témoignent les objets en silex, en corne de cerf ou de renne rencontrés dans les fouilles. **Les envahisseurs celtes s'établirent sur la rive droite de la Loire, dans un coude du NOHAIN. Ce site reconnu favorable fut dénommé CONDATE, qui signifie « angle » ou « coin ».** Puis les Gaulois occupent le pays et les Romains s'y installent. »

L'urbanisation de la ville a connu plusieurs phases : « Une phase de repli, durant la période médiévale, derrière une première enceinte, du 9^e et 10^e siècle, qui protège la ville contre les intrusions des Normands ; derrière une seconde enceinte, du 12^e siècle, plus réduite que la précédente, et qui donne naissance à un réseau urbain très dense autour du château. Une phase de déploiement en étoile, le long des principales voies d'accès, de la fin du XVII^e siècle jusqu'au milieu du XIX^e, lorsque la ville devient centre administratif, commercial et industriel. Une phase de prolifération dite « amibienne » dans la 2^e moitié du XX^e siècle, c'est la période du "pavillon-gazon" aujourd'hui calmée au profit d'une reconquête du centre ville. » (source : www.ot-cosnesurloire.fr)

Ces informations laissent à penser que le lit du Nohain a connu des modifications de tracé importantes depuis les installations celtiques puisque l'on ne retrouve plus aujourd'hui le coude (= méandre) du Nohain qui aurait donné son nom à la ville. D'après A. FAIVRE, le Nohain a contourné la ville jusqu'à la Tour Fraicte (cf. plan de Cosne avant la révolution dans l'atlas cartographique), ancienne fortification détruite lors de la construction des quais, et se jetait dans la Loire à cet endroit.

A. FAIVRE relate aussi le fait que : « Le Nohain alimentait autrefois les fossés de la ville avec lesquels il communiquait par le pont de la Guinguette, situé au bas de la place des Fossés (place d'Armes). L'eau retournait ensuite au Nohain par un aqueduc placé à côté de la porte Saint-Agnan.

Vers cet endroit, le Nohain est divisé en deux bras. La ville communiquait avec le faubourg par deux ponts construits sur ces bras et sur lesquels passait la grande route de Paris à Lyon. Mais ces ponts étaient toujours en mauvais état. Pendant le dur hiver de 1708, ils furent endommagés par le débordement du Nohain et la débâcle des glaces. » Encore : « Le ruisseau Saint-Laurent, comme le Nohain, alimentait les fossés de la ville. Il se jette dans la Loire sur les sables et dans le Nohain par deux autres bras, l'un près du pont Saint-Agnan, l'autre dans les Tanneries. Ce dernier bras fut couvert d'une voûte en 1874, tout le long de la rue Doridaine qui passe au-dessus. D'ailleurs, le ruisseau Saint-Laurent est couvert ainsi dans toute la traversée de la ville.

Au bout de la ville, la route de Paris passe sur le troisième bras du ruisseau. Il existait autrefois en cet endroit un pont appelé le Pont à la Chatte ou à la Chapte. »

Le centre historique est installé sur une petite butte dont on peut se poser la question de l'origine naturelle ou historique étant donnée la longue histoire de Cosne. En effet, il pourrait tout aussi bien s'agir d'une butte naturelle comme de terrains remblayés.

La largeur de la plaine théoriquement inondable au Sud de cette butte par le Nohain d'après les diverses études existant en ce secteur au niveau de la confluence est anormalement étroite par rapport à ce qu'elle est en amont.

La cartographie du PPRI Val de Léré-Bannay – La Celle-sur-Loire montre deux excroissances dans la zone inondable qui semblent se rejoindre à l'Est de la butte. Ce qui pourrait laisser penser qu'un ancien cours du Nohain a pu exister dans ce secteur.

Une partie de cette zone a été inondée le 13 mars 2001 par le ruisseau de la Fontaine Saint-Laurent. Les hauteurs d'eau retranscrites dans l'étude INGEROP laissent présager d'un point bas constituant un ancien axe d'écoulement.

Les repères de crue sur la Loire à Cosne sont plus nombreux et sont à prendre en compte car ils peuvent affecter la partie aval de la vallée du Nohain par remontée et en cas de concomitance des crues du Nohain et de la Loire, ralentir les écoulements du Nohain donc aggraver l'inondation.

Cent mètres en amont de la confluence avec le Nohain, deux traits de crue sont marqués sur une usine :

- Le trait de la crue du 28 octobre 1872 à la cote 144,78 m NGF
- Le trait de la crue du 20 octobre 1907 à la cote 144,99 m NGF

Deux cent vingt cinq mètres en aval de la confluence, quatre traits de crue sont également marqués :

- Un trait de crue non identifiée à 144,371 m NGF
- Le trait de la crue du **27 septembre 1866 à 145,831 m NGF**
- Le trait de la crue du 28 octobre 1872 à la cote 144,166 m NGF
- Le trait de la crue du 20 octobre 1907 à la cote 144,594 m NGF

Plus en aval, à environ deux kilomètres de la confluence du Nohain avec la Loire, deux traits de crue existent sur le pont de la D955A sur un ruisseau, sur le parapet aval face à la route, au niveau du lieu-dit « le Pont Midou » :

- Un trait de 1856 à 145,211m NGF

- Un trait de 1866 à 145,321 m NGF

Enfin la station hydrométrique de Cosne-sur-Loire, en service depuis 1993 a enregistré une crue à la cote 4,57 m sur l'échelle de crue le 7 décembre 2003.

D'autres inondations catastrophiques sont citées dans le PPRI Val de Léré-Bannay – La Celle-sur-Loire : 1707, 1711, 1733, 1790, 1846.

Une crue comme celle du 27 septembre 1866 a dû remonter relativement loin dans la vallée du Nohain. Dans la rue Waldeck Rousseau au niveau du bâtiment des services techniques, un repère de nivellement est situé à 0,52 m au-dessus du trottoir dont la cote du sol doit être de 145,132 m NGF et au niveau du passage inférieur sous la voie ferrée « Moret-Les-Sablons – Lyon », un autre repère est situé à 0,62 m NGF au-dessus du trottoir dont la cote du sol doit être de 145,281 m NGF.

En chacun de ces points si l'on applique la cote atteinte par la crue de la Loire du 27 septembre 1866, on a une hauteur d'eau inondant respectivement **d'au moins 69,9 cm** et d'au moins 55 cm, sachant que ce dernier repère est distant de plus de 700 m de la confluence avec la Loire. A. FAIVRE relate que : « A Cosne, les quartiers du Sanitas et des Tanneries eurent surtout à souffrir de la crue du 26 septembre 1866. »

En ce qui concerne le Nohain, lors de l'événement de mars 2001, une centaine d'habitations ont été affectées par les inondations. Cependant, la majorité ont été inondées par le ruisseau de la Fontaine Saint-Laurent. D'après l'étude réalisée par INGEROP en 2003, « à l'amont de la commune, en rive droite, la rue longeant la vallée du Nohain est inondable. Le risque inondation concerne approximativement une quinzaine d'habitations (voir dans le lavoir la marque laissée par la crue de mars 2001). En rive gauche, des entrepôts et une usine sont les seules constructions concernées par les inondations à proximité de l'agglomération. Plus en amont, au droit du lieu-dit Moulin l'Evêque sur la commune de Saint-Père, quatre ou cinq maisons sont situées en zone inondable. »

Lors de cet événement, la Loire a atteint un niveau maximum de 274 cm à l'échelle de Cosne, le 16/03/2001 à 05 h 08, soit une cote atteinte de 142,74 m NGF. Il n'y a donc pas eu d'influence notable de la Loire sur les niveaux d'eau du Nohain.

Le nombre d'habitations touchées par la crue du Nohain en mars 2001 est relativement faible comparé aux nombreuses d'habitations incluses dans la zone inondable de la carte d'aléa du PPRI Val de Léré-Bannay-La Celle-sur-Loire qui concerne les remontées de la crue de référence de la Loire dans la vallée du Nohain. La crue du Nohain a duré du 13 au 16 mars.

4.11. ANALYSE STATISTIQUE DES HAUTEURS ENREGISTREES A LA STATION HYDROMETRIQUE

La méthodologie d'analyse statistique des hauteurs d'eau pour les stations hydrométriques est définie de manière précise en annexe C du cahier des charges de l'étude. Le but de cette analyse est de mettre en relation les données stationnelles, ponctuelles dans le temps et appréciables par tout citoyen (hauteur atteinte), avec les données de la cartographie hydrogéomorphologique. Cette double démarche doit permettre une appréciation de la dynamique des crues inondantes en terme d'extension – fréquence au sein de la plaine alluviale fonctionnelle.

Cette méthode, utilisée par la DIREN Midi-Pyrénées, est parfois nommée « méthode de renouvellement » et consiste à recenser les valeurs au-dessus d'un certain seuil déterminé (généralement une côte de vigilance, de pré-alerte ou d'alerte ou une côte proche du plein – bord du lit mineur mais toujours inférieure). La corrélation de la hauteur et de la fréquence apparente permet d'attribuer une période de retour à une hauteur d'eau.



Sur le Nohain, il existe une station hydrométrique qui est située à Villiers sur la commune de Saint-Martin-sur-Nohain. Cette station est exploitée par la DIREN Bourgogne depuis 1969. Cependant les hauteurs complètes ne sont disponibles qu'à partir de 1971. Le zéro de l'échelle est à une cote approximative de 154 m (zéro non nivelé). La superficie de bassin versant drainé est de 461 km² (planimétrie effectuée dans le cadre de la présente étude). La série de hauteurs enregistrées depuis 1971 montre l'existence de deux périodes : une période entre 1971 et 1977 où les hauteurs sont plus importantes à débit égal que la période actuelle depuis 1978. Il est probable que cette situation soit due à des travaux sur la rivière (recalibrage). Nous avons donc traité les deux périodes séparément. La valeur seuil choisie dans le cas présent est de 1 m pour la période 1971- 1977 et de 1,5 m pour la période 1978 – 2004.

Date	Hauteur	Débit
18/01/1978	151	18.8
21/02/1978	164	22.2
01/04/1978	180	22.1
11/02/1979	129	14.6
29/03/1979	144	16.9
06/04/1979	140	16.3
25/01/1980	106	11.2
06/02/1980	134	15.4
22/01/1981	138	16.4
13/05/1981	109	11.2
11/06/1981	159	18.6
18/12/1981	145	17.1
11/01/1982	146	17.5
21/12/1982	119	17.1
11/04/1983	137	19.5
22/05/1983	103	14.1
12/02/1988	121	17.2
08/01/1994	141	13.6
06/02/1994	141	13.7
03/03/1994	103	7.71
12/04/1994	112	8.88
06/11/1994	110	8.65
28/01/1995	152	16.3
21/03/1995	144	14.5
27/04/1995	110	8.66
17/05/1995	104	7.93
07/01/1996	102	7.62
01/12/1996	126	10.5
20/01/1998	113	10.1
28/04/1998	128	12.2
22/02/1999	129	12.3
11/03/1999	165	18.6
20/02/2000	113	10.1
02/03/2000	109	9.68
27/11/2000	112	10
15/03/2001	186	23.4
07/05/2001	151	16.2
31/12/2001	109	9.66
06/01/2003	133	13.1
05/02/2003	131	12.8
18/01/2004	163	18.3

Date	Hauteur	Débit
31/01/1971	151	6.93
01/02/1971	151	6.93
16/06/1971	157	7.85
14/02/1972	150	4.74
23/11/1972	167	7.26
28/01/1973	155	5.52
14/02/1973	157	5.77
29/05/1973	152	5.15
03/06/1973	187	9.42
24/12/1973	161	6.26
07/02/1974	182	8.82
21/03/1974	182	8.82
21/10/1974	180	5.65
28/11/1974	167	4.75
31/12/1974	172	6.86
30/01/1975	175	7.98
02/02/1975	166	6.89
29/03/1975	175	7.98
04/04/1975	183	8.95
08/05/1975	150	4.96
03/12/1975	172	7.62
14/02/1976	182	8.98
30/01/1977	155	4.7
22/02/1977	243	19.8
04/04/1977	154	4.58
05/05/1977	166	6.22
11/06/1977	169	6.66
09/07/1977	155	4.7
22/08/1977	174	7.47
13/12/1977	155	4.7

Relevés chronologiques des crues.

Rang	Date	Hauteur	Débit	Fréquence	Période de retour
1	22/02/1977	243	19.8	0.14	10
2	03/06/1973	187	9.42	0.29	5*
3	04/04/1975	183	8.95	0.43	
4	07/02/1974	182	8.82	0.57	2*
5	21/03/1974	182	8.82	0.71	
6	14/02/1976	182	8.98	0.86	
7	21/10/1974	180	5.65	1.00	1*
8	30/01/1975	175	7.98	1.14	
9	29/03/1975	175	7.98	1.29	
10	22/08/1977	174	7.47	1.43	
11	31/12/1974	172	6.86	1.57	
12	03/12/1975	172	7.62	1.71	
13	11/06/1977	169	6.66	1.86	
14	23/11/1972	167	7.26	2.00	
15	28/11/1974	167	4.75	2.14	
16	02/02/1975	166	6.89	2.29	
17	05/05/1977	166	6.22	2.43	
18	24/12/1973	161	6.26	2.57	
19	16/06/1971	157	7.85	2.71	
20	14/02/1973	157	5.77	2.86	
21	28/01/1973	155	5.52	3.00	
22	30/01/1977	155	4.7	3.14	
23	09/07/1977	155	4.7	3.29	
24	13/12/1977	155	4.7	3.43	
25	04/04/1977	154	4.58	3.57	
26	29/05/1973	152	5.15	3.71	
27	31/01/1971	151	6.93	3.86	
28	01/02/1971	151	6.93	4.00	
29	14/02/1972	150	4.74	4.14	
30	08/05/1975	150	4.96	4.29	

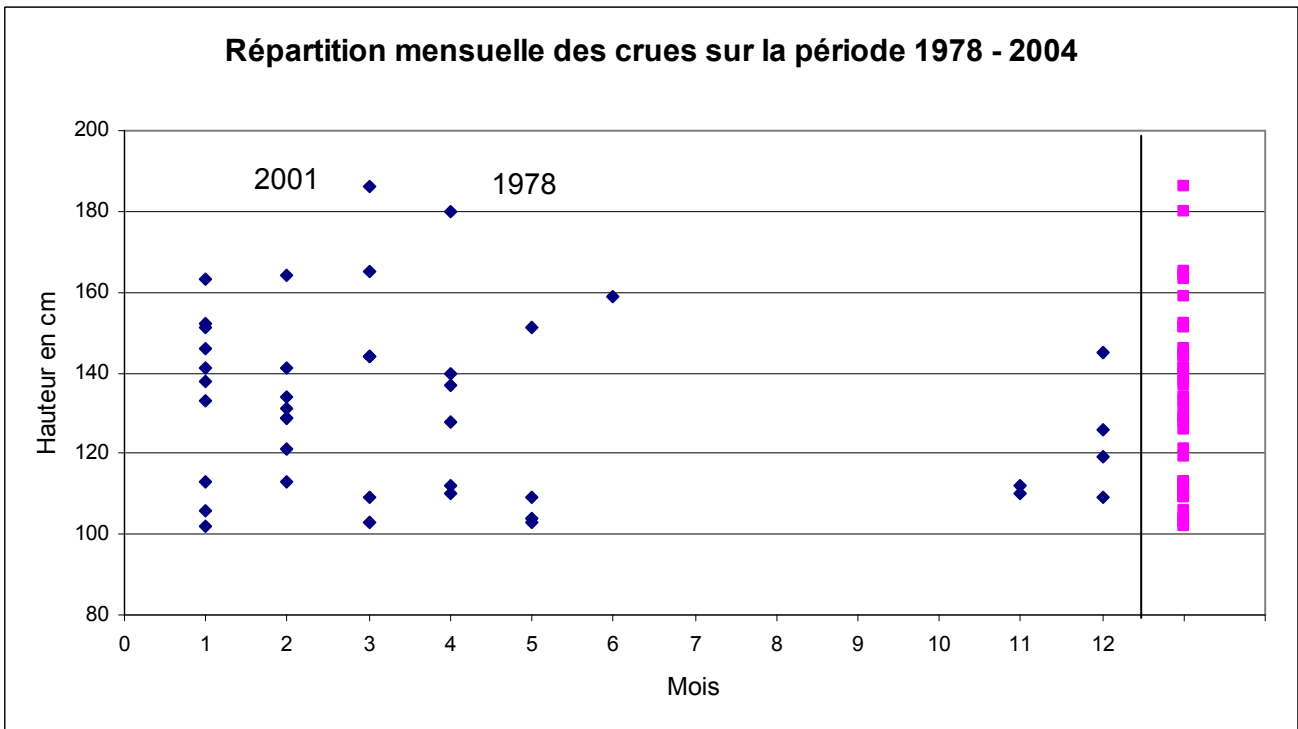
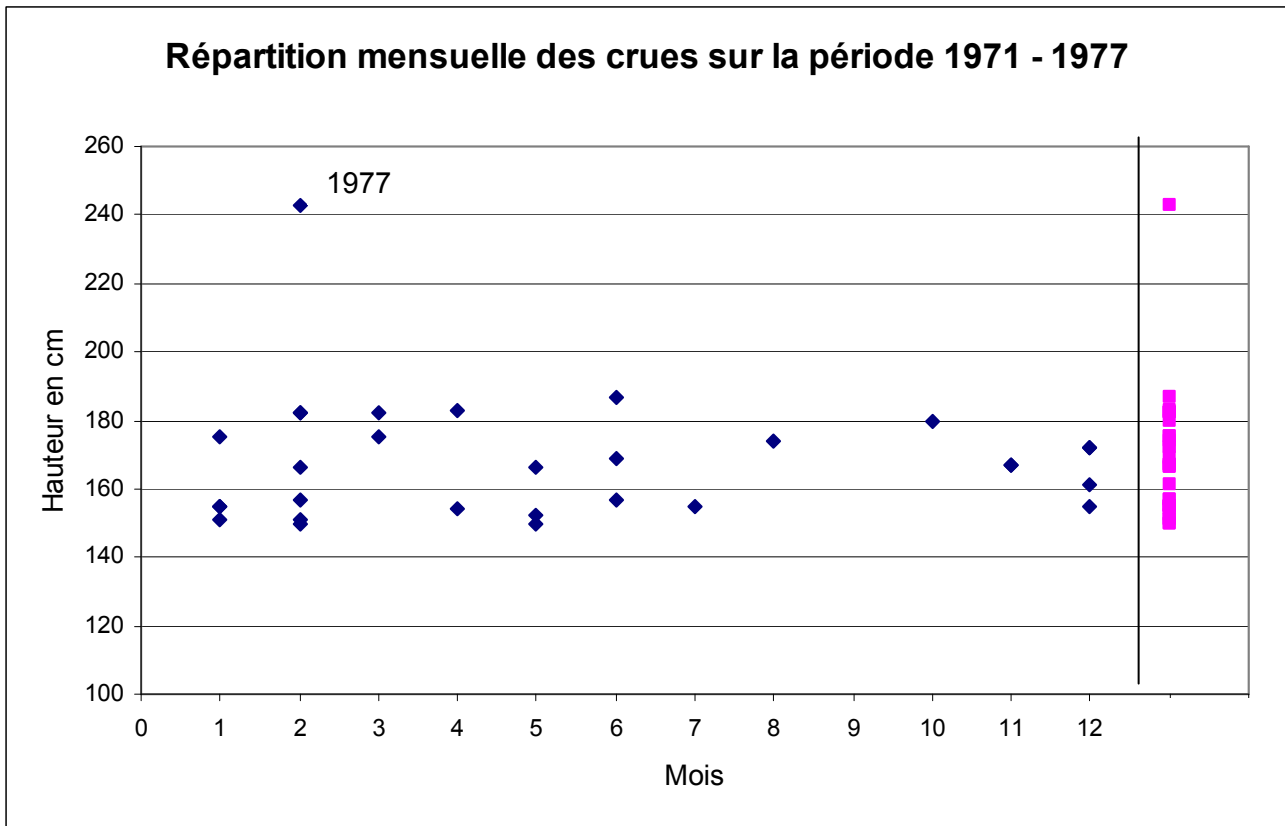
Relevé des crues classées pour la période 1971 – 1977

*La comparaison des débits correspondants aux périodes de retour 5 ans, 2 ans et 1 an sur les périodes 1971 - 1977 et 1978 – 2004 montre une faiblesse des débits de la première période qui est trop courte (7 ans). Les périodes de retour apparentes inférieures à la décennale sur cette série sont fausses.

Rang	Date	Hauteur	Débit	Fréquence	Période de retour
1	15/03/2001	186	23.4	0.04	25 - 30
2	01/04/1978	180	22.1	0.07	
3	11/03/1999	165	18.6	0.11	10
4	21/02/1978	164	22.2	0.15	
5	18/01/2004	163	18.3	0.19	5
6	11/06/1981	159	18.6	0.22	
7	28/01/1995	152	16.3	0.26	
8	18/01/1978	151	18.8	0.30	
9	07/05/2001	151	16.2	0.33	
10	11/01/1982	146	17.5	0.37	
11	18/12/1981	145	17.1	0.41	
12	29/03/1979	144	16.9	0.44	
13	21/03/1995	144	14.5	0.48	
14	08/01/1994	141	13.6	0.52	2
15	06/02/1994	141	13.7	0.56	
16	06/04/1979	140	16.3	0.59	
17	22/01/1981	138	16.4	0.63	
18	11/04/1983	137	19.5	0.67	
19	06/02/1980	134	15.4	0.70	
20	06/01/2003	133	13.1	0.74	
21	05/02/2003	131	12.8	0.78	
22	11/02/1979	129	14.6	0.81	
23	22/02/1999	129	12.3	0.85	
24	28/04/1998	128	12.2	0.89	
25	01/12/1996	126	10.5	0.93	
26	12/02/1988	121	17.2	0.96	
27	21/12/1982	119	17.1	1.00	1*
28	20/01/1998	113	10.1	1.04	
29	20/02/2000	113	10.1	1.07	
30	12/04/1994	112	8.88	1.11	
31	27/11/2000	112	10	1.15	
32	06/11/1994	110	8.65	1.19	
33	27/04/1995	110	8.66	1.22	
34	13/05/1981	109	11.2	1.26	
35	02/03/2000	109	9.68	1.30	
36	31/12/2001	109	9.66	1.33	
37	25/01/1980	106	11.2	1.37	
38	17/05/1995	104	7.93	1.41	
39	22/05/1983	103	14.1	1.44	
40	03/03/1994	103	7.71	1.48	
41	07/01/1996	102	7.62	1.52	

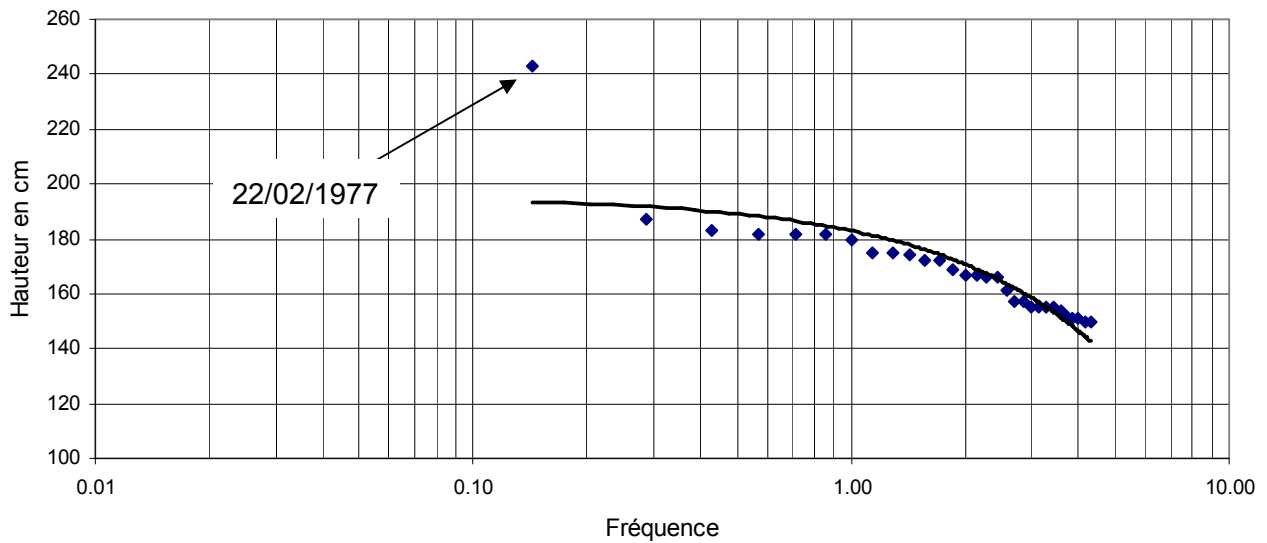
Relevé des crues classées pour la période 1978 – 2004

*La période de retour s'entend ici sur la hauteur d'eau et non sur le débit qui relève d'une variation temporaire des conditions d'écoulement.

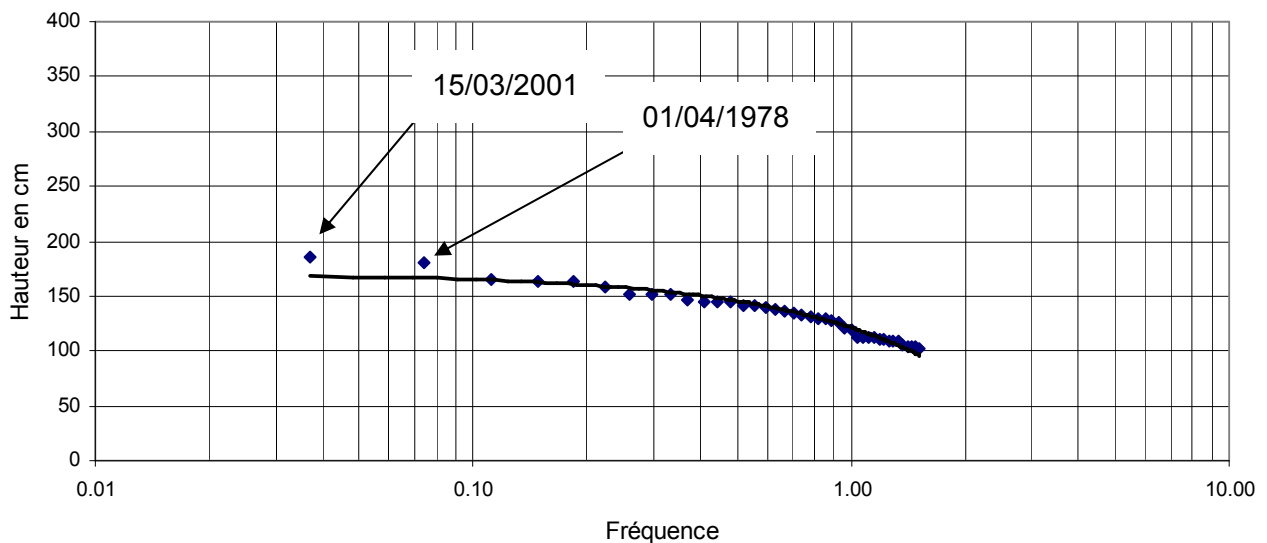


Graphes du régime des crues

Le Nohain à Saint-Martin-sur-Nohain sur la période 1971 - 1977



Le Nohain à Saint-Martin-sur-Nohain sur la période 1978 - 2004



Graphes de corrélation hauteur / fréquence

N.B. : Le mauvais ajustement de la droite de régression sur la période 1971 – 1977 est dû à la courte période d'enregistrement dans les conditions d'écoulement d'alors (seulement 7 ans) et à la surreprésentation numérique des petites crues par rapport à la crue du 22/02/1977 dont le débit est celui d'une crue décennale.

Période de retour	Fréquence	Hauteur en m
25	0.04	1,85
10	0.1	1,65 (ou 2,4 dans les conditions de 1977)
5	0.2	1,6
2	0.5	1,4
1	1	1,2

Tableau de synthèse

Le Nohain à Saint-Martin-sur-Nohain		
Rapport de synthèse		
Station : Villiers	1971 – 1978 – 2004	zéro : 154 m (non nivelé)
DIREN	Hix > 1 m	A : 461 km²
Code hydro : K4094010		
<p>La série est assez courte puisque de 34 années. Sur ces 34 années, seules les 27 dernières années offrent des conditions d'écoulement similaires et une série suffisamment « longue » pour réaliser une analyse statistique. En effet, la période 1971 -1977 correspond à des conditions d'écoulement totalement différentes des conditions actuelles et doivent donc être traitées à part. Pour la deuxième période, nous avons pu recenser 41 crues de hauteur supérieure à 1 m. Cette station ne donne donc une bonne image que des crues fréquentes à moins fréquentes mais en aucun cas des crues rares et exceptionnelles. Les débordements du lit mineur doivent se produire autour de la cote 1,5 m à l'échelle de crue.</p>		
<p>La crue du 15/03/2001 est la plus forte enregistrée par la station avec une hauteur atteinte de 1,86 m (la crue du 22/02/1977 aurait cependant été plus haute avec 2,43 m malgré le fait que cette crue était moins importante, cette différence serait donc due aux modifications des conditions d'écoulement dans le lit mineur).</p> <p>Le graphe du régime des crues pour la période 1978-2004 montre une distribution des crues de la fin de l'automne à la fin du printemps. Les plus fortes crues sont concentrées sur l'hiver voire le début du printemps.</p>		

5. ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

5.1. RESUME DE LA METHODE DE CARTOGRAPHIE PAR APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

L'approche hydrogéomorphologique est basée sur l'observation précise des champs d'inondation résultant du fonctionnement du cours d'eau. Après avoir replacé le tronçon de vallée étudié dans le contexte de son bassin versant, afin de bien comprendre les facteurs déterminants de son fonctionnement (climat, lithologie, ...), il s'agit d'établir la délimitation précise des unités géomorphologiques significatives du fonctionnement hydrologique du système alluvial, soit :

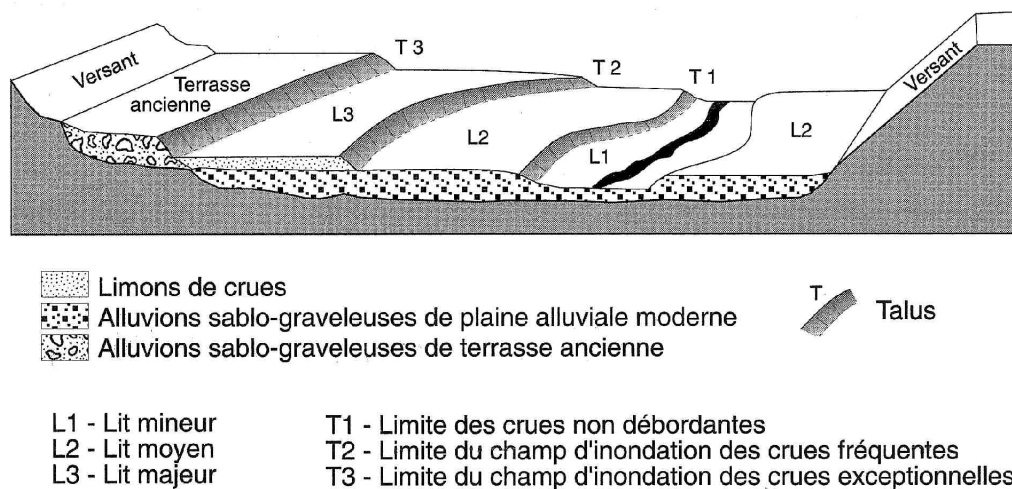
- le lit mineur, localisé entre les berges, comprenant le lit d'étiage et correspondant à l'écoulement des eaux hors crue,
- le lit moyen résultant du débordement des crues relativement fréquentes, schématiquement annuelles à décennales en principe (mais pouvant être portées en réalité, pour l'état actuel, à vingtennales, trentennales..., voire moins fréquentes encore lorsque des aménagements hydrauliques conséquents, tels que des recalibrages, ont modifié les écoulements naturels). En termes hydrodynamique, cet espace correspond généralement à la zone de mobilité historique du cours d'eau ; c'est-à-dire à l'espace de divagation du lit mineur. Le risque érosif dû aux écoulements en crue y est élevé.
- le lit majeur submersible par des crues rares à exceptionnelles (décennale à centennale et au-delà), mais qui peut aussi faire l'objet de débordements fréquents si un lit moyen n'a pu être distingué.

L'ensemble de ces lits se sont formés, du fait de la mobilité des cours d'eau, dans un passé géologique récent qui correspond à la période holocène (soit depuis 10 000 ans). Du fait que les cours d'eau n'ont pas connu de réincision suffisante depuis ; ces niveaux sont restés inondables. Cette période qui peut paraître assez longue permet d'appréhender le phénomène d'inondation jusque dans son caractère exceptionnel, contrairement à l'hydrologie et dans une moindre mesure à l'histoire quand les données historiques sont suffisamment précises et anciennes.

Des axes secondaires d'écoulement en crue dans les plaines alluviales sont également distingués. Ces informations apportent une dimension hydrodynamique importante à une bonne appréciation du

risque inondation car à proximité de ces axes, les vitesses sont généralement plus rapides et les hauteurs d'eau plus importantes que dans le reste de la plaine alluviale.

Les unités physiques du cours d'eau définies ci-dessus (ou unités hydrogéomorphologiques) sont généralement séparées par des talus qui délimitent naturellement au sein de la plaine alluviale moderne, l'enveloppe des champs d'inondation.

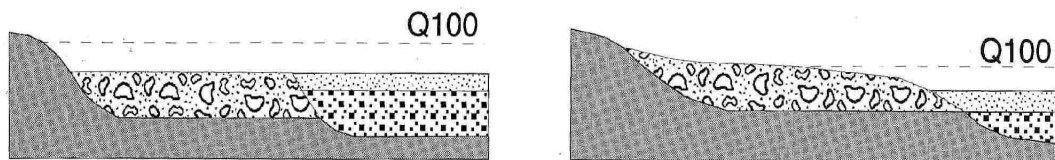


Relations topographiques entre les différents lits
 (in MASSON, GARRY et BALLAIS, 1996, Cartographie des zones inondables
 - Approche hydrogéomorphologique, éd. Villes et Territoires)

On distingue également d'autres unités qui ne sont pas inondables par débordement du cours d'eau : les terrasses alluviales (qui correspondent à d'anciens niveaux alluviaux qui ne sont plus fonctionnels donc plus inondables par le cours d'eau), les versants et les colluvions. L'ensemble de ces terrains forment l'encaissant de la plaine alluviale fonctionnelle ou plaine d'inondation. Afin de ne pas perturber la lecture des cartes et d'éviter les confusions, il a été décidé en comité de pilotage de ne garder la représentation des terrains encaissants que dans la version SIG de l'atlas. La version papier ne conserve donc que les éléments de représentation de la topographie et les unités inondables.

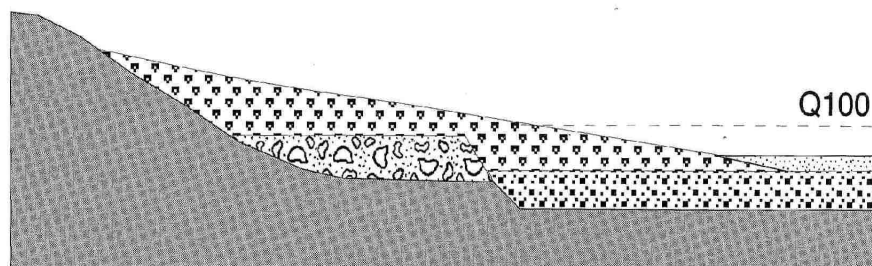
Ce travail d'observation relativement long et difficile sur le terrain est nettement facilité par le recours à la photo-interprétation stéréoscopique.


Une certaine imprécision peut apparaître lorsque la plaine alluviale présente un relief très doux ce qui rend plus difficile la délimitation du lit majeur au contact des reliefs encaissants, ou la délimitation entre les différents lits (figure suivante).



a - Comblement total de la gouttière d'érosion par les alluvions

b - Biseautage du talus par érosion de versant



c - Recouvrement du talus par des colluvions de versant 

Cas d'effacement de la limite extrême de la plaine alluviale moderne

(in MASSON, GARRY et BALLAIS, 1996)

Dans ce cas, l'identification des unités hydrogéomorphologiques peut s'appuyer sur des critères autres que la topographie telles que l'occupation du sol, l'organisation du parcellaire ou la disposition des réseaux de drainage.

L'écoulement naturel des crues peut être fortement perturbé par les aménagements anthropiques tels que les remblais d'infrastructure routière, les terrassements liés à l'urbanisation, etc... C'est pourquoi la cartographie s'attache à répertorier les aménagements.

Les remblais d'infrastructures routières constituent des obstacles à l'écoulement des crues et sont susceptibles d'aggraver les inondations en amont.

La cartographie a dans l'ensemble été effectuée par photo-interprétation de photographies aériennes mises à disposition par la DDAF de la Nièvre (missions IGN de 1993 - échelle 1/30 000 et IFN de 1982 – échelle 1/17 000) puis vérifiée sur le terrain.

Avertissement : Les amorces de zones inondables des cours d'eau ou vallons affluents ont été cartographiées, pour autant cela ne signifie pas que le débordement du cours d'eau principal puisse remonter dans la zone cartographiée sur l'affluent.

5.2. RESULTATS DE L'ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

Comme nous l'avons vu précédemment, la vallée du Nohain était avant les travaux d'assainissement une plaine marécageuse. Dans ce contexte hydrogéomorphologique particulier, le lit moyen est particulièrement développé puisque l'espace correspondant aux marécages était inondé une grande partie de l'année. Cet espace était donc particulièrement fonctionnel pour les crues fréquentes du Nohain. Les travaux d'assainissement et le recalibrage du cours d'eau ont considérablement changé l'inondabilité de la plaine qui si elle reste dans l'ensemble fonctionnelle pour des crues fréquentes est tout de même moins souvent inondée qu'auparavant ; c'est surtout la durée des inondations qui a changé.

Le lit majeur est assez peu développé du fait de l'importance spatiale du lit moyen.

La comparaison des limites de la plaine alluviale fonctionnelle définie par approche hydrogéomorphologique avec la cartographie à dire d'expert réalisée par INGEROP (voir cartes : « *Eléments sur l'inondabilité et les crues historiques* » dans l'atlas cartographique) montre dans l'ensemble une extension très proche, les deux approches se confortant mutuellement. Toutefois des différences existent : parfois la zone définie « à dire d'experts » est plus large et à d'autres endroits l'est moins. Plusieurs raisons justifient ces différences. D'une part la cartographie « à dire d'expert » n'est pas une cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables et ne répond pas à une méthodologie particulière mais à une connaissance d'expert en matière d'inondabilité qui associe de manière synthétique le point de vue hydraulique, historique et topographique. D'autre part, le but de l'étude réalisée par INGEROP était d'établir un diagnostic définissant les besoins réels en matière de modélisation hydraulique, et de travaux sur un bassin versant où n'existait aucun document en matière d'inondabilité et où les enjeux ne justifient pas une modélisation hydraulique onéreuse de toute la vallée. Elle révèle donc qu'une approche non quantitative mais qualitative sur la majorité du linéaire est amplement suffisante à la prise en compte du risque.

Les points de divergence les plus importants de la cartographie hydrogéomorphologique et de la cartographie « à dire d'expert » sont la prise en compte systématique des apports latéraux par les affluents et des zones inondables associées et le caractère plus exhaustif de la cartographie hydrogéomorphologique qui prend en compte le champ d'inondation normalement **maximum** pour les crues exceptionnelles (une crue millennale par exemple peut être assimilée à une crue exceptionnelle). Ceci n'est pas le cas des cartographies par modélisations hydrauliques qui sont réalisées pour un débit et une période de retour donnés généralement inférieurs à la valeur indiquée précédemment (crue décennale et centennale). Il en est de même pour la majorité des cartes de crues historiques ou d'une cartographie « à dire d'expert » sur la base de ces approches.

5.2.1. Entrains-sur-Nohain

Le village d'Entrains-sur-Nohain est situé sur une butte à la confluence du Trélon et du Nohain. Le centre du village est à l'abri des inondations de ces deux cours d'eau, cependant des habitations en partie basse sont situées dans la plaine d'inondation du cours d'eau. Le caractère très karstique du secteur semble cependant jouer un rôle favorable car il ne nous a pas été signalé de problèmes sur les bâtiments en zone inondable (hormis des inondations de caves). Il est en effet probable que le karst joue un rôle tampon pour les crues fréquentes masquant cependant une partie du risque en terme de connaissance historique. Un abîme (dépression karstique) est situé dans le lit moyen du Nohain en amont du village. D'après un riverain, cet abîme a été comblé.

Au niveau du village le remblai de la gare diminue fortement l'espace disponible dans la plaine d'inondation et pourrait jouer un rôle extrêmement négatif en cas de crue importante en générant des surcotes.

5.2.2. Menestreau

Les enjeux sur la plaine d'inondation du Nohain sont assez peu nombreux : quelques habitations à la confluence d'un vallon à Nérondes et à Lativeau. Les principaux enjeux de la commune sont sur le ruisseau de Menestreau (ne faisant pas l'objet de cette étude) au niveau du bourg.

5.2.3. Couloutre

Sur la commune de Couloutre, les enjeux sont un peu plus nombreux dans la plaine d'inondation du Nohain. Ils restent toutefois assez limités car ils ne concernent que quelques bâtiments dont la majorité sont situés dans le lit majeur du cours d'eau et ne sont donc inondables que par des crues

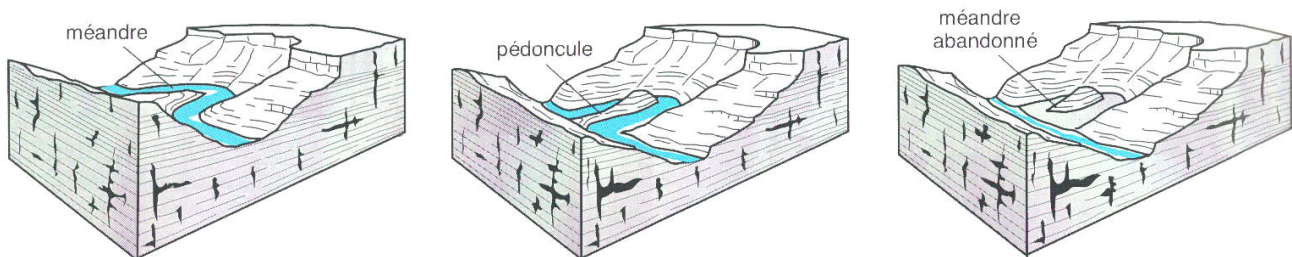
rare à exceptionnelles. Le secteur le plus vulnérable est celui des « Grands Moulins » avec une habitation dans le lit moyen du cours d'eau. Cependant selon le témoignage des propriétaires, depuis les travaux de recalibrage se sont les près en rive gauche qui ont été inondés par le Nohain.

5.2.4. Perroy

Comme précédemment, les enjeux dans la plaine d'inondation du Nohain sont peu nombreux. Au lieu dit « les Paillards », un ancien moulin situé dans le lit moyen est particulièrement vulnérable cependant ces constructions sont actuellement inoccupées. Les travaux ont ici profondément modifié la physionomie de la vallée puisque le lit mineur qui devait être sinueux est maintenant rectiligne. Au niveau du hameau, la RD 152 traverse la plaine en remblai. Il est probable que ce remblai entraîne des surcotes des crues en amont.

Au niveau de la Motte Josserand, le Nohain reçoit un affluent de rive droite (le ruisseau des Rabions) mais la particularité du secteur réside dans la présence d'un important ancien méandre du Nohain aujourd'hui recoupé. Le château implanté sur une légère butte rocheuse est contourné dans toutes les directions par la plaine d'inondation du Nohain mais le lit mineur du cours d'eau passe maintenant au Sud-Est du château. Un ancien cours a dû exister passant au Nord et à l'Ouest du château formant ainsi un grand méandre. Le Nohain a par la suite changé de cours et entaillé le pédoncule qui liait le versant de la vallée à la butte sur laquelle est installé le château.

Le croquis ci-dessous illustre le phénomène de recoupement de méandre.



Evolution d'un méandre vers un méandre recoupé

5.2.5. Donzy

La ville de Donzy est située à la confluence de la Talvanne et du Nohain. Cette situation en fait un secteur particulièrement exposé aux crues de ces cours d'eau et donc vulnérable. Les habitants ont dû très tôt se prémunir contre les crues en organisant l'écoulement dans le lit mineur qui doit être recalibré de très longue date. Une importante partie du centre ville est en effet implanté dans le lit

moyen du cours d'eau et donc naturellement exposé à des débordements fréquents. Le fait que ce lit ne soit plus inondé par des crues fréquentes prouve que les conditions d'écoulement du lit mineur ont été profondément modifiées par rapport à l'état naturel.

Le Nohain forme, dans la traversée de Donzy, un méandre dont l'angle est particulièrement aigu. Un axe d'écoulement dans le lit majeur du cours d'eau probablement formé avant l'urbanisation semble indiquer les prémices d'un recouplement du méandre. En amont du centre ville, la plaine d'inondation est fortement resserrée par des terrasses alluviales. Ce resserrement forme un verrou hydraulique.

5.2.6. Suilly-la-Tour

Au niveau du hameau des Cabets, la plaine d'inondation du Nohain est en partie barrée par le remblai de l'ancienne voie ferrée. Cet obstacle peut perturber les écoulements de crue et créer des surcotes. Il n'a cependant pas été signalé d'inondation du hameau dont une partie est située dans le lit majeur du cours d'eau.

A Champcelée en revanche, le cours du Nohain a été rabattu en bordure droite de la plaine d'inondation et endigué pour amener l'eau à un moulin. Il résulte de cette situation que le Nohain au droit de Champcelée est plus haut que le lit moyen. Cette situation rend le hameau particulièrement vulnérable aux débordements du Nohain.

En aval, au lieu-dit « les Fontaines », un bras de lit majeur en rive droite témoigne de la présence d'un ancien méandre du Nohain aujourd'hui recoupé. Cet axe ne doit plus être inondable que par des crues exceptionnelles du Nohain. Cependant un vallon débouche sur ce bras et peut en partie l'inonder de manière plus fréquente.

Le même phénomène se répète en aval au niveau du lieu-dit « le Vernoy ».

Le village de Suilly-la-Tour est situé à l'abri des crues du Nohain sur une butte. Cependant des habitations à Presle sont situées dans la plaine d'inondation. A cet endroit, l'Acotin conflue avec le Nohain et plusieurs habitations sont situées dans la plaine d'inondation de l'Acotin. Sur ce même cours d'eau plus en amont quelques bâtiments sont également situés dans la plaine d'inondation : c'est le cas à Chailloy et au niveau de Suillyzeau avec un ancien moulin.

Des habitations situées au château des Vergers, aux Fontaines, à la Ronchonnière et à Fontenoy sont situées dans le lit majeur du Nohain et sont par conséquent également inondables par des crues rares à exceptionnelles.

En aval sur le Nohain, le ruisseau de Fontbout conflue avec le Nohain.

5.2.7. Saint-Quentin-sur-Nohain

Les enjeux en zone inondable sont peu nombreux sur la commune : quelques bâtiments en lit moyen ou majeur du Nohain.

5.2.8. Saint-Martin-sur-Nohain

S'il existe quelques habitations dans le lit moyen du cours d'eau, les principaux enjeux sont situés dans le lit majeur avec plusieurs habitations dans le lit majeur à Villiers, St-Martin et Paillot.

5.2.9. Saint-Père

La commune de Saint-Père présente une vulnérabilité importante aux crues du Nohain et du ru de Villemoison, un affluent de rive droite. Les secteurs de Moulin l'Evêque, le Gué Botton, Pommerat et Villemoison présente des concentrations d'habitations importantes en zone inondable. Tous ces secteurs sont situés dans une zone de confluence soit d'un vallon avec un des deux cours d'eau précités soit entre ces deux cours d'eau. Ce phénomène de confluence entraîne un élargissement local de la zone inondable.

5.2.10. Cosne-sur-Loire

La ville de Cosne-sur-Loire constitue le secteur le plus vulnérable du bassin versant avec Donzy. Les enjeux en zone inondable y sont numériquement importants avec beaucoup d'habitations et d'activités.

Cette situation est due au phénomène de confluences multiples : du Nohain avec la Loire et du ruisseau de la Fontaine Saint-Laurent. La concomitance des crues de ces cours d'eau (bien que la probabilité d'un tel événement est très faible) pourrait révéler l'importance de la plaine d'inondation.

L'aménagement hydraulique du Nohain comme à Donzy a été réalisé de longue date : on a en effet un nombre important de bras du cours d'eau et le lit à l'aval est très largement calibré. A la confluence avec la Loire, le niveau d'eau du Nohain est maintenu par des vannes et une chute. Les conditions d'écoulement dans le lit mineur n'ont donc rien de naturelles et sont particulièrement améliorées par les aménagements, ce qui a pour conséquence de diminuer fortement l'inondabilité de la plaine d'inondation. Néanmoins en cas de crue exceptionnelle, des inondations importantes peuvent encore se produire. Un axe d'écoulement en crue est visible à l'est du noyau historique de Cosne.

La situation du centre historique sur une butte pose un problème d'interprétation lié à l'origine de la butte. Il pourrait s'agir d'une butte naturelle comme d'un remblai étant donnée la longue histoire de la ville de Cosne. Dans le doute nous l'avons donc figuré en terrasse alluviale et en remblai.

6. ETUDE HYDRAULIQUE SUR LA COMMUNE DE DONZY

Le secteur modélisé concerne l'agglomération de Donzy et comprend les zones :

- du pont de Châtre au pont de l'Eminence, respectivement point amont et aval sur le Nohain,
- la dérivation du Nohain (bief) en amont du centre-ville, alimentant le moulin de Maupertuis,
- la Talvanne, allant du pont de l'Epeau à sa confluence avec le Nohain à l'est du centre-ville de Donzy.

La planche "Implantation des profils en travers" située en annexe présente une vue de la zone délimitée.

6.1. METHODOLOGIE

Le calcul des lignes d'eau est réalisé par la mise en œuvre du modèle unidimensionnel, HEC-RAS 3.1.2 (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System). Ce code de calcul a été développé par la cellule hydrologique de l'US Army Corps of Engineers (USA).

Sa finalité est de modéliser les écoulements en régime permanent, rapidement ou graduellement varié en prenant en compte :

- des écoulements en régime fluvial ou torrentiel,
- des écoulements noyés ou dénoyés sur les seuils et déversoirs,
- le franchissement d'ouvrages de traversée,
- les pertes de charge singulières.

Les calculs sont conduits en considérant des conditions normales d'écoulement ; l'hypothèse de formation d'embâcles n'est donc pas retenue.

Les données utilisées sont :

- les profils en travers des lits mineur et majeur du Nohain (bief inclus) et de la Talvanne,
- le levé des ouvrages et des seuils jalonnant les cours d'eau,

- la reconnaissance des berges, des lits mineur et majeur, permettant d'estimer les coefficients de rugosité nécessaires à la caractérisation et à la modélisation des écoulements.

6.2. MODELISATION

6.2.1. Géométrie du cours d'eau

La géométrie du cours d'eau est définie par son profil en long et les différents profils en travers levés sur le terrain par le cabinet de géomètres « Philippe LAGNEAU ». (cf. planche "Implantation des profils en travers") Les profils en travers sont repérés par leur numéro, le numéro inférieur étant situé le plus à l'aval.

Les profils qui ont été levés sont des profils types relativement représentatifs des tronçons, même si localement ils peuvent éviter des élargissements ou rétrécissements.

Par ailleurs, un levé de l'ensemble des ouvrages jalonnant les différents cours d'eau et des principales rues du centre-ville a également été effectué afin de localiser les surverses et le sens des écoulements urbains.

6.2.2. Rugosité

La grande difficulté du calcul de capacité réside dans la détermination du coefficient de rugosité K (coefficient de Strickler).

Les coefficients de Strickler de la zone d'étude ont été estimés à partir des observations du lit et des berges lors des différentes reconnaissances de terrain.

Ces coefficients ont été affinés par calage du modèle à partir des laisses de crue (2001) relevés notamment dans le secteur du centre-ville.

Le tableau ci-dessous reprend les principaux coefficients de Strickler appliqués dans la zone d'étude.

		Ks	
		Min	Max
Lit mineur	hors agglomération	20	
	centre-ville	25	28
	berges - murs maçonnés	45	
Lit majeur	zones de plaine	12.5	
	traversée de Donzy	10	8
Ouvrages	buse, cadre béton	60	70
	Pont maçonnerie ancienne	40	

Coefficients de Strickler appliqués dans la modélisation hydraulique de Donzy

6.2.3. Conditions aval

Il a été supposé que la hauteur d'eau à l'aval des secteurs étudiés était la hauteur normale, hors zone de confluence, et une hauteur d'eau imposée en cas de confluence avec le Nohain.

Dans ce dernier cas, pour une occurrence donnée modélisée, la cote imposée à l'aval est celle d'une crue du Nohain d'occurrence identique.

6.2.4. Crues modélisées

Deux types de débits ont systématiquement été modélisés, le débit décennal et celui d'occurrence centennale. Ces débits sont ceux déterminés dans l'analyse hydrologique précédente et sont reportés, pour rappel, dans le tableau ci-après.

Le débit du Nohain dérivé par le bief du moulin de Maupertuis a été évalué par étude capacitaire des sections à environ 20 % du débit amont.

	Q₁₀ m³/s	Q₁₀₀ m³/s
Nohain point amont	10.5	21
Bief point amont	2.1	4.5
Talvanne point amont	3.5	7

Débits de référence modélisés**6.2.5. Précision sur le terme inondable :**

Les profils levés par le géomètre font état de la topographie du terrain naturel ou bien des routes. Certaines maisons sont construites sur remblais ou bien sur vide sanitaire, d'autre possèdent par contre des caves en sous-sol. L'inondation réelle des habitations dépend bien sûr de ces conditions d'implantation qui n'ont pas toujours pu être prises en compte par la modélisation.

Afin de compléter la modélisation, les hauteurs d'eau et les zones d'inondation présumées ont fait l'objet d'une vérification de terrain et d'enquêtes auprès des riverains.

Seront donc considérées par la suite comme inondables, les habitations dont le terrain naturel proche l'est et qui ont été confirmées comme tel.

6.3. RESULTATS

6.3.1. Talvanne

6.3.1.1. *Caractéristiques de la zone*

La modélisation des écoulements de la Talvanne concerne environ 2 km de linéaire, du pont de l'Epeau (OA1) à la confluence avec le Nohain au centre-ville de Donzy (cf. Planche "Implantation des profils"). La plaine est principalement constituée de vastes prairies, à tendance marécageuses jusqu'au profil 19 où apparaissent, en rive droite, les premières habitations de l'agglomération. Le cours d'eau est ensuite canalisé sur le linéaire de traversée urbaine (environ 200 m), du pont de la place Gambetta (OA4) jusqu'à la confluence avec le Nohain.

Les pentes de la plaine et du lit mineur sont plus importantes dans la partie amont avec environ 0,5% de pente jusqu'au profil 20, et une pente quasiment nulle de l'entrée de l'agglomération à la confluence. Cette rupture de pente influence largement les débordements.

6.3.1.2. *Mécanismes des écoulements*

6.3.1.2.1. Crue décennale

Les résultats de la modélisation avec le débit d'occurrence décennale sont synthétisés dans le tableau ci-après ; la planche "Crue décennale" présente les zones inondables identifiées par la modélisation et le détail des lignes d'eau par profil est donné en annexe.

Sur la partie amont de la zone, le lit mineur a une capacité suffisante pour assurer le transit du débit décennal. Les premiers débordements surviennent en rive gauche au niveau du profil 20 et s'étalent progressivement sur la largeur de la plaine jusqu'aux jardins des maisons en contre-bas de la place Gambetta. En rive droite, une partie des jardins des premières habitations de la rue de la folie (côté paire) sont inondées.

Le pont de la place Gambetta a une capacité suffisante pour laisser passer la crue décennale. Cependant, la surface libre des écoulements étant proche du haut des voûtes (15 cm environ), la formation d'embâcles pourrait favoriser la mise en charge des écoulements.

Entre le pont et la confluence, de nouveaux débordements s'observent dans les zones exemptes de murs rivulaires. Seuls des jardins sont partiellement inondés.

Mises à part les accélérations très localisées aux abords des ponts (cf. OA2), les vitesses des débordements en crue décennale sont faibles (< 0.5 m/s) sur l'ensemble du linéaire. Au niveau du lit mineur, les premiers débordements (profil 20), liés à la rupture de pente, provoque le ralentissement des écoulements.

Profils	Q ₁₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit maj. G	lit maj. G
25.6	Pont de l'Epeau (OA1)					
25.5	3.5	187.2	187.78	-	0.6	-
25	3.5	187.04	187.71	-	0.9	0
24.7	3.5	184.05	184.46	-	1.0	0.6
24.6	Pont lieu-dit Le Boucard (OA2)					
24.5	3.5	184.15	184.37	-	1.4	0.8
24	3.5	183.29	184.04	-	1.5	0.4
23	3.5	182.45	183.16	-	0.7	-
22.5	3.5	182.41	183.13	-	0.7	-
22.4	Pont dans les champs (OA3)					
22.3	3.5	182.41	183.1	-	0.7	-
22	3.5	181.5	182.47	-	0.7	-
21	3.5	180.91	181.56	-	1.1	-
20	3.5	180.01	181.5	0.1	0.2	-
19	3.5	180.44	181.49	0	0.1	0
18	3.5	180.03	181.49	0	0.1	0
17.7	3.5	180.42	181.48	-	0.4	-
17.6	Pont de la place Gambetta (OA4)					
17.5	3.5	180.42	181.46	0.3	0.3	-
17	3.5	180.13	181.44	-	0.4	0.1

- : absence de débordement

Talvanne – Résultats de modélisation – Q₁₀

6.3.1.2.2. Crue centennale

Les résultats de la modélisation avec le débit d'occurrence centennale sont synthétisés dans le tableau ci-après ; le détail des lignes d'eau par profil est donné en annexe.

Au niveau de la cartographie, les planches "Crue centennale" présentent les zones d'aléa, d'isovitesse et d'isohauteurs représentées à l'échelle 1/10 000, conformément au CCTP. Les noms de rues, auxquels fait référence la description qui suit, sont indiqués sur la planche « Plan de situation du centre-ville ».

En crue centennale, les premiers débordements de la Talvanne sont observés en rive droite, peu avant le lieu-dit le Boucard et en rive gauche, un peu plus à l'aval, entre le profil 22 et 21. La zone d'inondation s'élargit progressivement jusqu'à la rue de la Folie d'un côté et la RD127 de l'autre, toutes deux en remblai. Les eaux atteignent rapidement des hauteurs d'eau importantes du fait de la rupture de pente de la plaine à laquelle s'ajoute la réduction de la surface d'étalement en rive droite et l'encaissement plus important de la plaine en rive gauche. L'augmentation de hauteur d'eau entre les profils 21 et 20 est de 40 cm en rive droite et 70 en rive gauche.

De fait, en rive gauche, l'aléa en terme d'inondation est à un niveau très fort dès le profil 20 avec des hauteurs d'eau de plus de 1 m sur toute la largeur de la plaine. Néanmoins, la RD127 en remblai reste hors d'eau et cette zone de type marécageux ne présente pas d'enjeux particuliers. Les premières maisons inondées en rive gauche se situent en contre-bas de la place Gambetta, avec pour la plupart des hauteurs d'eau importantes dans les jardins et quelques centimètres à l'intérieur des habitations (aléa modéré).

En rive droite, l'aléa est de niveau inférieur (aléa fort) à la plaine de rive gauche mais englobe une zone habitée donc présentant d'avantage d'enjeux. Au niveau de la rue de Folie, les hauteurs d'eau peuvent atteindre 70 cm dans les jardins et jusqu'à 50 cm à l'intérieur des habitations. La rue elle-même est inondable avec un sens d'écoulement d'ouest en est et les maisons de l'autre côté de la rue voient quelques centimètres d'eau dans les jardins.

Les débordements rive droite s'étendent aux maisons du Faubourg de Bouhy. En 2001, l'eau a atteint une trentaine de centimètres dans les habitations pourtant rehaussées par rapport au terrain naturel : l'inondation du faubourg, lui-même, a été provoquée par l'eau sortant du pas des maisons.

L'eau a envahi la totalité de cette place sur une hauteur d'eau de 20 cm au point le plus bas de la chaussée.

Au niveau du pont de la place Gambetta, il existe une mise en charge des écoulements avec un niveau d'eau dépassant de 60 cm le haut des voûtes. Le parement et/ou le parapet du pont sont suffisamment hauts pour empêcher une surverse ou un débordement au niveau du pont. Cependant, le verrou qu'il constitue influence largement le niveau des débordements en rive droite.

Sur le dernier tronçon de linéaire, du pont à la confluence avec le Nohain, les débordements de part et d'autre de la Talvanne affectent les habitations du Boulevard d'Osmond dans leurs parties basses (cave, atelier, jardin,...) en rive gauche et les habitations du faubourg de Bouhy jusqu'à la rue de Larrey, en rive droite. A proximité du lit, les hauteurs d'eau peuvent dépasser 1 m, ce qui élève l'aléa inondation à un niveau très fort.

En ce qui concerne les vitesses, les mêmes phénomènes qu'en crue décennale peuvent être avancés.

Profils	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit maj. G	lit maj. G
25.6	Pont de l'Epeau (OA1)					
25.5	7	187.2	188.03	0.2	0.8	-
25	7	187.04	187.94	-	1.1	0.3
24.7	7	184.05	184.58	-	1.1	0.6
24.6	Pont lieu-dit Le Boucard (OA2)					
24.5	7	184.15	184.55	-	1.2	0.7
24	7	183.29	184.34	-	1.5	0.6
23	7	182.45	183.52	0.1	0.7	0.1
22.5	7	182.41	183.49	0.1	0.6	0.1
22.4	Pont dans les champs (OA3)					
22.3	7	182.41	183.46	0	0.7	0.1
22	7	181.5	182.66	0.1	0.9	0.1
21	7	180.91	182.16	0.1	0.7	0.1
20	7	180.01	182.16	0.1	0.1	0
19	7	180.44	182.16	0	0.1	0
18	7	180.03	182.16	0	0.1	0
17.7	7	180.42	182.14	0.3	0.5	-
17.6	Pont de la place Gambetta (OA4)					
17.5	7	180.42	182.06	0.4	0.4	-
17	7	180.13	182.05	-	0.2	0.1

- : absence de débordement

Talvanne – Résultats de la modélisation –Q₁₀₀

6.3.2. Nohain et bief

6.3.2.1. Caractéristiques de la zone

Dans la partie amont du secteur modélisé, le Nohain méandre dans une zone de plaine agricole, longée en rive droite par la RN189 et limitée en rive gauche par le relief. Deux petites passerelles au niveau de fermes jalonnent le linéaire. La pente est relativement faible et constante (de l'ordre de 0.15%) jusqu'à l'usine Soyez.

Après la passerelle de l'usine, au niveau du lieu-dit le Commandeur, la zone est relativement aménagée : la section d'écoulement est plus importante avec la différenciation de plusieurs bras d'écoulement après le seuil d'un ancien moulin (OA7b) et la présence d'un petit plan d'eau dont le niveau est contrôlé par le vannage du Commandeur (OA8).

Plus à l'aval, le Nohain longe les premières habitations de Donzy situées en rive gauche (maison de retraite, par ex.) et rejoint le quartier de Larrey après qu'une partie du débit (20 %) soit dévié par un bief de dérivation qui alimente le moulin de Maupertuis. A partir du pont de Larrey, le cours d'eau, plus ou moins canalisé selon les secteurs, passe au milieu des habitations du centre-ville et franchit quatre ponts de part et d'autre de la confluence avec la Talvanne, dont le pont de Notre-Dame précédé de la chute d'un ancien moulin. En aval du moulin de Praladier, le Nohain récupère les eaux du bief.

Le bief totalement canalisé, serpente dans le cœur de ville avec une pente quasiment nulle jusqu'à la chute du moulin de Maupertuis. Il passe trois ouvrages avant de se jeter dans le Nohain.

Après cette dernière confluence, le Nohain quitte la zone dense du centre-ville. L'existence d'une rupture de pente au droit des terrains de sport modifie le faciès des écoulements à l'aval puisque la pente de 0.7 % jusqu'au profil 4 passe en légère contre-pente jusqu'à la fin du linéaire.

6.3.2.2. Mécanismes des écoulements

La partie amont du Nohain a été modélisée sans tenir compte des digues le jalonnant, celles-ci étant de faible hauteur et leur continuité n'étant pas garantie.

6.3.2.2.1. Crue décennale

D'après les résultats de la modélisation en crue décennale, les premiers débordements s'observent en amont du lieu-dit de Blanc Gâteau. Les hauteurs d'eau peuvent atteindre 60 cm en rive gauche et 40 cm en rive droite, étant donné les limites d'inondation imposées par le relief et la RN189.

La passerelle de l'usine Soyez (OA7a) transite le débit décennal de façon limite. Juste à l'aval, les débordements sont relativement réduits, la section d'écoulement étant plus large et le niveau contrôlé par le vannage du commandeur. En condition de vannes fermées, la lame d'eau au-dessus du seuil est de 35 cm, niveau supérieur de 30 cm à celui observé en condition de vannes ouvertes. Il est important de préciser que la configuration de vannes fermées est généralement observée en crue lorsque les ouvertures des vannes sont obstruées par des embâcles.

Plus à l'aval, le seuil de répartition (OA9) rehausse de façon conséquente la ligne d'eau et favorise les débordements en crue décennale de part et d'autre de la diffluence.

Au niveau du pont de la place Larrey, et juste à l'amont le Nohain sort légèrement de son lit induisant une inondation de quelques centimètres de chaque côté du lit.

Aux abords de la confluence avec la Talvanne, les débordements deviennent plus importants engendrant des hauteurs d'eau allant de quelques centimètres à plus de 40 cm selon la présence de murs sur les rives. La majorité des zones touchées sont des jardins ou des zones de faibles enjeux. Il est à noter que certaines zones présentent un terrain naturel particulièrement proche des rives peu hautes de la rivière : les jardins pré-cités sont, par conséquent inondés partiellement tous les 2-3 ans.

Dans la partie aval, un léger débordement est constaté en aval du pont du Boulevard d'Osmond. Il n'a pas été possible de vérifier la topographie de cette zone sur le terrain, un mur en empêchant l'accès (non représenté sur le fond IGN).

Le pont de Notre-Dame transite la totalité du débit aisément ; le Nohain débordant légèrement juste à l'aval, en rive droite du vannage de Praladier. La modélisation menée avec les vannes fermées donne le seuil et les vannes largement noyées en crue décennale avec uniquement le haut des vannes hors d'eau. Avec les vannes ouvertes, les débordements en rive droite semblent être évités.

Le Nohain retrouve son lit dès le seuil passé.

Des débordements sont à nouveau observés au droit des terrains de sport au début de la zone de contre-pente. Le pont du terrain de foot (OA18) présente une section limite pour les écoulements de crue décennale et provoque une légère mise en charge.

La plaine plus en aval étant relativement plane sur une grande partie de sa largeur, une fine lame d'eau (quelques centimètres) s'étale assez uniformément.

Au niveau de l'Eminence, les écoulements sont canalisés sans problème par le pont.

Aucun débordement n'est observé sur le linéaire du bief.

L'ensemble des zones d'écoulements en lit majeur présente des vitesses assez faibles.

Profils	Q ₁₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit min	lit maj. D
16	10.5	185.26	186.94	-	0.7	-
15.5	10.5	185.21	186.91	-	0.7	-
15.4	Pont de Châtre (OA5)					
15.3	10.5	185.21	186.86	-	0.7	-
15	10.5	184.2	186.01	0.1	0.7	-
14.5	10.5	184.17	185.99	0.1	0.7	-
14.4	Pont dans les champs (OA6)					
14.3	10.5	184.2	185.99	0.1	0.7	-
14	10.5	184.3	185.65	0.2	0.5	-
13	10.5	183.35	185.41	0.2	0.4	0.1
12	10.5	183.23	185.38	0.1	0.2	0.1
11.7	10.5	183.09	185.35	-	0.4	-
11.6	Passerelle de l'usine Soyez (OA7a)					
11.5	10.5	183.08	184.64	-	0.6	-
11.4	10.5	183.14	184.59	0.3	0.4	0
11.3	Seuil du moulin (OA7b)					
11	10.5	182.16	183.43	-	1.7	-
10.5	10.5	181.79	183.42	0	0.3	-
10.4	Seuil et vannage du Commandeur (OA8)					
10.3	10.5	180.8	182.85	-	0.1	-
10	10.5	180.61	182.83	-	0.5	0.1
9.7	10.5	181.02	182.81	0.1	0.5	0.1
9.6	Seuil répartiteur Nohain - bief de dérivation (OA9)					
9.5	10.5	180.7	182.81	0.1	0.4	0.1
9	8.4	180.5	182.81	0	0.1	-
8.7	8.4	180.19	181.58	0.1	0.9	0.1
8.6	Pont de la place Larrey (OA10)					
8.5	8.4	180.19	181.57	0.1	0.9	0.1
8	8.4	180.09	181.46	0.1	1.0	0.1
7.5	8.4	180.09	181.46	0.1	0.7	0.1
7.4	Pont RD33 (OA11)					
7.3	8.4	180.06	181.44	0.1	0.7	0.1
7	8.4	179.7	181.4	0.1	0.6	0.1

- : absence de débordement

Nohain amont – Résultats de la modélisation –Q₁₀

Profils	Q ₁₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit min	lit maj. D
6.7	11.9	179.98	181.33	-	1.0	-
6.6	Pont Bd d'Osmond (OA12)					
6.5	11.9	179.95	181.25	-	1.1	-
6	11.9	179.7	181.15	0	1.2	0.1
5.8	11.9	179.38	179.83	-	2.7	-
5.7	11.9	178.67	179.97	1.1	0.7	-
5.6	Pont de Notre-Dame (OA13)					
5.5	11.9	178.49	179.91	-	0.7	-
5.4	11.9	178.5	179.91	-	0.3	-
5.3	Seuil et vannage du Moulin Praladier (OA17)					
5.2	11.9	178.44	179.15	-	0.5	-
5	13.9	177.08	178.69	0.1	1.3	0.2
4.7	13.9	176.44	178.32	-	1.2	-
4.6	Pont du stade de foot (OA18)					
4.5	13.9	176.41	178.28	-	1.2	-
4	13.9	175.26	178.02	-	0.6	-
3	13.9	175.45	177.58	-	0.7	0.1
2	13.9	175.51	177.01	0.1	1.0	0.1
1.5	13.9	175.83	176.82	0.2	0.4	-
1.4	Pont de l'Eminence (OA19)					
1.2	13.9	175.81	176.5	0.4	0.7	-

- : absence de débordement

Nohain aval – Résultats de la modélisation –Q₁₀

Profils	Q ₁₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit min	lit maj. D
29	2.1	180.52	181.41	-	0.6	-
28.5	Pont RD33 (OA14)					
28	2.1	180.51	181.39	-	0.6	-
27	2.1	180.45	181.36	-	0.5	-
26.5	Pont rue du Pont de Notre-Dame (OA15)					
26	2.1	180.44	181.36	-	0.5	-
25.7	2.1	180.43	181.36	-	0.5	-
25.6	Section couverte					
25.5	2.1	180.42	181.35	-	0.5	-
25	2.1	180.08	181.25	-	0.5	-
24.9	Roue du moulin de Maupertuis (OA16)					
24.8	2.1	177.78	178.26	-	1.3	-
24.7	Pont du Moulin de Maupertuis (rue Audinet (OA16))					
24.5	2.1	177.75	178.21	-	1.0	-
24.2	2.1	177.77	178.05	-	1.7	-

- : absence de débordement

Bief – Résultats de la modélisation –Q₁₀

6.3.2.2.2. Crue centennale

Dans la zone amont de la modélisation, les débordements du Nohain en crue centennale s'observent dès les premiers profils. La zone d'inondation occupe la totalité de la plaine avec une hauteur d'eau de l'ordre de 40 cm et des vitesses faibles.

Au profil 14, les hauteurs d'eau deviennent progressivement plus importantes, l'étalement des eaux étant limitée par le relief de rive gauche et par la RD189 en rive droite.

Au niveau de l'usine Soyez, la passerelle n'a pas une capacité suffisante pour transiter la crue centennale et constitue potentiellement un verrou pour les écoulements. Le passage des eaux s'effectue avec une mise en charge sous l'ouvrage couplée à un phénomène de surverse du côté gauche du pont légèrement plus bas. Au niveau de l'usine, la crue de 2001 a engendré une hauteur d'eau de 20 cm dans les locaux.

Juste à l'aval de l'usine, au quartier du Commandeur, la surface et les hauteurs de débordement se réduisent grâce à la section d'écoulement en lit mineur plus importante. Juste à l'amont du vannage, les eaux débordent sur le chemin du Commandeur en rive gauche. Les habitations, de part et d'autre du chemin, ont été inondées en 2001 avec des hauteurs de 30 cm au niveau des portails les plus proches du chemin.

En condition de vannes fermées, la hauteur d'eau au vannage du Commandeur en crue centennale est juste 15 cm au-dessus du niveau décennal. Selon la modélisation, l'ouverture des vannes ne réduirait que de 8 cm la hauteur de l'eau.

Plus à l'aval, la ligne d'eau, contrôlée par le seuil de répartition, est au même niveau qu'en crue décennale. La zone d'inondation s'étend au-delà du chemin des Laignes et rejoint le quartier de Larrey en rive gauche et touche principalement des potagers en rive droite.

Dans le quartier de Larrey, seul le sommet du pont de la place n'est pas submergé sur environ 9 m de long et 20 cm de haut. Les eaux s'étalent aussi bien en rive gauche sur la place Larrey et les maisons qui la bordent qu'en rive droite sur le chemin de Villacot. Ce chemin en contre-pente par rapport à l'arrivée de l'eau limite l'expansion de l'eau.

En rive gauche, les maisons situées entre les ponts de Larrey et de la RD33 sont largement inondées. Les rives étant peu hautes par rapport au lit mineur, les débordements sont généralement fréquents et sont donc de conséquence importante en crue centennale. Le pont sur la RD33 laisse passer la crue centennale même si le ralentissement des eaux qu'il engendre accentue légèrement l'inondation des maisons juste à l'amont.

A l'aval du pont, les rives étant encore relativement basses, les débordements dépassent 50 cm. L'essentiel des terrains touchés sont des potagers ou des jardins et quelques maisons selon si elles sont rehaussées ou pas, ont été envahies en partie par les eaux en mars 2001. Les écoulements de surface suivent la voirie et un axe d'écoulement se constitue au niveau de l'impasse de la Malosse.. Le carrefour avec le boulevard d'Osmond étant en point bas par rapport au reste du boulevard, les eaux s'étaient légèrement. L'axe d'écoulement se prolonge dans la rue de la Malosse et les eaux débouche dans la rue du pont de Notre-Dame inondant la partie basse de la rue du pont de Notre-Dame au pont du bief.

Dans le quartier de la Malosse, se rajoutent à ces inondations les eaux de débordement du bief au niveau du coude. Cette zone est la seule zone d'inondation du bief ; les eaux s'engouffrent par une petite impasse (notée « impasse bief » sur la planche « Plan de situation ») perpendiculaire à la rue de Malosse. Les maisons de part et d'autre de l'impasse, équipées de batardeaux d'environ 40 cm de haut, n'ont pas été signalées parmi les personnes sinistrées en 2001. Une partie des eaux du bief rejoint donc soit la rue de la Malosse, soit directement la rue du pont de Notre-Dame par l'intermédiaire du pas des maisons. En 2001, les hauteurs d'eau dans cette rue atteignaient 40 cm au point le plus bas de la chaussée, à gauche du pont de Notre-Dame sur le Nohain.

Il est important de préciser que l'axe d'écoulement de l'impasse du bief est l'ancien emplacement d'un bras de décharge du bief vers le Nohain. Le bras a été busé mais il semblerait que l'écoulement qu'il permettait ne soit plus effectif à ce jour.

Dans la zone de confluence avec la Talvanne, les débordements des deux cours d'eau se mêlent portant les hauteurs d'eau entre 50 cm et plus de 1 m.

Au niveau du pont du Boulevard d'Osmond (OA12), les écoulements sont légèrement mis en charge pour le débit de crue centennale testé dans la modélisation. La laisse de crue de mars 2001, repérée par les habitants à 5 cm au-dessus de la laisse de crue de 1896 est corroborée par la modélisation. En aval, au niveau du profil 6, le Nohain déborde mais est contenu entre deux murs.

Le pont de Notre-Dame est suffisamment dimensionné pour accepter la crue centennale, le niveau de l'eau est quasiment identique à celui de la crue décennale puisque le vannage du moulin de Praladier contrôle le niveau de cette partie. Le plan d'eau déborde des deux côtés : en rive droite l'eau passe par les anciens lavoirs et en rive droite le niveau de la chaussée étant assez bas, les maisons se trouvant à ce niveau sont inondables.

Les vannes et le seuil du moulin de Praladier sont en partie noyés par la crue centennale. Les eaux retrouvent le lit principal après la chute et récupèrent les eaux du bief un peu plus en aval sans que de débordements soient constatés.

Il faut préciser qu'un bief perché, à niveau constant, utilisé par le moulin, se sépare en rive gauche au niveau des vannes. Il n'a pas été considéré dans la modélisation aval dans une optique sécuritaire puisque la grande majorité du débit transite par les vannes et le seuil en rive droite.

En aval, la zone d'inondation s'élargit rapidement en rive droite et les hauteurs d'eau juste au droit du profil 5 dépassent 50 cm. Il semblerait que l'inondation des terrains de sport se fasse à la fois par la droite de cette zone d'inondation avec un écoulement parallèle à l'axe de la rivière et par débordements limités à l'amont immédiat des terrains de sport (profil 4), les débordements, ne paraissent pas suffisants pour dépasser le large bourrelet de rive droite même en crue centennale.

Le pont d'accès aux terrains (OA18) est totalement submergé.

Les terrains de foot et de tennis sont inondables, ainsi que les jardins des maisons donnant sur la rue Audinet (non représentées sur le fonds de carte IGN). Le gymnase (salle des fêtes) étant donné sa légère surélévation, est hors d'eau.

Dans la zone de contre-pente, en aval du profil 4, la zone d'inondation s'élargit un peu plus ; en rive gauche, les eaux arrivent au niveau de l'étang de l'Eminence dont l'endiguement empêche de participer aux écoulements. A l'approche du pont de l'Eminence, la largeur de la zone inondable est à son maximum et couvre une grande partie de la plaine.

Le pont de l'Eminence peut recevoir la totalité des eaux de crue centennale.

En ce qui concerne le bief, mise à part la zone de débordement précitée, les écoulements en crue centennale passent en charge au niveau de l'ensemble des ouvrages : le pont de la RD33 (OA14) avec une hauteur d'eau de 15 cm au-dessus des voûtes, en aval du pont (OA15) de la rue du Pont

de Notre-dame et au niveau du moulin de Maupertuis (OA16), avec une hauteur d'eau dépassant de 50 cm le haut des voûtes. Aucun débordement n'est néanmoins constaté.

Au niveau des vitesses associées à la crue centennale, l'ensemble des eaux de débordements présente des vitesses faibles, inférieures ou égales à 2 m/s, exempté à l'approche des ponts où de légères accélérations peuvent exister.

Profils	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit min	lit maj. D
16	21	185.26	187.33	0.1	0.4	-
15.5	21	185.21	187.32	0.1	0.4	-
15.4	Pont de Châtre (OA5)					
15.3	21	185.21	187.32	0.1	0.4	-
15	21	184.2	186.26	0.1	0.5	0.2
14.5	21	184.17	186.25	0.1	0.5	0.2
14.4	Pont dans les champs (OA6)					
14.3	21	184.2	186.25	0.1	0.5	0.2
14	21	184.3	185.91	0.2	0.5	0.1
13	21	183.35	185.73	0.2	0.4	0.1
12	21	183.23	185.71	0.1	0.3	0.1
11.7	21	183.09	185.69	0.2	0.3	0.1
11.6	Passerelle de l'usine Soyez (OA7a)					
11.5	21	183.08	184.93	-	0.9	-
11.4	21	183.14	184.8	0.6	0.7	0.1
11.3	Seuil du moulin (OA7b)					
11	21	182.16	183.64	0.1	1.1	-
10.5	21	181.79	183.6	0.1	0.4	0.1
10.4	Seuil et vannage du Commandeur (OA8)					
10.3	21	180.8	182.97	-	0.3	-
10	21	180.61	182.89	-	1.0	0.2
9.7	21	181.02	182.81	0.2	0.9	0.2
9.6	Seuil répartiteur Nohain - bief de dérivation (OA9)					
9.5	21	180.7	182.81	0.2	0.9	0.2
9	16.5	180.5	182.81	0.0	0.2	-
8.7	16.5	180.19	182.2	0.1	0.6	0.2
8.6	Pont de la place Larrey (OA10)					
8.5	16.5	180.19	182.16	0.1	0.7	0.2
8	16.5	180.09	182.14	0.1	0.6	0.1
7.5	16.5	180.09	182.1	0.3	0.9	0.2
7.4	Pont RD33 (OA11)					
7.3	16.5	180.06	182.05	0.3	0.9	0.2
7	16.5	179.7	182.04	0.1	0.4	0.1

- : absence de débordement

Nohain amont – Résultats de la modélisation –Q₁₀₀

Profils	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit min	lit maj. D
6.7	23.5	179.98	181.92	-	1.3	0.2
6.6	Pont Bd d'Osmond (OA12)					
6.5	23.5	179.95	181.55	-	1.6	-
6	23.5	179.7	181.51	0.1	1.0	0.3
5.8	23.5	179.38	180.54	-	3.3	-
5.7	23.5	178.67	180.31	1.4	0.9	-
5.6	Pont de Notre-Dame (OA13)					
5.5	23.5	178.49	180.02	0.2	0.9	0.0
5.4	23.5	178.5	180.02	-	0.4	0.1
5.3	Seuil et vannage du Moulin Praladier (OA17)					
5.2	23.5	178.44	179.63	-	0.6	-
5	28	177.08	179.44	0.3	0.9	0.3
4.7	28	176.44	179.11	0.3	1.6	0.2
4.6	Pont du stade de foot (OA18)					
4.5	28	176.41	178.89	0.3	1.7	-
4	28	175.26	178.45	0.1	0.9	0.2
3	28	175.45	177.89	0.1	0.7	0.2
2	28	175.51	177.27	0.2	0.9	0.2
1.5	28	175.83	177.1	0.3	0.6	-
1.4	Pont de l'Eminence (OA19)					
1.2	28	175.81	176.74	0.6	0.8	-

- : absence de débordement

Nohain aval – Résultats de la modélisation –Q₁₀₀

Profils	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Cote fond (mNGF)	Cote eau (mNGF)	Vitesse (m/s)		
				lit maj. G	lit min	lit maj. D
29	4.5	180.52	182.24	-	0.6	-
28.5	Pont RD33 (OA14)					
28	4.5	180.51	182.2	-	0.6	-
27	4.5	180.45	182.18	-	0.6	-
26.5	Pont rue du Pont de Notre-Dame (OA15)					
26	4.5	180.44	182.17	-	0.6	-
25.7	4.5	180.43	182.17	-	0.6	-
25.6	Section couverte					
25.5	4.5	180.42	182.12	-	0.6	-
25	4.5	180.08	182.03	0	0.7	0
24.9	Roue du moulin de Maupertuis (OA16)					
24.8	4.5	177.78	179.76	0	0.7	0
24.7	Pont du Moulin de Maupertuis (rue Audinet (OA16))					
24.5	4.5	177.75	179.71	0.5	0.4	0
24.2	4.5	177.77	179.7	0	0.5	0

- : absence de débordement

Nohain aval – Résultats de la modélisation – Q₁₀₀

6.4. CARTOGRAPHIE

La modélisation hydraulique des écoulements décrite précédemment a permis la réalisation de plusieurs cartes détaillant certains paramètres (champs d'expansion de la crue décennale, cartes des iso-hauteurs, des isovitesses d'aléa pour la crue centennale).

Pour une meilleure compréhension du document, la cartographie s'est basée sur la représentation cartographique IGN du cours d'eau et de la zone d'étude et ceci malgré les légères différences constatées avec les levés topographiques ou les observations de terrains (décalage latéral du lit de quelques mètres, présence de maisons supplémentaires, etc.). L'imprécision topographique d'un fond IGN au 1/25 000^{ème} exploité à l'échelle 1/10 000^{ème} reste cependant acceptable puisque les zones concernées par un décalage ne présentent généralement pas d'enjeux.

6.4.1. Zones inondables par les crues décennales et centennales

Les zones inondables correspondant aux débits de crue décennale et centennale ont été cartographiées. L'enveloppe de la crue décennale est donnée pour information car c'est la crue centennale qui est retenue au niveau réglementaire.

L'expansion des crues est précisément connue au droit de chaque profil en travers (résultat de la modélisation hydraulique). Entre les profils en travers, les zones inondables sont interpolées en tenant compte des éventuels obstacles ou modèles observés pouvant influencer localement les écoulements. Si les différentes reconnaissances de terrain nous ont permis d'affiner la délimitation retenue, la précision de l'interpolation est logiquement meilleure dans les secteurs où la topographie est la plus dense.

La cartographie des zones inondables pour la crue centennale est reprise dans les cartes d'isohauteurs, d'isovitesses et d'aléa. La cartographie de la zone inondable de type décennal est présentée indépendamment pour plus de clarté sur le fond IGN au 1/10 000 (planche «Etude hydraulique –Crue décennale - Zones inondables »).

6.4.2. Isohauteurs - Crue centennale

Afin de connaître en tout point de la zone inondable centennale, la hauteur d'eau par rapport au terrain naturel, une cartographie des hauteurs d'eau a été réalisée.

La hauteur d'eau est précisément connue au droit de chaque profil en travers. Entre chaque profil, les hauteurs d'eau sont interpolées.

Trois classes de hauteur d'eau ont été tracées :

- $h < 0.5$ m
- $0.5 \text{ m} < h < 1$ m
- $h > 1$ m

La cartographie des iso-hauteurs pour une crue centennale au niveau de Donzy est présentée sur le fond IGN au 1/10 000 (cf. planche « Etude Hydraulique – Crue centennale – Carte des iso-hauteurs »).

6.4.3. Iso-vitesses - Crue centennale

Afin de connaître en tout point de la zone inondable centennale, la vitesse de l'écoulement, une cartographie des vitesses a été réalisée.

La vitesse de l'écoulement est précisément connue au droit de chaque profil en travers. Le logiciel utilisé, HEC-RAS version 3.1.1 permet de discrétiser le champ de vitesse sur toute la largeur du champ d'expansion de la crue. Ainsi il est possible de tracer différentes classes de vitesses en interpolant entre chaque profil en travers.

Trois classes de vitesses de l'écoulement ont été tracées :

- $v < 0.2$ m/s
- $0.2 \text{ m/s} < v < 0.5$ m/s
- $v > 0.5$ m/s

La cartographie des iso-vitesses pour une crue centennale au niveau de Donzy est présentée sur le fond IGN au 1/10 000 (cf. planche « Etude hydraulique – Crue centennale – Carte des isovitesses).

6.4.4. Aléa - Crue centennale

Le zonage proposé découle des résultats des modélisations. Le croisement des paramètres vitesses et hauteur d'eau pour une **crue centennale** permet de définir le niveau du risque (ou de l'aléa) suivant les critères suivants :

- Zones soumises à un aléa très fort

Hauteurs d'eau supérieures à 1 m et/ou vitesses d'écoulement supérieures à 0.5 m/s.

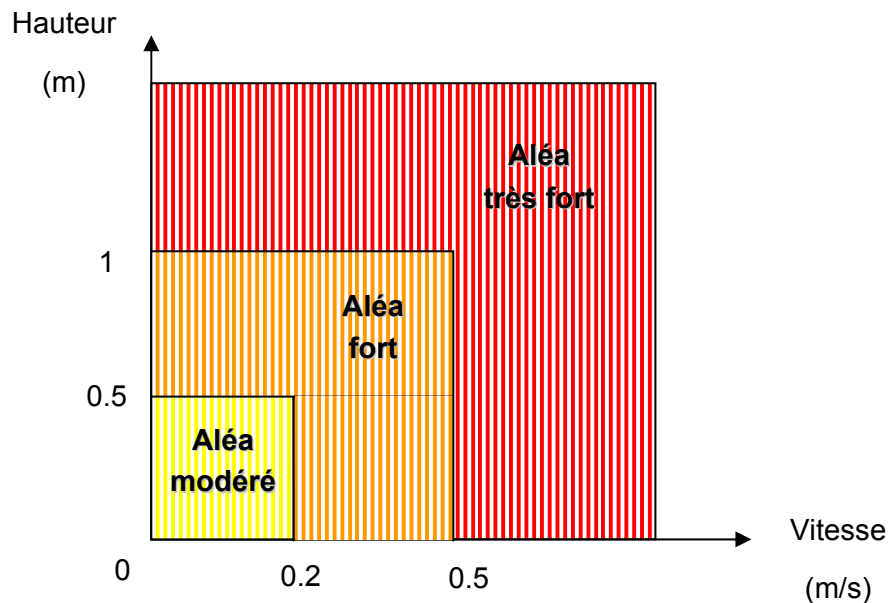
- Zones soumises à un aléa fort

Hauteurs d'eau comprises entre 0.5 et 1 m et/ou vitesses d'écoulement comprises entre 0.2 et 0.5 m/s.

- Zones soumises à un aléa modéré

Hauteurs d'eau inférieures à 0.5 m et vitesses d'écoulement inférieures à 0.2 m/s

Le schéma ci-après représente le croisement des paramètres vitesses et hauteur d'eau adopté pour la définition des zones d'aléa.



La cartographie de l'aléa pour une crue centennale au niveau de Donzy est présentée sur le fond IGN au 1/10 000. (cf. planche « Etude hydraulique – Crue centennale – Zones d'aléa »)

6.5. CONCLUSION DE L'ETUDE HYDRAULIQUE DE LA TRAVERSEE DE DONZY

La crue centennale modélisée permet de retrouver approximativement les zones inondables observées en 2001 ce qui confirme le caractère exceptionnel de cette crue.

L'inondation de la ville est inhérente à la fois aux débordements immédiats des cours d'eau et au ruissellement de voirie.

Dans la traversée de Donzy, certaines zones de l'agglomération, particulièrement proches des rives les plus basses, correspondent aux zones d'aléas les plus forts et qui, par conséquent, doivent faire l'objet d'une attention particulière pour la protection des biens et des personnes.

7. BIBLIOGRAPHIE

- **PPRI Val de Léré-Bannay-La Celle-sur-Loire**, 2002
- **Inondations dans les bassins versants : du Nohain, du ruisseau des Frossards, de l'œuf, du ruisseau de Saint-Loup, du ruisseau de la Fontaine Saint-Laurent, du ruisseau de Villechaud**, INGEROP, 2003a, Communauté de communes « Loire et Nohain »
- **Analyse, Diagnostic et propositions d'actions pour la gestion concertée et la mise ne valeur du Nohain**, H. FALLET, 1999, mémoire de Maîtrise des Sciences et techniques (MST IMACOF Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux), Université de Tours, Conseil Général de la Nièvre, Chambre d'Agriculture de la Nièvre
- **Dossier d'autorisation loi sur l'eau de la RD 33**, INGEROP, 2003b
- **Histoire de Cosne (réédition du livre « Cosne à travers les âges »)**, A. FAIVRE, 1895, réédition de 2005, Paris, collection « Le Livre d'histoire », Ramsart Lorisse
- **Atlas climatique de la France**, Ministère des transports Direction de la météorologie, Paris, 1979
- **Analyse des pluies de 1 à 10 jours sur 300 postes métropolitains**, Ministère des transports Direction de la météorologie & Ministère de l'Agriculture Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Paris, 1979
- **Synthèse nationale sur les crues des petits bassins versants, Fascicule 1, Eléments de pluviométrie**, Ministère de l'Agriculture Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 1980
- **Synthèse nationale sur les crues des petits bassins versants, Fascicule 3, La méthode CRUPEDIX**, Ministère de l'Agriculture Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 1980
- **Cartographie des zones inondables – Approche hydrogéomorphologique**, M. MASSON, G. GARRY, J.-L. BALLAIS, 1996, Paris, Les Editions Villes et Territoires