



Direction Régionale de l'Environnement
PAYS-DE-LA-LOIRE

Atlas des zones inondables du bassin versant des affluents de la VILAINE, la Chère, le Don et l'Isac par la méthode hydrogéomorphologique

Maître d'ouvrage : DIREN Pays de la Loire/Préfecture de Pays de la Loire

Comité de pilotage : DDE et DDAF de Loire-Atlantique, DIREN Pays-de-Loire.

Chef de projet : Véronique Durin

Expert : Laurent Mathieu

Contrôle qualité interne

- Rapport : Rédigé par Véronique Durin, Geneviève Serié, Olivier Sonnet.
- Cartographie : Effectuée par Véronique Durin, Laurent Mathieu, Geneviève Serié.
- SIG: Réalisé par Karine Adoul, Marie Boisard,

Date de rendu : novembre 06

N° d'affaire : A 05.12.0010

Pièces composant l'étude :

- 1 rapport d'étude
- 1 atlas
- 1 CD-Rom

Résumé de l'étude :

L'étude applique au linéaire global du Don, de la Chère et de l'Isac la méthode hydrogéomorphologique pour déterminer les zones inondables. Cette approche naturaliste fondée sur l'analyse des formes et formations des fonds de vallées permet d'identifier les différents lits de la rivière. Elle est complétée par des recherches d'archives sur les crues historiques.

Zone géographique :

Bassin versant du Don, de la Chère et de l'Isac affluents de la Vilaine, pays de Redon, Loire-Atlantique, région Pays de la Loire, France



SIEE PACA, Les Hauts de la Duranne, 370 rue René Descartes CS 90340
13 788 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tel. : 04 42 99 27 27 Fax. : 04 42 90 31 E-mail : siee.paca@siee.fr

SOMMAIRE

1	CONTEXTE PHYSIQUE INFLUENÇANT LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DES AFFLUENTS DE LA VILAINE	7
1.1	Presentation des bassins versants	7
1.2	Contexte geologique et Hydrogeologique.....	10
1.2.1	Géologie	10
1.2.2	Hydrogéologie	12
1.3	Contexte hydrologique.....	13
1.3.1	Contexte hydro-climatique.....	13
1.3.2	Suivi hydrométrique et calculs des débits de crue.....	16
1.3.3	Crues contemporaines	25
1.3.4	Calcul des volumes écoulés sur les crues mesurées	35
1.4	L'occupation du sol et l'artificialisation des milieux fluviaux	36
1.4.1	Occupation du sol.....	36
1.5	SYNTHESE	38
2	APPROCHE ET CARTOGRAPHIE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE	40
2.1	Méthodologie	40
2.1.1	Les bases de l'hydrogéomorphologie	40
2.1.2	Cartographie des unités hydrogéomorphologiques	40
2.1.3	Les principaux outils utilisés	46
2.1.4	Les outils complémentaires	47
2.1.5	Atouts et limites de la méthode hydrogéomorphologique.....	47
2.2	Commentaire des cartographies.....	48
2.2.1	Bassin de la Chère	48
2.2.2	Bassin du Don	55
2.2.3	Bassin de l'Isac	62
3	APPROCHE HISTORIQUE	71
3.1	Données d'archives et enquêtes	71
3.1.1	Recueil des données et méthode d'analyse.....	71
3.1.2	Résultats	72
3.1.3	Analyse des données	76
4	ELEMENTS D'ALTIMETRIE	81
4.1	Définition des tronçons homogènes	81
4.2	Détermination des secteurs à lever	82
4.3	Lever des profils	83
4.4	Résultats	83

5	SYNTHESE D'INONDABILITE ET CONCLUSION	92
5.1	Synthèse de l'inondabilité. Croisement des approches historiques et hydrogéomorphologiques	92
5.2	Conclusion.....	93
	BIBLIOGRAPHIE	95

INTRODUCTION

Contexte de l'étude

De par ses caractéristiques physiques (climat, densité du réseau hydrographique, géologie), la région Pays de Loire se trouve soumise au risque inondation avec des crues fréquentes. Conscients de cette problématique, les services de l'Etat ont lancé des études pour acquérir une connaissance plus précise des zones exposées. En 2004, La DIREN Pays de la Loire a fait réaliser un atlas hydrogéomorphologique des zones inondables de la vallée de l'Erdre, dans le but de vérifier et d'ajuster l'adaptation de la méthode hydrogéomorphologique au domaine morpho-climatique régional. Cette étude ayant apporté des conclusions favorables à l'utilisation de la méthode dans cette région, la DIREN Pays de Loire a souhaité l'appliquer sur des cours d'eau voisins, trois affluents de la Vilaine, la Chère, le Don et l'Isac.

Méthodologie retenue

La méthode de travail retenue pour cette étude est l'**analyse hydrogéomorphologique**, qui est une approche naturaliste fondée sur la compréhension du fonctionnement naturel de la dynamique des cours d'eau (érosion, transport, sédimentation) au cours de l'histoire. Elle consiste à étudier finement la morphologie des plaines alluviales et à retrouver sur le terrain les limites physiques associées aux différentes gammes de crues qui les ont façonnées. Dans l'élaboration du document, cette analyse géomorphologique appliquée aux espaces alluviaux se prête à être associée aux informations relatives aux crues historiques. L'analyse s'appuie sur l'interprétation géomorphologique d'une couverture stéréoscopique de photos aériennes (missions IGN 2004/FD44-56 au 1/8 000^{ème}, IFN 2003/2004 au 1/20 000^{ème} et 1996 au 1/20 000^{ème}) validée par des vérifications de terrain.

La présente étude est réalisée en conformité avec les principes retenus par les Ministères de l'Équipement et de l'Écologie et du Développement Durable pour la réalisation des atlas des zones inondables par analyse hydrogéomorphologique, exprimés à travers un guide méthodologique publié en 1996¹, ainsi qu'un cahier des charges national détaillé qui constitue aujourd'hui le document de référence pour ce type d'étude². Elle s'appuie d'autre part sur les adaptations apportées précédemment à la méthode pour l'appliquer en région tempérée océanique (Erdre 2004). La fiabilité de cette approche et ses limites ont par ailleurs été vérifiées à l'occasion de crues exceptionnelles récentes (Aude 1999, Gard 2002).

1 Cartographie des zones inondables : approche hydrogéomorphologique – DAU/DPPR, éditions villes & territoires, 1996,100p

2 CCTP relatif à l'élaboration d'Atlas de zones inondables par technique d'analyse hydrogéomorphologique – M.A.T.E / D.P.P.R, mars 2001

Contenu et objectifs du document

L'étude hydrogéomorphologique est constituée de cartes d'inondabilité réalisées aux échelles du 1/25.000^e et du 1/10 000^e, lesquelles sont accompagnées d'un commentaire relatif à chaque grand tronçon homogène des trois cours d'eau. Ce document est décliné en **deux dossiers** :

- Le présent rapport, qui s'articule autour de trois volets : la synthèse des principales caractéristiques physiques des bassins versants, les approches hydrogéomorphologiques et historiques.
- L'atlas, qui présente les cartographies hydrogéomorphologiques et historiques, en mentionnant les communes concernées.

Conformément au cahier des charges, outre les rapports papier, les données sont également restituées sous format informatique sur CD ROM. Le rapport fait l'objet d'une version numérique, et les éléments cartographiques sont digitalisés et intégrés dans un Système d'Information Géographique (SIG) réalisé sous MAP INFO. La cartographie numérisée sera amenée rapidement à être rendue accessible au grand public sur internet.

L'objectif de cette étude est la **qualification et la cartographie des zones inondables**. Il s'agit de fournir aux services de l'administration et aux collectivités territoriales (communes) des éléments d'information préventive, utilisables dans le cadre des missions :

- d'information du public,
- de porter à connaissance et d'élaboration des documents de planification (PLU, SCOT),
- de programmation et de réalisation de Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI) à portée réglementaire.

La cartographie produite par l'analyse hydrogéomorphologique permet de disposer **d'une vision globale et homogène des champs d'inondation** sur l'ensemble des secteurs traités **en pointant à un premier niveau, les zones les plus vulnérables** au regard du bâti et des équipements existants. Cette information qualitative est complétée par des éléments d'altimétrie ponctuels exprimés en cotes NGF intégrant le niveau des plus hautes eaux connues (P.H.E.C) fournies par les repères de crues existant ainsi que les données des stations hydrométriques. Par ailleurs, pour chaque cours d'eau, des levés topographiques ont été réalisés sur les unités hydrogéomorphologiques, dans l'objectif de fournir une cote de référence par tronçon de cours d'eau, et, plus particulièrement à proximité des zones urbanisées.

Dans la **stratégie de gestion du risque inondation**, le rapport ci-après doit donc être perçu comme **un document amont, d'information et de prévention**, relativement précis mais dont les limites résident clairement dans la quantification de l'aléa (notamment vis-à-vis de la définition de la crue de référence et de la détermination des paramètres hauteur ou vitesse des écoulements).

Périmètre et échelle d'étude

Le périmètre d'étude retenu par la DIREN Pays de la Loire couvre les bassins versants du Don, de la Chère et de l'Isac. Outre ces trois cours d'eau principaux, tous leurs principaux affluents sont pris en compte. Dans ce périmètre, l'intégralité des zones inondables sont cartographiées, ainsi que les confluences avec les affluents et les vallons latéraux non étudiés.

L'échelle de cartographie retenue est le 1/25.000^e sur la totalité du secteur d'étude, avec des zooms au 1/10 000 sur les secteurs à enjeux ; l'ensemble étant reporté sur un fond de plan monochrome constitué par le SCAN 25 de l'I.G.N fourni par le maître d'ouvrage.

1 CONTEXTE PHYSIQUE INFLUENÇANT LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DES AFFLUENTS DE LA VILAINE

L'objectif de ce chapitre est de réaliser une synthèse des informations caractérisant le fonctionnement des bassins versants. Pour ce faire nous avons consulté de nombreux documents :

- les études existantes sur les bassins versants
- de la bibliographie générale portant sur le département

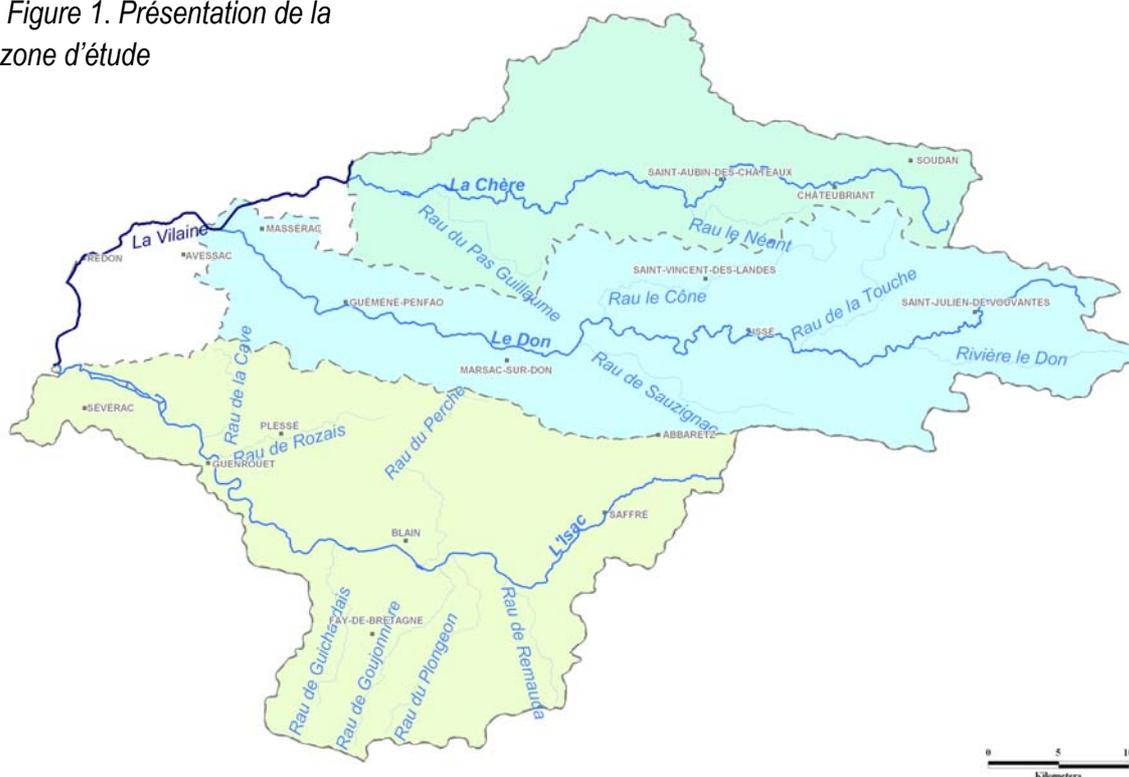
On trouvera en bibliographie la liste exhaustive des études et ouvrages consultés. On voudra bien s'y reporter pour plus de précision sur un aspect ou sur un autre.

1.1 PRESENTATION DES BASSINS VERSANTS

Le périmètre d'étude est constitué par les bassins versants de trois importants affluents de la Vilaine que sont la Chère, le Don et l'Isac. Ce secteur recouvre une superficie de 2013 km² dont la quasi totalité se situe dans le département de la Loire-Atlantique à l'exception de zones ponctuelles qui recourent les départements limitrophes de l'Ille et Vilaine (113 km² du bassin versant de la Chère), du Maine-et-Loire (17 km² du bassin versant du Don), et du Morbihan (10 km² du bassin versant de l'Isac).

En l'absence de reliefs conséquents, les interfluves sont peu marqués. Il s'agit le plus souvent de petites collines d'altitude moyenne (80 à 90 m) qui encadrent les dépressions des vallées, comme celles situées au Sud de Fay-de-Bretagne qui déterminent la ligne de partage des eaux entre les bassins de la Vilaine et la Loire. Les autres limites d'extension sont : à l'Est de Saint-Julien-de-Vouvantes la forêt de Chanveaux ; et au Nord de Chateaubriant, les collines de la forêt d'Araize (80 m).

Figure 1. Présentation de la zone d'étude



La **Chère** prend sa source sur la commune de Soudan au Nord de la forêt de Joiné, et parcourt 67 km avant de se jeter dans la Vilaine sur la commune de Pierric (à cote 3 mètres NGF). Sa pente moyenne est relativement faible (0.14 %) ce qui favorise un tracé en méandres accompagné d'un faible transport solide. Guidé par les caractéristiques géologiques et morphotectoniques régionales, son bassin versant présente une forme allongée que l'on peut qualifier "de type peuplier" (c'est-à-dire étiré, avec un réseau hydrographique secondaire de faible linéaire qui suit peu ou prou l'orientation du cours d'eau principal) Parmi ces affluents, le ruisseau de l'Aron est le plus important (28 km), suivi des ruisseaux de Néant et de Pas Guillaume (respectivement 12 et 13 km).

Le **Don** prend sa source sur la commune de Saint-Michel de Chanveaux à 94 mètres d'altitude et parcourt 93 km avant de rejoindre la Vilaine à hauteur de Massérac. La pente moyenne de son cours est également faible (0.09 %) et son bassin versant présente des caractéristiques morphologiques très proches de celui de la Chère (à savoir très étiré et compact). La densité du réseau hydrographique est cependant plus importante que le cours d'eau précédent ; et, hormis ces deux principaux affluents que sont le Ruisseau le Cône et Ruisseau la Touche (d'une longueur respective de 28 et 17 km), il se caractérise par une multitude de petits drains secondaires dont la longueur ne dépasse pas 4 km.

L'**Isac** prend sa source à 45 m d'altitude sur la commune d'Abbaretz et se déverse dans la Vilaine 79 km plus loin à Théhillac. Ses caractéristiques morphologiques sont sensiblement différentes des cours d'eau précédents, avec un bassin versant beaucoup plus ouvert et évasé "en poire" alimenté par un réseau hydrographique dendritique. Il présente une pente moyenne extrêmement faible (< à 0,06 %) sur la partie naturelle de son cours jusqu'au niveau du lieu dit "la Jossai" (aval de Saffré). A partir de ce point il longe le Canal de Nantes à Brest sur près de 7 km avant leur jonction à l'Ecluse du Gué de l'Atelier. A l'aval de cet ouvrage son tracé est donc entièrement canalisé avec un niveau régulé par une série de seuils et d'écluses.

Il reçoit les eaux de ses principaux affluents : le Plongeon, la Goujonnière, la Perche, le Guichardais, le Rozais et la Cave. A la suite de la construction du Canal, les eaux du Remauda ont été déviées de leur cours naturel (confluence avec l'Isac) pour confluer dans ce canal.

Cours d'eau étudiés			
Rivière	Linéaire (km)	Bassin versant (km ²)	Pente moyenne
Bassin versant de la CHERE			
La Chère	67	454	0.14 %
L'Aron	26		
Le Néant	12		
Le Pas Guillaume	13		
Bassin versant du DON			
Le Don	93	715	0.09 %
Le petit Don	20		
La Touche	17		
Le Cône	28		
Sauzignac	19		
Bassin versant de l'ISAC			

L'Isac	79	735	0,06 %
La Remauda	12		
Le Plongeon	19		
La Goujonnière	19		
La Perche	22		
La Guichardais	17		
Le Rozais	15		
La Cave	11		

Les communes concernées par cette étude sont les suivantes, par cours d'eau, d'amont en aval :

CHERE	DON	ISAC
Soudan	Vritz	Abbaretz
Châteaubriant	Chalain-la-Potherie	Saffré
Rouge	Le Pin	Héric
Saint-Aubin-des-Châteaux	La Chapelle Glain	La Chevallerais
Sion les Mines	Saint Michel de Chanveaux	Notre-Dame-des-Landes
Mouais	Juines-des-Moutiers	Blain
Grand-Fougeray	Saint-Julien-des-Vouvantes	Vain
Pierric	Petit-Auverne	La Grave
Sainte-Anne-sur-Vilaine	Moisdon-la-Rivière	Fay-de-Bretagne
Derval	Erbray	Genrouët
La Dominelais	Issac	Pléssé
Saint Sulpice des Landes	Treffieux	Fegréac
Erce en Lamée	Louisfert	Séverac
Teillay	Saint-Vincent-des-landes	
Ruffigne	Jans	
	Abbaretz	
	Nozay	
	Marsac-sur-Don	
	Conquereuil	
	Guéméné-Penfao	
	Masserac	
	Avessac	

1.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

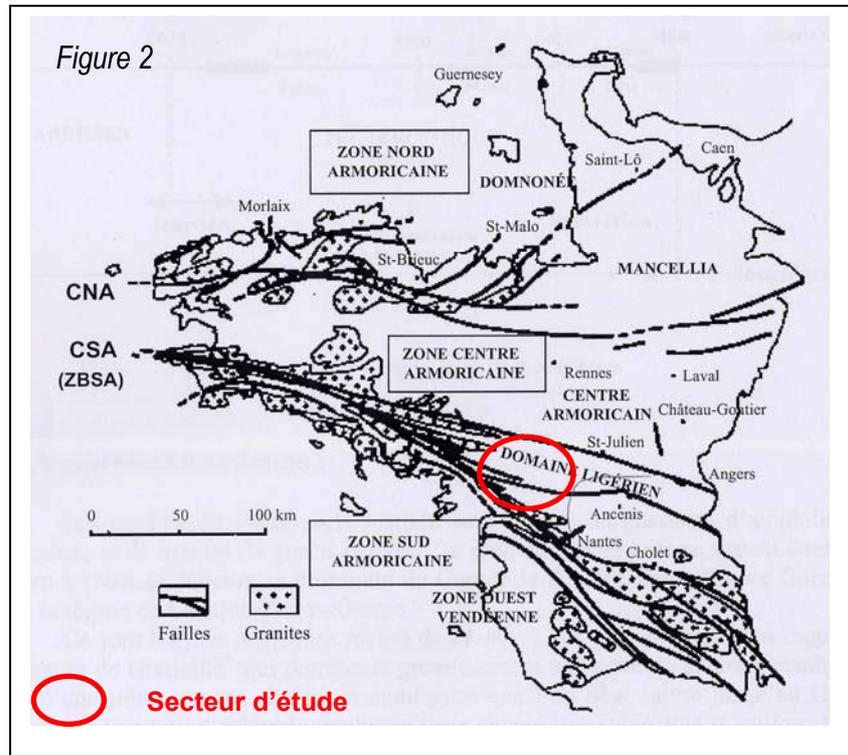
1.2.1 Géologie

La zone d'étude est située au cœur du Massif Armoricain qui résulte de la collision Hercynienne d'anciens continents à l'ère Primaire.

Des zones de contact (cisaillements Nord et Sud Armoricain) datant de cette collision délimitent trois grands ensembles structuraux aux terrains différents:

- zone Nord Armoricaine
- zone Centre Armoricaine
- zone Sud Armoricaine

Au sein de ces ensembles on distingue trois sous-ensembles parmi lesquels, les domaines Centre Armoricain et Ligérien, qui recoupent notre secteur d'étude.



Ces deux domaines mettent à l'affleurement des terrains d'âge Paléozoïque (Primaire) parmi lesquels on distingue plusieurs unités délimitées par des failles cisailantes qui composent le Cisaillement Sud Armoricain. Des terrains Cénozoïques et Quaternaires reposent en discordance sur les unités anciennes du Paléozoïque qui sont intensément métamorphisées et dont la structure d'ensemble plissée donne naissance à de grands anticlinaux et synclinaux.

Ces distinctes unités sont représentées sur la carte géologique simplifiée du secteur d'étude (page suivante) qui permet de visualiser ces différents terrains. Par ordre chronologique on rencontre les formations suivantes.

Terrains Primaires

Les terrains les plus anciens affleurent au Nord du bassin versant de la Chère, il s'agit de grès et de conglomérats datant du Briovérien (Précambrien). Ces terrains protérozoïques ainsi que les schistes et grès attenants datant de l'Ordovicien appartiennent à l'unité Centre-Armoricaine.

- Le synclinal de Saint-Julien-de-Vouvante est séparé de la précédente par des failles majeures. Les terrains qui la composent sont des schistes et des calcaires de l'Ordovicien et des quartzites du Silurien qui affleurent dans la partie axiale du synclinal.

- Les schistes et les grès de l'unité de Lanvaux dessinent un vaste anticlinal. Ces roches sont d'âge Cambrien et Silurien. Elles sont attenantes à l'unité de Redon-Nozay dont les faciès schisteux et quartzitiques constituent un vaste synclinal.
- La dernière unité en présence est celle de Saint-Georges-sur-Loire qui dessine un synclinal. Il est caractérisé par des faciès gréseux à sa base surmontés par des schistes au sein desquels s'intercalent des niveaux de quartzites qui soulignent le plissement général de l'ensemble.

Le Sud du bassin versant se caractérise par la présence de **roches cristallophylliennes**. Les micaschistes et amphibolites sont le résultat du métamorphisme de roches sédimentaires et les orthogneiss sont issus de roches granitiques. Ces formations cristallines d'âge paléozoïque reprises par un métamorphisme de haute pression chevauchent les unités peu métamorphisées précédemment décrites.

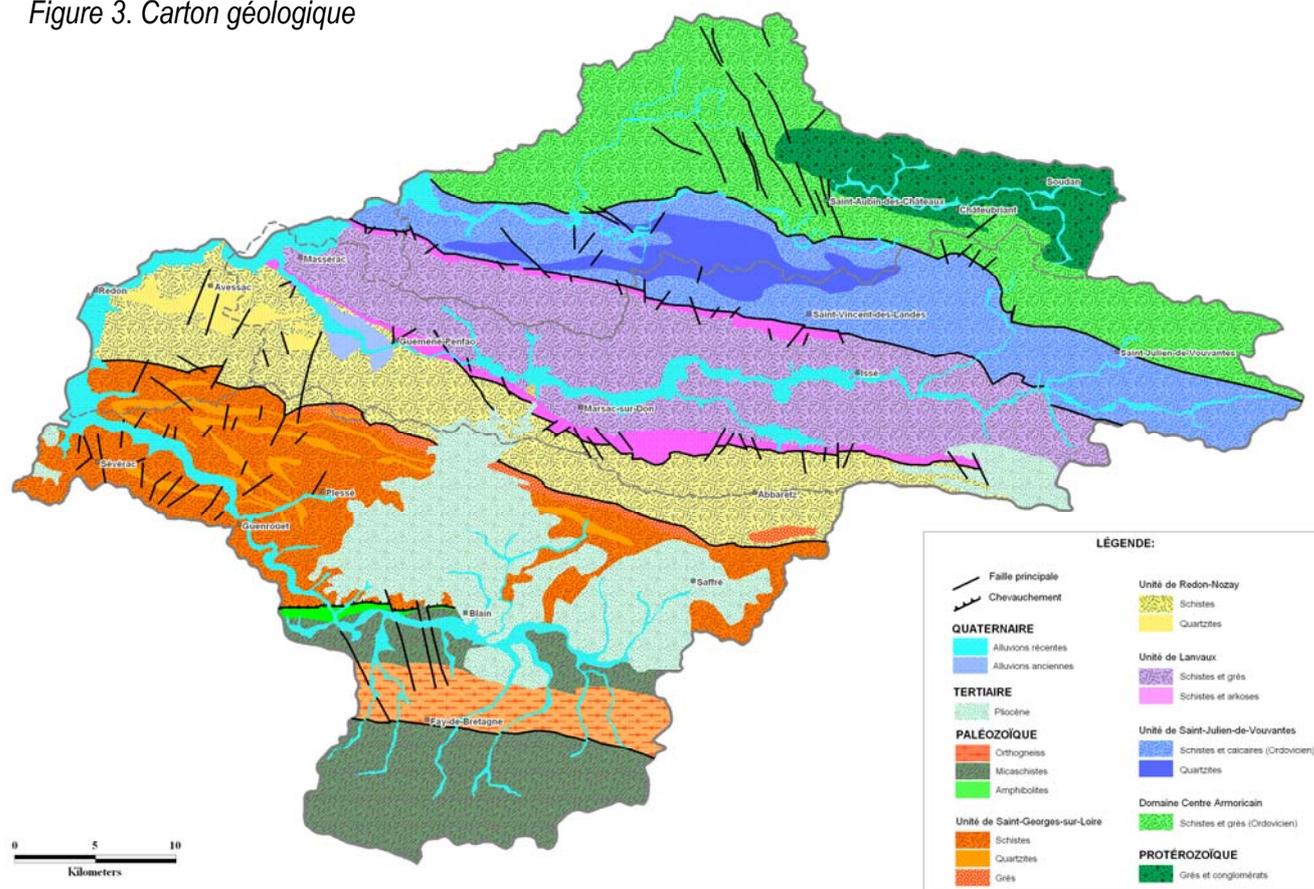
Formations Tertiaires

Ces terrains du Cénozoïque sont représentés par les sables du Pliocène qui affleurent largement autour des communes de Blain et de Saffré. Ce secteur est un bassin d'effondrement tertiaire. Les sables et graviers ici présents résultent d'une accumulation détritique où ont été stockés les débris issus du démantèlement des reliefs Armoricaux Hercynien, au cours de la pénéplanation qui a eu lieu du Pliocène au Plio-Quaternaire. Ces dépôts tertiaires ont des épaisseurs variées, ils peuvent atteindre une cinquantaine de mètres au maximum de la série et ils sont présents sur 5 et 10 mètres dans les secteurs de Blain et de Saffré, respectivement.

Formations du Quaternaire

Les alluvions anciennes et récentes du Quaternaire viennent draper ces terrains Primaires et Tertiaires. Elles sont de nature argileuse à argilo-sableuse et l'épaisseur des dépôts est très peu puissante, elle ne dépasse que très rarement le mètre. Si les alluvions anciennes sont très peu représentées, les alluvions récentes sont très présentes sur l'ensemble du réseau hydrographique, tant sur les cours d'eau principaux que sur les affluents.

Figure 3. Carton géologique



On distingue peu de différences géologiques entre les trois bassins versants, les terrains du Primaire sont présents sur l'ensemble du secteur d'étude. Seul le bassin versant de l'Isac, où affleure une large étendue de sables Pliocènes, s'individualise. C'est dans ce bassin versant que les eaux météoriques auront le plus tendance à s'infiltrer. Il faut noter que ces grandes tendances restent de grandes approximations, les phénomènes variant en fonction de contextes morphologique (pente plus ou moins forte), météorologique (intensité pluvieuse plus ou moins forte) et géologique (fracturation plus ou moins intense du substrat) spécifiques. Ainsi la couche de sol répond différemment en fonction de ces facteurs, auxquels s'ajoute l'occupation du sol, puisqu'un terrain labouré ne réagit pas de la même manière qu'une pâture ou un bois.

1.2.2 Hydrogéologie

Sur les terrains du **socle primaire**, largement dominants sur l'ensemble des bassins versants, le **ruissellement prédomine sur l'infiltration sur de faibles pas de temps**. Au sein de ces roches dures qui ne présentent pas de porosité d'interstice, l'eau ne circule qu'à la faveur de la fissuration et le long des grandes failles cisailantes, c'est pourquoi on ne recense que très peu de réserves souterraines. Les seules ressources en eau exploitées sur ce bassin versant sont contenues au sein des **terrains plus poreux du Cénozoïque** (bassin versant de l'Isac) et au sein des niveaux alluvionnaires superficiels. La nappe du bassin de Saffré est l'une des plus importantes du secteur, elle est contenue au sein des calcaires Oligocène (non affleurants) recouverts par les sables du Pliocène. Les sables

affleurant permettent l'infiltration et la circulation des eaux météoritiques qui sont ensuite stockées au sein des strates calcaires puissantes d'environ 40 mètres.

Les **alluvions récentes** des affluents de la Vilaine, ne sont pas suffisamment puissantes pour abriter des nappes susceptibles d'être exploitées. Seule la nappe de Massérac qui est contenue au sein des alluvions récentes de la Vilaine est sollicitée de manière conséquente.

1.3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

1.3.1 Contexte hydro-climatique

1.3.1.1 Contexte climatique général : un climat océanique légèrement dégradé

Sur l'ensemble du département et des trois bassins versants, l'**influence océanique** est dominante. La pénétration de dépressions venues de l'Atlantique est facilitée par la présence de l'estuaire de la Loire et l'absence de reliefs. Le climat océanique est caractérisé par des températures douces tout au long de l'année, une faiblesse des écarts de températures, des précipitations fines et abondantes qui tombent toute l'année, et une instabilité des types de temps. Mais la disposition du relief Armoricaïn protège la majeure partie du département des fortes pluies venant du Sud-Ouest ou de l'Ouest, ce qui explique que les précipitations ont des valeurs modérées, à l'exception de celles relevées sur les reliefs plus exposés aux vents dominants des bordures Ouest, Est et Sud. Si leur fréquence est importante, presque un jour sur deux, il s'agit surtout de pluies de faible intensité.

La situation particulière du département à l'intérieur de la péninsule bretonne amène à une dégradation du climat océanique pour deux raisons essentielles :

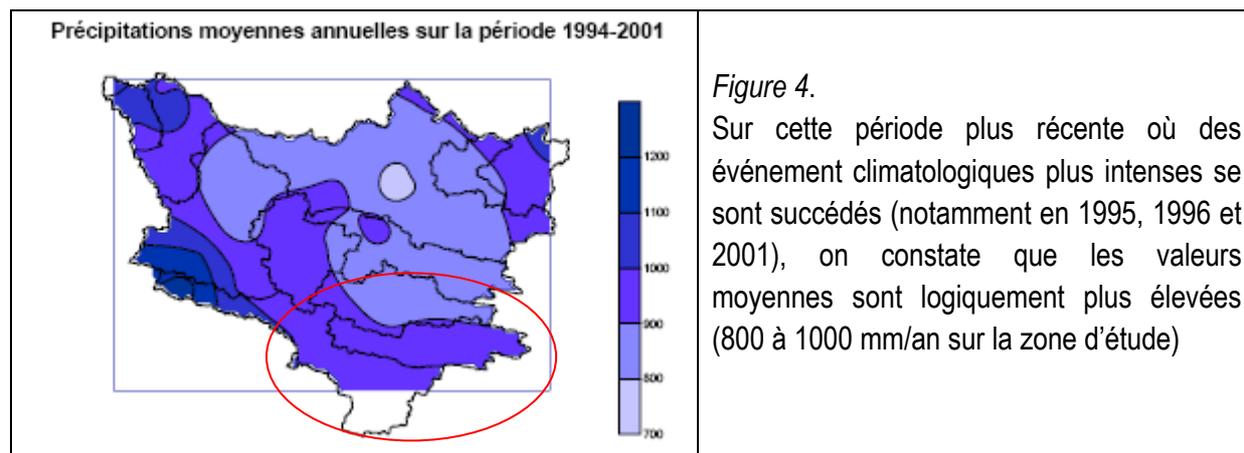
- ✓ une position largement en retrait de la frange littorale qui va influencer sur les contrastes thermiques,
- ✓ la présence de reliefs plus ou moins accusés qui vont modifier le régime pluviométrique.

Le temps perturbé et pluvieux de l'hiver et des intersaisons se résume en trois situations :

- ✓ perturbations de Nord-ouest,
- ✓ perturbations d'Ouest,
- ✓ perturbations de Sud-Ouest s'opposant à la circulation de Nord.

Les **précipitations moyennes annuelles** sont de l'ordre de **770 mm**. Cette moyenne est établie sur une période de 31 ans de 1964 à 1994 sur les stations suivantes :

	Pluviométrie annuelle	Pluviométrie maximale 24h
Guémené Penfao	772 mm	68 mm
Châteaubriant	775 mm	56 mm
Saint-Mars	764 mm	73 mm



La **pluviométrie moyenne mensuelle** met en évidence une période déficitaire en eau durant les mois d'été et des mois d'hiver plus pluvieux.

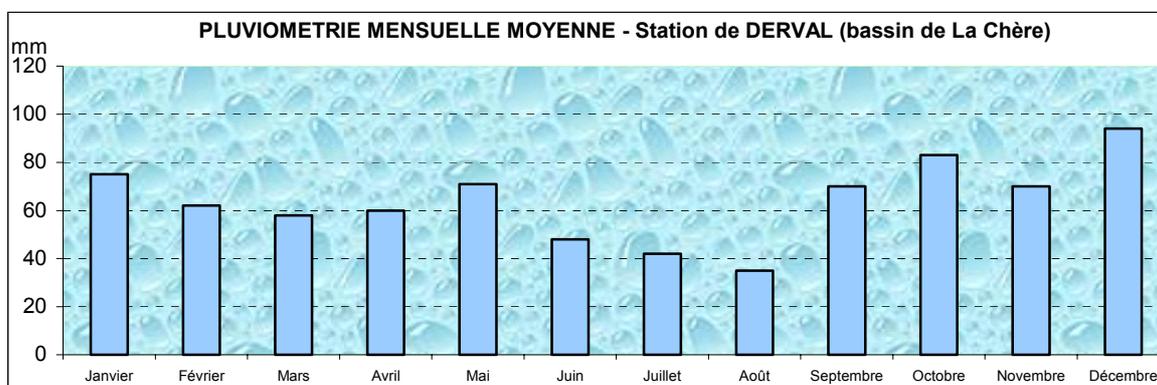


Figure 5.

- Durant les mois de juin, juillet et août le déficit d'eau se traduit par une moyenne mensuelle de l'ordre de 40 mm qui induit de sévères étiages sur les affluents de la Vilaine. Certaines années peuvent être particulièrement sèches : en août 2003 et juin 2004 seulement 10 mm d'eau ont été enregistrés dans le secteur.
- La période la plus arrosée s'étale de septembre à janvier avec une pluviométrie oscillant entre 65 et 95 mm. Le mois de mai connaît également de fortes précipitations (65mm) mais c'est durant le mois de décembre que la moyenne mensuelle est la plus élevée (94 mm).

En raison de ces précipitations, **les mois d'octobre à janvier sont les plus exposés au risque inondation**. Ces précipitations résultent de dépressions de flux d'Ouest ou Sud-Est correspondant aux vents dominants.

On note en moyenne **170 jours de pluie par an** avec des pluies relativement faibles se présentant généralement sous forme de crachin bien que des pluies plus intenses puissent se produire. Sur les stations précédemment citées, les mesures pour les pluies biennales, décennales et centennales pour les pluies journalières sont les suivantes:

	P = 2 ans	P = 10 ans	P = 100 ans
Guémené Penfao	40 mm	61 mm	85 mm
Châteaubriant	40 mm	62 mm	90 mm
Saint-Mars	40 mm	62 mm	88 mm
Derval		56 mm	

A titre de comparaison, le 19 janvier 1995 où s'est produite une crue importante sur l'ensemble du bassin versant, les précipitations journalières ont atteint 49,2 mm. Ces valeurs sont importantes mais elles ne présentent pas un caractère exceptionnel, (période de retour 5 ans). Les inondations résultent souvent d'évènements étalés dans la durée.

1.3.1.2 Saisonnalités des crues

Des crues sévères interviennent lorsque les pluies sont excessives **et le sol saturé**. Elles se produisent généralement en automne et hiver, du fait de la multiplication exceptionnelle des perturbations pluvieuses habituelles. La Bretagne n'est cependant pas à l'abri des crues de printemps (exemple de la Vilaine en mai 1981).

Un recueil des crues les plus mémorables en Bretagne est proposé ci-dessous ; cette liste non exhaustive est issue de la Diren :

- Morlaix : 1880, 1883, janvier-février 1910, 1925, novembre 1974 et 1990.
- Quimper : janvier 1925, novembre 1945, octobre 1966, novembre 1974 et 1990.
- Chateaulin : 1846, décembre 1878, 1883, janvier 1925, octobre 1966, février 1974, 1982, 1990, 1994.
- Quimperlé : janvier 1925, Septembre 1866, novembre 1974, 1990, 1993.
- Pontivy : décembre 1878, 1880, 1883, janvier 1925, 1950, novembre 1974.
- Rennes : 1859, octobre 1966, novembre 1974, mai 1981.
- Redon : 1836, janvier 1936, 1988.

Nota : à vrai dire, la tendance des crues majeures à se produire l'hiver est fortement influencée par les crues contemporaines de 1995, 1999, 2001. Une analyse historique plus poussée et notamment en terme de pluviométrie permettrait d'affiner ce point.

1.3.1.3 Evènements pluvieux à l'origine des crues

Les principales crues contemporaines n'ont pas été engendrées par des épisodes pluvieux particulièrement violents. En général, **un épisode pluvieux « saturant »** de durée relativement longue mais d'intensité modérée **précède un pic de précipitations « déclencheur »** plus ponctuel (de 12 à 48 h) de période de retour inférieure ou égale à 5 ans.

Nous reviendrons plus en détail sur ces caractéristiques météorologiques dans le dernier chapitre dédié aux crues historiques et contemporaines.

1.3.2 Suivi hydrométrique et calculs des débits de crue

La DIREN Pays de Loire est depuis 2001, gestionnaire de 6 stations hydrométriques sur le bassin versant de la Vienne. Il s'agit des stations situées :

- ✓ sur l'Isac (1 poste),
- ✓ le Don (3 postes)
- ✓ la Chère (2 postes).

Ces stations étaient anciennement gérées par la DIREN de bassin Loire Bretagne pour trois d'entre elles.

1.3.2.1 Descriptif des stations en activité

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques des stations hydrométriques identifiées précédemment :

	Station	Mise en service	Surface BV (km ²)	Données disponibles	Gestionnaire
La Chère	Châteaubriant [Béré]	10 octobre 1996	61.5	<ul style="list-style-type: none"> ○ Provisoires (2005) ○ Validés bons (1996-2004) 	DIREN Pays-de-Loire
	Derval [Pont RN 137]	01 décembre 1986 12:00	349	<ul style="list-style-type: none"> ○ Invalidés (1993-1994 ; 1996) ○ Validés douteux (1987-1990 ; 1995 ; 2004-2005) ○ Validés bons (1991-1992 ; 1999-2003) 	DIREN Pays-de-Loire ----- cette station a été gérée par le Service de Bassin Loire-Bretagne jusqu'au 15.09.2000
	Grand-Fougeray [Bernardais] (sur l'Aron)	18 octobre 1968 10:30	118	<ul style="list-style-type: none"> ○ Validés bons (1968-1999 ; 2001-2002) ○ Validés douteux (2000) ○ Provisoires (2003-2005) 	DIREN Bretagne
Le Don	Treffieux [Le Bourg]	11 juin 2003 14:33	305	<ul style="list-style-type: none"> ○ Provisoires (2003) ○ Validés bons (2004-2005) 	DIREN Pays-de-Loire
	Guémené-Penfao [Juzet]	18 décembre 1979 12:00	598	<ul style="list-style-type: none"> ○ Validés douteux (1983-1990) ○ Validés bons (1991-1992 ; 1999-2003) ○ Invalidés (1993-1996) ○ Provisoires (1997-1998 ; 2004-2005) 	DIREN Pays-de-Loire
	Conquereuil [Les Rivières]	15 novembre 2000 00:00	580	<ul style="list-style-type: none"> ○ Invalidés (2005). ○ Provisoires (2001-2002 ; 2004) ○ Validés bons (2003) 	DIREN Pays-de-Loire
Isac	Guenrouet [Melneuf]	01 mars 2001 00:00	658	<ul style="list-style-type: none"> ○ Provisoires (2001-2005) 	DIREN Pays-de-Loire

L'ensemble de ces stations est de type « échelle limnimétrique » ; les débits sont donc extrapolés à partir d'une courbe de tarage. Des ajustements de type Gumbel sont réalisés sur les échantillons de mesures disponibles. Les résultats de ces traitements statistiques sont présentés ci-après.

1.3.2.2 Ajustement statistique DIREN : Résultats des ajustements par une loi de Gumbel

		QIX 2 ans	QIX 5 ans	QIX 10 ans	QIX 20 ans	QIX 50 ans	QIX/QJ*
La Chère	Châteaubriant [Béré] 8 valeurs	7.3 [5.4 ; 11.0]	9.5 [7.8 ; 17.0]	11.0 [8.9 ; 21.0]			1.33 [1.21 ; 4.03]
	Derval [Pont RN 137] 18 valeurs	42.0 [31.0 ; 59.0]	71.0 [57.0 ; 100.0]	90.0 [72.0 ; 140.0]	110.0 [86.0 ; 170.0]		1.23 [1.18 ; 1.27]
La Chère	L'Aron Grand-Fougeray [Bernardais] 36 valeurs	12.0 [9.7 ; 14.0]	19.0 [17.0 ; 24.0]	24.0 [21.0 ; 31.0]	29.0 [25.0 ; 38.0]	36.0 [30.0 ; 47.0]	1.27 [1.21 ; 1.39]
Le Don	Treffieux [Le Bourg]	Pas assez de valeurs pour un ajustement statistique.					
	Guémené-Penfao [Juzet] 21 valeurs	56.0 [44.0 ; 74.0]	92.0 [76.0 ; 130.0]	120.0 [94.0 ; 160.0]	140.0 [110.0 ; 200.0]	170.0 [130.0 ; 250.0]	1.10 [1.08 ; 1.11]
	Conquereuil [Les Rivières]	Pas assez de valeurs pour un ajustement statistique.					
Isac	Guenrouet [Melneuf]	Pas assez de valeurs pour un ajustement statistique.					

En rouge : nombre de valeurs dans l'échantillon ayant servi à l'ajustement statistique.

En bleu : valeur ajustée.

En vert : intervalle de confiance à 95 %.

* coefficient de pointe : rapport QIX/QJ sur les vingt-cinq plus fortes crues.

QIX : débit instantané maximum.

QJ : débit journalier.

L'objectif du tableau précédent n'est pas d'effectuer une comparaison entre les différents ajustements, l'hétérogénéité des échantillons ajustés ne permettant pas de réaliser une véritable comparaison.

Le nombre limité d'années de mesure est à l'origine d'amplitudes d'intervalle de confiance relativement importantes. En somme, la qualité des ajustements est difficilement appréciable.

L'ajustement de Châteaubriant est probablement le plus discutable puisque reposant sur huit années de mesures. On notera notamment que le débit décennal a été dépassé par trois fois au cours des vingt dernières années.

1.3.2.3 Maximums enregistrés aux stations hydrométriques

Rivière	Localisation	Mise en service	QIX max	Date	QJ max	Date	Hauteur max	Date
La Chère	Châteaubriant [Béré]	1996	11.2	6 janvier 2001 00:01	9.74	5 janvier 2001	158	6 janvier 2001 00:01
	Derval [Pont RN 137]	1986	105.0	5 janvier 2001 10:18	89.9	5 janvier 2001*	283	20 janvier 1995 04:39
La Chère (Aron)	Grand-Fougeray [Bernardais]	1968	34.0	13 mai 1981 05:02	30.40	13 mai 1981	276	13 mai 1981 05:02
Le Don	Treffieux [Le Bourg]	2003	29.0	14 janvier 2004 14:22	27.50	14 janvier 2004	184	14 janvier 2004 14:22
	Guéméné-Penfao [Juzet]	1979	141.0	5 janvier 2001 22:17	124.0	6 janvier 2001	393	5 janvier 2001 22:17
	Conquereuil [Les Rivières]	2000	142.0	5 janvier 2001 21:13	57.9	14 janvier 2004	114	5 janvier 2001 21:13
Isac	Guenrouet [Melneuf]	2001	11.3	20 avril 2004 06:34	8.05	19 février 2006	142	28 décembre 2002 09:01

A noter que les hauteurs maximum ne correspondent par forcément au maximum de débit : phénomène d'hystérésis. Les hauteurs de crue sont parfois supérieures en période de décrue à débit équivalent.

L'évènement de 2001 apparaît comme remarquable sur le plan des débits max. Très peu de trace de la crue de 1995 dans les rubriques « débits de pointe ou débits max journaliers ». L'évènement de 1995 est en effet moins spectaculaire que 2001 sur le plan des débits. Ce dernier apparaît plutôt remarquable en terme de volume. Nous reviendrons plus en détail sur ce point.

1.3.2.4 Connaissance des débits extrêmes (calcul par la méthode du « gradex »)

Nous avons retenu les calculs issus du modèle pluie-débit du « gradex esthétique ».

Rivière	Localisation	BV (km ²)	QIX 10 ans (m ³ /s)	Q 100 ans (gradex abattu) (m ³ /s)	Q spécifique (l/s/km ²)	QIX 100 ans / QIX 10 ans
Chère	Chateaubriant	61.5	11.0 * (sous-estimé)	20	325	1.82
	Derval	349	93.0	180	516	1.94
	Exutoire	454	122.0	221	487	1.81
Don	Guémené-Penfao [Juzet]	598	115.0	225	376	1.96
	Exutoire	715	131.0	238	333	1.82
Isac	Exutoire	735	99.0	186	253	1.88

* le **débit décennal** proposé pour la station de Châteaubriant est mauvais du fait d'un échantillon trop petit. Par ailleurs en complément de la remarque précédente sur cette station, cette valeur est probablement sous-estimée et influe directement sur le calcul du débit centennal (débit spécifique pour 100 ans très inférieur à celui obtenu en aval à Derval). **En reprenant, la formule de Myer pour l'occurrence centennale, on trouve pour Châteaubriant un débit centennal de l'ordre de 36.5 m³/s, soit un débit spécifique de 593 l/s/km². Ce résultat semble bien donc plus acceptable que celui présenté dans le tableau précédent.**

Dans la majorité des cas, les postes pour lesquels il n'a pu être réalisé d'hydrologie statistique correspondent à des stations disposant de peu de données ou de données douteuses (évaluation des débits décennaux imprécise, difficulté du choix du « point pivot » dans la méthode du gradex).

Il s'agit plus précisément de :

- ✓ **Guenrouët sur l'Isac.** Cette station, mise en place en 2001, ne fournit pas assez de données pour réaliser un ajustement statistique viable.
- ✓ **Treffieux et Conquereuil sur le Don.** Ces stations, mises en place respectivement en 2003 et 2000, ne disposent pas de assez de données pour réaliser un ajustement statistique fiable.

Pour les bassins non jaugés, l'« étude de la Vilaine - IAV » a permis d'établir à partir d'une corrélation des débits calculés sur l'ensemble du bassin de la Vilaine, des lois régionale de type **a*S^b** pour les périodes de retour 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans.

Les débits centennaux aux exutoires des bassins non jaugés sont ainsi évalués via une formule de type Myer : $Q = 1.73 \cdot S^{0.71}$

Conclusions :

Le débit spécifique évalué sur la **Chère à Châteaubriant** est inférieur à celui calculé à Derval. Ce résultat est très surprenant, puis qu'aucun affluent majeur n'est présent entre Châteaubriant et Derval. **Nous attribuerons ce résultat à une sous-évaluation du débit décennal. Le nombre d'années de données est en effet insuffisant pour s'assurer un ajustement statistique fiable.** L'évènement de 1995 n'est par exemple pas pris en compte dans l'ajustement (station emportée par la crue).

Les résultats proposés sur l'**Isac** sont exclusivement issus de la loi de Myer « régionale ». Nous ne disposons pas de suffisamment d'éléments pour critiquer les résultats proposés. Néanmoins, il apparaîtrait préférable de retenir une méthode type gradex avec un débit décennal issu de la loi régionale afin de mettre à profit l'information pluviométrique qui semble plus précise, pour calculer le débit centennal sur l'Isac. Des travaux complémentaires sur ce point sont largement justifiés.

Le ratio QIX 100 / QIX 10 sur les trois bassins versants se bornent à l'intervalle [1.81 ; 1.96]. Ce dernier est en accord avec les évaluations que l'on trouve dans la littérature pour les bassins sous influence océanique.

1.3.2.5 Estimation des débits de plein bord

Le calcul stricto sensu des débits de plein bord nécessite un certain nombre de données qui ne sont que partiellement ou pas réunies dans le cadre de cette étude. Toutefois une estimation a pu être réalisée sur la base des éléments disponibles, à savoir :

- Les levés bathymétriques issus de l'étude sur la Vilaine
- Les levés topographiques existants à Châteaubriant
- Les levés topographiques effectués par nos soins dans le cadre de cette étude (cf chapitre 4)
- Des calculs de pente des lits mineurs et majeurs, établis sur la base de ces topographies disponibles.

Pour élaborer cette estimation, nous avons utilisés la formule de Manning-Strickler, qui se base sur les paramètres suivants :

- La pente
- La section d'écoulement
- Le coefficient de frottement (K)

Ces calculs ont été menés sur les 3 grands cours d'eau, à plusieurs endroits de leur bassin versant. La carte ci-après illustre l'emplacement des profils utilisés, et les résultats obtenus. Ils sont repris et synthétisés dans le tableau suivant.

Rivière	Localisation	Coefficient de frottement (fourchette)	Débit de plein bord estimé (fourchette)	Débit biennal d'après la station hydrométrique la plus proche (et intervalle de confiance)
Don	Conquereuil	20-30	26 – 45	56 [44 ; 77]
Don	Plaine aval	33-40	22 – 27	–
Chère	Châteaubriant	20-33	4 – 6	7,3 [5.4 ; 11]
Chère	Plaine aval	33 - 40	25 – 31	42 [31 ; 59]
Isac	Aval Guenrouët	Non exploitable	Non exploitable	–
Isac	Saffré	15-20	6 – 8	Selon Bceom, Q2 = 3.6 m3/s Q5 = 5.8 m3/s Q10 = 7.2 m3/s

Ces résultats appellent plusieurs rappels :

- La station de la Diren sur l'Isac est trop récente pour pouvoir être utilisée (2004). On a utilisé à la place les données fournies par le BCEOM sur Saffré dans l'étude hydraulique, mais sans connaître l'intervalle d'incertitude de leurs calculs.
- On ne possède pas de levés topographiques du lit mineur naturel de l'Isac en aval de sa séparation d'avec le canal de Nantes à Brest, et le lit du canal ne peut être considéré comme représentatif.
- Compte-tenu de la faiblesse et de l'imprécision des données qui sont à notre disposition, il s'agit d'estimations à prendre avec précaution, et qui demandent à être vérifiées avec des données plus précises et fiables.

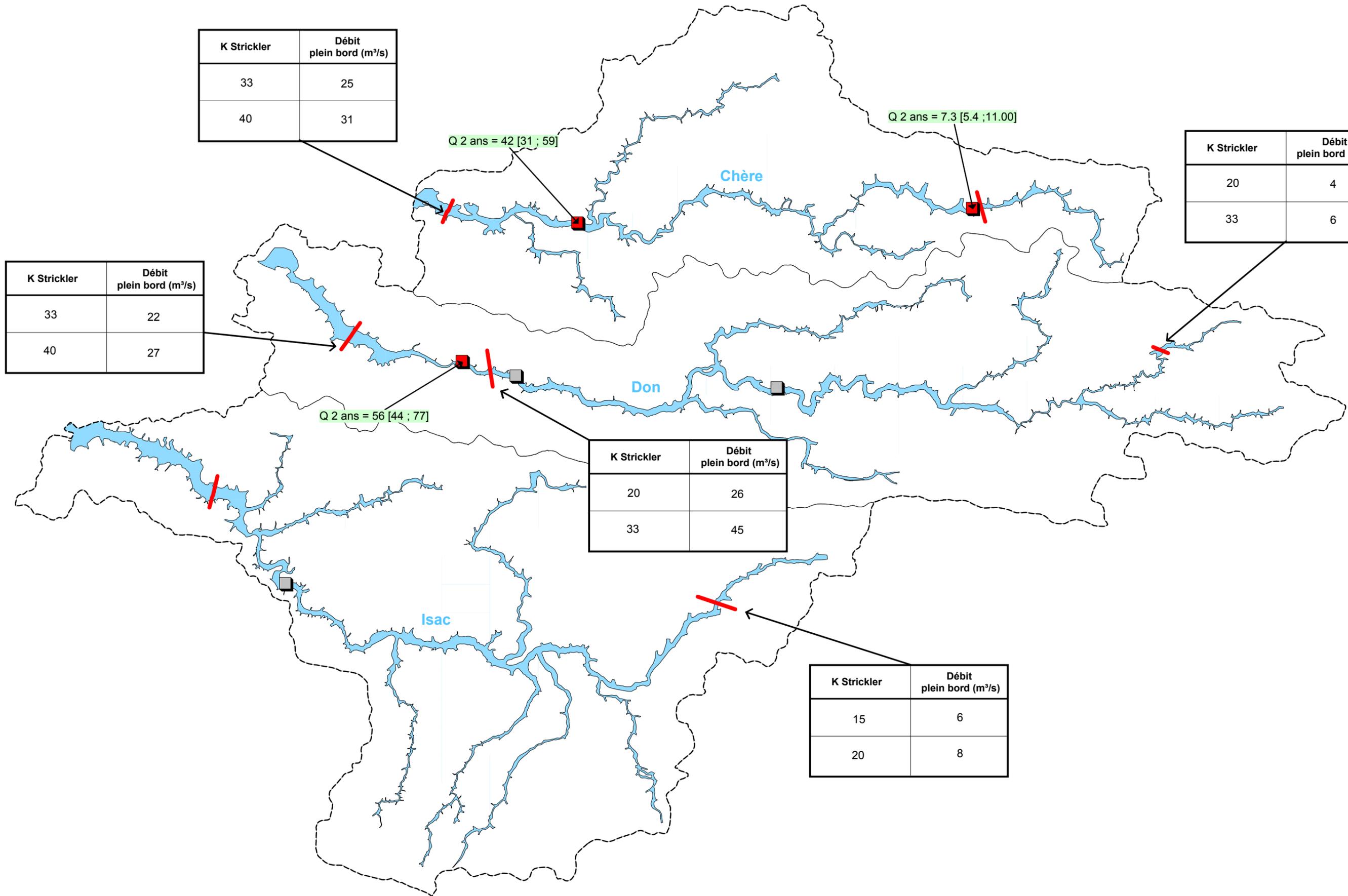
Leur analyse fait ressortir deux principales conclusions :

- On s'aperçoit à travers les profils sur l'Isac et la Chère que les profils amont ont des débits de plein bord qui correspondent approximativement à la **crue biennale**, ou supérieure. Sur le Don, le profil au niveau de Conquereuil voit sa fourchette haute comprise dans l'intervalle de confiance du débit biennal calculé à la station la plus proche.
- Les calculs sur les deux profils aval de la Chère et du Don aboutissent à des valeurs bien inférieures au débit biennal estimé sur des stations hydrométriques en amont. Le débit de plein bord serait ainsi bien inférieur au débit biennal, et se rapprocherait plutôt d'une **période de retour annuelle**. Au-delà de la fiabilité des paramètres de base utilisés pour ces estimations, cette conclusion, qui peut apparaître surprenante dans un premier temps, peut s'expliquer par la prédominance des dynamiques de sédimentation dans les plaines aval. En effet, la pente des rivières s'adoucit progressivement vers la confluence avec la Vilaine, pour atteindre des valeurs très faibles, de l'ordre de 0.03 % ; les sections des lits mineurs se réduisent, probablement par l'accumulation progressive des limons liés aux faibles vitesses qui les caractérisent. Ces considérations, présentées à titre d'hypothèses, demanderaient à être confirmées par des

Estimation des débits de plein bord



Echelle 1/215 000



K Strickler	Débit plein bord (m³/s)
33	25
40	31

Q 2 ans = 42 [31 ; 59]

Q 2 ans = 7.3 [5.4 ; 11.00]

K Strickler	Débit plein bord (m³/s)
20	4
33	6

K Strickler	Débit plein bord (m³/s)
33	22
40	27

Q 2 ans = 56 [44 ; 77]

K Strickler	Débit plein bord (m³/s)
20	26
33	45

K Strickler	Débit plein bord (m³/s)
15	6
20	8

études complémentaires menées sur la base de paramètres physiques plus certains (pente, rugosité...).

1.3.3 Crues contemporaines

L'analyse météorologique réalisée par la « Safège » a montré que deux types de précipitations semblent à l'origine des crues :

- une **pluviométrie régulière**, et **importante en cumul** plus qu'en intensité, sur les semaines précédant la crue, entraînant une **saturation des sols** ;
- une **pluviométrie « déclenchante »**, plus intense sur des sols saturés, alors suivie de l'apparition des pics de crue sur les têtes amont de bassins versants.

Il est également intéressant de noter que l'on retrouve très souvent **une répartition spatiale des précipitations très caractéristique**, présentant un **gradient ouest - est marqué**.

1.3.3.1 Crue de janvier 1993

Cette crue a pour origine les épisodes remarquables et prolongés qui sont survenus au début du mois de janvier 1993. Elle est toutefois de moindre importance que 1995 et 2001.

1.3.3.2 Crue de janvier 1995

L'évènement de 1995 exceptionnel par la répétition et la durée des épisodes pluvieux entre le 19 et 24 janvier est à l'origine de volume de crue important.

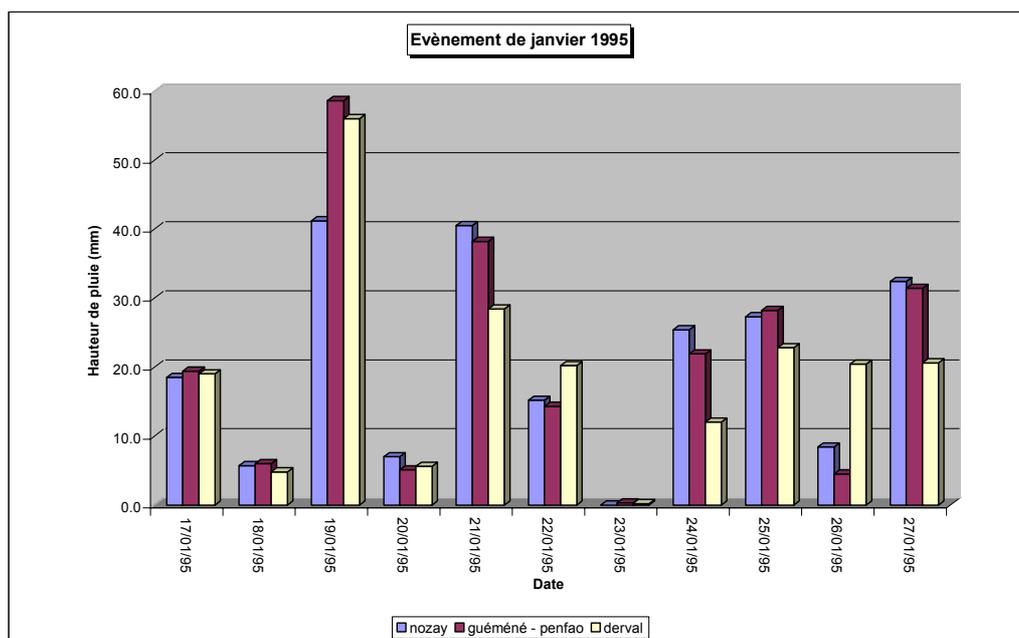


Figure 6.

Un épisode remarquable se produit le 19 saturant des sols et générant un pic de crue sur le Don le 20 janvier (temps de réaction du bassin de l'ordre de la journée).

Un second épisode se déroule le 21-22 janvier, déclenchant une seconde montée du Don le 22 et qui est probablement à l'origine du pic de crue du 23 janvier sur la Chère. Les cumuls du 21 janvier sont compris entre 30 et 40 mm.

Le temps de réponse du bassin du Don vis-à-vis de ce second épisode apparaît comme relativement long, sans explication particulière. Il ne semble pas en effet qu'un autre épisode pluvieux puisse expliquer cette recrudescence.

De manière générale, les temps de concentration sur le Don et la Chère sont différents. Le temps de réponse du bassin du Don est en général plus court que celui de la Chère.

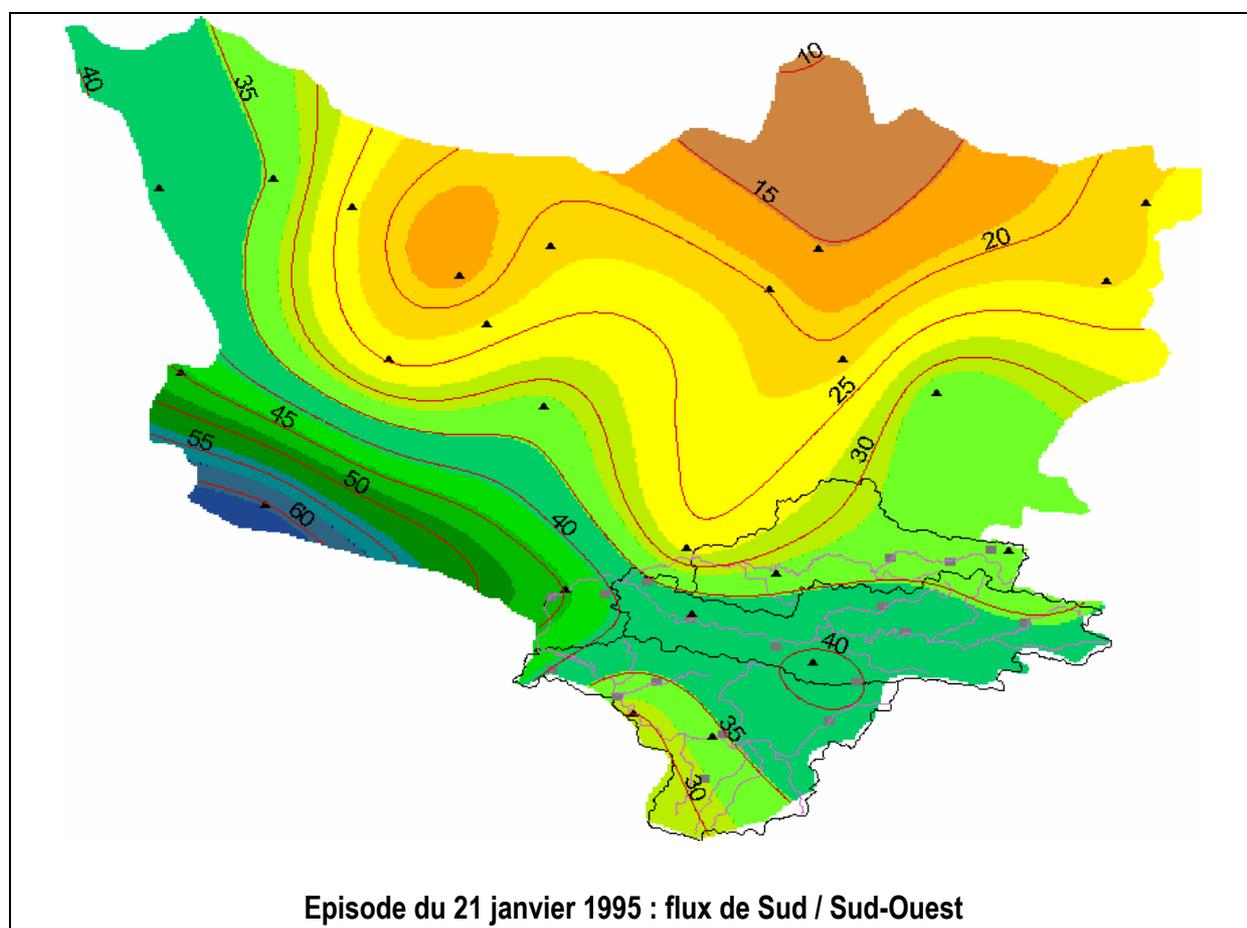


Figure 7.

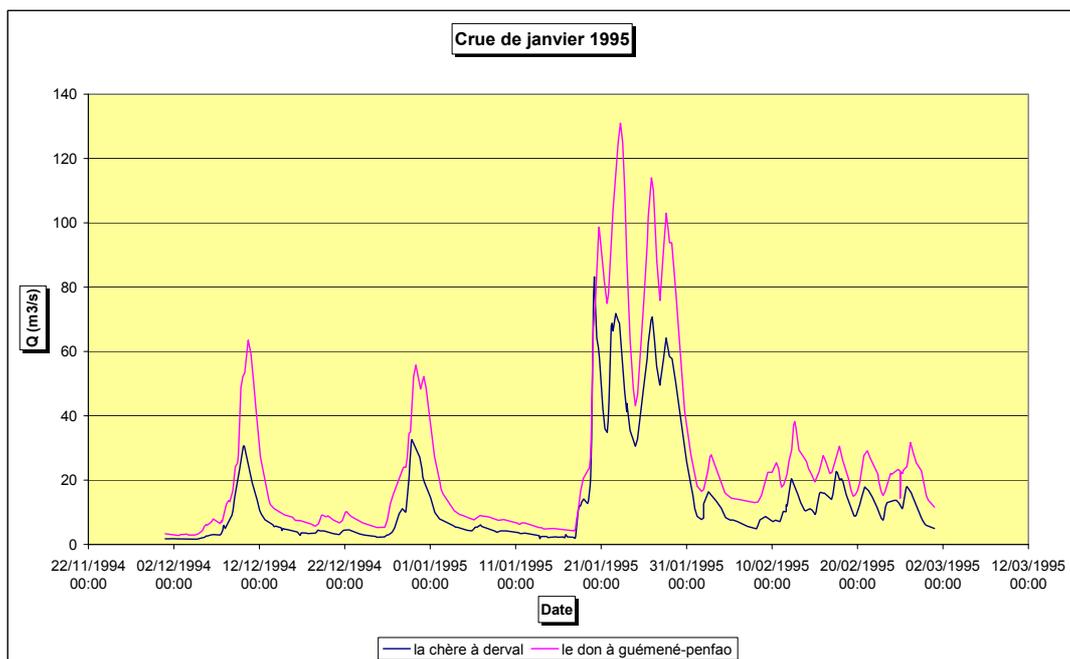
Hydrogrammes de crue de janvier 1995 :

Figure 8.

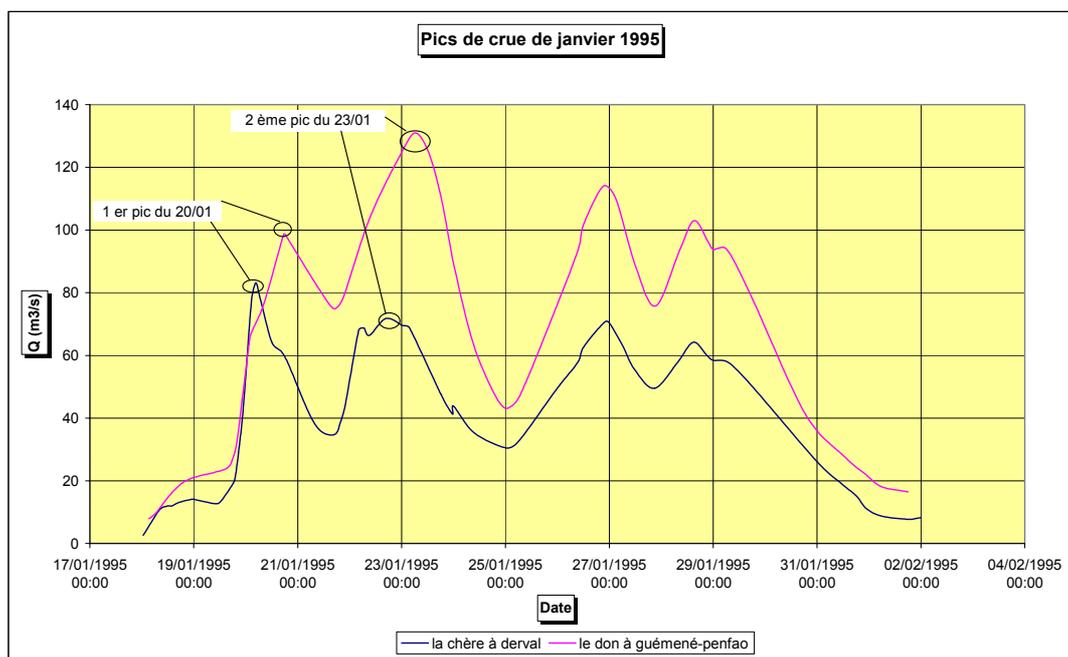


Figure 9.

Cette crue a été marquée par des pics multiples, caractéristiques de la répétitivité des épisodes pluvieux et de la saturation des sols importante (réponse très rapide des bassins après le premier pic). La forme de l'hydrogramme de crue laisse supposer des volumes de crue très importants.

1.3.3.3 Crue de 1999

L'évènement de 1999 se manifeste par deux pics de crue :

- ✓ Le 26/12 sur le Don et le 25/12 sur la Chère,
- ✓ Le 28/12 sur le Don et le 27/12 sur la Chère.

Le décalage des temps de réaction sur les bassins du Don et de la Chère est difficilement analysable.

Deux hypothèses peuvent toute fois être avancées :

- ✓ une saturation des sols moins prononcée sur le bassin du Don,
- ✓ une pluviométrie retardée sur les parties amont du bassin du Don.

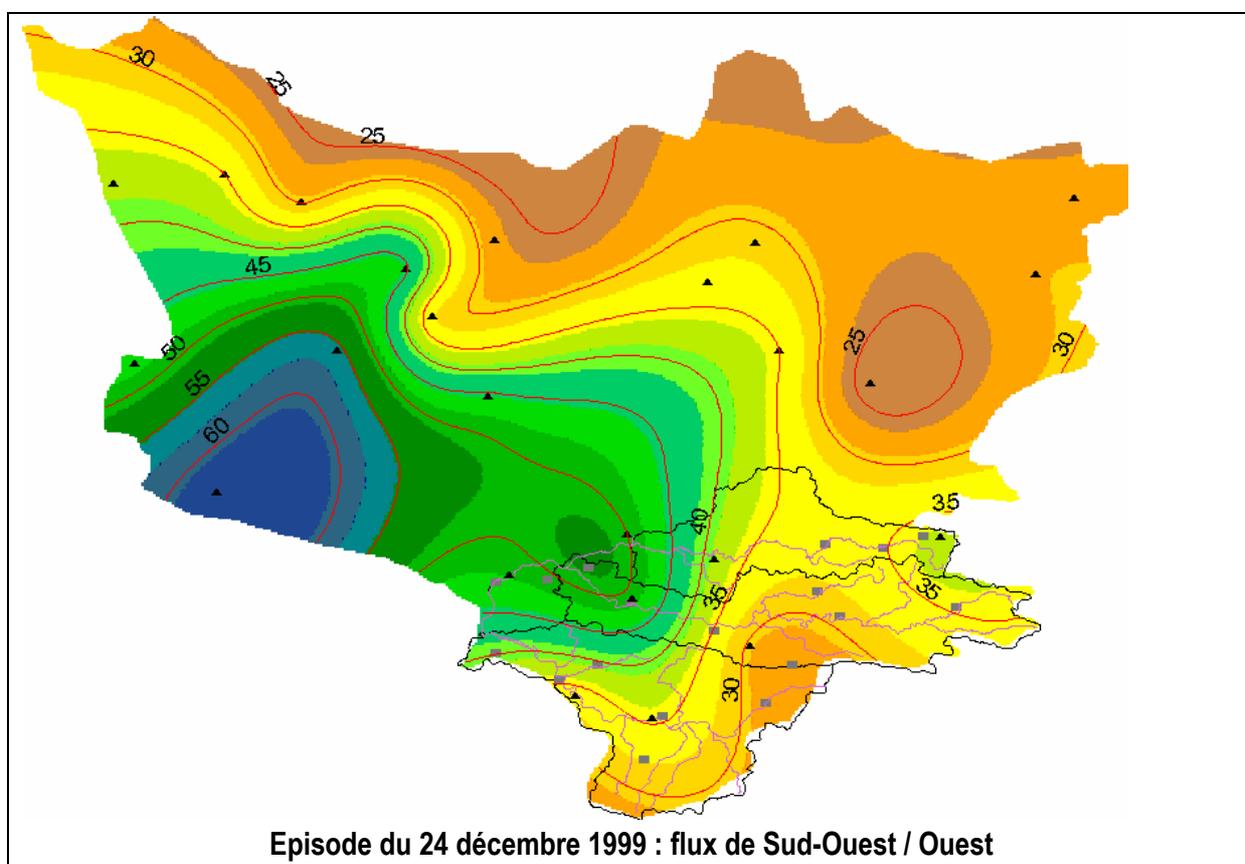


Figure 10.

Les cumuls pluviométriques mesurés sont compris entre 35 et 45 mm. Ces derniers sont plus importants sur la partir Ouest des bassins versants étudiés.

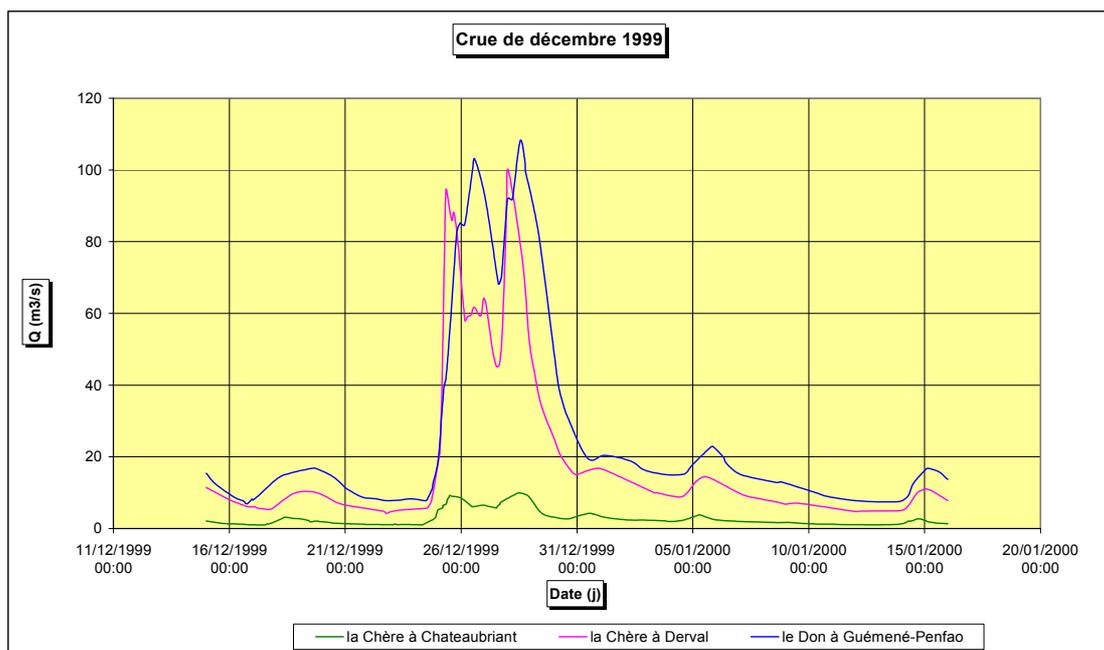


Figure 11

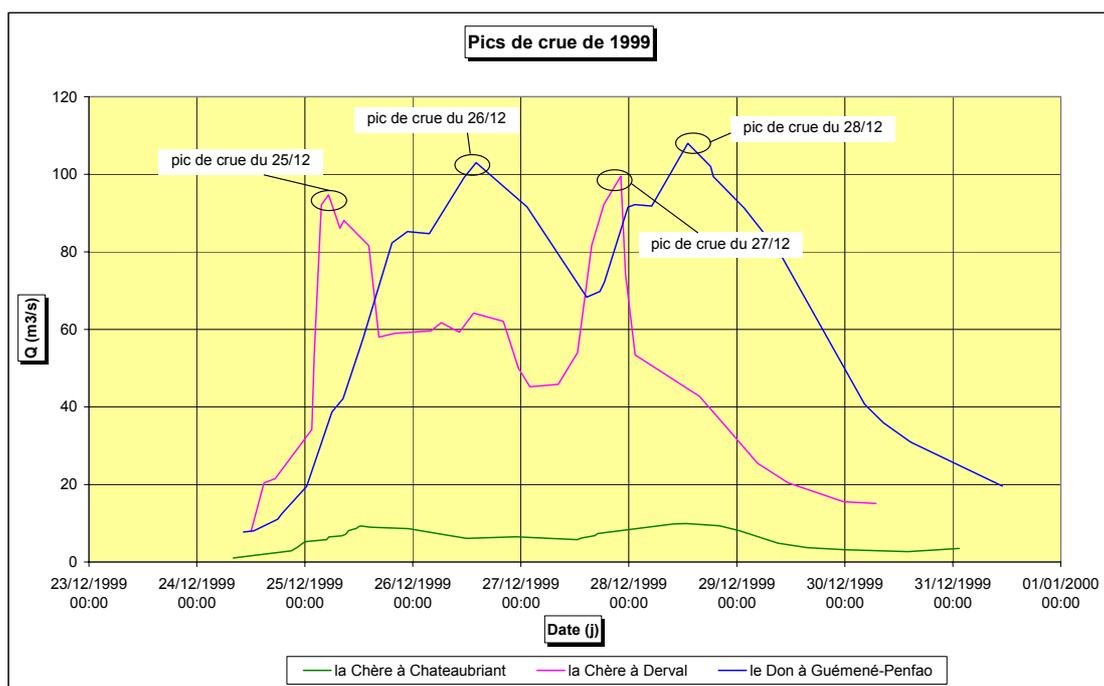


Figure 12.

1.3.3.4 Crue de décembre 2000 et janvier 2001

A Rennes, il faut remonter à l'automne 1951, pour retrouver 4 mois aussi pluvieux. Sur les hauteurs du centre de la Bretagne, le cumul atteint 1000 mm soit environ 80% de la pluviométrie annuelle normale. Au poste de PLOURAY (56), la pluviométrie quotidienne a dépassé 10 millimètres, 1 jour sur 4.

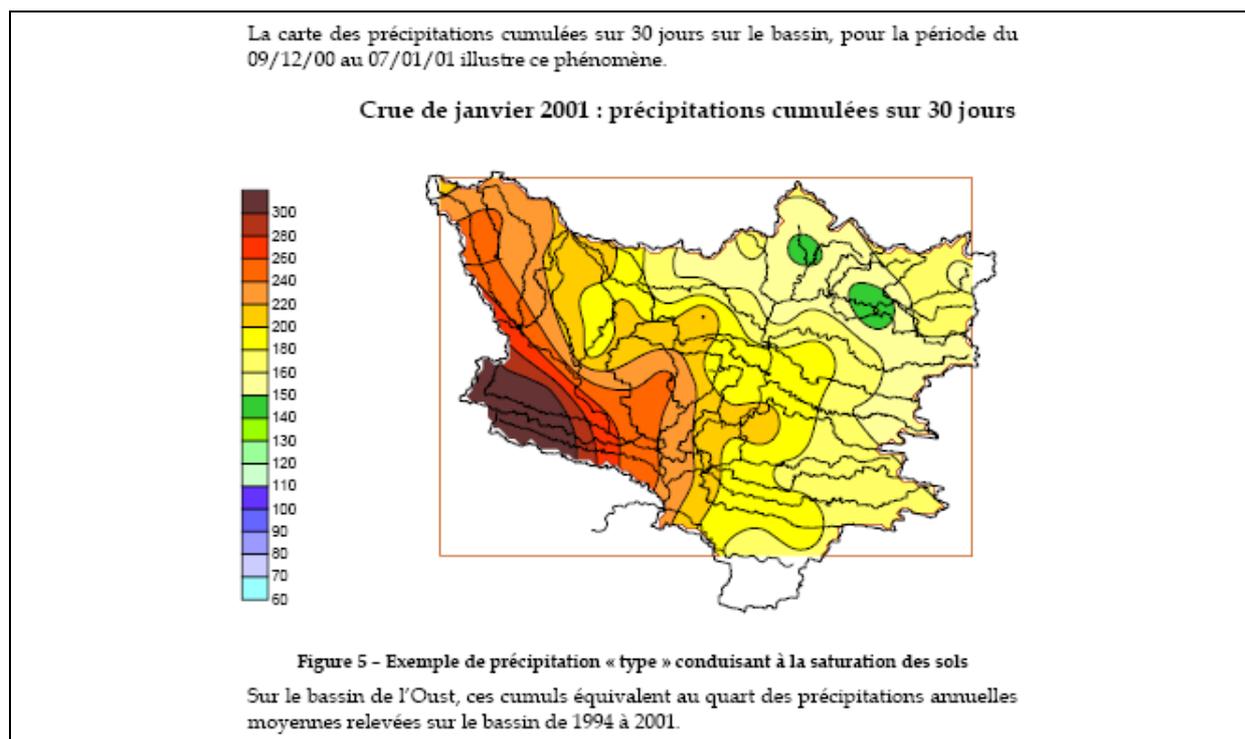


Figure 13.

Les inondations de Janvier 2001, interviennent donc dans un contexte de très forte saturation des sols.

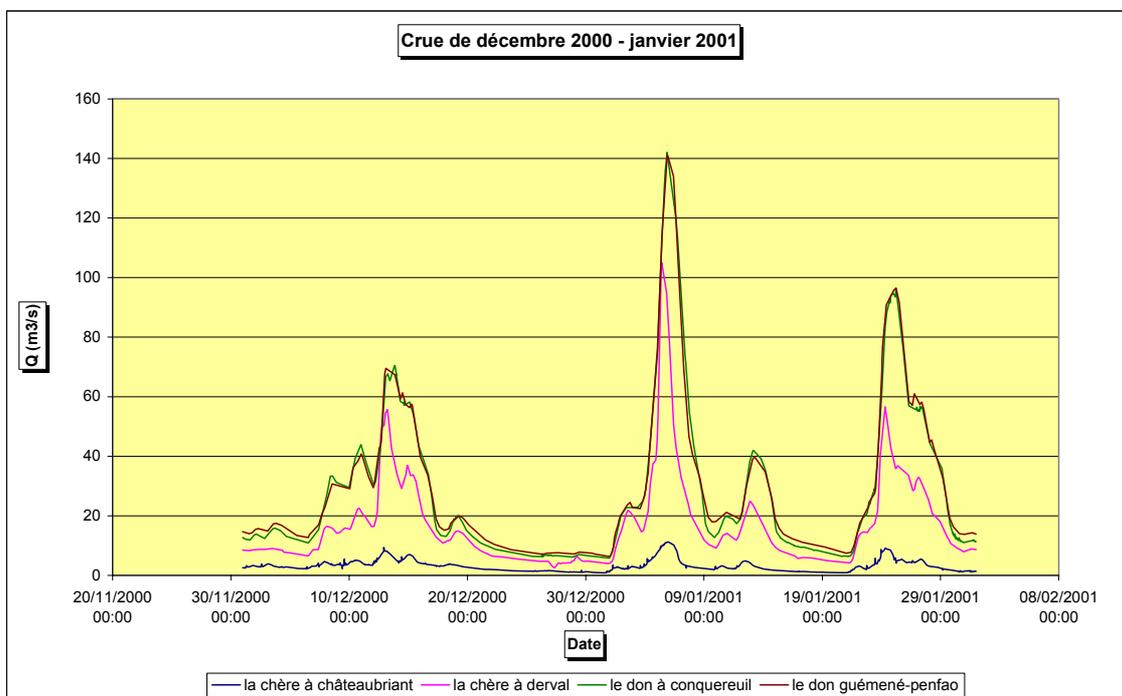


Figure 14.

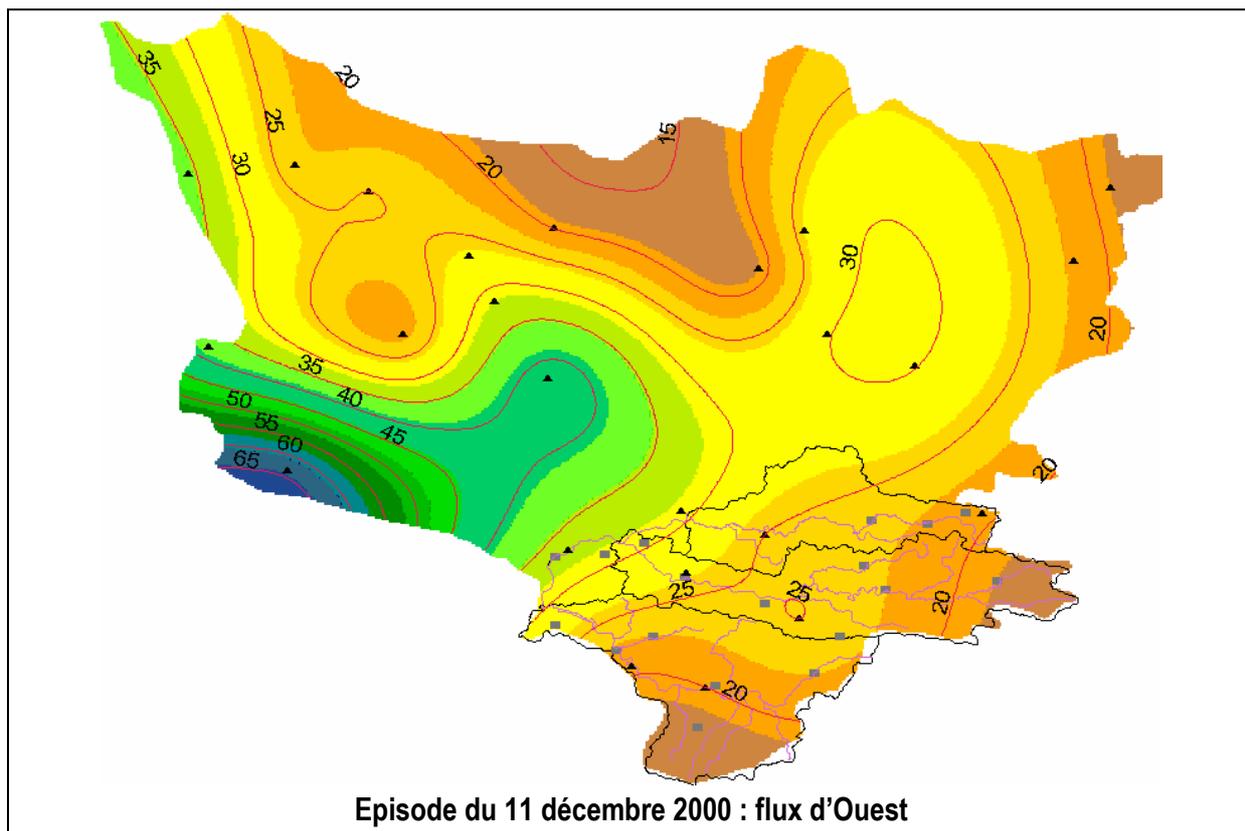


Figure 15.

L'épisode du 11 décembre 2000 est à l'origine des pics de crue du 13/12 sur les bassins du Don et de la Chère. Les temps de réponse des bassins se situent donc entre 1.5 et 2 jours. Les cumuls pluviométriques sont de l'ordre de 20 à 25 mm.

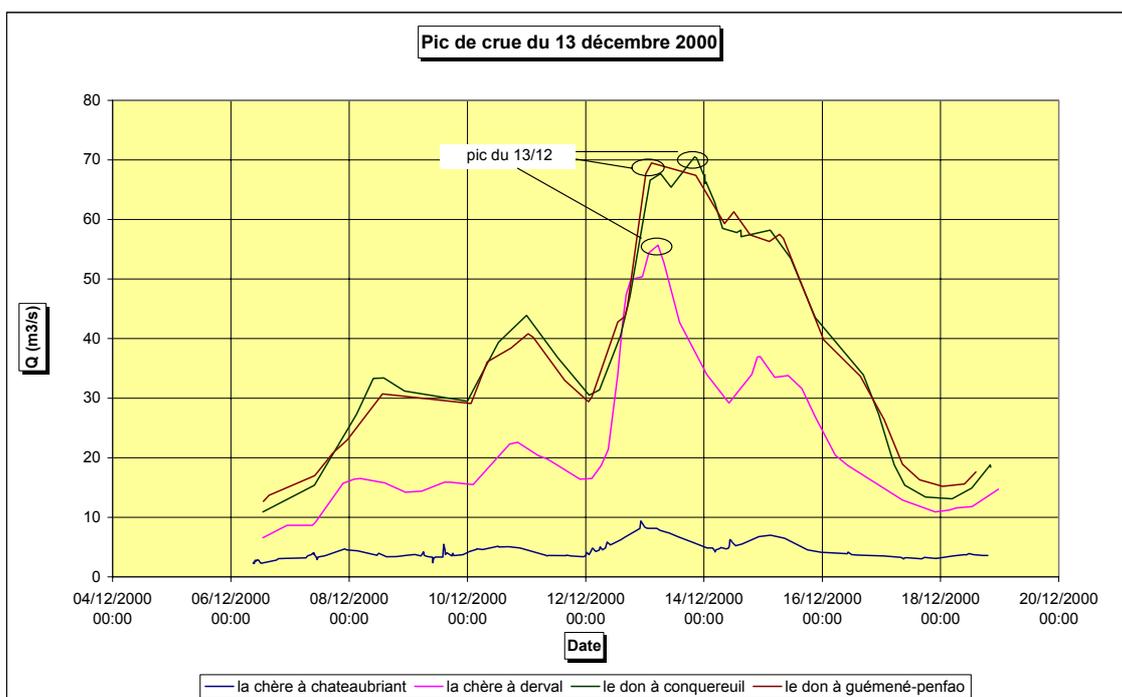


Figure 16.

Episodes pluvieux remarquables : 03 - 04 janvier 2001 :

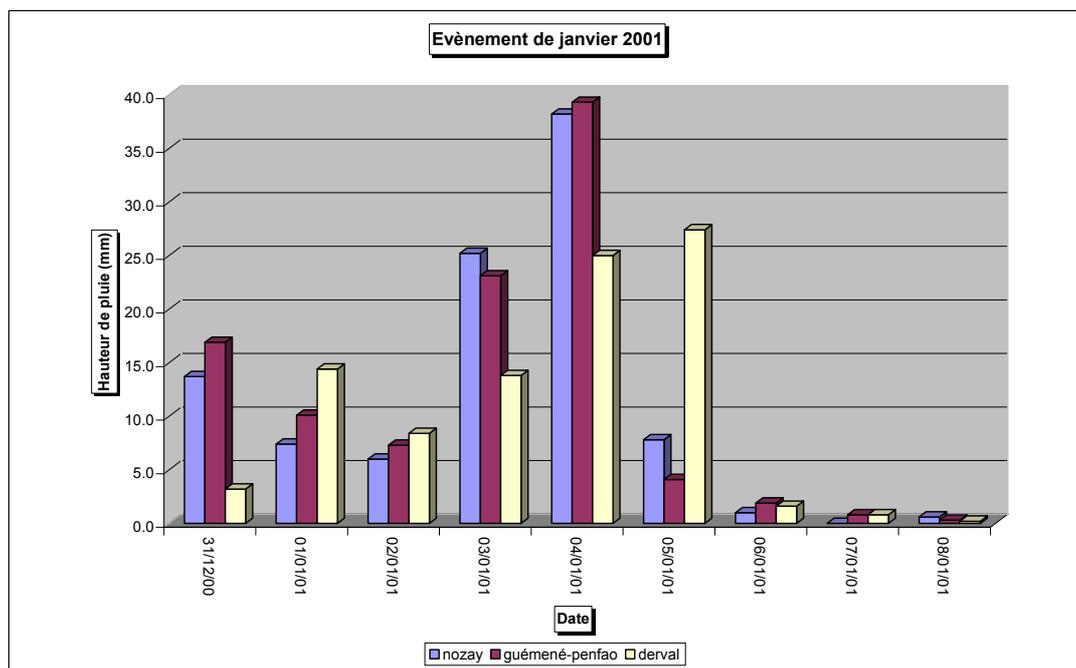


Figure 17.

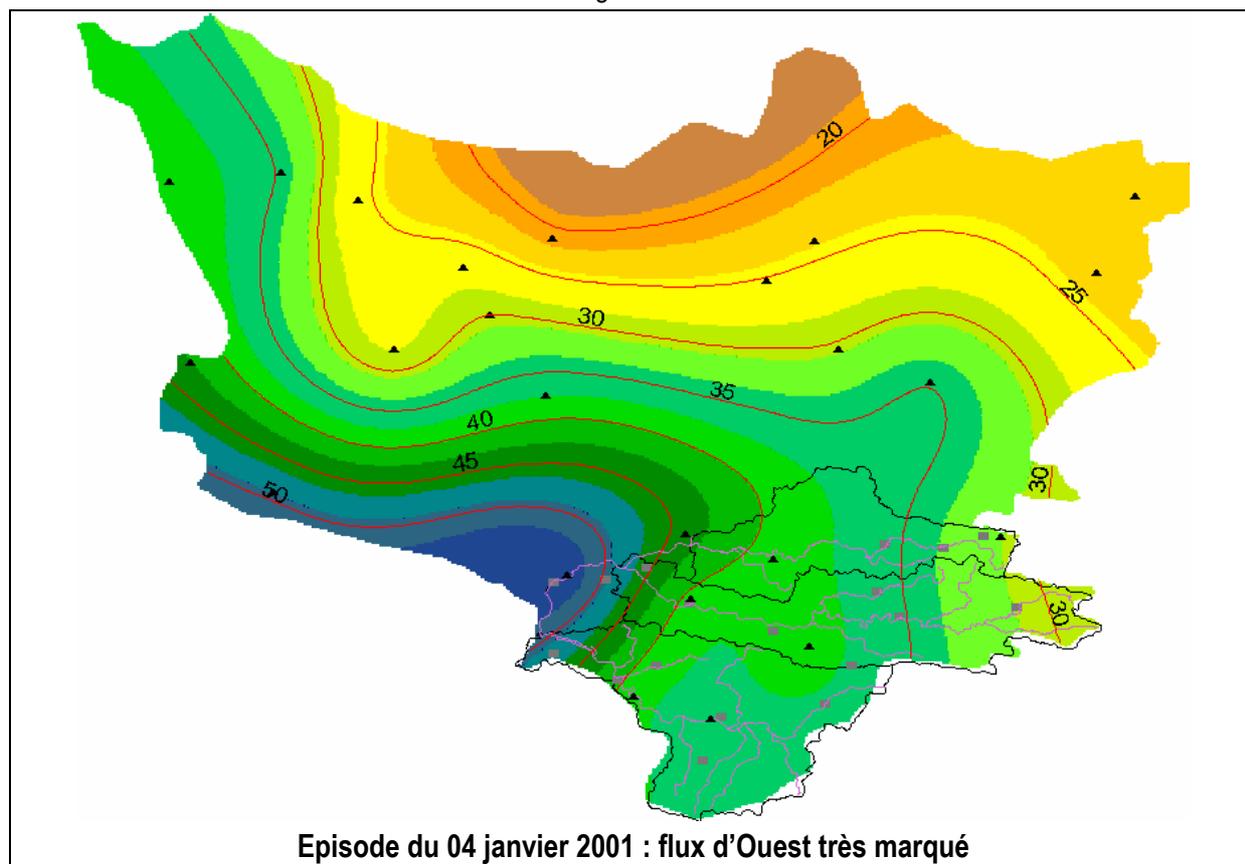


Figure 18.

L'épisode déclenchant les inondations et les débits les plus importants est essentiellement celui des 3 et 4 janvier. Le 4 janvier des cumuls entre 30 et 40 mm sont observés sur les bassins du Don et de la Chère.

En 48 heures, on recueille au total une **lame d'eau de 50 à 90 mm** sur la majeure partie des bassins du Sud de la Bretagne

Les pics de crue se produisent le 05 janvier, soit 1 jour après l'épisode du 04 janvier. Cette durée est légèrement inférieure aux durées caractéristiques des bassins versants traités et s'explique probablement par une saturation des sols déjà très importante début janvier.

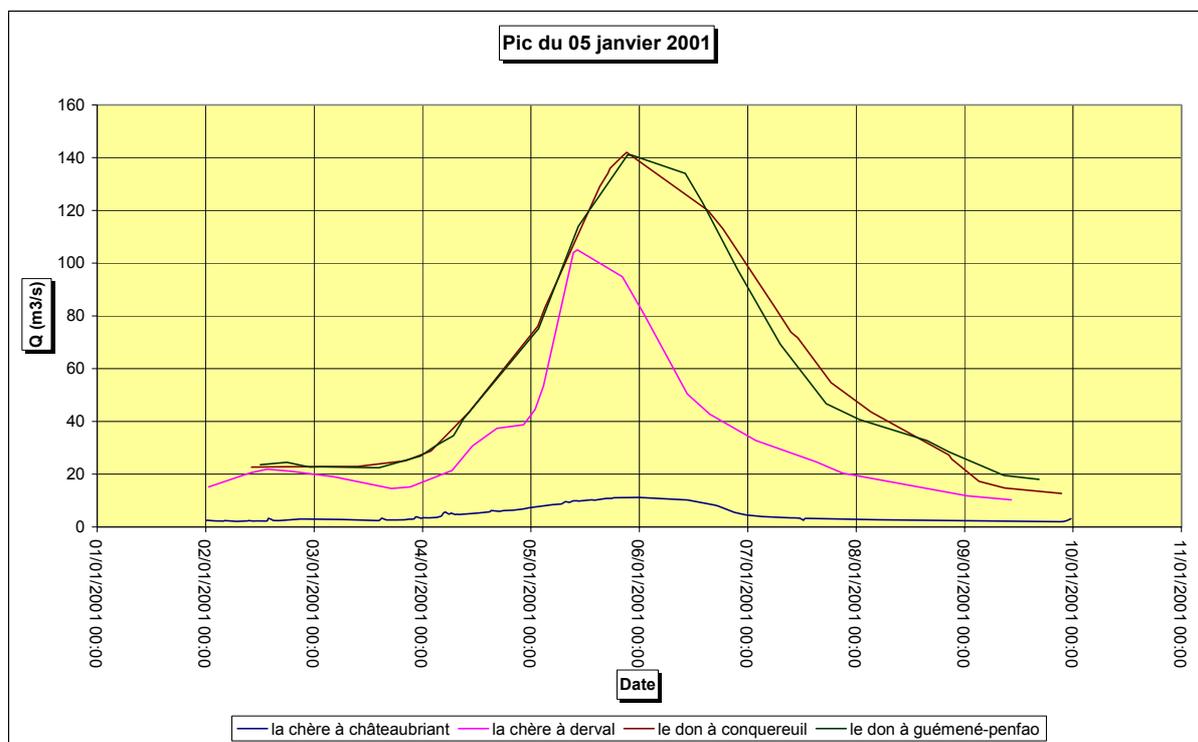


Figure 19.

Episode pluvieux remarquable du 23 janvier 2001 :

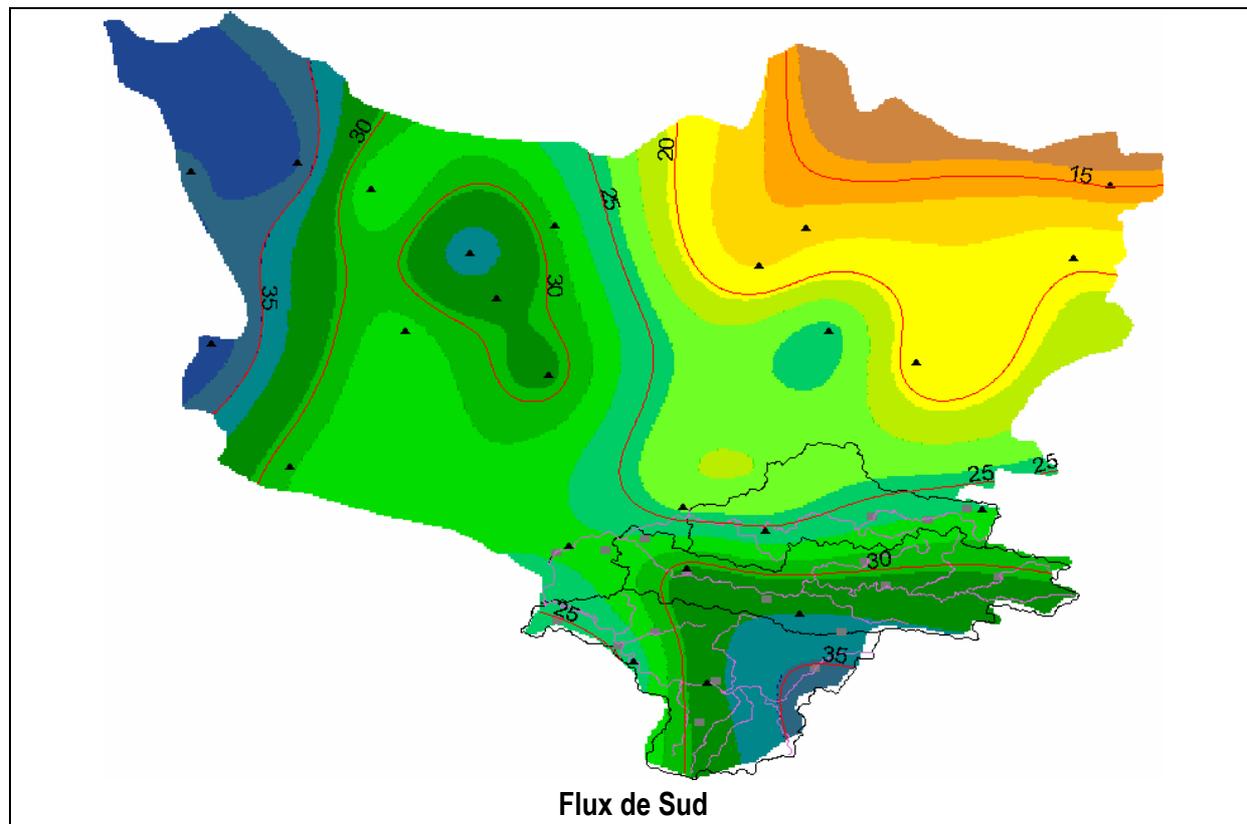


Figure 20.

L'épisode du 23 janvier se produit sur un sol déjà fortement saturé entraînant ainsi une montée immédiate du Don et de la Chère. Ce dernier a généré des cumuls pluviométriques compris entre 25 et 35 mm.

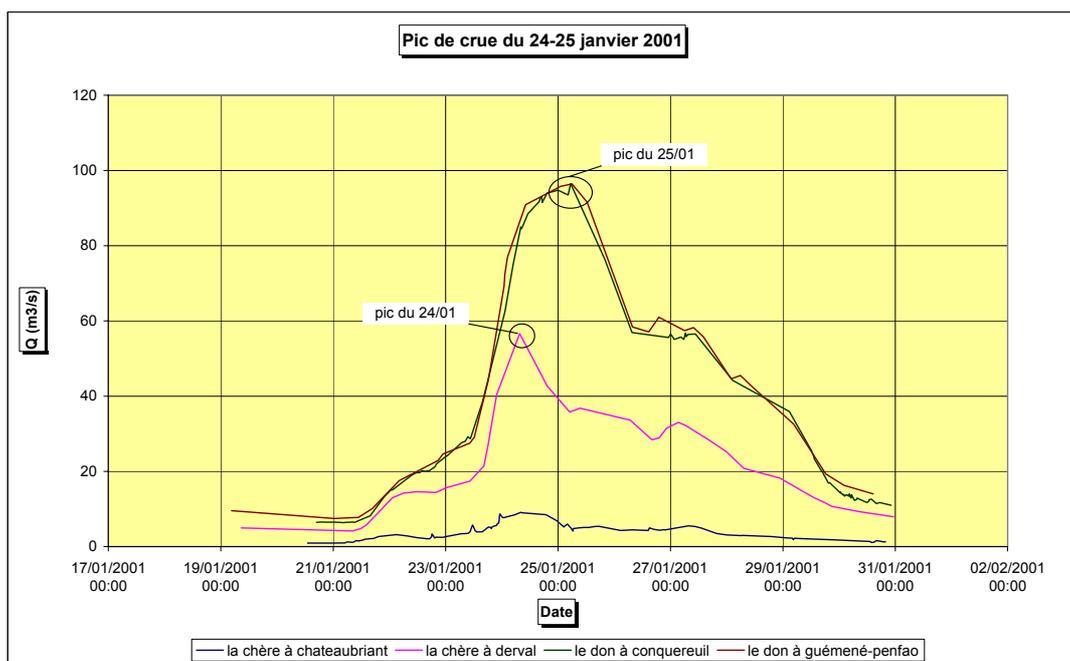


Figure 21.

Conclusions :

Les crues contemporaines (1995 et 2001) ont mobilisés des volumes tout à fait exceptionnels suite à des épisodes pluvieux à répétition. Ces événements ne sont pas à l'origine de débits extrêmes de part l'intensité des épisodes pluvieux, mais ont engendrés des durées de submersion très longue. Cette analyse met en exergue l'importance de la saturation des sols préalables dans la formation des grandes crues de ces cours d'eau. Cette saturation des sols sera favorisée (cf paragraphe 1.2.1) sur les deux bassins du Don et de la Chère par le substrat sous-jacent qui a plutôt tendance à être imperméable. Sur celui de l'Isac, les temps de saturation seront plus longs, car les sables pliocènes sont beaucoup plus drainant, ce qui ne favorise pas la saturation du sol superficiel.

1.3.4 Calcul des volumes écoulés sur les crues mesurées

Seules les stations de mesure de Conquereuil et de Guéméné-Penfao sur le Don et de Derval sur la Chère possèdent des enregistrements en continu.

Les intervalles d'analyse des volumes écoulés ont été définis en fonction de la forme des hydrogrammes. De manière générale, nous avons cherché à isoler les pics de crue marqués en calculant un volume écoulé spécifique. Toutefois, afin de proposer des analyses comparatives entre les différentes crues, une moyenne est proposée pour chaque cas.

Intervalle de mesure	Evènement	LE DON			LA CHERE		
		Volume cumulé (M m ³)	Volume moyen journalier (M m ³)	* Hauteur moyenne écoulee (mm)	Volume cumulé (M m ³)	Volume moyen journalier (M m ³)	* Hauteur moyenne écoulee (mm)
3/12 – 18/12	Pic de décembre 2000	36.3	3.3	5.5	22.5	2.0	5.9
03/01 – 09/01	Pic du 05 janvier 2001	38.0	5.4	9.1	19.0	2.7	7.8
21/01 – 31/01	Pic du 24-25 janvier 2001	37.3	3.4	5.7	19.6	1.8	5.1
19/01 – 01/02	Pic de janvier 1995	86.4	6.6	11.1	51.4	4.0	11.3
24/12 – 01/01	Pic de décembre 1999	39.7	4.4	7.4	31.1	3.5	9.9

* hauteur moyenne écoulee = lame d'eau en mm, est le résultat de la répartition du volume écoulé pendant la période considérée sur la surface du bassin versant.

Note préliminaire : la station de Châteaubriant ne comporte pas d'enregistrement pour l'évènement de 1995, le système de mesure n'ayant pas fonctionné.

Les volumes spécifiques écoulés lors de la crue de 1995 sont tout à fait exceptionnels. Les hauteurs d'écoulement spécifique sont supérieures de 30 % à l'évènement de début janvier 2001.

L'évènement de 1995 constitue certainement sur le plan des volumes écoulés une référence.

Même si les capacités de stockage restent mal connues (une analyse plus détaillée basée par exemple sur la BD alti permettrait de fixer les potentialités de stockage des champs d'expansion de crue), il apparaît compliqué de mettre en place une politique de ralentissement dynamique efficace au vue des volumes calculés ci-dessus. Cette conclusion ne reste qu'une appréciation et mériterait une analyse plus fine notamment sur le plan hydraulique.

Analyse spécifique à la station de Châteaubriant :

Les mesures disponibles à Châteaubriant sont de mauvaise qualité ; les relevés comportent des variations brutales caractéristiques d'un appareillage défectueux ou mal calibré.

Des évaluations des volumes de crue transités ont toutefois été effectuées :

Intervalle de mesure	Evènement	LA CHERE		
		Volume cumulé (M m ³)	Volume moyen journalier (M m ³)	* Hauteur moyenne écoulee (mm)
10/12 – 16/12	Pic de décembre 2000	2.9	0.2	8.0
03/01 – 09/01	Pic du 05 janvier 2001	2.7	0.4	6.2
21/01 – 31/01	Pic du 24-25 janvier 2001	2.9	0.3	4.6
24/12 – 31/12	Pic de décembre 1999	1.3	0.2	3.6

Les travaux de protection en amont de la Chère prévoient un volume de rétention de 300 000 m³ ce qui correspond au volume journalier de la crue de 2001 à Chateaubriand, qui ne constitue pas une référence. Cette comparaison montre que ces travaux ne résoudre pas le problème des inondations et que leur impact sera très limité vers l'aval.

1.4 L'OCCUPATION DU SOL ET L'ARTIFICIALISATION DES MILIEUX FLUVIAUX

1.4.1 Occupation du sol

Les bassins versants des affluents de la Vilaine sont caractérisés par un **milieu rural** très marqué où les hameaux, champs et pâturages prédominent. La superficie totale des territoires agricoles représente 90 % du secteur d'étude.

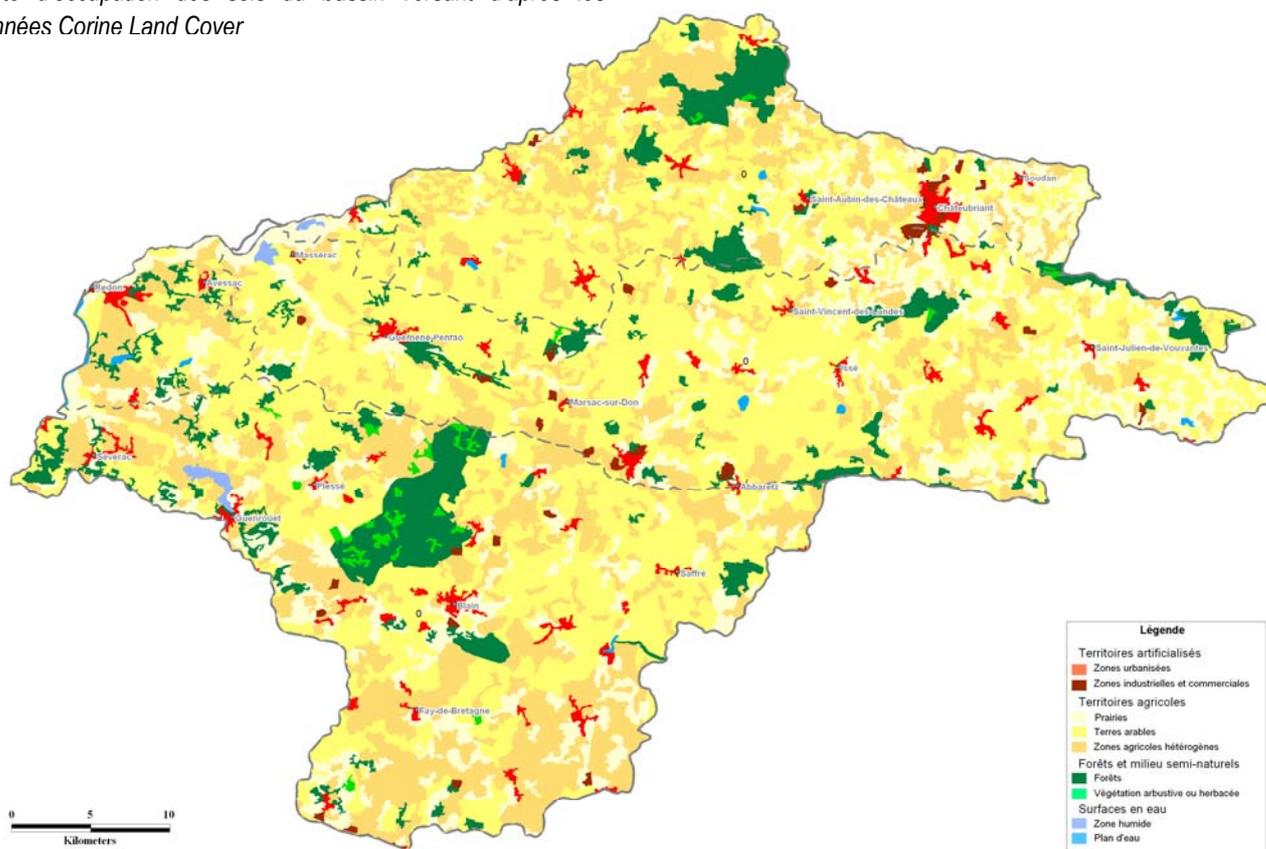
Les **cultures céréalières** couvrent une grande partie des surfaces cultivées, mais la culture du maïs et des protéagineux tels que le colza gagne du terrain. On note aussi la présence en nombre de pommiers, principalement dans les vallées fertiles au substrat schisteux.

Le milieu rural de ces bassins versants est également marqué par une forte implantation de l'**élevage de volailles, porcs et bovins**. L'élevage bovin est principalement orienté vers la production laitière bien que la production de viande soit également présente. Ces élevages en nombre alimentent les industries agro-alimentaires qui sont présentes sur le bassin versant de la Vilaine. On en dénombre très peu sur les affluents ici étudiés où seuls 0,2 % de la superficie du bassin versant sont occupés par des activités industrielles.

Dans ce bassin versant fortement rural, les zones urbanisées sont très restreintes. Le pôle artificialisé le plus important est l'agglomération de Châteaubriant, située sur la Chère ; cette sous-préfecture de la Loire-Atlantique compte près de 13 000 habitants. Quelques petites villes sont également présentes sur l'ensemble du bassin versant (Blain, Guenrouët, Guéméné-Penfao).

Figure 22.

Carte d'occupation des sols du bassin versant d'après les données Corine Land Cover



Les territoires vierges couverts de **forêts** ou de **milieux semi-naturels** sont très peu répandus, ils ne représentent seulement que 8 % de la zone d'étude. La Forêt domaniale du Gâvre qui couvre une superficie de 4500 hectares répartis entre Blain et Plessé (sur le bassin versant de l'Isac) est principalement occupée par des feuillus parmi lesquels les chênes sont majoritaires. A l'extrémité Nord

du bassin versant de la Chère, se trouve la seconde forêt d'importance de la zone d'étude, la Forêt de feuillus de Teillay. Outre ces deux forêts, les boisements se présentent en simples bosquets de taille modeste.

Sur son cours aval, le Don est occupé par des **marais** et des près de fauche inondables. Ces marais et prairies se retrouvent également en fond de vallée de l'Isac où se développent des sols très hydromorphes.

Des 3 cours d'eau, l'Isac est celui qui présente le degré d'artificialisation le plus avancé, du fait de la réutilisation de la majeure partie de son cours (35 km) par le canal de Nantes à Brest, construit en 1833. Celui-ci rejoint la vallée de l'Isac à Bout-de-Bois, pour le longer sur sa rive droite pendant 5.6 km avec de confluer avec lui en aval de l'écluse du Gué de l'Atelier, sur la commune de Blain. A Bout-de-Bois, le lit mineur de l'Isac a été transformé en une retenue qui alimente le bief de partage du pas d'Héric en alternance avec la rigole alimentaire de l'étang de Vioreau. Sur ces 5.6 km, le canal, encadré par de digues (chemins de halages) occupe une bonne partie de la plaine alluviale de l'Isac qu'il coupe en deux en certains endroits, soustrayant certains secteurs naturels de lit majeur aux inondations de l'Isac. A partir de la confluence, le canal emprunte le lit mineur de l'Isac qui a donc fait l'objet de nombreux travaux de recalibrage pour être rendu navigable. Il est souvent longé par une digue sur l'une des deux rives. Une succession de plusieurs écluses régulent le cours d'eau jusqu'à ce qu'il se sépare de nouveau du canal en aval de Guenrouët. Le canal, en remblai, longe alors le pied de versant rive droite de l'Isac jusqu'au lit majeur de la Vilaine. A la confluence avec la Vilaine, l'Isac est régulé par une vanne : le « vannage de l'Isac », situé juste en amont de sa confluence avec la Vilaine permet de retenir l'eau de l'Isac ou bien de la pomper dans la Vilaine pour régler le niveau d'eau de l'Isac et de ses marais.

Ces dernières décennies ont vu une évolution générale de l'occupation des sols qui a tendance à aggraver la problématique des inondations, surtout des petites inondations fréquentes. On sait que ce phénomène a été constaté sur l'Isac (BCEOM, 1997), sans pouvoir exclure qu'il ne touche pas les deux autres rivières. Parmi ces évolutions, on notera la suppression des haies, des bosquets, des zones boisées, l'imperméabilisation des sols (semelles de labours dans les champs cultivés), la multiplication des surfaces artificielles imperméabilisées, la **multiplication des drainages**, la modification des types de cultures (etc) qui ont tendance à augmenter les coefficients de ruissellement, réduire les temps de concentration, et donc augmenter les vitesses et les débits de pointe, multipliant ainsi l'effet des inondations fréquentes. A contrario, lorsqu'il s'agit de grandes crues, elles durent moins longtemps qu'auparavant, les conditions de drainage s'étant améliorées.

Il est par contre difficile d'estimer l'impact de ses évolutions sur les crues de plus grande importance, vu la faiblesse des données disponibles.

1.5 SYNTHESE

L'analyse critique de la bibliographie existante sur ces trois rivières amène à constater la faible connaissance que l'on possède actuellement sur leurs crues, les inondations conséquentes et leur cinétique. Ce constat pourrait s'expliquer par deux facteurs au moins : d'une part le voisinage de la

Vilaine qui attire toute l'attention, et d'autre part par la faiblesse des enjeux concernés sur ces bassins essentiellement ruraux.

D'après les analyses menées, les crues sur ces trois bassins sont en général liées à un pic de précipitation ponctuel (de 12 à 48 h) de période de retour inférieure ou égale à 5 ans qui est précédé par des épisodes pluvieux saturants de durée relativement longue mais d'intensité modérée. Les temps de concentration approchent les 48 h, bien que les évolutions actuelles de l'occupation du sol tendent à les diminuer. Ces rivières se caractérisent par une faible corrélation entre les périodes de retour des crues et celles des événements pluviométriques que les déclenchent.

Le Don et la Chère, dont les débits centennaux dépassent les 200 m³/s, apportent une contribution non négligeable au débit de la Vilaine à Rieux. Les inondations semblent plus fréquentes sur l'ensemble du Don et de la Chère, que sur l'Isac notamment à cause des aménagements du canal de Nantes à Brest. Sur l'Isac, les grandes crues mobilisant une large partie du lit majeur semblent donc plus rares, quand bien même quelques secteurs ponctuels subissent très fréquemment de petites inondations (Saffré, la Chevallerai, Blain...).

Les crues du Don, de la Chère et de l'Isac sont des crues lentes (temps de concentration supérieur à 12h), les eaux pouvant rester plusieurs jours (15 jours par exemple en 1995 sur le Don). Les vitesses atteintes dans les lits majeurs sont faibles (entre 0.10 et 0.25 m/s en général sur la partie aval du Don, d'après la modélisation de la crue centennale), à l'exception des tronçons présentant une certaine étroitesse (exemple des gorges en amont de Guéméné-Penfao).

Les lits majeurs de ces trois rivières représentent des champs d'expansion qui sont tous actifs pour les grandes crues. L'absence de lit moyen les rend fonctionnels dès que le débit de plein bord est atteint. Toutefois il semble qu'ils ne constituent pas pour autant des zones de stockage significatives en terme de volume (la seule zone de stockage réelle identifiée pour l'instant à notre connaissance est le lac de Murin sur le Don aval).

2 APPROCHE ET CARTOGRAPHIE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

2.1 METHODOLOGIE

2.1.1 Les bases de l'hydrogéomorphologie

L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie sur la géomorphologie, « science ayant pour objet la description et l'explication du relief terrestre, continental et sous-marin » (R. Coque, 1993). En étudiant à la fois la mise en place des reliefs à l'échelle des temps géologiques, les effets des variations climatiques et les processus morphogéniques actuels (qui façonnent les modelés du relief), la géomorphologie fournit une base sur la connaissance globale de l'évolution des reliefs à différentes échelles de temps et d'espace, qui permet de retracer pour chaque secteur étudié un modèle d'évolution, prenant en compte son histoire géologique et climatique.

La géomorphologie s'intéresse particulièrement (mais pas exclusivement) à la dernière ère géologique, le Quaternaire. C'est en effet pendant cette période que se sont mis en place la plupart des modelés actuels qui constituent le cadre géomorphologique dans lequel s'inscrit la plaine alluviale fonctionnelle.

Au cours de cette période, les nombreuses alternances climatiques ont multiplié les phases d'encaissement et d'alluvionnement entraînant l'étagement et/ou l'emboîtement des dépôts alluviaux. On attribue couramment la terrasse la plus basse située au-dessus du lit majeur au Würm (- 80 000 à - 18 000 ans), qui constitue la dernière grande période froide avant la mise en place des conditions climatiques actuelles. Il y a 10 000 ans commence l'Holocène, période, pendant laquelle se sont façonnées les plaines alluviales étudiées par l'hydrogéomorphologie.

2.1.2 Cartographie des unités hydrogéomorphologiques

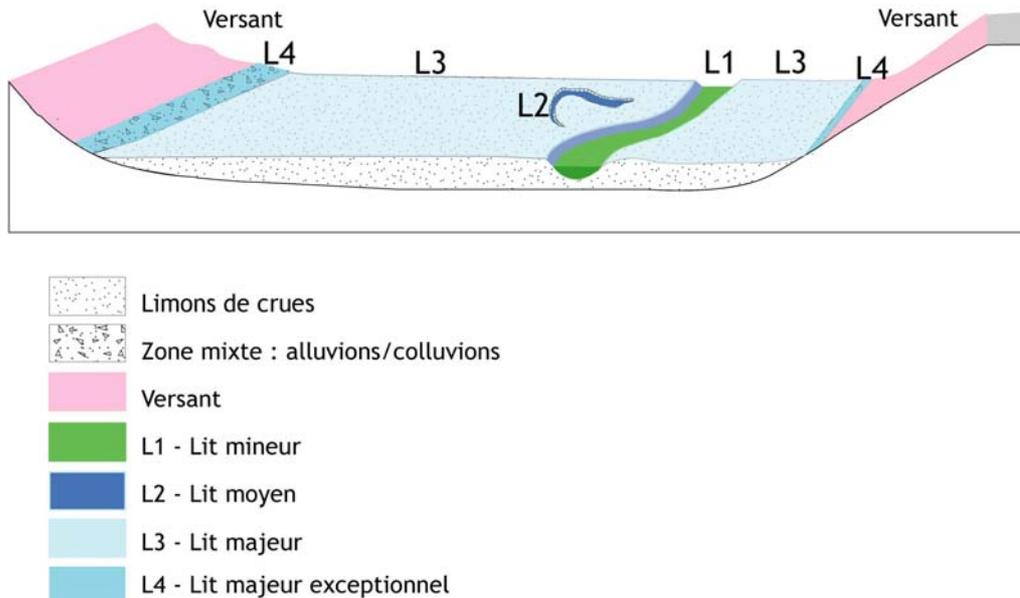
La cartographie hydrogéomorphologique est basée sur l'identification des unités spatiales homogènes modelées par les crues au sein de la plaine alluviale.

Les critères d'identification et de délimitation de ces unités sont normalement la topographie, la morphologie et la sédimentologie, souvent corrélées avec l'occupation du sol (il s'agit plus d'un indice que d'un critère d'identification en soi). Dans le contexte morpho-climatique des affluents de la Vilaine, la morphologie constitue le critère déterminant d'identification des formes.

Dans le détail, elle identifie les **unités hydrogéomorphologiques actives**, les **structures géomorphologiques secondaires** influençant le fonctionnement de la plaine alluviale et l'encaissant, constitué des versants qui encadrent la plaine alluviale.

Cette organisation est caractéristique des cours d'eau appartenant aux régions océaniques tempérées. Par rapport aux cours d'eau méditerranéens, la configuration de la plaine est plus simple, avec la raréfaction des formes de lit moyen joutant le lit mineur (figure 7). Ces caractéristiques tiennent d'une part à l'histoire de l'incision des vallées, à la moindre intensité des phénomènes hydrodynamiques (vitesses d'écoulement) et à l'artificialisation générale de ces cours d'eau, aménagés depuis plusieurs siècles.

Figure 23. Organisation classique de la plaine alluviale fonctionnelle en milieu tempéré océanique



2.1.2.1 Les unités actives constituant la plaine alluviale fonctionnelle

Délimitées par des structures morphologiques (talus ou ruptures de pentes), elles correspondent à la zone inondable maximale.

Le **lit mineur** (photo 1), est constitué par le chenal d'écoulement, toujours en eau. De dimensions modestes sur les tronçons amont, sa section s'élargit progressivement au fil du bassin versant avec un profil régulier rectangulaire à trapézoïdal. Souvent peu profond, il est débordant pour les crues annuelles ou biennales. Son lit est formé de matériel fin (sables, limons), avec localement un pavage de cailloutis.



Photo 1. Lit mineur du Don

Le **lit moyen**, qui est bien individualisé dans les régions méditerranéennes, fait l'objet d'une problématique particulière dans le contexte morpho-climatique tempéré océanique. Cette unité associée au lit mineur est normalement caractérisée par des phénomènes hydrodynamiques violents. Ceux-ci sont en effet plus ténus dans le contexte océanique, où la moindre intensité de la dynamique fluviale laisse peu de formes dans la morphologie du plancher alluvial. Son modelé est hérité d'une longue

histoire de sédimentation à laquelle s'associent des interventions humaines. Le lit moyen, tel qu'il est entendu en région méditerranéenne est donc peu présent sur ces cours d'eau. Lors d'une étude précédente (Atlas de l'Erdre), une réflexion a été engagée sur cette particularité des milieux océaniques tempérés qui induit une adaptation de la méthode au contexte local. Menée conjointement avec la DIREN Pays de Loire et l'université de Nantes, elle a permis de distinguer deux types de formes qui peuvent être classées comme lit moyen :

- 1^{er} type : il s'agit de formes déprimées dans les lits majeurs, dans les tronçons faiblement anthropisés. Elles correspondent pour la plupart à des paléochenaux abandonnés (naturellement ou non) et plus ou moins comblés (photo 2). Récemment ces formes et leur rôle dans l'inondation des fonds de vallées ont été étudiés par différentes équipes universitaires³ travaillant sur les conditions de circulation et de propagation des eaux dans les plaines. Ces études proposent ainsi de qualifier de lit moyen les paléochenaux plus ou moins bien marqués dans le lit majeur qui se remplissent en premier lors des inondations par remontée de la nappe ou accumulation des précipitations et des eaux de ruissellement venant des versants. Ce lit moyen ainsi défini présente une forte discontinuité géographique, liée à la trame des anciens bras divagants des lits mineurs. Toutefois il est souvent difficile de les représenter, faute d'échelle suffisamment précise pour pouvoir les cartographier lisiblement (il s'agit le plus souvent de micro-formes). Nous tenons cependant à préciser qu'à chaque symbole d'axe ou de chenal de crue identifié sur les cartographies, le lecteur pourra associer le concept de lit moyen, gardant à l'esprit qu'il s'agit des premières zones inondées dans les lits majeurs (photo 2).



Photo 2 : Exemple de lit moyen type 1, correspondant à un axe de crue dans le lit majeur (rivière du Don)



Photo 3 : Exemple de lit moyen type 2 : zone plus dynamique à proximité immédiate du lit mineur (rivière de l'Isac)

³ Penven, Dupont et Gaillard, Fonctionnement hydrogéomorphologique et cartographie des fonds alluviaux dans le contexte armoricain

- 2^{ème} type (figure 24): Il s'agit de niveau alluvial intermédiaire entre les lits mineurs et les lits majeurs, et qui sont souvent immergés ou à fleur d'eau (cf photos 3 et 4). Ces espaces sont souvent occupés par des marais et zones humides qui bordent les rivières. Ils sont directement connectés aux lits mineurs et influencés par leur niveau d'eau. Leur spécificité (dans le cas de l'Isac par exemple) est d'être en général d'origine anthropique (maintien artificiel du niveau d'eau par vannage). Partout où ils sont immergés en permanence, ces espaces de lit moyen sont associés à un figuré de marais.



Photo 4. Exemple de lit moyen de type 2, associé à un marais (rivière de l'Isac)

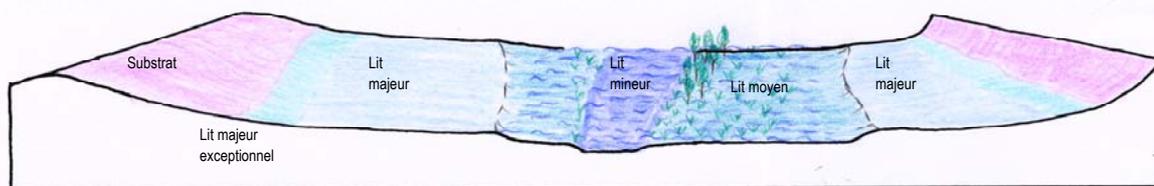


Figure 24. Bloc diagramme illustrant l'organisation du lit moyen type 2

Le **lit majeur** représenté en bleu clair constitue le fond de la plaine alluviale situé en contrebas de l'encaissant. D'un modelé très plat, il s'agit d'un grand plan faiblement incliné vers l'aval, formé de matériaux fins : les limons de crue. La dynamique des inondations dans ces secteurs privilégie en général les phénomènes de sédimentation par décantation.

Dans des régions morphoclimatiques différentes, il existe parfois deux niveaux limoneux étagés, dont le plus haut est cartographié en **lit majeur exceptionnel**. Dans le contexte de cette étude, on ne retrouve pas ce deuxième niveau, mais la notion de lit majeur exceptionnel est utilisée pour caractériser une autre forme, qui correspond aux parties inférieures des glacis de raccordement avec les versants. En effet, à la limite du lit majeur, qu'aucun talus net ne vient marquer, on trouve une zone de transition avec l'encaissant, constituée de matériaux d'origine mixte alluvions/colluvions. Il s'agit du pied de pente de l'encaissant, qui, avec les variations en Z des niveaux d'eau dans le lit majeur, peut être inondé par les crues les plus importantes.

La délimitation lit mineur / moyen / majeur et les différentes structures morphologiques identifiées au sein de la plaine sont matérialisées par des figurés de talus. Les **talus peu nets**, cartographiés en discontinu, peuvent correspondre soit à des talus convexo-concaves à pente très douce et donc peu marquée, ou bien à des ruptures de pente faiblement marquées dans le profil transversal des vallées.

La **limite de la plaine alluviale fonctionnelle**, située au contact de l'encaissant, est soulignée par une ligne orange (uniquement dans le SIG ; elle n'est pas indiquée sur les cartes par souci de lisibilité). Elle correspond à l'**enveloppe maximale des crues** et donc de la **zone inondable au sens géomorphologique** (c'est-à-dire sans tenir compte des aménagements et des impacts positifs ou négatifs qu'ils peuvent avoir sur les crues). Cette limite peut être selon les cas très nette et placée avec précision (présence d'un talus net plus ou moins haut, bas de versant franc) ou imprécise (talus peu nets, fonds de vallons en berceau). Dans le cas de ces trois cours d'eau, la plupart des limites externes sont imprécises, du fait des raccords en pente douce avec les terrains encaissants.

2.1.2.2 Structures secondaires géomorphologiques

Bras de décharge secondaire et axe d'écoulement en crue, représentés par une flèche localisant la ligne de courant.

Les axes de crue sont des micro-dépressions linéaires façonnées par des courants dynamiques, auxquels peuvent être associées des hauteurs d'eau importantes. Ils traduisent une aggravation de l'aléa.

Les bras secondaires identifiés dans la plaine alluviale correspondent à d'anciens lits du cours d'eau encore très bien marqués et fonctionnels pendant les crues.

Points de débordement : Ils correspondent à des secteurs privilégiés de débordement au niveau du lit mineur et sont souvent à l'origine d'un bras de décharge ou d'un axe d'écoulement.

Cônes alluviaux : Certains affluents sont couronnés à leur exutoire par une accumulation de sédiments en forme bombée sur laquelle leur lit mineur se retrouve perché.

Erosion de berge : Il s'agit de talus présentant des traces d'érosion, comme des sous-cavages, indiquant par-là, la tendance du cours d'eau à venir saper ce talus. Certaines érosions relevées sur le terrain sont toutefois liées au piétinement des bovins.

Dépressions de lit majeur : Ce sont des points bas dans le lit majeur, qui, après la décrue, restent inondés plus longtemps. On utilise aussi ce figuré pour indiquer la présence d'un lit en toit (configuration où les bords du lit majeur se situent en contrebas du cours d'eau).

Talweg secondaire et ruissellement sur versant

Les versants encadrant les plaines alluviales sont disséqués par des vallons en berceau plus ou moins marqués, qui concentrent les ruissellements (pluvial agricole ou urbain).

2.1.2.3 Les zones d'inondation potentielles

Zone d'inondation potentielle par surcote

Les trois plaines aval des cours d'eau étudiés présentent comme caractéristiques d'être largement contrôlées par la Vaine (et autrefois, indirectement par le niveau marin). Ces zones de confluence sont le siège de faibles vitesses qui engendrent une sédimentation accélérée, tant dans les lits mineurs que dans les lits majeurs. Cette dynamique a pour principales conséquences :

- l'exhaussement progressif de la plaine inondation par alluvionnement lors des inondations
- l'absence de marqueur morphologique de limite de la zone inondable.

De ce fait la méthode éprouve des difficultés à placer l'enveloppe maximale de la zone potentiellement inondable.

Par ailleurs, on sait, les crues historiques et les modélisations hydrauliques existantes le prouvent, qu'on peut voir dans ces « plaines aval » des hauteurs d'eau très importantes, parfois supérieures à 3 m.

Ces deux facteurs conjugués (sur-sédimentation + hauteurs importantes) nous ont amené en accord avec la DIREN à rajouter au niveau de la limite de la zone inondable une ligne bleu à chevrons qui indique que des débordements potentiels ne peuvent être exclus au-delà de la limite du lit majeur ou du lit exceptionnel cartographié, donc sur l'encaissant. Nous insistons sur le caractère peu probable mais toutefois possible de cette sur-inondation.

2.1.2.4 Les formations constituant l'encaissant de la plaine alluviale fonctionnelle

Elles comprennent normalement les terrasses alluviales, les colluvions, ainsi que les versants encadrant directement la plaine alluviale. Le report partiel de la **structure du relief** facilite la lecture de la carte.

Par rapport au cahier des charges national des Atlas de Zones Inondables, cette étude présente l'intérêt de rajouter un taxon pour représenter les grands affleurements de substrat pliocène (sables rouge et cailloutis), dont la nature influence grandement les paysages et la morphologie des plaines alluviales. Cette formation, peu résistante à l'érosion, se traduit dans les paysages par des formes très molles, avec des raccords en pente douce entre les versants et les fonds de vallées, qui rendent difficiles la matérialisation d'une limite de la zone inondable (photo 5). Les limites entre les différents types d'encaissants (versants, pliocène, colluvions, terrasses) sont positionnées d'après les cartes géologiques en premier lieu, et suivant l'interprétation qui peut être faite d'après les photographies aériennes. Il est rappelé que ces données sont indicatives et ne cherchent pas l'exhaustivité et la précision qui seraient de mise pour une étude détaillée de la géologie et des



Photo 5. Exemple type de limite imprécise de la plaine alluviale

formations superficielles. Toutefois elles donnent une première information, et dans la plupart des cas, permettent de comprendre les modifications morphologiques que présentent les vallées d'un secteur à l'autre.

2.1.2.5 Les éléments de l'occupation du sol susceptibles d'influencer le fonctionnement hydraulique de la plaine alluviale fonctionnelle

Les aménagements anthropiques, l'urbanisation, ainsi que certains éléments du milieu naturel ont des incidences directes multiples et variées sur la dynamique des écoulements au sein du champ d'inondation. Il ne s'agit pas ici de faire un relevé exhaustif de l'occupation des sols en zones inondables mais de faire apparaître les **facteurs déterminants de l'occupation du sol sur la dynamique des crues**.



Photo 6. La Chère à Châteaubriant

De nombreux éléments anthropiques ont été cartographiés :

- dans et aux abords du lit mineur : recalibrages des lits (photo 6), seuils, barrages, digues, protections de berge, autant d'ouvrages faisant obstacle aux écoulements ou favorisant l'évacuation des crues vers l'aval,
- les ouvrages de franchissement de la plaine alluviale (ponts, remblais des infrastructures routières, des voies ferrées, des canaux),
- les aménagements divers (gravières, remblais),
- les campings,
- les bâtiments isolés non indiqués sur le scan 25 IGN,
- les stations d'épuration.

Notons que l'utilisation du figuré de lit recalibré a été restreinte volontairement aux secteurs où le recalibrage fait appel à des maçonneries, et donc concerne en particulier les zones urbanisées. Il n'a pas été appliqué à l'ensemble des secteurs où l'Isac et les deux autres rivières ont fait l'objet de rectifications au cours des dernières décennies ou siècles passés.

2.1.3 Les principaux outils utilisés

L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie sur les deux outils d'investigation que sont la photo-interprétation stéréoscopique et l'observation du terrain. Elle se pratique en deux séquences successives dans le temps : la photo-interprétation fournit une vue en relief des vallées qui permet une analyse fonctionnelle, à partir de laquelle on réalise des « cartographies minutes ». La phase terrain intervient à posteriori pour vérifier cette analyse, et préciser la cartographie sur les secteurs peu

favorables à l'interprétation en raison de la densité de la végétation (ripisylve, zones boisées) ou de l'urbanisation. Ces deux approches complémentaires sont indissociables l'une de l'autre.

La photo-interprétation permet d'avoir une vision d'ensemble de la vallée étudiée, nécessaire pour comprendre son fonctionnement. Les observations de terrain apportent par contre de nombreuses informations sur la nature des formations qui constituent une surface topographique, élément essentiel de décision dans les secteurs complexes. Sur le terrain, on s'intéresse aux indices suivants :

- micro-topographie des contacts entre les différentes unités morphologiques, notamment des limites quand elles sont masquées par des dépôts à pente faible,
- nature des formations superficielles,
- indices hydriques liés à la présence d'eau à la surface du sol ou à faible profondeur,
- végétation, dépendante de la nature des sols et de leurs caractéristiques hydriques,
- traces d'inondation : laisses de crue, érosions, sédimentation dans le lit majeur.

L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie aussi sur une connaissance générale du secteur étudié et de son évolution passée, d'où le recours à un fond documentaire constitué par la littérature universitaire, les études thématiques et les cartes géologiques.

2.1.4 Les outils complémentaires

2.1.4.1 Etude des crues historiques

La connaissance des crues historiques constitue le deuxième volet fondamental du diagnostic de l'aléa inondation. En essayant de reconstituer une chronologie partielle des crues dont on a gardé la mémoire ou la trace écrite, en fournissant (dans le meilleur des cas) des récits relatant le déroulement d'une inondation, ainsi que des informations sur le fonctionnement et la dynamique des crues, **l'approche historique** est directement **complémentaire** de la cartographie hydrogéomorphologique. Les données trouvées sont systématiquement confrontées (cf chapitre 5) aux résultats de la cartographie hydrogéomorphologique et la comparaison permet très souvent de les valider.

2.1.4.2 Numérisation sous SIG

La cartographie hydrogéomorphologique réalisée sous la forme de cartes minutes papier a été entièrement numérisée sous SIG MAP INFO. On trouvera dans la notice du SIG la description des objets géographiques numérisés ainsi que leurs attributs graphiques. La mise sous SIG des données produites permet de les intégrer dans une base de donnée générale. Elle facilite aussi leur consultation et leur diffusion, préparant notamment une mise à disposition des données sur INTERNET.

2.1.5 Atouts et limites de la méthode hydrogéomorphologique

La cartographie hydrogéomorphologique constitue donc un des outils disponibles pour diagnostiquer le risque inondation, complémentaire des autres méthodes hydrologiques et hydrauliques. En tant que telle, elle est différente, et possède ses propres atouts et limites qui sont aujourd'hui bien connus.

Analyse naturaliste fondée sur une science d'observation, elle fournit des informations strictement **qualitatives**. En ce sens, elle ne donne pas d'indication directe sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement, qui peuvent être obtenues par des observations in situ (relevés de stations hydrométriques) ou par des études hydrauliques (modélisation des écoulements).

Elle permet par contre de disposer rapidement d'une cartographie précise en plan et homogène sur l'ensemble d'une vallée ou d'un bassin versant, qui prend en compte la dynamique naturelle des écoulements et l'histoire du secteur. Ceci permet notamment de pallier les insuffisances des séries statistiques hydrologiques et de mettre en évidence les tendances évolutives des cours d'eau (par exemple sur-sédimentation exhausant le niveau du plancher alluvial et entraînant par conséquent une tendance à l'extension de la zone inondable, ou au contraire tendance à l'encaissement du cours d'eau).

On notera que les limites fournies ne prennent en compte que les inondations de type fluvial par débordement, et excluent les inondations par remontée de nappe ou par ruissellement pluvial.

2.2 COMMENTAIRE DES CARTOGRAPHIES

On trouvera dans l'atlas les cartes effectuées avec la méthode décrite précédemment, présentées sur fond de plan SCAN 25 de l'I.G.N. au 1/25 000^{ème} et au 1/10 000^{ème} pour les zones à enjeux. Leur précision maximum correspond à ces échelles et à ce support uniquement.

Pour faciliter la compréhension, le commentaire est structuré par grands tronçons homogènes des rivières, qui se détachent à une échelle d'observation du 25 000^{ème}.

2.2.1 Bassin de la Chère

2.2.1.1 De la Source à Châteaubriant

La Chère prend sa source sur la commune de Soudan, en amont de la Rivière-sous-Bois dans un paysage vallonné. Elle a dégagé une petite vallée ouverte, dont le fond plat se raccorde en pente douce aux versants. Le plancher alluvial est constitué de matériaux issus des versants à peine remaniés par les eaux qui commencent à se concentrer. De quelques dizaines de mètres en aval de sa source, la vallée s'ouvre progressivement pour atteindre une largeur moyenne de 150 m sur ce tronçon. Si les versants ont une certaine pente qui permet de bien les distinguer de la plaine inondable, il existe entre les deux une zone de transition plus qu'une limite marquée. Sur ce tronçon, le lit mineur est un petit fossé au profil rectangulaire ou trapézoïdal, normalement à sec pendant les périodes estivales, mais rapidement débordant lors des précipitations abondantes de l'hiver.



Photo7. La Chère et le Nid Coquet.

Sur ce tronçon, on recense comme principal enjeu en zone inondable le lotissement du Nid Coquet (photo 7) sur la commune de Soudan (planche au 1/10 00). Implanté dans la plaine alluviale en bordure du lit mineur, ce lotissement a déjà été inondé plusieurs fois, notamment en 1995. A noter l'effet aggravant du double remblai de la RN171 et de la voie ferrée qui favorise la rétention des eaux en amont, et donc l'inondation du lotissement.

A partir du Nid Coquet, s'amorce un tronçon où la Chère a fait l'objet de nombreux travaux à travers les siècles (création de lacs, opérations de curages et de recalibrages) destinés à favoriser la protection du centre ville de Châteaubriant et le développement d'activités industrielles (prises d'eau, canaux de dérivation).

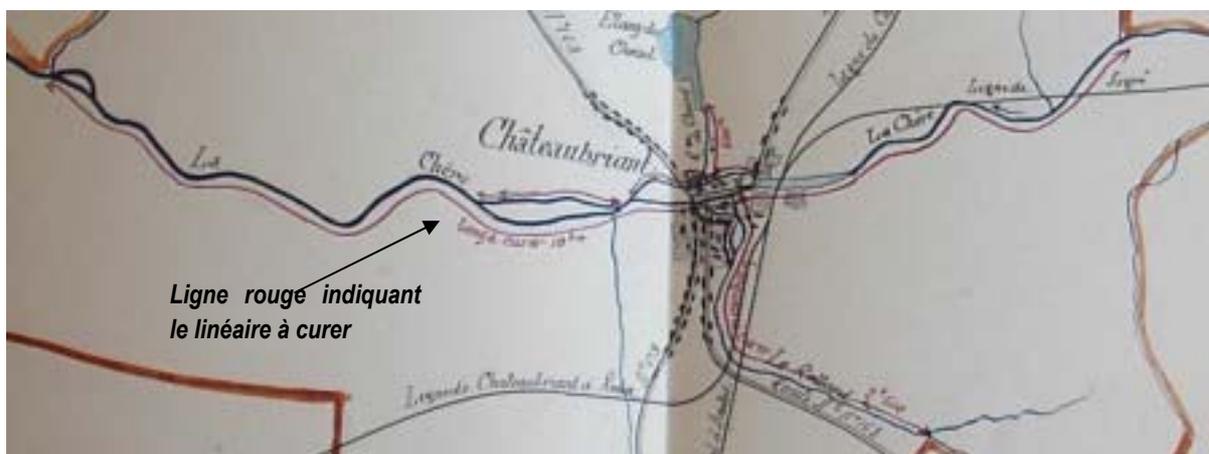


Photo 8. Plan de Châteaubriant

2.2.1.2 De Châteaubriant à St-Aubin-des-Châteaux

Sous-préfecture du département, Châteaubriant est implanté sur le cours de la Chère, à environ 12 km de la source. La ville constitue le principal enjeu du bassin versant et plus largement de la zone d'étude. En amont, la plaine alluviale de la Chère, assez large, atteint près de 300 m, notamment du fait d'un raccordement très progressif en rive gauche entre le lit majeur et le substrat pliocène. Sur ce tronçon, plusieurs remblais transversaux compartimentent le fond de vallée : la RD 178 de contournement de la ville, et la voie ferrée. Cette dernière réduit considérablement le champ majeur mobilisable par la Chère, qui a visiblement été détournée de son cours naturel (méandre vers le nord) pour longer la voie. En aval de la RD 178, le lit majeur présente un secteur particulièrement marécageux. En amont de l'étang de la Torche, la vallée se resserre subitement (de 300 à 100m de large), ce qui peut entraîner localement un effet de surcote avec une augmentation des hauteurs d'eau. Quelques enjeux sont implantés en zone inondable en amont de la voie ferrée, notamment des lotissements récents (photos 9 et 10) au lieu-dit des Chécheux.



Photos 9 et 10. Lotissements en zone inondable à Châteaubriant

En aval du verrou engendré par l'affleurement d'un pointement rocheux en rive gauche, une large partie du centre ville de Châteaubriant est construite dans la vallée de la Chère, au niveau de deux confluences : en rive gauche, le ruisseau de Rollard est partiellement recouvert en aval de la voie ferrée, en rive droite, le ruisseau de Choisel coule dans une petite vallée bien incisée avant de rejoindre en souterrain la Chère au niveau de la chapelle. 2 bassins de retenus ont été réalisés sur ces deux affluents en amont de la ville (un troisième est en projet).

Dans la traversée du centre ville, la Chère possédait autrefois au moins deux bras qui se séparaient dès l'étang de la Torche comme le montre le plan ci-dessous, pour dessiner plus en aval des sinuosités



Photo 11. Plan général de Châteaubriant du 29/07/1854 du pont de la Torche au Moulin de Couéré.

Source : Archives départementales de Loire-Atlantique

complexes (cf partie basse du plan). Le fond de vallée a ainsi fait l'objet de nombreuses

transformations : remblaiements, comblements de chenaux, recalibrages et augmentation de section du lit actuel ...

Malgré ces perturbations et la densité de l'urbanisation, on retrouve assez bien sur le terrain les limites de la zone inondable naturelle. Toutefois, aucune indication ne peut être fournie quant aux périodes de retour pour lesquelles l'enveloppe définie pourrait être mobilisée. Il est évident que tous ces travaux ont largement réduit la fréquence des inondations (bien qu'il reste quelques points noirs), d'autant qu'ils ont été accompagnés d'une politique d'aménagement de zones de stockage temporaires sur le bassin amont. On ne doit pas pour autant occulter le risque réel qui persiste pour des événements exceptionnels (tous ces aménagements sont conçus pour protéger vis-à-vis des crues de l'ordre de la vicennale (inférieures à la centennale). La mairie, ainsi que de nombreux commerces et habitations sont particulièrement exposés. Certains bâtiments anciens présentent d'ailleurs une bonne adaptation en étant légèrement surélevés.

A partir de la Rue Denieul et Gastineau, la Chère se scinde aujourd'hui en deux bras, sud et nord. Le bras sud rejoint le chenal du ruisseau du Rollard, qui réemprunte l'ancien bras de la Chère. Entre ces deux bras qui longent chacun les marges de la plaine alluviale, le lit majeur est occupé par un hôpital, des parkings, des usines, et un parc. Au niveau de leur jonction, les ateliers municipaux et la caserne des pompiers sont situés en remblai le long du lit mineur recalibré (section élargie et tracé artificialisé). Le centre commercial en aval est également situé dans le champ d'inondation de la Chère, comme la partie basse du terrain de la foire. Dans ce secteur, particulièrement en rive droite, la limite de la plaine alluviale est difficile à positionner du fait de l'absence de formes structurantes marquées. Notons qu'à l'ouest du Rollard, quelques vallons dessinés sur le versant concentrent les précipitations et sont caractérisés par un risque pluvial non négligeable (flèches vertes).

De Châteaubriant au Moulin Neuf où se dessine un verrou, la Chère s'écoule dans une large plaine régulière, inscrite entre des terrasses avec lesquelles elle se raccorde progressivement. En aval, le remblai transversal de la voie ferrée constitue un ouvrage structurant important susceptible d'engendrer des surcotes artificielles en amont.



Photo 12. La Chère à la sortie ouest de Châteaubriant

Entre le Moulin Neuf et St-Aubin-des-Châteaux, la vallée traverse un substrat hétérogène d'argilite, siltites et grès dont l'érosion fournit de vastes couvertures de colluvions qui rendent les limites de la zone inondable particulièrement floues. Le hameau de Chère représente l'unique zone à enjeux exposée aux crues de la rivière.

2.2.1.3 De St-Aubin-des-Châteaux à la Hunaudière

Au droit de Meudais, la vallée s'infléchit vers le sud-est, pour pénétrer sur un substrat différent, plus résistant, dans lequel elle va s'encaisser profondément. La plaine alluviale étroite (environ 60 m) forme des petites « gorges » et peut donc connaître des hauteurs d'eau importantes. La partie aval de ses

« gorges » est occupée en totalité par le lac du barrage de la Hunaudière. A l'exception d'anciens moulins, aucun enjeu n'est recensé.

Sur ce tronçon, la Chère reçoit son premier affluent important : le Néant. Il prend sa source au sud-ouest de Châteaubriant, dans l'Étang de la Courbetière, puis parcourt un petit vallon très peu marqué dans le paysage, d'où un champ d'inondation assez large malgré la petitesse du bassin versant considéré. Ce n'est que quelques kilomètres avant la confluence que la vallée s'encaisse, en traversant le substrat résistant dans lequel la Chère a creusé comme des « gorges » plus au nord. Seuls quelques bâtiments aux hameaux La Biochais et La Chapelle pourraient être touchés par des inondations importantes. Juste en amont de la confluence avec la Chère, un remblai routier barre la plaine alluviale, mais sans que les surcotes potentielles puissent menacer des constructions normalement à l'abri des inondations.



Photo 13. Etang de la Courbetière, source du Néant

2.2.1.4 De la Hunaudière à la Robinais

En aval de la Hunaudière s'amorce un tronçon intermédiaire où la Chère s'écoule sur un substrat plus résistant au nord et plus tendre au sud. La plaine alluviale présente de ce fait un profil dissymétrique avec une limite de champ d'inondation plus nette en rive droite que sur la rive opposée. Progressivement le fond de vallée s'élargit.

A l'aval immédiat de la Hunaudière, on trouve en rive droite un ancien méandre de la Chère recoupé, mais qui peut être inondé pour les plus grandes inondations.

Ce tronçon présente quelques enjeux disséminés dans les hameaux des Vallées (ce dernier est également inondable par un affluent), du Pont, du Château (quasi-totalité des constructions) et de la Lande.

Au droit de la Robinais, la rivière infléchit son cours vers le sud-ouest.

2.2.1.5 Du Robinais à la confluence l'Aron

Ce tronçon assez court est caractérisé par une vallée parfois étroite, en liaison avec la traversée de schistes et grès plus résistants au niveau de Mouais. La vallée s'encaisse de nouveau dans l'encaissant d'environ 40 m. Le plancher alluvial plat se raccorde d'une manière assez



Photo 14. La Chère à Mouais

nette avec ces versants. Dans ce tronçon, on peut avoir des hauteurs et des vitesses importantes lors des grandes inondations. Des axes de crue apparaissent dans le lit majeur, recoupant les nombreux méandres que dessine le lit mineur. La vallée elle-même décrit de plus vastes sinuosités, caractérisées par l'opposition classique de rive convexe en pente douce (d'où la présence d'un niveau de lit majeur exceptionnel et la conservation de niveaux de terrasses) et rive concave au talus abrupt (limite nette de la plaine alluviale).

La confluence avec l'Aron marque la transition progressive vers le tronçon aval de la Chère, où l'influence de la Vilaine commence à se faire sentir. La vallée s'ouvre très progressivement, sans jamais atteindre une largeur importante.

L'Aron est l'affluent le plus important de la Chère. Long de 26 km, cet affluent s'inscrit dans un substrat homogène qui se traduit par la formation d'une petite vallée encaissée et bien individualisée dans un paysage vallonné. Elle suit une direction ENE-WSW avant d'incliner son cours franchement vers le sud pour rejoindre la vallée de la Chère, en décrivant de larges méandres prononcés. Le fond de vallée, entièrement inondable est étroit, se limitant à 100 ou 200 m. Le lit majeur est ponctué par de nombreux étangs et mares et recouper par de nombreux franchissements routiers. Aucun enjeu particulier n'est recensé sur cet affluent. Ce n'est qu'à proximité immédiate de la confluence que le fond de vallée s'élargit. A la confluence, le lit mineur a fait l'objet de travaux favorisant l'écoulement des eaux de l'Aron vers la Chère : il a été détourné de son cours naturel sur un linéaire de 250 m, et les eaux empruntent aujourd'hui un chenal artificiel qui rejoint en ligne droite la Chère. L'ancien lit reste marqué dans le lit majeur sous la forme d'un bras de décharge qui, pour une inondation importante, sera un lieu privilégié d'écoulements.

2.2.1.6 De la confluence avec l'Aron à la confluence avec la Vilaine

A partir de la confluence avec l'Aron, la vallée de la Chère adopte une direction et une morphologie régulière.

Jusqu'à Triguel, elle atteint environ 300 m de large. Grossie par les apports de l'Aron, puis du Pas Guillaume, la Chère devient plus dynamique, et les annexes hydrauliques se multiplient dans le lit majeur : nombre d'axes de crues et de bras de décharge ont été cartographiés, qui constituent autant de secteurs qui peuvent être assimilés à du lit moyen (non cartographiés pour des raisons de lisibilité). Ils sont parmi les premiers secteurs inondés, notamment par saturation et affleurement de la nappe, puis le restent pendant plusieurs jours une fois que le cours d'eau est rentré dans son lit. La plupart correspondent certainement à d'anciens lits de la rivière. Encore aujourd'hui le lit mineur se dédouble parfois sur quelques centaines de mètres. Il s'élargit jusqu'à 12 m, mais reste peu profond, moins de 2 m en moyenne. Ce secteur est caractérisé par la faiblesse de la pente du lit mineur, et des problèmes d'évacuation des eaux.

En amont de Triguel, la vallée se voit barrée par trois remblais d'infrastructures (RD 57, RD 3 et RN 137) qui favorisent en amont autant de zones de stockage des eaux de crue, même si leur capacité est limitée.

Sur ce tronçon, la Chère reçoit son dernier gros affluent, le Pas Guillaume. Celui-ci prend naissance au sud de Derval, dans un relief faiblement dénivélé : le vallon est peu incisé, et ses limites sont peu nettes jusqu'au hameau du Pas Guillaume où il traverse un filon géologique résistant (pélites silteuses ardoisières) formant un verrou marqué. Sur ce tronçon amont, on retiendra les perturbations occasionnées par le remblai de la voie rapide RN 137, qui traverse par trois fois le ruisseau : il peut y avoir dans ces secteurs des débordements intempestifs sur



Photo 15. Le Pas Guillaume à sa source sur la commune de Châteaubriant

l'encaissant, d'autant plus qu'il est peu marqué. En aval du Pas Guillaume, le ruisseau s'écoule au contraire dans une petite vallée incisée d'une dizaine de mètres : les limites de la plaine alluviale deviennent plus précises. Un nouvel affleurement de pélites silteuses force le ruisseau à décrire un coude brutal vers l'ouest au droit du hameau de Landry, affleurement qu'il va suivre sur sa bordure sud jusqu'à Pierric où il le traverse à la faveur d'une faille. Au niveau de Pierric, cette traversée des pélites se traduit par un resserrement important en amont duquel la plaine s'élargit, d'autant que deux affluents viennent rejoindre le Pas Guillaume. En aval de Pierric où l'on ne recense aucun enjeu particulier, le ruisseau poursuit son cours vers la Chère à travers un substrat couvert de lambeaux de terrasses. Sa vallée reste étroite, et peut être inondée par des hauteurs d'eau non négligeables.

En aval de Triguel après un dernier resserrement de la vallée lié à un pointement rocheux, la plaine aval de la Chère s'ouvre. Sur ce tronçon, les écoulements de la Chère sont directement sous influence de la Vilaine, qui peut d'ailleurs remonter dans sa vallée. Quelques petits seuils ponctuent le profil du lit mineur et les annexes hydrauliques se multiplient dans le lit majeur (tous n'ont pu être cartographiés pour des raisons d'échelle et de lisibilité). Les annexes, connectées ou non au lit mineur, peuvent être associées à la notion de lit moyen, car elles sont inondées en premier, soit par débordement depuis le lit mineur (cas classique), soit par remontée de la nappe alluviale qui affleure plus facilement dans ces micro-dépressions.



Photo 16. La Chère en amont de la confluence avec la Vilaine

Sur ce tronçon aval, des débordements sont possibles sur l'encaissant, si de trop grandes hauteurs d'eau affectent le lit majeur en liaison avec le contrôle aval exercé par la Vilaine. Les secteurs potentiellement concernés sont représentés par le chevron bleu qui longe la limite de la plaine alluviale (cf aussi § 2.1.2.3)

2.2.2 Bassin du Don

2.2.2.1 De l'étang de Maubusson à la Forge Neuve

A l'échelle du 1/25 000, le premier tronçon distingué correspond à ce qu'on pourrait appeler le Don amont. Sa configuration générale le caractérise des suivants par une vallée étroite, parcourue par un petit cours d'eau de faible importance. Néanmoins, les variations de lithologie du substrat permettent d'identifier 2 sous tronçons.

Jusqu'à St-Julien-de-Vouvantes, le Don parcourt en se dirigeant vers le sud-ouest un substrat exclusivement schisteux. Assez ouverte car les versants sont en pente douce, la vallée est constituée par un lit mineur et un lit majeur qui se raccorde immédiatement au versant, avec une zone de transition de quelques mètres. Le lit mineur se présente comme un petit fossé rectangulaire, profond d'environ 1m à 1,20m, qui connaît souvent des assecs l'été, et se remplit facilement en hiver. Le lit majeur, occupé par des prés, est sub-horizontale à proximité du lit mineur, mais voit sa pente s'accroître dès qu'on s'approche des versants. En amont de St-Julien, deux remblais d'infrastructures recoupent le lit majeur, et une retenue a été aménagée au hameau de la Selle. A la rivière Grandin, la maison la plus basse est construite à l'interface entre le lit majeur et le versant. Plus en aval, le hameau de l'Anerie est totalement situé dans le lit majeur. A St-Julien, le Don coupe perpendiculairement une faille qui sépare deux unités géologiques distinctes. L'affleurement localisé d'une poche de grès résistant engendre un relief plus marqué au niveau du village : celui-ci s'est ainsi installé sur une butte qui surplombe la vallée, laquelle décrit des méandres prononcés pour contourner l'obstacle constitué par cette butte de grès. Ce verrou naturel a été utilisé pour créer une retenue qui occupe tout le fond de vallée (profondément modifié) et induit en amont un élargissement de la zone inondable qui atteint plus de 200 m. Ce secteur constitue une zone d'expansion des crues. Quelques maisons d'habitation sont situées dans le fond de vallée, en amont de la RD 163 dont le remblai barre la plaine alluviale. Notons que la présence de ce remblai peut favoriser des surcotes dans le lit majeur en amont, et des débordements sur les pieds de



Photo16. Panorama de la plaine alluviale à St-Julien-de-Vouvantes (aval RD 163)

versants. Plus en aval, un deuxième remblai ferme complètement le lit majeur en amont de la station d'épuration. Le champ d'inondation est ainsi constitué de plusieurs casiers hydrauliques successifs.

A ce premier tronçon succède un second caractérisé par un resserrement et un encaissement de la vallée dans des schistes et des grès. Le lit mineur, large et peu encaissé, serpente au sein d'un lit majeur au caractère humide affirmé.



Photo 17. Gorges en amont du lac de la Forge Neuve

En aval de la confluence avec le Petit Don, la vallée forme de petites gorges rocheuses sur 5 km.

A mesure que l'on s'approche de la Forge Neuve, le plancher alluvial devient de plus en plus marécageux, jusqu'à être entièrement mobilisé par le lac de retenue de la Forge. Ce site a été aménagé au niveau d'un verrou rocheux qui réduit la vallée à moins de 40 m de large. La configuration naturelle n'existe plus dans ce secteur dont la topographie a été complètement modifiée par la construction des usines.

2.2.2.2 De la Forge Neuve aux gorges de Guéméné-Penfao

En aval de la Forge, la vallée du Don s'évase, car le substrat schisteux est recouvert par une épaisse couche d'altérites (roche décomposée, peu résistante) dans laquelle l'érosion latérale a pu être efficace. On peut



Photo 18. La plaine alluviale du Don en aval de la Forge

distinguer deux sous tronçons articulés autour de Jans : en amont la vallée décrit de larges méandres très prononcés, tandis qu'en aval, elle suit une direction linéaire jusqu'aux gorges de Guéméné. Ils constituent tous deux la vallée intermédiaire du Don, qui présente une physionomie uniforme, avec une largeur stable (excepté dans certains méandres) d'environ 450 m. Le lit mineur s'élargit progressivement pour atteindre une douzaine de mètres. Il est directement encadré par le lit majeur, marqué après la Forge par des axes de crues, qui témoignent d'une accentuation des phénomènes hydrodynamiques (vitesses concentrées).



Photo 19. Le Don à Marsac-sur-Don

Il est mobilisé dès que le débit de plein bord est atteint dans le lit mineur, et peut être inondé par des hauteurs d'eau importantes, supérieures à 2 m entre Marsac et les gorges de Guéméné. Sur ses

bordures, il se raccorde aux versants par un glacis progressif dont la partie basse est assimilée au lit majeur exceptionnel. Les limites de la zone inondable sont peu nettes, parfois marquées de faibles ruptures de pente. A mesure qu'on progresse vers l'aval, l'importance du lit exceptionnel va en croissant, tandis que le lit majeur devient plus dynamique. Ce tronçon se caractérise aussi par l'importance des dépôts alluviaux anciens (terrasses) dans lesquels la rivière a façonné sa plaine alluviale actuelle. Leur étendue laisse imaginer la largeur importante de l'ancienne vallée. Ils sont particulièrement bien conservés dans les rives convexes des méandres, où les dynamiques sont plus favorables à la sédimentation qu'à l'érosion.

C'est aussi sur ce tronçon intermédiaire que le Don reçoit ses 3 principaux affluents après le Petit Don, à savoir la Gravotel en aval de Moisdon la Rivière, et la Cosne et le Sauzignac à Jans.

De la Forge Neuve à Issé, la plaine alluviale est recoupée par un remblai d'infrastructure à Moisdon (RD 178), et les enjeux sont limités. On dénombre en zone inondable des bâtiments aux hameaux La Haute Morais, la Haulais et le Pas Hervé (usine).

Issé constitue une importante zone à enjeux sur le Don. Le fond de vallée est profondément anthropisé, du fait de l'installation de locaux industriels, implantés entre deux bras du Don dont les sections d'écoulement ont été augmentées. Des remblais importants ont été accumulés en amont et en aval de la route qui franchit le Don (elle-même en remblai). Les écoulements sont donc largement perturbés dans ce secteur. En rive droite, la limite naturelle de la plaine alluviale passe au niveau du virage de la route principale, sous l'église. Toutes les maisons situées en contrebas peuvent être inondées pour une crue exceptionnelle. En rive gauche, le gymnase, les terrains sportifs, et plus en aval des maisons d'habitation sont situés dans la zone inondable. Cette rive a posé un problème d'interprétation du fait de l'absence de marqueurs morphologiques permettant de situer la limite. Son positionnement comporte donc potentiellement une certaine marge d'erreur.

Entre Issé et Jans, on recense des enjeux en zone inondable au niveau des hameaux de la Binquenais, la Pile, la Baudrais, la Fleuriais, le Moulin de la Grand-Ville et au Pont de Jans. A chaque fois ces bâtiments sont peu menacés car situés à la marge de la plaine alluviale. Le village de Jans est quant à lui situé à l'abri des inondations. Le lit majeur, caractérisé par de nombreux axes de crue, n'a pas été urbanisé. A peu près toutes les routes qui franchissent la plaine alluviale la traversent en remblai. A Treffieux, un double ouvrage cloisonne le lit majeur (RN 171 et voie ferrée).

Entre Jans et Conquereuil, les zones d'urbanisation concernées par l'aléa inondation sont également éparpillées, réparties dans plusieurs hameaux : la Longueville et l'Onglée, la Lésiraie, Villeneuve, la Maillardais. A Marsac-sur-Don, le moulin du Don constitue le seul enjeu exposé.



Photo 20. Axe de crue dans le lit majeur à Conquereuil

En amont des gorges de Guéméné, deux hameaux de la commune de Conquereuil, les Rivières et la Chénaie du Don sont inondables (cf. crues de 1995). Ils sont implantés sur un niveau de lit majeur exceptionnel, fonctionnel pour une période de retour inférieure à la centennale, notamment à cause du verrou formé par les gorges, qui maintient des hauteurs d'eau importantes dans le lit majeur (supérieures à 2 m). A ce niveau, des axes de crue sont très marqués dans la topographie du lit majeur.

Entre Conquereuil et Guéméné, le Don traverse une unité géologique très résistante composée de schistes ardoisiers qui servent de support à un plateau dans lequel la vallée s'encaisse profondément (environ 60 m de dénivelé). Dans ces roches qu'on voit affleurer à l'est de Guéméné, le Don a taillé une vallée en forme d'encoche étroite dans laquelle les écoulements s'accélèrent. Ce verrou constitue un point de contrôle important à l'échelle du bassin versant pour le fonctionnement des crues. Il limite notamment l'influence de la vallée aval (conséquence de l'influence de la Vilaine). On notera que dans la traversée de ces gorges, le lit majeur est occupé par des bois susceptibles de fournir matière à embâcle.

2.2.2.3 Des gorges de Guéméné-Penfao à la confluence avec la Vilaine

Ce tronçon correspond à la vallée aval du Don, large mais bien encaissée dans les versants, qui est largement soumise à l'influence de la Vilaine. Le lit mineur s'élargit progressivement à 30 m de large, allant parfois jusqu'à 80 au Pré de l'Ilette. Ce tronçon voit l'apparition d'un lit moyen qui constitue un niveau topographique bien individualisé dans le fond de vallée. Il est mobilisé par les débordements fréquents du lit mineur, mais peut l'être aussi par battement de la nappe alluviale (sans qu'il y ait débordement), notamment dans les anciens bras colmatés du Don (cartographiés en bras de décharges et axes de crue). Le lit majeur atteint 750 m de large, et est relayé par un niveau alluvial dominant, le lit majeur exceptionnel, qui correspond dans certains cas à d'anciennes terrasses ennoyées (exemple au pré de l'Ilette). Tout le fond de vallée est occupé par des marais et des prés de fauche.



Photo 21. Le Don dans sa vallée aval

Ce tronçon se caractérise en effet par des dynamiques spécifiques, comme la Chère et l'Isac. Soumis à l'influence de la Vilaine, les niveaux du Don sont directement dépendants de ceux du fleuve, dont les crues peuvent aussi remonter dans sa vallée. D'autre part, l'analyse de l'organisation générale de la vallée permet de constater la présence d'un verrou important au port Rolland. D'origine naturelle (affleurement rocheux), il est doublé d'un remblai transversal important (RD 46), auquel succède en aval le remblai de la voie ferrée. La vallée est donc pratiquement « fermée ». La conjonction de ces deux aspects se traduit par la prédominance de la sédimentation dans cette vallée aval (lorsque la Vilaine subissait l'influence des marées, celles-ci constituaient un facteur aggravant supplémentaire). On peut ainsi parler à ce niveau d'hyper-sédimentation. Des études géomorphologiques plus poussées (carottages et analyses sédimentologiques) permettraient probablement d'étayer ce point de vue. Le fond de vallée connaît donc historiquement une tendance nette à l'exhaussement, qui concerne autant le lit mineur que le lit majeur. Ces processus ont pour principale conséquence l'extension progressive des zones inondables au dépend des unités encaissantes, par submersion des pieds de versant à mesure que la plaine s'exhausse. Ces submersions avérées et bien connues historiquement ont pour particularité de ne pas laisser de traces morphologiques importantes sur les bas de versant : on rencontre dès lors des difficultés pour positionner avec certitude la limite de la zone inondable. On retiendra donc que la cartographie des limites cette plaine aval est moins précise que sur le reste du



Photo 22. Plaine aval du Don (lit majeur parcouru pas des axes de crue)

bassin versant, et qu'il faut considérer cette enveloppe comme une zone dynamique, dans le sens où elle n'est pas figée mais peut évoluer dans le temps, et que l'encaissant peut localement être inondé par une crue exceptionnelle. C'est pourquoi ces dynamiques sont représentées par la ligne bleue qui longe la limite de la plaine alluviale. Ces considérations s'appliquent sur la totalité du tronçon jusqu'à Guéméné.

La commune de Guéméné constitue le principal enjeu de ce tronçon aval. Si le bourg est établi sur le coteau qui surplombe la vallée, quelques constructions sont situées dans le champ d'inondation, à proximité de la Minoterie en rive droite, au croisement des R.D. 15 et R.D. 5, et au niveau du parking. Par ailleurs, le bourg est traversé par un petit affluent du Don dont le vallon est totalement perturbé par l'urbanisation. Malgré l'importance des modifications et la petitesse de son bassin versant, le risque d'inondation par ce petit cours d'eau ne doit pas être occulté.

En aval, la vallée s'évase et le lit exceptionnel prend de l'ampleur, en liaison avec les phénomènes de sédimentation évoqués dans le paragraphe précédent. Un lit moyen apparaît dès le pont des Claies. Entre les remblais de la RD 775 et de la voie ferrée qui forment un casier hydraulique, les hameaux du Tremblais, du Chenôt de Balleron et de Balleron représentent une importante zone à enjeux, dont une bonne partie a d'ailleurs été inondée en 1995. Sur ce secteur une incertitude subsiste en rive droite que l'étude ne nous a pas permis de lever (secteur hachuré). Il faut noter que le remblai de la RD 775 peut jouer un rôle important en surélevant artificiellement les niveaux d'eau en amont.



Photo 23. Ouvrage d'art sur la voir SNCF au franchissement du Don

A l'ouest, même si les hameaux sont en général bien situés sur les coteaux qui encadrent la vallée, la zone inondable considérablement élargie concerne encore quelques bâtiments : à Port Janier en rive gauche, à la Potinais et au Pont Robert en rive droite. Au Port Rolland, les maisons sont construites sur le substrat qui domine la plaine alluviale, mais les hauteurs d'eau dans le lit majeur pour les grandes crues (plus de 3 m), peuvent atteindre les plus basses.

En aval de Port Rolland, le lac Murin, un marécage qui a fait l'objet d'un projet d'assèchement au XIX^{ème} siècle, constitue une zone de stockage des eaux de crue (Vilaine et Don).

2.2.2.4 Les affluents du Don

- Le Petit Don

Le Petit Don est le premier affluent important qui rejoint le Don, sur son tronçon amont, en amont de la Forge Neuve. Long de 20 km, il a dégagé dans un substrat de schistes gréseux une petite vallée étroite, encaissée d'une trentaine de mètres par rapport au plateau environnant. De par cette configuration, l'urbanisation de la vallée, les hameaux et fermes s'étant disposés le long des versants. On recense comme uniques enjeux des bâtiments à la Basse Salmonais et la Plousière. Il faut noter que plusieurs routes traversent la vallée en remblai créant des barrages en lit majeur, et qu'une retenue a été aménagée à la Motte Glain.



Photo 24. Le Petit Don à la Rouaudais

- La Touche

La Touche est un affluent rive droite du Don, qu'elle rejoint en aval de Moisdon. Long de 17 km, ce ruisseau s'écoule selon une orientation nord-sud affirmée, parcourant ainsi plusieurs unités géologiques (lesquelles sont allongées d'est en ouest). La configuration de sa petite vallée est étroitement liée aux différents types de substrats traversés, les roches plus dures engendrant des resserrments de la

plaine alluviale et son encaissement. Ce ruisseau présente un petit lit mineur de faible section, qui serpente dans un lit majeur peu large, et au profil transversal pentu. Le raccordement avec les versants est assez net dans les secteurs étroits mais beaucoup plus atténué dans les élargissements. Plusieurs remblais routiers cloisonnent la vallée en autant de petits tronçons semi-fermés. A la Touche et à Moisdon-la-Rivière, des barrages forment des retenues qui occupent la quasi-totalité du lit majeur. C'est dans ces deux lieux qu'on peut aussi trouver des bâtiments construits dans la plaine alluviale, en aval ou le long des barrages.

- La Cosne

La Cosne est l'affluent le plus important du Don avec un linéaire d'environ 30 km. Sa vallée, orientée d'est en ouest, peut être divisée en deux tronçons s'articulant au niveau de St-Vincent-des-Landes. En amont, la vallée est assez étroite et encaissée. A St-Vincent-des-landes, un resserrement important lié à l'affleurement d'un substrat résistant favorise en contrepartie un élargissement de la plaine alluviale en amont (entre la Rigaudais et la Quidais), dans un secteur où l'omniprésence de colluvions sur les versants rend les limites morphologiques peu marquées. En aval de St-Vincent, la vallée s'évase progressivement au fur et à mesure des apports des vallons latéraux. Chaque confluence est d'ailleurs marquée par un élargissement net du lit majeur. Les enjeux sont principalement situés sur ce second tronçon : la plupart des fermes ou hameaux se sont judicieusement implantés à proximité immédiate de la vallée, mais sur la bordure de l'encaissant ; il arrive que leurs parties basses puissent être touchées par des grandes inondations (aléa faible), comme à la Rivière sous Bourg, la Coutais, et plus important à la Sauzaie (presque tout le hameau est concerné). A ce niveau, la vallée amorce un virage vers le sud pour rejoindre le Don. Ce dernier tronçon voit l'apparition d'axes de crue dans le lit majeur qui témoignent d'une accentuation de l'hydrodynamisme des crues.

- Le ruisseau de Sauzignac

Le ruisseau de Sauzignac est le dernier affluent étudié du Don : il prend sa source à l'ouest de la Meilleraye de Bretagne et conflue avec le Don en aval de Jans après avoir parcouru une vingtaine de kilomètres. Ce petit cours d'eau d'importance moyenne présente comme caractéristique de posséder un cours dit « en baïonnette », c'est-à-dire qu'en fonction de la lithologie il décrit des angles droits entre deux tronçons linéaires homogènes. Son parcours est ainsi sous influence directe de la géologie. Mise à part cette spécificité, il possède une petite vallée peu marquée dans le paysage (son encaissement dans les versants n'atteint pas 10 m) sur son tronçon aval. Sur son tronçon amont (en amont de la voie ferrée), la vallée est encadrée par des collines aux pentes fortes dominant de grands glacis en pente douce vers le fond de vallée. Dans ces conditions, la zone inondable par le ruisseau présente une certaine homogénéité. Un seul verrou la rompt, au niveau de la Bautreais, marquant ainsi la limite entre les deux tronçons. Ce secteur présente aussi les seuls enjeux en zone inondable qu'on peut trouver sur cette vallée. On notera enfin que le ruisseau possède peu d'affluents directs, mais que ses versants sont marqués par de nombreux petits vallons qui concentrent les ruissellements (et peuvent localement agrandir la zone inondable).



Photo 25. Le ruisseau de Sauzignac

2.2.3 Bassin de l'Isac

2.2.3.1 De la source à Bout-de-Bois : « l'Isac naturel »

- De la Source à Saffré

Très anthropisée tout au long de son cours, la vallée de l'Isac l'est depuis sa source, puisqu'il « naît » aujourd'hui dans l'étang de Vioreau dont il constitue un des exutoires. Ce premier sous tronçon homogène se caractérise par une vallée déjà large pour un secteur amont. Faiblement encaissée, au profil ouvert, la vallée est constituée d'un plancher alluvial large d'environ 250 m, qui se raccorde en pente douce avec les versants. Le lit mineur se présente jusqu'à Saffré comme un petit fossé agricole de faible section. La vallée qui suit une direction uniforme vers le sud-ouest reçoit de nombreux affluents, principalement en rive droite. On ne recense aucun enjeu sur ce tronçon, mais quelques aménagements structurants ayant potentiellement une influence sur les inondations : des remblais d'infrastructures transversaux (voie ferrée, RD1, RD121...) et des étangs aménagés dans le fond de vallée, qui constituent autant de petites zones de stockage régulatrices du débit.



Photo 26. Vallée de l'Isac en aval de Caharel

En amont de Saffré, le substrat sur lequel le cours d'eau s'écoule est recouvert de sables pliocènes qui entraînent une atténuation des limites extérieures de la plaine alluviale fonctionnelle : de longs plans faiblement inclinés succèdent au lit majeur. Il est très difficile dans ce contexte de fixer avec précision une limite. On pourrait plutôt parler de zone de transition que de limite à proprement dit de la zone inondable.

- Saffré

Saffré est la première zone à enjeux du bassin versant, et la plus importante avec Blain. A ce niveau, l'Isac qui a incliné son cours plus vers le sud se présente comme un petit cours d'eau tranquille. La partie ancienne du village est implantée directement au bord du lit mineur, dans le champ majeur, en rive droite. Cette implantation contraste fortement avec ce qu'on peut rencontrer dans la région, et il serait intéressant d'en rechercher les raisons, peut être dans les origines du village. C'est donc toute la partie centrale du bourg qui est principalement menacée par les débordements de l'Isac. Le champ d'inondation majeur fait plus de 200 m de large et concerne la



Photo 27. Lit majeur et limite de terrasse dans Saffré

mairie, l'église, l'école, le local des pompiers, des commerces, des maisons d'habitation.

En rive gauche, la zone inondable est élargie par l'affluence d'un petit vallon à fond plat (en liaison avec la nature du substrat pliocène), qui présente une végétation hygrophile. Entre l'Isac et ce vallon, l'interfluve, très peu élevé, peut être inondé pour des inondations exceptionnelles. Le long de la RD 33 qui quitte Saffré, les premières maisons d'habitations sont en lit majeur et concernées par les moyennes et grandes inondations puis les autres (après la fourche), situées en lit majeur exceptionnel ne peuvent être touchées que pour des périodes de retour plus rares. En aval, un lotissement de maisons individuelles pour retraités a été construit pour partie dans le lit majeur, et pour partie sur le substrat. La partie basse est en remblai dans le lit majeur.



Photo 28. L'Isac dans la traversée de Saffré



Photo 29. L'Isac en aval de Saffré

Dans toute la traversée du bourg, le lit mineur a fait l'objet de travaux pour limiter les débordements les plus fréquents de l'Isac : il s'agit essentiellement de recalibrages avec élargissement de la section du lit mineur, qui se traduit par la création d'un petit lit moyen. Ils réduisent la fréquence d'inondation du bourg, mais n'annulent pas le risque d'inondation à l'intérieur de l'enveloppe de la plaine alluviale. On dispose sur le bourg d'une limite d'inondation de la crue de Février 1996 qui a inondé une partie du lit majeur, avec des hauteurs d'eau entre 10 à 40 cm. En aval, la station d'épuration peut également être inondée.

- De Saffré à Bout-de-Bois

Ce tronçon est caractérisé par l'importance des zones de transition (lit majeur exceptionnel) qui encadrent le lit majeur de l'Isac, sous l'influence des sables pliocènes, particulièrement peu résistants à l'érosion. Il présente peu d'enjeux, à l'exception de deux hameaux (l'Eturmel, la Jossaie) situés dans le champ majeur au niveau de confluences avec des petits vallons concentrant les ruissellements agricoles. Le risque auquel ils sont soumis est double et correspond d'une part aux débordements de l'Isac (pour la Jossaie, cela ne concerne que la partie sud) et d'autre part à une inondation par des ruissellements agricoles concentrés. En aval de la Jossaie, le niveau de l'Isac est contrôlé par la retenue de Bouts-de-Bois, et le fond de vallée a été particulièrement modifié par la création de cet étang, mais aussi par l'arrivée du canal de Nantes à Brest, accompagnée de remblaiements importants en rive gauche (site de l'usine). A noter en aval immédiat du hameau deux remblais transversaux (RD 537 et RN 137) qui barrent le lit majeur, mais dont les ouvrages de franchissement sont bien dimensionnés.

Sur ce tronçon, on remarquera pour finir l'absence de chenaux de crue dans le lit majeur, qui révèle la faible dynamique des inondations sur ce cours d'eau.

2.2.3.2 De Bois-de-Bois au Pont de Barel

- De Bout-de-Bois à l'écluse du Gué de l'Atelier

A ce niveau, la vallée infléchit son cours brutalement vers l'ouest, car elle bute sur un affleurement de péridotites serpentinées (roche cristallophylienne résistante à l'érosion) associée à une faille, qui a fortement influencé la direction de l'Isac au cours de la formation de la vallée. Cet affleurement est à l'origine de la colline longitudinale que suivent chacun de son côté l'Isac et le ruisseau de Remauda qu'elle domine d'une vingtaine de mètres (de l'Ecobut à la Remaudais). Par la suite, jusqu'au pont de Barel, la vallée traverse essentiellement des micascistes, masqués localement par des terrasses anciennes. Dans ce contexte, son profil transversal se modifie : plus encaissée (une vingtaine de mètres), plus large (le fond de vallée atteint 500 m) elle est encadrée par des versants plus pentus, d'où des limites plus nettes, et la raréfaction des lits majeurs exceptionnels.

A partir de Bout-de-Bois, le lit majeur de l'Isac est partiellement tronqué par la présence du canal qui le coupe en deux, tandis que le lit mineur le longe sur sa rive droite. Entre Bout-de-Bois et l'écluse de la Remaudais, celui-ci longe le versant et occupe ainsi une place minimum, tandis qu'en aval, il prend une place centrale dans le fond de vallée, réduisant de moitié (voir plus) l'espace naturellement concerné par les débordements de l'Isac. Une des conséquences possibles de cette configuration est l'augmentation de l'intensité de l'aléa dans la partie du lit majeur qui reste inondable par l'Isac, avec notamment une augmentation des hauteurs d'eau, pouvant éventuellement occasionner des débordements sur l'encaissant. Le secteur ouest de la plaine alluviale, isolé du lit mineur par le canal, reste inondable par les eaux apportées par les affluents de l'Isac (ruisseau de la Remauda, vallons latéraux) et par les débordements du canal lui-même. On note la présence d'enjeux concernés par le risque inondation à La Chevallerais : des maisons en remblai le long de la RD132 sont situées en marge du lit majeur, au débouché d'un petit vallon. Elles ont d'ailleurs été inondées en février 1996 par 10 à 20 cm d'eau.



Photo 30. L'Isac et son lit majeur à Bout-de-Bois

- De l'écluse du Gué de l'Atelier au Pont de Barel

L'écluse du Gué de l'Atelier marque la fin de ce premier sous tronçon, tant car l'Isac rejoint le canal, que parce que les sables pliocènes qui le caractérisent se font rares le long de la rivière et laissent la place à des substrats différents.

A partir de cette écluse, le lit mineur de l'Isac a été aménagé, recalibré, creusé, endigué (etc) pour qu'il devienne navigable pour le canal de Nantes à Brest. Tout le long, à intervalles réguliers, des écluses régulent le niveau d'eau. La physionomie et le fonctionnement du « lit mineur » n'ont donc plus de rapport avec les conditions dans lesquelles la plaine alluviale a été façonnée au cours des siècles. Nous rappelons que la cartographie présentée ici fournit l'extension de la plaine alluviale en l'état naturel, sans pouvoir préjuger des effets positifs ou négatifs sur le risque inondation qu'a pu avoir en général ou localement la construction du canal sur l'Isac.

Ce tronçon se caractérise par la confluence de quatre des plus gros affluents de la rivière en moins de 10 km : ruisseau du Plongeon, ruisseau de la Goujonnrière, ruisseau du Perche, qui confluent tous trois en amont de Blain, puis en aval le ruisseau de Guichardais. Cette configuration entraîne une augmentation importante des débits potentiels de l'Isac dans ce tronçon. On voit ainsi les traces d'axes de crue se multiplier dans le lit majeur, traduisant l'augmentation des dynamiques (notamment en aval de la confluence avec le ruisseau du Plongeon, où dans un resserrement de la vallée, les hauteurs d'eau peuvent s'élever).

En amont de Blain, la vallée s'inscrit dans d'anciens dépôts datant du pléistocène. On retiendra essentiellement le double remblai transversal lié au franchissement de la RD 16 (ancienne et nouvelle voie). Blain est la seconde zone à enjeux du bassin versant. Contrairement à Saffré, le centre ville et même ses extensions récentes sont bien implantés sur l'interfluve, à l'abri des inondations (sauf pour le ruissellement pluvial). Deux secteurs présentent des problèmes en cas d'inondation. Le long de l'Isac, le port, deux quartiers d'habitation, les stades et la station d'épuration sont situés en rive droite dans le lit majeur. En face, en rive gauche, le camping et le quartier du gravier sont concernés à deux titres, par des débordements exceptionnels de l'Isac, mais aussi par des vallons affluents (risque de ruissellement concentré). Sur le ruisseau du Courgeon, affluent de l'Isac, on recense des enjeux en amont de la RD 164 : usines et commerces se sont implantés dans le fond du vallon qui a été largement perturbé (remblais, décaissés, recalibrage du chenal d'écoulement...). En aval de Blain, le hameau la Paudais est situé en limite de la zone inondable (2 ou 3 bâtiments concernés) tandis qu'au niveau de l'écluse, tous les bâtiments sont construits dans le champ d'inondation.



Photo 31. L'Isac et le port de Blain



Photo 32. Le ruisseau de Courgeon dans Blain

En aval de Blain, et jusqu'au pont de Barel, les enjeux sont limités à la station d'épuration de l'hôpital Pont-Piétin, et des bâtiments agricoles à l'Eudrais. Le chenal, après un tracé rectiligne dans la traversée de Blain, décrit des méandres qui le rapprochent alternativement de chacun des versants. Il parcourt ainsi le champ majeur, marqué par de nombreux axes de crue qui recoupent plus ou moins ces méandres. Dans ce tronçon, la plaine alluviale représente une zone d'expansion des crues non négligeable, notamment en amont du rétrécissement que connaît la vallée dans le tronçon suivant.

2.2.3.3 De Pont de Barel à la confluence avec la Vilaine

La modification de tracé qui se produit à partir du pont de Barel est liée à la présence d'une faille que l'Isac va suivre jusqu'à l'écluse de la Touche. La transformation morphologique de la vallée qui s'encaisse et se referme résulte de l'affleurement d'un filon d'amphibolites (roche très résistantes) auquel succèdent des terrains schisto-gréseux.

- De Pont de Barel à Guenrouët

Ce sous tronçon présente comme particularités le resserrement très important de la vallée (la plaine alluviale passe de 500 à 150 m de large) couplé avec un tracé très sinueux, qui décrit des méandres prononcés. De ce fait, les hauteurs d'eau en lit majeur seront plus importantes qu'en amont, et les vitesses plus fortes. De nombreux axes de crue marquent le lit majeur rive gauche, qui semble soumis à des dynamiques plus importantes qu'en rive droite. C'est d'autant plus le cas dans les conditions actuelles que le canal est longé par une digue sur cette rive, qui limite les débordements de ce côté. Dans les larges méandres que décrit la vallée vers la Douettée, le lit mineur réaménagé en canal suit alternativement chaque rive concave, lesquelles présentent des versants abruptes. A contrario, dans les rives convexes, plusieurs niveaux de sédimentation se superposent, du lit majeur aux terrasses, avec des séparations topographiques peu marquées. Le hameau d'Evedet représente la principale zone à enjeux de ce sous tronçon, avec à Guenrouët le camping et une bâtisse construite au bord du lit mineur (au niveau du pont). Le verrou de Guenrouët avec son pont constitue la limite de ce tronçon, en aval duquel débute la vallée aval de l'Isac.

- De Guenrouët à la confluence avec la Vilaine

Immédiatement en aval du village, la vallée se modifie, d'une part en s'élargissant, et d'autre part avec l'apparition d'espaces de lit moyen et de marais au sein de la plaine alluviale. Celle-ci peut véritablement être qualifiée de zone alluviale humide. On entre là dans le tronçon qui est largement soumis à l'influence de la Vilaine, et était soumis à celle des marées. En temps normal le niveau de l'Isac est régulé par un vannage situé avant la confluence avec la Vilaine, mais pendant les périodes d'inondation, le niveau de la Vilaine contrôle les écoulements dans l'Isac. Depuis la construction du barrage d'Arzal en zone estuarienne à l'embouchure de la Vilaine (1967-1970), celui-ci bloque la marée qui remontait auparavant jusqu'à Redon, et lors des vives-eaux, venait contrarier l'écoulement des crues, favorisant le débordement de la Vilaine, mais aussi de ses affluents, eux-mêmes refoulés par les eaux du fleuve. De nombreux textes historiques mentionnent les problèmes d'inondation de la vallée aval de l'Isac, notamment par les marées apportant avec elles quantité de vases se déposant dans le lit de la rivière.



Photo 33. Panoramique du Marais du Gué sur l'Isac aval

Le fond de vallée de l'Isac sur ce tronçon est donc principalement occupé par des marais et des prairies. Situés à très faible altitude (inférieure à 4 m), ces terrains présentent des sols très hydromorphes où la nappe est souvent sub-affleurante, même en période estivale. Les principales zones marécageuses se situent en amont de la « séparation » ou diffluence du canal et de l'Isac. Ces marais toujours en eau sont séparés artificiellement de l'Isac-canal par la digue du chemin de halage. En aval de cette séparation, le canal longe le versant nord de la vallée en bloquant les eaux qui arrivent par de multiples petits vallons. Le lit mineur de l'Isac recouvre une configuration plus naturelle. Il est jouté par un lit moyen peu différencié du lit majeur topographiquement, mais nettement discernable sur les photographies par des changements de couleur liés à la présence immédiate de la nappe.

Comme les vallées aval du Don et de la Chère, ce tronçon était et reste soumis à des phénomènes de sédimentation accentuée. Vaste zone d'expansion des crues (800 m de large), le lit majeur se remplit progressivement lors des crues et connaît des vitesses très faibles, voire nulles. Les eaux de crue quasi-stagnantes déposent leurs limons qui s'accumulent progressivement. L'envasement du lit mineur et l'exhaussement progressif du lit majeur sont deux problématiques majeures sur ce secteur. Comme sur le Don, elles sont accentuées par la présence de remblais transversaux qui barrent la plaine alluviale (RD773, voie ferrée). A noter que la conjugaison de ces ouvrages et du contrôle aval exercé par la Vilaine peut engendrer des surcotes dans le lit majeur, et potentiellement, l'inondation localisée des pieds de versants. L'analyse des données historiques et hydrauliques existantes (PPR de la Vilaine, étude hydraulique du Don...) nous permet d'associer le remplissage du lit majeur de cette plaine alluviale aval à des périodes de retour moyenne, probablement de l'ordre de la crue cinquantiennale (estimation qualitative). Au-delà, pour des crues plus importantes, l'augmentation de débit se traduit essentiellement par une augmentation des hauteurs d'eau qui atteignent plus de 2 m pour la crue centennale en lit majeur. Cette augmentation de la lame d'eau dans le lit majeur induit une extension latérale sur les pieds de versant, dont la particularité est de ne laisser aucun marqueur morphologique ou sédimentologique (pas de vitesses, peu de sédimentation, faible durée d'immersion). L'expertise permet néanmoins de délimiter approximativement la partie de ces versants qui peut être inondée (lit majeur exceptionnel), mais nous attirons l'attention sur la faible précision de ces limites, et sur les possibilités, faibles, d'inondation de l'encaissant (ligne bleu longeant l'encaissant).

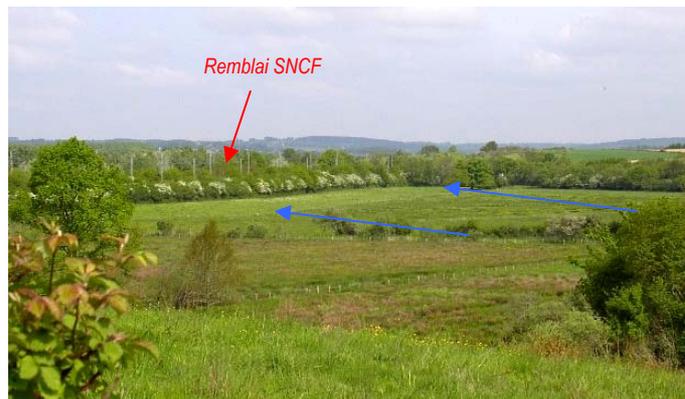


Photo 34. Remblai SNCF barrant la plaine de l'Isac

Photo 35. Exemple type de raccordement du versant avec le lit majeur de l'Isac. Illustration du lit exceptionnel. The image shows a dirt road leading to a field. A pink arrow points to the 'Versant' (slope). A blue dashed line indicates the 'Lit majeur' (main channel). A blue double-headed arrow indicates the 'Raccord : Lit majeur exceptionnel' (connection to exceptional main channel). A blue arrow points to the 'Lit majeur' (main channel).

Photo 35. Exemple type de raccordement du versant avec le lit majeur de l'Isac. Illustration du lit exceptionnel

Les enjeux en zone inondable sont faibles sur ce tronçon, limités à quelques constructions anciennes dans des hameaux situés sur les versants, sur le rebord de la plaine alluviale : au Clandre, à la Doué, Malagué, la Rivière d'en Bas (commune de Sévérac) et la rivière de la Jonchais en rive gauche, et en rive droite à la Vieille Cure de Barisset et l'Hotel Menant sur la commune de Fégréac.

2.2.3.4 Les affluents de l'Isac

- Le ruisseau de Remauda

Le ruisseau de Remauda est le premier affluent important de l'Isac, qu'il rejoint en aval de Bout-de-Bois, au niveau de l'écluse de Remauda. Long d'une douzaine de kilomètres, il s'écoule du sud vers le nord et draine près de 60 km² de bassin versant. Son cours traverse plusieurs formations géologiques constituées principalement de micaschistes et d'orthogneiss. Il a façonné une petite vallée au profil en V très ouvert, faiblement incisée dans le substrat. Le fond de vallée est occupé par un lit majeur au profil transversal pentu. Deux points intéressants à noter : au sud de la RD 37, à la faveur d'une transition lithologique (passage à des gneiss et des leptynites, roche métamorphique de type gneissique), une couverture de colluvions s'est largement développée aux dépens de la roche mère. Dans la traversée de cette poche de formations superficielles meubles, la vallée du Remauda présente un élargissement net, ainsi qu'une atténuation des limites externes du lit majeur. Ce secteur a constitué une difficulté dans la cartographie des zones inondables. Plus en aval, avant la confluence avec l'Isac, le Remauda influe son cours brutalement vers l'ouest, en liaison avec l'affleurement de roche magmatiques résistantes (péridotites) qui forment un mont structurant le paysage (c'est aussi contre cet affleurement que bute l'Isac qui infléchit alors son cours vers l'ouest). On ne recense pas d'enjeu particulier sur ce cours d'eau, même si certains bâtiments construits en limite pourraient être légèrement touchés par de grandes inondations (mais par un aléa faible). Les principaux ouvrages anthropiques structurants sont les remblais de la RD 16 et de la N137.

- Les ruisseaux du Plongeon et de la Goujonnière

Ces deux affluents, qui suivent des tracés parallèles depuis leur source jusqu'à la confluence avec l'Isac présentent une grande homogénéité, et une physionomie relativement semblable à celle du ruisseau de Remauda. Longs tous deux de 18 km environ et drainant des bassins d'environ 60 km², ils ont façonné de petites vallées ouvertes aux limites peu nettes. Le plancher alluvial, de dimensions restreintes sur les parties amont, atteint près de 300 m de large au niveau de leur confluence avec l'Isac. La présence de colluvions (pour le ruisseau du Plongeon) et de sables pliocènes (pour le ruisseau de la Goujonnière) sur leurs parties aval, favorise cet élargissement. On ne recense pas de véritables enjeux, l'habitat étant bien situé. Quelques constructions peuvent être touchées à la Bréharais, la Rivière des Landes, (ruisseau du Plongeon), la Garelais, la Ballerie et les Mortiers (ruisseau de la Goujonnière). Les RD 42 et 81 sont les principales infrastructures dont le remblai barre le lit majeur.



Photo 36. Ruisseau le Plongeon, en amont de la RD 132

- Le ruisseau de la Perche

Le ruisseau de la Perche est le plus gros affluents de l'Isac avec un linéaire de plus de 22 km et un bassin versant de 105 km². Il prend sa source en amont de Vay, et conflue avec l'Isac en amont de Blain, après un parcours complexe qui dessine une boucle vers l'ouest. A l'exception d'un tronçon amont courant depuis la source jusqu'à l'étang de Clégreuc et caractérisé par un substrat schisteux, la Perche s'écoule sur des formations alluviales anciennes, datant du pliocène (sables et cailloutis) et du pléistocène (limons et cailloutis). Ce sont des formations tendres que le cours d'eau a pu facilement dégager. Il y a creusé une petite plaine alluviale faiblement déprimée dans les reliefs environnants (10 à 20 m). Sur son tronçon intermédiaire (de l'étang de Clégreuc au Gâvre), elle est entourée par des versants en pente très douce et ses limites externes sont peu marquées et délicates à déceler sur le terrain, comme dans la plupart des cas lorsqu'on rencontre ce type de substrat pliocène. Plus en aval, à partir de la Fraudais, elle traverse une poche de schistes et de quartzites dans laquelle elle s'encaisse plus profondément et se resserre. En aval du franchissement de la RN171, la vallée s'évase de nouveau dans des formations alluviales anciennes. La zone potentiellement inondable atteint les 300 m, ce qui permet d'individualiser au-delà du lit majeur plat des zones de raccordement en lit majeur exceptionnel. Comme sur les autres affluents, on ne recense pas d'enjeux particuliers, mise à part d'anciens moulins.

- Le ruisseau de Guichardais

Le ruisseau de Guichardais est le quatrième et dernier affluent important de la rive gauche de l'Isac. Par rapport aux 3 autres (ruisseaux de Remauda, du Plongeon et de la Goujonnière), la vallée formée par ce ruisseau présente une morphologie un peu différente, dans le sens où elle est plus encaissée. La zone inondable est de ce fait très étroite, atteignant avec difficulté les 100 m de large, à l'exception du tronçon aval qui traverse des micaschistes plus tendres et où elle s'élargit jusqu'à 300 m. Cette configuration se traduit par l'absence de constructions en zone inondable susceptibles de représenter un enjeu, mis à part quelques bâtiments à la Réauté, au niveau de la confluence avec l'Isac.



Photo 37. Le Guichardais à Hamonnais

- Le ruisseau de Rozais

Le ruisseau de Rozais prend sa source à la lisière de la forêt du Gâvre, et suit une direction uniforme vers le sud-ouest pour rejoindre l'Isac à Guenrouët. Il draine un bassin versant de 80 km². La vallée du Rozais s'inscrit dans un substrat relativement homogène de schistes. Faiblement incisée (une dizaine de mètres), elle présente un profil en travers en V assez ouvert, avec un fond alluvial à pente transversale importante. Dès sa source, le ruisseau de Rozais possède un petit lit majeur bien développé, aux limites externes peu nettes, qui contiennent le bas des pieds de versant. Le lit mineur a une section de faible dimension. Sur la vallée d'une largeur moyenne de 100 à 150 m, on peut recenser 3 secteurs d'élargissement important, qui constituent autant de petites zones d'expansion des crues et de stockage des eaux : en amont de la voie ferrée (en remblai) à Coudray, le fond de vallée atteint 220 m, 400 m à Plessé (d'ailleurs utilisé pour créer une retenue en

amont du remblai de la RD 3) et en amont immédiat de la confluence avec l'Isac. Les enjeux sont rares sur ce cours d'eau, comme sur les autres affluents : A Coudray, le hameau Le bas Village est construit en limite du lit majeur sur le versant, mais quelques constructions peuvent être touchées ; Plessé est judicieusement implanté sur le sommet d'une colline, mais des maisons construites le long de la RD sont dans le lit majeur.

- Le ruisseau de la Cave

Le ruisseau de la Cave est un petit affluent de l'Isac drainant un bassin de moins de 20 km². De petite taille, il a façonné un lit majeur étroit qui ne s'élargit qu'à proximité de l'Isac. Ce cours d'eau n'appelle aucun commentaire particulier, si ce n'est de noter la possibilité que les eaux de l'Isac en crue puissent inonder son tronçon aval.

3 APPROCHE HISTORIQUE.

3.1 DONNEES D'ARCHIVES ET ENQUETES

3.1.1 Recueil des données et méthode d'analyse

La connaissance des crues historiques constitue l'un des deux volets fondamentaux du diagnostic de l'aléa inondation. Elle est directement complémentaire de la cartographie hydrogéomorphologique. La fiabilité des données historiques étant très variable, l'exhaustivité de l'information a été recherchée. De nombreuses sources documentaires ont été consultées pour cela :

- Les études fournies par le comité de pilotage, lesquelles contiennent parfois des analyses historiques et des limites de crues connues du XX^{ème} siècle,
- Les archives départementales de Loire-Atlantique,
- Les enquêtes auprès des mairies.

3.1.1.1 Nature des archives consultées

Les recherches aux archives départementales ont porté sur deux séries en particulier :

- la série S qui rassemble toute la documentation du service hydraulique de la Préfecture
- la série M qui rassemble toutes les données relatives à la population.

Ces séries sont constituées de documents de tous types : rapports et compte-rendu des ingénieurs ordinaires et ingénieurs en chef, documents administratifs, correspondance officielle des ingénieurs, préfets, sous-préfets, maires et particuliers, avis de notaires ou avocats, délibérations des communautés et des syndicats, plans... La troisième source d'informations importante est constituée d'extraits des délibérations communales et de nombreuses lettres écrites par les Maires au Préfet. Ces lettres peuvent décrire des inondations : les dommages causés, le déroulement de l'événement et ses caractéristiques, les zones atteintes.

3.1.1.2 Considérations pratiques et précautions d'usage

Face aux informations livrées par les archives, il est d'usage d'émettre certaines réserves. La première concerne la qualité des renseignements, la perception des événements ayant évolué au cours de l'histoire, et des exagérations étant toujours possibles (surtout dans les courriers de propriétaires sinistrés) lorsque des subventions sont en jeu. Cependant d'une manière générale, la précision des rapports des services publics permet d'accréditer la plupart des informations retenues.

3.1.2 Résultats

En première remarque, il est nécessaire de mentionner la rareté des informations concernant les crues de ces trois rivières, tant aux archives départementales que dans les données récoltées dans l'enquête auprès des communes ou dans l'analyse de la bibliographie. Parmi les raisons qui peuvent être avancées pour expliquer cette pauvreté, on a déjà mentionné la faiblesse des enjeux situés en zone inondable sur ces 3 rivières (à l'exception notable de Châteaubriant), conjuguée au voisinage de la Vilaine qui a toujours concentrée, par son importance, l'attention des autorités, des scientifiques et de la presse. Le Don, la Chère et l'Isac ne sont la plupart du temps considérés que comme de petits contributeurs de ce fleuve dont les inondations menacent nombres d'enjeux. C'est classiquement le cas lorsqu'on s'intéresse à des cours d'eau moyens qui côtoient un grand fleuve aux crues importantes.

3.1.2.1 Synthèse chronologique des informations recueillies par cours d'eau

Chronologie des crues de l'Isac	
Mention	Source
1936	
Crue de l'Isac	Mairie Guenrouet
1962 ou 1963,	
Crue de l'Isac	Mairie Saffré
1966, octobre	
Crue de l'Isac Touchent plusieurs maisons aux hameaux des Ormes et d'Augrain	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
1974	
Crue de l'Isac	Mairie Guenrouet
1982	
Crue de l'Isac	Mairie Guenrouet
1983, avril	
Crue de l'Isac	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
1984, novembre	
Crue de l'Isac	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
1988	
Crue de l'Isac	Mairie Guenrouet
1993, 11 au 12 janvier	
Crue de l'Isac	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
1994, janvier	
Crue de l'Isac	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
1995, 20 au 22 janvier	
Crue de l'Isac A Guenrouet, une maison a eu 30 cm d'eau au RDC pendant une semaine	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
1996, 24 au 26 février	
Crue de l'Isac <ul style="list-style-type: none"> • Bourg de Saffré : 5 commerces touchés, école maternelle, mairie, local des pompiers, halte garderie, une trentaine de logements. Hauteurs comprises entre 10 et 40 cm • Hameaux de l'Ecobut, les Mortiers et Glasnet, commune d'Héric : quelques bâtiments et une laiterie subissent des dégâts non négligeables • La Chevalleraie, lotissement de la RD132 : 8 maisons touchées par 10 à 20 cm d'eau • Port de Blain : 4 entreprises, une dizaine de maisons, services techniques municipaux, camping, maison éclésiare de la Paudais par 30 à 60 cm d'eau. 	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
1997, Février	
Crue de l'Isac	Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, BCEOM, 1997
2001,	

Crue de l'Isac	Mairie Saffré
----------------	---------------

Chronologie des crues du Don	
Mention	Source
1865-1866	
Crue du Don	Archives départementales
1875-1877	
Crue du Don	Archives départementales
1880	
Grande crue du Don	Archives départementales
1936, janvier	
Crue du Don	Mairie de Conquereuil
1966,	
Crue du Don. A Conquereuil, 15 cm d'eau dans une maison. Dégâts aux équipements, habitation et zones agricoles. L'inondation a duré 5 à 6 jours	Mairie de Conquereuil
1967	
Crue du Don	Mairie de Conquereuil
1993, 12 janvier	
Crue du Don, débit de pointe de 89,5 m3/s	Etude hydraulique du Don, SCE, 2004
1995, 23 janvier	
Crue du Don, débit de pointe de 131 m3/s Quelques cm d'eau dans des maisons à Conquereuil : l'inondation a duré quelques jours	Etude hydraulique du Don, SCE, 2004 Mairie de Conquereuil
1996, 26 février	
Crue du Don, débit de pointe de 111 m3/s	Etude hydraulique du Don, SCE, 2004
1999, 28 décembre	
Crue du Don, débit de pointe de 108 m3/s	Etude hydraulique du Don, SCE, 2004
2000, octobre	
Crue du Don. A Treffieux : inondation des caves, dégâts aux zones agricoles	Mairie de Treffieux
2001, 5 janvier	
Crue du Don, débit de pointe de 141 m3/s A Conquereuil, il y a eu quelques cm d'eau dans les maisons	Etude hydraulique du Don, SCE, 2004 Mairie de Conquereuil
2002, 28 décembre	
Crue du Don, débit de pointe de 81 m3/s A Treffieux : inondation des caves, dégâts aux zones agricoles	Etude hydraulique du Don, SCE, 2004 Mairie de Treffieux
2003, 4 janvier	
Crue du Don, débit de pointe de 62 m3/s	Etude hydraulique du Don, SCE, 2004

Chronologie des crues de la Chère	
Mention	Source
1936	
Crue importante de la Chère	Mairie de Soudan, coupures de presse
1964, octobre	
Crue importante de la Chère	Mairie de Soudan, coupures de presse
1995, 17 au 31 janvier	
Crue de la Chère, 31 déclarations de sinistre Inondation du lotissement Nid Coquet	Syndicat intercommunal pour l'aménagement du bassin versant de la Chère
1996, 24-25 février	
Crue de la Chère, 20 déclarations de sinistre	Syndicat intercommunal pour l'aménagement du bassin versant de la Chère
1999, 25-27 février	
Crue de la Chère, 8 déclarations de sinistre	Syndicat intercommunal pour l'aménagement du bassin versant de la Chère
2000,	
Crue de la Chère	Mairie de Soudan, Mairie de Mouais
2001, 5-6 janvier	
Crue de la Chère, 1 déclaration de sinistre	Syndicat intercommunal pour l'aménagement du bassin versant de la Chère

3.1.2.2 Données historiques recueillies par enquêtes auprès des communes

■ BASSIN DE L'ISAC

Date	Mention	Source
Commune de Blain, bassin de l'Isac		
1996	Plus forte crue observée du Courgeon	Mairie
Commune de Fay-de-Bretagne, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est très faible. Il y a des débordements une fois par an.	Mairie
Commune de Fégéréac, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements une fois tous les 10 ans. Les marais sont régulièrement inondés. Inondation en 1995, 1999, 2000, 2001.	Mairie
Commune de Guenrouet, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements plusieurs fois par an dans les zones de marais.	Mairie
1936, 1974, 1982, 1988, 1995	Crues importantes de l'Isac	Mairie
Commune de La Chevallerais, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est moyenne. Il y a des inondations plusieurs fois par an. Les inondations concernent jusqu'à présente des prairies et des voies communales, dont une en agglomération. Les rues concernées sont la rue de la Bégaudais, route de Conardais, route de Bout de Bois.	Mairie
26 Février 1996	La crue la plus importante à ce jour, à son étiage le plus haut, l'eau est venue affleurer le seuil de 8 habitations. Elle a même pénétrée dans les garages de 6 habitations (environ 20 cm) à un niveau un peu inférieur.	Mairie
04 Janvier 2001	Forte crue, mais les habitations n'ont pas été touchées	Mairie
Commune de Plessé, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements exceptionnellement.	Mairie
Commune de Saffré, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations était forte auparavant, mais est devenue faible depuis les travaux d'élargissement de la rivière et la création des bassins de rétention. Il y a des inondations environ une fois par an. Les rues concernées sont : avenue du château, rue belle étoile, hameaux des Ormes, Filée, Augrain	Mairie
1993-1994	Dégâts aux habitations	Mairie
1995-1996-1997	Dégâts aux habitations	Mairie
2001	Dégâts aux habitations	Mairie
Commune de Saint Vincent des Landes, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements une fois par an, qui sont de très courte durée.	Mairie
Commune de Vay, bassin de l'Isac		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible.	Mairie

■ BASSIN DU DON

Commune de Conquereuil, bassin du Don		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est forte pour les hameaux de la Chénaie du Don, du Pont, des Closeaux. Le Don déborde une fois par an de son lit habituel. Il existe un repère de crue marqué par des punaises sur une maison individuelle	Mairie
1966	15 cm d'eau dans une maison	Mairie
1995	De l'eau jusqu'aux plinthes dans une maison	Mairie
2001	quelques cm d'eau dans les maisons	Mairie
Commune de Le Pin, bassin du Don		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible.	Mairie
Commune de Louisfert, bassin du Don		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. La Cône déborde rarement et seulement sur les prairies la bordant. La crue dure très peu de temps, une journée ou deux.	Mairie
Commune de Lusanger, bassin du Don		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. La Cône déborde dans les prés environnant une fois par an.	Mairie
Commune de Marsac-sur-Don, bassin du Don		
∅	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Le Don déborde une fois par an de son lit habituel. Les inondations les plus importantes se sont produites en 1995 et 2001	Mairie
1995	Dégâts limités aux équipements et zones agricoles	Mairie

2001	Dégâts limités aux équipements et zones agricoles	Mairie
Commune de Tréffieux, bassin du Don		
2000 2002	Les crues les plus importantes de ces vingt dernières années. Sur le territoire communal, une seule maison est inondée, située au lieu-dit La Pile, au bord du Don. Quelques caves sont également inondées pendant les crues importantes qui ne durent que quelques jours	Mairie
Commune de Vritz, bassin du Don		
Ø	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Le Petit Don déborde exceptionnellement.	Mairie

■ BASSIN DE LA CHERE

Commune de Mouais, bassin de la Chère		
Ø	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements une fois par an. Une seule maison d'habitation (ancien moulin) est inondable	Mairie
1983-1995- 1997-2000	Crues importantes. Pas de dégâts	Mairie
Commune de Rougé, bassin de la Chère		
Ø	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Les débordements sont exceptionnels.	Mairie
Commune de Sainte Anne sur Vilaine, bassin de la Chère		
Ø	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements une fois par an en moyenne.	Mairie
1995	Dégâts aux habitations et zones agricoles. L'inondation a duré 3 semaines. 4 Habitations touchées à La Cour, Perprié, la Hordrais, et Port de Roche (sur la Vilaine).	Mairie
Janvier 2001	Dégâts aux habitations et zones agricoles. L'inondation a duré 15 jours	Mairie
Commune de Saint Aubin des Châteaux, bassin de la Chère		
Ø	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements tous les 10 ans. Le Néant déborde principalement en 2 lieux : sur la RD 40 près de la basse Morinnais et sur la RD 69 au Pont de la Gorée, près de la petite Souchais, tous les 3 ou 4 ans.	Mairie
1995	Inondation au moulin d'Hubert. Des travaux d'enrochement et de rehaussement du terrain ont été entrepris depuis	Mairie
Commune de Sion les Mines, bassin de la Chère		
Ø	La sensibilité de la commune aux inondations est faible. Il y a des débordements une fois par an. 4 villages sont concernés par les inondations : les Vallées, la Lande, la Villauray et le Pont- moulin à eau). Il y a un repère sur le moulin du Pont.	Mairie
Commune de Soudan, bassin de la Chère		
Ø	La sensibilité de la commune aux inondations est moyenne. Il y a des débordements une fois par an en moyenne. .	Mairie
24 janvier 1995, février 1996	Crues importantes. Dégâts aux habitations Inondation du lotissement Nid Coquet	Mairie

3.1.2.3 Données historiques recueillies aux archives départementales

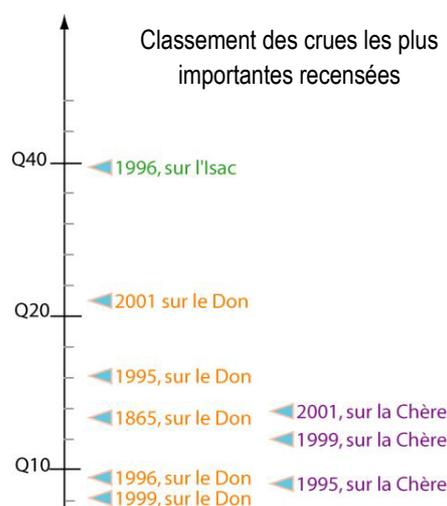
Année de la crue	Année du rapport	Mention	Cote
	7/08/1853	Pétition des propriétaires et locataires de Châteaubriant qui bordent le ruisseau Rollard, proche de la rue de la planche marguerite, qui subissent des problèmes de pluvial car le ruisseau ne peut pas s'évacuer dans la douve du canal dont les eaux sont trop hautes	841 S 1
1865-1866		Grande crue de 1865-1866	666 S 1
	mai 1867	Entre la route départementale 12 et la Vilaine, le Don est navigable de fait, mais cette navigabilité précaire et discontinue doit être améliorée par des travaux de curage, pour atteindre le tirant d'eau minimal de 1 m	666 S 1
	1867	« Dans cette dernière section la vallée est soumise aux crues prolongées de la Vilaine qui refluent jusqu'en amont de Guéméné, les curages du lit actuel abaisseraient le niveau des eaux d'étiage dans les environs de Guéméné, mais ils seraient complètement inefficaces pendant les grandes eaux qui durent fort longtemps ».	666 S 1
1875 et 1877	1/08/1880	Crue du Don en 1875 et 1877	666 S 1
	24/08/1874	"se plaignait de l'envasement de l'embouchure du Don, qui causait la submersion des prairies le long de cette rivière"	666 S 1
1877	25/08/1877	« Depuis plus de huit mois, les pluies extraordinaires ont maintenu la Vilaine inférieure en	666 S 1

		crue permanente comme les autres rivières du bassin d'ailleurs »	
1877	20/08/1877	« Vous m'avez communiqué une réclamation que vous ont adressée plusieurs habitants des communes d'Avessac, de Massérac et de Guéméné, à l'effet de se plaindre de l'état d'inondation de leurs prairies situées sur les bords de la rivière du Don. Cet état d'inondation.... est dû en partie du moins aux crues de printemps prolongées et aux pluies intenses qui ont signalé la présente année »	666 S 1
1880	1/08/1880	Crue du Don	666 S 1
	20/09/1895	"Il y a une vingtaine d'année, le lit de la rivière du Don a été détourné pour permettre au propriétaire du lac Murin d'en faire l'endiguement; au lieu de traverser le lac comme autrefois, le lit le contourne sur une longueur de 800 mètres. Le nouveau lit a été creusé sur une largeur bien insuffisante; il s'est comblée peu à peu"	666 S 1
	26/06/1896	« Le lit du Don dont la pente est presque nulle entre le pont du Port Rolland et la Vilaine est encombré de vases... au moment des sécheresses, les marées montantes qui refoulent les eaux de la Vilaine sont chargées de vases, les marées se propagent dans le Don qui communiquent avec cette rivière et y occasionnent des dépôts. Pendant les années de sécheresse ces dépôts sont plus importants qu'en temps ordinaire"	666 S 1
	1898	Demande à Châteaubriant des sieurs Sorlin et Pouchard pour construire un mur de soutènement pour défendre ses terres des corrosions de la Chère	842 S 1
		« le recouvrement de la Chère et du Rollard dans Châteaubriant date des années 1890 » « Le ruisseau du Rollard faisait 1,70 m de large » « recouvrement du Rollard de 1890 à 1930 environ »	
	25/08/1930	"... l'exécution d'un barrage sur la nouvelle dérivation de l'Isac, creusée pour rectifier la dernière boucle aval de cette rivière, et à vingt mètres de l'embouchure de ladite dérivation dans la Vilaine. La construction de cet ouvrage est le complément indispensable des travaux de curage. Le but de ce barrage est en effet d'arrêter le flot des grandes marées remontant l'estuaire maritime de la Vilaine, l'expérience ayant prouvé que le lit de l'Isac s'obstrue par les dépôts de vase apportées par les flot des marées... venue de l'aval"	1902 S 633
1936	04/05/1936	"le syndicat des marais de l'Isac expose les dégâts causés au barrage de l'Isac du fait des inondations de janvier 1936 (la Vilaine en crue remonte dans l'Isac) »	
	Post 1929	"depuis plusieurs siècles, il existe le long de l'Isac entre Melneuf et son embouchure, des marais s'étendant sur plus de 200 ha » ... « dragage de l'Isac entre le Thénot et la Vilaine et l'établissement d'un vannage automatique à son 'embouchure en Vilaine pour empêcher les eaux limoneuses des marées de l'envaser »	

3.1.3 Analyse des données

Le dépouillement des archives apporte quelques informations sur de nouvelles dates de crues du XIX^{ème} siècle, ainsi des éléments de connaissance sur le fonctionnement des tronçons avals des cours d'eau et des aménagements qu'ils ont subi au cours des siècles.

Les données recueillies permettent de réaliser une chronologie succincte, couvrant une période de 1865 à nos jours. Tous cours d'eau confondus, les crues majeures connues apparaissent au nombre de 5 : 1865 (au moins sur le Don), 1936, 1966, 1995 (février 1996 pour l'Isac) et 2001. A l'exception de la crue de 1995 sur le Don pour laquelle on



NB : Les données disponibles ne permettent pas de classer les crues de 1936 et 1966. Pour la crue de 1865, on sait seulement qu'elle est inférieure à celle de 1995 sur le Don.

dispose d'informations importantes et d'une reconstitution plus ou moins fiable des limites d'extension de l'inondation, on recense très peu de données.

Les archives ont fourni pour la crue de 1865 une cote atteinte au pont de la Landelle (pont de la RD 12, appelé aussi pont de la Rondelle), indiquant une hauteur d'eau de 2,30 m par rapport à l'étiage, et de

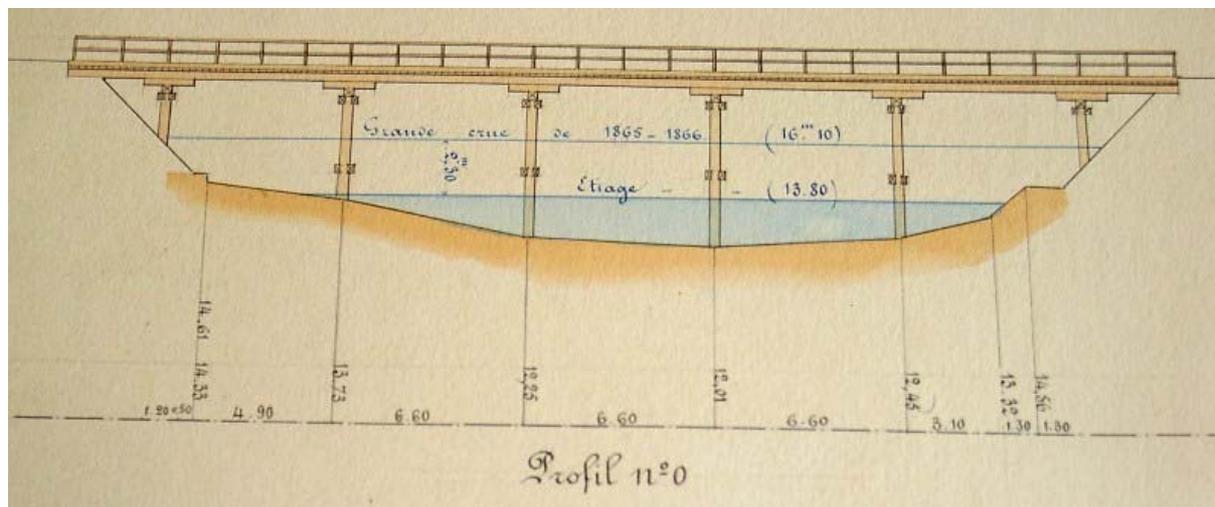
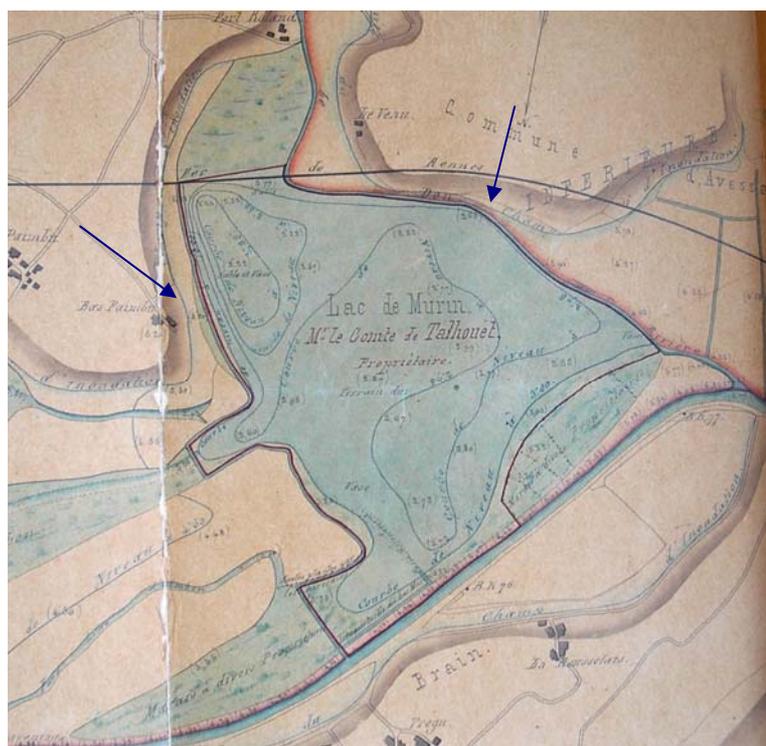


Photo 38. Profil en travers du Don au pont de la Landelle en 1867, indiquant la hauteur atteinte par la grande crue de 1865-1866. Source : Archives départementales de Loire-Atlantique

4m09 par rapport au fond du lit mineur. Si on compare avec les résultats obtenus par SCE lors de la modélisation hydraulique du bas Don, il ressort que cette crue pourrait être bien inférieure à la centennale, pour laquelle on a obtenue une hauteur comprise entre 5 à 6 m par rapport au fond (actuel du lit mineur). Toutefois on ne peut avancer plus qu'une hypothèse, dans la mesure où le fond du lit a pu largement évoluer durant la période séparant ces deux inondations.

Deux plans de 1874 et 1895 sur le Don aval livrent indirectement des limites de champs d'inondation :

- Sur le plan général du lac de Murin de juin 1874, la limite du champ d'inondation est indiquée textuellement. Il passe au pied de Port Rolland et Bas Paimbu en rive droite, longe Le Veau en rive gauche. Ces limites correspondent dans l'ensemble avec l'emprise hydrogéomorphologique et les limites de la crue de 1995 retenues pour établir le PPRI de la Vilaine.



- Sur le plan général de la vallée aval du Don d'octobre 1895, l'enveloppe bleue peut être assimilée peu ou prou à l'enveloppe du champ d'inondation connu à cette époque. On remarquera notamment que le hameau de Balleron sur la commune de Guéméné est déjà inclus dans la zone inondable.

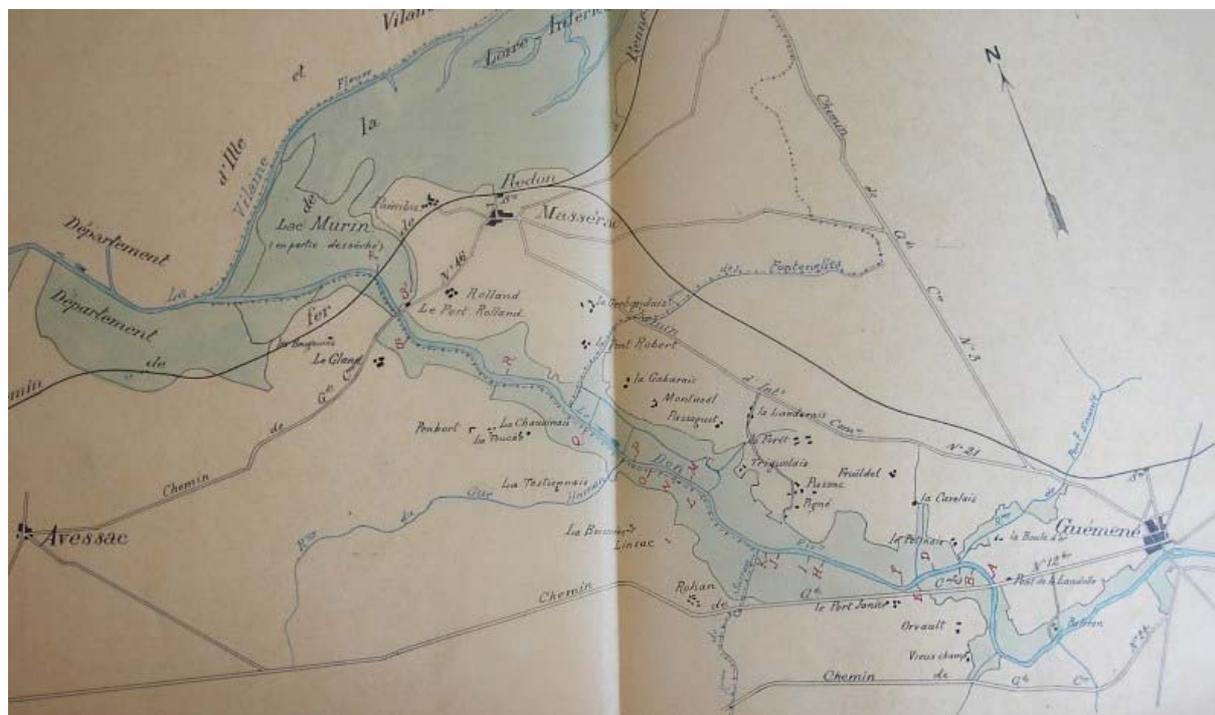


Photo 39. Plan général de la vallée aval du Don d'octobre 1895. Source : Archives départementales de Loire-Atlantique

On dispose aussi de limites ponctuelles d'inondation sur des tronçons limités de l'Isac pour la crue de Février 1976. Ces enveloppes sont issues du rapport « Lutte contre les inondations du bassin de l'Isac » réalisé en 1997 par le BCEOM pour le syndicat intercommunal d'aménagement de l'Isac et la DDAF. Elles ont été cartographiées sur la base des témoignages recueillis sur les communes concernées lors de cette étude. La période de retour de cette crue a été estimée à environ 40 ans (source, BCEOM, 1997)

La bibliographie fournit en outre des limites de la crue de 1995, dont la période de retour estimée est inférieure à la centennale :

- l'étude hydraulique du Don menée en 2005 par SCE pour le syndicat du Don contient outre une limite de crue centennale obtenue par modélisation, une enveloppe de crue historique et des repères de crue. Ces derniers, relatifs aux crues de 1995 et 2001 sont intégrés dans la table P_HIST. Cette enveloppe, reportée sur les cartographies correspond à la crue de 1995. Celle-ci a été cartographiée sur la base des repères précédemment cités, et entre les repères, la limite a été interpolée en s'aidant, sur la partie aval, du MNT de la Vilaine, et sur la partie amont, des courbes de niveau de la carte IGN.
- la DIREN Bretagne possède aussi une limite de la crue de 1995, mais qui couvre l'ensemble du bassin de la Vilaine. D'après la DIREN, cette enveloppe a été établie par l'IGN par analyse de la mission photographique effectuée pendant la crue, couplée avec des enquêtes de terrain.

La comparaison de ces deux limites soulève certaines interrogations sur leur fiabilité et leur précision, dans la mesure où l'on peut relever de nombreuses différences sur les linéaires où elles existent toutes

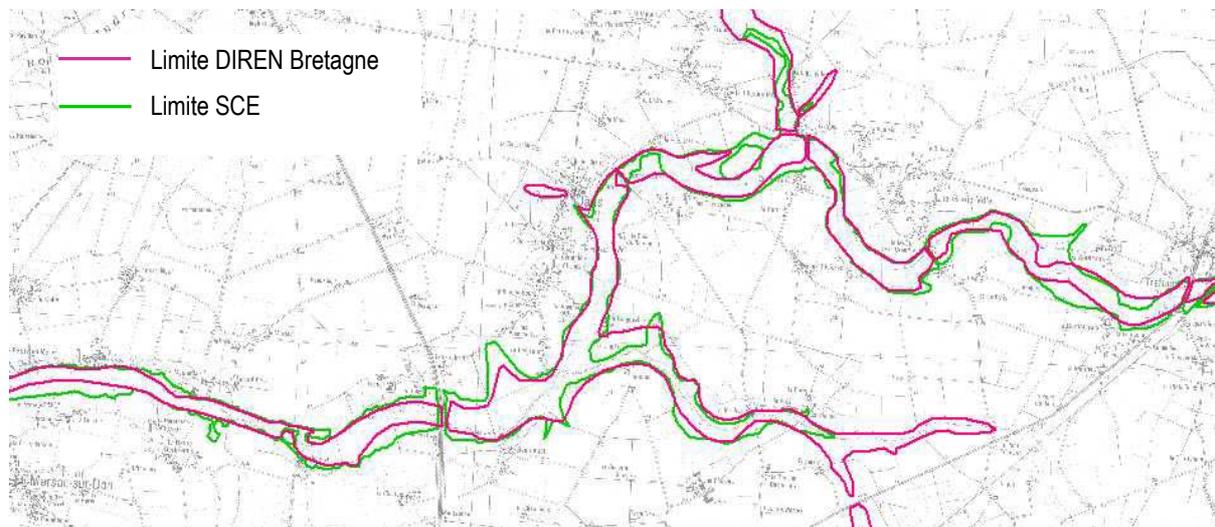


Figure 25. Comparaison des limites SCE et DIREN Bretagne de la crue de 1995. Secteur en amont de Marsac. deux, c'est-à-dire sur le Don.

L'analyse de la totalité du linéaire comparable ne permet pas de privilégier l'une des deux limites au détriment de l'autre, car il est difficile d'en dégager une loi systématique. Il est vrai toutefois que la limite SCE aurait tendance dans l'ensemble à être un peu plus large que la limite DIREN (cette loi est localement contredite, comme on peut le voir sur la carte ci-dessus). Cependant, dans la mesure où l'on ne dispose pas des informations précises sur les modalités de travail avec lesquelles la limite de l'IGN a été établie, il est difficile de s'avancer plus avant. Il nous semble que ces différences, à quelques exceptions près, restent dans les marges d'erreur inévitables que présente le travail de cartographie des limites d'une crue historique (liées aux problématiques de précision du report, d'interprétation des secteurs inondés sur les photographies, d'analyse des témoignages, de différenciation des aléas pluvial et fluvial...). On peut simplement juste faire observer que, comme la limite de SCE est interpolée entre les repères de crues assez éloignés les uns des autres, on peut, dans ces secteurs, douter de sa fiabilité.

Par ailleurs, les documents d'archives recèlent d'informations sur :

- Les durées de submersion qui apparaissent très longues (plusieurs jours, jusqu'à plus de 15 jours parfois)
- L'influence de la Vilaine et des marées sur les tronçons aval : de nombreuses mentions relatent l'effet important que joue la Vilaine sur l'écoulement des eaux des trois rivières. La faible pente des lits majeurs dans les tronçons aval permet aux eaux de la Vilaine de refouler les eaux du Don, de la Chère ou de l'Isac, et même de pénétrer dans leurs vallées en les remontant sur plusieurs kilomètres. Avec des effets similaires, l'influence des marées se faisait auparavant ressentir sur le fleuve jusqu'aux confluences avec les trois rivières, des eaux vaseuses remontant jusque dans leurs vallées aval. Aujourd'hui les aménagements réalisés depuis deux siècles limitent l'influence des marées, mais les niveaux de la Vilaine constituent toujours le

niveau de base, le contrôle aval des trois cours d'eau. L'augmentation des hauteurs d'eau dans la Vilaine se traduit par le refoulement de leurs eaux à partir des confluences. De ce fait, les plaines aval se comportent lors des inondations comme des lacs au remplissage progressif, lequel peut se faire à contre-courant lorsque le Don, la Chère ou l'Isac ne sont pas en crue. Ce fonctionnement induit deux particularités : les vitesses d'écoulement sont très faibles, voire nulles dans ces secteurs, et les hauteurs d'eau peuvent y être très importantes. A titre d'exemple, la modélisation hydraulique sur le Don aval (SCE, 2005) prévoit pour une crue d'occurrence centennale des hauteurs d'eau supérieures à 2,50 m.

- Le problème récurrent d'écoulement des eaux, notamment dans la traversée des villes ou hameaux et les travaux de curage, de recalibrage effectués en réponse. Ces mentions permettent d'illustrer l'importance des travaux dont ont fait l'objet ces cours d'eau au cours des siècles.



Photo 40. Basse vallée de l'Isac et influence des travaux de curage réalisés en 1929-1930. Source : Archives départementales de Loire-Atlantique

- Enfin, des plans trouvés aux archives illustrent l'existence des nombreux bras de la Chère dans la traversée de Châteaubriant (photo 8 page 45) et l'existence du chenal de l'affluent rive

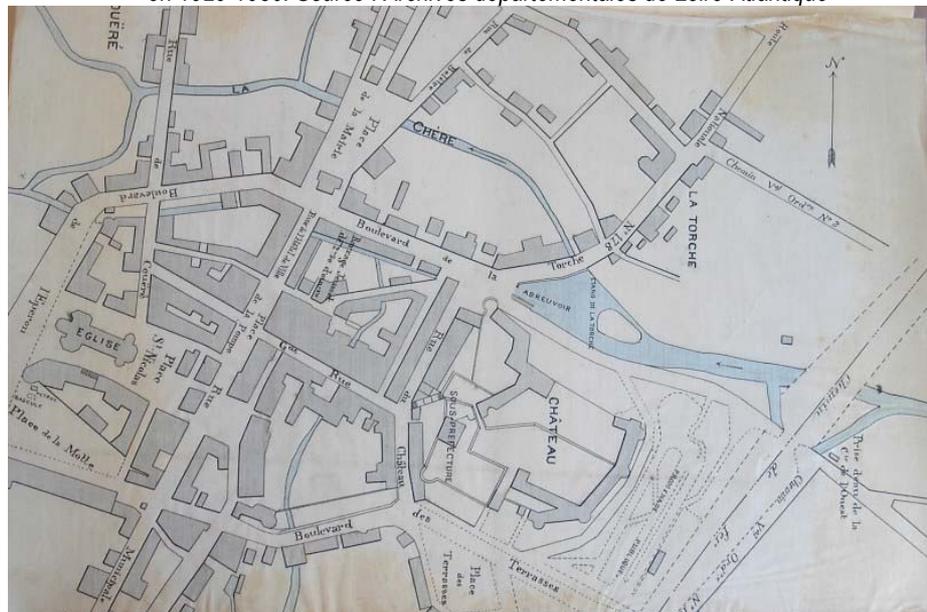


Photo 41. Plan général de Châteaubriant. Source : Archives départementales de Loire-Atlantique

gauche de la Chère dans Châteaubriant : le ruisseau de Rollard (photo 41), qui a été partiellement recouvert en aval de son lac de retenu, à partir de la voie ferrée.

4 ELEMENTS D'ALTIMETRIE

Dans le cadre de l'étude, la Diren a souhaité compléter le contenu classique des atlas de zones inondables réalisés avec la méthode hydrogéomorphologique par des éléments d'altimétrie. Il s'agit donc d'une demande spécifique, mise en œuvre dans cette étude à titre d'expérimentation, et qui consiste à fournir « une information altimétrique sur les limites des lits » selon les termes du cahier des charges, et « des cotes de référence des différentes zones cartographiées, notamment au droit ou à l'amont immédiat des zones urbanisées traversées ». Cette demande a pour objectif de pallier à l'une des principales limites de l'analyse hydrogéomorphologique qui est de ne fournir aucune indication quantitative ou topographique sur la zone inondable.

Pour répondre à cette attente, nous avons proposé une méthodologie basée sur la partition des 3 cours d'eau principaux en tronçons homogènes d'un point de vue géomorphologique. Ce concept d'unités homogènes constitue la clef du raisonnement. Ces tronçons sont ensuite représentés par au moins deux profils en travers positionnés dans les secteurs les plus représentatifs, sur lesquels on nivelle de manière schématique les différents lits. L'objectif est de disposer d'une idée globale du positionnement altitudinal des lits sur ces profils, puis le long des profils en définissant des pentes longitudinales.

Une mission de relevés topographiques par GPS différentiel a ainsi été réalisée pour obtenir les indications altimétriques permettant de référencer les unités hydrogéomorphologiques en NGF. Ces informations altimétriques partielles et localisées peuvent être étendues en amont et en aval par croisement avec la pente du cours d'eau afin de caractériser ces différents lits sur l'ensemble de la vallée.

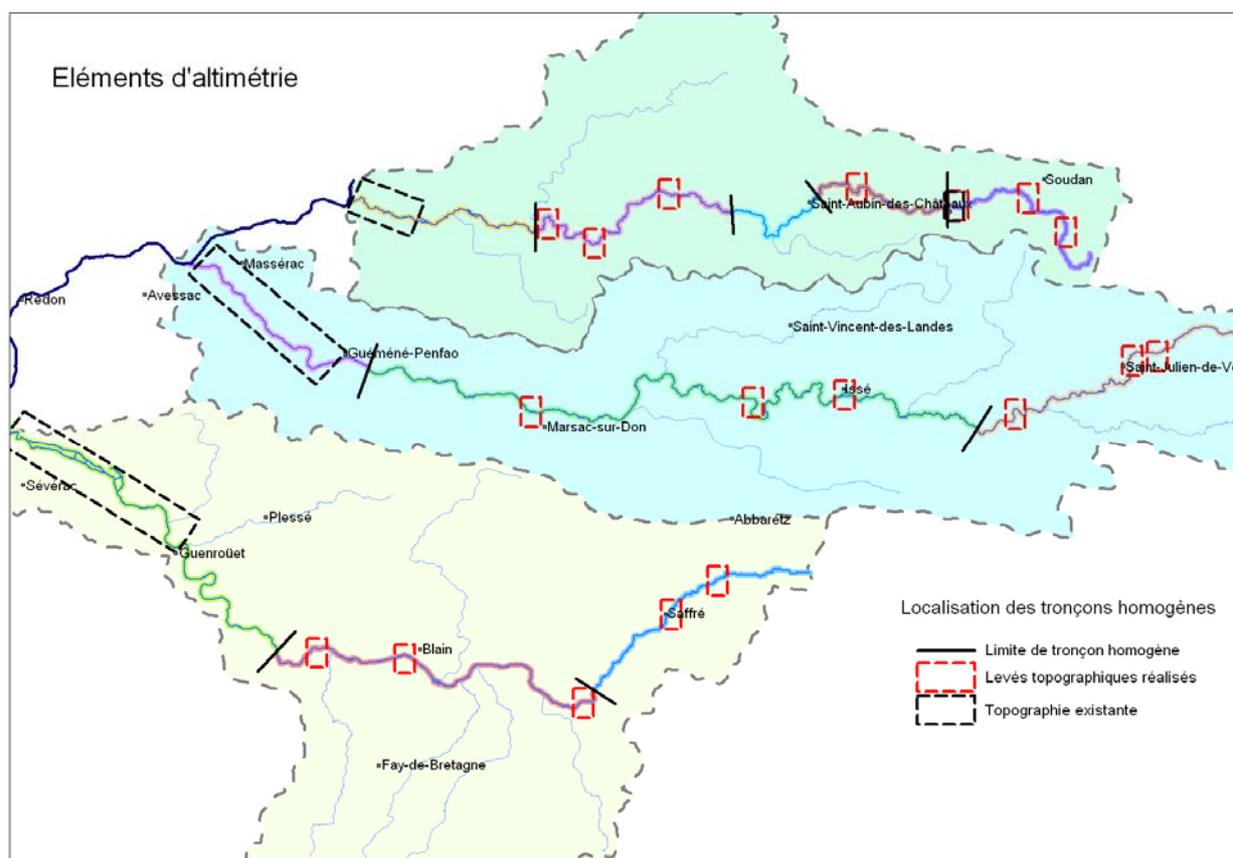


Photo 42. Campagne de levés GPS (juillet 06)

4.1 DEFINITION DES TRONCONS HOMOGENES

Un tronçon homogène est « une section d'écoulement dont la morphologie varie progressivement et non brutalement ». Mais il existe plusieurs échelles d'analyse, et il est donc tout à fait possible de découper un même tronçon avec plus ou moins de précision, et en obtenant par conséquent un plus ou moins grand nombre de tronçons. Un seuil arbitraire de 4 tronçons maximum par cours d'eau a donc du être défini. On pourra considérer que les tronçons définis sont représentatifs à l'échelle du 1/50 000.

Les cartes ci-dessous présentent pour chaque bassin versant les tronçons homogènes définis sur les trois rivières. Le Don et l'Isac peuvent être partitionnés en 3 grands tronçons du fait de leur homogénéité, tandis que la Chère présente une physiographie plus hétérogène qui nécessite 5 tronçons.



4.2 DETERMINATION DES SECTEURS A LEVER

Chacun des tronçons homogènes doit faire l'objet de levés topographiques pour pouvoir être représentés schématiquement. La première phase a consisté à recenser les données topographiques existantes et disponibles pour pouvoir caler au mieux les nouveaux levés sur des secteurs non traités.

On a recensé les données suivantes :

- Sur les parties aval des 3 rivières, on dispose de données issues d'études sur la Vilaine : un plan photogrammétrique du lit majeur et des levés bathymétriques. Ces données couvrent l'Isac jusqu'à Guenrouët, le Don jusqu'à Conquereuil et une petite partie de la Chère aval. Elles ont pu nous être transmises par l'Institut d'Aménagement de la Vilaine.
- Sur Châteaubriant, il existe des levés du lit mineur, réalisés par le cabinet GE en 2004. L'Institut d'Aménagement de la Vilaine les a également mis à disposition.
- Des calculs hydrauliques ont été réalisés sur l'Isac par le BCEOM en 1997. Il existe donc des éléments topographiques. Ceux-ci n'ont pu être recueillis mais pourraient constituer de bons compléments.

Sur la base de l'existant, on a déterminé pour chaque tronçon des secteurs où effectuer des levés topographiques complémentaires. Le choix d'implantation s'est effectué sur les critères suivants :

- La présence d'une zone à enjeux
- La représentativité du profil

- L'absence de couverture végétale (ou urbaine) sur le profil (levés GPS impossibles)
- Les possibilités d'accès

On aboutit ainsi au total à 18 zones où des profils ont été levés. Ces secteurs sont assez bien répartis le long des tronçons. Un seul tronçon homogène individualisé n'a pas été représenté par des profils : il s'agit d'un tronçon de la Chère en aval de St-Aubin-des-Châteaux où la configuration étroite de la vallée et l'absence des enjeux justifie son exclusion.

4.3 LEVER DES PROFILS

La campagne topographique a été effectuée par une équipe couplant géomorphologue et techniciens spécialisés dans les techniques d'instrumentation, et notamment d'acquisition topographique.

Les points ont été levés de manière à représenter schématiquement chaque profil, sur le principe illustré dans la figure ci-dessous.

4.4 RESULTATS

La mission a permis de lever une trentaine de profils, répartis sur une vingtaine de secteurs, et constitués par environs 400 points de mesure.

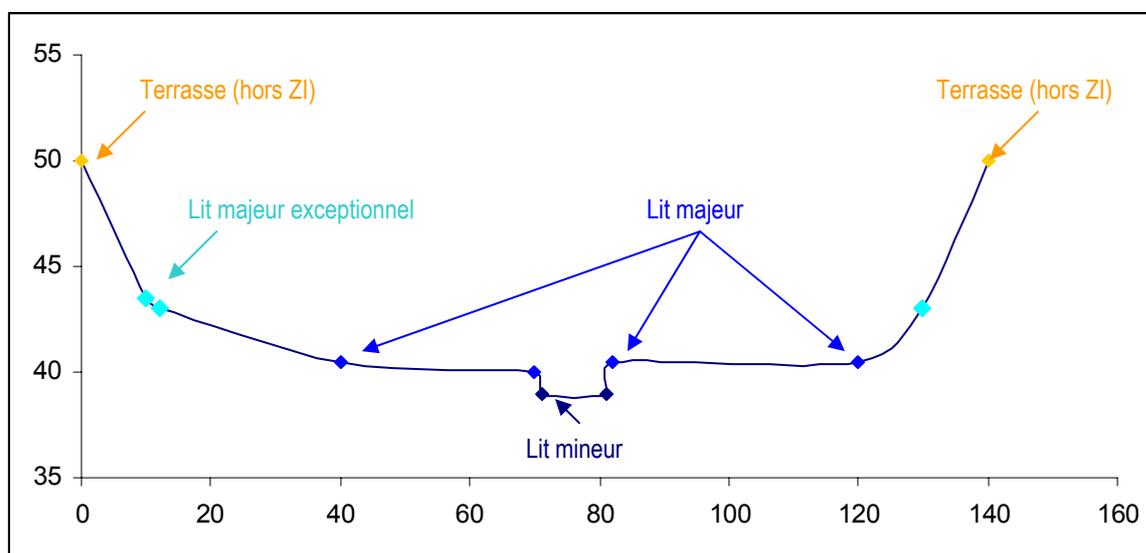
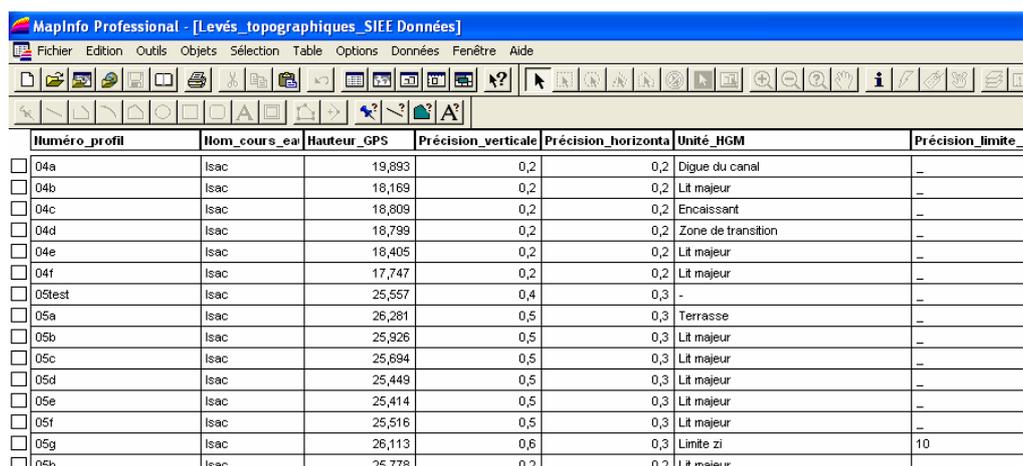


Figure 27. Coupe illustrant les points caractéristiques retenus pour représenter un profil.

Les points levés lors de cette campagne sont intégrés dans la base de données SIG sous la forme d'une table spécifique contenant de nombreuses informations, notamment les coordonnées en X, Y et Z, avec la précision géographique de la mesure, ainsi que l'unité géomorphologique concernée et pour la limite de la zone inondable la précision géographique de sa localisation (cf figure 28)



Numéro_profil	Nom_cours_ea	Hauteur_GPS	Précision_verticale	Précision_horizonta	Unité_HGM	Précision_limite
<input type="checkbox"/> D4a	Isac	19,893	0,2	0,2	Digue du canal	-
<input type="checkbox"/> D4b	Isac	18,169	0,2	0,2	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D4c	Isac	18,809	0,2	0,2	Encaissant	-
<input type="checkbox"/> D4d	Isac	18,799	0,2	0,2	Zone de transition	-
<input type="checkbox"/> D4e	Isac	18,405	0,2	0,2	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D4f	Isac	17,747	0,2	0,2	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D5test	Isac	25,557	0,4	0,3	-	-
<input type="checkbox"/> D5a	Isac	26,281	0,5	0,3	Terrasse	-
<input type="checkbox"/> D5b	Isac	25,926	0,5	0,3	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D5c	Isac	25,694	0,5	0,3	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D5d	Isac	25,449	0,5	0,3	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D5e	Isac	25,414	0,5	0,3	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D5f	Isac	25,516	0,5	0,3	Lit majeur	-
<input type="checkbox"/> D5g	Isac	26,113	0,6	0,3	Limite zi	10
<input type="checkbox"/> D5h	Isac	25,778	0,5	0,3	Lit majeur	-

Figure 28. Extrait de la table Map-Info

Ce travail aboutit à établir des profils à partir desquels on peut déterminer d'une part des cotes de référence exprimées en NGF (avec une précision inférieure à 60 cm pour 90 % des points) pour les différentes unités de la plaine alluviale, et notamment pour le lit majeur et la limite de la zone inondable. Couplé avec les données disponibles aux stations hydrométriques et les modélisations hydrauliques existantes, il apporte une quantification à travers l'estimation des hauteurs d'eau auxquelles correspond le remplissage du lit majeur ou du lit majeur exceptionnel.

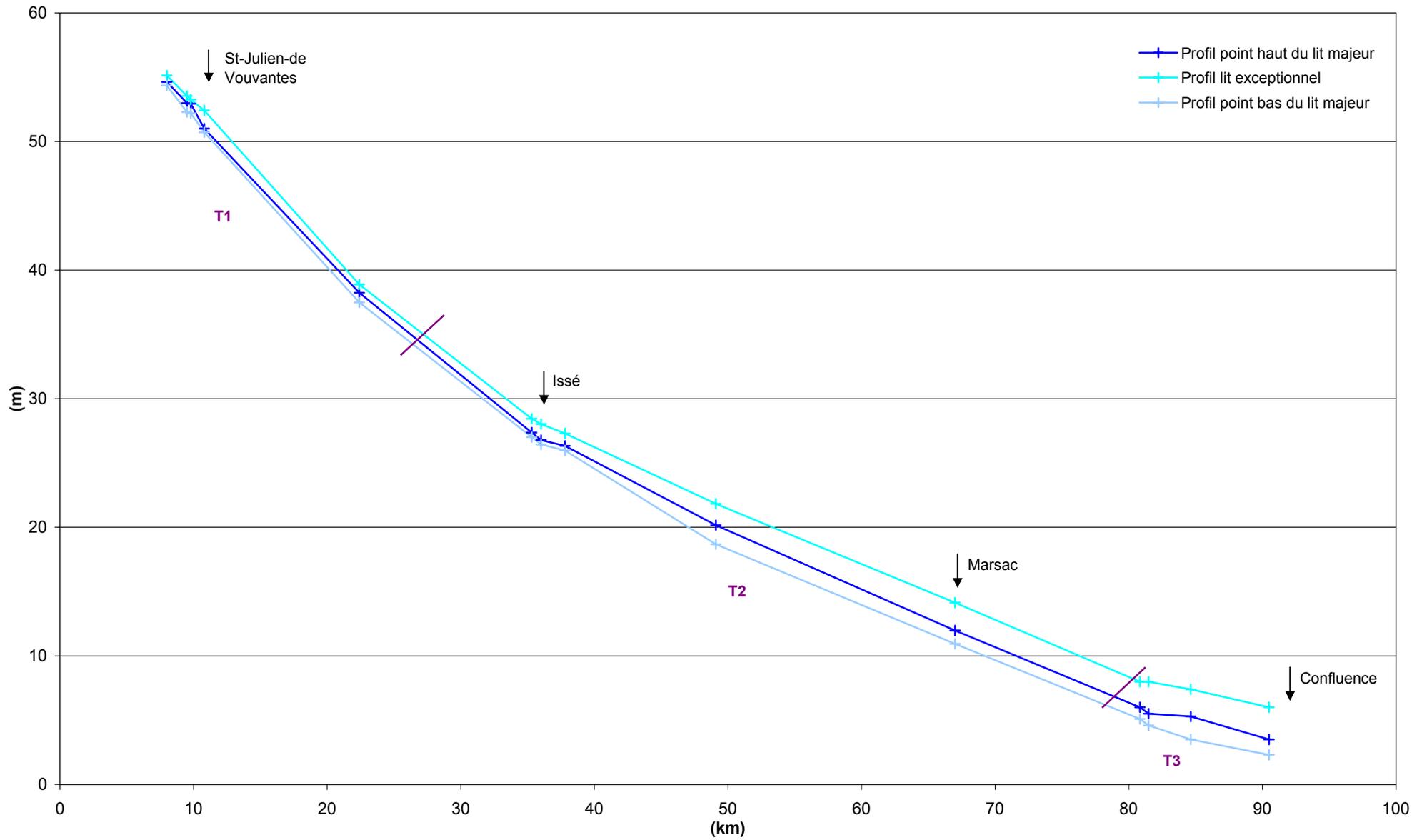
Il fournit entre autre des éléments appréciables à l'analyse hydrogéomorphologique dans les secteurs où des incertitudes auraient pu subsister : par exemple en comparant les altitudes de la limite de la zone inondable entre les deux rives, on peut trancher plus facilement sur un secteur difficile où aucun marqueur topographique n'apparaît convaincant. A la marge ce travail permet aussi de recaler aux endroits des levés les limites des unités pour une meilleure précision de la cartographie. Il faut noter à ce propos que ce travail a mis en relief les différences parfois considérables qui existent entre l'orthophotographie et le fond de plan Scan 25. Ce dernier contient des erreurs patentées, et l'utilisateur ne s'étonnera pas sur certains profils de trouver une discordance entre la nature de l'unité hydrogéomorphologique associé à un point dans la table attributaire et la cartographie réalisée sur le fond de plan Scan 25.

Le rendu de ce travail est présenté sous forme de ponctuels dans le SIG indiquant les cotes de références pour le lit majeur et la limite de la zone inondable. Ils sont également reportés sur les cartographies. En annexe technique on fournit des fiches par profils sur lesquelles on trouvera une estimation des hauteurs attendues pour l'inondation du lit majeur et du lit majeur exceptionnel. Trois profils en long ont par ailleurs été réalisés pour représenter l'évolution du lit majeur et du lit majeur exceptionnel (et donc des hauteurs d'eau potentielles) tout au long des rivières.

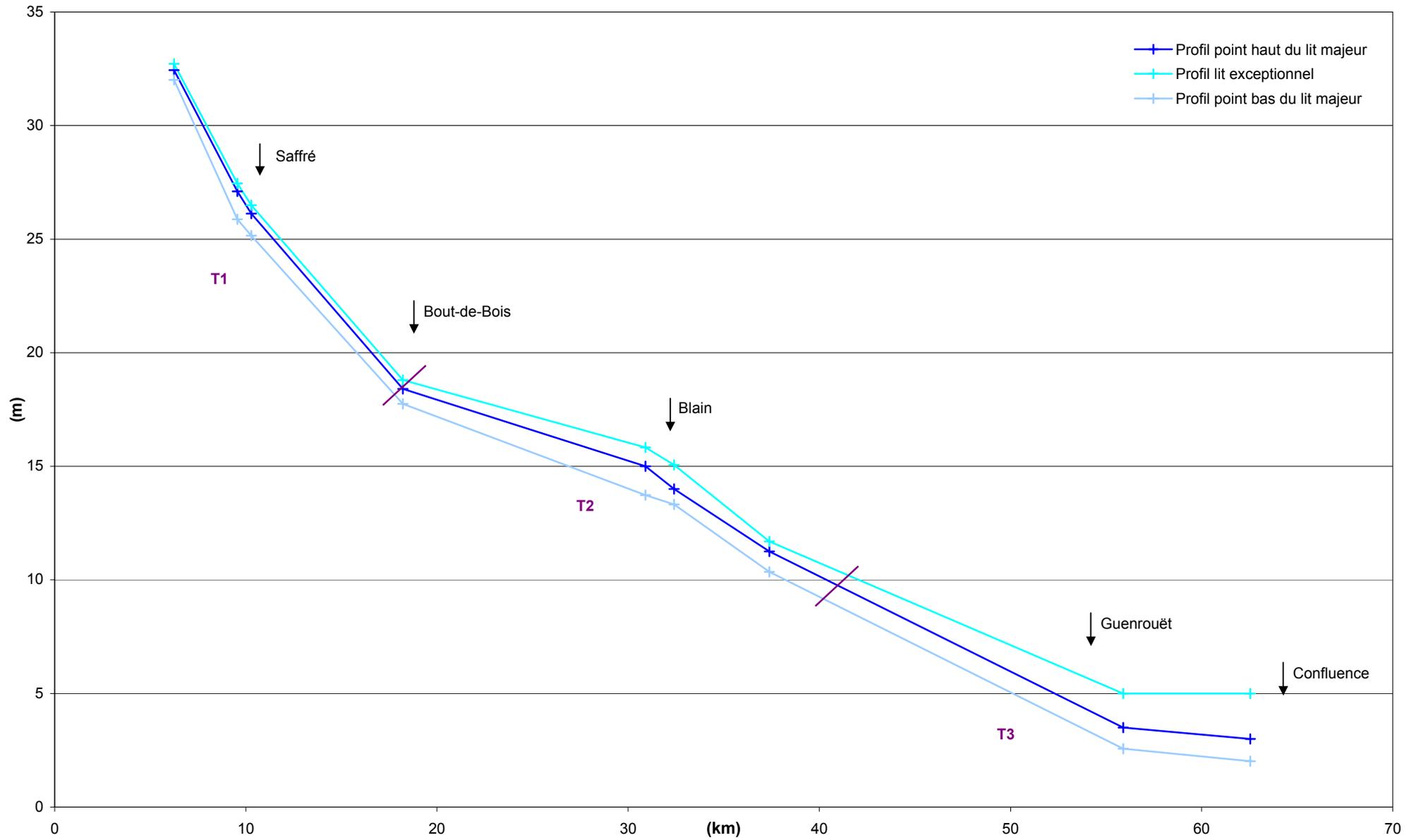
Rivière	profil	Tronçons	Dk	Cote du point le plus bas du lit majeur	Pour un phénomène remplissant le lit majeur stricto sensu		Pour un phénomène remplissant le lit exceptionnel		Commentaires
					Altitude NGF	Hauteur d'eau max	Altitude NGF	Hauteur d'eau max	
Don	10	T1	8	54,35	54,63	0,29	55,13	0,78	
Don	12		9,5	52,3	53	0,7	53,54	1,24	
Don	13		9,8	52,19	52,94	0,75	53,26	1,07	
Don	11		10,8	50,73	51	0,27	52,42	1,69	
Don	14		22,4	37,5	38,25	0,75	38,88	1,37	
Don	15	T2	35,3	27,02	27,37	0,36	28,44	1,42	
Don	17		36	26,45	26,79	0,34	28,04	1,6	
Don	18		37,8	25,97	26,34	0,37	27,3	1,33	
Don	30		49,1	18,68	20,17	1,5	21,83	3,16	
Don	29		67	10,94	11,98	1,03	14,15	3,2	
Don	Autres sources	T3	80,84	5,1	6	0,9	8	2,9	Données très approximatives
Don	Autres sources		81,49	4,6	5,5	0,9	8	3,4	
Don	Autres sources		84,64	3,5	5,3	1,8	7,4	3,9	
Don	Autres sources		90,5	2,3	3,5	1,2	6	3,7	
Chère	32	T1	4,1	66,15	66,95	0,8	67,53	1,38	
Chère	31		8	58,12	59	0,88	59,46	1,35	
Chère	25		12,6	55,42	56,52	1,1	57,49	2,07	
Chère	24	T2	14,3	53,01	53,25	0,24	53,84	0,83	Hauteur sur remblais
Chère	23		14,6	51,48	52,91	1,43	53,5	2,02	
Chère	21		15	51,28	52,9	1,41	53	1,72	
Chère	19		21,9	45,26	46	0,74	46,97	1,71	
Chère	28	T4	38,6	21,53	22,86	1,32	23,88	2,35	
Chère	27		45,9	16	16,56	0,56	18,21	2,21	
Chère	26	T5	51,4	10,51	11,51	1	12,14	1,63	
Chère	Autres sources		61	4,9	6	1,1	7,1	2,2	Données très approximatives
Chère	Autres sources		62,4	3,8	6	2,2	6,5	2,7	

Rivière	profil	Tronçons	Dk	Cote du point le plus bas du lit majeur	Pour un phénomène remplissant le lit majeur stricto sensu		Pour un phénomène remplissant le lit exceptionnel		Commentaires
					Altitude NGF	Hauteur d'eau max	Altitude NGF	Hauteur d'eau max	
Isac	9	T1	6,25	32,01	32,44	0,44	32,72	0,71	
Isac	7		9,55	25,88	27,1	1,22	27,45	1,57	
Isac	6		10,29	25,16	26,13	0,97	26,49	1,54	
Isac	4	T2	18,21	17,75	18,41	0,66	18,8	1,05	
Isac	1		30,9	13,731	15	1,27	15,83	2,1	
Isac	2		32,4	13,32	14	0,68	15,06	1,74	
Isac	3		37,39	10,35	11,25	0,9	11,69	1,34	
Isac	Autres sources	T3	55,9	2,57	3,5	0,93	5	2,43	Données très approximatives
Isac	Autres sources		62,54	2,37	3	0,98	5	2,98	

Profil en long des lits majeurs et exceptionnels du Don

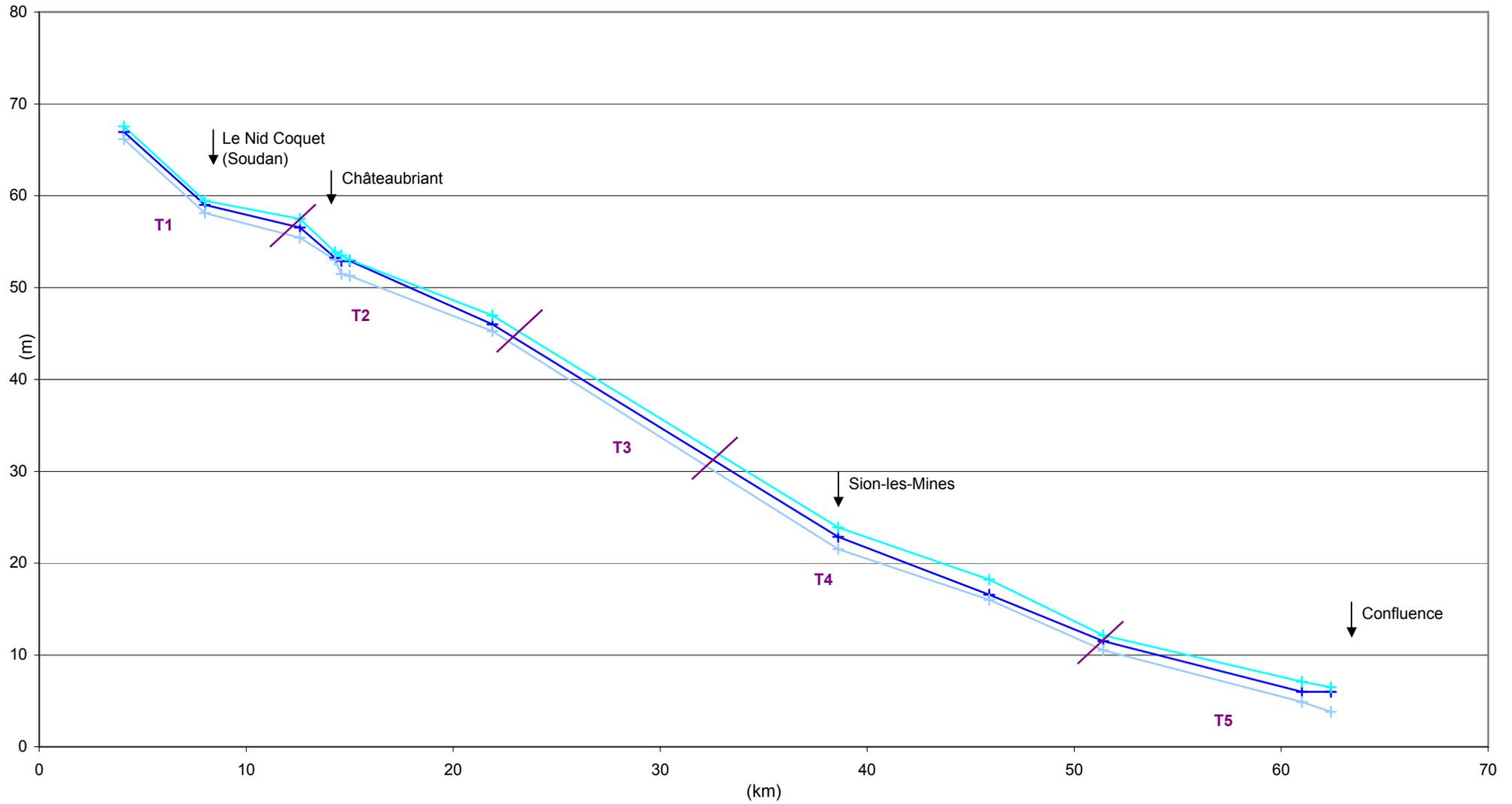


Profil en long des lits majeurs et exceptionnels de l'Isac



Profil en long des lits majeurs et exceptionnels de la Chère

- + Profil point haut du lit majeur
- + Profil lit exceptionnel
- + Profil point bas du lit majeur



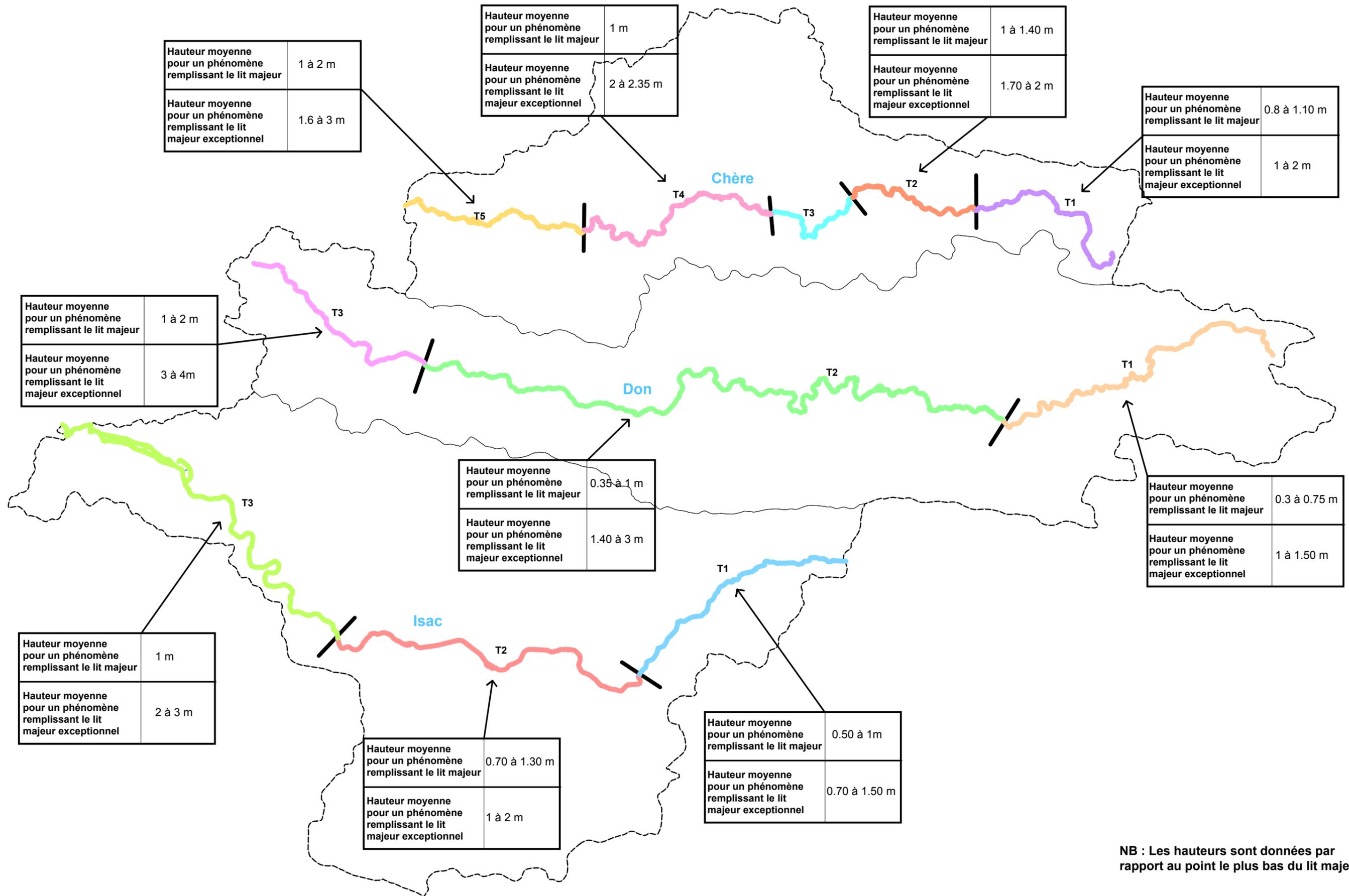
Synthèse :

Rivière	Tronçons	Km	Hauteur moyenne pour un phénomène remplissant le lit majeur stricto sensu	Hauteur moyenne pour un phénomène remplissant le lit exceptionnel
Don	T1	0-25	30 cm à 75 cm au point le plus bas du lit majeur.	1 m à 1.50 m au point le plus bas du lit majeur. Moins d'1 m en amont
	T2	25-78	35 cm à 1 m au point le plus bas du lit majeur	En moyenne 1.40 m au point le plus bas du lit majeur. Plus de 3 m par rapport au point le plus bas dans la partie aval du tronçon
	T3	78-92	1 à 2 m au point le plus bas du lit majeur	3 à 4 m au point le plus bas du lit majeur
Chère	T1	0-13	80 cm à 1.1m au point le plus bas du lit majeur.	1 m à 2 m au point le plus bas du lit majeur.
	T2	13-24	1 m à 1.4 m au point le plus bas du lit majeur	1.7 à 2 m au point le plus bas du lit majeur
	T4	32-51	En moyenne 1 m au point le plus bas du lit majeur	Entre 2 et 2.35 m au point le plus bas du lit majeur.
	T5	51-65	1 à 2 m au point le plus bas du lit majeur	Entre 1.6 et 3 m au point le plus bas du lit majeur.
Isac	T1	0-16	50 cm à 1 m au point le plus bas du lit majeur.	70 cm à 1.50 m au point le plus bas du lit majeur. Moins d'1 m en amont
	T2	16-41	70 cm à 1.30 m au point le plus bas du lit majeur	Entre 1 et 2 m au point le plus bas du lit majeur.
	T3	41-78	1 m au point le plus bas du lit majeur	2 à 3 m au point le plus bas du lit majeur.

Ce travail de topographie couplé à l'analyse hydro géomorphologie apporte des informations quantitatives en terme de hauteurs d'eau maximales qu'on peut attendre dans la plaine alluviale pour des inondations remplissant le lit majeur dans un premier temps et la zone inondable exceptionnelle.

Les données obtenues sont cohérentes dans l'ensemble, ce qui tendrait à confirmer l'intérêt et l'applicabilité de la méthode hydrogéomorphologique dans cette région morpho-climatique. En effet, nombre de paramètres naturels (raccords sans talus nets, variations de configuration de vallée en liaison avec la géologie) ou non (remblais, décaissements...) influencent le positionnement de la limite et induisent des incertitudes plus ou moins fortes sur le positionnement de la limite maximale potentiellement inondable. Ce positionnement des limites nivelées présentent une précision d'environ +/- 10 m à 20 m (en x,y) en fonction des profils. Selon les cas, cette précision impactera plus ou moins fortement l'altitude (Z) correspondante (en fonction de la pente du lit majeur). Dans la plupart des cas, on a essayé de privilégier un positionnement dans le haut de la fourchette, tout en restant dans des proportions crédibles.

Estimation des hauteurs maximum moyennes susceptibles de remplir la plaine alluviale par tronçon homogène



NB : Les hauteurs sont données par rapport au point le plus bas du lit majeur.

5 SYNTHÈSE D'INONDABILITÉ ET CONCLUSION

5.1 SYNTHÈSE DE L'INONDABILITÉ. CROISEMENT DES APPROCHES HISTORIQUES ET HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES

- Comparaison des données hydrogéomorphologiques et historiques

D'une manière générale, la superposition de ces informations historiques avec la cartographie hydrogéomorphologique tend à confirmer cette dernière, mais essentiellement à une petite échelle. En effet, si l'on s'attache au détail, de nombreuses incohérences apparaissent entre ces limites et avec le lit majeur. Ainsi des secteurs cartographiés en encaissant sont inclus dans ces limites tandis qu'à proximité, du lit majeur en est exclu. On remarquera donc l'absence de superposition nette, parfaite, des limites, que ce soit entre elles ou avec les limites hydrogéomorphologiques. Ce phénomène s'explique par la faible pente des versants qui encadrent la plaine inondable, qui rend difficile le positionnement précis d'une limite, tant sur le plan de l'interprétation hydrogéomorphologique que pour la cartographie post-crue (relevé de laisses de crue), mais aussi par les incertitudes importantes qui caractérisent un travail d'interpolation de limite historique. Dans ce dernier cas, l'absence de vitesses et de traces d'érosion sur ces raccords introduit une certaine imprécision dans le dessin de l'extension d'une inondation.

- Analyse fonctionnelle

Le croisement des données hydrogéomorphologiques, historiques et hydrologiques, la synthèse des différentes connaissances disponibles sur le fonctionnement du bassin et l'analyse du terrain permettent d'établir une certaine correspondance entre les différentes unités hydrogéomorphologiques et les types de crues.

Dans les parties amont des 3 bassins versants, on peut estimer que les lits mineurs contiennent jusqu'aux crues biennales, voir un peu plus. Leur pente conjuguée à des sections assez profondes malgré leur étroitesse permet l'évacuation de débits encore peu conséquents. Dans les tronçons aval des cours d'eau, des niveaux de lit moyen sont inondés pour des crues annuelles, et par remontée de la nappe alluviale.

Au-delà du débit de plein bord, les lits majeurs sont rapidement mobilisés. A ce niveau, il nous semble nécessaire de faire des différences entre les rivières, et notamment de différencier l'Isac, au cours très aménagé. En considérant les données livrées par l'étude BCEOM (1997), il apparaît que le lit majeur de l'Isac dans son tronçon amont (« naturel ») est mobilisable dès la crue décennale. La crue de 1996, de période de retour 40 ans, remplit à peu près le tiers du lit majeur dans le bourg, sachant toutefois que cette zone urbanisée n'est pas forcément représentative du fait des perturbations liées à l'urbanisation. Pour la Chère, le lit majeur commence à être inondé au-delà d'un débit approximativement compris entre Q2 et Q5. Les données sur le Don sont insuffisantes, mais il est probable que le comportement soit identique à celui de la Chère.

Les levés altimétriques réalisés au cours de cette étude constitue une innovation dans le cadre des atlas des zones inondables qui permet d'apporter des informations quantitatives à l'analyse. Les résultats obtenus sont cohérents à l'échelle des vallées étudiées, avec des hauteurs d'eau maximum (par rapport au point le plus bas du lit majeur) inférieures à 1 m environ dans les tronçons amont pour un événement remplissant la totalité du lit majeur, et augmentant régulièrement vers l'aval pour atteindre au maximum 2 à 4 m sur les tronçons aval.

L'analyse des limites relevées de la crue de 1995 (période de retour un peu inférieure à la centennale) montre qu'elle a probablement largement remplie le lit majeur de la Chère et du Don, et à un moindre niveau celui de l'Isac. Là encore, des distinctions doivent être faites entre bassin amont et bassin aval : sur les tronçons amont, les lits majeurs n'ont pas été totalement mobilisés, et surtout, il ne semble pas que les niveaux supérieurs de lit majeur exceptionnel aient été touchés (autant qu'on puisse en juger au regard des limites existantes). Par contre, sur les tronçons aval, les zones inondées correspondent quasiment à la totalité de la plaine alluviale, lit exceptionnel inclus. On a donc un décalage dans les bassins versants, et les lits majeurs exceptionnels situés dans les tronçons aval sont fonctionnels par des périodes de retour inférieures à la centennale. Il est possible que dans ces tronçons aux dynamiques si particulières, une crue bien supérieure à la centennale puisse déborder au-delà de la plaine alluviale fonctionnelle qui est définie dans cette étude. Il s'agit là d'une des limites de la méthode qui se heurte à des phénomènes bien particuliers. En ce sens, on pourra conclure de cette étude qu'elle a mis en exergue des difficultés dans l'utilisation de la méthode hydrogéomorphologique pour caractériser l'ensemble de la zone inondable maximum (ce que n'avait pas fait l'étude sur l'Erdre. Toutefois nous tenons à souligner que cette difficulté n'est en rien liée au domaine morfo-climatique, puisque ce sont des situations que nous avons déjà rencontrées dans les basses plaines du Vidourle (Hérault) et du Tech (Pyrénées-Orientales). Il s'agit de problématiques récurrentes des basses plaines soumises à une sédimentation accélérée.

Pendant les crues exceptionnelles, des modifications de l'écoulement peuvent survenir, telles que des recoupements de méandres plus ou moins marqués (sur le Don), ou la remontée des eaux du cours d'eau principal dans les vallons et vallées affluentes, s'ils ne sont pas eux-mêmes en crue. Lors des inondations, les écoulements principaux empruntent préférentiellement d'anciens lits quand ceux-ci subsistent (bras de décharge).

Enfin, il est difficile d'apprécier l'incidence des différents travaux et ouvrages sur la dynamique des crues. On peut distinguer qualitativement les remblais linéaires et parallèles à l'écoulement, dont l'effet sera peu conséquent si le remblai n'est pas situé à proximité immédiate du lit mineur, des remblais transversaux qui, en barrant la totalité ou presque de la plaine créent un effet de barrage et de rétention. La multiplication des remblais transversaux sur un faible linéaire est susceptible de perturber les écoulements et d'engendrer un fonctionnement « à casiers ».

5.2 CONCLUSION

La cartographie hydrogéomorphologique telle qu'elle a été appliquée sur ces cours d'eau définit l'emprise des zones inondables pour les crues exceptionnelles. A cet égard, une fois les principes méthodologiques agréés, elle offre une information objective de l'emprise des zones inondables,

indépendante des aléas des méthodes historiques et hydrauliques, et qui représente fidèlement la réalité du terrain. A ce titre, l'atlas des zones inondables constitue un outil de base d'aide à la décision et à l'élaboration d'un PPR à laquelle il apporte une connaissance du fonctionnement globale du bassin versant.

La méthode employée est principalement basée sur :

- la reconnaissance objective des limites morphologiques, résultant du fonctionnement en crue ;
- la prise en compte des crues historiques, souvent connues par les riverains et les gestionnaires des cours d'eau ;
- l'évolution dans le temps du cours d'eau dont les traces, souvent visibles dans le paysage alluvial, permet de justifier l'éventualité d'une crue exceptionnelle.

Par expérience, ces éléments de méthode sont, en comparaison des méthodes relevant de l'hydraulique, plus compréhensibles par les gestionnaires et les riverains : l'appropriation puis l'acceptation de la cartographie et des risques définis sur cette base n'en sont que plus aisées. De plus l'analyse historique exhaustive qui lui est associée permet de constituer une base de données commune aux différents acteurs favorisant la mémoire du risque.

L'étude et les résultats obtenus à travers cette étude ont permis :

- de mieux connaître l'emprise des zones inondables sur l'ensemble des vallées
- de poursuivre l'application de la méthode sur des cours d'eau à régime océanique
- de cibler une difficulté posée par l'hyper-sédimentation dans les plaines aval, problématique aussi connue en milieu méditerranéen,
- de valoriser l'approche hydrogéomorphologique en la complétant par des levés topographiques qui permettent d'établir des cotes de références caractérisant le lit majeur et la limite de la zone inondable maximale probable.

La connaissance ainsi fournie par ce travail constitue un premier outil visant à aider les services dans leur mission d'identification des zones à préserver pour la gestion des écoulements à l'échelle du bassin versant (zone d'expansion), et des secteurs où un contrôle strict de l'urbanisation doit être opéré par le croisement des enjeux et les aléas.

BIBLIOGRAPHIE

André J.-P., Regard sur la géologie du massif armoricain.

BCEOM, Lutte contre les inondations du bassin versant de l'Isac, Etudes hydrauliques. 1997.

DDE Ille-et-Vilaine, Loire-Atlantique et Morbihan, BCEOM, Plan de Prévention des Risques d'Inondations du bassin aval de la Vilaine. 1999.

DDE Loire Atlantique, Subdivision St Nicolas de Redon, rapport du subdivisionnaire, inondations automne-hiver 200/2001.

ECO-ENERG, SETUDE Ingénieur Conseil, Etude de définition du document d'incidence des aménagements hydrauliques, 1999/2000.

ECO-ENERG, SETUDE Ingénieur Conseil, Etude préalable à la restauration et la mise en valeur de la vallée de la Chère, 1998.

FISH-PASS, Contrat Restauration Entretien de la Chère, 2005

HYDRO Concept, Etude préalable à un contrat de restauration et d'entretien du Don et de ses affluents, Décembre 1999.

Penven M.J., Dupont N., Gaillard S., Gillois S., Définition des indicateurs pour une cartographie de la courbe enveloppe des inondations dans le cadre de l'utilisation de la méthode hydrogéomorphologique, Février 2005.

Penven M.J., Dupont N., Gaillard S., Etude préalable à la connaissance et au suivi de la propagation des crues en temps réel.

Penven M.J., Dupont N., Gaillard S., Fonctionnement hydrogéomorphologique et cartographie des fonds alluviaux dans le contexte armoricain.

Riverains de la Chère à Châteaubriant, La Chère, Au centre ouest de Châteaubriant, Propositions d'Aménagement pour lutter contre les crues, Mars 2005.

SCE, Etude hydraulique globale du bassin versant du Don, Octobre 2005.

SOGREAH PRAUD, Commune de Jans, Ruisseau de la Mare Guinel, Aménagement des sites de l'Etang de la Pierre et de la Butte aux Renards, Documents d'incidences au titre de l'article 10 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, Septembre 2000.

SOGREAH PRAUD, Etude hydraulique de la Chère, Juin 2004.