



DDT DE LA MAYENNE

***ATLAS DES ZONES INONDABLES DU
BASSIN VERSANT DE LA TAUDE***

RAPPORT D'ETUDE

FL13 A0032	Agence : Aix en Provence	
		Juin 2011



Atlas des zones inondables du bassin versant de La Taude

Maître d'ouvrage : DDT de la Mayenne (53)

Auteur : SIEE PACA, Les Hauts de la Duranne, 370 rue René Descartes, CS 90340

13 799 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tel. : 04 42 99 27 69 Fax. : 04 42 99 28 44

Chef de projet : L. Mathieu

Participants : M. Monaco

Date : Juin 2011

N° d'affaire : FL13 A0032

Pièces composant l'étude :

- 1 rapport
- 1 Atlas cartographique

Résumé de l'étude :

La méthode hydrogéomorphologique couplée aux recherches historiques permet de déterminer les zones inondables naturelles de la Taude et de ses affluents.

Zone géographique :

Bassin versant de la Taude, Mayenne, France

Rapport : L. Mathieu, M. Monaco

Cartographie hydrogéomorphologique : L. Mathieu, M. Monaco

Numérisation et SIG: M. Monaco

SOMMAIRE

1	SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT DE LA TAUDE	5
1.1	Présentation du Bassin Versant.....	5
1.2	Le contexte morphologique.....	6
1.3	Le contexte géologique.....	6
1.4	Le contexte climatique.....	8
1.5	L'occupation du sol.....	8
1.6	Le contexte hydrologique	10
2	SYNTHESE HISTORIQUE	11
2.1	DONNEES historiques	11
2.2	Synthèse des crues majeures.....	13
3	CARTOGRAPHIE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE.....	14
3.1	Méthodologie	14
3.1.1	Les bases de l'hydrogéomorphologie.....	14
3.1.2	Cartographie des unités hydrogéomorphologiques.....	14
3.1.3	Les principaux outils utilisés	18
3.1.4	Les outils complémentaires	19
3.1.5	Atouts et limites de la méthode hydrogéomorphologique	19
3.2	COMMENTAIRE DES CARTES HYDROGEOMORPHOLOGIQUES.....	20
3.2.1	La Taude amont	21
3.2.2	La Moyenne vallée	22
3.2.3	La Basse vallée.....	24
4	CONCLUSION.....	26

INTRODUCTION

Contexte de l'étude

De par ses caractéristiques physiques (climat, densité du réseau hydrographique), le département de la Mayenne se trouve exposé au risque inondation qui s'exprime par des crues fréquentes et répétitives. Conscients de cette problématique, les services de l'Etat ont lancé de nombreuses études pour acquérir une connaissance plus précise des zones exposées. Les zones inondables des principaux cours d'eau régionaux étant traitées, la DDT 53 a souhaité poursuivre la cartographie sur les cours d'eau secondaires, soit dans un simple but de connaissance et d'information préventive, soit dans un objectif d'élaboration d'étude préalable à l'élaboration de PPR.

Méthodologie retenue

La méthode de travail retenue pour cette étude est **l'analyse hydrogéomorphologique**, 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 façonnées par les crues passées. L'analyse s'appuie sur l'interprétation géomorphologique d'une couverture stéréoscopique de photos aériennes (mission IFN aérienne 53_72-1996 au 1/20 000 P) validée par des vérifications de terrain. Dans l'élaboration du document, cette analyse géomorphologique appliquée aux espaces alluviaux est associée aux informations relatives aux crues historiques.

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. Ces derniers sont 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. La fiabilité de cette approche et ses limites, ont par ailleurs été vérifiées à l'occasion de crues exceptionnelles récentes (Aude 1999, Gard 2002, Madon 2006).

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'atlas des zones inondables est constitué de cartes réalisées à l'échelle du 1/10.000^e accompagnées d'un commentaire relatif à chaque tronçon de la Taude et de ses affluents.

Le présent rapport s'articule autour de trois parties : la synthèse des principales caractéristiques physiques du bassin versant, les approches hydrogéomorphologiques et historiques.

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) qui ont une 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. L'information fournie reste cependant essentiellement qualitative, même si elle est complétée, là où elles existent, par des données historiques, qui fournissent localement des éléments de hauteur d'eau.

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 des phénomènes (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 a été retenu par la DDT 53, il couvre un linéaire de 25.6 km intégrant le cours d'eau principal et la partie aval du Ruisseau le Fondrieux sur une longueur de 3.2 km pour couvrir le bourg de Bouère. Les affluents seront également pris en compte en remontant leurs cours depuis la confluence avec la Taude sur une distance de 500 m.

Dans ce périmètre, l'intégralité des zones inondables de la vallée principale est prise en compte, ainsi que les principaux affluents et les vallons latéraux. Le linéaire couvert par cette étude est de 30.2 km.

L'échelle de cartographie retenue est le 1/10.000^e sur un support de fond de plan monochrome constitué par des photographies aériennes de l'I.G.N, fourni par le maître d'ouvrage.

1 SYNTHÈSE DU FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT DE LA TAUDE

L'objectif de ce chapitre est de réaliser une synthèse des informations caractérisant le fonctionnement du bassin versant.

1.1 PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant de la Taude est inscrit dans les départements de la Mayenne (53) et de la Sarthe (72). Sa superficie est de 85 km². La rivière est longue de 22.4 km. Ce cours d'eau prend sa source au Sud de la localité de Saint-Charles-la-Forêt (53) à 113 m d'altitude et se jette dans la Sarthe à 29 mètres d'altitude à Souvigné-sur-Sarthe (72). La Taude est un affluent de rive droite de la Sarthe (Fig.1).

Tout au long de son parcours, ce cours d'eau reçoit les apports de petits ruisseaux et d'affluents qui vont gonfler ses débits jusqu'à son exutoire.

Le tableau ci-contre rassemble les caractéristiques des cours d'eau principaux au sein de la zone d'étude:



Fig. 1 : Localisation du bassin versant de la Taude

Cours d'eau	Linéaire	Situation
La Taude	22.4 km	Cours principal
Le Fondrieux	7.9 km	Affluent de rive droite
Ruisseau de l'Étang de Curecy	3.3 km	Affluent de rive gauche
Ruisseau de St Martin	7.6 km	Affluent de rive droite

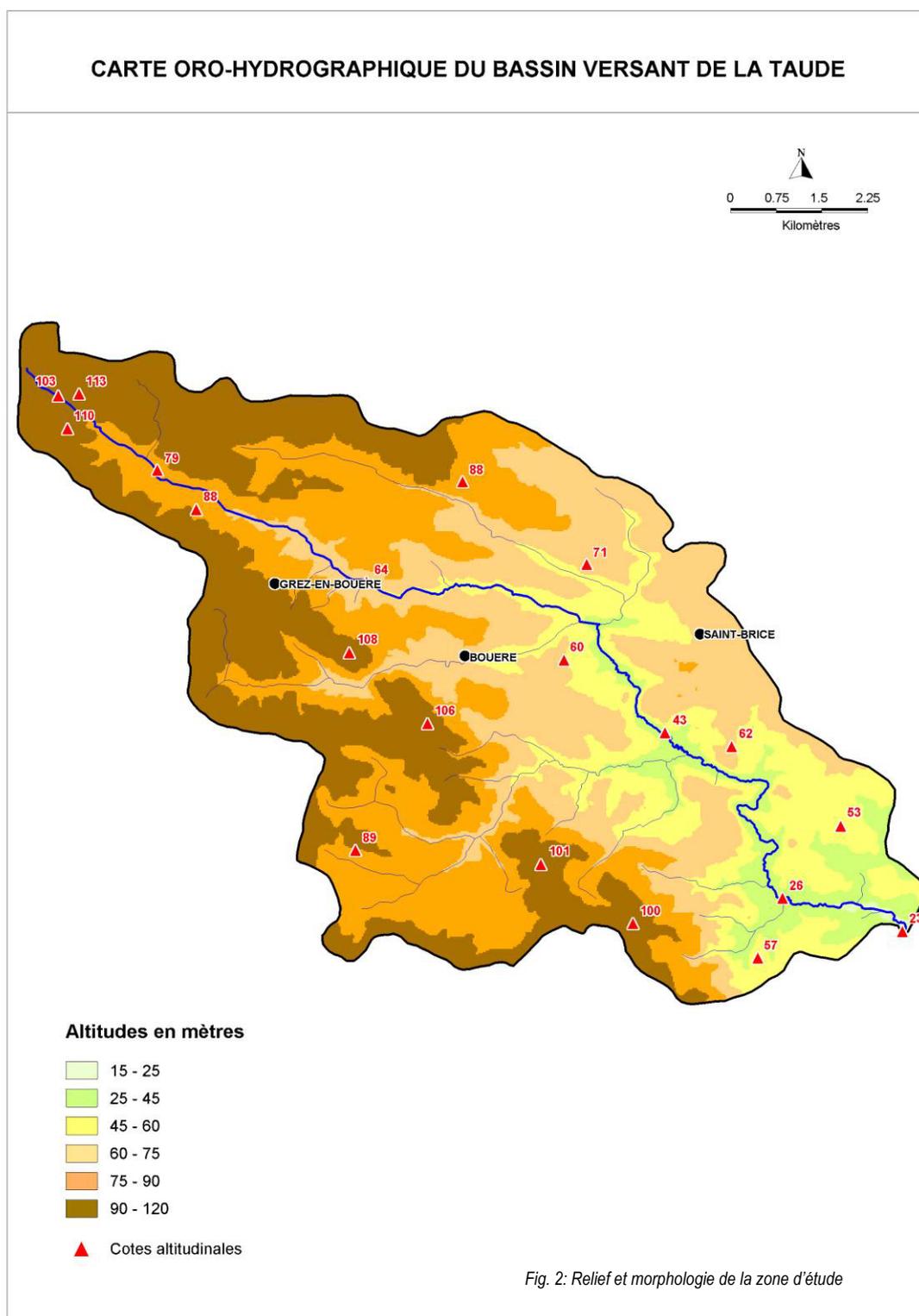
Dans le cadre de l'atlas des zones inondables de la Taude et de ses affluents, le linéaire étudié s'étend sur 22.4 km, du Bourg de St-Charles-la-Forêt, jusqu'à la commune de Souvigné-sur-Sarthe.

Les communes concernées par cette étude d'inondabilité sont : **St-Charles-la-Forêt, Longuefuye, Grez-en-Bouère, Bouère, Saint-Brice et Souvigné-sur-Sarthe (Fig.1).**

1.2 LE CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

Le bassin versant de la Taude possède une orientation Nord-Ouest/Sud-Est. La rivière possède une pente générale de 0.4% depuis sa source jusqu'à la confluence avec la Sarthe (Fig.2).

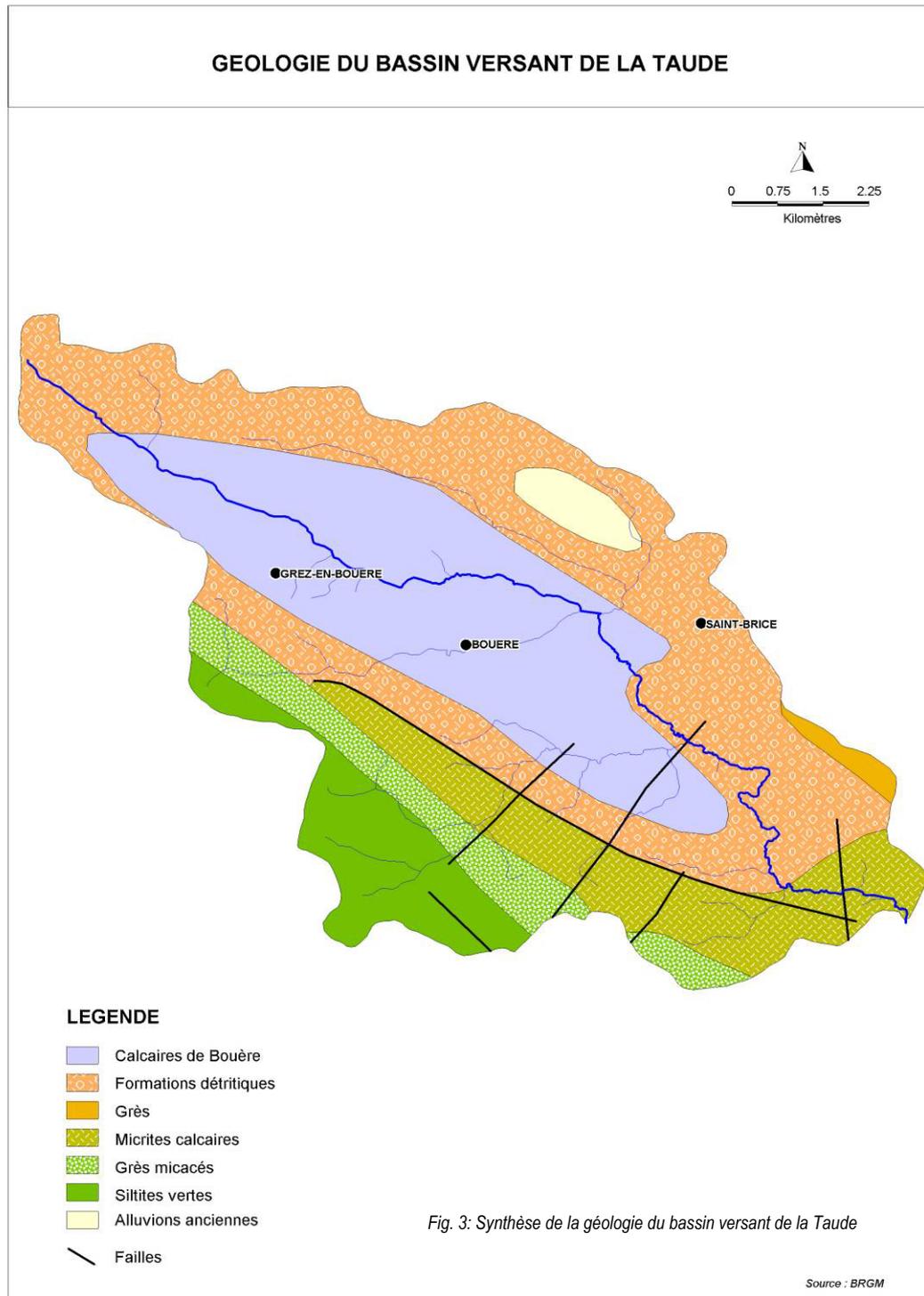
La morphologie du cours d'eau dans la zone d'étude est caractérisée par une unité principale, une plaine faiblement encaissée dans laquelle la rivière s'écoule.



E CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le bassin versant de la Taude est dominé par deux grandes unités géologiques caractéristiques de la géologie globale de la région : des couches de grès et des dépôts calcaires (Fig.3).

Ces formations géologiques sont les composantes principales du passage entre les marges du Massif armoricain et le début du Bassin parisien. La nature des couches géologiques va favoriser une perméabilité moyenne à forte. La Taude, ainsi que ses affluents ont établi leur tracé dans des zones de faiblesses matérialisées par les failles. La géologie de la zone d'étude favorise, par conséquent, des temps de concentration assez long.



1.4 LE CONTEXTE CLIMATIQUE

Le département de la Mayenne est soumis au climat océanique, marqué par des précipitations régulières provenant de dépressions progressant de l'Ouest vers l'Est.

Les saisons sont prononcées entrecoupées par des périodes intermédiaires au cours desquelles les températures et les précipitations restent moyennes (Fig. 4).

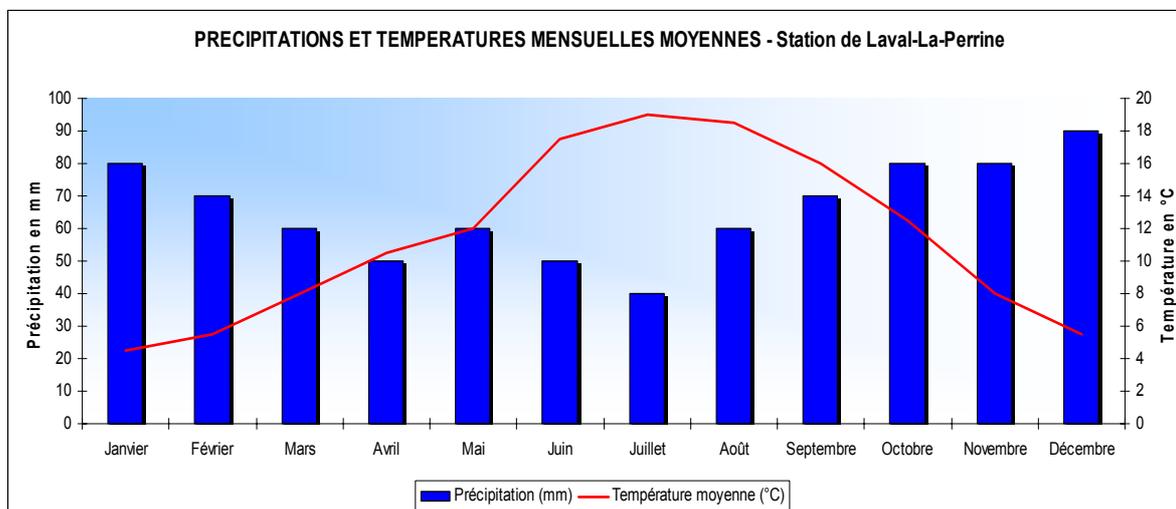


Fig. 4 : Diagramme ombrothermique de la Station de Laval-la-Perrine (source : Météo France)

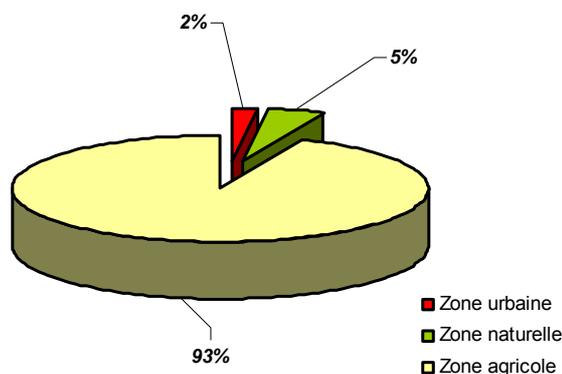
Le volume des précipitations annuelles tourne autour de 790 mm. La saison hivernale apporte au bassin versant son maximum de pluie avec des valeurs allant de 70 à 90 millimètres en moyennes de novembre à février.

Les périodes les moins pluvieuses concernent la période estivale avec des précipitations moyennes de 40 à 60 millimètres. L'automne est marqué par une reprise importante des pluies avec des valeurs de cumuls s'étalant de 70 à 80 mm.

Par conséquent, les mois où le risque d'inondation s'avère élevé, s'étale d'octobre à février.

1.5 L'OCCUPATION DU SOL

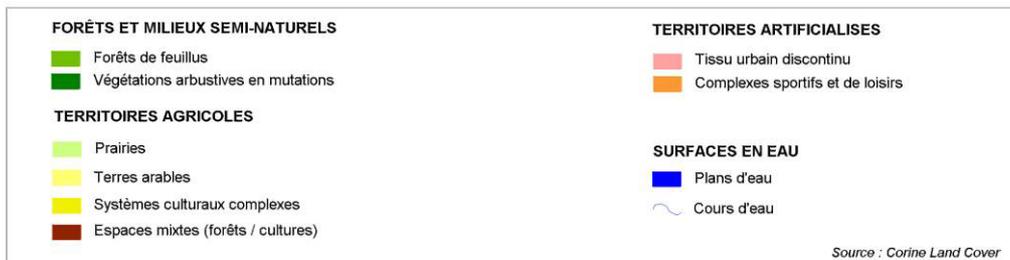
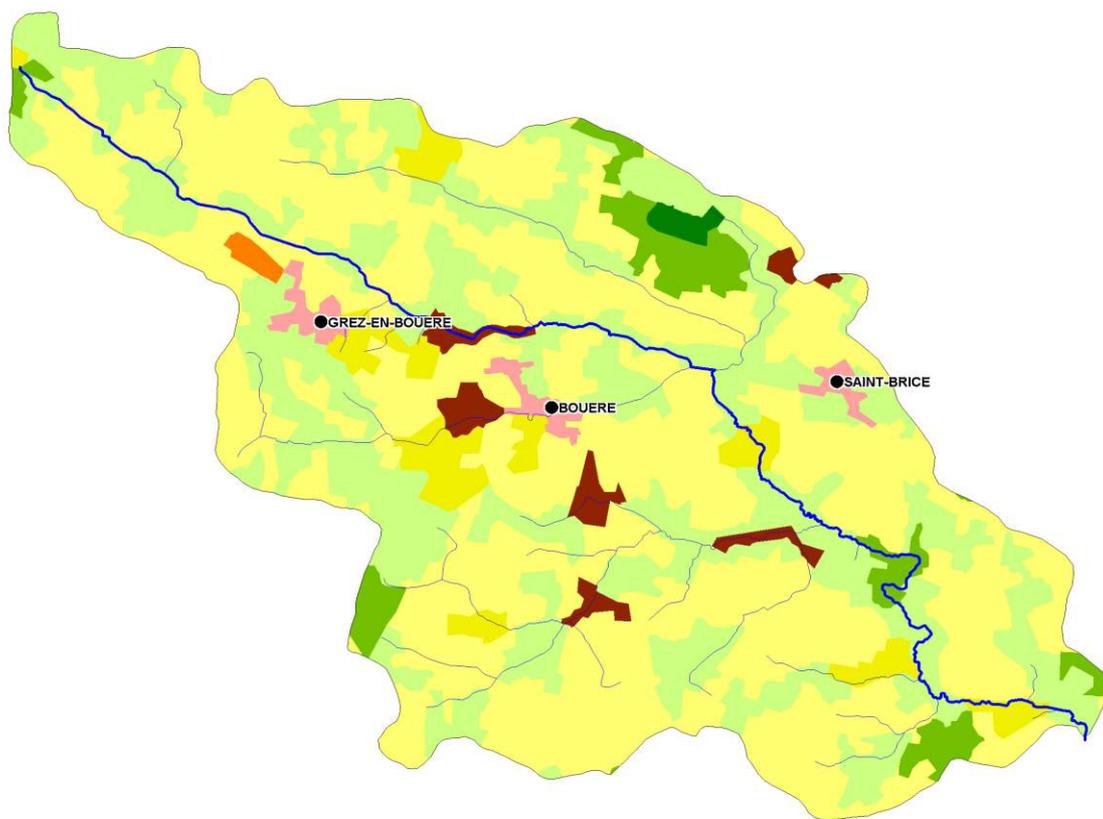
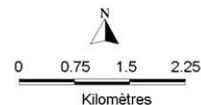
Avec 55 hab/km², contre 112 hab/km² à l'échelle nationale, le département de la Mayenne présente un territoire majoritairement rural. Au sein de notre zone d'étude, les zones urbanisées ou artificialisées ne représentent que 2 % de la surface totale du bassin versant étudié. La commune la plus importante du bassin versant est Grez-en-Bouère qui comptabilise environ 1000 habitants. L'essentiel du bassin versant est occupé par des villages ou des hameaux (Fig. 5).



L'économie au sein du territoire est essentiellement tournée vers l'agriculture. Ainsi, la zone agricole occupe 93 % de la superficie totale dont 88% de SAU. L'élevage et les cultures céréalières exercent une forte emprise dans le paysage, limitant la part des espaces naturels au sein de cette partie du bassin versant.

OCCUPATION DU SOL SUR LE BASSIN VERSANT DE LA TAUDE

Fig. 5 : Carte de l'occupation du sol de la zone d'étude (2006)



1.6 LE CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Les données fournies par la Banque Hydro pour la station de Saint-Brice, donnent un débit inter-annuel ou module de 0.272 m³/s. A cet endroit le cours d'eau draine un bassin versant de 48 km².

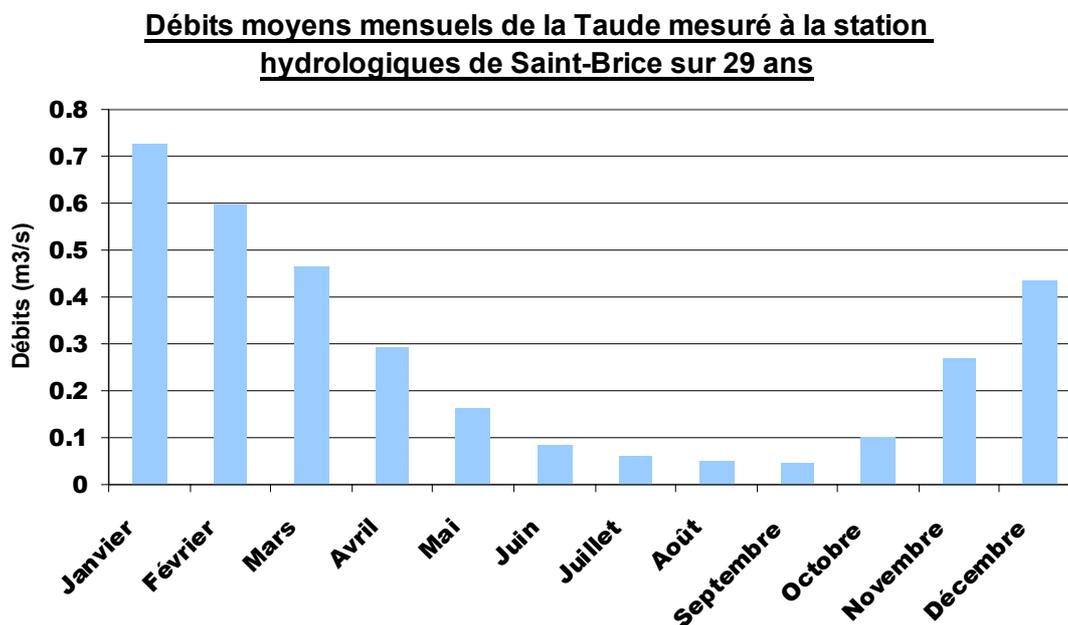


Fig. 6 : Hydrogrammes des modules de la Taude à la station de Saint-Brice(53) (données 1981-2011)

La Taude présente des fluctuations saisonnières de débits assez importantes avec une période des hautes eaux qui s'étale de décembre à mars avec des niveaux s'étalant de 0.445 à 0.738 m³. Les débits d'étiage sont concentrés durant la période estivale avec un débit moyen inférieur à 0.1 m³/s de juin à septembre.

Les crues peuvent être importantes contenues de la faiblesse relative des débits moyens. Ainsi, le débit instantané maximal relevé a eu lieu le 14 mars 2001 avec un débit de 11.8 m³/s (Q20). Quant à la valeur journalière maximale, elle a atteint 7.86 m³/s le 18 décembre 1999.

2 SYNTHÈSE HISTORIQUE

La connaissance des crues historiques constitue un volet fondamental pour la détermination des zones inondables en complément de l'hydrogéomorphologie.

La fiabilité des données historiques étant très variable, l'exhaustivité de l'information a été recherchée. Les sources documentaires consultées pour rédiger ce chapitre sont les suivantes :

- Les archives départementales de la Mayenne.
- Le retour des questionnaires fournis par les communes.

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 concernés (Météo-France, Equipement, Agriculture) permet d'accréditer la plupart des informations retenues.



Fig. 7 : Extrait de la carte de Cassini (XVIIIe siècle) montrant la répartition des moulins sur la basse vallée de la Taude

2.1 DONNÉES HISTORIQUES

Les données historiques présentées dans le tableau page suivante ont été rassemblées à partir des recherches d'archives et de la synthèse des études existantes. La liste est la plus exhaustive possible en termes de chronologie, mais non en termes de renseignements, car les informations retrouvées tant au niveau des archives départementales que des témoignages (communes, riverains) restent faibles sur ce bassin. Le dépouillement de l'information apporte essentiellement des informations qualitatives sur les secteurs inondés sans apporter de précisions majeures sur les hauteurs d'eau atteintes hormis quelques témoignages ponctuels notamment au niveau d'anciens moulins et au niveau du pont de Saint-Brice où se trouve une station hydrométrique (photo ci-contre).



Station hydrométrique de la Taude à Saint-Brice
(M0674010)

Janvier 1910	
Mention	Source
Evènement d'ampleur régionale. La Mayenne, la Sarthe et leurs affluents sont affectés.	AD 53
Janvier 1936	
Mention	Source
La Taude sort de son lit...à Saint-Brice , les moulins de Gomer et de Gautray sont inondés	Témoignage
Janvier 1961	
Mention	Source
Saint-Brice : Au pont de Saint-Brice, l'eau a débordé sur la route RD 212 alors que la chaussée était plus basse à l'époque. Les habitations les plus basses en rive gauche ont été inondées. Depuis qu'elle a été rehaussée (travaux dans les années 1960), elle n'a plus été submergée.	Témoignage
25-26 Octobre 1966	
Mention	Source
Après un été humide, les pluies automnales ont fini par saturer les sols. La Mayenne et ses affluents sont sortis de leur lit. L'Est du département est particulièrement touché ainsi que le département voisin de la Sarthe.	AD 53
Saint-Brice ...débordements sur la RD 28 dans le secteur de la Fulvinière (ouest-France).	AD 53
Janvier 1995	
Mention	Source
Souigné-sur-Sarthe : Dernière crue la plus importante de la Sarthe et de ses affluents	Préfecture de la Sarthe, PPRI
Saint-Brice : Les pluies continues depuis plus d'une semaine ont provoqué une crue importante de la rivière. En amont et en aval du bourg, la rivière recouvre de nombreux champs. Elle est aussi largement sortie de son lit en divers points de la commune (RD 28 au niveau de Gomer, chemins de la Pommerais et de Launay coupés.	Témoignage
Bouère : Le Fondrieux a débordé dans la traversée du village à l'amont du pont de la RD 14 (Ouest-France)	AD 53
Saint-Brice (station hydrométrique) : Débit max instantané 8,1 m ³ /s, hauteur d'eau à l'échelle 2,12 m soit (43.05 m NGF).	Banque hydro
28 Décembre 1999_ 1 Janvier 2000	
Mention	Source
Communes de Bouère, Grez-en-Bouère, Saint-Brice, Souigné-sur-Sarthe Etat de reconnaissance Catastrophe Naturelle (inondations et coulées de boue)	Fichier CAT-NAT
Saint-Brice : repère de crue au niveau du Moulin de Gautray (voir fiche an annexes) dont le plancher du rez-de chaussée et recouvert de quelques centimètres d'eau, ce qui représente environ 30 cm par rapport au terrain naturel.	Riverain
Saint-Brice (station hydrométrique) : Débit max instantané 10.3 m ³ /s, hauteur d'eau à l'échelle 2,45 m soit (43.38 m NGF).	Banque hydro
14 Mars 2001	
Communes de Bouère, Saint-Brice, Souigné-sur-Sarthe Etat de reconnaissance Catastrophe Naturelle (inondations et coulées de boue)	Fichier CAT-NAT
Bouère : Dans le village, les habitations en rive gauche du Fondrieux en face de la maison de retraite ont été inondées.	Témoignage
Saint-Brice (station hydrométrique) : Débit max instantané 11.8 m ³ /s, hauteur d'eau à l'échelle 2,67 m soit (43.60 m NGF).	Banque hydro
30 Avril 2001	
Commune de Souigné-sur-Sarthe Etat de reconnaissance Catastrophe Naturelle (inondations et coulées de boue)	Fichier CAT-NAT
14 Janvier 2004	
Saint-Brice (station hydrométrique) : Débit max instantané 9,4 m ³ /s, hauteur d'eau à l'échelle 2.33 m soit 43.26 m NGF).	Banque hydro

2.2 SYNTHÈSE DES CRUES MAJEURES

Comme évoqué plus avant dans le tableau précédent il ressort de l'approche historique qu'une dizaine d'événements remarquables ont été recensés sur le bassin versant sur une période d'un siècle entre 1910 et 2011.

Dans cet ensemble il est difficile de faire une hiérarchie car les épisodes les plus anciens (1910 et 1930) sont peu connus et les crues des années 1960 (1961, 1966) n'ont pas fait l'objet de repérages ou de mesures particulières sur ce bassin.

Seules les crues contemporaines, postérieure à la décennie 1980 **sont mieux connues** car elles ont fait l'objet de mesures hydrométriques à la station de Saint-Brice. Sur cette période d'une trentaine d'années, les événements les plus importants correspondent aux crues de **Mars 2001 et décembre 1999** qui peuvent être qualifiées de vicennales en termes de période de retour. Les crues de Janvier 2004 et décembre 1995 sont moins importantes mais restent également des événements significatifs, d'ampleur moins importante sur la Taude que sur les cours d'eau principaux (Sarthe ou Mayenne).

La crue de Mars 2001 a été particulièrement remarquable car elle s'est développée sur des sols qui étaient déjà saturés suite à de longues séquences pluvieuses dans les mois précédents (janvier et février). Dans la continuité, au printemps, le niveau des nappes est resté relativement élevé et d'autres pics de crues significatifs ont été relevés notamment le 1^{er} Mai.

3.1 METHODOLOGIE

3.1.1 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). La géomorphologie s'intéresse particulièrement (mais pas exclusivement) à la dernière ère géologique, le Quaternaire, qui a commencé il y a environ 1.8 millions d'années. C'est en effet pendant cette période que se sont mis en place les modelés actuels qui constituent le cadre géomorphologique dans lequel s'inscrit la plaine alluviale fonctionnelle.

Au cours du Quaternaire, 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 - 10 000 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 actuelle, pendant laquelle se sont façonnées les plaines alluviales étudiées par l'hydrogéomorphologie.

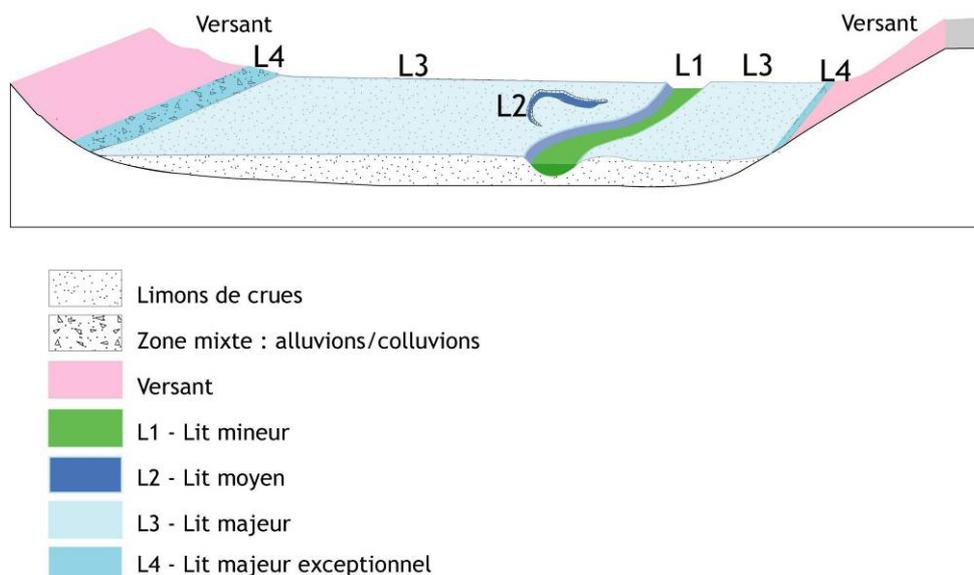
3.1.2 Cartographie des unités hydrogéomorphologiques

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 là plus d'un indice que d'un critère d'identification en soi). Dans un contexte morpho-climatique, 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 les unités sans rôle hydrodynamique particulier, c'est-à-dire l'**encaissant**.

L'organisation des vallées de la Mayenne est caractéristique des cours d'eau appartenant aux régions tempérées océaniques. La configuration de la plaine est constituée par l'emboîtement des lits (figure ci dessous). Ces caractéristiques tiennent d'une part à l'histoire de l'incision des vallées, à la moindre intensité des phénomènes hydrodynamiques et à l'artificialisation générale de ces cours d'eau, remodelés par la main de l'homme depuis plusieurs siècles.



3.1.2.1 Les unités actives constituant la plaine alluviale fonctionnelle

Délimitées par des structures morphologiques (talus), elles correspondent à la zone inondable déterminée par l'approche hydrogéomorphologique.

Le **lit mineur**, est constitué par le chenal d'écoulement, généralement toujours en eau.

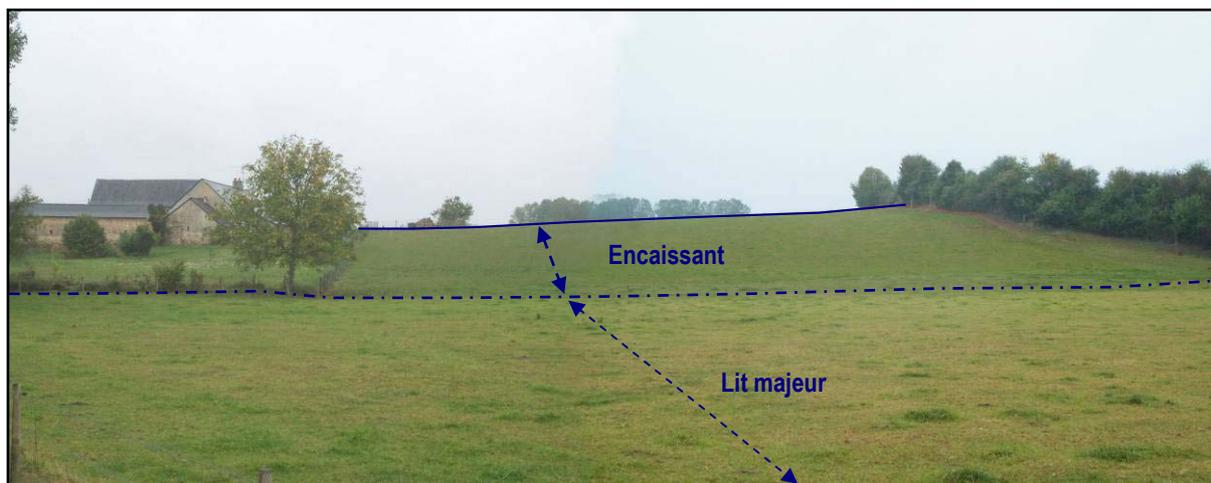
De dimension modeste sur les tronçons amont, sa section s'élargit progressivement au fil du bassin versant avec un profil régulier rectangulaire à trapézoïdal. Souvent peu profond, il est débordant pour les crues annuelles. Son fond est formé de matériel fin (sables, limons), avec localement un pavage de cailloutis.



Lit mineur de la Taude sur la commune de Bouère

Le **lit moyen**, est théoriquement l'espace fonctionnel pour les crues fréquentes à moyennes (périodes de retour 2 à 5 ans). Il assure la transition entre le lit majeur et le lit mineur. Dans cet espace, les vitesses et les transferts de charge importants induisent une dynamique morphogénique complexe et changeante. Les bras de méandres abandonnés en temps normal mais présentant de forts écoulements en cas de crue, sont inclus dans le lit moyen.

Le **lit majeur** (représenté par une limite bleue), constitue le fond de la plaine alluviale et se situe en contrebas de l'encaissant. D'un modelé très plat, il se présente sous la forme d'un plan faiblement incliné vers l'aval, inondable dès que le débit de plein bord est atteint dans le lit mineur. La dynamique des inondations dans ces secteurs, privilégie en général les phénomènes de sédimentation des particules fines (limons). Cependant, il est possible localement de distinguer au sein de ce dernier, une zone d'écoulement plus dynamique correspondant aux espaces préférentiellement mis en eau au sein de la plaine alluviale (cf. paragraphe suivant 3.1. 2.2).



Lit majeur de la Taude au niveau de la ferme de Launay (Saint-Brice)

La notion de **lit majeur exceptionnel** est utilisée pour caractériser les parties inférieures des glacis de raccordement avec les versants. En effet, à la marge du lit majeur, qu'aucun talus net ne vient marquer, on trouve une zone de transition, de raccordement 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 hauteur des niveaux d'eau dans le lit majeur, peut être inondé pour des crues importantes.

La **limite extérieure de la plaine alluviale fonctionnelle**, située au contact de l'encaissant, correspond à l'**enveloppe maximale des crues** et donc à celle 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).

3.1.2.2 Structures secondaires géomorphologiques

Bras secondaire de décharge et axe d'écoulement en crue : les **axes d'écoulement** parcourant la plaine alluviale sont représentés par une flèche matérialisant la ligne de courant. Il s'agit de micro-talwegs (d'ordre métrique à décimétrique), qui traduisent lors des inondations des vitesses probablement plus élevées que dans le reste du lit majeur, traduisant un aléa plus fort.

Les **bras secondaires** identifiés correspondent à d'anciens lits du cours d'eau encore bien marqués et fonctionnels pendant les crues, car les dynamiques ne sont pas assez intenses pour façonner au sein du lit majeur des bras suffisamment marqués.

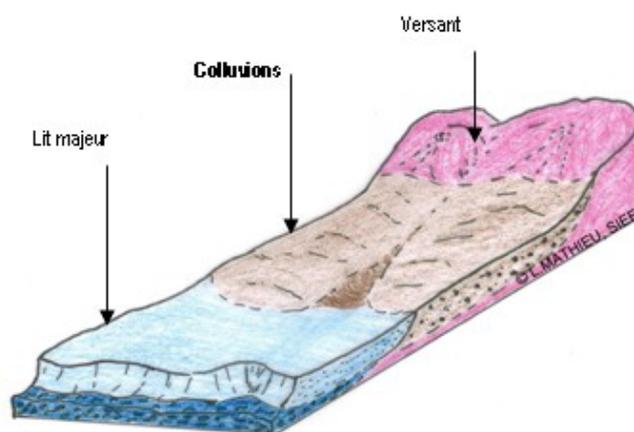
Cônes alluviaux : certains affluents sont couronnés à leur exutoire par une accumulation de sédiments qui forment des cônes alluviaux. Cette information est importante car la présence d'un cône se traduit par des phénomènes hydrodynamiques et hydrauliques spécifiques qui perturbent les écoulements de la plaine alluviale principale.

Dépressions de lit majeur : ce sont des points bas dans le lit majeur. Après la décrue, elles restent inondées plus longtemps que le reste du lit majeur. 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).

Ruissèlements de type pluvial : matérialisés par une flèche verte, ils correspondent à des phénomènes de ruissellements en nappe sur les versants ou concentrés dans les talwegs pouvant aggraver le risque d'inondation.

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

Elles comprennent normalement les terrasses alluviales, les formations colluviales, ainsi que les versants encadrant directement la plaine alluviale. L'identification de **ces unités qui constituent ce que l'on appelle "l'encaissant"** conditionne la compréhension de l'histoire et des conditions de formation des plaines alluviales et fait partie intégrante de l'interprétation hydrogéomorphologique. Leur report partiel en bordure des limites de la zone inondable, complété par celui de la **structure du relief**, facilite la lecture de la carte.



Identifications des unités structurant la plaine alluviale

3.1.2.4 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**.

De nombreux éléments anthropiques ont été cartographiés :

- dans et aux abords du lit mineur : recalibrages, barrages, digues, protections de berge, autant d'ouvrages faisant obstacle aux écoulements ou favorisant l'évacuation des crues vers l'aval,
- les ouvrages structurant logeant ou recoupant la plaine alluviale (ponts, remblais d'infrastructures routières, voies ferrées, canaux),
- les aménagements divers (gravières, remblais),
- les campings,

3.1.3 Les principaux outils utilisés

L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie sur les outils complémentaires que sont la photo-interprétation stéréoscopique et l'observation du terrain pratiqués en deux séquences successives dans le temps :

- **La photo-interprétation** permet d'avoir une vision d'ensemble de la physiographie de vallées étudiées ce qui est souvent nécessaire pour comprendre le fonctionnement hydrodynamique des cours d'eau notamment lors des crues exceptionnelles.

Dans le cas de la présente étude, elle a été réalisée à partir des missions aériennes suivantes : **IFN 53 – 96-07 IR au 1/20.000^e**



- **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,
- traces d'inondation : laisses de crue, érosions, sédimentation dans le lit majeur.



L'analyse hydrogéomorphologique s'appuie également 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 réalisées sur les secteurs étudiés et les cartes géologiques (cf. bibliographie).

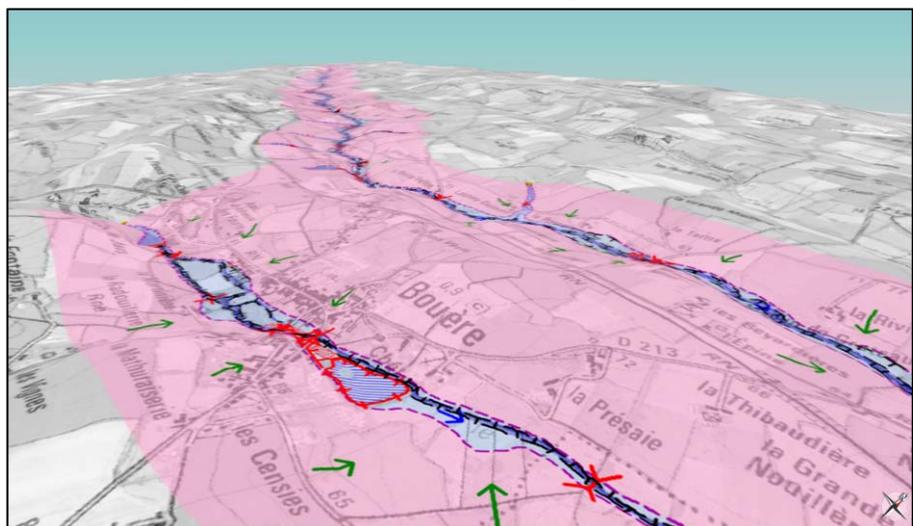
3.1.4 Les outils complémentaires

3.1.4.1 Etude des crues historiques (cf. synthèse des données historiques)

La connaissance des crues historiques constitue l'un des volets fondamentaux 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 (récits relatant le déroulement d'une inondation et des relevés des zones inondées), ainsi que des informations sur le fonctionnement et le déroulement des crues (cinétique). Les données trouvées sont systématiquement confrontées aux résultats de la cartographie hydrogéomorphologique et la comparaison permet très souvent de les valider.

3.1.4.2 Numérisation sous SIG

La cartographie hydrogéomorphologique réalisée sous la forme de cartes minutes papiers a été **entièrement numérisée sous SIG MAP INFO**. On trouvera plus tard, 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 données générale. Elle facilitera aussi leur consultation et leur diffusion, notamment sous INTERNET dans un proche avenir. Le traitement SIG couplé à des modèles numériques de terrain autorise également **des restitutions en 3D** ce qui peut s'avérer intéressant notamment pour faciliter la communication des cartographies de l'atlas.



Vue 3D de la vallée du Fondrieux et de la Taude sur la commune de Bouère

3.1.5 Atouts et limites de la méthode hydrogéomorphologique

La cartographie hydrogéomorphologique constitue 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 permet uniquement d'obtenir des informations **qualitatives**. En particulier, elle ne fournit pas d'indication directe des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement.

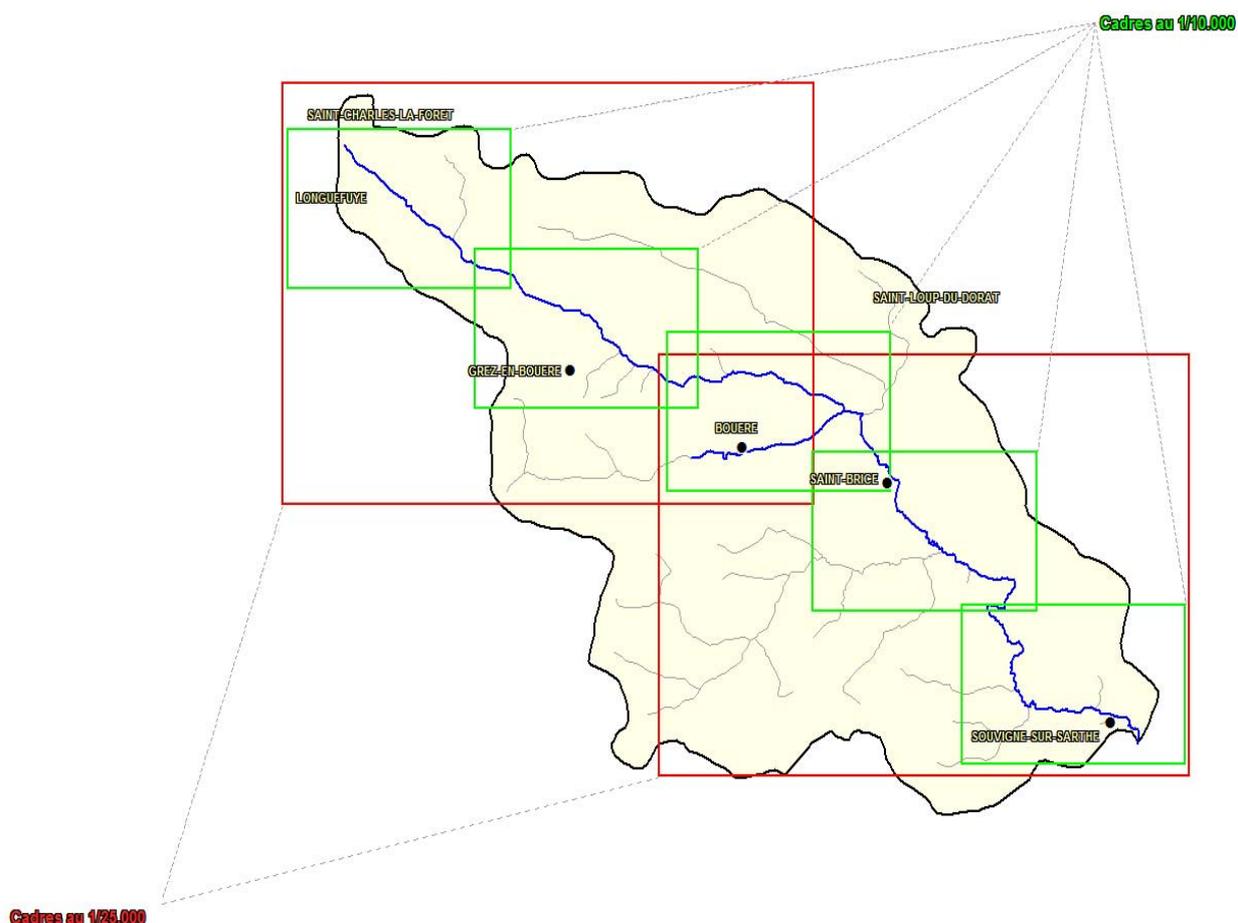
Elle permet par contre de disposer rapidement d'une cartographie précise en plan et homogène sur l'ensemble du secteur traité, qui prend en compte la dynamique naturelle des écoulements et l'histoire du secteur. Ceci permet notamment de pallier les insuffisances des séries statistiques hydrologiques et de mettre en évidence les tendances évolutives des cours d'eau (par exemple sur-sédimentation exhaussant 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 par débordement et excluent les inondations par remontée de nappe.

3.2 COMMENTAIRE DES CARTES HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES

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^e et orthophotographie au 1/10.000^e sur l'ensemble du bassin versant.

Pour faciliter la compréhension, le commentaire est structuré d'amont vers l'aval **et par grands tronçons homogènes**, qui se détachent à une échelle d'observation au 1/25.000^e et au 1/10.000^e, ils sont reportés sur le synoptique ci-après :



3.2.1 La Taude amont

La Taude prend sa source à Saint-Charles-la-Forêt

à proximité du lieu dit le Haut-Méré. Sur le premier kilomètre de son parcours jusqu'au niveau de la RD 285, le cours d'eau se présente comme un modeste ruisseau s'encaissant dans un ensemble de basses collines schisto-gréseuses qui constituent la tête de bassin versant. La vallée très étroite offre un profil en "V" constituée par un chenal d'écoulement très embroussaillé bordé par une bande de prairie. L'ensemble forme un sillon qui ne dépasse pas plus d'une trentaine de mètres de part et d'autre de l'axe du cours d'eau.



Vue de la partie amont du bassin de la Taude

En aval du lieu-dit "la rivière Cornaise", la vallée s'ouvre à la faveur d'une transition géologique. On pénètre dans les formations calcaires du synclinal de Bouère plus compactes, mais sensibles à l'altération de surface et à la fracturation. Ces discontinuités lithologiques favorisent un élargissement du plancher alluvial ainsi qu'une augmentation de la densité des tributaires latéraux affluents qui exploitent souvent le réseau de failles secondaires.

Sur un linéaire d'un peu plus de 6 kilomètres sur le territoire de la commune de Grez-en-Bouère, le parcours de la rivière suit une direction générale Nord-Ouest_Sud-Est. Elle présente une plaine alluviale "en berceau" à fond plat relativement bien calibrée (80 à 100 m de large moyenne) dont le contact avec le versant n'est pas toujours très bien marqué car les pieds de pente sont ourlés par des dépôts d'altération (cf. schéma ci-contre et photo ci-dessous).

Profil de la vallée en berceau en aval de Grez-en-Bouère

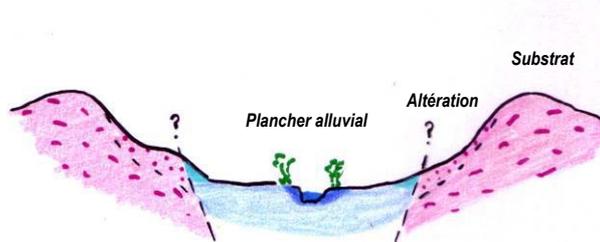


Illustration de cette morphologie au niveau de la Pélivière



Dans cet ensemble, le lit mineur présente un chenal unique généralement peu encaissé bordé par une ripisylve de lit moyen qui est relativement dense. Les conditions locales liées à la fracturation dans les formations calcaro-gréseuses du substratum favorisent des infiltrations plus en profondeur de la nappe qui font que le cours d'eau n'est pas toujours pérenne tout au long de l'année. Cette situation a entraîné

à l'amont de Grez-en-Bouère la création d'étangs artificiels (la Rivière Cornaise, la Guénaudière) destinés à réguler le débit du cours d'eau tout au long de l'année pour assurer notamment à l'époque le fonctionnement d'un réseau de moulins qui parsemait la vallée.

Hormis ces ouvrages, le cours d'eau et la vallée conservent sur cette section un caractère naturel avec des débordements fréquents en direction du lit majeur occupé par des prairies. Sur les parties externes les limites concaves de raccordement avec le pied de versant sont parfois qualifiées en lit majeur exceptionnel. De fait, en termes d'inondabilité par débordement de la Taude, les enjeux sont très limités sur cette partie amont du bassin, ils se concentrent très ponctuellement au niveau de 3 habitations situées de part et d'autre des berges du cours d'eau à proximité du chemin communal au niveau du lieu dit "la Mauditière" à l'Est du village de **Grez-en-Bouère** ; et, plus en aval en rive droite, au niveau de la ferme de Taude où la rivière busée sous la route peut déborder sur le chemin à proximité des bâtiments.



Franchissement par buse Armco, chemin de la Taude

3.2.2 La Moyenne vallée

Le secteur de la moyenne vallée se développe sur les communes de Bouère et Saint-Brice. Il comprend le cours de la Taude de la Pilivinière à la Tulvinière, ainsi qu'un linéaire d'un peu plus de 3 kilomètres sur le Fondrieux entre l'ancienne carrière de Bois Jourdon à Bouère et la confluence avec la vallée principale à proximité du hameau de Grand Joubert.

Dans cette zone, le parcours de la Taude et de son affluent guidé par la tectonique suit une direction parallèle Est-Ouest. La lithologie hétérogène des affleurements calcaro-gréseux plus ou moins résistants qui ont été exploités en carrières dans les deux vallées favorise localement une ouverture de la plaine alluviale. Alimenté par les apports des affluents le chenal découlement du lit mineur s'élargit ainsi que la partie du lit moyen boisé qui crée un corridor boisé soulignant la bande active des cours d'eau. Au-delà, l'espace de débordement du lit majeur est caractérisé par une vallée à fond plat dont les bordures externes au contact de l'encaissant sont plutôt bien marqués (cf. photo ci-dessous).



La plaine alluviale de la Taude au niveau du Petit Joubert à l'amont de la RD 235

Au niveau de la Taude sur ce tronçon naturel, les seuls enjeux existants correspondent à d'anciens moulins (Moulin neuf, Groteau), dont les bâtiments sont situés à proximité du chenal d'écoulement.

Par rapport à la Taude, la **vallée du Fondrieux** se caractérise au niveau de Bouère par l'existence d'un petit bassin d'effondrement dégagé dans les formations du Viséen qui se développe en aval des anciennes carrières de Bois Jourdan. Le fond de cette cuvette est drainé par le ruisseau qui se sépare en deux bras en amont de la RD 14, puis son lit est recalibré aux abords du plan d'eau aménagé à l'aval.

L'ensemble de ce secteur d'un peu plus d'un kilomètre entre les lieux dits "Le Jars" et "Les Censies", constitue une zone d'expansion de crue occupée par des champs et des zones humides, mais également des enjeux urbains dans la traversée de **Bouère**. Si le cœur du noyau villageois s'est développé à flanc de colline, on constate que quelques habitations ainsi qu'une maison de retraite se sont développées en fond de vallée dans le lit majeur de part et d'autre du cours d'eau dont le chenal a été rectifié dans la zone urbaine (cf. photo ci-contre). Ces dernières peuvent être affectées par des débordements du ruisseau lors des plus fortes crues, sachant que par ailleurs certains ouvrages hydrauliques (buse de la rue de la Fraternité, pont cadre de la rue des Censies) sont limitants et peuvent favoriser du sur-stockage, notamment à l'amont de la RD 14.



Le lit du Fondrieux calibré dans la traversée de Bouère

Au niveau de la confluence entre les deux cours d'eau, la dépression de la Tulvinière qui correspond à une zone de contact géologique (front de chevauchement) constitue une vaste zone naturelle d'expansion de crue à l'amont de la RD 28. Outre la Taude et le Fondrieux, ce bassin d'une vingtaine d'hectares reçoit également les eaux des ruisseaux de la Bénichère et de l'Étang de Curcy. Barré à l'aval par le remblai transversal de la RD 28 qui recoupe la vallée, l'ensemble de cette zone qui clos la moyenne vallée constitue une zone de sur-stockage et de ralentissement dynamique à l'échelle du bassin versant.



La zone d'expansion de crue de la Tulvinière à l'amont de la RD 28

3.2.3 La Basse vallée

Au niveau de Gommer, le tracé de la Taude s'infléchit vers le Sud-Est. Au contact des formations conglomeratiques de Saint-Brice plus compactes (grés, niveaux houillers), la vallée s'encaisse dans des reliefs plus prononcés. En fonction des variations localisées de faciès, le profil de la plaine alluviale est plus ou moins large.

A l'amont du pont de Saint-Brice et plus en aval au niveau de la confluence avec le Ruisseau de Saint-Marin, le champ d'inondation offre une sur-largeur en rive droite car la vallée recoupe des formations superficielles (sables gréseux) qui empâtent le pied de versant notamment au droit des zones d'apports avec les affluents latéraux.



Lit mineur et moyen de la Taude en aval de Saint-Brice

Sur le reste du linéaire, notamment à partir du village de Saint-Brice, la vallée offre un profil plus étroit. Le cours d'eau serpente au sein d'une plaine alluviale très encaissée (50 à 70 m de large) où la pente est faible. La taille du lit mineur augmente (3 à 5 mètres) et ce dernier décrit des boucles de méandre assez resserrées. La faible profondeur du chenal d'écoulement favorise des débordements fréquents et réguliers vers les lits moyens et majeurs car les différentiels topographiques sont faibles entre les unités hydrogéomorphologiques. De fait dans ce

secteur une part importante de l'emprise de la plaine alluviale peut être mobilisée dès les crues moyennes ; et, dans les portions les plus étroites (comme par exemple Gautray, la Basse porte ou Chantepie), l'intégralité du champ d'inondation dans le lit majeur peut s'avérer relativement dynamique (hauteurs et vitesses) comme en témoigne des sapements de berges en pied de versant en extrados de méandre.

Dans ce secteur où le fond de la vallée conserve encore un caractère naturel et agricole prononcé (champs, prairies et pâturages), les enjeux situés en zone inondable sont faibles, hormis les quelques bâtiments correspondant vraisemblablement à des **anciens moulins** ("Gautray, le Petit Molancay, Boureau") jalonnant le tracé du cours d'eau.

Sur la partie amont il convient toutefois de signaler au niveau du Pont de **Saint-Brice** des possibilités de débordements en direction des habitations (4 ou 5 maisons) situées en lit majeur de part et d'autre des deux rives aux abords de l'ouvrage au niveau des lieux dits "Pont Gâté, l'Arche".



Habitations exposées en rive droite en aval du pont de Saint-Brice

Sur les deux derniers kilomètres de son parcours jusqu'au niveau du pont de la RD 309 sur la commune de Souvigné-sur-Sarthe qui constitue la limite aval de la zone d'étude, la Taude suit à nouveau une direction Est-Ouest.

Au contact des formations de Souvigné plus tendres (micrites calcaires), la plaine alluviale s'ouvre plus largement. La pente est très faible car on se rapproche de la confluence avec la Sarthe et la rivière décrit de nombreuses boucles de méandre. Le plancher alluvial relativement large (150 m en moyenne) est principalement occupé par la bande active du cours d'eau qui correspond à l'emprise du lit moyen phénomène de recoupement de méandres.

Au-delà, la transition avec le lit majeur est difficilement perceptible en termes topographiques et la transition se fait essentiellement en fonction de critère d'hydromorphie des terrains (présence de la nappe sub-affleurante durant la saison hivernale).

Méandres de la basse vallée de la Taude sur la commune de Souvigné-sur-Sarthe



Sur cette partie aval de la zone d'étude les enjeux sont localisés dans la partie basse du village de **Souvigné-sur-Sarthe** où quelques habitations implantées en rive droite en pied de versant sont situées dans le champ d'inondation au niveau notamment de la rue de la Vallée. Dans ce secteur pavillonnaire, on notera également la présence d'un bâtiment public constitué par la salle polyvalente (val de Taude). Il convient également de signaler sur la rive opposée l'implantation de la station d'épuration (lit planté de roseaux) dont les plates-formes de traitement sont en remblai dans le lit majeur.

L'étude et les résultats obtenus à travers l'atlas des zones inondables de la Taude ont permis :

- d'identifier les crues marquantes ayant affecté cette partie du cours d'eau
- d'établir l'emprise des zones inondables de la vallée pour les crues fréquentes et pour des événements plus exceptionnels, ainsi que d'identifier des dynamiques s'exerçant sur les différents lits d'inondation reconnus.

L'analyse de l'atlas permet d'affirmer que sur l'essentiel de son parcours depuis sa source jusqu'à la limite de la zone d'étude la rivière parcourt des zones à dominantes agricoles et/ou naturelles où les enjeux sont faibles. Elle recoupe néanmoins sur son tracé, ponctuellement, l'extension de quelques zones urbaines avec des aménagements divers (habitats, zones d'activité, équipements publics) potentiellement exposés aux débordements du cours d'eau.

A l'échelle du bassin c'est **les villes Bouère** et de **Souvigné-sur-Sarthe** qui sont potentiellement les plus exposées avec quelques habitations et des bâtiments recevant du public (maison de retraite, salle polyvalente) situées dans l'emprise des zones inondables de la Taude ou de ces affluents (Fondrieux).

A un moindre niveau, le village de Saint-Brice est également concerné par cette problématique inondation qui concerne ponctuellement quelques habitations à proximité du pont sur la Taude.