

Mission d'études préalables pour la mise en œuvre du PPRICB sur la vallée du Surmelin.

Phase de cartographie des aléas



DDT de l'Aisne

Rapport

5 septembre 2016

Ce rapport offre a été préparé conformément au système qualité de DHI certifié ISO 9001 par Bureau Veritas

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Mission d'études préalables pour la mise en œuvre du PPRICB sur la vallée du Surmelin.

Phase de cartographie des aléas

Préparé pour DDT de l'Aisne
Représenté par M. Vasseur



Chef de projet	Jean-Paul Ducatez
Numéro de projet	21802073
Date de validation	05 septembre 2016
Révision	Final 1.0
Catégorie	Ouvert



SOMMAIRE

1	Contexte	1
2	Méthodologie générale	1
3	Qualification des aléas débordement des cours d'eau par approche hydro géomorphologique	2
3.1	Caractérisation des aléas par la méthode hydrogéomorphologique	2
3.1.1	Méthodologie.....	2
3.1.2	Mesures in situ	5
3.2	Caractérisation des lits fluviaux de la Dhuis	7
3.2.1	Données générales sur la Dhuis	7
3.2.2	Caractérisation du lit mineur de la Dhuis	8
3.2.1	Cartographie par commune des lits fluviaux de la Dhuis	15
3.3	Caractérisation des lits fluviaux du Surmelin	16
3.3.1	Données générales sur le Surmelin	16
3.3.2	Caractérisation du lit mineur du Surmelin	17
3.3.3	Cartographie par commune des lits fluviaux du Surmelin	32
3.4	Synthèse et perspectives	33
4	Détermination des zones d'aléa fort dans les zones à enjeux.	35
4.1	Méthodologie.....	35
4.1.1	Présentation du logiciel MIKE HYDRO River	35
4.1.2	Construction des modèles	36
4.1.3	Présentation des modèles	37
4.2	Analyse hydrologique.....	41
4.2.1	Analyse bibliographique	42
4.2.2	Méthode d'estimation globale déterministe	43
4.2.3	Ajustement statistique de la station de Saint Eugène.....	44
4.2.4	Récapitulatif et conclusion	45
4.2.5	Détermination des débits centennaux à Saint Eugène.....	45
4.2.6	Détermination des débits sur les différents sites	46
4.2.7	Estimation des ruissellements à la Chapelle Monthodon	47
4.3	Les résultats	48
5	Qualification des aléas débordement de ru	49
5.1	Caractérisation du lit majeur des rus secondaires	49
5.1.1	Caractérisation des profils en travers	49
5.1.2	Cartographie de l'aléa débordement de ru	50
5.2	Détermination des zones à aléa fort des rus secondaires.....	52
6	Qualification des aléas « coulée de boue »	52
6.1	Caractérisation de l'aléa « coulée de boue » de versant.....	52
6.1.1	Analyse de pente	52
6.1.2	Analyse de l'érosion des sols.....	56
6.1.3	Analyse du ruissellement	59

6.1.4	Cartographie de l'aléa « coulée de boue » sur versant	60
6.2	Caractérisation de l'aléa « coulée de boue » de talwegs	64
6.2.1	Analyse des talwegs	64
6.2.2	Cartographie de l'aléa « coulée de boue » de talweg	75

FIGURES

Figure 3-1	: Exemple de combinaison des données géologiques et altimétriques pour déterminer un premier niveau d'enveloppe spatial du lit majeur	3
Figure 3-2	: Exemple de digitalisation du lit mineur à l'aide des orthophotographies montées sous un SIG	4
Figure 3-3	: Calcul de l'indice de sinuosité sous un SIG	4
Figure 3-4	: Méthodologie employée pour l'approche hydrogéomorphologique (coupe théorique d'une plaine alluviale moderne) (d'après Ballais <i>et al.</i> , 2010, modifié par Grivel, 2014)	5
Figure 3-5	: Paramètres mesurés en lit mineur	5
Figure 3-6	: Mesures de la largeur pleins bords (a) et de la hauteur d'eau (b)	6
Figure 3-7	: Exemple de recueil qualitatif, au droit des profils, de la nature des berges (a), des dépôts (b) et du charriage de fond (c)	6
Figure 3-8	: La vallée de la Dhuys à Pargny-la-Dhuys	7
Figure 3-9	: Les 7 Tronçons homogènes (TH) de la Dhuys	8
Figure 3-10	: Délimitation de l'espace inondable sur la commune d'Artonges	15
Figure 3-11	: Vallée du Surmelin depuis le versant gauche	16
Figure 3-12	: Les 18 Tronçons homogènes du Surmelin	17
Figure 3-13	: Les principaux types d'aménagements modifiant les conditions d'écoulement et possiblement facteurs d'exhaussement de la ligne d'eau de crue : busage et canalisation (a), seuils et ouvrages en lit mineur (b), corsetage en milieu urbain (c) et ouvrages liés à un ancien moulin (d)	34
Figure 4-1	: Pont à Artonges ; Seuil en aval du pont de Pargny la Dhuys	36
Figure 4-2	: Ajustement à une loi de Gumbel fourni sur le site de la Banque Hydro	42
Figure 4-3	: Ajustement à une loi de Weibull sur une chronique nettoyée des années invalidées par la Banque Hydro	44
Figure 4-4	: Ajustement à une loi de Weibull sur une chronique nettoyée des années invalidées par la Banque Hydro mais avec rajout du débit estimée en 1995 par Ginger	44
Figure 4-5	: Hydrogramme de ruissellement à la Chapelle Monthodon	48
Figure 4-6	: exemple de cartographie des zones d'aléa fort sur la commune d'Artonges	48
Figure 5-1	: Extrait carte des profils en travers des fonds de vallée avec ru, exclusion de la vallée alluviale du Surmelin et de la Dhuys (en jaune pâle)	50
Figure 5-2	: Tracé des zones tampon en fonction du profil en travers des rus permanents ou intermittents	50
Figure 5-3	: Ajout de l'extension de la zone inondée d'après enquête (lignes jaunes)	51
Figure 5-4	: Cartographie de l'aléa débordement de ru	51
Figure 5-5	: Cartographie de l'aléa débordement de ru moyen (bleu) et fort (rouge)	52
Figure 6-1	: carte des pentes	53
Figure 6-2	: pente locale : rouge « supérieure ou égale à 6,2 % » ; jaune « 4,3 à 6,2% » ; zones en bleu « secteurs du vignoble à pente inférieure à 6,2% »	54
Figure 6-3	: secteur à pentes nulles à faibles : seuil 2%, 2,4% et 3,18%	54
Figure 6-4	: pentes locales \geq à 5%	55
Figure 6-5	: carte de l'aléa érodabilité des sols (extraite de la carte des sols de l'Aisne, Chambre d'Agriculture de l'Aisne)	56
Figure 6-6	: terres arables et vignes	57
Figure 6-7	: classes de pente	57

Figure 6-8 : carte de l'aléa érosion potentielle (occupations du sol prises en compte : « cultures » « vignes » et « prairie »)	58
Figure 6-9 : aléa ruissellement	59
Figure 6-10 : aléa ruissellement potentiel	59
Figure 6-11 : cartographie des zone à pentes locales > à 5%	60
Figure 6-12 : zones à coefficient de ruissellement > 35%	61
Figure 6-13 : zones à coefficient de ruissellement > 40%	61
Figure 6-14 : périmètres à pente locale supérieure à 5 % en bleu et vignes non incluses cerclées en jaune	61
Figure 6-15 : zones à aléa érosion de versant fort (rouge) et moyen (en bleu)	62
Figure 6-16 : aléa coulées de boues sur versant tenant compte de l'aléa « érosion potentielle »	63
Figure 6-17 : extrait cartographie aléa « coulées de boues » de versant	64
Figure 6-18 : carte des flux d'accumulation	65
Figure 6-19 : axe à flux d'accumulation de niveau 4 et plus	66
Figure 6-20 : idem figure 2 avec report des coulées de boues signalées	66
Figure 6-21 : tracé des talwegs (lignes en orange)	67
Figure 6-22 : talwegs avec ruissellement signalé ou observé le 02 juin 2016	73
Figure 6-23 : talwegs localisés sur route ou chemin ou fossé	74
Figure 6-24 : classement des talwegs selon la pente locale > ou <= à 2%	74
Figure 6-25 : organigramme de détermination de la largeur de la coulée de boue concentrée	75
Figure 6-26 : organigramme de détermination du niveau d'aléa coulées de boues sur talweg	75
Figure 6-27 : extrait cartographie aléa « coulées de boues » de talweg	75

TABLEAUX

Tableau 4-1 : Description des éléments constitutifs des différents modèles	37
Tableau 4-2 : Résultat du calage sur Condé en Brie	39
Tableau 4-3 : Estimation des débits de crues (extraits de la Banque Hydro)	42
Tableau 4-4 : Calcul des débits de crue en différents points du bassin versant	43
Tableau 4-5 : Quantiles de crues à Saint Eugène sur le Surmelin	46
Tableau 4-6 : Calcul des débits centennaux	46
Tableau 4-7 : calcul du débit décennal ruisselé	47
Tableau 5-1 : types de profil en travers des fonds de vallée avec ru	49
Tableau 6-1 : aléa érodabilité des sols en fonction de la texture de l'horizon de surface	56
Tableau 6-2 : critères de détermination de l'aléa érosion en fonction de l'aléa érodabilité des sols et de la pente locale	57
Tableau 6-3 : coefficient de ruissellement en fonction des l'occupation du sol, texture des sols et pente locale	59
Tableau 6-4 : critères retenus pour définir l'aléa érosion fort (surlignées en jaune)	62

ANNEXES

- A Vallée de la Dhuys -zone d'expansion des crues**
- B Vallée du Surmelin – zones d'expansion des crues**
- C Types de profil en travers des rus**
- D Aléa inondation des rus**
- E Pentés sur la zone d'étude**
- F Aléa érosion des sols**
- G Coefficient de ruissellement**
- H Aléa coulées de boues**
- I Indice de Strahler**
- J Talwegs**
- K Cartographie de l'aléa Inondation**
- L Cartographie de l'aléa Coulées de Boues**

1 Contexte

La partie aval de la vallée du Surmelin, sur le territoire du département de l'Aisne, jusqu'à sa confluence avec la Marne, présente une vulnérabilité aux risques d'inondation et de coulées boueuses. La maîtrise de l'urbanisme fait partie du volet de prévention et participe à la gestion du risque inondation. Le Plan de Prévention des Risques est un outil règlementaire de maîtrise de l'urbanisme de la compétence de l'Etat.

La présente étude porte sur l'établissement des cartes d'aléas, d'enjeux et du zonage règlementaire du Plan de Prévention du Risque Inondation et coulées boueuses (PPRI CB) « Vallée du Surmelin » du département de l'Aisne.

La phase 1 de l'étude a permis de présenter :

- le cadre physique du domaine d'étude,
- d'établir un historique des crues et des inondations passées,
- et plus largement de synthétiser l'ensemble des données relatives aux écoulements superficiels.

Ce présent rapport traite de la qualification des aléas sur le domaine d'étude.

2 Méthodologie générale

Au regard du fonctionnement des vallées drainées (Surmelin et Dhuis), des rus et des thalwegs nous avons mis en place une méthodologie différenciée :

- Sur les cours d'eau du Surmelin et la Dhuis, l'évaluation des aléas a été menée par approche hydro-géomorphologique ;
- Sur les rus, les aléas ont également été définis par approche hydro-géomorphologique ;
- Les aléas coulées boueuses ont été définis par analyse morphologique (pentes locales, tracés des talwegs), analyse des aléas « ruissellement » et « érosion », en distinguant les versants des talwegs.

En complément, nous avons affiné par modélisation hydraulique la qualification des aléas dans les secteurs urbanisés :

- La Dhuis à Artonges
- Le Ru Saint Agnan à la Chapelle Monthodon ;
- La Dhuis à Pargny la Dhuis ;
- La Dhuis à Condé en Brie ;
- Le Surmelin à Baulne en Brie ;
- Le Surmelin à Crézancy.

3 Qualification des aléas débordement des cours d'eau par approche hydro géomorphologique

3.1 Caractérisation des aléas par la méthode hydrogéomorphologique

Dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation et Coulées de Boues de la vallée du Surléon, la caractérisation des lits fluviaux (lit mineur et lit majeur) est déterminée et cartographiée par une méthode hydro-géomorphologique. Cette méthode a été élaborée il y a une trentaine d'années en se focalisant sur l'identification des limites externes des différents types de lit fluvial. L'approche hydrogéomorphologique réclame une adaptation aux caractéristiques physiques et anthropiques du bassin et des cours d'eau étudiés. Pour le projet, la méthodologie repose sur les préconisations de la Direction Départementale des Territoires de l'Aisne (Cahier des Clauses Techniques Particulières) et sur l'adaptation par l'expert en hydro-géomorphologie.

3.1.1 Méthodologie

3.1.1.1 Méthodologie générale

Les limites spatiales de l'étude concernent les linéaires de cours d'eau du Surléon (communes de Mézy-Moulins, Crezancy, Connigis, Monthurel, Montlevon, Celles-les-Condé et Baulne-en-Brie) et de la Dhuys (communes de Artonges, Pargny-la-Dhuys, Montlevon, Montigny-les-Condé, Condé-en-brie et Celles-les-Condé).

Pour répondre à l'objectif de détermination et de caractérisation des lits fluviaux, trois niveaux d'échelles emboîtées sont développés :

- Niveau 1 : délimitation de la géologie et de la topographie (du 1/50 000^{ème} au 1/25 000^{ème});
- Niveau 2 : identification de tronçons géomorphologiques homogènes selon leurs faciès morphologique et biogéographique par photo-interprétation à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) (du 1/25 000^{ème} au 1/5 000^{ème});
- Niveau 3 : validation des niveaux précédents et précision géométrique du lit mineur par des mesures et observations *in situ* (caractéristiques physiques au droit de profils en travers représentatifs de tronçons homogènes d'un point de vue biogéomorphologique).

Note : les données et les sources de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) ont fait l'objet d'une convention entre le laboratoire CEDETE et cet organisme.

Niveau 1 : délimitation du fond de vallée et de la topographie de l'enveloppe externe du lit majeur

En géomorphologie et géologie, on considère que la largeur du fond de vallée alluviale représente l'extension maximale du lit majeur. Pour cartographier le fond de vallée alluviale, les cartes géologiques au 1/50 000^{ème}, au format Raster (BD-SCAN-GEOL-50®), sont exploitées sous SIG. La bande d'alluvions modernes est ainsi digitalisée et offre une première délimitation spatiale théorique du lit majeur des cours d'eau.

Ensuite, à l'intérieur de cette bande d'alluvions modernes, les courbes de niveau (cartes topographiques Scan25® v3 ; BD ALTI® résolution 25 m.) complètent la délimitation de l'enveloppe du lit majeur en fixant, au cour d'eau susceptible de déborder, un cadre topographique plus conforme à la réalité. Lors de cette étape, un Modèle Numérique de Terrain (MNT) est construit à partir des isoplèthes d'altitude de la BD ALTI®. Le MNT permet à la fois d'évaluer la forme de la vallée étudiée, d'intégrer des données altitudinales utiles à la délimitation topographique du lit majeur et d'affiner la délimitation des tronçons homogènes.

Les cartes géologiques numérisées sont les suivantes :

- - Carte géologique n°156 « Château-Thierry » ;
- - Carte géologique n°157 « Epernay » ;
- - Carte géologique n°186 « Montmirail ».

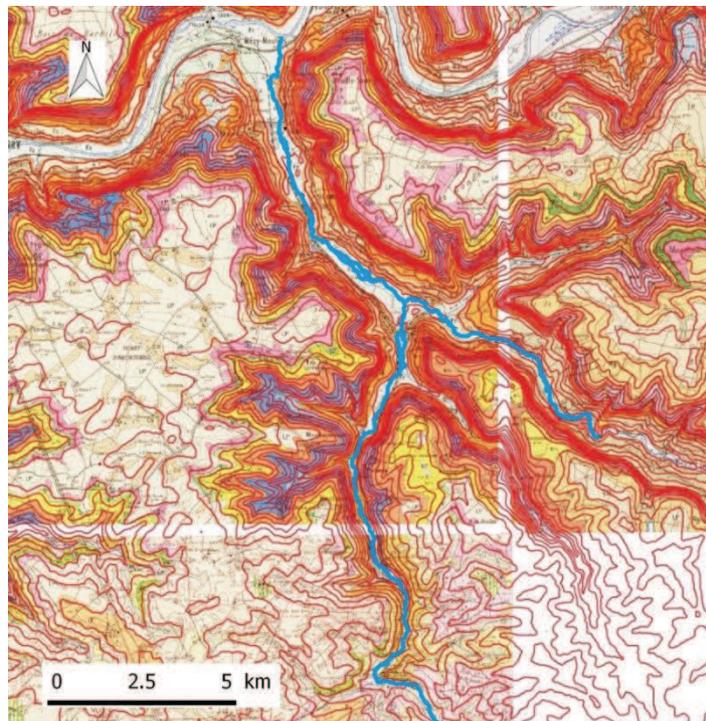


Figure 3-1 : Exemple de combinaison des données géologiques et altimétriques pour déterminer un premier niveau d'enveloppe spatiale du lit majeur

Niveau 2 : Photo-interprétation et zonage des lits fluviaux

A l'aide des orthophotographies de la BD ORTHO® v2, les cours d'eau sont étudiés dans leur environnement géographique et topographique : occupation du sol, faciès géomorphologiques (style fluvial, unités fluviales, aménagements fluviaux). L'utilisation du référentiel national de la BD TOPO (« Tronçons de cours d'eau ») permet de rester cohérent avec les sources utilisées par les services de l'Etat. Cette couche thématique apporte un niveau de précision supplémentaire au tracé du lit mineur. Cependant, les orthophotographies offrent une meilleure précision spatiale du linéaire fluvial, lorsque la ripisylve n'offre pas un houppier dense et continu. Le tracé du lit mineur remis avec le rapport dans le format .shp repose donc sur la digitalisation du corridor fluvial à partir des orthophotographies. Ce tracé est plus précis et conforme à la réalité que celui de la BD TOPO.

Cette étape permet d'identifier des tronçons homogènes au niveau géomorphologique (TH : Tronçon Homogène). Les critères d'identification retenus sont :

- la largeur du fond de vallée ;
- la topographie de la vallée ;
- le style fluvial dominant : rectiligne ou sinueux (avec indice sinuosité);
- les ruptures par les dérivations au droit d'anciens moulins;
- les canalisations et traversées urbaines.

L'indice de sinuosité I_s est le rapport de la longueur du talweg sur la longueur direct entre les deux extrémités du tronçon avec :

- $I_s < 1,05$: tronçon rectiligne;
- $1,05 < I_s < 1,5$: tronçon sinueux;
- $I_s > 1,05$: tronçon méandrique.

La détermination des tronçons homogènes permet de sélectionner un profil représentatif de chaque TH à caractériser ensuite sur le terrain. Etant donné que le cours du Surmelin a été détourné à plusieurs endroits pour le fonctionnement de moulins (activité passée), le nombre de tronçons homogènes a été démultiplié.



Figure 3-2 : Exemple de digitalisation du lit mineur à l'aide des orthophotographies montées sous un SIG

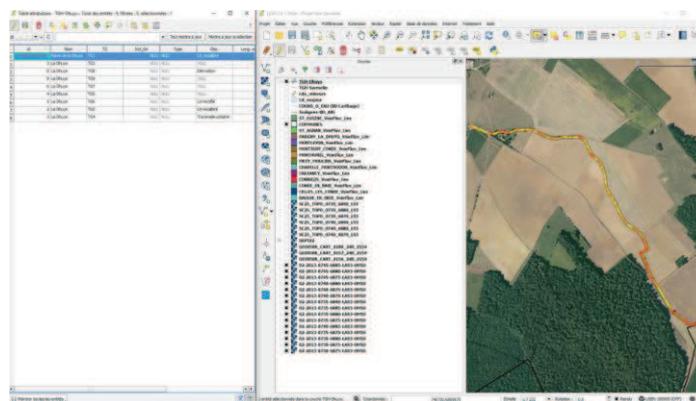


Figure 3-3 : Calcul de l'indice de sinuosité sous un SIG

Niveau 3 : Vérification et caractérisation précise sur le terrain

Cette étape de validation et de complétude de la photo-interprétation est indispensable pour l'approche hydro-géomorphologique puisque le terrain apporte les informations concrètes sur les espaces fluviaux : présence de talus dans le lit majeur, encaissement des berges, nature et structure des berges du lit mineur, topographie du lit majeur, obstacles à l'écoulement, recalibrage, rectification et aménagement du cours d'eau, lit perché.

Les mesures de terrain apportent des données complémentaires à la reconnaissance spatiale sous SIG. Ainsi, la sectorisation géomorphologique est précisée en caractérisant la largeur et la hauteur du lit mineur plein bord, la nature du substrat (type de sédiment) et la hauteur d'eau le jour de la mesure. Ces paramètres sont mesurés sur des profils répartis le long du corridor fluvial.

Pour le lit majeur, le terrain permet d'affiner les limites externes en appréciant la réalité topographique (talus, vallée encaissée, changements de faciès plus visibles que sur les orthophotographies).

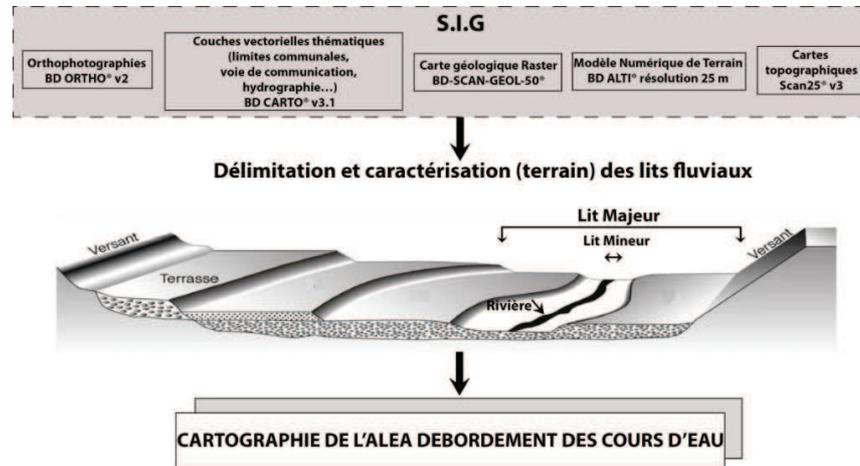


Figure 3-4 : Méthodologie employée pour l'approche hydrogéomorphologique (coupe théorique d'une plaine alluviale moderne) (d'après Ballais *et al.*, 2010, modifié par Grivel, 2014)

3.1.2 Mesures in situ

Les mesures de terrain se focalisent sur la morphologie des tronçons jugés homogènes d'un point de vue géomorphologique (style fluvial, largeur du fond de vallée etc.). La géométrie du lit mineur constitue le cadre des écoulements annuels jusqu'au débit dit de pleins bords délimité physiquement par le haut des deux berges. Au delà du débit pleins bords, on considère que les écoulements se réalisent hors du lit mineur et par conséquent dans la plaine d'inondation ou lit majeur.

D'autre part, les données géométriques du lit mineur apportent des éléments de connaissance sur la caractérisation du type de cours d'eau (hauteur des berges, rapport largeur/profondeur) et la dynamique fluviale (puissance spécifique du cours d'eau, débits de pleins bords, capacité érosive du cours d'eau). Elles contribuent à la caractérisation du cadre des écoulements au sein des plaines alluviales modernes.

Les paramètres suivant sont mesurés :

- largeur pleins bords ;
- hauteur pleins bords ;
- hauteur d'eau le jour de la mesure.

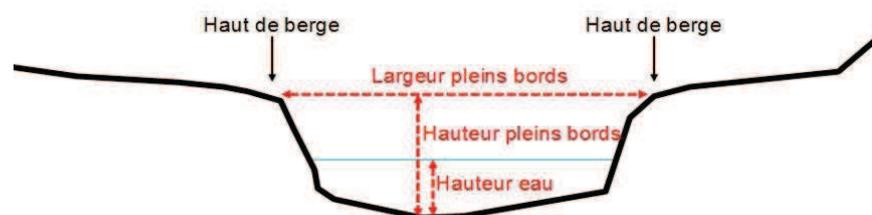


Figure 3-5 : Paramètres mesurés en lit mineur



Figure 3-6 : Mesures de la largeur pleins bords (a) et de la hauteur d'eau (b)

A certaine station de mesures géométriques, nous qualifions la granulométrie dominante charriée par le cours d'eau et celle composant les berges. Cependant, aucune mesure granulométrique n'est entreprise pour éviter la mise en œuvre d'un protocole de prélèvement trop lourd pour une plus value jugée non pertinente au regard de la présente étude.



Figure 3-7 : Exemple de recueil qualitatif, au droit des profils, de la nature des berges (a), des dépôts (b) et du charriage de fond (c)

3.2 Caractérisation des lits fluviaux de la Dhuis

La Dhuis appartient au bassin du Surmelin et se développe dans une vallée faiblement encaissée.



Figure 3-8 : La vallée de la Dhuis à Pargny-la-Dhuis

3.2.1 Données générales sur la Dhuis

- Bassin versant d'appartenance : sous-bassin du Surmelin, bassin de la Marne
- Longueur du linéaire étudié : 15 km environ
- Communes (d'amont en aval sur la zone d'étude) : Artonges, Pargny-la-Dhuis, Montlevon, Montigny-les-Condé, Condé-en-Brie et Celles-les-Condé
- Largeur du lit mineur : de 3 à 12 m
- Hauteur pleins bords : de 1,6 m à 3,5 m
- Nombre de dérivations : 1 pour l'usage agricole à Montlevon (petit plan d'eau et irrigation) et 1 en milieu urbain (Condé-en-Brie).

Observations générales

Observation 1 : la Dhuis rejoint le Surmelin sur la commune de Condé-en-Brie. Le lit majeur de la Dhuis se confond alors avec celui du Surmelin rendant difficile l'identification précise de chacune des zones inondables.

Observation 2 : La Dhuis prend sa source à Pargny-la-Dhuis mais constitue le prolongement d'un exutoire de la plaine agricole drainée en amont du centre d'Artonges. La Dhuis porte la toponymie fluviale de Ravin de la Dhuis et reçoit ainsi les pluies tombées sur les têtes de bassin locales. Les écoulements peuvent devenir torrentiels lorsque des orages s'abattent sur la plaine. Il s'agit ici d'un cours d'eau recalibré et busé sur plusieurs kilomètres jusqu'à la prise d'eau de l'aqueduc de Pargny-la-Dhuis. Du fait de ce recalibrage du lit mineur et de son encaissement artificiel, du très faible pendage de la vallée et de l'absence de talus, la délimitation du lit majeur reste très théorique sur les tronçons TH 1 et 2.

Observation 3 : Le cours de la Dhuis a fait l'objet d'un détournement dans sa traversée urbaine de Condé-en-Brie. La délimitation de la zone inondable dans Condé doit se fonder sur la modélisation et l'approche hydromorphologique. Les limites spatiales du lit majeur de la Dhuis s'effectuent le long du cours originel de la Dhuis. La modélisation hydraulique permettra d'élargir les limites spatiales aux écoulements le long du cours d'eau dérivé (TH6).

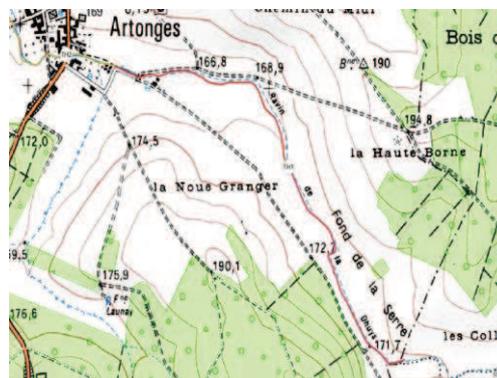
3.2.2 Caractérisation du lit mineur de la Dhuis

Le lit mineur de la Dhuis est décrit en 7 stations représentatives chacune d'un tronçon homogène (TH).



Figure 3-9 : Les 7 Tronçons homogènes (TH) de la Dhuis

TH 1 – La Dhuis



Le Tronçon Homogène 1 de la Dhuis

Longueur du tronçon : 1 825 m

Largeur du lit mineur théorique : 8 m

Hauteur pleins bords : 2 m

Largeur du lit majeur théorique : jusqu'à 50 m environ

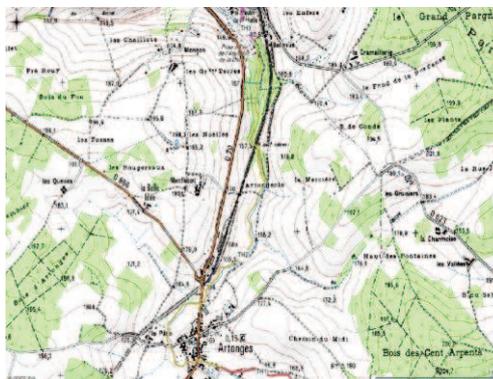
Type de sédiment – fond du lit mineur : matières fines issues de l'érosion des sols cultivés

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,16 – Sinueux

Commune : Artonges

Observations : Lit recalibré de plaine agricole (Grandes cultures)

TH 2 – La Dhuis



Le Tronçon Homogène 2 de la Dhuis

Longueur du tronçon : 3 230 m

Largeur du lit mineur théorique : 6 m

Hauteur pleins bords : 2 m

Largeur du lit majeur théorique : jusqu'à 60 m environ

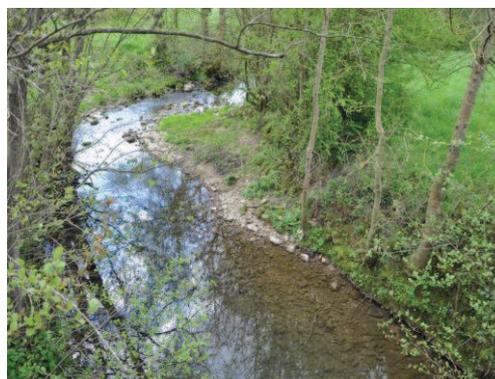
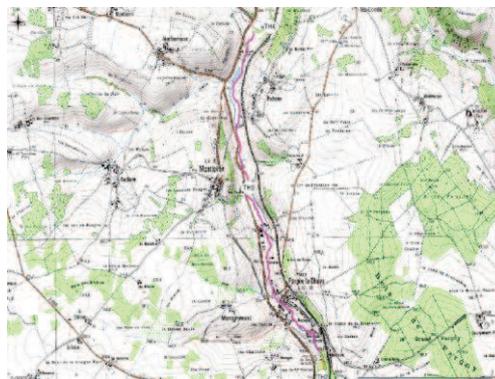
Type de sédiment – fond du lit mineur : fond totalement bétonné, berges enrochées

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,43 – Très sinueux

Communes (d'amont en aval) : Artonges, Pargny-la-Dhuis

Observations : cours d'eau busé et canalisé de plaine agricole (Grandes cultures)

TH 3 – La Dhuis



Le Tronçon Homogène 3 de la Dhuis

Longueur du tronçon : 4 770 m

Largeur du lit mineur : 7 m

Hauteur pleins bords : 1,6 m

Largeur du lit majeur : jusqu'à 160 m environ

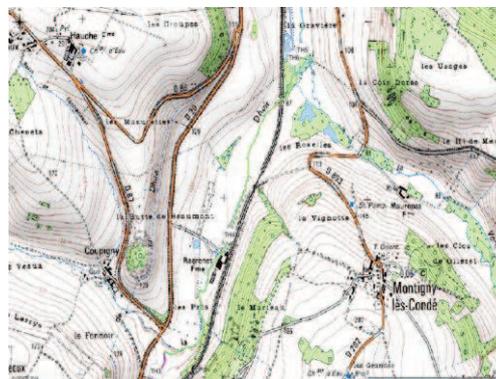
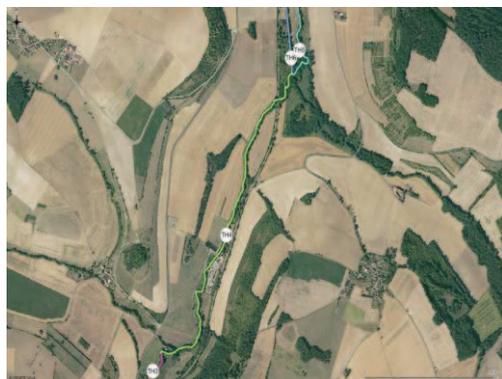
Type de sédiment – fond du lit mineur :

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,20 – Sinueux

Communes (d'amont en aval) : Pargny-la-Dhuis, Montlevon

Observations : Lit plus libre que TH1 et TH2 car ni enrochement ni recalibrage, ripisylve continue sur les deux rives, vallée mieux dessinée aux versants plus abrupts

TH 4 – La Dhuis



Le Tronçon Homogène 4 de la Dhuis

Longueur du tronçon : 2 114 m

Largeur du lit mineur : 7 m

Hauteur pleins bords : 1,60 m

Largeur du lit majeur : jusqu'à 360 m environ

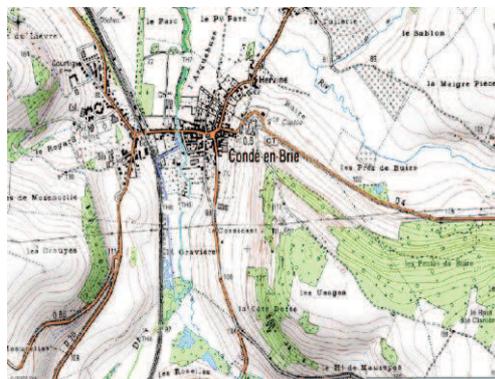
Type de sédiment – fond du lit mineur :

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,16 – Sinueux

Communes (d'amont en aval) : Montlevon, Montigny-les-Condé

Observations : élargissement de la vallée et versants moins abrupts qu'en TH3. Confluence avec la Verdonnelle en amont de Condé-en-Brie. Le lit mineur présente les mêmes caractéristiques physiques que dans le TH3

TH 5 et 6 – La Dhuis



Les Tronçons Homogènes 5 et 6 de la Dhuis

Longueur du tronçon : 1 300 m (TH5) et 1080 m (TH6)

Largeur du lit mineur : 10 m

Hauteur pleins bords : 3 m

Largeur du lit majeur : jusqu'à 260 m environ

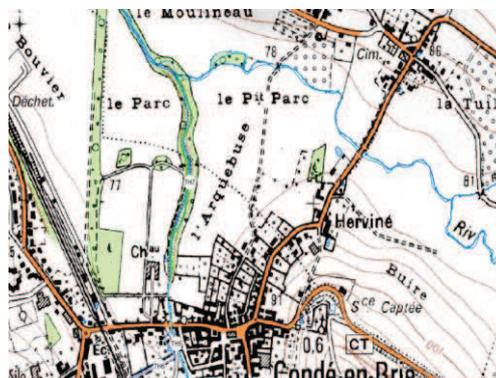
Type de sédiment – fond du lit mineur : fin à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,15 (TH6) et 1,21 (TH5) – Sinueux

Communes (d'amont en aval) : Montigny-les-Condé, Condé-en-Brie

Observations : Traversée urbaine de Condé-en-Brie avec cours d'eau canalisé et dérivé et berges hautes et enrochées.

TH 7 – La Dhuis



Le Tronçon Homogène 7 de la Dhuis

Longueur du tronçon : 630 m

Largeur du lit mineur : 12 m

Hauteur pleins bords : 3,5 m

Largeur du lit majeur : 250 m en moyenne

(jusqu'à 650 m environ dans la plaine partagée avec le Surmelin)

Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,16 – Sinueux

Communes (d'amont en aval) : Condé-en-Brie, Celles-les-Condé

Observations : Lit recalibré au droit du parc du château de Condé avec sur-élargissement du lit mineur et berges hautes. Confluence avec le Surmelin.

3.2.1 Cartographie par commune des lits fluviaux de la Dhuis

A l'issue de l'interpolation des couches thématiques sous SIG et de l'expertise du terrain, une cartographie par commune des lits fluviaux au 1 / 5 000ème est proposée dans les limites spatiales strictes de l'étude.

Ci-dessous est présentée la délimitation de l'espace inondable sur le bourg de la commune d'Artonges. L'ensemble de la cartographie de la zone d'étude est fournie en annexe A.



Figure 3-10 : Délimitation de l'espace inondable sur la commune d'Artonges

3.3 Caractérisation des lits fluviaux du Surmelin

Le Surmelin appartient au bassin de la Marne et se développe dans une large vallée en V dominée par les vignes en versant droit et les cultures en versant gauche et fond de vallée.



Figure 3-11 : Vallée du Surmelin depuis le versant gauche

3.3.1 Données générales sur le Surmelin

- Bassin versant d'appartenance : bassin de la Marne
- Longueur du linéaire étudié : 20 km environ
- Communes : Baulne-en-Brie, Celles-les-Condés, Condé-en-Brie, Monthurel, Saint-Eugène, Connigis, Crézancy, Mézy-Moulins
- Largeur du lit mineur : de 8 à 15 m
- Hauteur pleins bords : de 1,8 à 3 m
- Nombre de dérivations : 6 pour l'usage industriel actuel ou passé, 1 plan d'eau en lit majeur.

Observations

Observation 1 : Le Surmelin ne traverse pas physiquement le territoire de la commune de Condé-en-Brie. Cependant, la commune est exposée aux crues de ce cours d'eau car située dans sa plaine d'inondation. Les lits majeurs du Surmelin et de la Dhuys se confondent à leur confluence.

Observation 2 : Le Surmelin a été fortement aménagée entre la confluence avec la Dhuys et celle avec la Marne, pour la force hydraulique et le fonctionnement de moulins, usage aujourd'hui révolu, et d'industrie encore en activité. Les dérivations et le déplacement du lit mineur offrent des conditions d'écoulement particulières pouvant soit, négativement, exhausser la ligne d'eau, bloquer les embâcles ou encore exposer directement les néo-habitants de ces bâtiments à l'usage révolu, soit, positivement, ralentir la dynamique de crues. Ces aspects ne peuvent être évalués que par une modélisation hydraulique et des simulations hydrologiques.

Observation 3 : Un ancien site de carrière dans la plaine du Surmelin est localisé sur la commune de Baulne-en-brie, en rive droite. En cas d'inondation, des phénomènes de piégeage des sédiments, certes relatifs, pourraient s'opérer dans le plan d'eau.

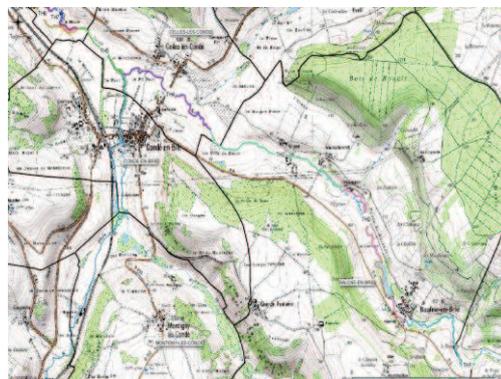
3.3.2 Caractérisation du lit mineur du Surmelin

Le lit mineur du ruisseau du Surmelin est décrit en 18 stations représentatives chacune d'un tronçon homogène (TH). Dans son ensemble, la forme de la vallée du Surmelin reste relativement homogène. Ce découpage est justifié principalement par le nombre de sites de moulin équipés de un, deux ou trois bras dérivés. Les ruptures des écoulements de fonds de vallée sont ainsi marquées au passage des sites de moulin (nœud amont, nœud aval). Le style fluvial est également un facteur de sélection de tronçon homogène. Nous proposons de regrouper les TH par site de dérivation : site 1 (TH6, 7 et 8), site 2 (TH10 et 11), site 3 (TH 13 et 14), site 4 (TH 16 et 17) et site 5 (TH 19).



Figure 3-12 : Les 18 Tronçons homogènes du Surmelin

TH 1 – Le Surmelin



Le Tronçon Homogène 1 du Surmelin (vue de la vallée depuis le versant droit)

Longueur du tronçon : 1580 m

Largeur du lit mineur : 8 m

Hauteur pleins bords : 1,80 m

Largeur du lit majeur : de 110 à 170 m

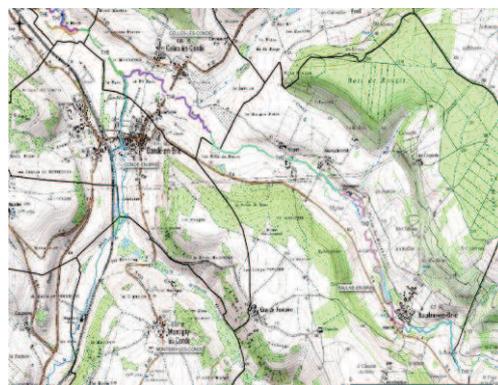
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,55 – Méandrique

Commune : Baulne-en-Brie

Observations : Tronçon à l'amont du centre-bourg de Baulne-en-Brie jusqu'au pont de la route D4

TH 2 – Le Surmelin



Le Tronçon Homogène 2 du Surmelin (vue de la vallée depuis le versant gauche)

Longueur du tronçon : 2240 m

Largeur du lit mineur : 8 m

Hauteur pleins bords : 1,80 m

Largeur du lit majeur : de 80 à 210 m

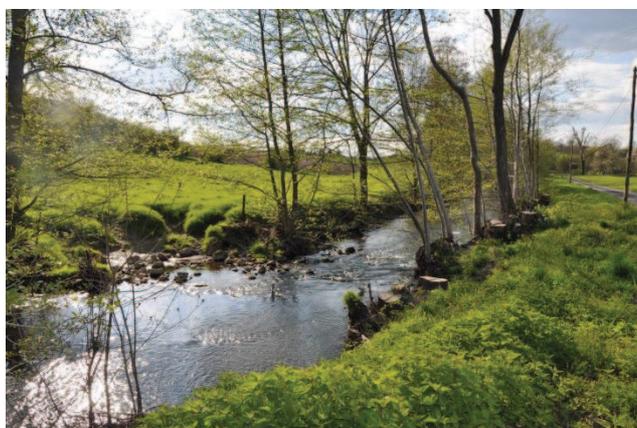
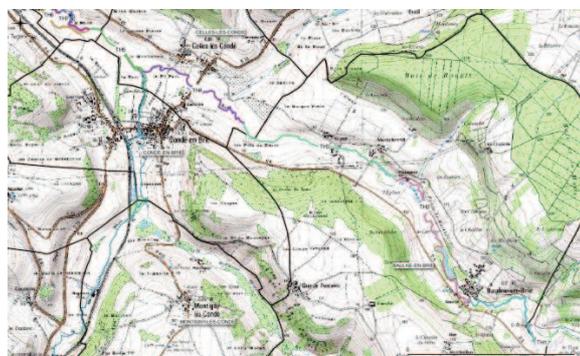
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,30 – Très sinueux

Commune : Baulne-en-Brie

Observations : Lit relativement similaire au TH1. Le tronçon se différencie par la présence en lit majeur d'un ancien site d'extraction de granulats transformé en plan d'eau. Le tracé du Surmelin semble avoir été remanié, plus rectiligne, au droit de ce plan d'eau. La sinuosité du tracé reprend au-delà de ce site jusqu'au TH3

TH 3 – Le Surmelin



Le Tronçon Homogène 3 du Surmelin

Longueur du tronçon : 2220 m

Largeur du lit mineur : 8 m

Hauteur pleins bords : 1,80 m

Largeur du lit majeur : de 65 à 195 m

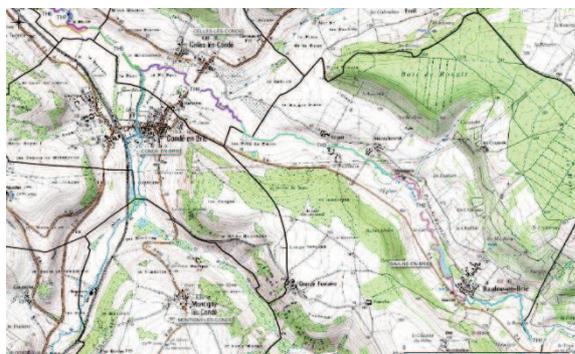
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,36 – Sinueux

Commune : Baulne-en-Brie

Observations : Lit majeur plus étroit dû au resserrement de la vallée. Tracé plus rectiligne que TH2

TH 4 – Le Surmelin



Le Tronçon Homogène 4 du Surmelin

Longueur du tronçon : 1 965 m

Largeur du lit mineur : 11,3 m

Hauteur pleins bords : 2 m

Largeur du lit majeur : de 200 à 350 m

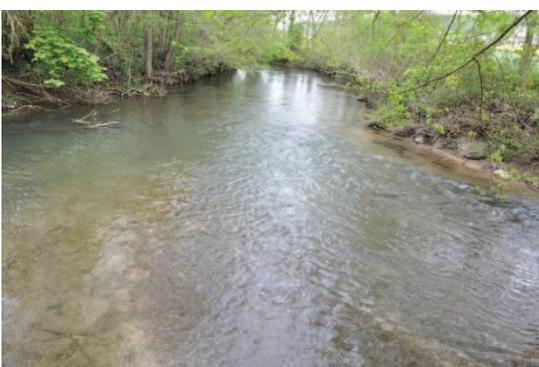
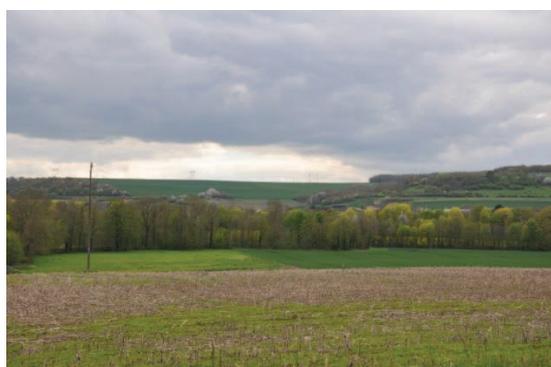
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,42 – Très sinueux

Commune : Celles-les-Condé

Observations : Elargissement de la vallée avec deux confluences (Surmelin-Ru de Saint-Agnan ; Surmelin-Dhuys). Versant gauche plus abrupt. Augmentation de la sinuosité et élargissement de la largeur pleins-bords. Limites des lits majeurs confondues

TH 5 – Le Surmelin



Le Tronçon Homogène 5 du Surmelin

Longueur du tronçon : 880 m

Largeur du lit mineur : 12 m

Hauteur pleins bords : 2,5 m

Largeur du lit majeur : 500 m en moyenne

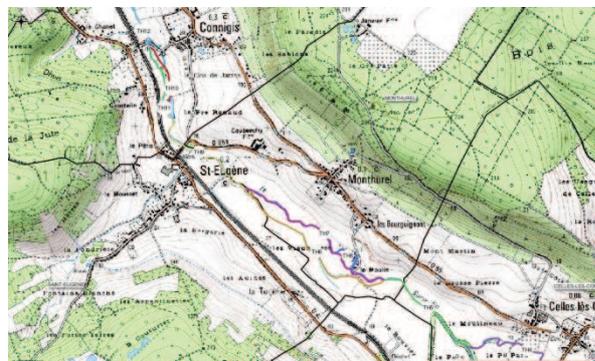
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,09 – Sinueux

Communes (d'amont en aval) : Celles-les-Condé, Condé-en-Brie, Monthurel

Observations : Elargissement du lit majeur. Tronçon homogène entre confluence Surmelin-Dhuys et le site du Moulin (TH6-TH7-TH8)

TH 6, 7 et 8 – Le Surmelin



Secteur de lits perchés aux tronçons 6, 7 et 8 (vue de la vallée depuis le versant droit)

Longueur des tronçons : 1 460 m (TH6), 1 425 m (TH7) et 317 m (TH8)

Largeur du lit mineur : 12 m (TH7)

Hauteur pleins bords : 2,5 m

Largeur du lit majeur : 450 m en moyenne

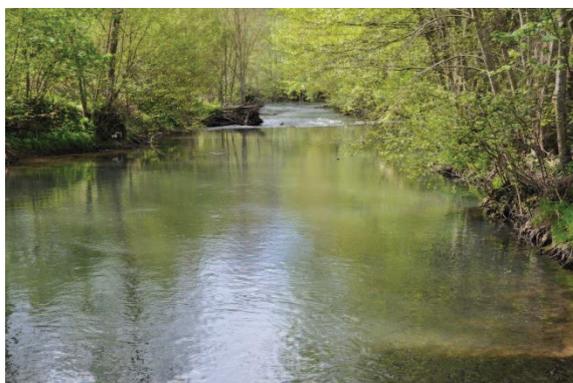
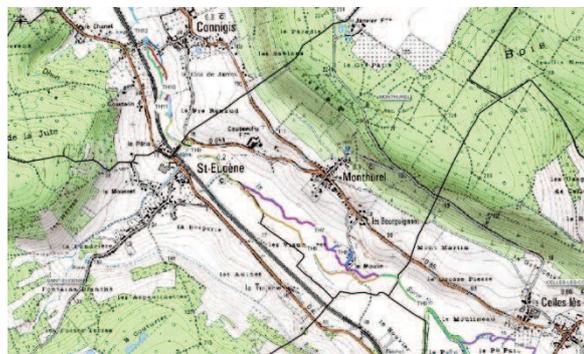
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à gravier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,16 – Sinueux (TH6) ; 1,13 – Sinueux (TH7) ; 1,82 – Méandrique (TH8)

Communes (d'amont en aval) : Monthurel, Saint-Eugène

Observations : Site d'un ancien moulin (TH7-TH8). Le TH6 correspond à un lit perché.

TH 9 – Le Surmelin



Tronçon homogène 9 à Saint-Eugène, seuil en aval du pont, dépôts de sable grossier

Longueur du tronçon : 1 020 m

Largeur du lit mineur : 12 m

Hauteur pleins bords : 2,7 m

Largeur du lit majeur : de 150 à 400 m

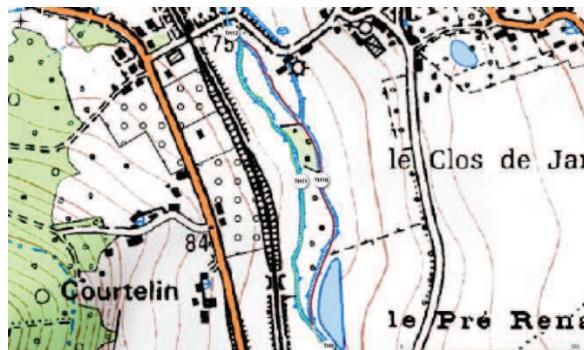
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à sable grossier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,25 - Sinueux

Communes (d'amont en aval) : Monthurel, Saint-Eugène, Connigis

Observations : Le Surmelin présente une largeur relativement homogène entre les deux confluences. Le sable grossier domine dans les dépôts et le transport. Des dépôts de matières fines se réalisent sur les hauts de berges et dans le lit majeur. Présence en aval du pont de la route D851 d'un seuil de soutien aux fondations de l'ouvrage.

TH 10 et 11 – Le Surmelin



Site aménagé de l'ancien moulin avec une prise d'eau en rive droite, seuil et deux chenaux séparant une île

Longueur du tronçon : 556 m (pour les deux bras)

Largeur du lit mineur : 12 m

Hauteur pleins bords : 2,7 m

Largeur du lit majeur : de 180 à 250 m

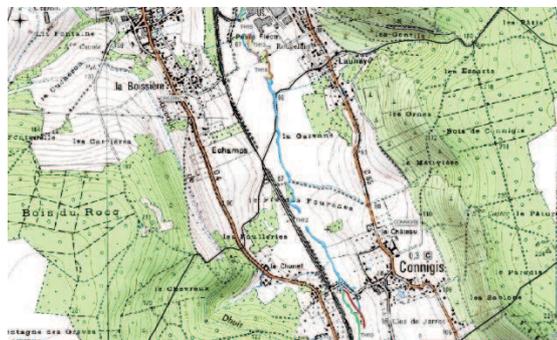
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à sable grossier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,15 - Sinueux

Commune : Connigis

Observations : 2^{ème} site d'ancien moulin avec deux bras divisant le Surmelin : le TH11 est un bras de dérivation alimentant une prise d'eau pour l'ancien moulin, en rive droite, et une nouvelle dérivation rejoignant à nouveau le Surmelin.

TH 12 – Le Surlélin



Tronçon homogène 12 (vue de la vallée depuis le versant gauche)

Longueur du tronçon : 1 660m

Largeur du lit mineur : 12 m

Hauteur pleins bords : 2,7 m

Largeur du lit majeur : de 250 à 630 m

Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à sable grossier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,11 - Sinueux

Communes (d'amont en aval) : Connigis, Crézancy

Observations :

TH 13 et 14 – Le Surmelin



Tronçons dérivés au droit de l'usine de Crézancy

Longueur des tronçons : 417 m (TH13) et 385 m (TH14)

Largeur du lit mineur : 13 m (TH14)

Hauteur pleins bords : 3 m (TH14)

Largeur du lit majeur : de 550 m en moyenne

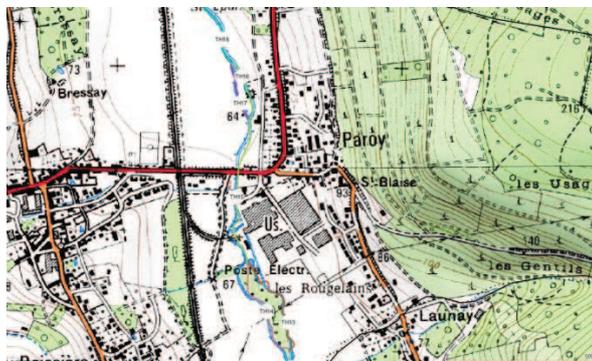
Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à sable grossier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,13 – Sinueux (TH14) ; 1,22 – Sinueux (TH13)

Commune : Crézancy

Observations : Le TH14 correspond au Surmelin et le TH13 à un bras dérivé, lit perché. Système d'alimentation en eau pour l'usine. Le fond de vallée et par conséquent le lit mineur et le lit majeur s'élargissent à proximité de la plaine de la Marne.

TH 15 – Le Surmelin



TH15 au droit de l'usine de Crézancy (en bas à gauche : prise d'eau pour l'usine)

Longueur du tronçon : 537 m

Largeur du lit mineur : 15 m

Hauteur pleins bords : 3 m

Largeur du lit majeur : de 550 m en moyenne

Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à sable grossier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,07 – Sinueux

Commune : Crézancy

Observations :

TH 16 et 17 – Le Surmelin



Site d'un ancien moulin avec dérivation d'aménagé en rive droite.

Longueur des tronçons : 226 m (TH16) et 216 m (TH17)

Largeur du lit mineur : 15 m (TH17)

Hauteur pleins bords : 3,2 m (TH17)

Largeur du lit majeur : de 500 m à 550 m

Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à sable grossier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,06 – Sinueux (TH16) ; 1,03 – Sinueux (TH17)

Commune : Crézancy

Observations : Le TH17 correspond au Surmelin et le TH16 à un bras dérivé, lit perché.

TH 19 – Le Surmelin



Site d'un ancien moulin avec bras de décharge en rive gauche (TH19)

Longueur des tronçons : 160 m

Largeur du lit mineur : 10 m

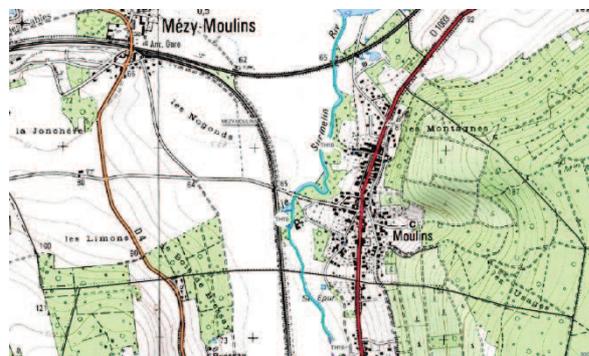
Largeur du lit majeur : jusqu'à 600 m

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,72 – Méandriforme

Commune : Mézy-Moulins

Observations : Le TH18 correspond au Surmelin et le TH19 à un bras dérivé, lit perché.

TH 18 – Le Surmelin



TH18 vers la confluence avec la Marne

Longueur du tronçon : 2 030 m

Largeur du lit mineur : 15 m

Hauteur pleins bords : 3,5 m

Largeur du lit majeur : de 400 m à 1 000 m

Type de sédiment – fond du lit mineur : limon à sable grossier

Indice de sinuosité – Type de sinuosité : 1,21 – Sinueux

Commune : Mézy-Moulins

Observations : Confluence avec la Marne, élargissement de la plaine et difficulté à distinguer les lits fluviaux.

3.3.3 Cartographie par commune des lits fluviaux du Surmelin

A l'issue de l'interpolation des couches thématiques sous SIG et de l'expertise du terrain, une cartographie par commune des lits fluviaux au 1 / 5 000ème est proposée dans les limites spatiales strictes de l'étude.

Ci-dessous est présentée la délimitation de l'espace inondable sur le bourg de la commune de Baulne en Brie. L'ensemble de la cartographie de la zone d'étude est fournie en annexe B.



Délimitation de l'espace inondable sur la commune de Baulne-en-Brie

3.4 Synthèse et perspectives

L'étude hydro-géomorphologique a permis de manipuler et d'interpréter des données géologiques, topographiques, géographiques et environnementales en combinant analyse spatiale sous SIG et analyse de terrain. Si elle répond directement à l'objectif de cartographier les aléas de type débordement de cours d'eau, elle est l'occasion également d'émettre des observations quant à la gestion des environnements fluviaux étudiés.

Nous recommandons ainsi :

- de préserver les rares prairies humides (élevage extensif) occupant les plaines alluviales de ces cours d'eau. Dans la problématique de gérer le risque d'inondation dans les bassins de la Dhuis et du Surmelin, les prairies situées dans les fonds de vallée, jouent un rôle tampon et constituent des zones potentielles d'expansion des crues. L'enjeu environnemental est d'importance dans ce contexte de protection des zones « urbanisées » en aval de ces bassins ;



Les rares prairies en bordure de la Dhuis (a) ou du Surmelin (b) constituent des zones tampon et de débordement à conserver pour la stratégie de protection des zones à enjeux en aval

- la prise en compte des obstacles aux écoulements est essentielle dans la stratégie de protection contre les inondations : corsetage, busage, ouvrage en lit mineur (seuils) sont autant d'éléments susceptibles de modifier les conditions d'écoulement et potentiellement facteurs d'aggravation du risque d'inondation.



Figure 3-13 : Les principaux types d'aménagements modifiant les conditions d'écoulement et possiblement facteurs d'exhaussement de la ligne d'eau de crue : busage et canalisation (a), seuils et ouvrages en lit mineur (b), corsetage en milieu urbain (c) et ouvrages liés à un ancien moulin (d)

4 Détermination des zones d'aléa fort dans les zones à enjeux.

4.1 Méthodologie

Afin d'améliorer la compréhension des phénomènes d'inondations dans les secteurs considérés comme sensibles, des modèles hydrauliques de tronçons hydrographiques ont été réalisés. Les zones concernées sont :

- Artonges (La Dhuys) ;
- La Chapelle Monthodon (Ru Saint Agnan) ;
- Pargny la Dhuys (La Dhuys) ; ;
- Condé en Brie (La Dhuys) ; ;
- Baulne en Brie (le Surmelin) ;
- Crézancy (le Surmelin).

Une modélisation 1D en régime permanent a été menée pour ces différents sites, à l'exception de la Chapelle Monthodon pour lesquelles l'analyse a été menée en régime transitoire afin de prendre en compte la variabilité des apports de ruissellement (l'hydrogramme de crue est beaucoup plus rapide sur ce ru que sur les vallées drainées, la quantification des volumes écoulés devient important). Au final, cette phase de modélisation a pour but d'identifier les zones d'aléas forts du territoire : les aléas forts étant définis ici comme les zones à écoulement rapide pour lesquelles la hauteur en cas de crue centennale est supérieure à 50 cm.

Cette approche par modélisation permet donc de compléter les résultats de l'étude hydro-géomorphologique en identifiant les zones les plus sensibles vis-à-vis de l'aléa inondation.

Au vu du faible nombre de laisses de crues utilisables pour la modélisation et recensées dans la phase préliminaire de cette étude, seul le modèle de Condé en Brie a pu être calé.

Pour le modèle de Condé en Brie, l'évènement de calage considéré est celui de Janvier 1995 et les laisses de crues utilisées sont celles répertoriées sous les appellations Ic_4 et Ic_6 dans le rapport de phase 1-2.

Les autres modèles ont été mis en place en considérant des valeurs standards pour les paramètres d'entrée (telle que la rugosité, perte de charge des ouvrages, etc.), valeurs estimées par l'ingénieur modélisateur lors de sa visite sur le terrain.

4.1.1 Présentation du logiciel MIKE HYDRO River

La modélisation hydraulique est réalisée grâce au logiciel MIKE HYDRO River. Développé par DHI, ce logiciel est l'un des logiciels de modélisation 1D les plus éprouvés et les plus utilisés en matière de modélisation fluviale 1D à l'échelle mondiale. Cet outil se distingue par sa fiabilité, polyvalence, productivité et qualité.

Les avantages de ce type de modélisation 1D sont les suivants :

- Représentation des écoulements dans le lit mineur parfaitement adapté aux données topographiques de type profils en travers ;
- Simulations présentant des temps de calcul suffisamment rapides pour que le modèle reste opérationnel.
- Résolution dynamique des équations 1D complètes de Saint Venant

4.1.2 Construction des modèles

Construction des réseaux hydrographiques

Les différentes branches hydrographiques modélisées ont été digitalisées à partir des données SIG. Le Ru des Rieux à Artonges et le Ru de Bannefroy ont également été intégrés dans cette étude, en tant qu'affluents respectifs de la Dhuis et du Ru de Rosset.

Intégration des profils en travers

Différentes données topographiques ont été mises à profit pour la description des sections d'écoulements modélisées. Le lit mineur des cours d'eau modélisés est créé sur la base des levés de terrain réalisés par DHI. Le lit majeur est créé à partir des relevés topographiques et étendu en s'appuyant sur les courbes de niveaux réalisées par Liose à partir de la BD Alti. Les profils en travers sont importés dans MIKE HYDRO River, les paramètres hydrauliques (rayon hydraulique, section mouillée, débitance, etc.) et le point kilométrique de chaque profil sont alors calculés. Les valeurs des coefficients de Strickler sont appliquées de façon uniforme par profil et par tronçon, en faisant correspondre les caractéristiques géomorphologiques de chacun avec la classification généralement trouvée dans la littérature. Dans le cas du modèle de Condé en Brie, le paramètre est ajusté par calage.

Le nombre de profil en travers par modèle est récapitulé dans le tableau ...

Définition des ouvrages et singularités hydrauliques

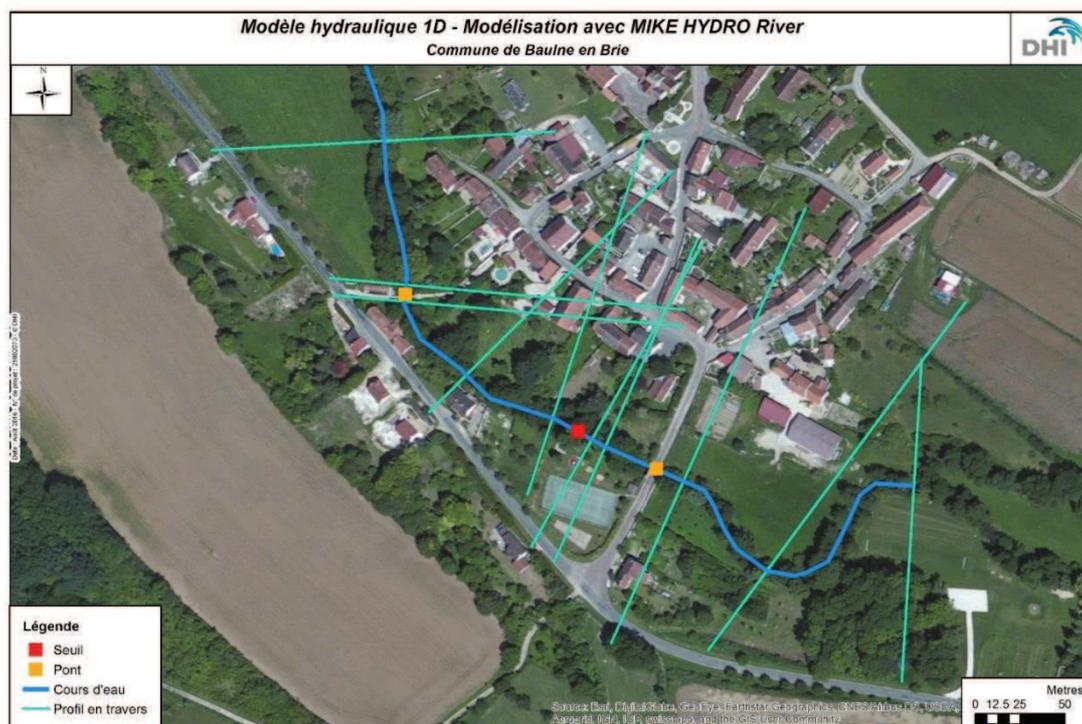
Les différents ouvrages hydrauliques rencontrés sur le lit mineur sont intégrés au modèle numérique. On notera la présence de ponts, dalots, seuils, et d'anciennes vanes (non manoeuvrables en l'état actuel). Tous les ouvrages hydrauliques recensés lors des visites de terrain et susceptibles d'avoir un impact significatif sur les écoulements ont été intégrés au modèle en renseignant leur localisation, géométrie, coefficients de perte de charge.

Le nombre d'ouvrages par modèle est récapitulé dans le tableau en page suivante :



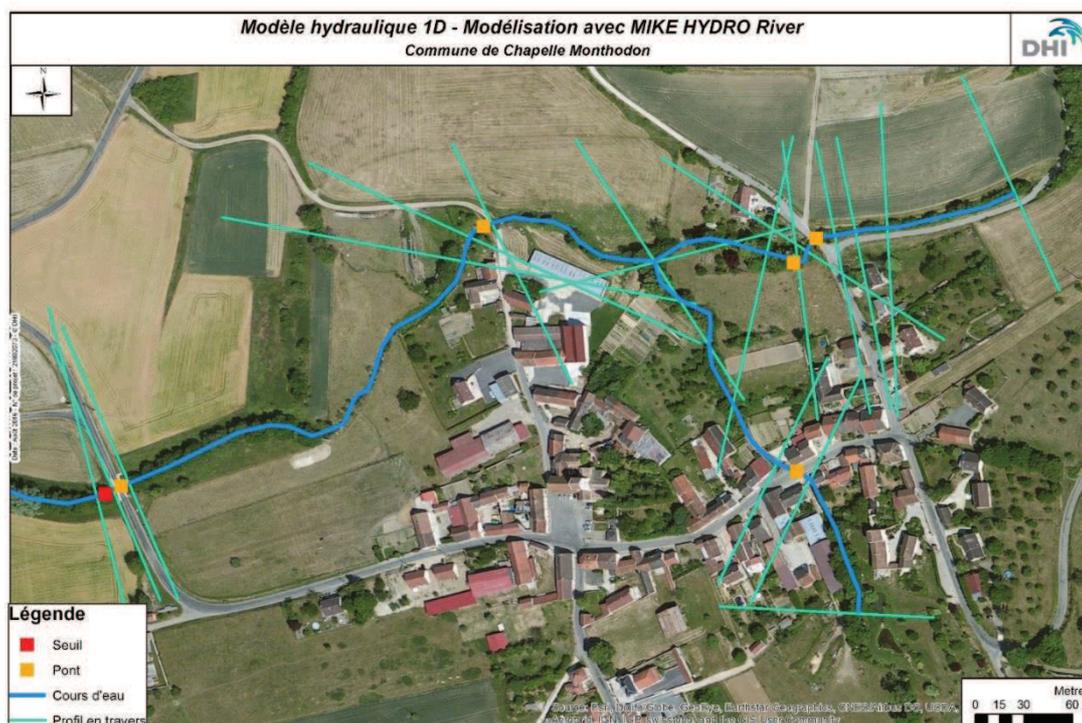
Figure 4-1 : Pont à Artonges ; Seuil en aval du pont de Pargny la Dhuis

Commune de Baulne en Brie

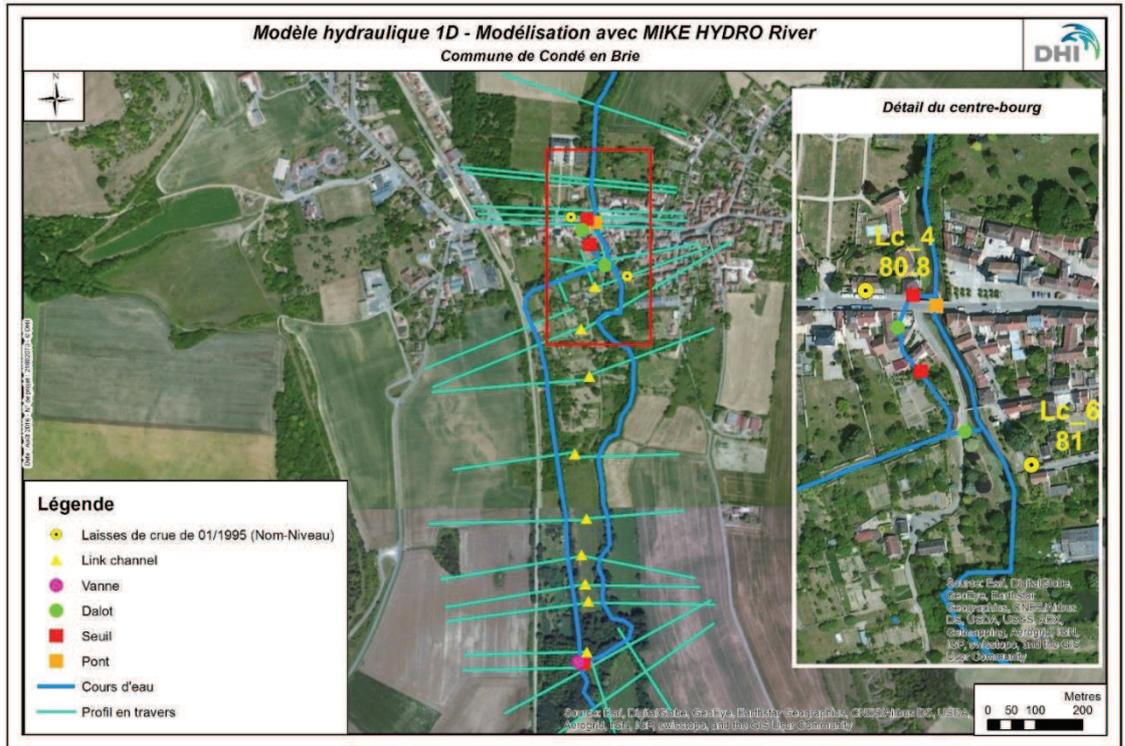


Le seuil intégré ici est une surélévation naturelle du lit mineur.

Commune de Chapelle Monthodon



Commune de Condé en Brie



Concernant l'ancien bras du moulin, aucun levé n'a pu être réalisé à l'aval du lavoir. Un seuil et un dalot ont cependant été intégrés afin de rendre compte du retour dans la Dhuys des volumes dérivés par le bras du moulin. Toutefois, des tests de sensibilités ont montré que cette configuration d'ouvrage et leurs géométries respectives jouaient très faiblement sur le niveau à l'amont du pont (< 2 cm d'écart avec ou sans le bras du moulin), ce qui justifie ce choix de modélisation. Les laisses de crue utilisées pour le calage sur l'évènement de Janvier 1995 sont indiquées sur la figure suivante et ci-dessous

- Lc_4 (Rue de Château) : Niveau 80,8 m NGF ;
- Lc_6 (Rue de l'Abreuvoir) : Niveau 81,00 m NGF.

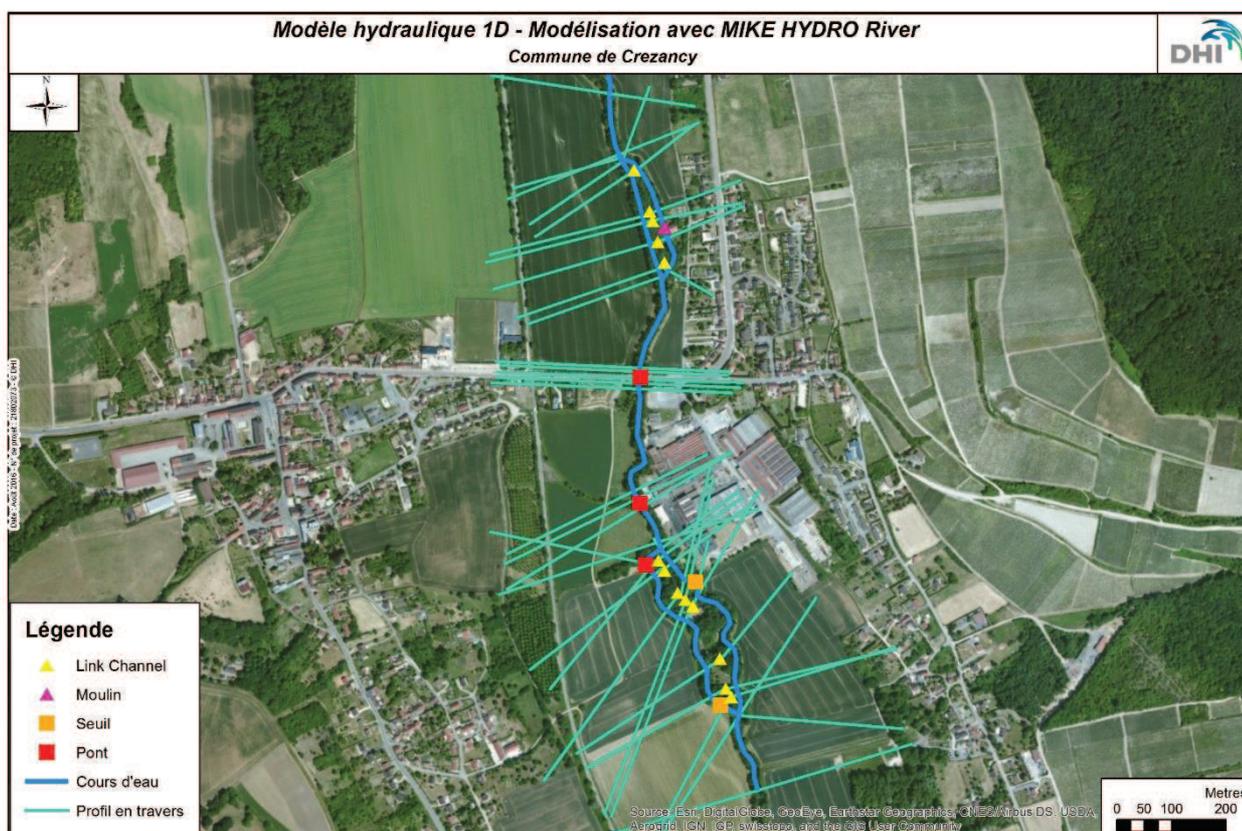
La laisse de crue Lc_4 n'étant pas située dans le lit mineur, l'altitude qu'elle présente est incertaine. C'est pourquoi il a été choisi de caler en acceptant un niveau d'eau au profil en travers correspondant compris entre [80.8 et 81] m NGF. La précision de la laisse Lc_6 étant estimée comme forte et puisqu'elle est localisée à la limite en rive droite du lit mineur, le calage sera préférentiellement effectué sur cette laisse de crue.

Le calage a été réalisé en considérant un débit de 60 m³/s, tel qu'estimé lors du retour d'expérience mené par CEDRAT pour l'évènement de Janvier 1995. Le calage a permis d'atteindre les valeurs suivantes de hauteurs d'eau aux points de mesures des laisses de crue :

	Point kilométrique	Niveau de la laisse de crue m NGF	Niveau modélisé m NGF	Ecart
Lc_4	1253	[80.8-81]	80.87	< 0,2 m
Lc_6	1127	81.00	81.00	0

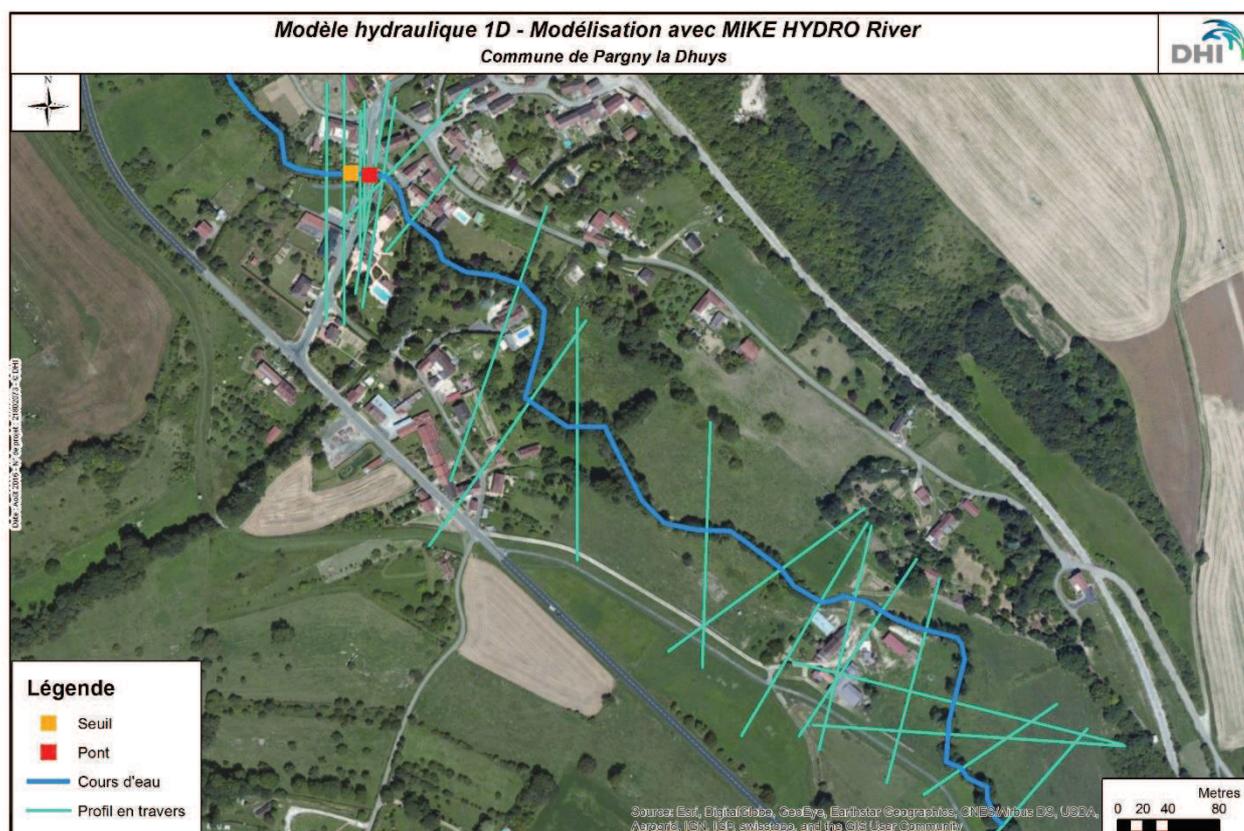
Tableau 4-2 : Résultat du calage sur Condé en Brie

Commune de Crézancy



L'ancien moulin, en photo ci-dessus, a été modélisé par 4 dalots (2 inférieurs dans l'écoulement et deux supérieurs dans le muret) pour mieux représenter les écoulements possibles.

Commune de Pargny La Dhuis



Conditions aux limites

Les conditions aux limites amont des modèles sont directement issues de l'analyse hydrologique. Pour chaque modèle, un débit constant, égal au débit de crue centennale précédemment calculé était injecté à l'amont du modèle. Cette condition correspond donc au ruissellement généré sur les bassins versants placés en amont des modèles. Concernant les modèles de Chapelle Monthodon et Artonges où différentes branches sont considérées, le débit centennale calculé était distribué sur chacune des branches au prorata de la superficie du bassin versant de chacune des branches.

La condition limite aval de chaque modèle était une table de relations Hauteurs/Débit automatiquement générées par MIKE HYDRO River en fonction des données de pente, rugosité et géométrie profil en travers le plus à l'aval du modèle.

4.2 Analyse hydrologique

Le but de l'étude hydrologique dans le cadre de l'élaboration du PPR est de définir l'évènement de référence, caractérisé par un débit Q_{ref} . Cet évènement, déterminé après analyse des données disponibles, est le débit maximum entre une crue centennale ou l'évènement historique le plus intense recensé et connu. La phase 1 a permis d'identifier l'évènement de 1995 comme étant l'évènement maximum sur le domaine d'étude.

4.2.1 Analyse bibliographique

Données de la banque hydro

Seule la station hydrométrique de Saint Eugène sur le Surmelin permet d'estimer les quantiles de crue observables. Les données issues de la banque hydro donnent :

Crues (loi de Gumbel - septembre à août) - données calculées sur 54 ans		
Fréquence	QJ (m ³ /s)	QIX (m ³ /s)
Xo	19.000	25.000
Gradex	10.400	12.900
Bienmale	23.00 [21.00;26.00]	30.00 [27.00;33.00]
Quinquennale	35.00 [31.00;40.00]	44.00 [40.00;51.00]
Décennale	42.00 [38.00;49.00]	54.00 [49.00;63.00]
Vicennale	50.00 [44.00;59.00]	63.00 [56.00;74.00]
Cinquantennale	60.00 [53.00;71.00]	75.00 [67.00;89.00]
Centennale	Non calculée	Non calculée

Tableau 4-3 : Estimation des débits de crues (extraits de la Banque Hydro)

La Banque Hydro estime donc des débits de crue :

- Décennale Q= 54 m³/s
- Vicennale Q=63 m³/s

L'ajustement disponible montre une mauvaise adéquation de l'ajustement de Gumbel pour les plus fortes crues :

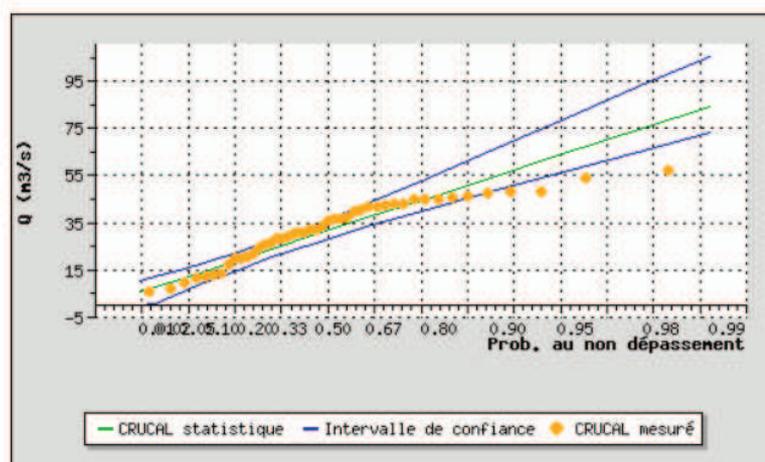


Figure 4-2 : Ajustement à une loi de Gumbel fourni sur le site de la Banque Hydro

Données de l'étude Ginger

Le cabinet d'étude Ginger a développé une modélisation hydrologique sur l'ensemble du bassin versant du Surmelin. Cette modélisation a permis d'estimer les valeurs suivantes :

Point de calcul n°	Désignation	Débits de référence (m3/s)					
		Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
1	Station St-Eugène	26	43	58	77	104	129
2	Station Mézy-Moulins	25	41	55	72	98	121
3	Montmort-Lucy	11	16	21	28	39	49
4	Le Breuil	15	23	32	43	59	74
5	Baulne-en-Brie	14	22	31	41	56	70
6	Crézancy	25	41	56	73	100	123
7	Condé-en-Brie	16	25	33	43	58	72
8							
9							
10							

Point de calcul n°	Débits de pointes calculés des EHM (couleur du l'occurrence atteinte)					Commentaires éventuels
	1	2	3	4	5	
	janv-95 Hu2 = 62	févr-97 Hu2 = 63	mars-01 Hu2 = 64			
1	96.2	43.6	47.5			Les crues ont lieu en hiver, sur des sols humides : la conséquence immédiate est qu'une pluie de faible période de retour peut générer une crue importante
2	98.3	44.7	48.3			
3	21.8	9.7	12.0			
4	47.6	22.2	25.8			
5	48.9	22.8	26.3			
6	97.6	44.4	48.0			
7	38.2	16.9	16.8			
8						
9						
10						

Tableau 4-4 : Calcul des débits de crue en différents points du bassin versant

A Saint Eugène les quantiles 10 ans et 20 ans sont les suivant :

- Décennale Q= 58 m³/s
- Vicennale Q=77 m³/s

Données SHYREG

La méthode SHYREG résulte de la modélisation hydro météo sur l'ensemble du territoire français. Cette méthode développée par l'IRSTEA donne des résultats très inférieurs :

- Décennale Q= 27,5 m³/s
- Vicennale Q=73,4 m³/s

Ces données ne seront pas utilisées pour la suite de l'étude

4.2.2 Méthode d'estimation globale déterministe

Parmi les méthodes disponibles seule la méthode CRUPEDIX peut s'appliquer sur le domaine d'étude. La méthode CRUPEDIX permet d'estimer le débit décennal à partir de la formule suivante :

$$Q = S^{0.8} * \left(\frac{P_{10}^2}{80}\right) * R \quad \text{Avec} \begin{cases} Q : \text{débit décennal de pointe } \left(\frac{m^3}{s}\right) \\ P_{10} : \text{Précipitation journalière de fréquence décennale (mm)} \\ R : \text{Paramètre régional} \\ S : \text{Aire en km}^2 \end{cases}$$

Cette formulation a été établie par le ministère de l'agriculture, à partir de données disponibles de débit décennal instantané de 630 bassins versants.

$$\text{Cette méthode présente un intervalle de confiance à } \begin{cases} 90 \% = \left[\frac{Q}{2} ; 2 * Q\right] : \\ 70 \% = \left[\frac{2}{3} * Q ; \frac{3}{2} Q\right] \end{cases}$$

La méthode CRUPEDIX a été appliquée en considérant la précipitation journalière de fréquence décennale fournie par météo France station de Blesmes (52,7 mm). Le débit de crue décennale est de 58 m³/s et l'intervalle de confiance à 70 % est [38,6 m³/s ; 86,9 m³/s].

4.2.3 Ajustement statistique de la station de Saint Eugène

A l'instar de la Banque Hydro le but de cette méthode est de déterminer les paramètres d'une loi de probabilité en fonction de l'échantillon observé. Notre approche explore les différents ajustements statistiques en considérant différentes méthodes d'échantillonnages (max annuel, sup-seuil) et différentes lois de probabilité (exponentielle, Gumbel, Weibull, Frechet, Gamma, Pearson Type 3, etc).

Nos différents tests ont montré l'importance d'écarter les années douteuses et les années invalidées de l'ajustement. Par ailleurs, l'événement de 1995 n'a pas été mesuré à la station. C'est pourquoi nous l'avons intégré à l'échantillon en utilisant l'estimation de son débit de pointe réalisée par GINGER. La loi d'ajustement retenue est une loi de Weibull. Ci-dessous sont présentés les ajustements réalisés avec et sans l'intégration de l'estimation du débit de l'événement de 1995.

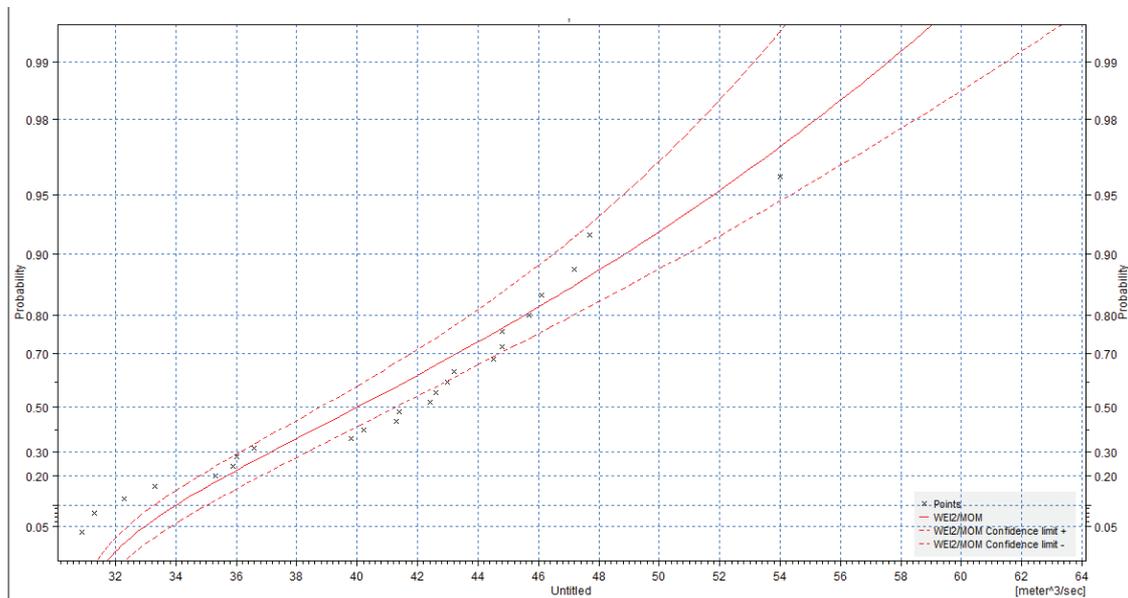


Figure 4-3 : Ajustement à une loi de Weibull sur une chronique nettoyée des années invalidées par la Banque Hydro

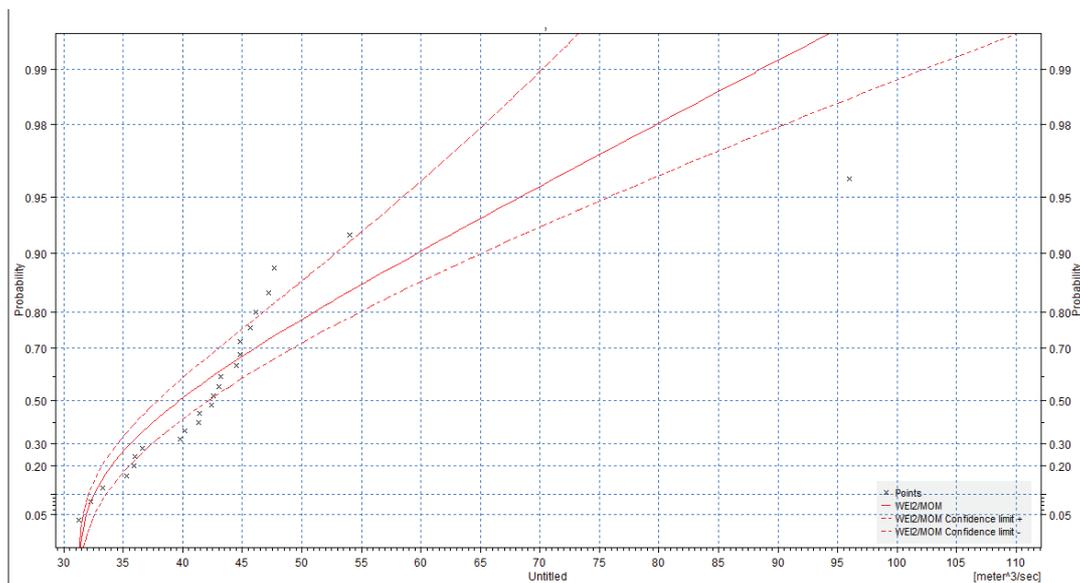


Figure 4-4 : Ajustement à une loi de Weibull sur une chronique nettoyée des années invalidées par la Banque Hydro mais avec rajout du débit estimé en 1995 par Ginger

Le débit décennal estimé sans intégrer l'estimation du débit de 1995 est de 49 m³/s. Le débit décennal estimé avec l'intégration de l'estimation du débit de 1995 est de 60 m³/s. On remarque que le résultat de l'ajustement est très sensible à cet événement particulier. L'analyse historique ayant montré l'importance de cet événement, nous conserveront l'ajustement avec l'intégration de l'événement tout en gardant en mémoire que son estimation faite par GINGER (98 m³/s) est certainement un peu sur évaluée.

Aussi les quantiles 10 ans et 20 ans déterminés à Saint Eugène sont les suivant :

- Décennale Q= 60 m³/s
- Vicennale Q=68 m³/s

4.2.4 Récapitulatif et conclusion

Les différentes méthodes ont permis une estimation des quantiles de crue observables :

	Débit 10 ans	Débit 20 ans
Banque Hydro	54 m ³ /s	63 m ³ /s
Modélisation hydrologique GINGER	58 m ³ /s	77 m ³ /s
CRUPEDIX	58 m ³ /s	
Ajustement DHI	60 m ³ /s	68 m ³ /s

Les débits retenus pour la suite des analyses sont ceux issus de l'ajustement DHI.

4.2.5 Détermination des débits centennaux à Saint Eugène

L'ajustement direct des débits de crues observées à des périodes de retour élevée n'est pas conseillée (risque de sous-estimation). Il est donc nécessaire de s'appuyer sur d'autres méthodes pour les périodes de retour plus importantes, telles que la crue centennale. Pour cela nous utilisons la méthode du Gradex, développé par EDF dans sa formulation progressive. Cette méthode revient à considérer qu'à partir d'un certain état de saturation des sols toute pluie incidente supplémentaire sera intégralement transformée en ruissellement. Le régime des crues sera piloté par le régime des pluies.

La méthode du Gradex progressif est une variante de la méthode du Gradex, qui fut développée par le CEMAGREF. Elle permet de traduire une évolution plus proche de la réalité physique des phénomènes en supposant qu'il n'y a pas de refus total d'infiltration dès la fréquence de débit de T=pivot mais plutôt une augmentation progressive du coefficient de ruissellement.

La formulation est la suivante :

$$Q(T) = Q(T_{pivot}) + C_{PD} * \frac{G_{PD} * S}{86.4 * D} * \ln\left(1 + \frac{G_Q}{C_{PD} * \frac{G_{PD} * S}{86.4 * D}} * \frac{T - T_{pivot}}{T_{pivot}}\right)$$

Avec les mêmes notations que précédemment et $\{G_Q$: Gradex des débits de pointe (m³/s)

$$G_Q = \frac{S * G_{PD}}{3.6 * D}$$

Le Gradex de pluie utilisé est celui de la station pluviométrique de Blesmes, G_{PD}=8,18 mm.

Les résultats obtenus à la station de Saint Eugène sont les suivants :

Estimation des débits	
Quantiles	Débit de pointe
Q10	60 m ³ /s
Q20	68 m ³ /s
Q50	105 m ³ /s
Q100	139 m ³ /s

Tableau 4-5 : Quantiles de crues à Saint Eugène sur le Surmelin

Pour mémoire Ginger avait estimé dans son étude de 2011 (rapport de phase 3) un débit centennal à cette station de 129 m³/s.

4.2.6 Détermination des débits sur les différents sites

4.2.6.1 Méthode de régionalisation de Myer

Cette méthode consiste à rapporter un débit de crue de référence retenue au droit d'une station hydrométrique jaugée au droit d'un autre bassin d'étude par une méthode de transposition. Elle est applicable sous condition de disposer de données hydrométriques soit en un autre point du bassin versant d'étude soit sur un bassin versant voisin présentant les mêmes caractéristiques morphologiques. La formule de Myer est la suivante :

$$Q_{T1} = Q_{T2} * \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^\alpha$$

Avec

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{T1} \text{ connu, } Q_{T2} \text{ inconnu : Débit des bassins versants 1 et 2 étudiés pour un évènement de période de retour T donnée } \left(\frac{m^3}{s}\right) \\ \alpha : \text{coefficient de Myer} \\ S_1, S_2 : \text{Superficie des bassins versants 1 et 2 (km}^2\text{)} \end{array} \right.$$

Le coefficient α peut être calé sous réserve de disposer de données suffisantes. Il est toutefois souvent considéré comme égal à 0,8, hypothèse faite dans cette étude.

4.2.6.2 Résultats

Localisation	Aire (km ²)	Q20 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Bassin en amont d'Artonges	40.4	9	21
Bassin en amont de Pargny la Dhuys	59	12	29
Bassin en amont de Condé en Brie	159	27	66
Bassin en amont de Baulne en Brie	234	37	92
Bassin en amont de Crezancy	471	65	198

Tableau 4-6 : Calcul des débits centennaux

4.2.7 Estimation des ruissellements à la Chapelle Monthodon

L'estimation des débits de crues décennale a été réalisée par la méthode rationnelle. Celle-ci s'appuie sur un modèle simple de transformation de pluie, supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal lorsque l'ensemble de la surface de ce bassin contribue à ce débit.

$$Q = 2.78 * C * I * A \text{ Avec } \begin{cases} Q : \text{débit de pointe } (\frac{m^3}{s}) \\ C : \text{coefficient de ruissellement de pointe} \\ I : \text{Intensité moyenne de la pluie durant le temps de concentration } (\frac{mm}{h}) \\ A : \text{Aire en Ha} \end{cases}$$

Ou encore :

$$Q = 2.78 * \frac{60}{1000} C * A * b * t_c^{-a} \text{ Avec } \begin{cases} t_c : \text{temps de concentration} \\ a, b : \text{coefficients de Montana pour une pluie de durée } t_c \end{cases}$$

Le coefficient de ruissellement est calculé par pondération des coefficients de ruissellement de chaque occupation des sols. Le temps de concentration est déterminé par l'utilisation des formules de Kirpich, Giandotti, Ventura, Passini, Turraza.

Les coefficients de Montana utilisés dans la formule rationnelle sont ceux obtenus auprès de Météo France pour la station pluviométrique de Blesmes pour une pluie de durée comprise entre 30 minutes et 12 h pour une période de retour $\begin{cases} T = 10 \text{ ans} : a = 12.18 \text{ et } b = 0.78 \\ T = 20 \text{ ans} : a = 17.00 \text{ et } b = 0.80 \end{cases}$

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	Paramètres utilisés					Débit décennal calculés par la méthode rationnelle (m ³ /s)
	Plus long chemin hydraulique (m)	Surface (Ha)	Coefficient de Ruissellement 10 ans	Pente moyenne	Temps de concentration (min)	
Chapelle Monthodon	6951	1885	0,11	0,019	214	7,9

Tableau 4-7 : calcul du débit décennal ruisselé

Le débit centennal est calculé par la méthode du gradex telle qu'expliquée au chapitre 4.2.5. Nous n'avons cependant pas appliqué la formulation progressive du gradex dans la mesure où le bassin versant est beaucoup plus réactif que la vallée du Surmelin et de la Dhuis.

Les hydrogrammes considérés pour la modélisation sont les suivants :

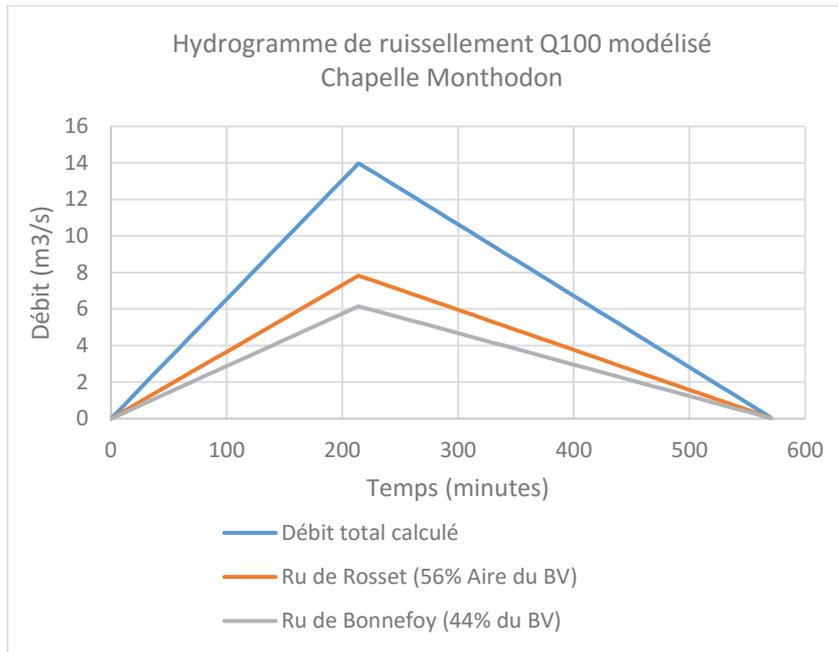


Figure 4-5 : Hydrogramme de ruissellement à la Chapelle Monthodon

4.3 Les résultats

Les résultats de la modélisation sont présentés de manière cartographique.

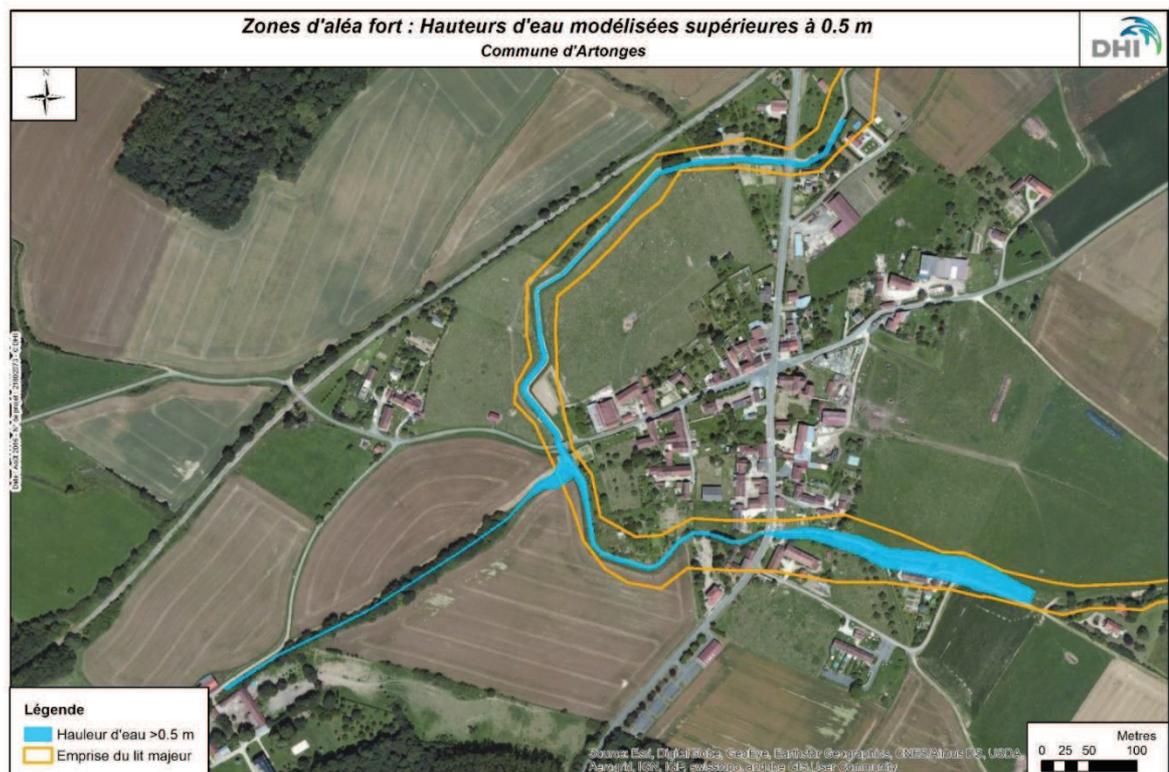


Figure 4-6 : exemple de cartographie des zones d'aléa fort sur la commune d'Artonges

5 Qualification des aléas débordement de ru

5.1 Caractérisation du lit majeur des rus secondaires

L'extension du lit majeur des rus secondaires, correspondant à la zone maximale inondable par débordement des rus, est définie d'après les critères suivants :

- la morphologique du type de profil en travers des fonds de vallée avec rus,
- leur importance : rus à écoulement permanent ou intermittent,
- les observations de terrain,
- et les retours d'enquête.

5.1.1 Caractérisation des profils en travers

Les profils en travers des rus ont été définis par observations sur terrain. Quatre types ont été identifiés :

- profil en « V » avec un lit majeur peu marqué, les pentes des versants restent constant jusqu'au lit mineur du cours d'eau,
- profils concave, caractérisés par une pente de plus en plus faible en fond de vallée. Trois variantes ont été distinguées selon la largeur du fond de vallée : à largeur limitée « u », à largeur moyenne « U » ou grande « concave ».

Les principaux rus présentent un fond de vallée avec un profil en travers en grand « U », puis en remontant l'arbre des écoulements, les rus secondaires ont un profil en petit « u », et enfin sur les fortes pentes les rus présentent un profil en « V ». Les profils « concaves » restent limités à quelques rus sur plateau ou de petits rus non marqués dans le relief.

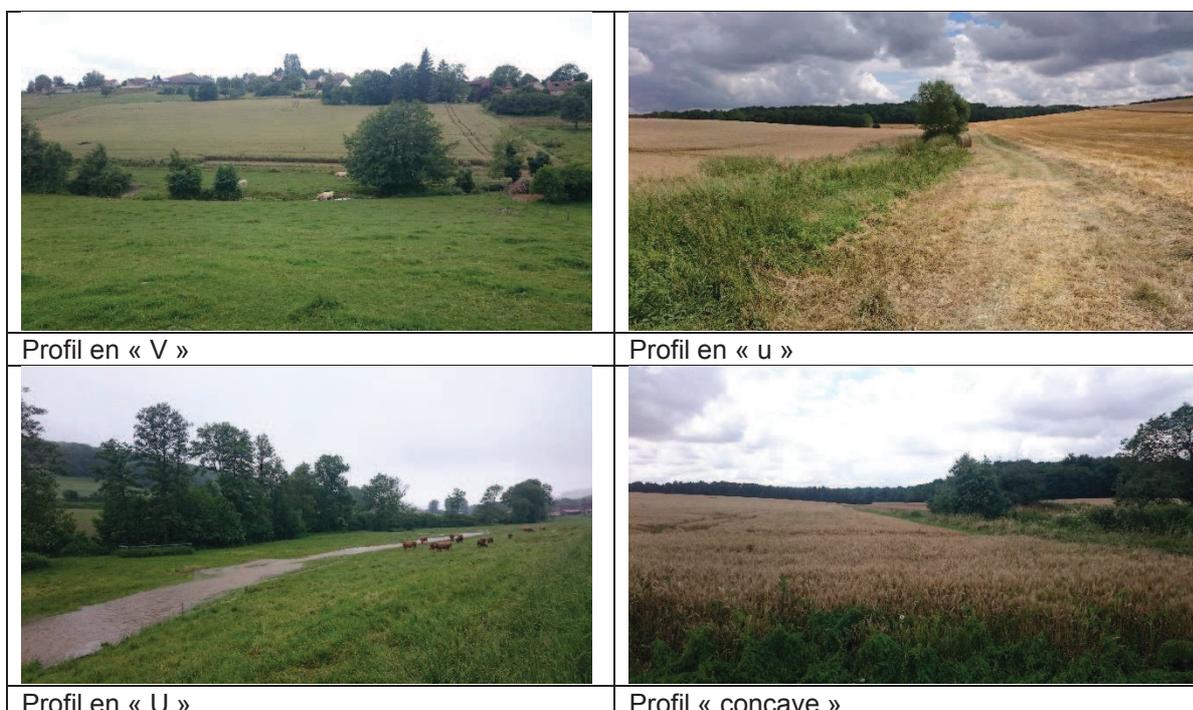


Tableau 5-1 : types de profil en travers des fonds de vallée avec ru

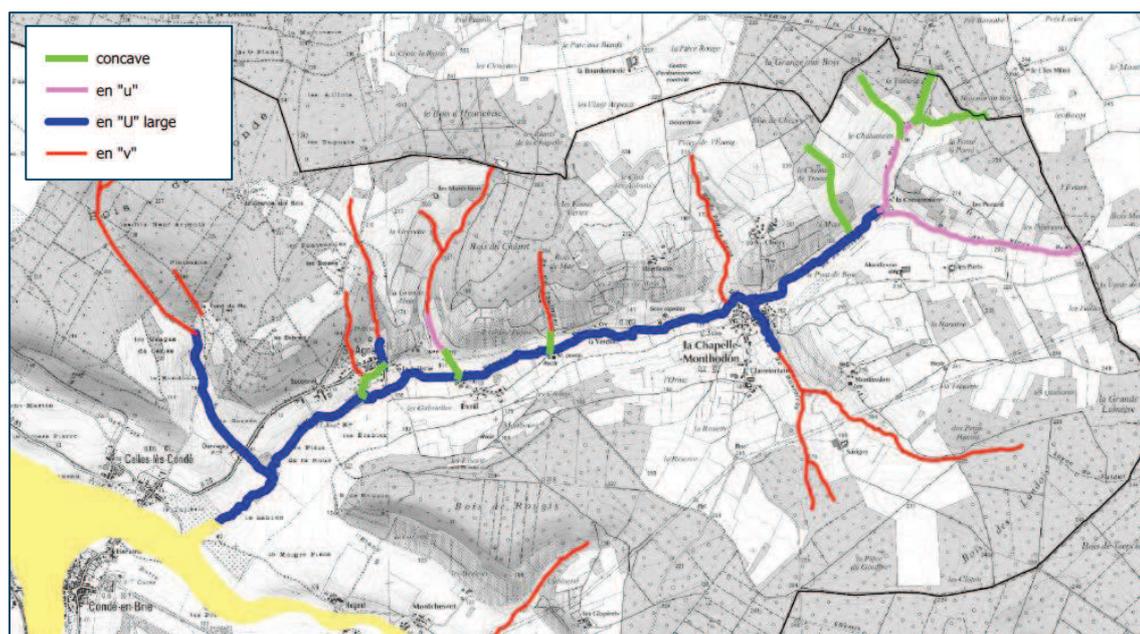


Figure 5-1 : Extrait carte des profils en travers des fonds de vallée avec ru, exclusion de la vallée alluviale du Surmelin et de la Dhuis (en jaune pâle)

5.1.2 Cartographie de l'aléa débordement de ru

L'aléa débordement des rus est cartographié en deux étapes :

- tracé d'une zone tampon en fonction du profil en travers du fond de vallée et en distinguant les rus à écoulement permanent et intermittent. La largeur de la zone tampon prise en compte est :
 - rus permanents :
 - profil en « V » : largeur 20 m,
 - profil en « U » : largeur 30,
 - fond de vallon large ou concave : larguer 50 m,
 - rus intermittents :
 - profil en « V » : largeur 10 m,
 - profil en « U » : largeur 20 m,
 - fond de vallon large ou concave : larguer 30 m.

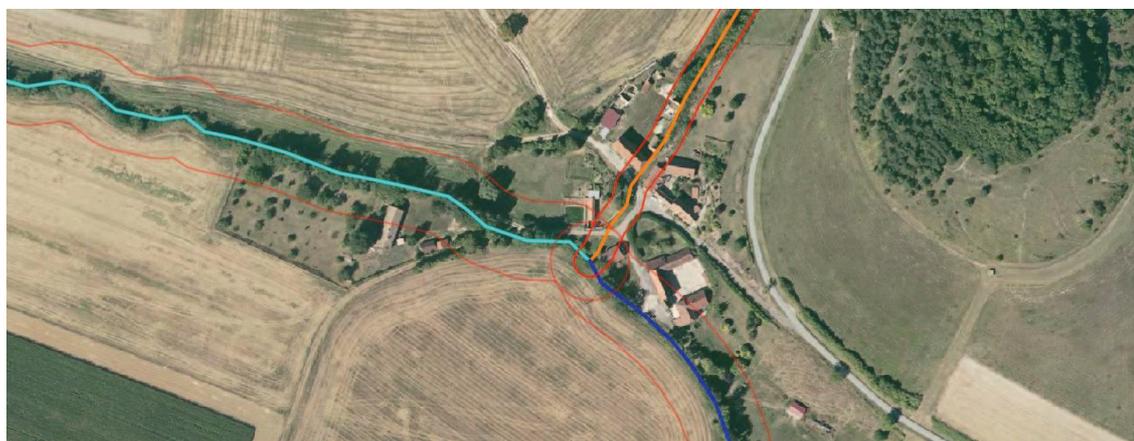


Figure 5-2 : Tracé des zones tampon en fonction du profil en travers des rus permanents ou intermittents

- correction en fonction des informations collectées lors des enquêtes communales, des observations de terrain et de la topographie locale déterminée d'après le tracé des courbes de niveau.



Figure 5-3 : Ajout de l'extension de la zone inondée d'après enquête (lignes jaunes)



Photo 1 : inondation du hameau de Coupigny le 14 juin 2009



Figure 5-4 : Cartographie de l'aléa débordement de ru

5.2 Détermination des zones à aléa fort des rus secondaires

L'aléa fort de débordement des rus est défini suivant le caractère permanent ou intermittent. La cartographie de l'aléa fort correspond à une zone tampon de 10 mètres de large à cheval sur le tracé du lit mineur, tandis que pour les rus intermittents l'aléa fort est limité au lit mineur du cours d'eau.



Figure 5-5 : Cartographie de l'aléa débordement de ru moyen (bleu) et fort (rouge)

6 Qualification des aléas « coulée de boue »

6.1 Caractérisation de l'aléa « coulée de boue » de versant

6.1.1 Analyse de pente

L'analyse des pentes est réalisée à partir de la base données BD Alti de l'IGN (mise à disposition par la DDT de l'Aisne). Une carte des pentes locales à l'échelle d'une maille de 25 x 25 m² est extraite de la BD Alti.

L'analyse statistique des pentes locales donne :

- valeur minimale : 0%
- valeur maximale : 25,97%
- valeur médiane : 3,18%
- valeur moyenne : 4,32%
- écart-type : 3,80%

Au regard des PPRI CB réalisés dans le département de l'Aisne, ces valeurs de pente sont strictement inférieures au seuil de 40% définissant la valeur minimale de pente pour l'aléa « coulée de boue » fort, hors axe de talweg.

L'analyse vise à définir le seuil de pente entre l'aléa « coulée de boue » moyen et faible.