PPRI PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATIONS DE LA Clarence

Phase 3 : Qualification de l'aléa de référence

Livrable 8 / partie 2 Révision n°1

Date : 09/12/2017

- **www.ppri-clarence.fr**

Plan de Prévention des Risques Inondations
de la vallée de la Clarence

- Détermination de l'aléa : Rapport technique
- Seconde partie : cartographie de l'évènement de référence débordement et alea ruissellement

Direction départementale
des territoires et de la mer
du Pas-de-Calais
100 avenue Winston Churchill
CS 10007 – 62022 Arras Cedex
- Tel. : 03 21 22 99 99
- Fax : 03 21 55 01 49

POLITIQUE NATIONALE DE GESTION DES RISQUES Inondation

CALIGEE

STRATIS

ISL Ingénierie

ISL Ingénierie SAS - Siège
75 Boulevard Mac Donald
75019 Paris - FRANCE
- Tel. : +33 1 55 26 99 99
- Fax : +33 1 40 34 63 36

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION 12

2 CARTOGRAPHIE DE L'EVENEMENT DE REFERENCE HIVERNAL EN L'ABSENCE DE RUPTURE 12

2.1 Préambule 12

2.2 Commune de Sachin 13

2.3 Commune de Marest 14

2.4 Commune de Pernes 14

2.5 Commune de Camblain Châtelain 15

2.6 Commune de Calonne-Ricouart 16

2.7 Commune de Marles les Mines 18

2.8 Commune de Lapugnoy 19

2.9 Commune de Labeuvrière 20

2.10 Commune de Chocques 21

2.11 Commune de Gonnehem 23

2.12 Commune de Mont Bernanchon 27

2.13 Commune de Robecq 27

2.14 Commune de Calonne sur Lys 28

2.15 Commune de Lillers 29

2.16 Commune de Bourecq 31

2.17 Commune de Burbure 31

2.18 Commune d'Allouagne 32

2.19 Commune de Nédonchel 33

2.20 Commune de Nédon 34

2.21 Commune de Amettes 35
2.22 Commune de Ames 36
2.23 Commune de Lières 37
2.24 Commune de Lespesses 39
2.25 Récapitulatif 41

3 EFFET DES RUPTURES SUR LA ZONE INONDEE 44

3.1 Rupture sur la Clarence à Marles-les-Mines – SC1 CLARENCE 44
3.2 Rupture sur la Clarence au niveau de l'abbaye de Chocques – SC3 CLARENCE 46
3.3 Rupture sur la Clarence en amont de Gonnehem – SC4 Amont CLARENCE 48
3.4 Rupture sur la Clarence en aval de Gonnehem – SC4 Aval CLARENCE 50
3.5 Rupture sur la Nave à Manqueville – SC1 NAVE 52
3.6 Rupture sur la Nave en amont de Lillers – SC2 NAVE 54
3.7 Rupture sur la Nave en aval de Lillers – SC3 NAVE 55
3.8 Conclusions sur l'effet des ruptures 56

4 IDENTIFICATION DES BANDES DE SECURITE DE PART ET D'AUTRE DES DIGUES 57

4.1 Définition de la bande de sécurité 57
4.2 Application de la règle sur la Clarence et ses affluents 57

5 ALEA RUISSELLEMENT 59

5.1 Définition et méthode 59
5.1.1 Définitions 59
5.1.2 Méthode 59
5.2 Evènements historiques 60

5.2.1 Source et type d'informations 60
5.2.2 Evènements de référence 61
5.2.3 Travaux réalisés par les communes 62
5.2.4 Sites des dommages référencés 63
5.2.5 Interprétation 63
5.3 Carte des risques et identification des secteurs à analyser en détails 66
5.3.1 Croisement pente/occupation du sol/sol 66
5.3.2 Croisement pente/occupation du sol 67
5.4 Etape 1 : Identification des secteurs non compris dans le champ de l'aléa débordement 68
5.5 Zonage appliqué aux zones de production 68
5.6 Etape 2 : Caractérisation de l'aléa sur les sous bassins sensibles 69
5.6.1 Méthode 69
5.6.2 Ruissellement sur le sous-bassin versant d'ALLOUAGNE 73
5.6.3 Ruissellement sur le sous-bassin versant de Floringhem 77
5.6.4 Ruissellement sur le sous-bassin versant de Marest 82
5.6.5 Ruissellement sur le sous-bassin versant de Pressy 86
5.6.6 Ruissellement sur le sous-bassin versant de Sachin 90
5.6.7 Ruissellement sur le sous-bassin versant de Ferfay 92
5.6.8 Ruissellement sur le sous-bassin versant d'Aumerval 96
5.7 Etape 3 : approche simplifiée pour les autres secteurs 98
5.7.1 Méthode 98
5.7.2 Application 99

ANNEXE 1 : CARTE DE RISQUE PRENANT EN COMPTE LE PARAMETRE SOL 100

ANNEXE 2 : CARTE DE RISQUE EXCLUANT LE PARAMETRE SOL 101

ANNEXE 3 :CARTE A L'ECHELLE DE LA COMMUNE 102

ANNEXE 4 : CARTE DES ZONES DE PRODUCTION 103

ANNEXE 5 DEBITS SEUIL DE CHANGEMENT DE PARAMETRES POUR LES SOUS BASSINS VERSANTS AMONT 105

ANNEXE 6 PARAMETRES APPLIQUES A CHAQUE SOUS-BASSIN VERSANT 107

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Sachin 13

Figure 2 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Marest 14

Figure 3 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Pernes 15

Figure 4 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Camblain Chatelain 16

Figure 5 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Calonne-Ricouart 17

Figure 6 : Cartographie de l'évènement de référence au niveau de l'étang de Quenehem 17

Figure 7 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Marles les Mines 19

Figure 8 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lapugnoy 20

Figure 9 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Labeuvrière 21

Figure 10 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Chocques 22

Figure 11 : Cartographie de l'évènement de référence au niveau des rues Mal. Juin et rue Principale 22

Figure 12 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem 23

Figure 13 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue des Prés 24

Figure 14 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue Breuvard 25

Figure 15 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue de Bellerive 25

Figure 16 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem 26

Figure 17 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Mont Bernanchon 27

Figure 18 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Robecq 28

Figure 19 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Calonne-sur-la-Lys 29

Figure 20 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lillers 30

Figure 21 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lillers, Rue de la Busnette et rue du pont de fer 30

Figure 22 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Bourecq 31

Figure 23 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Burbure 32

Figure 24 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune d'Allouagne 33

Figure 25 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Nédonchel 34

Figure 26 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Nédon 35

Figure 27 : Cartographie des zones inondées en 1999 sur la commune d'Amettes 36

Figure 28 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune d'Amettes 36

Figure 29 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune d'Ames 37

Figure 30 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lières 38

Figure 31 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lières – dalot de Liérette encombré en 2005 provoquant des inondations– faible inondation pour l'évènement de référence 39

Figure 32 : Situation de la rupture du scénario SC1 Clarence 44

Figure 33 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC1 CLA 45

Figure 34 : Situation de la rupture du scénario SC3 Clarence 46

Figure 35 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC3 CLA 47

Figure 36 : Situation de la rupture du scénario SC4 Amont Clarence 48

Figure 37 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC4 AMONT CLA 49

Figure 38 : Situation de la rupture du scénario SC4 Aval larence 50

Figure 39 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC4 AVAL CLA 51

Figure 40 : Situation de la rupture du scénario SC1 Nave 52

Figure 41 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC1 NAVE 53

Figure 42 : Situation de la rupture du scénario SC2 Nave 54

Figure 43 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC2 NAVE 55

Figure 44 : Situation de la rupture du scénario SC3 Nave 55

Figure 45 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC3 NAVE 56

Figure 46 : Images radar des lames d'eau horaires tombées le 6 juin entre 3h et 5h UTC 64

Figure 47 : Zones sensibles au ruissellement des talwegs secs de petite dimension 68

Figure 48 : Bathymétrie sur le secteur d'Allouagne 72

Figure 49 : Délimitation du bassin versant autour de la commune d'Allouagne 73

Figure 50 : Bathymétrie sur le secteur d'Allouagne 74

Figure 51 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune d'Allouagne 74

Figure 52 : Carte de l'aléa ruissellement sur Allouagne 75

Figure 53 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Floringhem 77

Figure 54 : Bathymétrie sur le secteur de Floringhem 78

Figure 55 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune de Floringhem _____ 79

Figure 56 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Marest _____ 82

Figure 57 : Bathymétrie sur le secteur de Marest _____ 83

Figure 58 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune de Marest _____ 83

Figure 59 : Carte de l'aléa ruissellement sur Marest _____ 84

Figure 60 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Pressy _____ 86

Figure 61 : Bathymétrie sur le secteur de Pressy _____ 87

Figure 62 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune de Pressy _____ 87

Figure 63 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Sachin _____ 90

Figure 64 : Bathymétrie sur le secteur de Sachin _____ 91

Figure 65 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Ferfay _____ 93

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Travaux réalisés 62

Tableau 2 : Zones de production d'aléa obtenues par croisement de l'occupation du sol et de la pente 68

Tableau 3 : Grille de production d'aléa ruissellement/ravinement 69

Tableau 4 : Tableau de croisement Vitesse – Hauteur en zone urbaine 70

Tableau 5 : Critères de mailles 72

Tableau 6 : Valeurs du coefficient de Strickler et CN 72

1 INTRODUCTION

Le présent livrable s'inscrit dans la phase 3 de l'élaboration du PPRI de la Clarence « détermination de l'aléa de référence ». La présentation de l'évènement de référence a fait l'objet d'un premier rapport. Le présent rapport constitue la seconde et dernière partie.

Le PPRI de la Vallée de la Clarence est multirisque, c'est-à-dire qu'il convient d'étudier séparément les aléas débordement de cours d'eau, remontées de nappe, ruissellement afin de définir l'enveloppe maximale sur le territoire.

Le rapport de première partie avait abordé les sujets suivants :

- La modélisation hydrologique du bassin versant,
- La modélisation hydraulique,
- L'interprétation de l'évènement de décembre 1999
- Les scénarios de rupture à simuler
- Les évènements de référence choisis

Le présent rapport est composé comme suit :

Le chapitre 2 illustrera les résultats issus de la modélisation de l'évènement de référence dans l'hypothèse d'absence de rupture de digues en se référant aux situations vécues. Les comptes rendus des enquêtes en communes seront à ces fins exploités.

Le chapitre 3 illustrera les résultats issus des simulations de rupture d'ouvrage.

L'extension des bandes de précaution autour des digues sera présentée au chapitre 4.

L'alea ruissellement sera traité au chapitre 5. Une première étape consistera à établir une carte d'alea à l'échelle du bassin versant basée sur la géomorphologie et le mode d'occupation des sols. Cette carte permettra d'identifier les secteurs sensibles et qui ne sont pas compris dans l'alea débordement. Une seconde étape proposera un zonage sur chacun des secteurs identifiés sur la base d'une modélisation hydraulique. Une troisième étape généralisera ce zonage à tous les secteurs du bassin à risque ruissellement.

2 CARTOGRAPHIE DE L'EVENEMENT DE REFERENCE HIVERNAL EN L'ABSENCE DE RUPTURE

2.1 Préambule

Pour chaque commune, les zones inondées pour l'évènement de référence sont commentées et comparées aux secteurs touchés par les évènements historiques dont celui de 1999. Les communes amont sont concernées essentiellement par du ruissellement et leur cas est abordé au

chapitre 5. Certaines ont été touchées par deux types d'évènement, hivernal et estival. Leur cas est partiellement intégré au présent chapitre.

2.2 Commune de Sachin

La commune de Sachin a été touchée par la crue de 1999 le long de la rue principale. L'évènement de référence touche l'ensemble des habitations le long de la rue. Il y a concordance entre les résultats des enquêtes et les résultats de la simulation de l'évènement de référence.

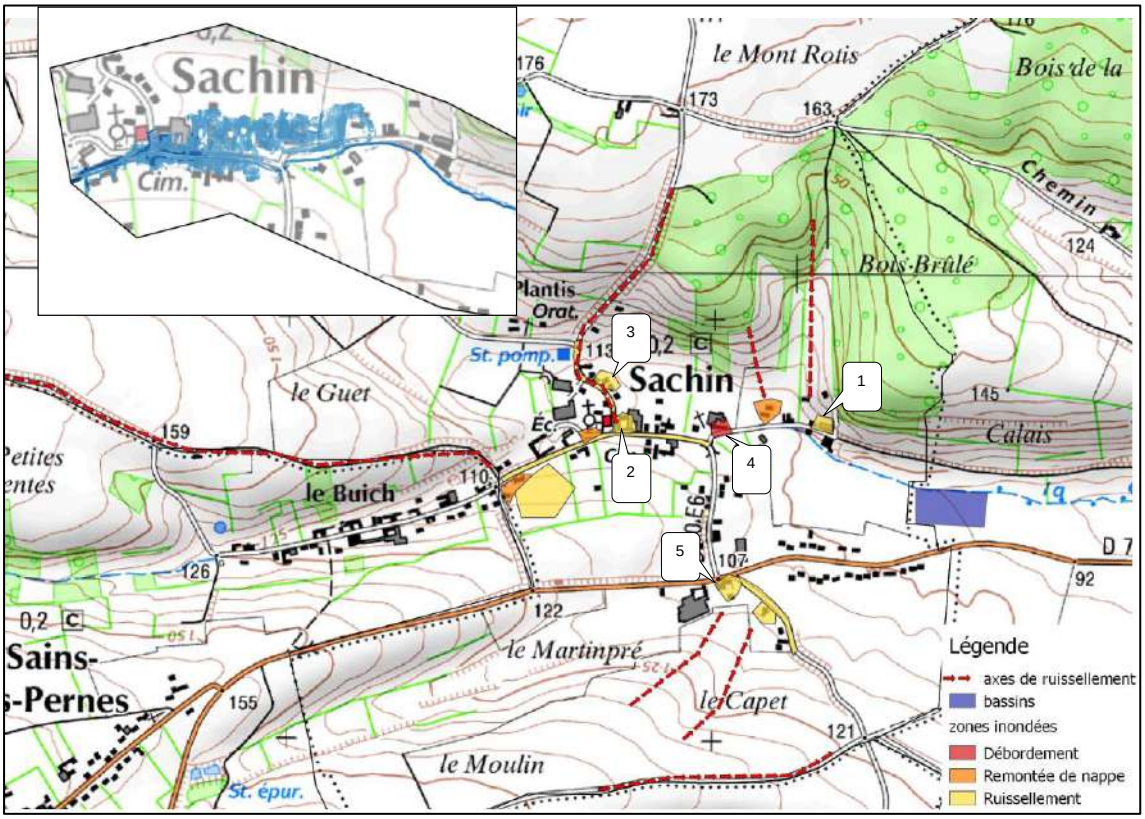


Figure 1 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Sachin

2.3 Commune de Marest

Le secteur inondé concerne la rue de la Mairie et les pâtures en amont et en aval et coïncide avec celui atteint en 1999. En 1999, on a comptabilisé 20 bâtiments inondés. Etait également concernée la zone entre la rue de Pernes et la D916 qui sera traitée au chapitre relatif au ruissellement.

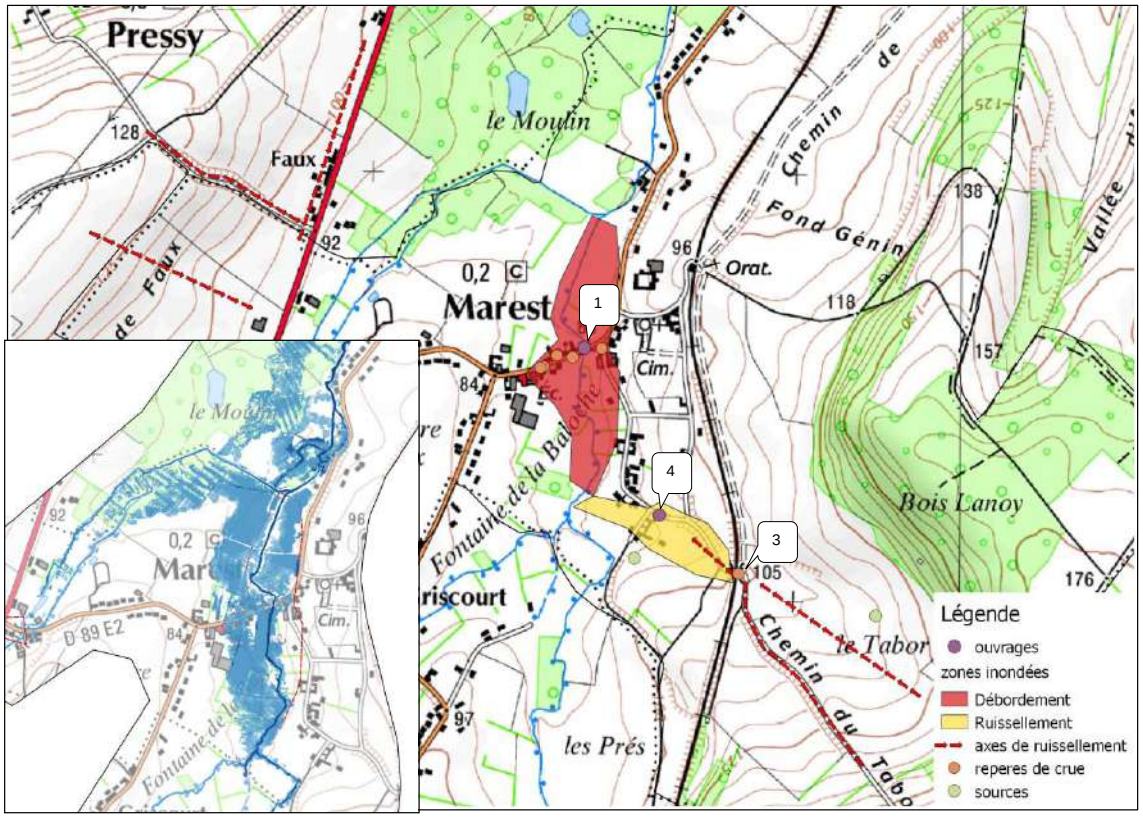


Figure 2 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Marest

2.4 Commune de Pernes

Les rues de Saint Pol, Charles de Gaulle, Corbier sont touchées par l'évènement de référence. Contrairement à 1999, les rues du Guit, des prés, de la gare ne sont pas inondées. En 1999, une voiture a partiellement bouché le pont de la D70 (repère 2) faisant monter les niveaux en amont. Il s'est passé le même phénomène en 2012 mais en amont immédiat du pont au droit de l'ouvrage du moulin. Au droit de l'ouvrage, la crue a dépassé les niveaux simulés de l'évènement de référence (niveau atteint : 73,7 environ, 20 cm au-dessus de la cote de l'évènement de référence).

L'ouvrage du moulin est composé de cinq passes particulièrement défavorables du point de vue des embâcles. Aujourd'hui, les vannes ont été enlevées.

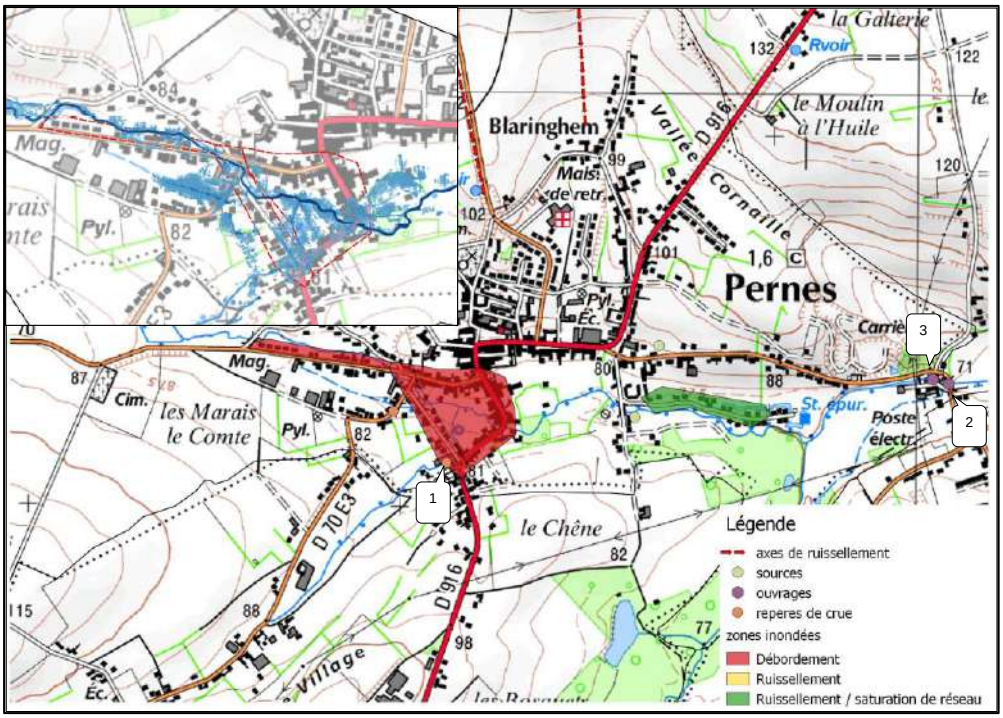


Figure 3 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Pernes

2.5 Commune de Camblain Châtelain

La topographie de Camblain Châtelain montre une dépression en rive gauche. La crue de référence atteint la cote permettant le transfert dans l'ancien lit de la Clarence. La proximité du stade est alors inondée.

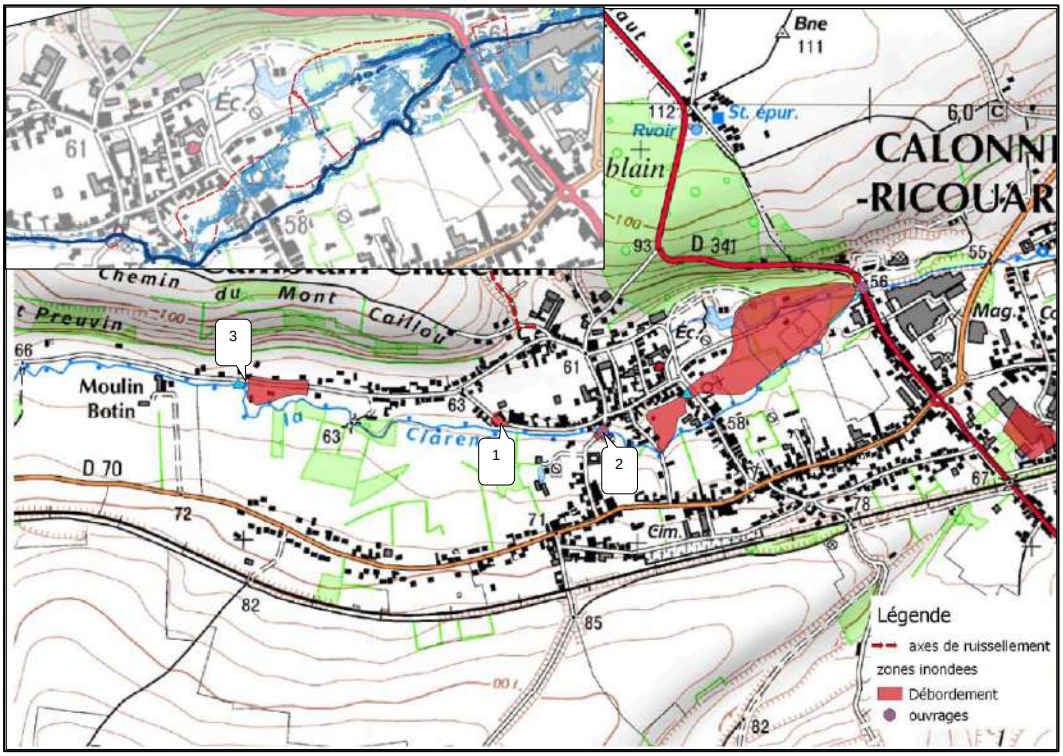


Figure 4 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Camblain Chatelain

Nb : la limite de la zone inondée estimée pour la crue de 1999 n'est pas cohérente avec les informations topographiques. Cette situation se rencontre dans quelques cas. La zone inondée de 1999 présente des incertitudes.

2.6 Commune de Calonne-Ricouart

L'évènement de référence conduit à une inondation de la place René Lannoy, de la rue René Lannoy, de la rue Mancey, de la rue d'Ivry. Un peu d'eau concerne les jardins de la rue du Moulin jusqu'au coin de la rue de l'Eglise.

Par rapport à 1999, l'inondation est un peu moins importante en amont du pont et dépasse les limites estimées en rive gauche.

Pour la crue de référence, les étangs de Quenehem recouvrent le pont chemin de Quenehem.

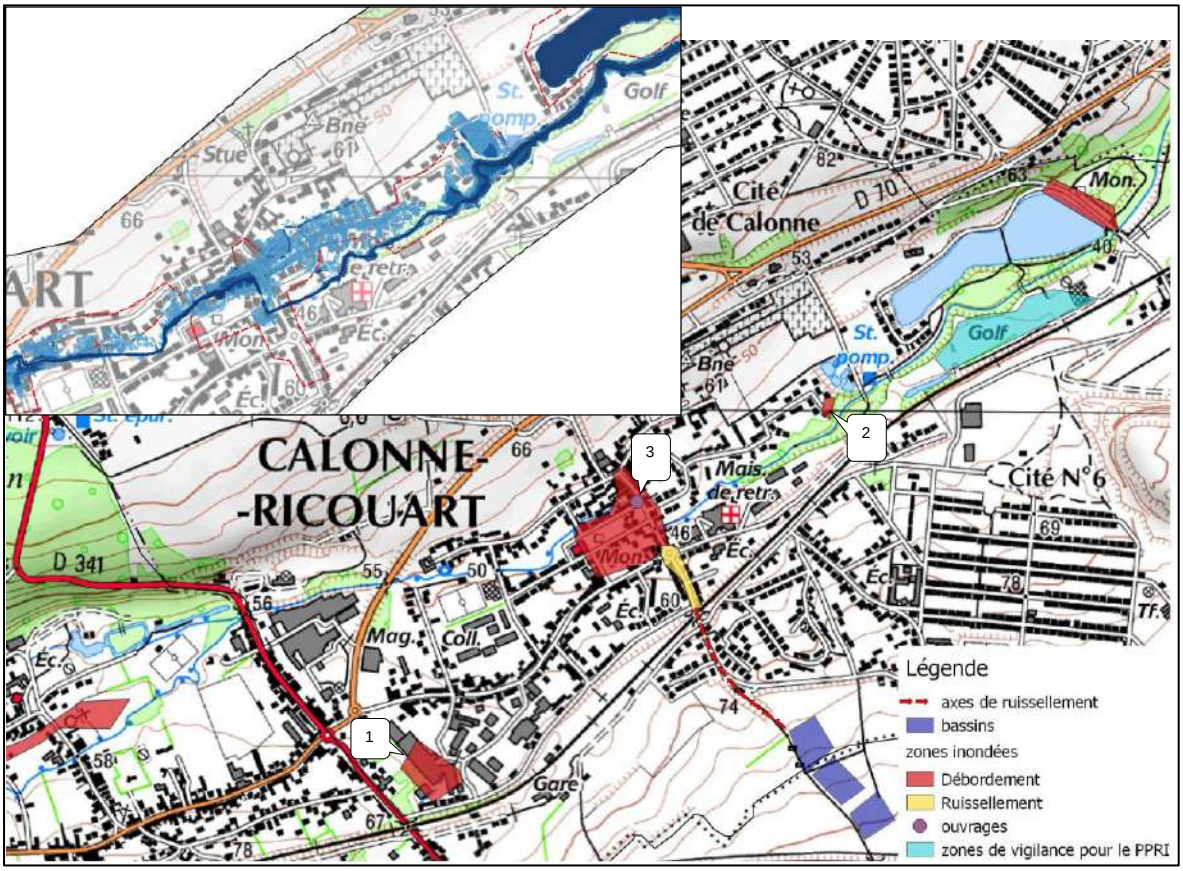


Figure 5 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Calonne-Ricouart

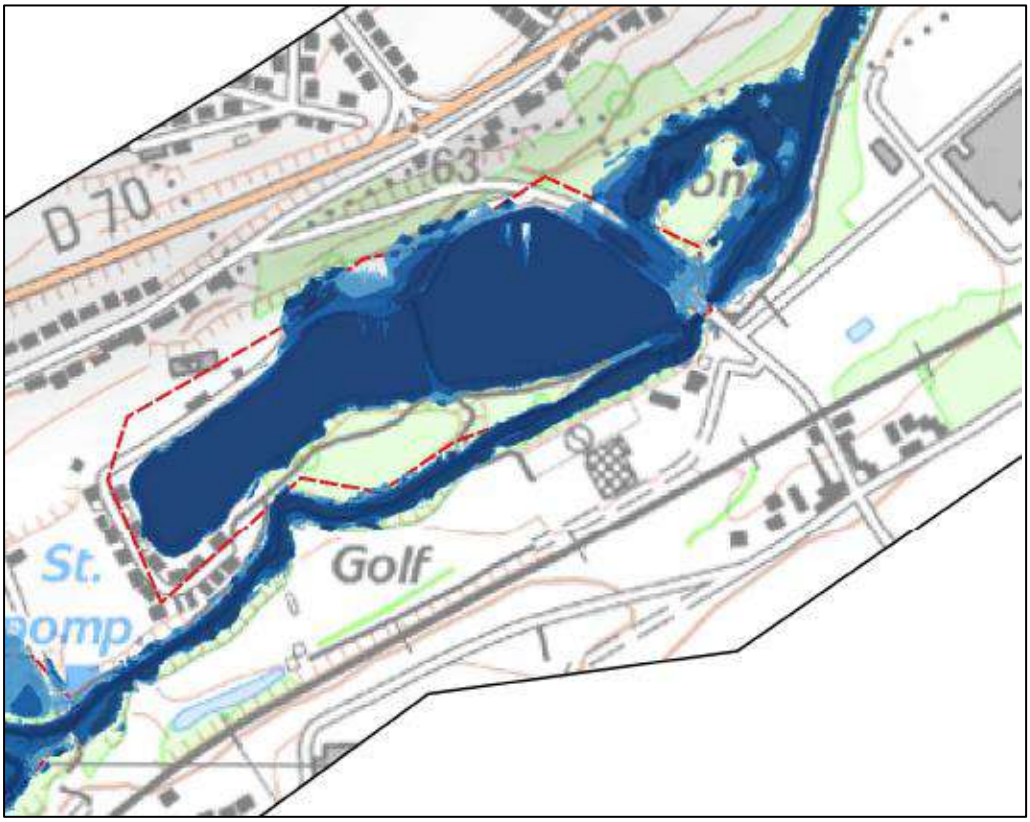
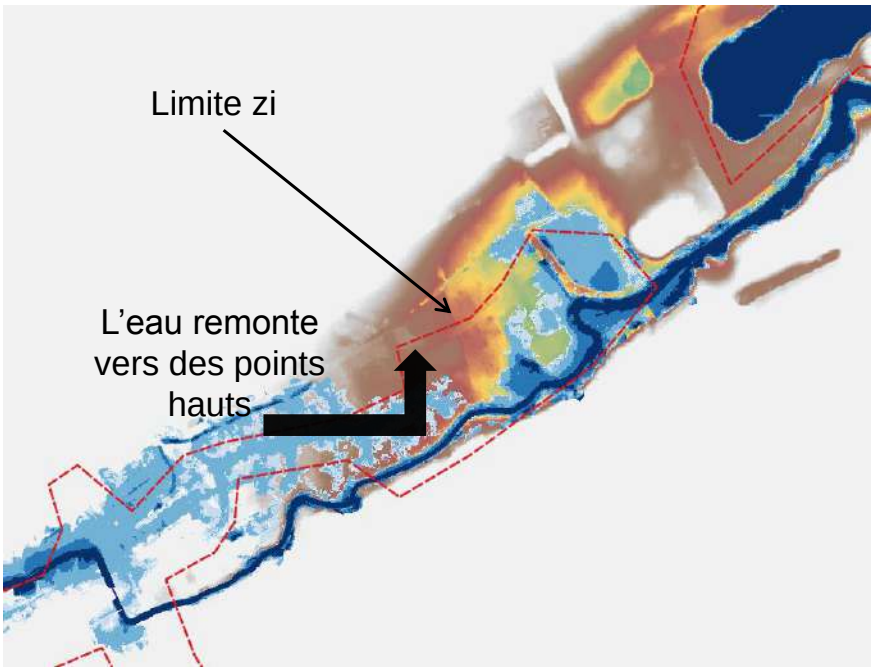


Figure 6 : Cartographie de l'évènement de référence au niveau de l'étang de Quenehem

Nb : la limite de la zone inondée estimée pour la crue de 1999 n'est pas cohérente avec les informations topographiques. La zone inondée de 1999 présente des incertitudes.



2.7 Commune de Marles les Mines

L'évènement de référence ne dépasse pas la cote de la nouvelle digue édifiée après l'épisode de 1999. Il n'y a pas de transfert des eaux vers l'Eglise en contrebas rive gauche. L'eau par contre dépasse de 20 cm la cote de l'ancienne digue (dépassée en 1999 et sur élevée depuis d'1 mètre environ).

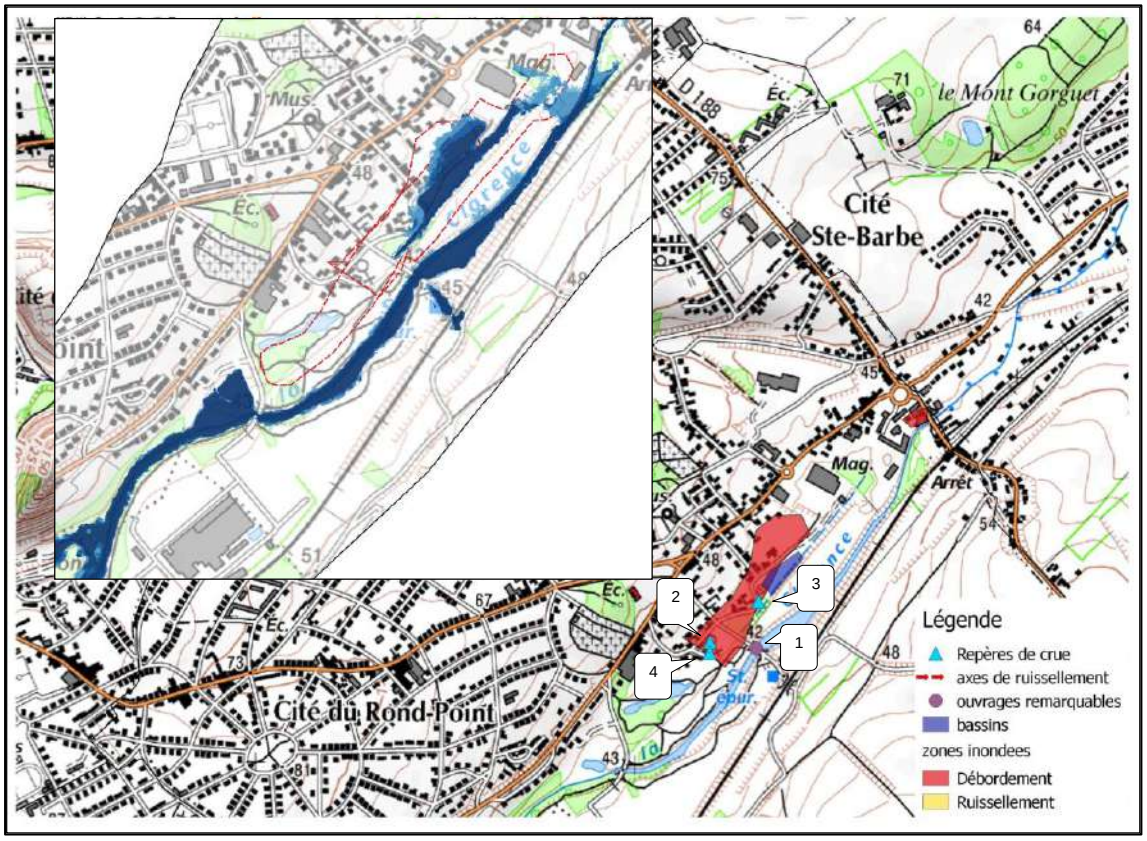


Figure 7 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Marles les Mines

2.8 Commune de Lapugnoy

L'évènement de référence inonde en amont la rive gauche dont la résidence du Sénégal puis à l'aval la rive droite de la Clarence et la rue Jean Jaurès en rive gauche. Le quartier de la résidence fleurie est noyé. Les zones inondées dépassent celle identifiées de 1999.

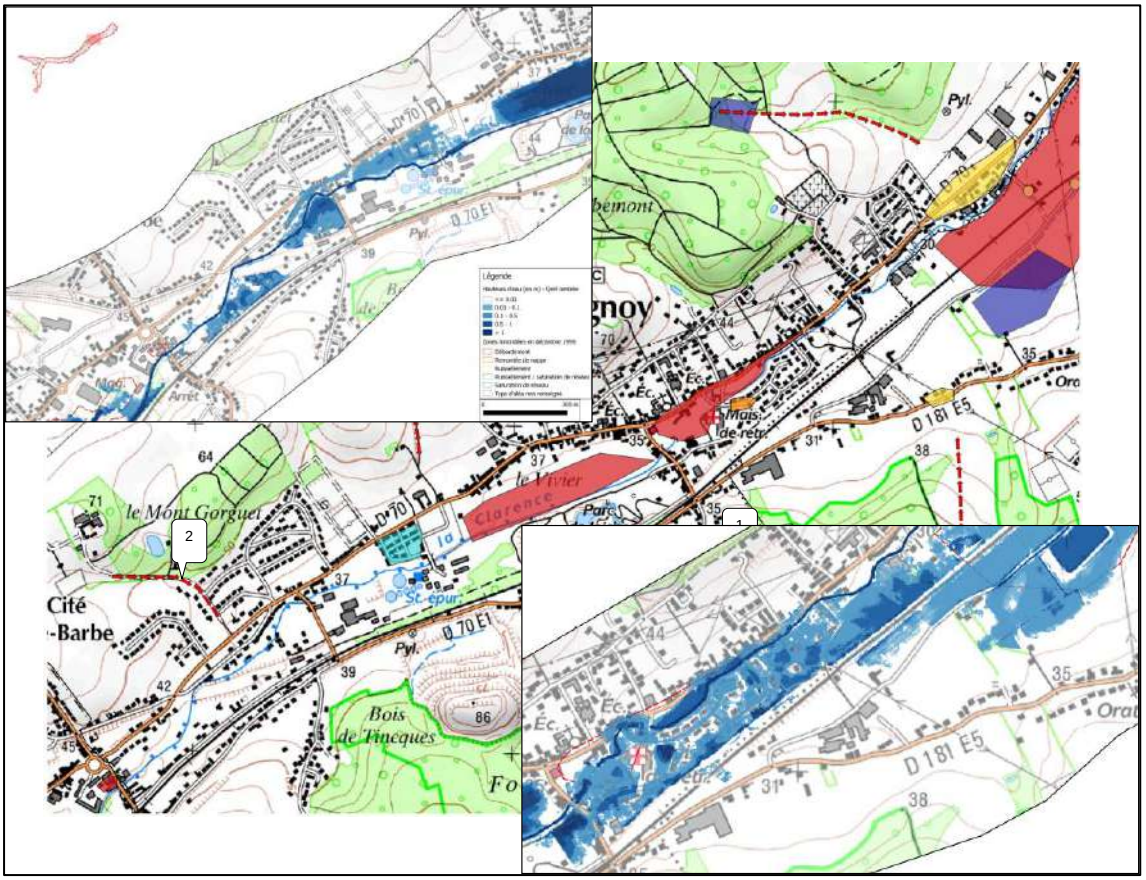


Figure 8 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lapugnoy

2.9 Commune de Labeuvrière

Les secteurs inondés dépassent en amont les secteurs cités par la commune. Rue Pasteur (repère n°1) les hauteurs d'eau sont significatives.

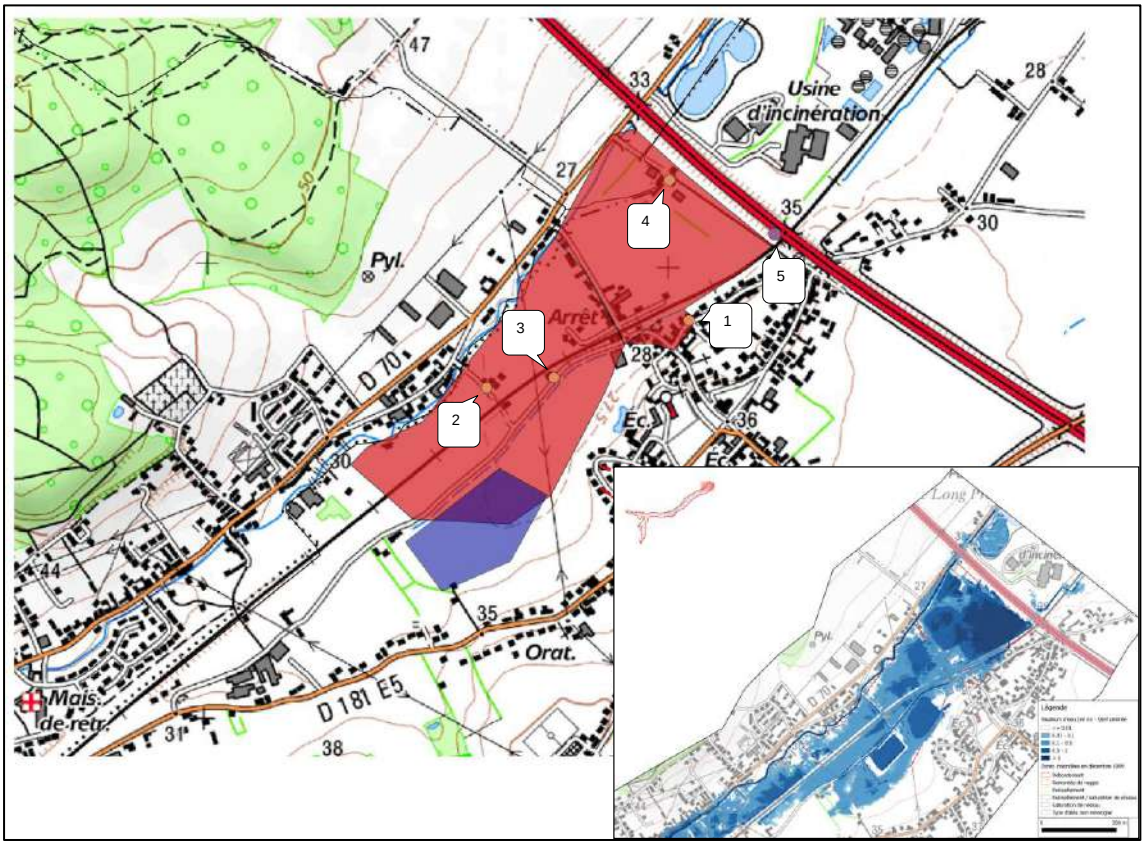


Figure 9 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Labeuvrière

2.10 Commune de Chocques

Les rues transversales à la Clarence : rue du Maréchal Juin et rue Principale sont principalement touchées (conforme aux résultats des enquêtes):

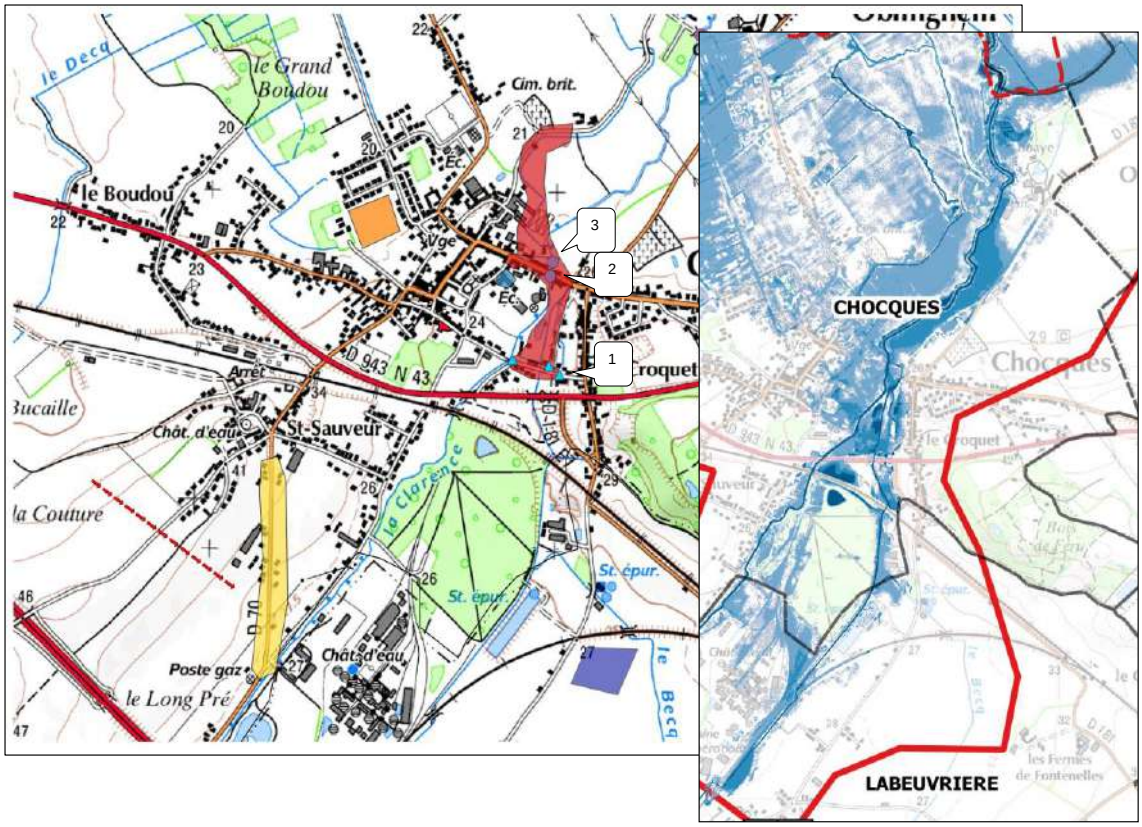


Figure 10 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Chocques

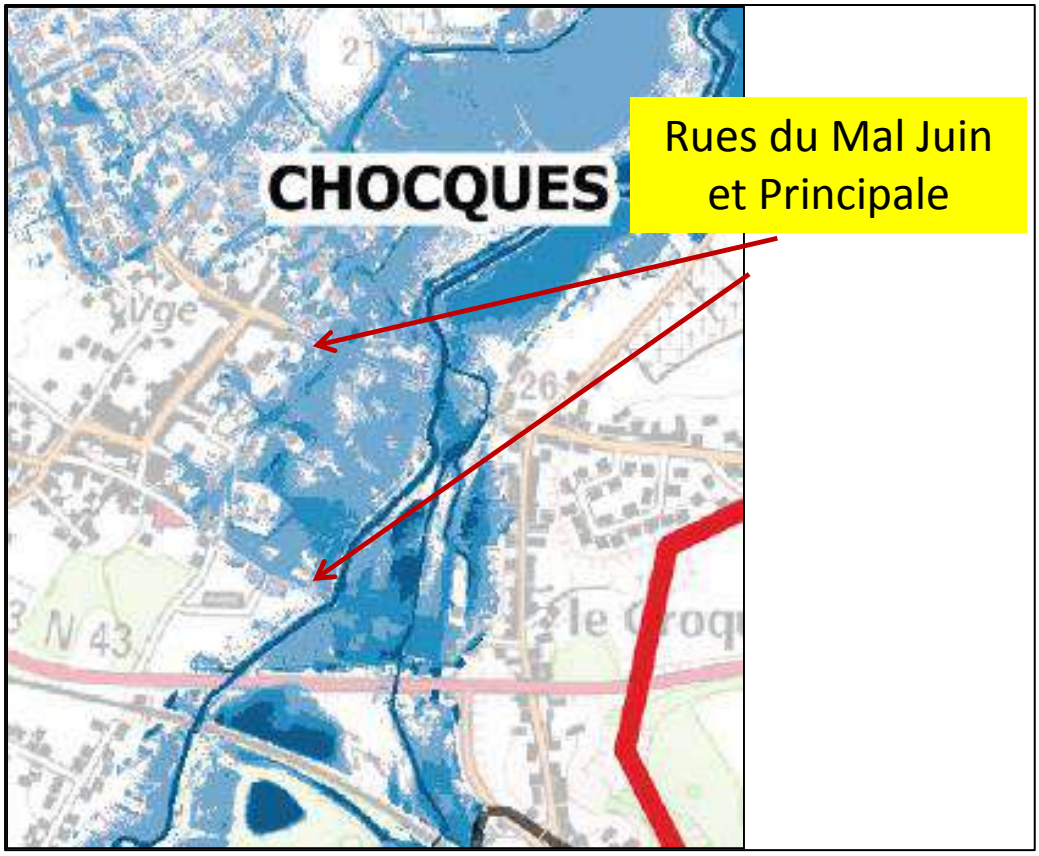


Figure 11 : Cartographie de l'évènement de référence au niveau des rues Mal. Juin et rue Principale

2.11 Commune de Gonnehem

La commune de Gonnehem est fortement touchée en particulier la rue de la Brasserie, la rue de Bellerive, la rue des Prés et la rue Breuvart (conforme aux résultats des enquêtes).

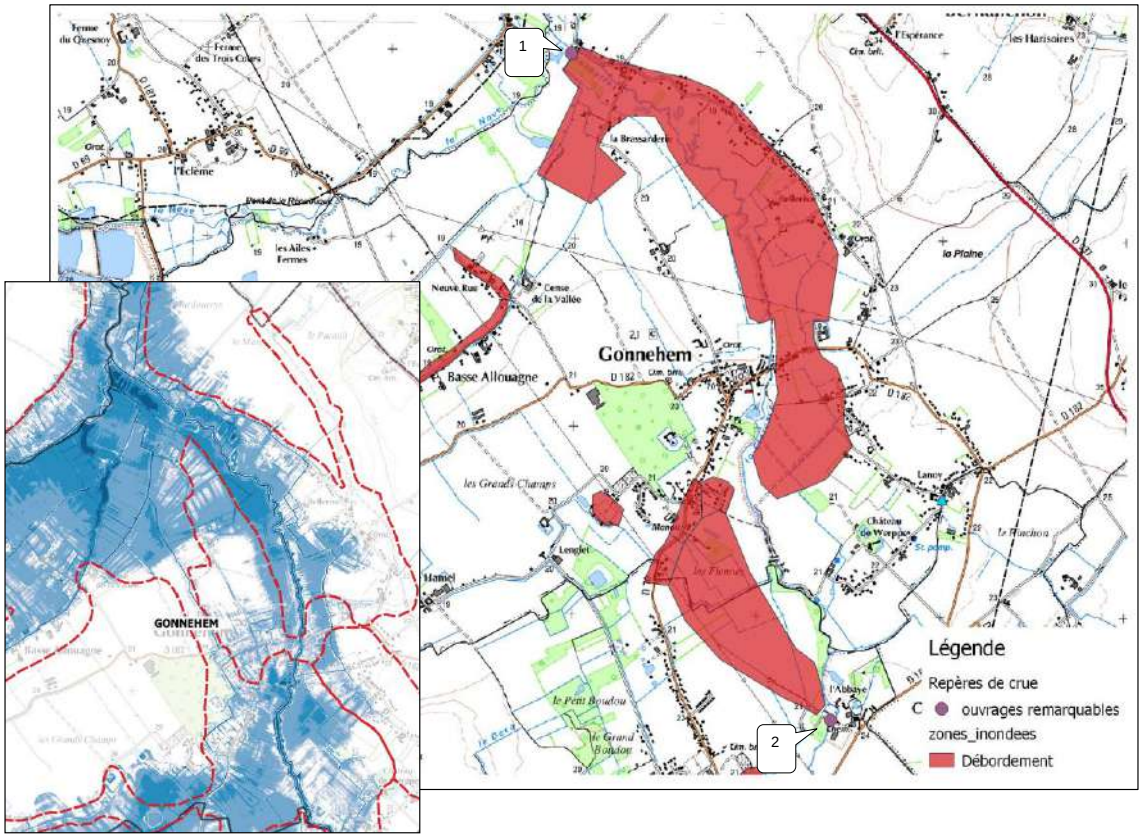


Figure 12 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem

Figure 13 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue des Prés

La photographie prise en mars 2012 montre que la rue Léonce Breuvard en rive droite entre les numéros 55 et 63 était en limite d'inondation. Il s'agit en effet d'une zone qui est touchée mais avec des hauteurs d'eau faibles (cf Figure 14 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue Breuvard).

La rue de Brassarderie et de Bellerive ont été inondées en 1999. La simulation de l'évènement de référence indique une inondation significative (cf Figure 15 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue de Bellerive).

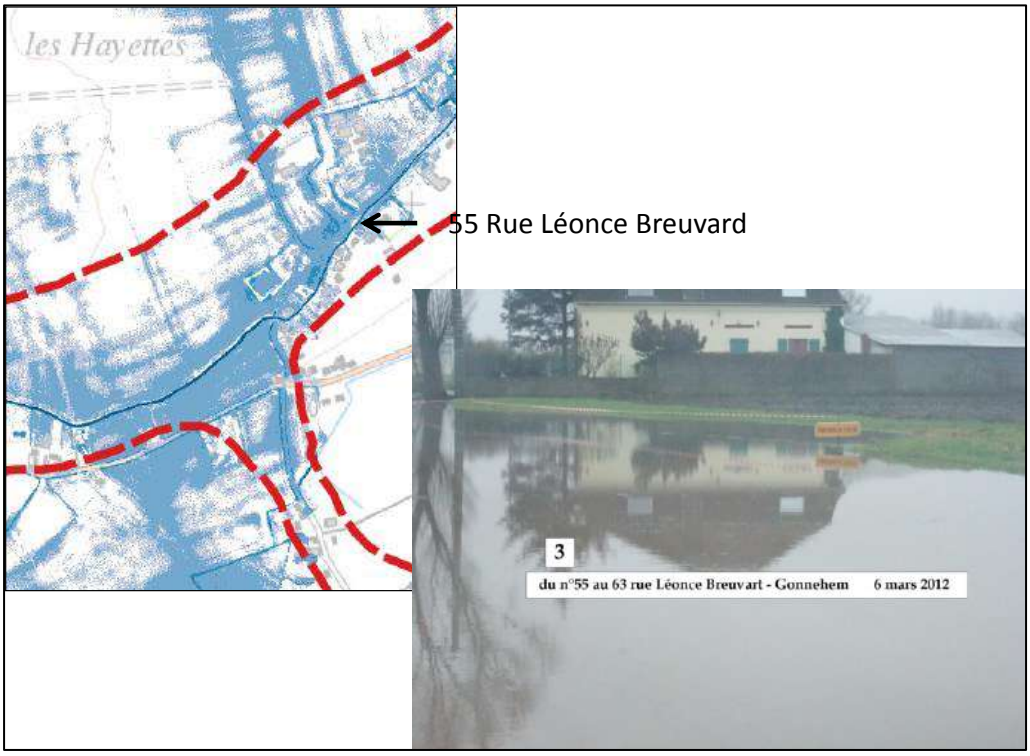


Figure 14 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue Breuvard

Figure 15 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem, rue de Bellerive

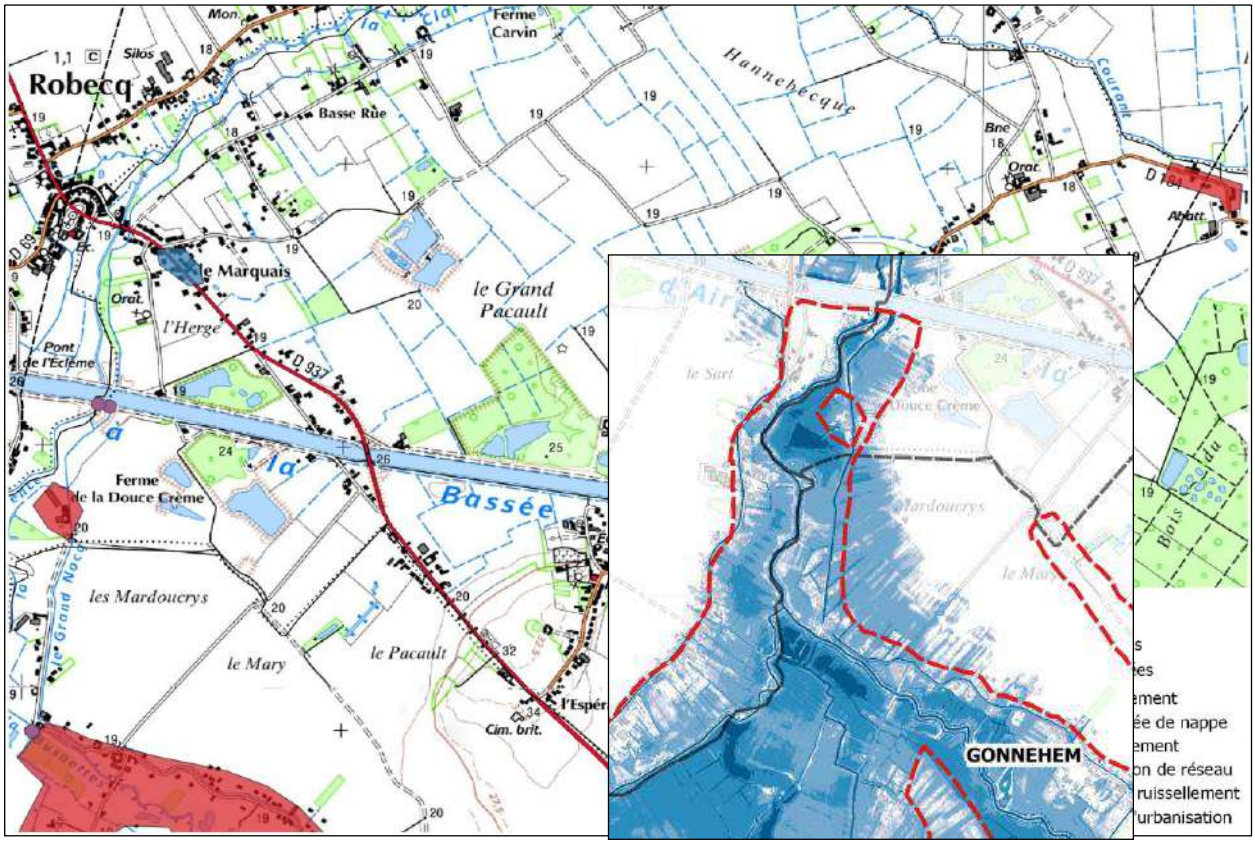
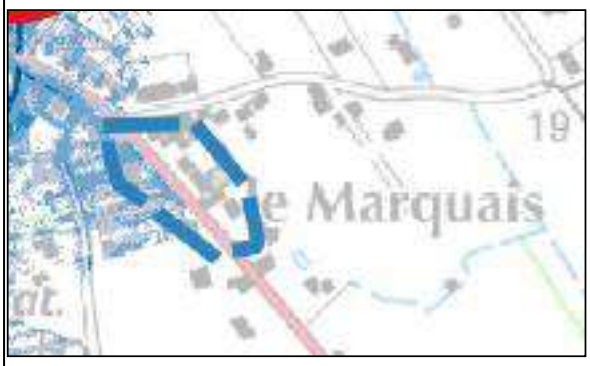


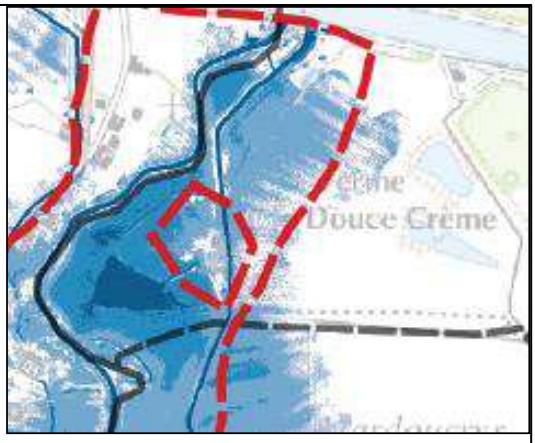
Figure 16 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Gonnehem

2.12 Commune de Mont Bernanchon

Les inondations concernent les pâtures principalement. On note la présence d'eau vers le Marquais et en bordure du grand bâtiment de la ferme de la Douce Crème (conforme aux enquêtes).



Le Marquais : eau dans les sous sols



Inondation du poulailler de la ferme de la Douce Crème

Figure 17 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Mont Bernanchon

2.13 Commune de Robecq

D'après les enquêtes, la commune de Robecq souffre principalement des crues de la Busne avec l'inondation de caves (Basse Rue et rue de Lalleau). La crue de référence inonde les deux rues. Sur Robecq, le lit majeur est inondé, en cohérence avec les évènements vécus.

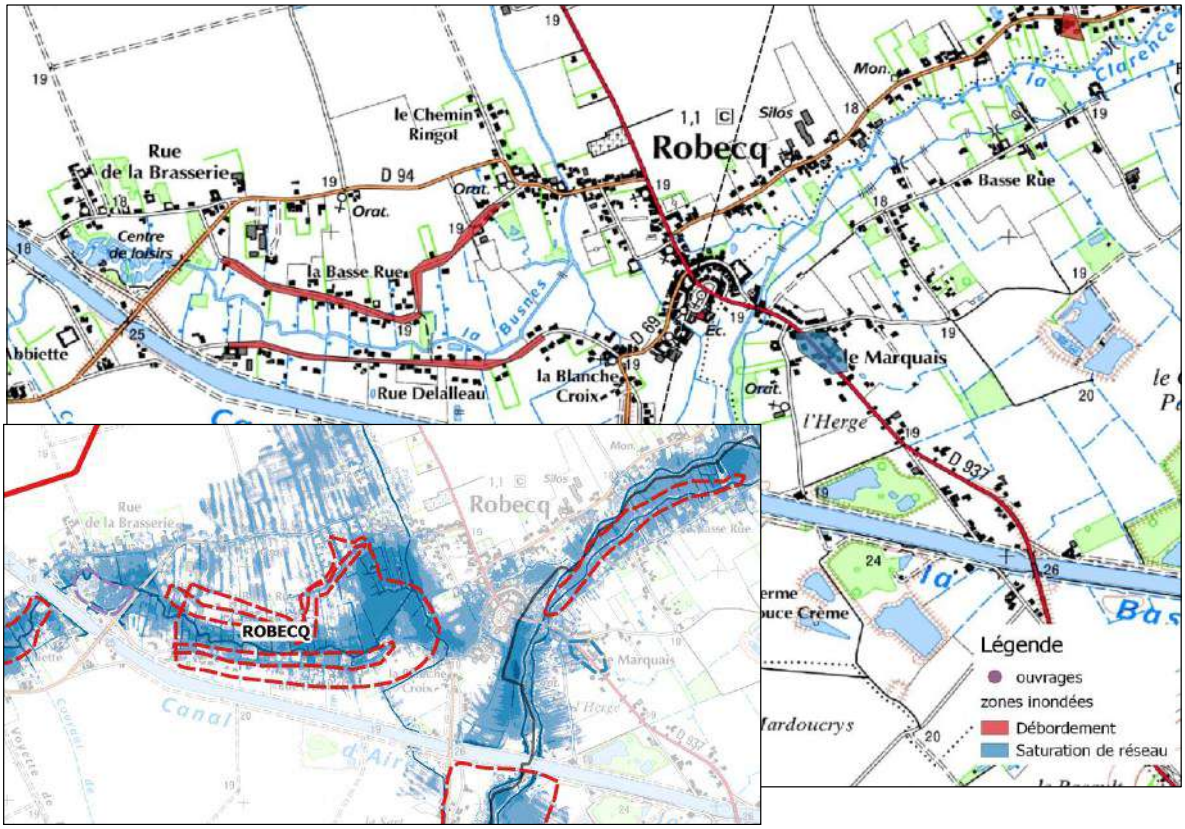


Figure 18 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Robecq

2.14 Commune de Calonne sur Lys

Les pâtures en amont du bourg sont largement inondées. La Place jusqu'au carrefour de la rue de Merville est inondée. La plaine entre le Grand Nocq et la Clarence est inondée, coupant la Neuve voie.

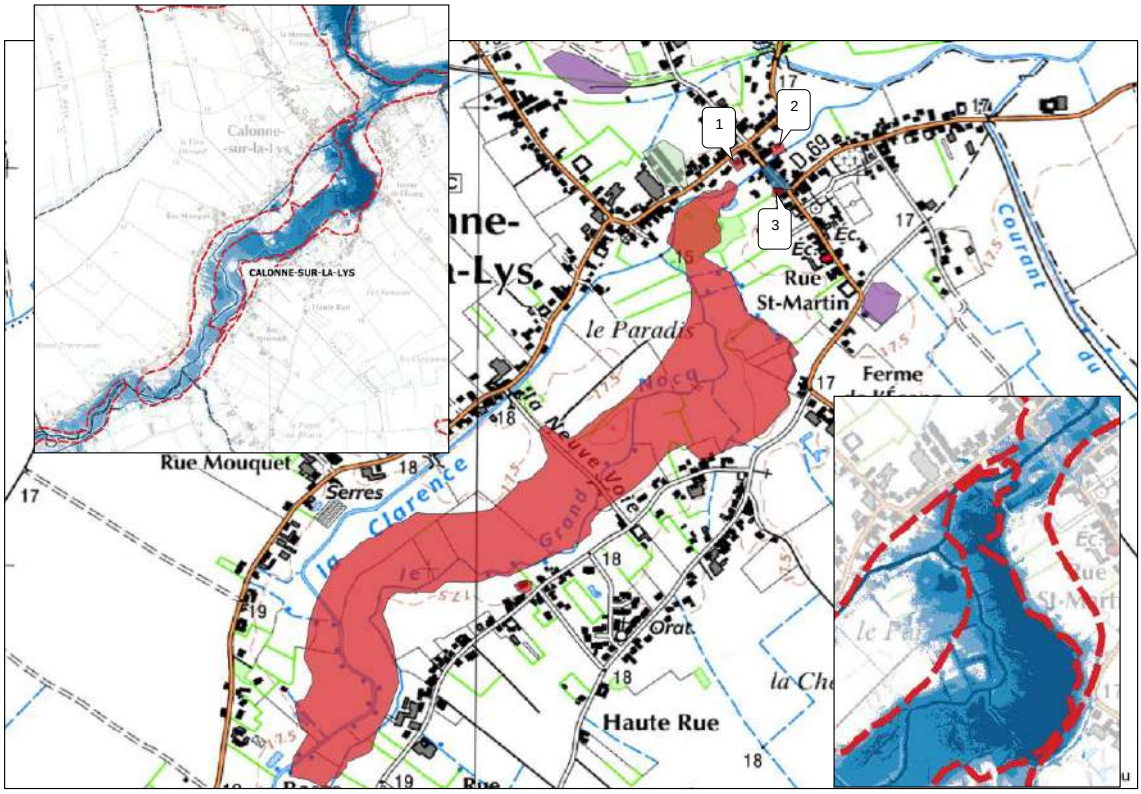


Figure 19 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Calonne-sur-la-Lys

2.15 Commune de Lillers

La commune de Lillers a connu en 1999 des ruptures de digues, ce qui explique les différences de zone inondée entre la crue de référence et la crue de 1999.

On retrouve les inondations sur Manqueville ainsi que le long du Rimbert sur Bas et Haut Rieux.

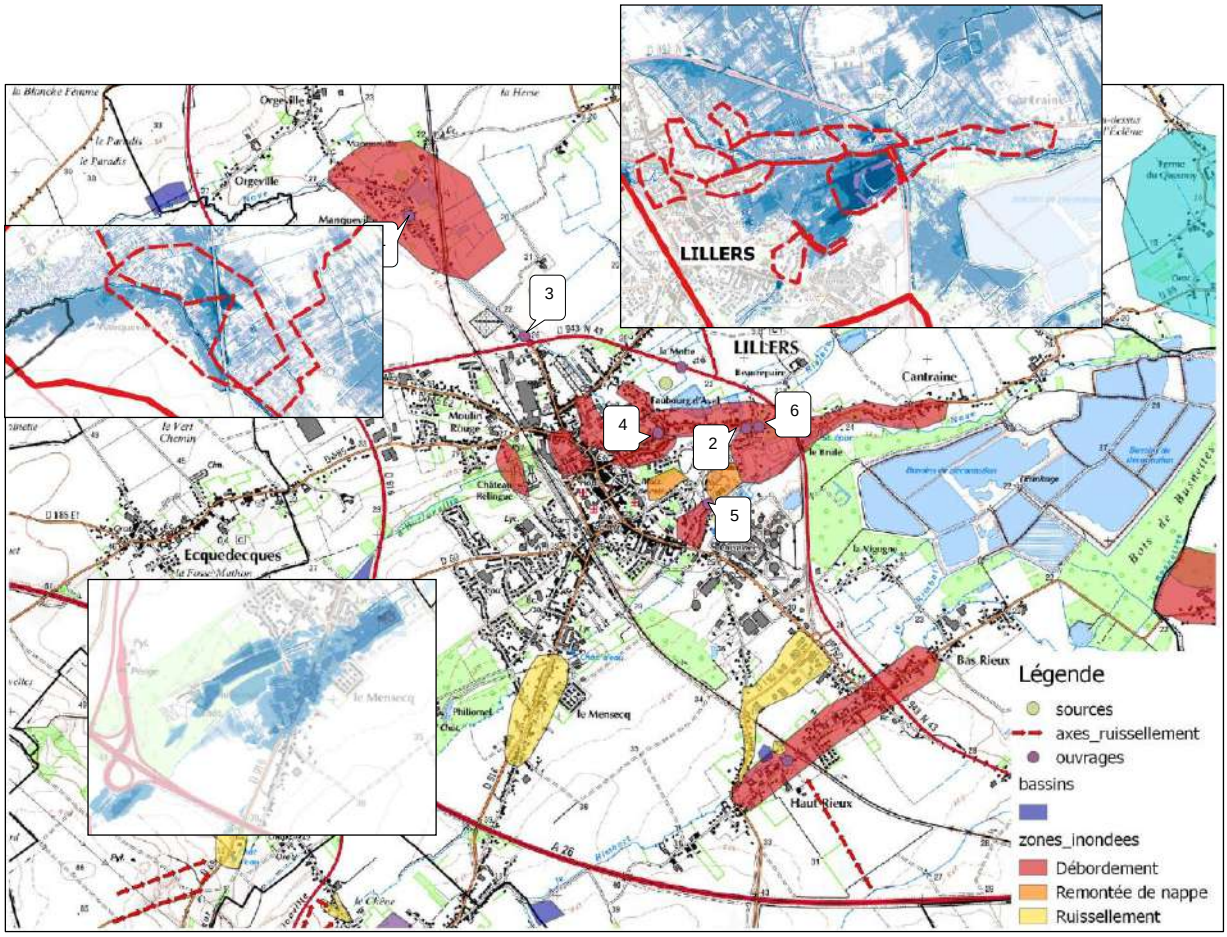


Figure 20 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lillers

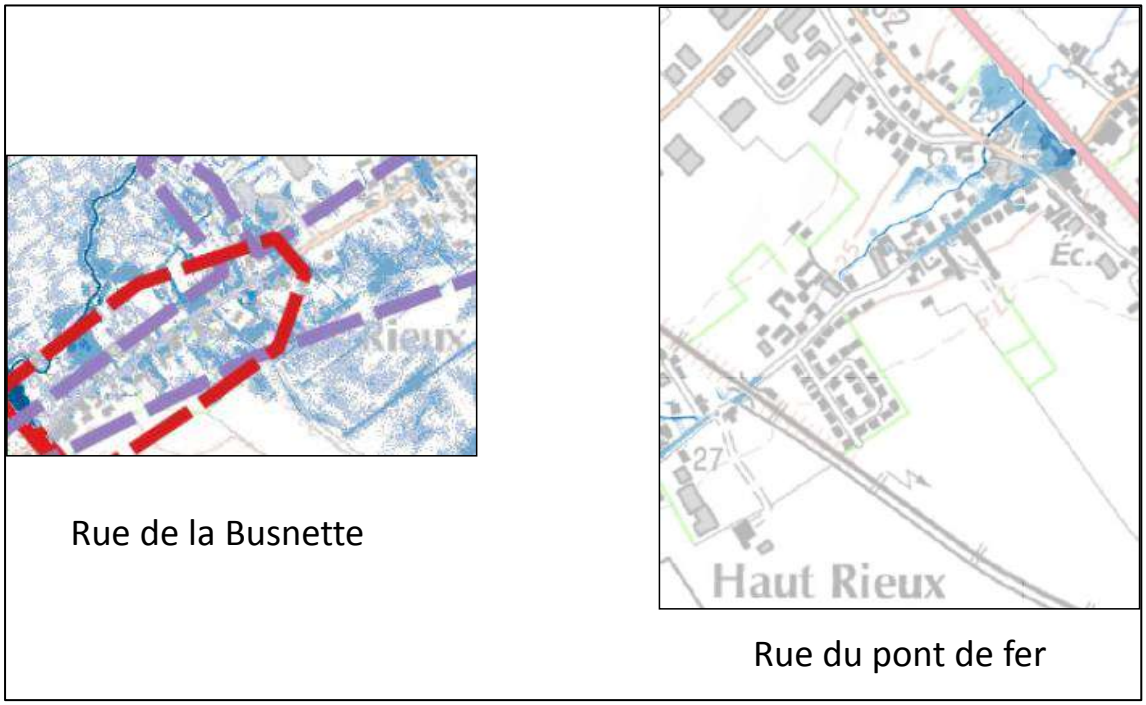


Figure 21 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lillers, Rue de la Busnette et rue du pont de fer

2.16 Commune de Bourecq

D'après les enquêtes, la Nave déborde en amont du centre de la commune, au niveau de l'ancienne voie de chemin fer et s'écoule à travers des terres agricoles pour rejoindre la rue principale. La rue du Marais est principalement inondée.

La simulation de la crue de référence met bien en évidence ces phénomènes.

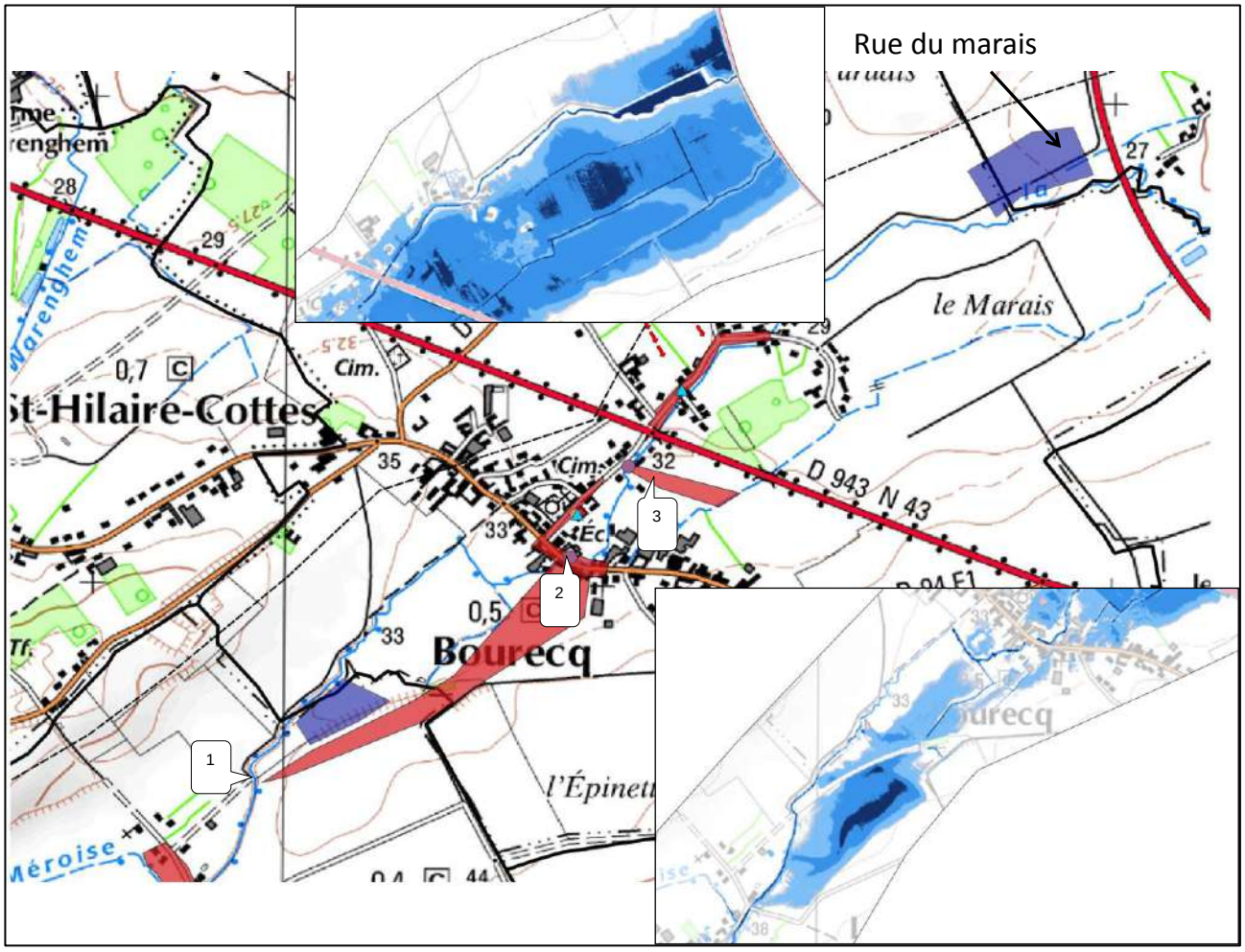


Figure 22 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Bourecq

2.17 Commune de Burbure

Burbure est touchée en amont de la rue du Cavin (rue du Bois Rimbert) et à l'aval en continuité avec la rue du Cavin (par le réseau d'assainissement, rue des Poulains). La simulation montre une forte inondation de la rue du Bois Rimbert tandis que la rue du Cavin est inondée. Le réseau pluvial fait que les eaux s'écoulant sur la rue du Cavin inondent la rue des Poulains. Il ne s'agit pas d'un débordement de la rivière à l'aval du pont.

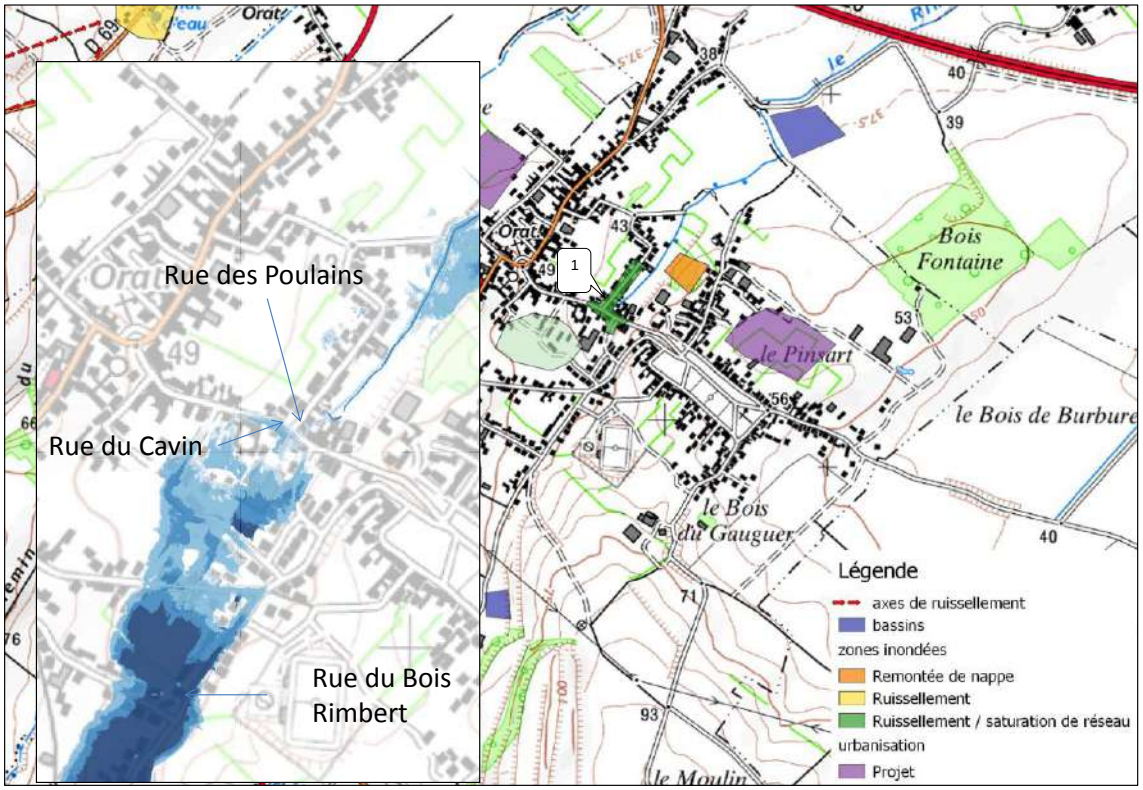


Figure 23 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Burbure

2.18 Commune d'Allouagne

Allouagne a été touchée par des épisodes orageux mais aussi par la crue de 1999. Les orages restent les plus dommageables. Le passage de la crue de référence montre des zones inondées dans la partie aval le long de la route en accord avec les enquêtes. Le centre bourg est par contre très faiblement touché ; le ruissellement est responsable de ces inondations relatées.

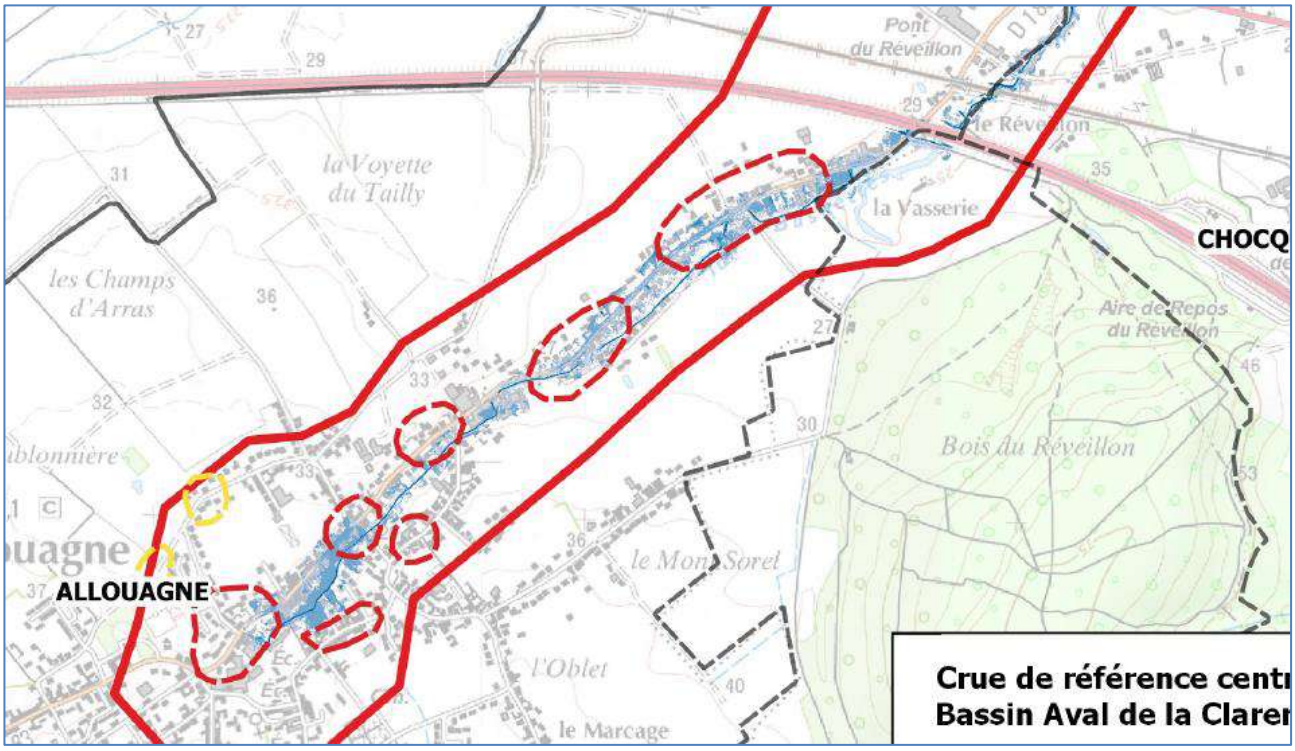


Figure 24 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune d'Allouagne

2.19 Commune de Nédonchel

La commune de Nédonchel a été touchée lors de la crue de 1999. Ce sont principalement les routes qui sont touchées. Le modèle ne rend pas compte du ruissellement sur la route (ruissellement se propageant vers l'aval par la route). C'est un processus particulier qu'il y aura lieu de prendre en compte pour la cartographie finale de l'alea. Le débordement à l'aval du bourg en particulier se propage par la route jusqu'à Nédon.

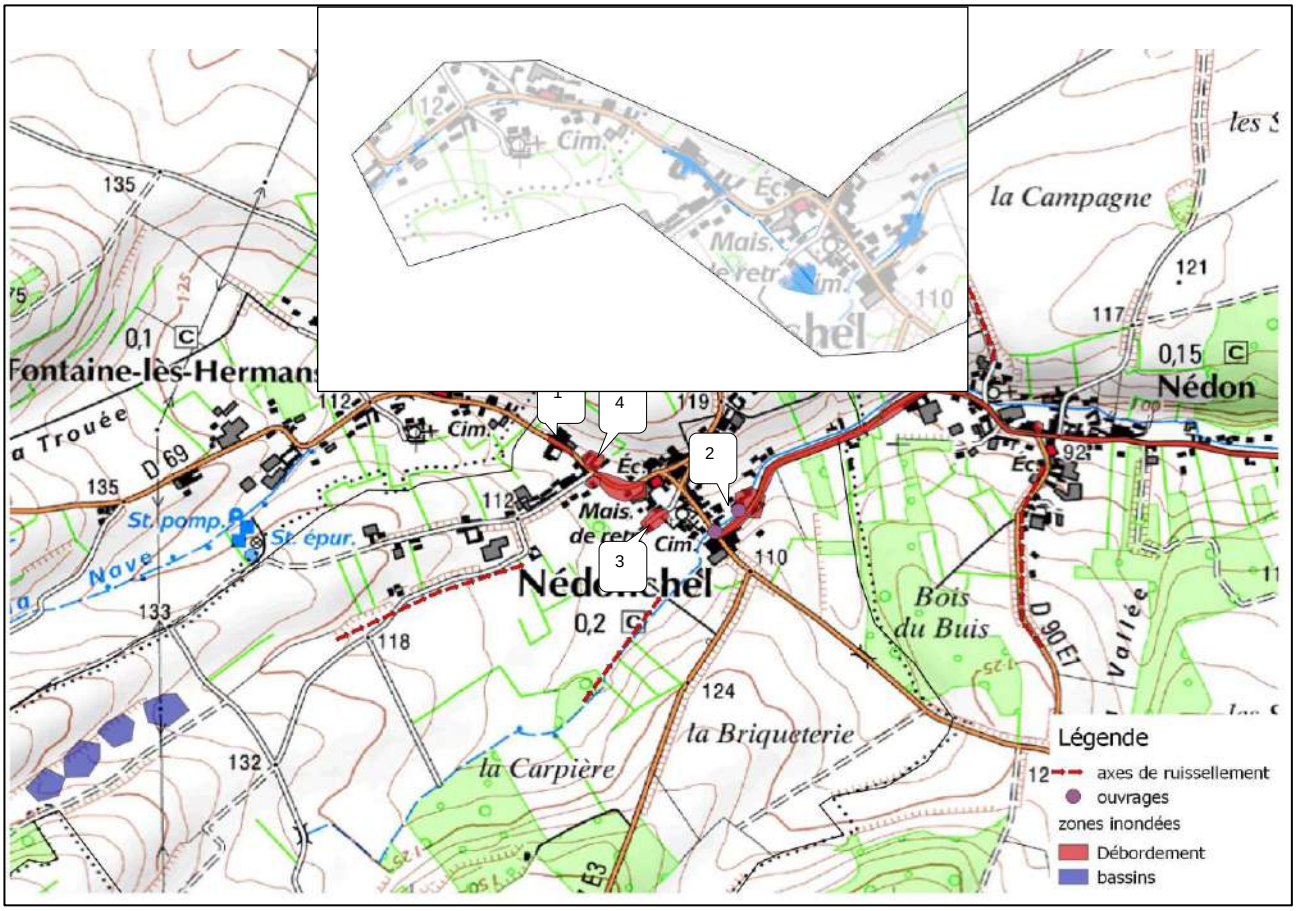


Figure 25 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Nédonchel

2.20 Commune de Nédon

La route principale a été inondée en 1999.

La crue de référence dépasse les observations de 1999 en inondant les terrains autour de la route.

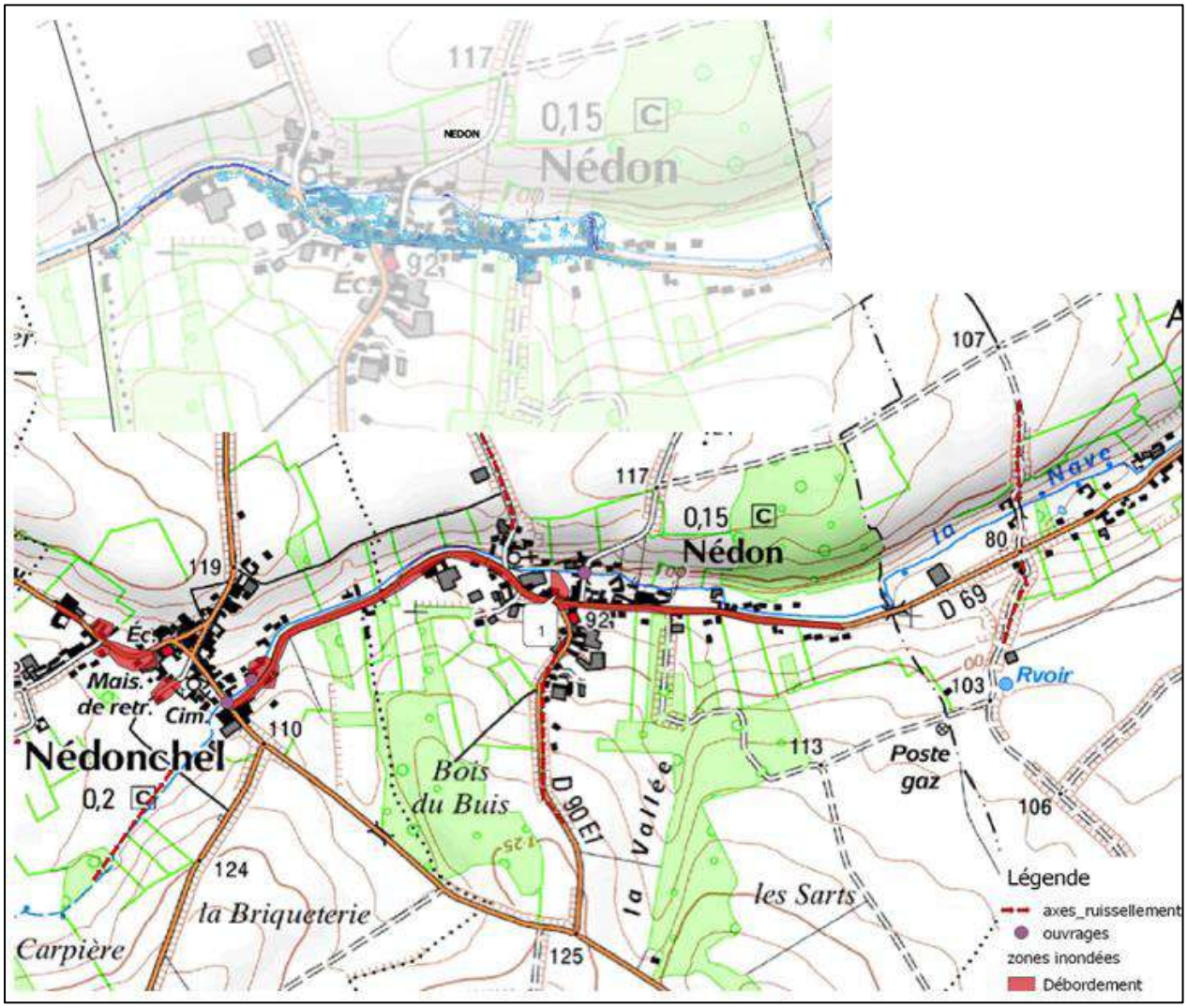


Figure 26 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Nédon

2.21 Commune de Amettes

Il existe un moulin qui provoque un débordement sur la route. Par la route les maisons à proximité sont inondées. Ce n'est pas le débordement de la Nave qui a provoqué l'extension des eaux telle qu'elle apparaît sur les cartes de contour d'inondation de 1999. On ne peut cependant expliquer l'inondation de rive gauche de la Nave entre le moulin et l'oratoire.

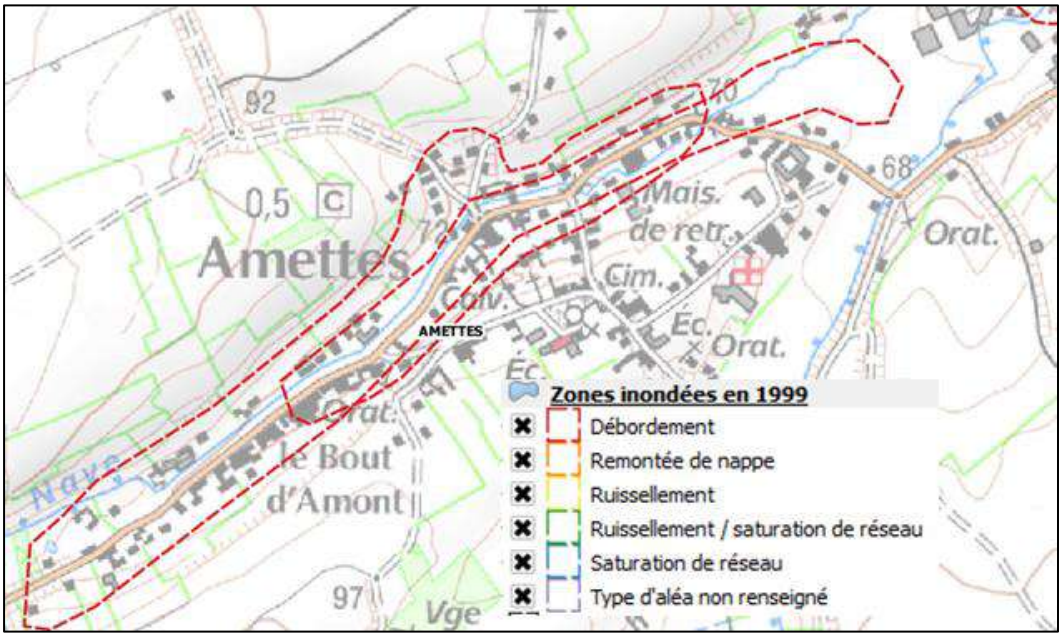


Figure 27 : Cartographie des zones inondées en 1999 sur la commune d'Amettes

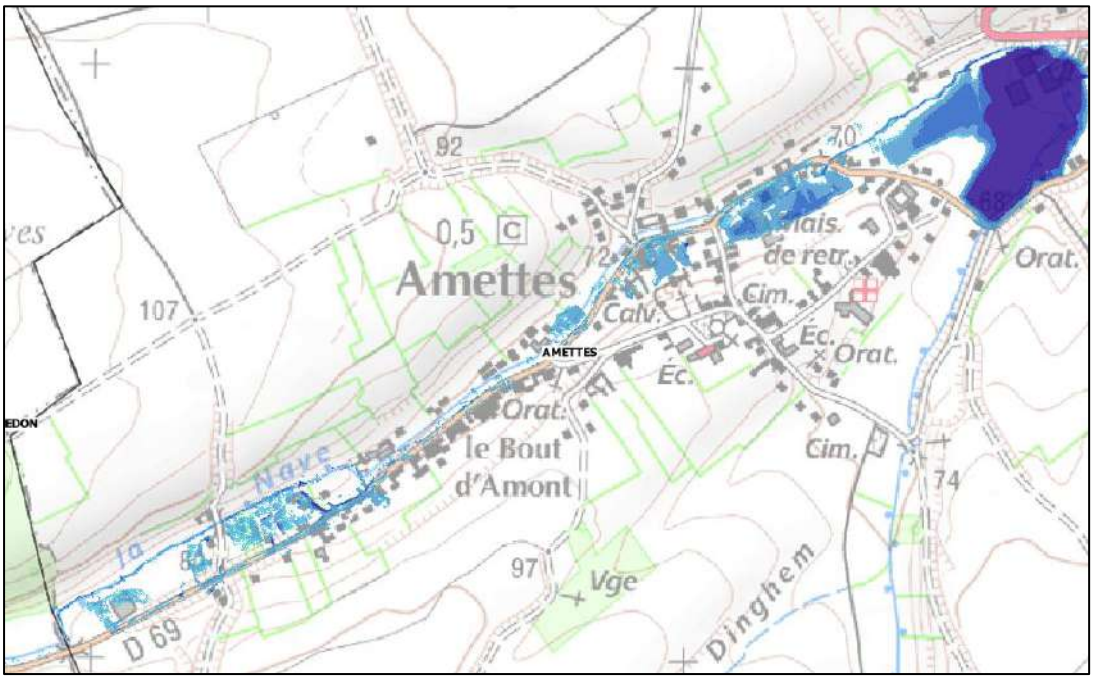


Figure 28 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune d'Amettes

On constate à l'aval une limite de zone inondée de 1999 s'arrêtant de manière surprenante. Le modèle simule plutôt une zone d'accumulation en amont de l'ouvrage de franchissement de la route.

2.22 Commune de Ames

La crue de référence inonde les terrains le long du cours d'eau en débordant sur la route. Globalement, les zones inondées en 1999 sont concernées.

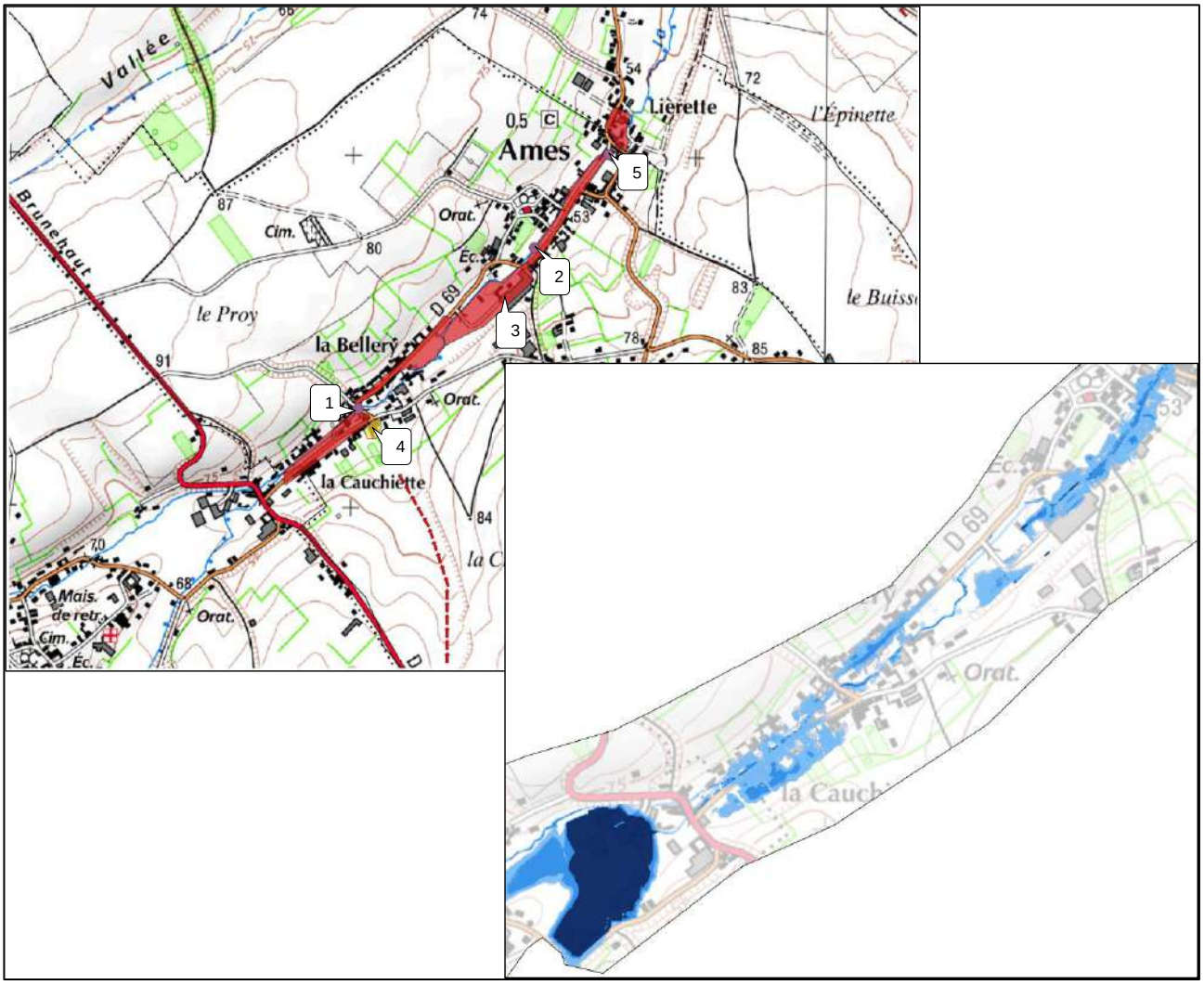


Figure 29 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune d'Ames

2.23 Commune de Lières

Si la simulation de la crue de référence provoque bien des inondations au droit du premier pont il n'en est pas de même au niveau du second (rue de Lillers). Les ouvrages sont de tailles réduites puisque nous sommes en tête de bassin et peuvent être facilement obstruées partiellement par des embâcles. L'ouvrage aval par exemple est une voûte de hauteur au sommet de 1,40 mètre.

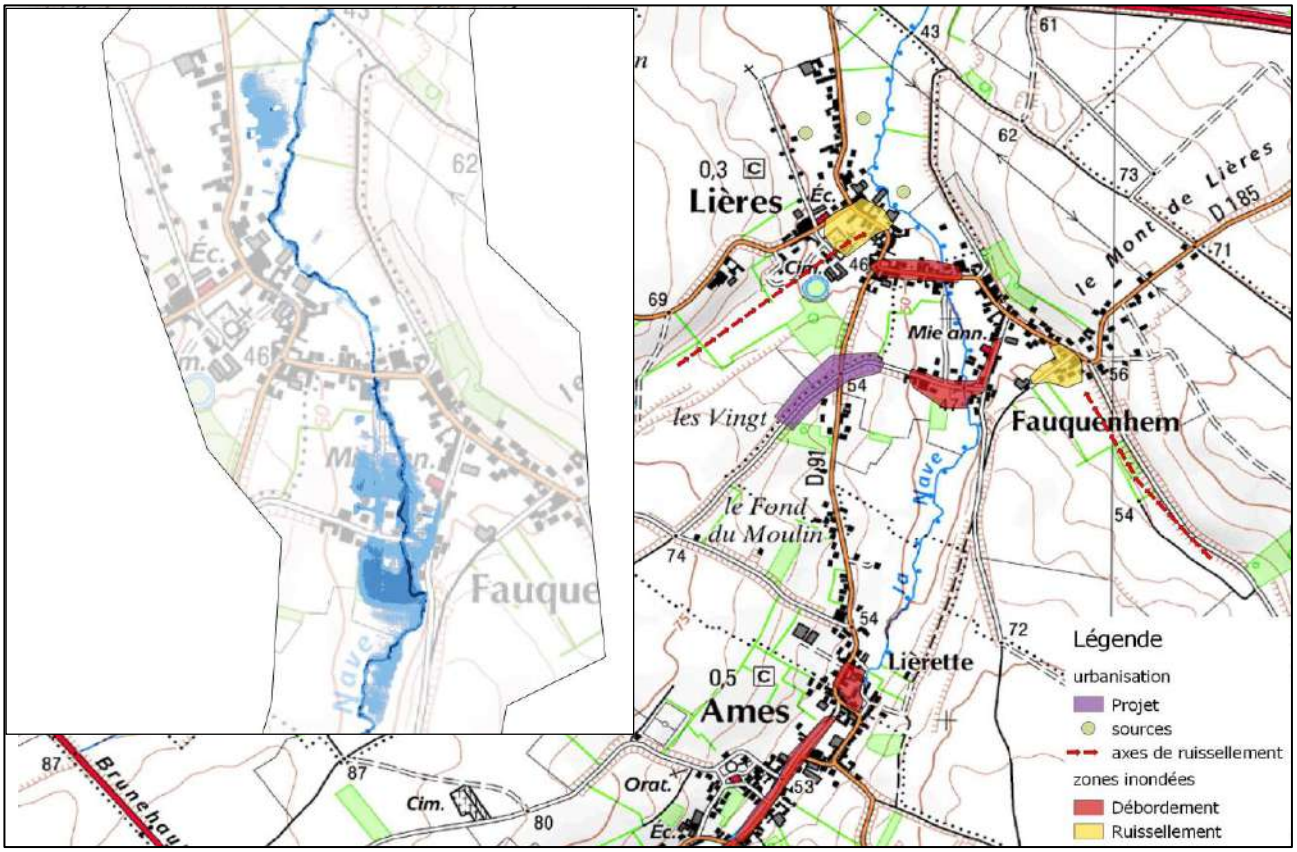


Figure 30 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lières

Un dalot passe sous les maisons dans le hameau de Liérettes. Ce dalot était très encombré en 2005. Cet encombrement explique les différences entre observations et zones inondées par la crue de référence.

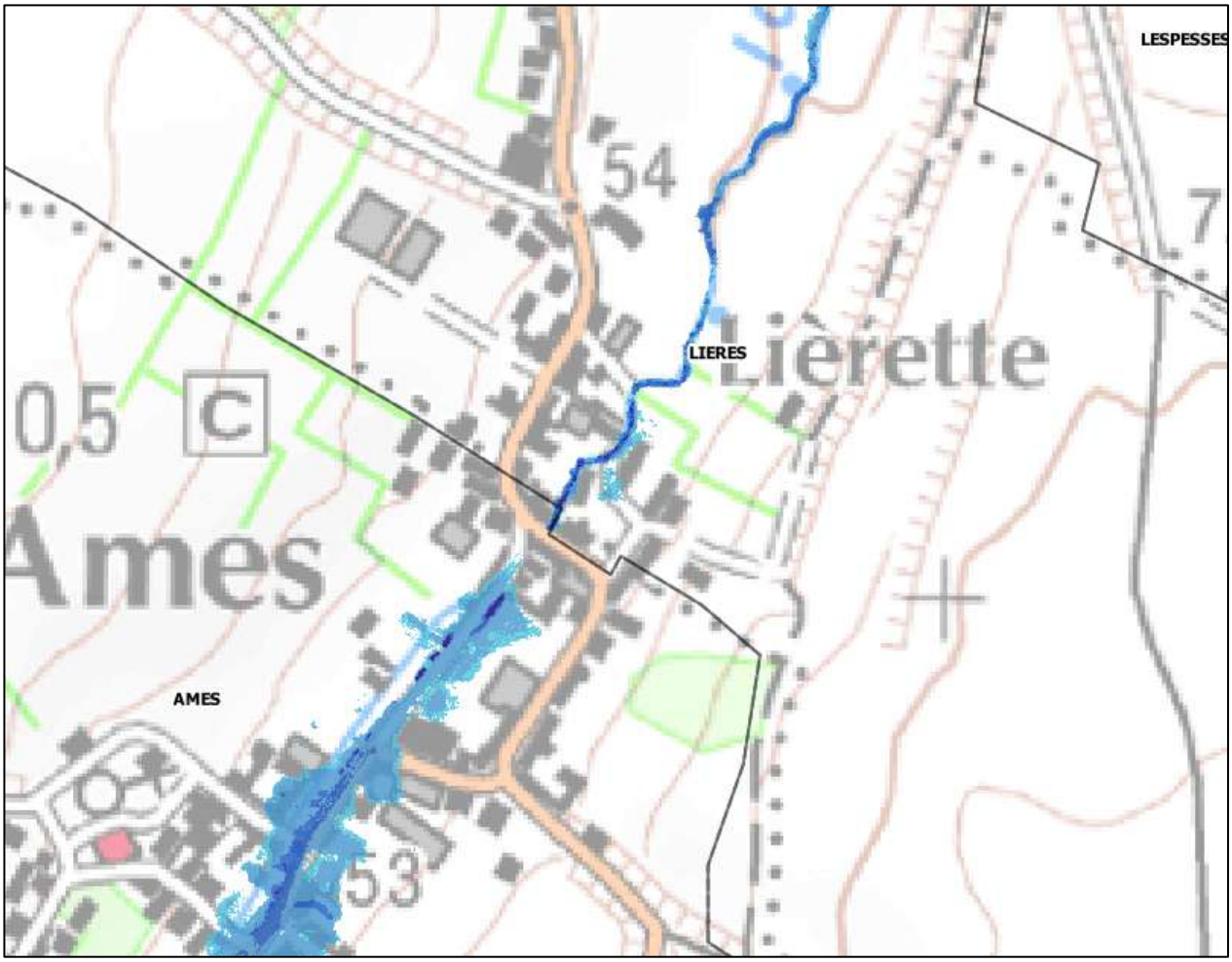
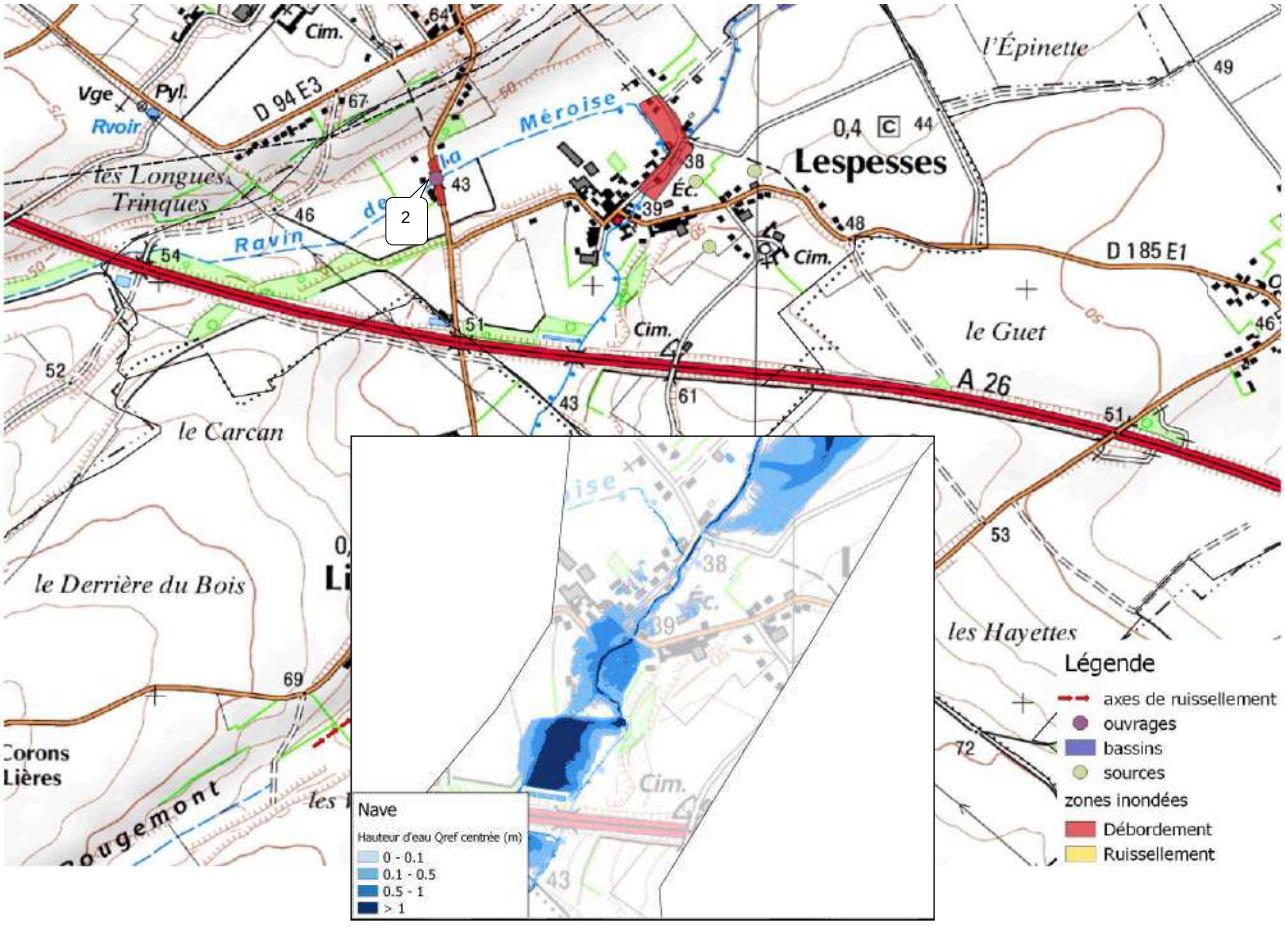


Figure 31 : Cartographie de l'évènement de référence sur la commune de Lières – dalot de Liérette encombré en 2005 provoquant des inondations– faible inondation pour l'évènement de référence

2.24 Commune de Lespesses

Le modèle simule une inondation de zones habitées plus en amont de la confluence avec la Méroise. Différents tests réalisés sur la perte de charge à la confluence ne permettent pas d'expliquer les inondations recensées.


Cim.
Vge
Pyl.
Rvoir
D 94 E3
Méroise
Ravin
les Longues
Trinques
2
Lespesses
0,4
Éc.
l'Épinette
D 185 E1
le Guet
A 26
le Carcan
le Derrière du Bois
les Hayettes
Corons
Lières
Nave
Hauteur d'eau Qref centrée (m)
0 - 0.1
0.1 - 0.5
0.5 - 1
> 1
Légende
axes de ruissellement
ouvrages
bassins
sources
zones inondées
Débordement
Ruissellement

2.25 Récapitulatif

Le tableau ci-après présente une synthèse des différences entre les zones inondées issues de la simulation et celles issues des enquêtes pour les communes de la Clarence et du Grand Nocq:

Commune	différences	Interprétation et commentaires
Bours	-	Ruissellement
Marest	Conforme aux enquêtes	Ruissellement à prendre en compte pour les talwegs
Pressy	-	ruissellement
Sachin	Conforme aux enquêtes	Ruissellement à prendre en compte pour les talwegs
Pernes	Non inondation des rues du Guilt, de la Gare, des Prés	Embâcles aux vannes non pris en compte – influence sur 800 mètres en amont
Floringhem	-	Ruissellement
Camblain Châtelain	Conforme – touche certaines limites de la zi de 99 matérialisée	Conforme à la précision des limites de la zi 99 près
Calonne Ricouart	Conforme aux incertitudes sur la zi de 1999 près	Incohérence des limites de la zi de 1999 Ajouter partie de ruissellement provenant du sud Est
Marles les Mines	Non inondation de la rive gauche	Rehausse de la digue d'1 mètre/1999
Lapugnoy	Conforme, inondation légèrement supérieure à 1999	
Auchel	-	Réseau pluvial+ruissellement
Lozinghem	-	Peu touchée
Allouagne	Explique en partie les inondations	Ruissellement prépondérant
Labeuvrière	Conforme avec extension (continuité de l'inondation entre Lapugnoy et Labeuvrière	

Commune	différences	Interprétation et commentaires
Chocques	Conforme	
Vendin	conforme	Peu touchée
Oblinghem	conforme	Peu touchée
Gonnehem	Globalement conforme – moindre inondation du quartier Bellerive	Non prise en compte des ruptures
Mont Bernanchon	Conforme	
Calonne sur la Lys	Conforme aux incertitudes de la zi de 1999 près	

Le tableau ci-après présente la même analyse pour le bassin versant de la Nave.

Commune	différences	Interprétation et commentaires
Aumerval	-	Ruissellement
Ferfay	-	ruissellement
Burbure	Plus grande inondation	ruissellement
Bailleul les Pernes	-	Peu touchée
Nédonchel	Tâches d'inondation conformes – routes principalement touchée	Ruissellement sur la route non simulée
Nédon	Léger dépassement de l'extension de 1999	
Amettes	Moindre inondation – conforme sur partie aval à partir du centre bourg	Zi de 1999 difficile à interpréter
Ames	conforme	
Lières	Moindre inondation	Embâcles avérés en 2005 – expliquent les différences
Lespesses	Inondations plus en amont que le	Pas d'explication des inondations

Commune	différences	Interprétation et commentaires
	secteur identifié par les enquêtes	au droit de la confluence avec la Méroise sauf embâcles sous le pont
Fontaine les Hermans	-	Peu touchée
Westrehem	-	Peu touchée
Auchy aux Bois	Pas d'inondation par la Méroise	ruissellement
Bourecq	conforme	
Ecquedecques	Pas d'information par enquêtes	Peu touchée
Lillers	Moindres inondations dans les secteurs avérés de rupture	Ruptures en 1999

3 EFFET DES RUPTURES SUR LA ZONE INONDEE

3.1 Rupture sur la Clarence à Marles-les-Mines – SC1 CLARENCE

La figure ci-dessous illustre la situation de la brèche réalisée au droit du merlon en rive gauche au niveau de l'Eglise de Marles.

Figure 32 : Situation de la rupture du scénario SC1 Clarence

La rupture de digue provoque l'inondation de la cuvette où se situe l'église de Marles-les-Mines. Les habitations situées rue de l'Eglise sont également touchées. Les hauteurs d'eau varient entre 10 centimètres et 1 mètre.

L'influence de la rupture reste localisée et s'étend sur une distance d'environ 500 mètres en amont et 500 mètres en aval, accompagnée d'une diminution des cotes d'eau entre 0 et 10 centimètres.

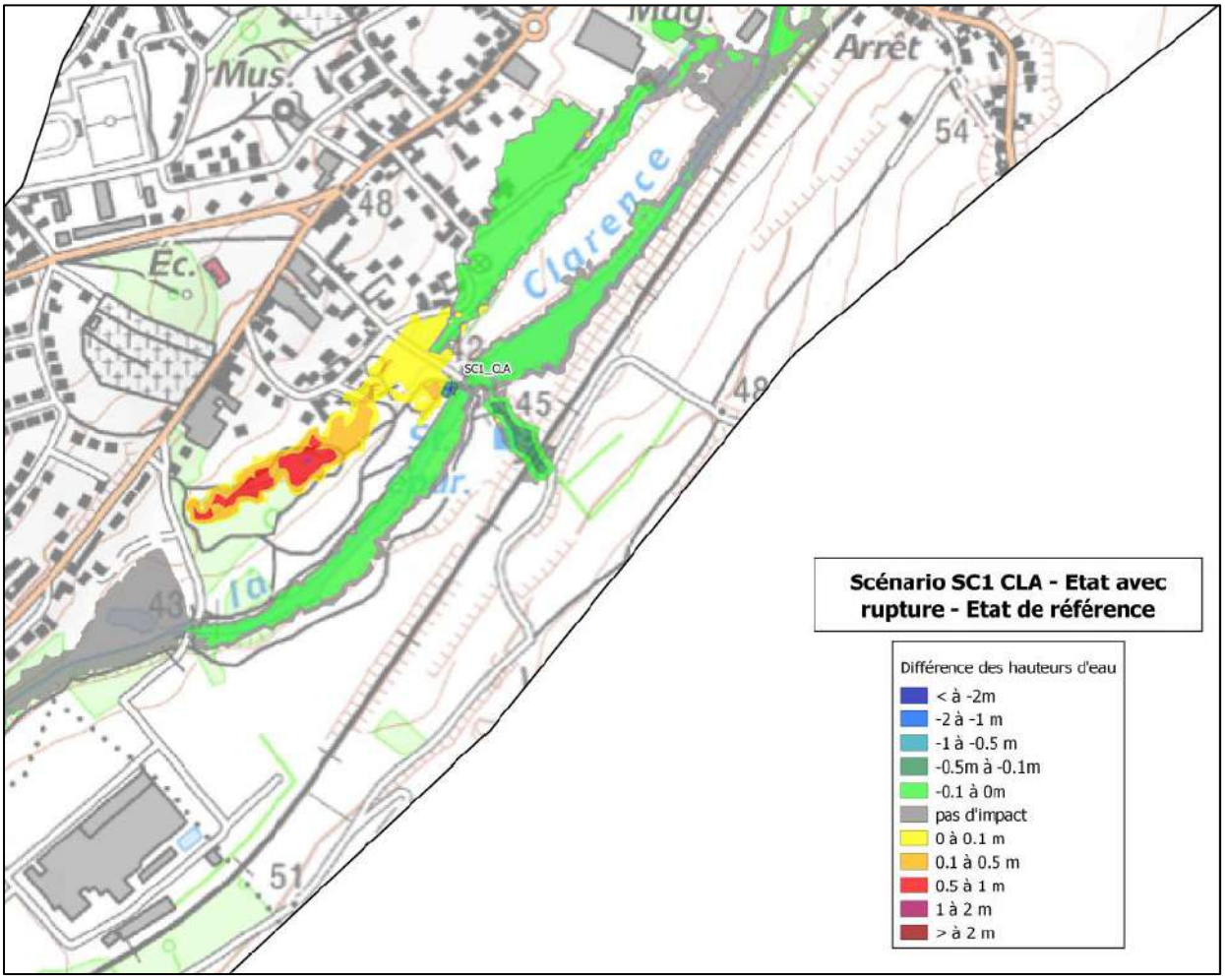


Figure 33 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC1 CLA

Il y a bien inondation du secteur inondé en 1999. La largeur de la brèche fait qu'un volume très inférieur passe lors de la crue ce qui explique les différences de hauteurs d'eau et d'extension avec 1999.

3.2 Rupture sur la Clarence au niveau de l'abbaye de Chocques – SC3 CLARENCE

La figure ci-dessous illustre la situation de la brèche réalisée au niveau de l'abbaye de Chocques. La brèche se situe en rive gauche, en amont immédiat du chemin qui franchit la Clarence.

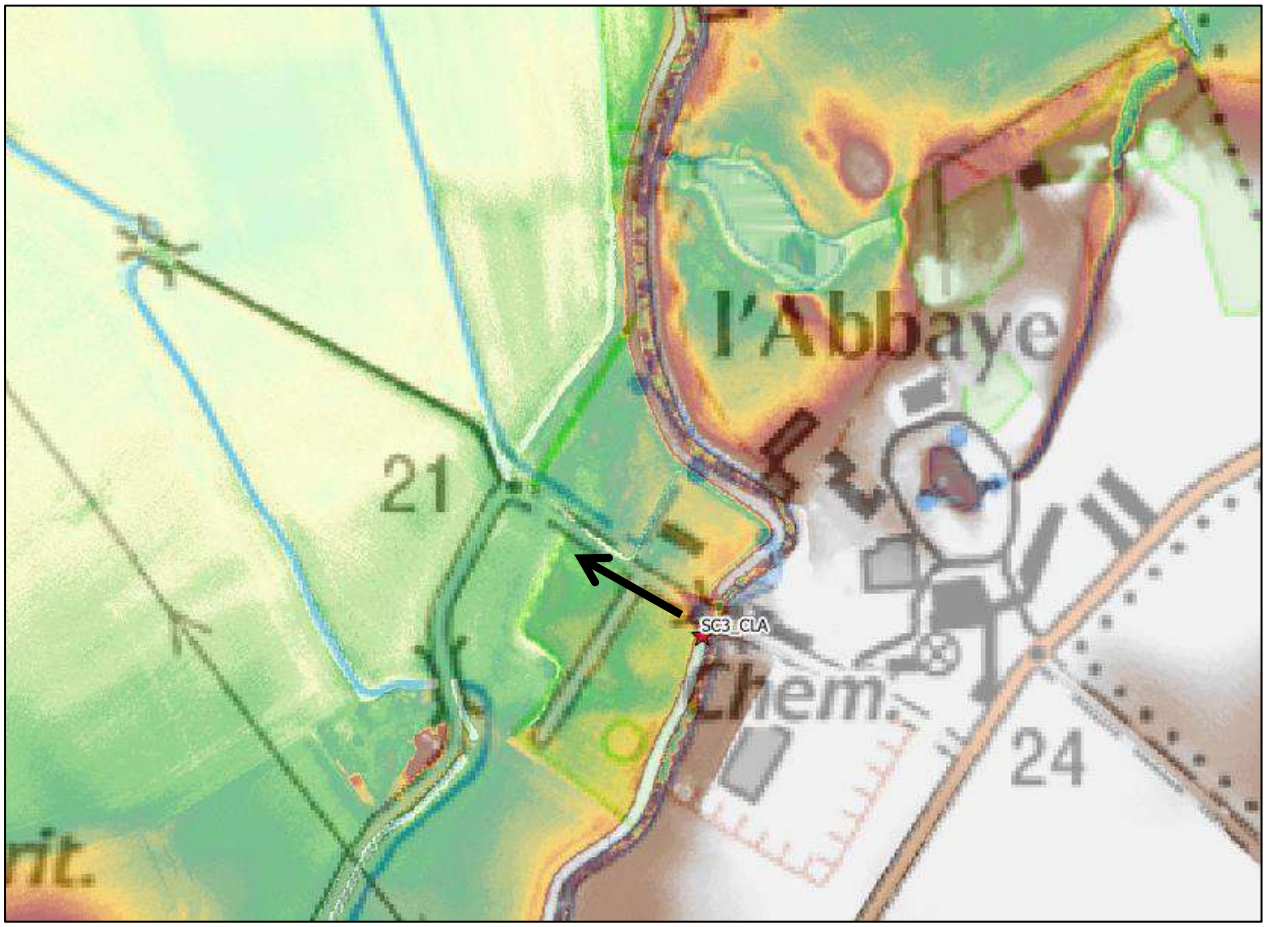


Figure 34 : Situation de la rupture du scénario SC3 Clarence

La rupture de la digue à l'abbaye de Chocques a pour effet d'augmenter les apports sur le Grand Nocq via la plaine du Decq. Les cotes d'eau y sont augmentées de 0 à 50 centimètres. On constate que la brèche permet le laminage de la crue et une moindre inondation dans la partie aval (Robecq, Calonne sur la Lys).

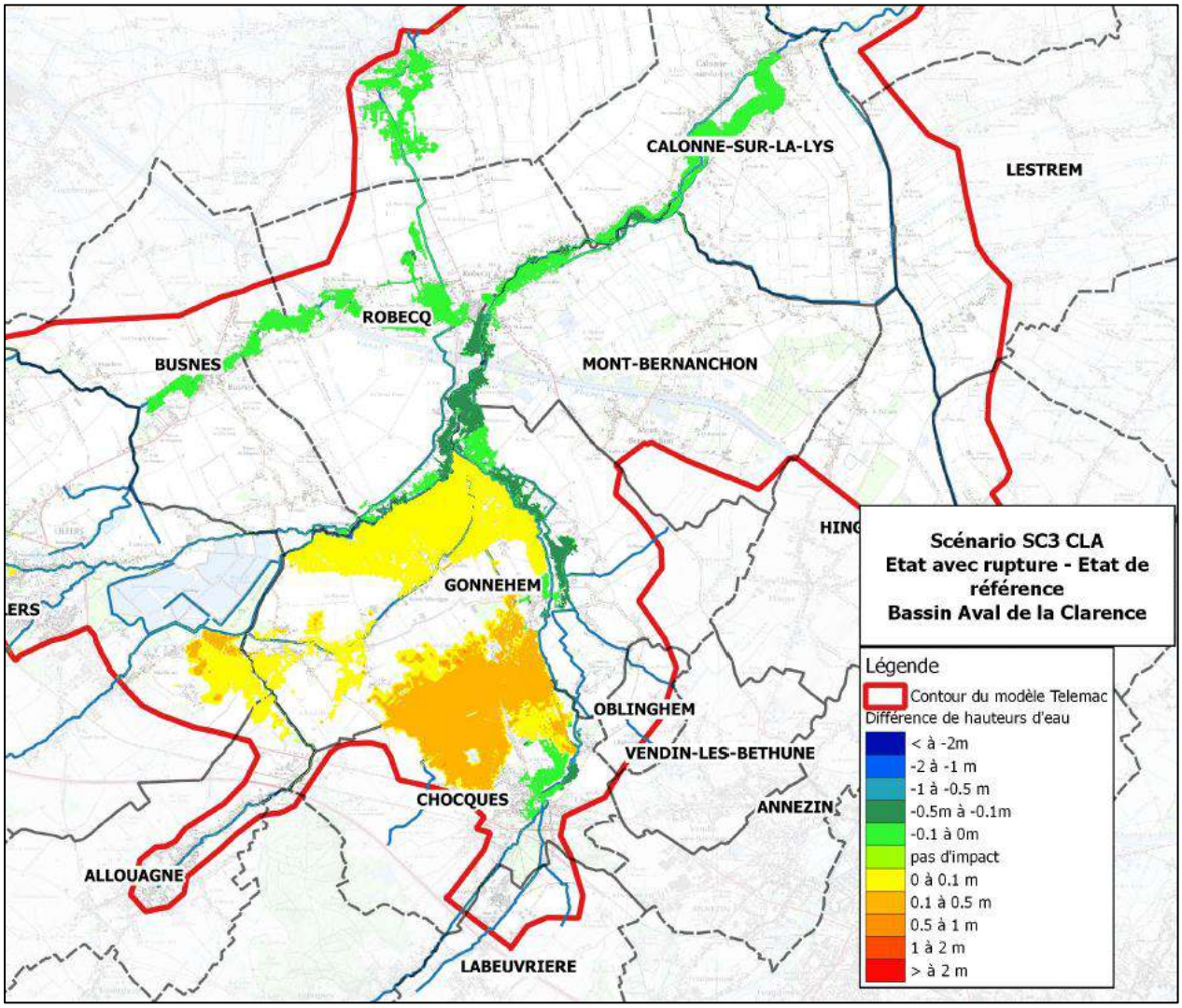


Figure 35 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC3 CLA

3.3 Rupture sur la Clarence en amont de Gonnehem – SC4 Amont CLARENCE

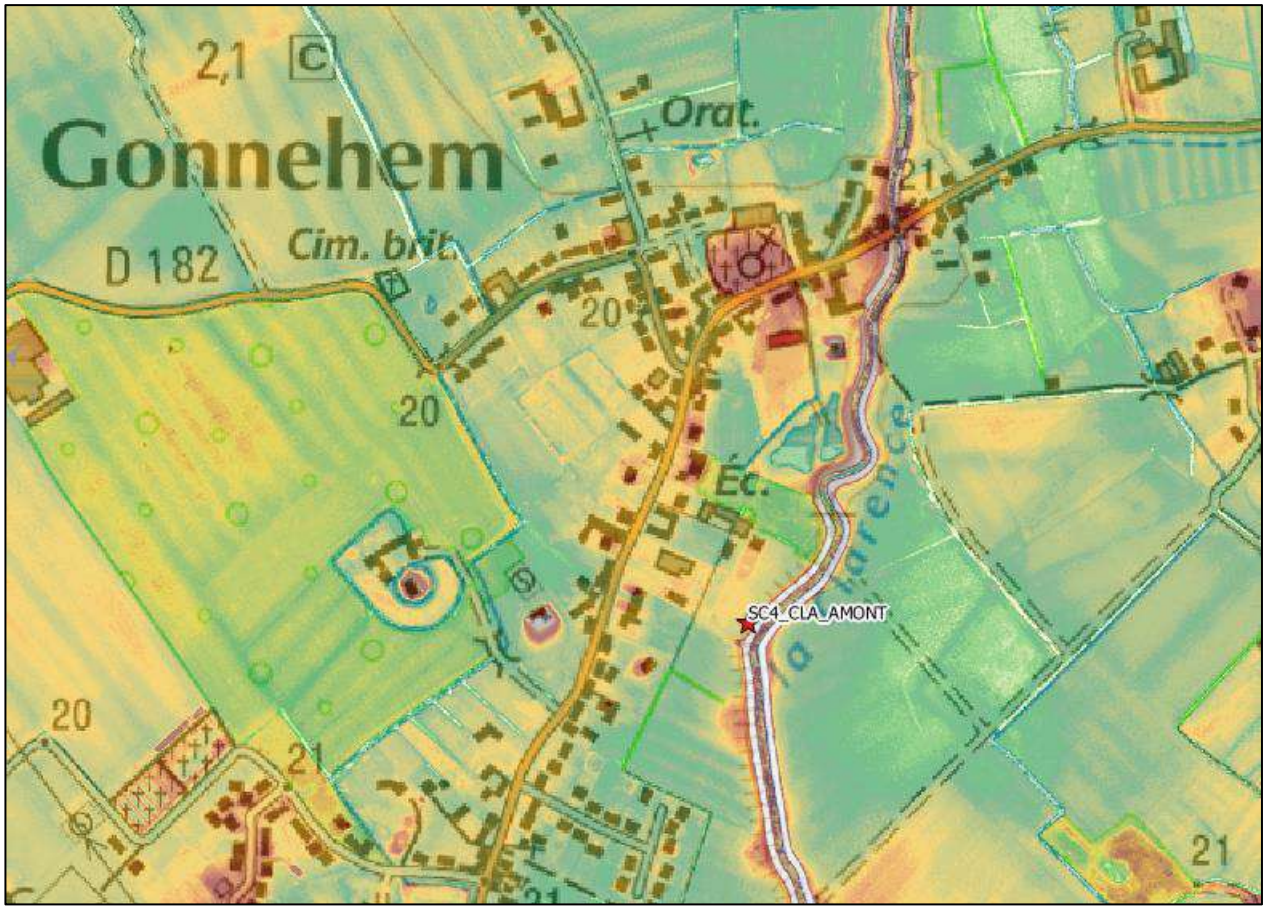


Figure 36 : Situation de la rupture du scénario SC4 Amont Clarence

Les hauteurs d'eau sur Gonnehem sont significativement augmentées.

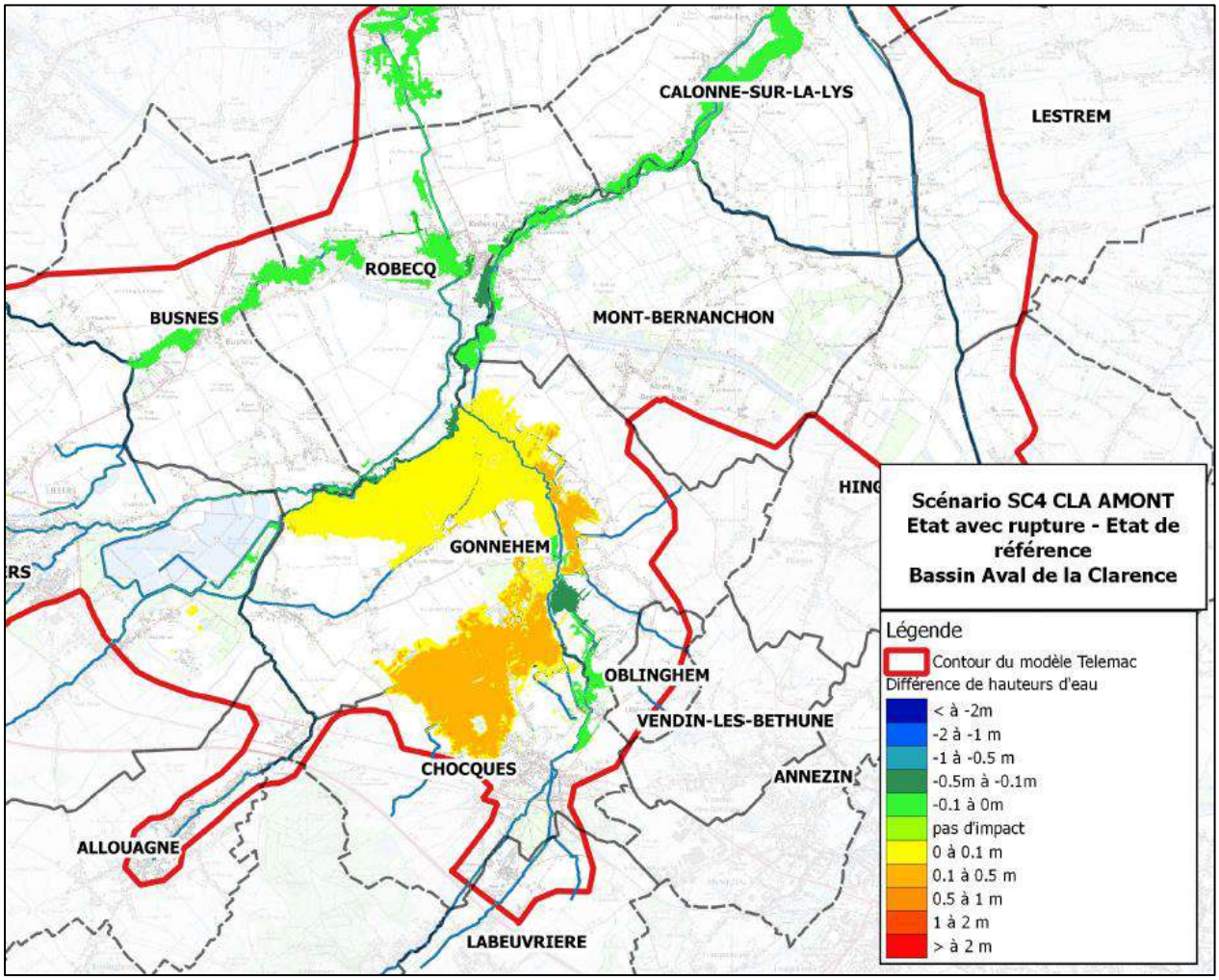


Figure 37 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC4 AMONT CLA

3.4 Rupture sur la Clarence en aval de Gonnehem – SC4 Aval CLARENCE

Figure 38 : Situation de la rupture du scénario SC4 Aval larence

Le quartier de Bellerive est significativement plus inondé. La rupture engendre une augmentation des hauteurs d'eau jusqu'à Calonne sur la Lys. L'inondation de Bellerive est conforme aux résultats des enquêtes.

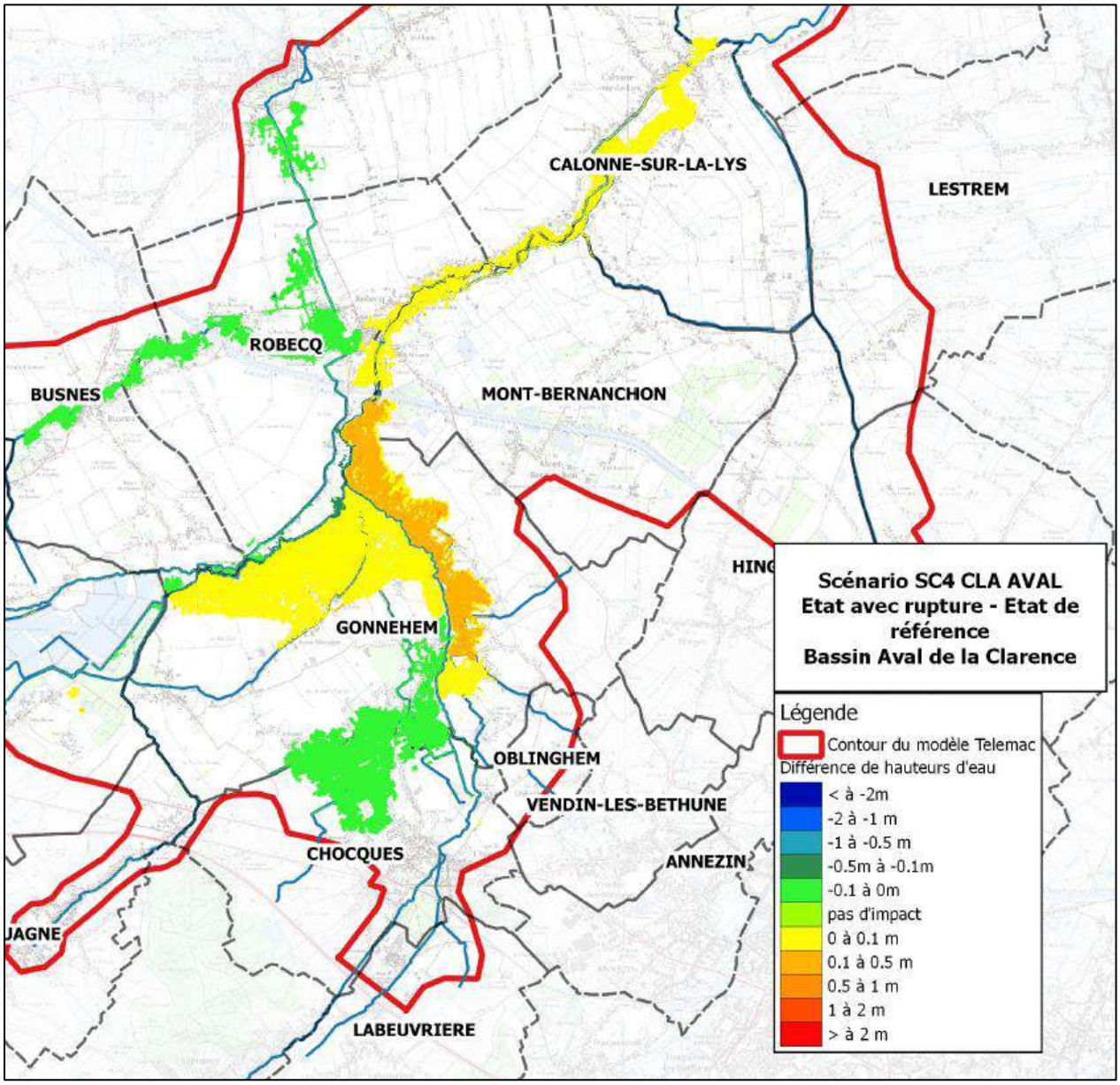


Figure 39 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC4 AVAL CLA

3.5 Rupture sur la Nave à Manqueville – SC1 NAVE

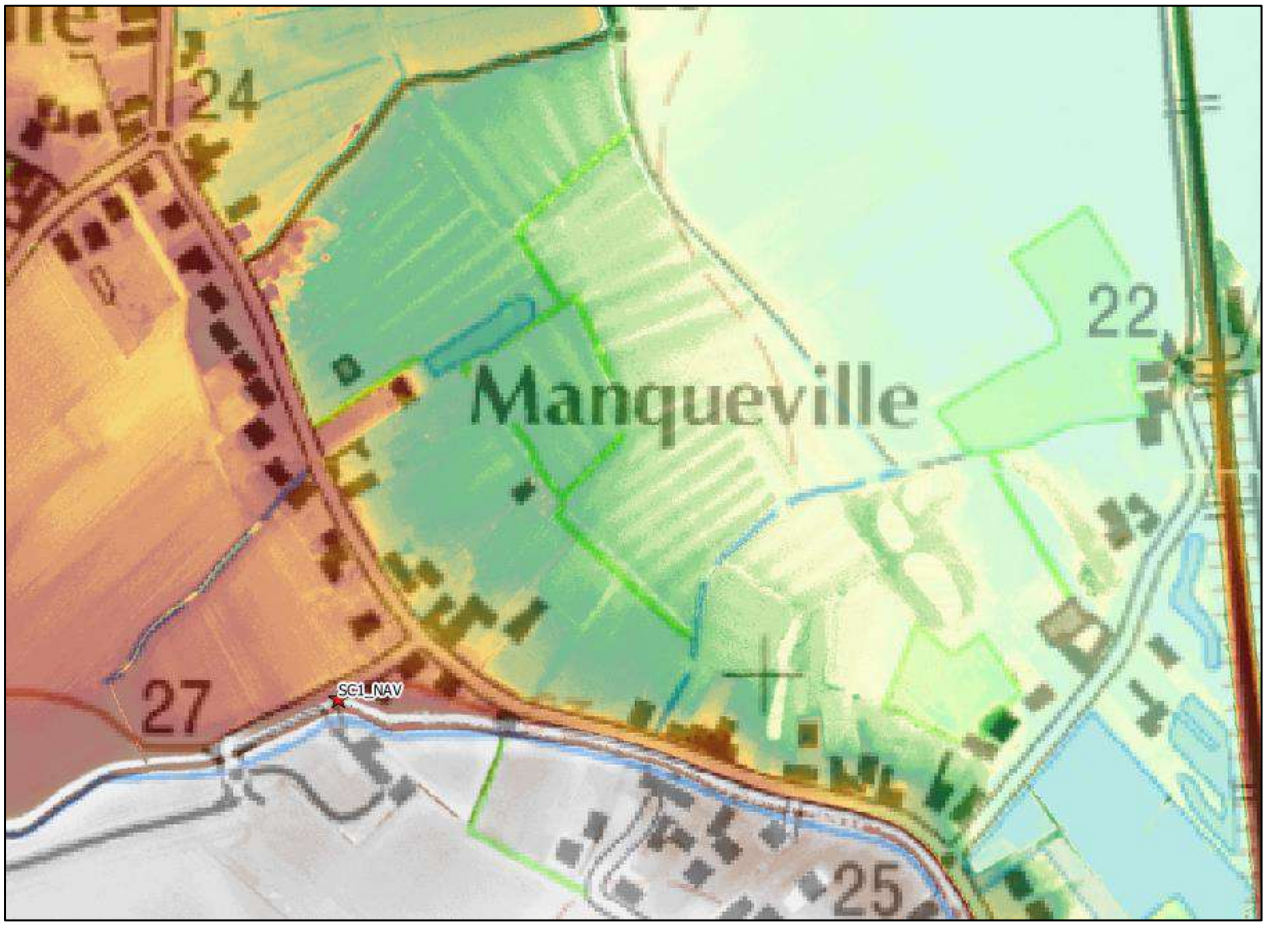


Figure 40 : Situation de la rupture du scénario SC1 Nave

La rupture explique les niveaux d'eau qu'on a pu rencontrer en 1999 sur la Busnes.

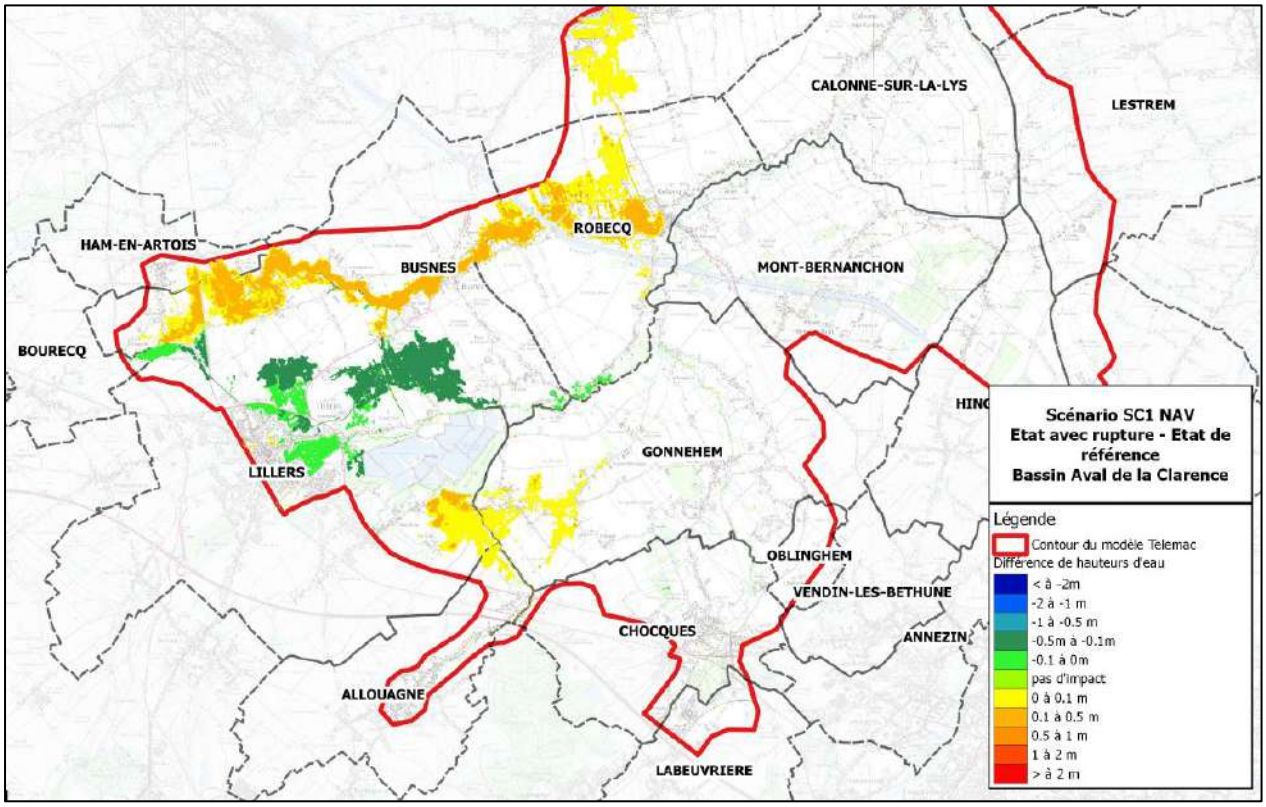


Figure 41 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC1 NAVE

3.6 Rupture sur la Nave en amont de Lillers – SC2 NAVE

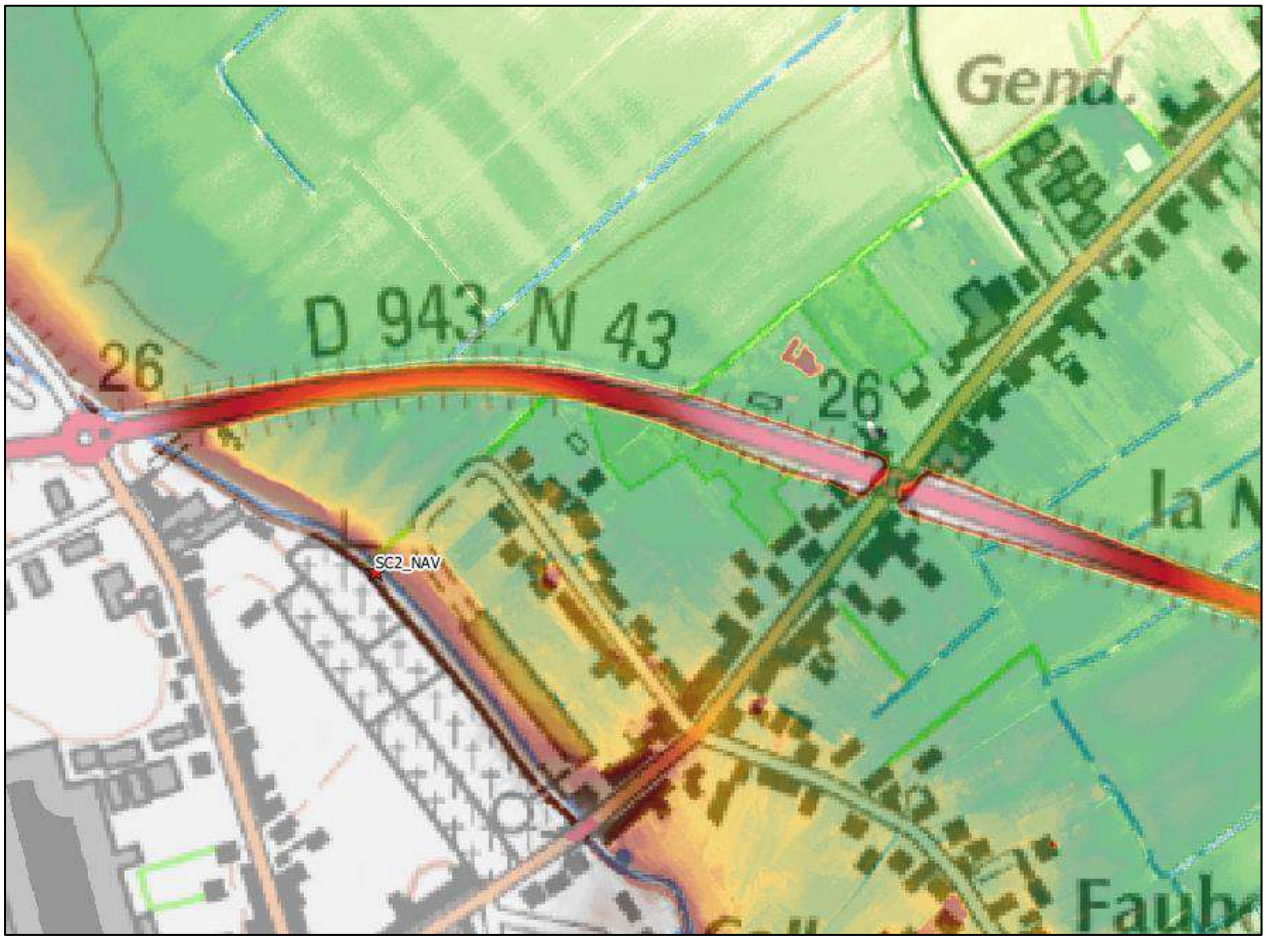


Figure 42 : Situation de la rupture du scénario SC2 Nave

Ce scénario a un effet significativement moins faible sur les secteurs proches que les autres scénarios et en particulier le scénario SC3 Nave.

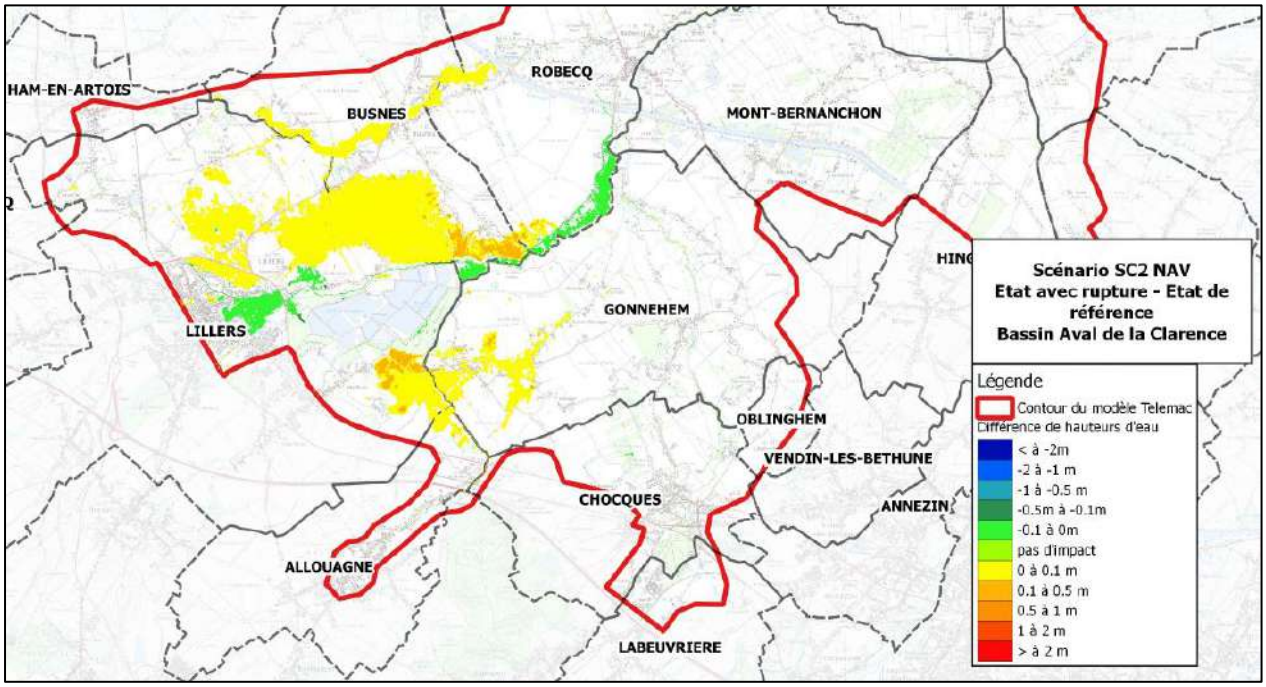


Figure 43 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC2 NAVE

3.7 Rupture sur la Nave en aval de Lillers – SC3 NAVE

Figure 44 : Situation de la rupture du scénario SC3 Nave

Cette rupture provoque une inondation supplémentaire significative sur Lillers. En particulier les secteurs en amont de la D943 sont inondés.

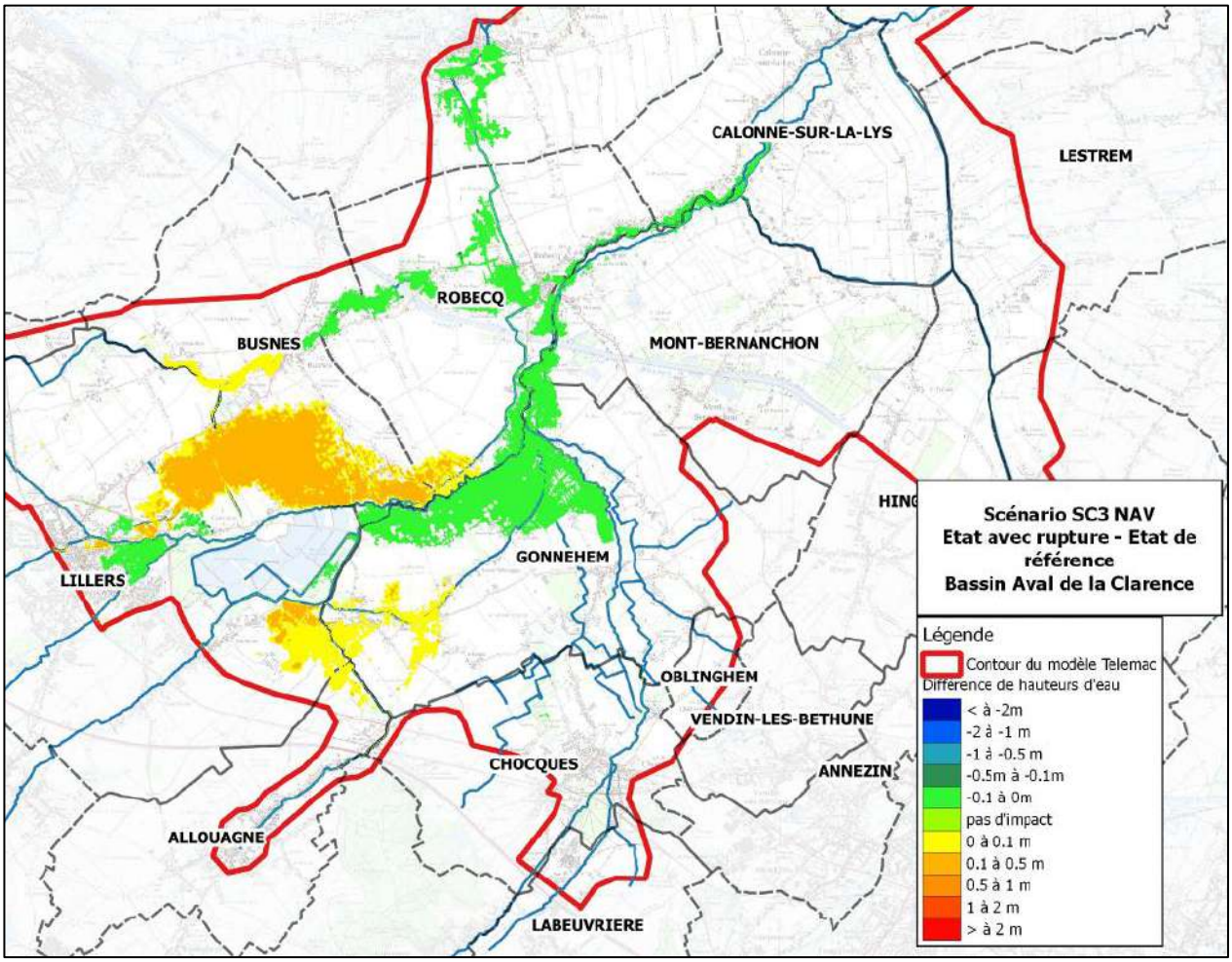


Figure 45 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau entre l'état avec rupture et l'état de référence – SC3 NAVE

3.8 Conclusions sur l'effet des ruptures

Les simulations de l'évènement de référence avaient mis en évidence trois principales zones où des sous évaluations des extensions de zones inondées étaient constatées : Manqueville (Lillers), Belleville (Gonnehem), Marles les Mines (rive gauche).

Les ruptures avérées en 1993, 1999, en 2002 expliquent ces différences.

4 IDENTIFICATION DES BANDES DE SECURITE DE PART ET D'AUTRE DES DIGUES

4.1 Définition de la bande de sécurité

La politique générale de prévention des risques naturels prévisibles dont les inondations et celle, plus particulière, de gestion des espaces situés derrière les digues de protection, est explicitée dans la **circulaire du 30 avril 2002**.

Cette circulaire souligne que les territoires situés à l'arrière des ouvrages de protection peuvent être exposés à des inondations plus graves et étendues que si les ouvrages de protection n'existaient pas.

En conséquence, il est essentiel de considérer qu'une zone théoriquement protégée demeure une zone potentiellement inondable comme il est absolument nécessaire de prendre en compte les conséquences d'une éventuelle rupture lors d'une inondation.

Le sur-aléa dû à la défaillance de l'ouvrage doit être matérialisé par la neutralisation d'**une bande de sécurité** forfaitaire à l'arrière immédiat de cet ouvrage et par la neutralisation des couloirs d'écoulement. La bande de sécurité et les couloirs d'écoulement seront caractérisés par un **aléa fort** en raison des vitesses et des hauteurs d'eau.

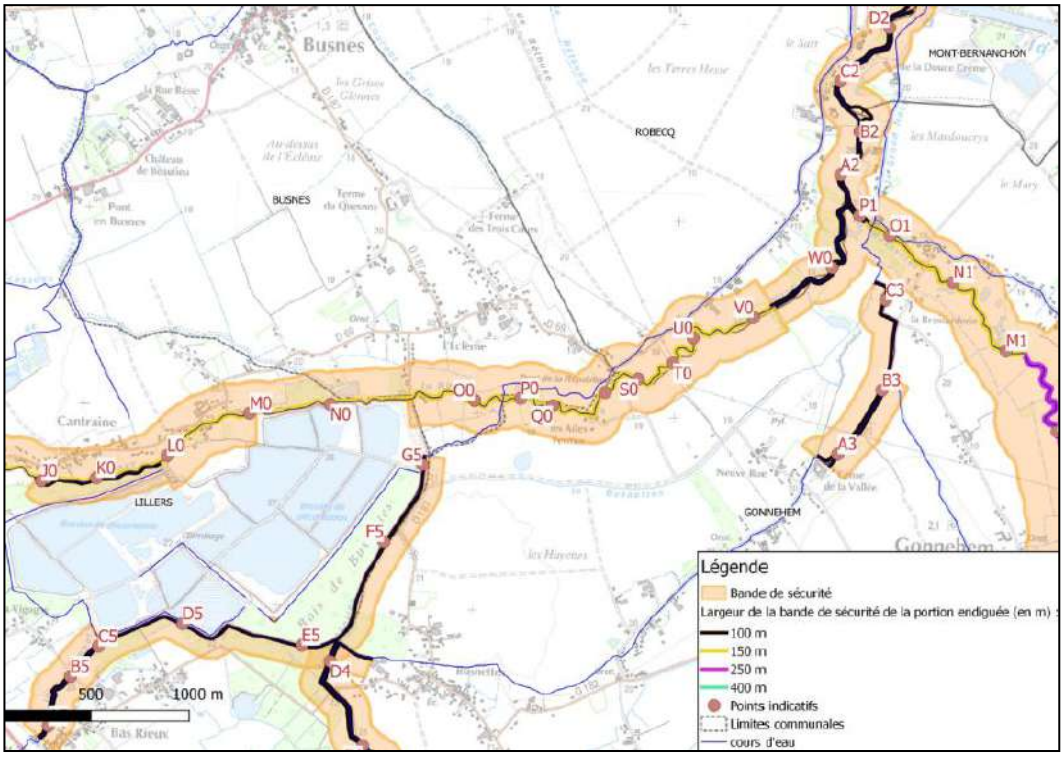
La largeur de cette bande dépend de l'écart entre le niveau d'eau dans le lit en crue et le niveau du terrain en arrière de la digue (l'espace protégé).

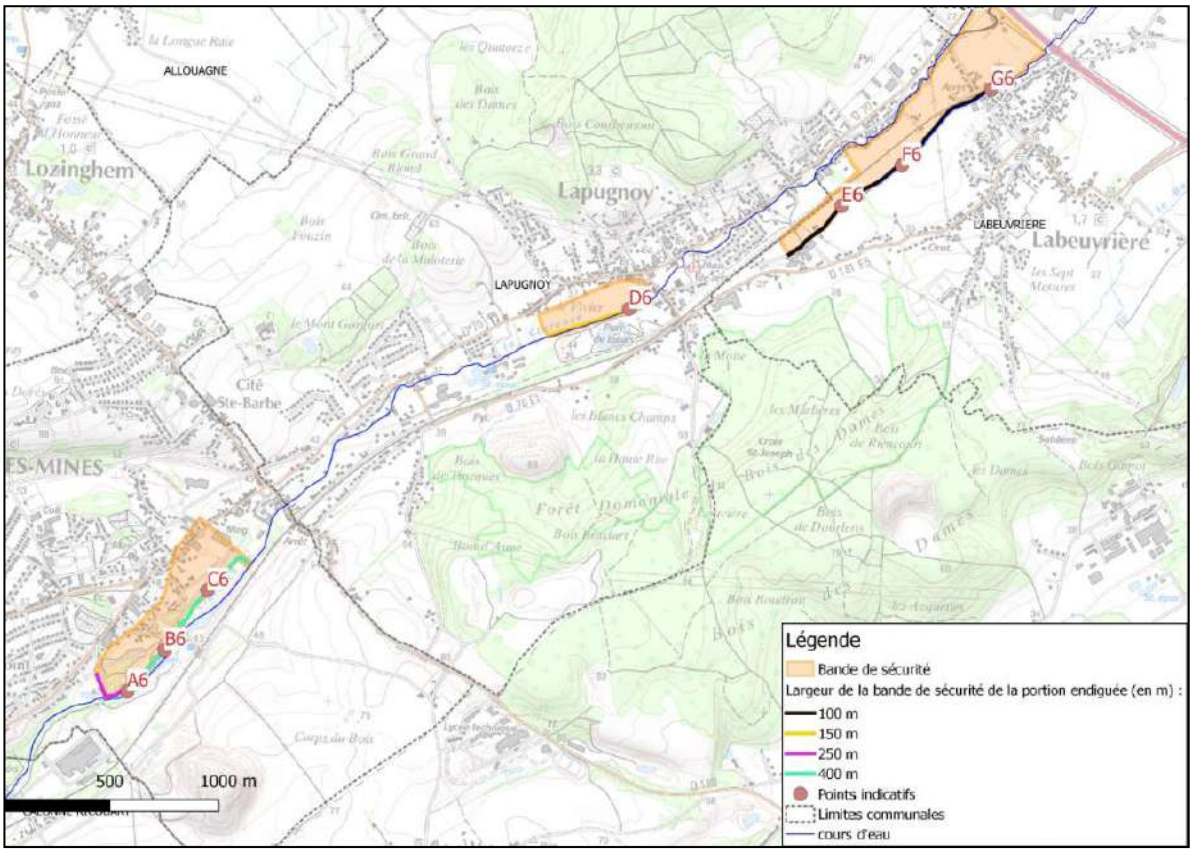
Les règles suivantes sont appliquées :

- • Si écart < 1,5 m = 100 m
- • Si écart compris entre 1,5 m et 2,5 m = 150 m
- • Si écart compris entre 2,5 m et 4 m = 250 m
- • Si écart > 4 m = 400 m

4.2 Application de la règle sur la Clarence et ses affluents

Les cartes pages suivantes illustrent les résultats ; l'ensemble des cartes est reporté en annexe.


Busnes
BUSNES
ROBECQ
MONT-BERNANCHON
LILLERS
GONNEHEM
Cantraine
D2
C2
B2
A2
P1
O1
W0
N1
C3
M1
V0
U0
T0
B3
A3
S0
O0
P0
Q0
M0
N0
L0
J0
K0
G5
F5
D5
C5
B5
E5
D4
500
1000 m
Légende
Bande de sécurité
Largeur de la bande de sécurité de la portion endiguée (en m) :
100 m
150 m
250 m
400 m
Points indicatifs
Limites communales
cours d'eau


ALLOUAGNE
Lozinghem
Lapugnoy
LAPUGNOY
LABEUVRIERE
Labeuvrière
Cité Ste-Barbe
G6
F6
E6
D6
C6
B6
A6
500
1000 m
Légende
Bande de sécurité
Largeur de la bande de sécurité de la portion endiguée (en m) :
100 m
150 m
250 m
400 m
Points indicatifs
Limites communales
cours d'eau

5 ALEA RUISSELLEMENT

5.1 Définition et méthode

5.1.1 Définitions

Le guide de PPRi Ruissellement donne cette définition des crues par ruissellement :

« le ruissellement est la circulation de l'eau qui se produit sur les versants en dehors du réseau hydrographique lors d'un évènement pluvieux. Sa concentration provoque une montée rapide des débits des cours d'eau ».

La carte d'alea doit considérer trois zones :

- Les zones de production et d'aggravation de l'aléa,
- Les zones d'écoulement ,
- Les zones d'accumulation.

5.1.2 Méthode

Des cartographies présentant les principaux axes de ruissellement ainsi que les zones inondées par ruissellement lors des évènements historiques ont été réalisées en phase 1 à partir :

- de l'analyse des témoignages recueillis en enquête,
- des observations de terrain (repérage des axes d'écoulements, des points bas, des ouvrages,…),

Le guide relatif au risque d'inondation par ruissellement propose 3 méthodes pour estimer l'alea ruissellement :

« Ainsi par ordre croissant de précision, la déterminantion de l'alea ruissellement peut être effectué par :

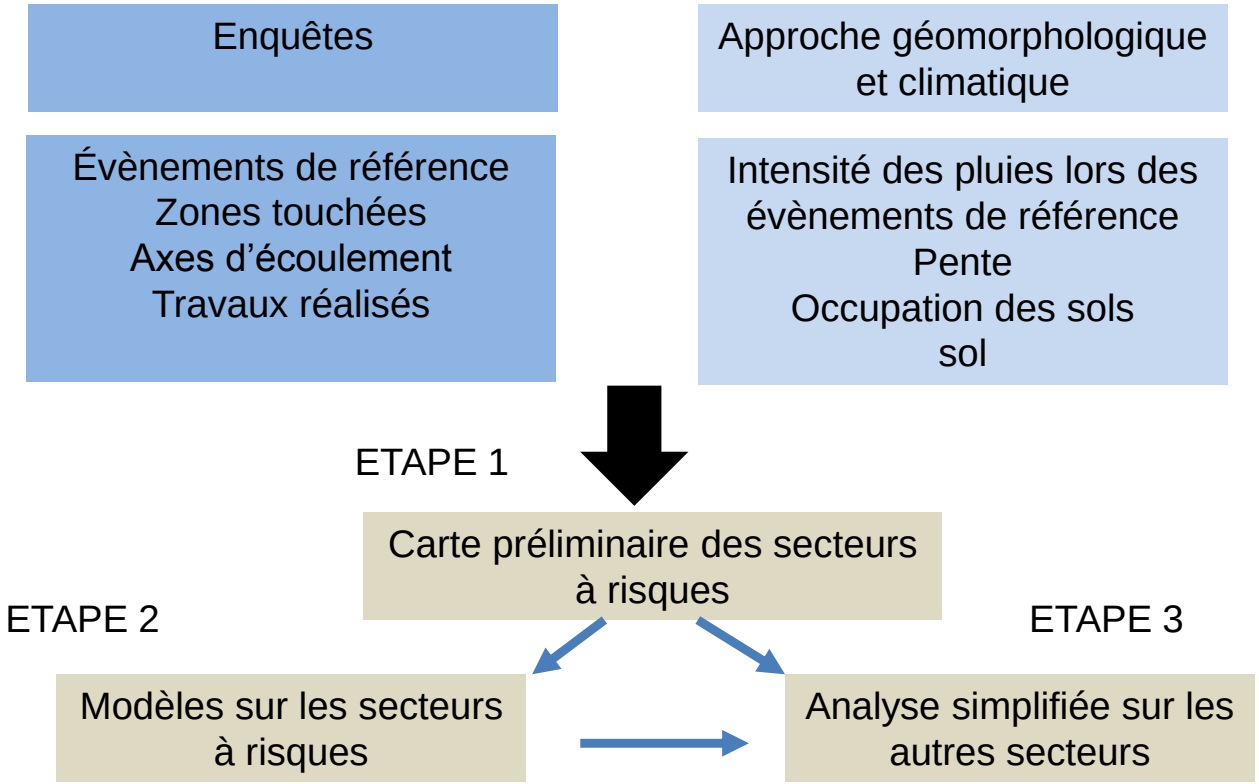
- une simple identification naturaliste des zones à risques…,
- une démarche hydraulique simplifiée…,
- La modélisation hydrologique et hydraulique

Il est indiqué : « selon les cas on peut programmer dès le départ la chaîne complète des études, depuis l'hydrogéomorphologie jusqu'à la modélisation hydraulique ou procéder par étapes successives afin d'optimiser les moyens mis en œuvre ».

La méthode choisie consiste à caractériser dans une première étape le risque ruissellement à l'échelle du bassin versant, identifier ainsi les secteurs sensibles puis réaliser les modélisations hydrologique et hydraulique sur ces secteurs.

La carte de risque permet de localiser les zones de production et d'aggravation de l'aléa. Elle met en évidence les talwegs secs qui doivent être considérés dans le zonage et qui ne sont pas compris dans l'alea débordement. Notons dès maintenant que certains grands talwegs sont pris en compte dans la modélisation générale car propageant des évènements de type orageux mais de grande ampleur : ravin de la Méroise, fossé Noir,…

La méthode est synthétisée ci-après :



5.2 Evènements historiques

5.2.1 Source et type d'informations

Les enquêtes auprès des communes ont permis de réunir les informations sur :

- Les évènements de référence,
- Les zones touchées,
- Les axes d'écoulement,
- Les travaux réalisés.

5.2.2Evènements de référence

Le tableau ci-après présente les évènements recensés par commune :

	juil-83	août-86	juin-98	juin-00	août-02	2004	juil-05	juil-07	juil-14	août-14
Allouagne					X		X			
Ames							X			
Auchel										
Auchy							X			
Aumerval		**X**								
Bourecq										
Bours										
Burbure	**X**				**X**					
Calonne Ricouart										X
Calonne sur la Lys										
Camblain										
Chocques					X					
Ferfay								**X**	**X**	
Floringhem									**X**	
Gonnehem										
Labeuvrière										
Lapugnoy							X			
Lespesses							X			
Lières							X			
Lilers										
Marest			**X**	**X**		**X**				
Marles										
Mont Bernanchon										
Nédon										
Nédonchel							X			
Pernes				**X**						
Pressy										
Robecq										
Sachin					**X**		**X**		**X**	**X**

Tableau : évènements de référence cités

On constate que les évènements de juillet 2005 et août 2002 ont concerné de nombreuses communes En s'intéressant aux témoignages on constate que ces évènements n'on eu d'effet sur les talwegs secs (autres que les grands ravins de la Méroise ou du fossé noir) que pour certaines communes pour lesquelles d'autres évènements plus locaux ont pu également avoir des conséquences : Burbure, Marest, Sachin. D'autres communes sont concernées principalement par des évènements locaux : Aumerval, Ferfay, Floringhem, Pernes.

5.2.3Travaux réalisés par les communes

Par ailleurs, on constate que des travaux ont pu suivre les évènements orageux et sont jugés pour la plupart efficaces :

	dates évènements	travaux
Allouagne	**aout 02 et juil 05**	
Ames	juil-05	suppression pont Naves 2009-2010 - curage dalot 2005
Auchel	aout 02	réseau 2002-Sentier de la Joie (aménagement de parcelles agricoles)
Auchy	juil-05	3 ponts détruits en 2005
Aumerval	**aout 86**	projet de bassin
Bourecq		
Bours		
Burbure	**juil 83 et aout 02**	
Calonne Ricouart	aout 14	
Calonne sur la Lys	**juil-14**	bassins chemin de Divion (étude pour révision)
Camblain		
Chocques	aout 02	
Ferfay	**juil 07 et juil 14**	
Floringhem	**juil-14**	
Gonnehem		
Labeuvrière		
Lapugnoy	juil-05	digues lieu dit Vivier reconstruites après rupture 2002 (Clarence)
Lespesses	juil-05	
Lières	juil-05	
Lilers		
Marest	**juin 98, juin 00 et 2004**	pose drains zones d'accumulation 2002, fascines chemin du Tabor, route relevée en 2011
Marles		bassin fossé Renard
Mont Bernanchon		
Nédon		
Nédonchel	juil-05	
Pernes	**juin-00**	ZEC depuis 2006+3 autres
Pressy		bassins depuis 2002
Robecq		
Sachin	**aout 02, juil 05, juil et aout 14**	

Tableau 1 : Travaux réalisés

Sur la commune de Pernes, les aménagements de 2000 ont contribué à améliorer significativement la situation (absence de nuisances sur ou par les talwegs secs pour les évènements orageux depuis 2000).

5.2.4 Sites des dommages référencés

Le tableau ci-après présente les sites touchés et la provenance des eaux :

	dates évènements	provenance
Allouagne	aout 02 et juil 05	ruissellement des colline, ruisseau de la riviérette
Ames	juil-05	Rivière principale
Auchel	aout 02	réseau pluvial indépendant
Auchy	juil-05	ravin de la Méroise
Aumerval	**aout 86**	**ruissellement coteaux**
Bourecq		Nave
Bours		**coteaux**
Burbure	**juil 83 et aout 02**	Rimbert
Calonne Ricouart	**aout 14**	**coteau**
Calonne sur la Lys	**juil-14**	rivière
Camblain		rivière
Chocques	aout 02	Calonnette
Ferfay	**juil 07 et juil 14**	**coteau, talweg sec**
Floringhem	**juil-14**	**coteaux**
Gonnehem		RAS
Labeuvrière		Clarence
Lapugnoy	juil-05	Clarence
Lespesses	juil-05	Nave
Lières	juil-05	Nave
Lilers		Nave et réseau
Marest	**juin 98, juin 00 et 2004**	**chemin du Tabor**
Marles		
Mont Bernanchon		RAS
Nédon		RAS
Nédonchel	juil-05	RAS
Pernes	**juin-00**	**Coteaux**
Pressy		**Coteaux/route**
Robecq		RAS
Sachin	**aout 02, juil 05, juil et aout 14**	**coteaux**

On en déduit que 8 communes sont concernées par des ruissellements au sens de dommages occasionnés par des intensités fortes sur des sous bassins versants de petite taille et pouvant provoquer des écoulements significatifs et coulées de boues.

5.2.5 Interprétation

On constate que certaines communes ne sont pas touchées par les évènements de 2002 et 2005 mais par contre par les évènements de 1998, 2000 et 2014.

<u>Juin 1998</u>

Bien que les communes de Lapugnoy et Labeuvrières n'aient pas recensé cet évènement déjà ancien, ces communes ont été déclarées en catastrophe naturelle. On peut positionner les communes sur les deux cartes des pluviométries horaires radar se rapportant à cet évènement. Cet exercice montre que les deux communes en question sont bien dans la frange la plus touchée par l'orage. Certaines communes de cette même frange ne sont cependant pas sensibles à de tels phénomènes : Chocques, Marles les Mines, Calonnes Ricouart, Camblain Chatelain.

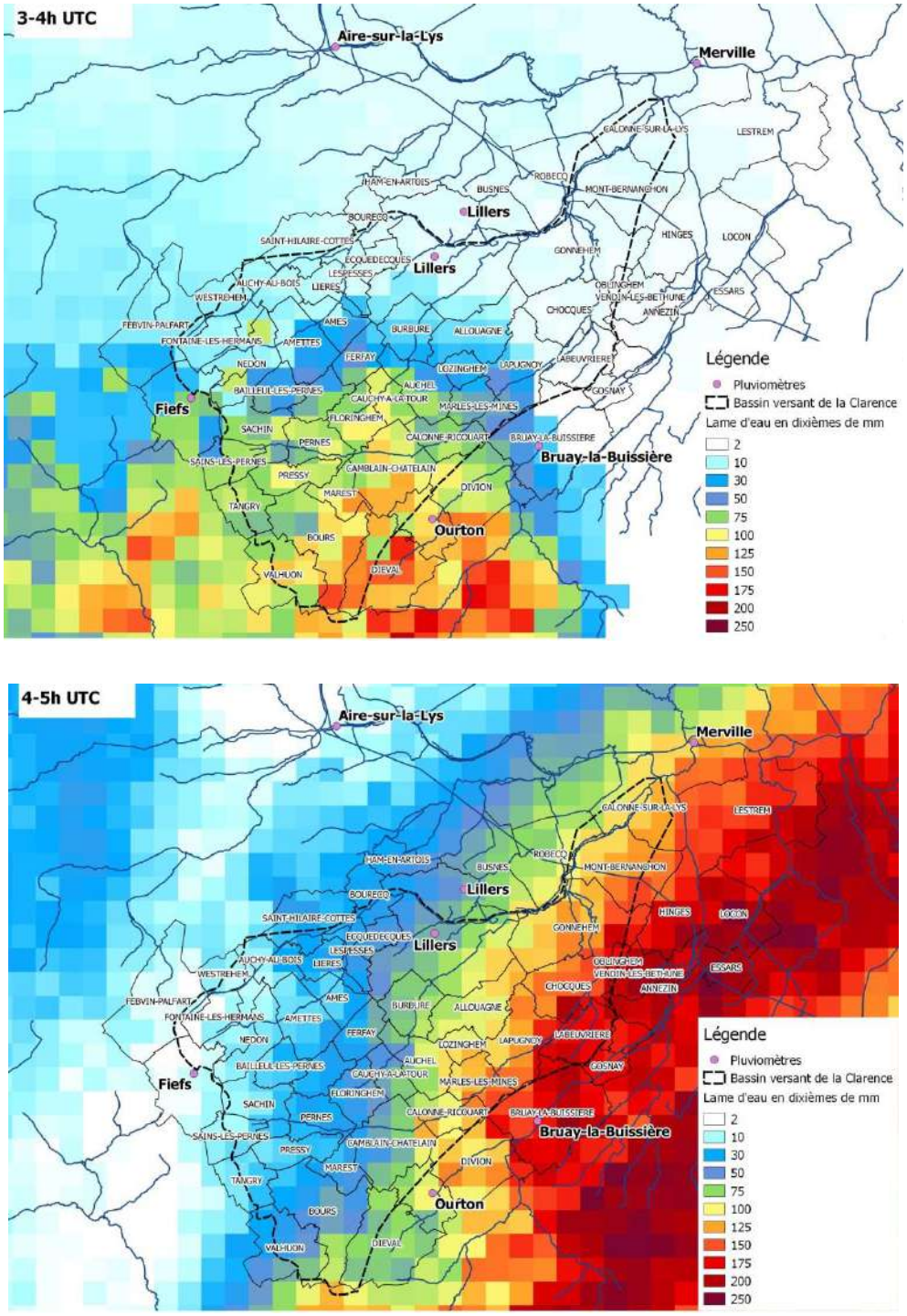
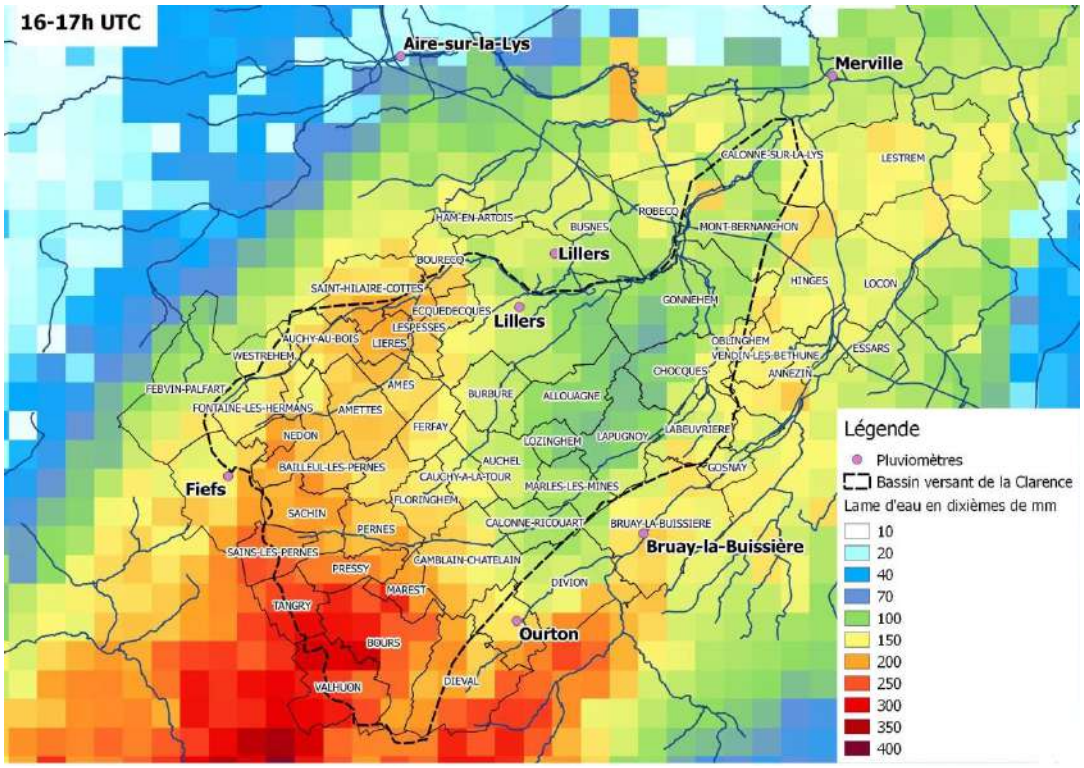


Figure 46 : Images radar des lames d'eau horaires tombées le 6 juin entre 3h et 5h UTC

Juin 2000

Marest, Pernes, Pressy et Ames ont été déclarés en catastrophe naturelle. Depuis lors, Pressy a réalisé des bassins de rétention.



On constate que les communes de Sachin, Floringhen et les hauts plateaux ne sont pas touchés par ce type d'évènement.

Juillet 2014

Les intensités sur l'ensemble des stations ont été de 20 à 25 mm sur une heure le 19 juillet. Ces intensités sont proches de celles de juin 2000. Seules Ames et Divion ont été reconnues en catastrophe naturelle.

Conclusion

Les évènements de juin 1998, juin 2000 et juillet 2014 sont plus localisés que les évènements de 2002 et 2005. Les communes touchées ont vu une intensité de pluie de 25 à 30 mm sur une heure. L'intensité sur un temps plus court a du être forte car en 2002 et 2005, des intensités horaires de cet ordre ont eu lieu mais les communes comme Pernes, Fernay n'ont pas connu de dommages importants.

L'intensité de 25 mm/h semble globalement le seuil de dommage pour l'ensemble des évènements.

5.3 Carte des risques et identification des secteurs à analyser en détails

5.3.1 Croisement pente/occupation du sol/sol

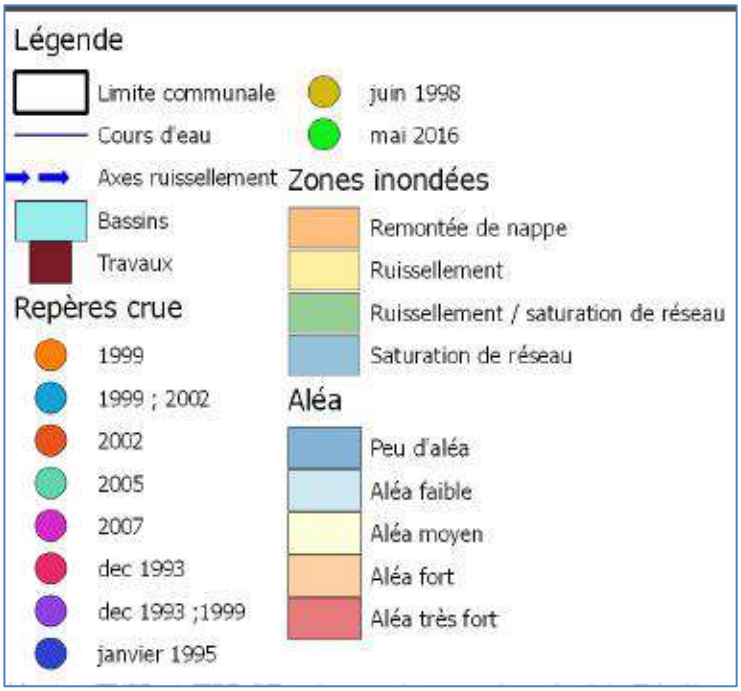
La grille ci-dessous peut classer les différentes zones géographiques du point de vue de l'aléa « ruissellement » ; à chaque classe attribuée à chacun des facteurs entrant en jeu dans le processus de ruissellement, est attribuée une note ; cette note est croissante avec l'effet aggravant sur le ruissellement :

Thème	Facteur	classe	Note
Topographie	Pente	0-3%	0
		3-5%	1
		≥5	2
Occupation du sol	Type d'occupation	Urbain	3
		Culture dominante	2
		Mixte culture, prairie et forêt	1
		Forêt dominante	0
Sol	Matériau parental	Marnes, limons	3
		Argiles	2
		Craie	1
		Calcaires	0

5 classes d'aléa sont alors définis :

- pas ou peu d'aléa : somme=0 à 2,
- aléa faible : somme=3,
- aléa moyen : somme=4,
- aléa fort : somme=5 à 6
- aléa très fort : somme=7 à 8

La carte générale est présentée en annexe 1. La cartographie par commune fait l'objet d'un atlas annexe. Les éléments qui y figurent sont les suivants :



5.3.2Croisement pente/occupation du sol

L'aspect perméabilité des sols peut ne pas être pris en compte comme suggéré par le guide du fait de l'intensité des pluies et des pentes considérées pour les processus de ruissellement. En effet, ces épisodes intenses produisent des intensités bien supérieures à la capacité d'infiltration des sols. Les pentes jouent un rôle significatif. Dans ce cas, mode d'occupation des sols et pentes sont des paramètres beaucoup plus déterminants que la perméabilité des sols.

Nous proposons une autre carte basée seulement sur les paramètres pente et occupation des sols en considérant les classes suivantes :

- aléa faible : somme=0 à 1,
- aléa moyen : somme=2 à 3,
- aléa fort : somme=4
- aléa très fort : somme=5.

La carte est présentée en annexe 2 avec un exemple de zoom par commune.

5.4 Etape 1 : Identification des secteurs non compris dans le champ de l'aléa débordement

Le croisement entre la carte de risque et le résultat des enquêtes nous permet d'identifier des secteurs sensibles au ruissellement demandant une analyse détaillée.

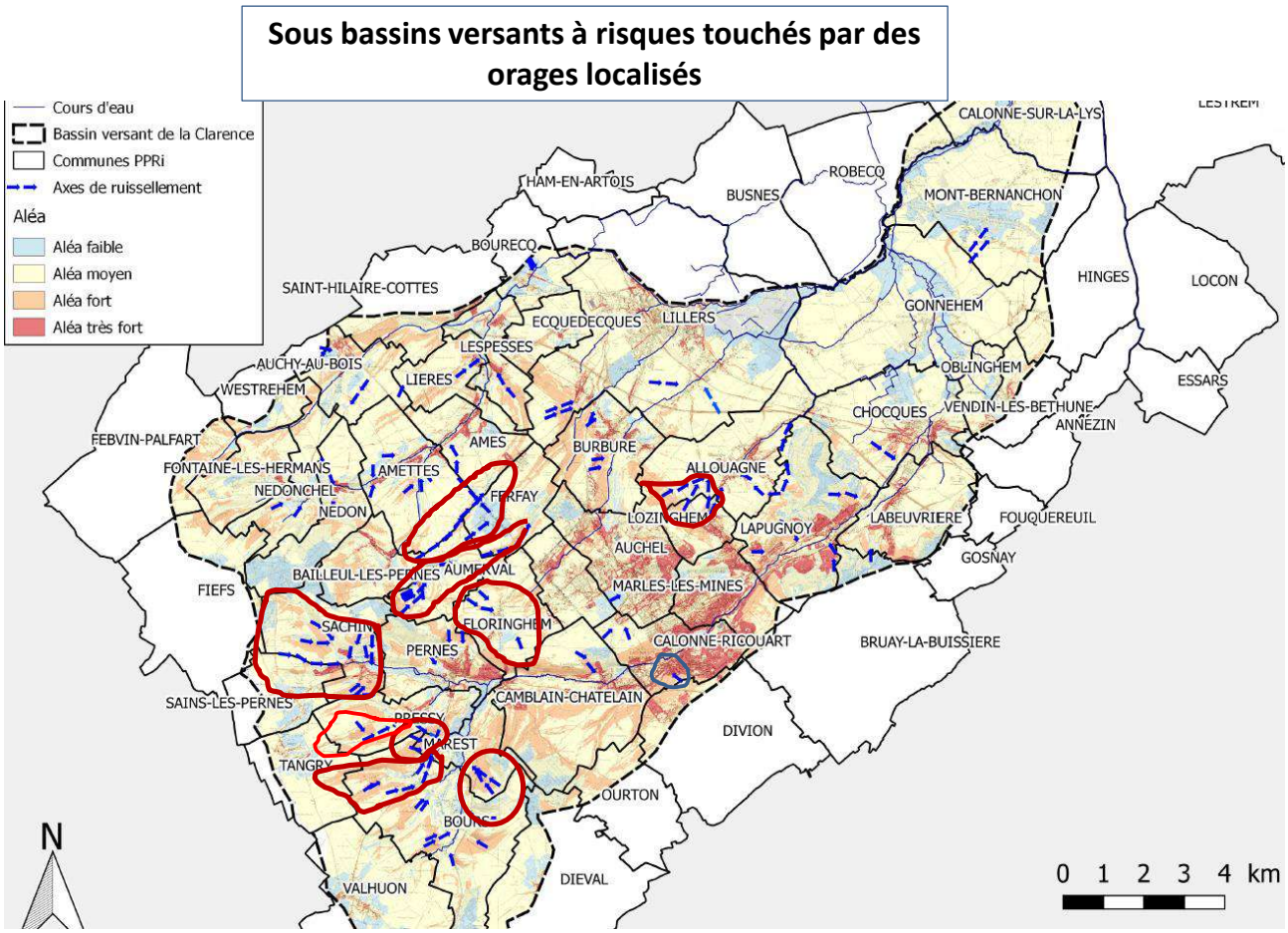


Figure 47 : Zones sensibles au ruissellement des talwegs secs de petite dimension

5.5 Zonage appliqué aux zones de production

Les critères suivants, disponibles dans la littérature (Le Bissonais / King, Derancourt, Bolo), seront utilisés pour définir les zones de production :

		Occupation du sol			
		Forêts	Prairies	Zones urbanisées	Cultures
Pente	< 3 %	P0	P0	P1	P1
	3 – 5 %	PPA	PPA	P2	P2
	> 5 %	PPA	PPA	P2	P3

Tableau 2 : Zones de production d'aléa obtenues par croisement de l'occupation du sol et de la pente

Remarque : la littérature indique aussi que pour des pentes entre 0 et 1%, le ruissellement a lieu sans érosion des sols.

Les zones P0 correspondent aux zones de production d'aléas très faible de ruissellement sur versant ; les P1 correspondent aux zones de production de l'aléa de ruissellement diffus de faible ampleur.

Les zones de production de l'aléa cartographiées sont les suivantes :

Zones de production de l'aléa		Indice
Zone active de production de l'aléa ***Ces zones, pour l'essentiel, étaient à l'origine des zones de productions très faibles de l'aléa (P0), dont les conditions d'occupation et d'exploitation des sols par l'homme les ont rendu plus vulnérables aux phénomènes de ruissellements et d'érosion, aggravant à des degrés divers les aléas hydrauliques sur les pieds de versants et dans le fond des vallées.***	Écoulement d'eau plus ou moins boueuse sur les versants. *Exemples : zones agricoles sur pentes moyennes, zones urbaines imperméabilisées, zones agricoles sur fortes pentes.*	P2 et P3
Zones de production potentielle d'aléa	Zones actuellement classées en zone de production d'aléas très faible de ruissellement sur versant ou ruissellements diffus de faible ampleur, susceptibles de générer du ruissellement (évolution en P2 ou P3) si un changement d'occupation du sol a lieu (extension du vignoble, défrichement, projet d'urbanisation, etc.)	PPA

Tableau 3 : Grille de production d'aléa ruissellement/ravinement

La carte qui résulte de cette grille est présentée en annexe 4. Elle est proposée à des fins d'information mais n'interveint pas dans le zonage ruissellement.

5.6 Etape 2 : Caractérisation de l'aléa sur les sous bassins sensibles

5.6.1 Méthode

5.6.1.1 Préambule

La caractérisation de l'aléa ruissellement est réalisée à l'aide d'un modèle TELEMAC 2D étendu aux axes de transition ainsi qu'aux zones d'accumulation des ruissellements. Ce modèle permettra ainsi de déterminer les vitesses et hauteurs d'écoulement en tous points du secteur d'étude concerné par le ruissellement dans la limite d'une hauteur d'eau significative.

Le modèle TELEMAC 2D permet d'appliquer une pluie sur l'ensemble des mailles du bassin-versant.

La modélisation sur TELEMAC2D permet de jouer sur l'état du sol avant la simulation. Il peut être de trois natures : sec (dry), normal (normal) et saturé (wet). Le choix a été de considérer un sol sec, représentatif d'un orage survenant en été.

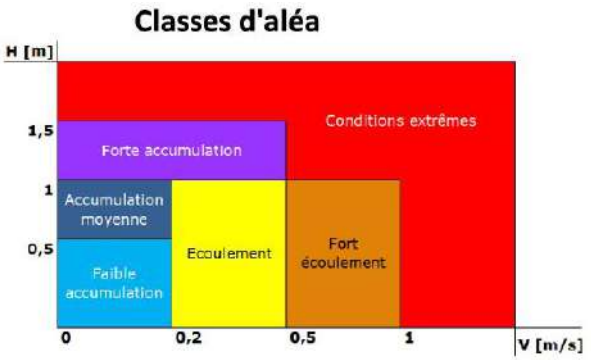
La durée de simulation choisie est également à quatre fois le temps de concentration, ce qui permet d'observer la propagation des ruissellements une fois la pluie terminée.

Le croisement entre vitesse et hauteur d'eau est effectué conformément au tableau ci-dessous :

Vitesse / Hauteur (m)	Faible	Moyenne	Forte	Très forte (> 1 m/s)
H < 0,20	Faible	Faible	Moyen	Fort
0,2 < H < 0,5	Faible	Moyen	Fort	Très fort
0,5 < H < 1.0	Moyen	Fort	Fort	Très fort
H > 1,0	Fort	Fort	Très fort	Très fort

Tableau 4 : Tableau de croisement Vitesse – Hauteur en zone urbaine

EN COURS D'INTEGRATION AU RAPPORT: résultats de la nouvelle grille :



5.6.1.2 Méthode de l'hydrogramme unitaire

La méthode de l'hydrogramme unitaire permet de prendre en compte les différentes occupations des sols par l'intermédiaire du Curve number (CN). Le CN dépend également des conditions initiales (antécédents pluvieux) et de la géologie.

Les travaux d'AREAS en Seine Maritime ont mis en évidence une relation entre la pente et le coefficient de ruissellement. Cette relation n'apparaît pas dans l'estimation du CN. Des tests sur quelques sous bassins ont montré qu'il n'était pas possible de rendre compte des observations issues des enquêtes en l'absence de lien entre le CN et la pente.

AREAS propose les relations suivantes :

F 10		C.R. sur pente		
Sols	Type de culture	< 2%	de 2 à 5 %	de 5 à 10 %
A : limoneux trés battant	C.R. sur cultures non sarclées C.R.sur cultures sarclées	10 20	18 25	23 32
B : limoneux à limono-argileux moyennement battant	C.R. sur cultures non sarclées C.R.sur cultures sarclées	6 12	10 18	18 25
C : argilo-limoneux et autres peu battant et non battant	C.R. sur cultures non sarclées C.R.sur cultures sarclées	5 8	8 11	10 15

Nous avons modifié les CN en fonction de la pente pour retrouver ces ordres de grandeur. Le tableau ci-après présente les corrections sur les CN en fonction de la pente :

CN initial	pente	CN retenu
70	Inférieur à 2%	66
	Entre 2 et 5%	70
	Entre 5 et 10%	76
	Supérieur à 10%	77
75	Inférieur à 2%	72
	Entre 2 et 5%	75
	Entre 5 et 10%	80
	Supérieur à 10%	81
80	Inférieur à 2%	78
	Entre 2 et 5%	80
	Entre 5 et 10%	84
	Supérieur à 10%	85
95	Inférieur à 2%	94
	Entre 2 et 5%	95
	Entre 5 et 10%	97

5.6.1.3 Paramètres retenus

Le maillage du secteur a été établi à partir des éléments structurants du bassin versant :

- routes, chemins et fossés
- lit mineur
- contour du bassin versant

Les critères de maille appliqués à chacun de ces éléments sont répertoriés dans le Tableau 1 :

	Critère de maille (m)
Lit mineur	1
Chemins, routes et fossés	5
Contour	20

Tableau 5 : Critères de mailles

Figure 48 : Bathymétrie sur le secteur d'Allouagne

Les coefficients de Strickler ainsi que les CN (Curve Number) sont également appliqués à chaque maille. Le Tableau 2 récapitule les valeurs données :

	Coefficient de Strickler	CN moyen
Forêt	8	70
Bâti	10	80
Prairie	12	75
Lit mineur	25	*
Route	40	95

Tableau 6 : Valeurs du coefficient de Strickler et CN

5.6.2Ruissellement sur le sous-bassin versant d'ALLOUAGNE

5.6.2.1 Délimitation du modèle

L'ensemble des contours des modèles de ruissellement a été déterminé par traitement automatique du LIDAR (pas de 0,5 m). L'emprise du bassin versant topologique autour de la commune d'Allouagne est la suivante :

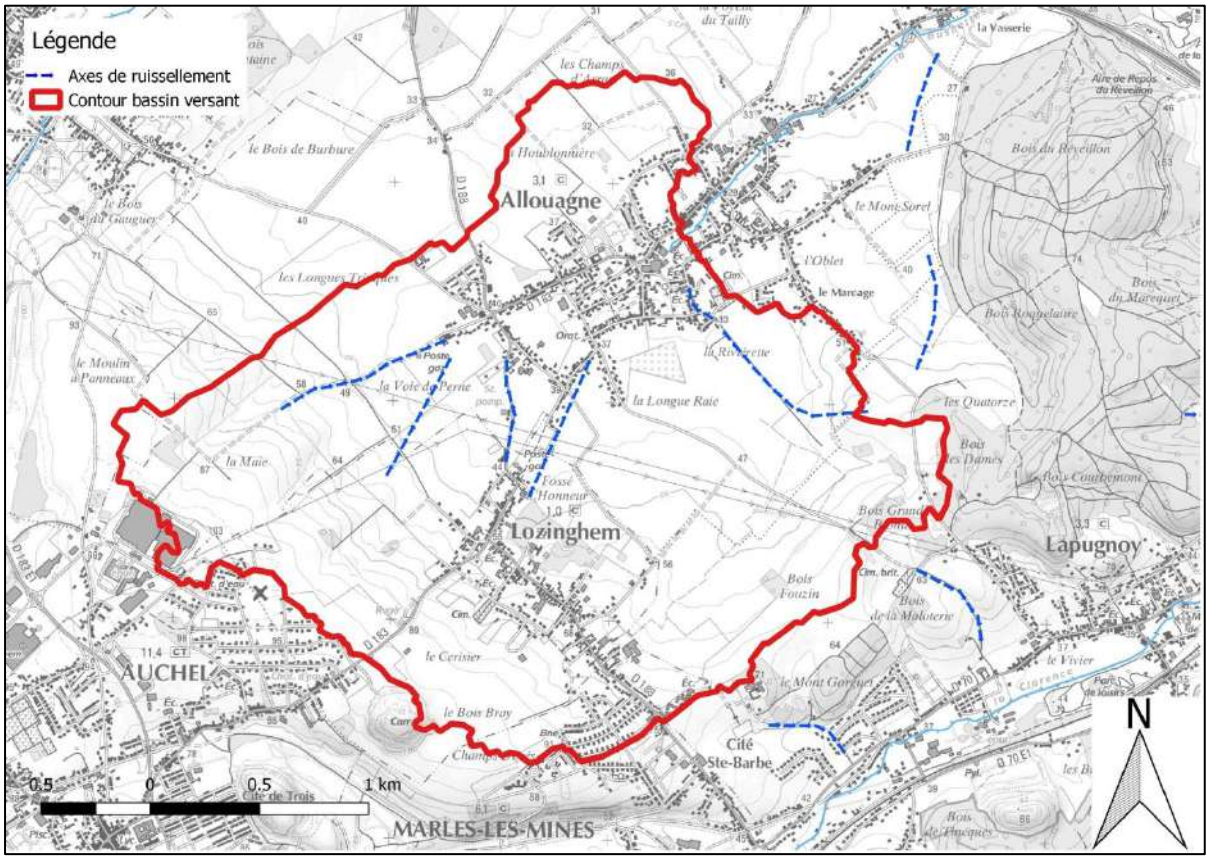


Figure 49 : Délimitation du bassin versant autour de la commune d'Allouagne

5.6.2.2 Maillage du secteur

La bathymétrie sur chaque maille du secteur est mise à jour à l'aide des données LIDAR au pas de 0,5 mètre :

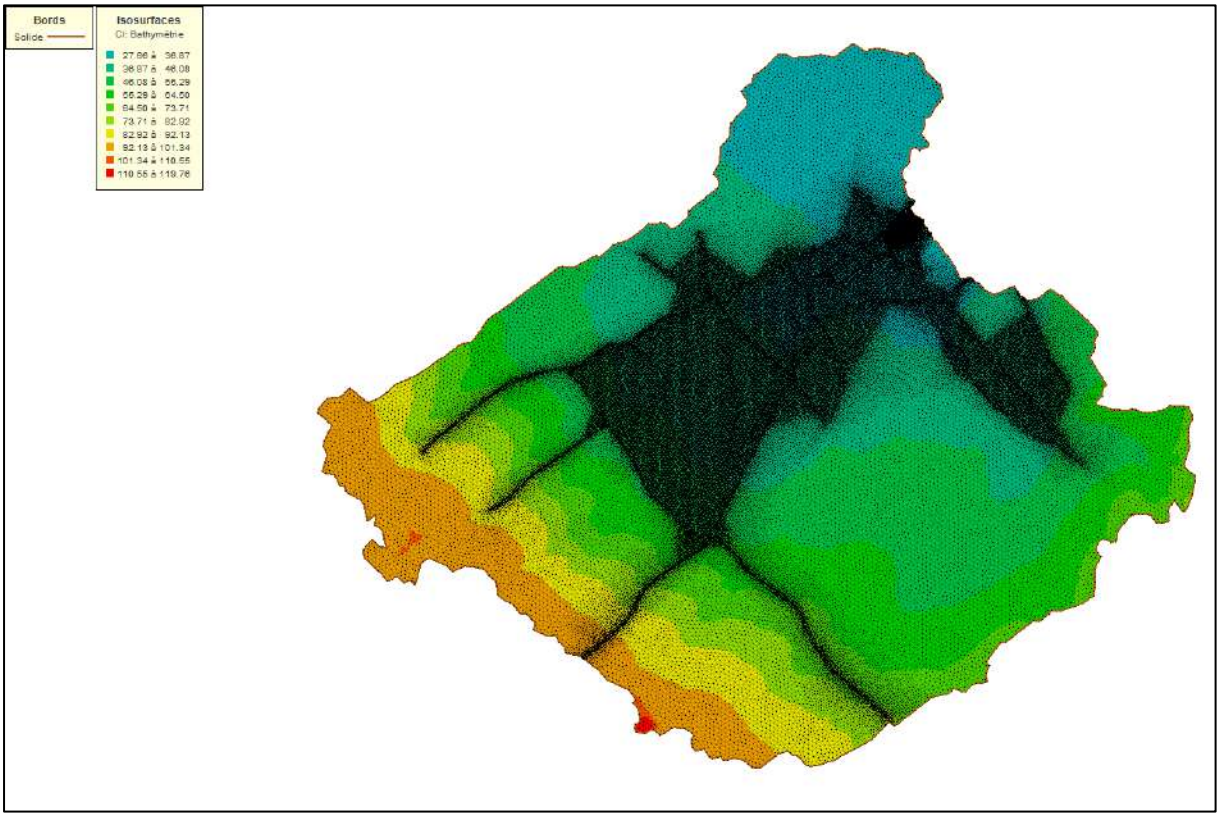


Figure 50 : Bathymétrie sur le secteur d'Allouagne

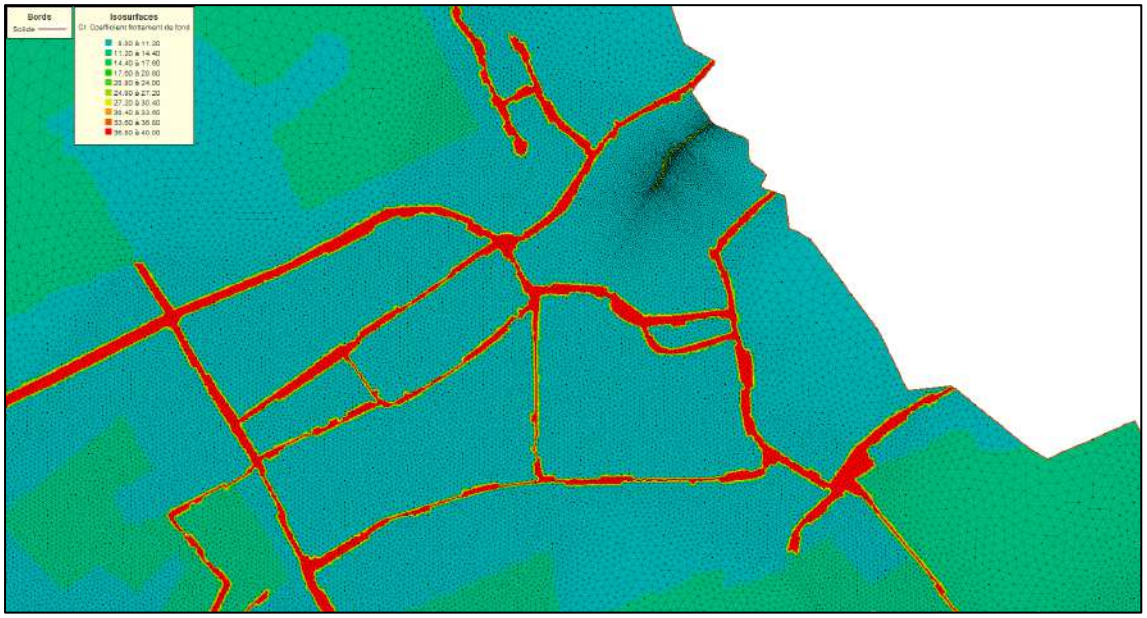


Figure 51 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune d'Allouagne

5.6.2.3 Aléa ruissellement

La simulation utilise la pluie de période de retour 100 ans et les bases des hypothèses formulées ci-dessus.

La carte brute des aléas est présentée ci-dessous.

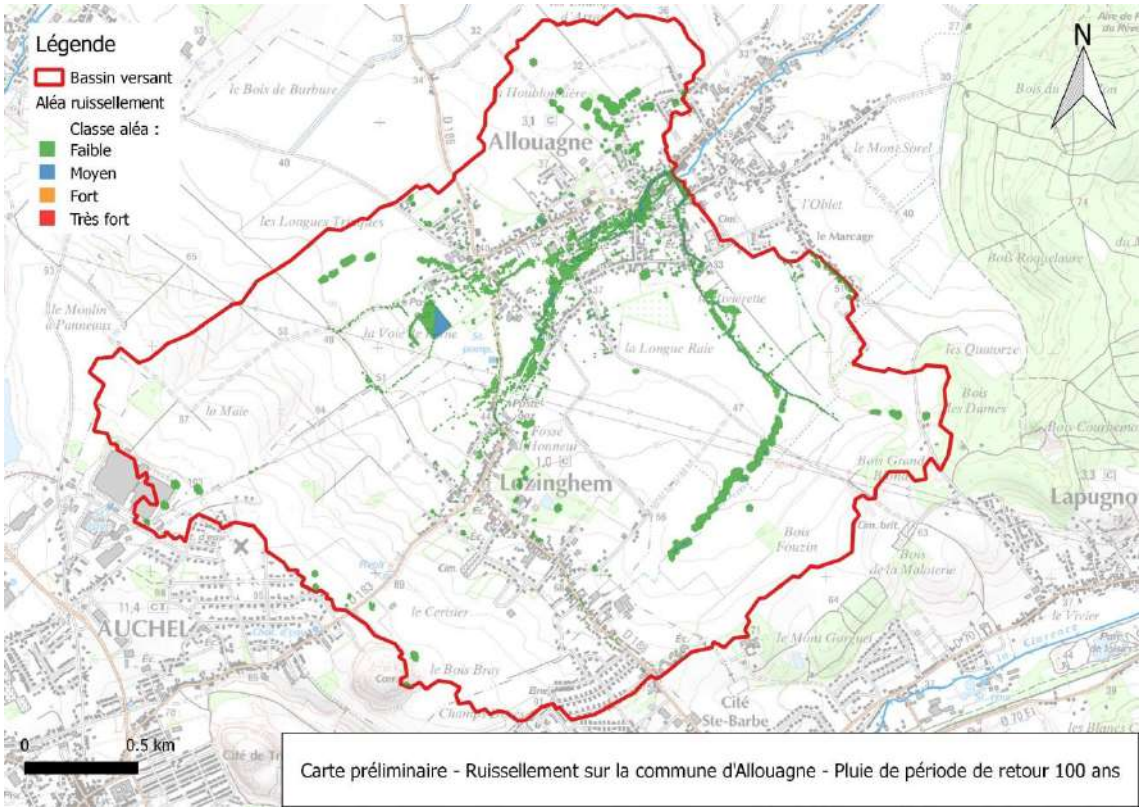


Figure 52 : Carte de l'aléa ruissellement sur Allouagne

Enquêtes (en haut), modèle (en bas)

On peut analyser la carte à la lumière des témoignages recueillis sur l'épisode d'août 2002 :

- août 2002 : 35 mm/1 heure, 39 mm/2h, 43 mm/3h
- 1 m d'eau a été recensé dans certaines maisons.
- Environ 300 habitations ont été touchées, auxquelles s'ajoutent des dégâts au niveau des voiries.
- Le Grand Nocq est sorti de son lit.
- L'eau atteignait 1,10 m dans la rue du Général de Gaulle.
- A côté de l'église, un lac s'était formé.
- Certains habitants ont été évacués par l'étage.
- Les écoles ont été touchées : la maternelle était de plein pied à l'époque.

La carte montre des alea forts le long de la Rivierette, le long des rue du Général Leclerc et du Général de Gaulle, autour de l'Eglise et le long de la D183 à Lozinghem. Le chiffre de 300 maisons est cohérent avec la carte d'alea.

5.6.3Ruissellement sur le sous-bassin versant de Floringhem

5.6.3.1 Délimitation du modèle

Les contours des modèles de ruissellement ont été déterminés par traitement automatique du LIDAR (pas de 0,5 m). L'emprise du bassin versant topologique autour de la commune de Floringhem est la suivante :

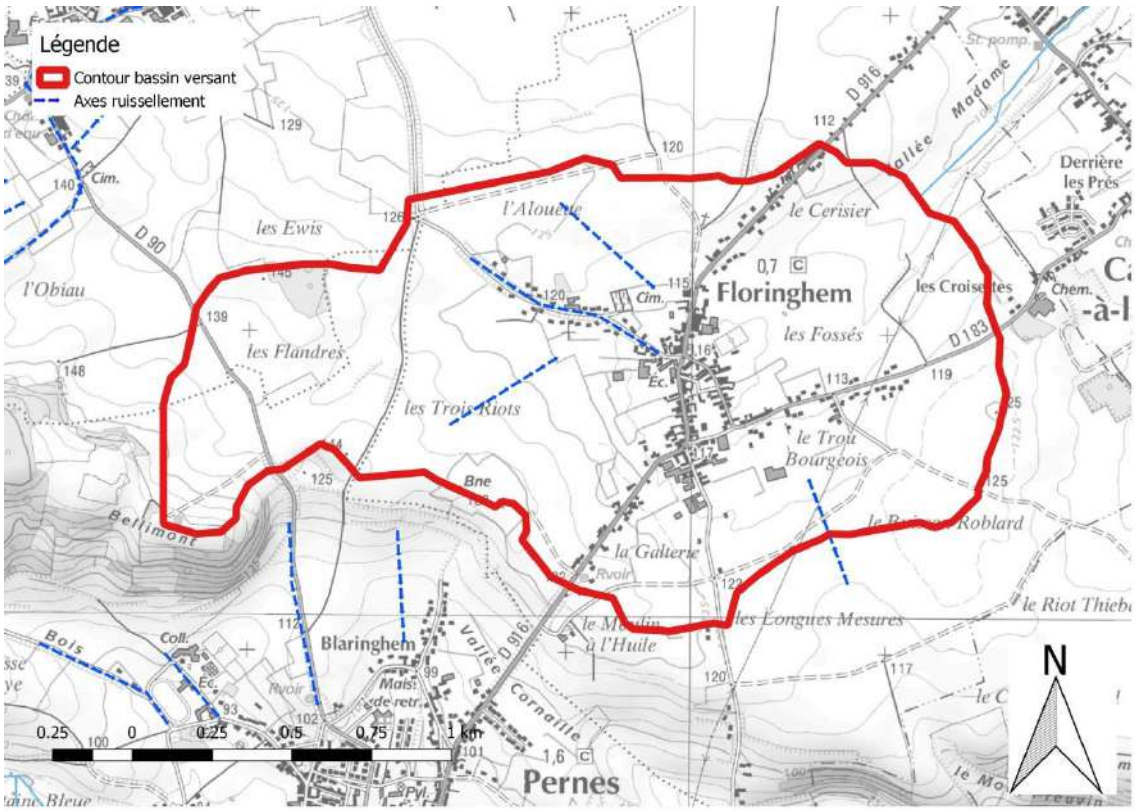


Figure 53 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Floringhem

5.6.3.2 Maillage du secteur

La bathymétrie sur chaque maille du secteur est mise à jour à l'aide des données LIDAR au pas de 0,5 mètres :

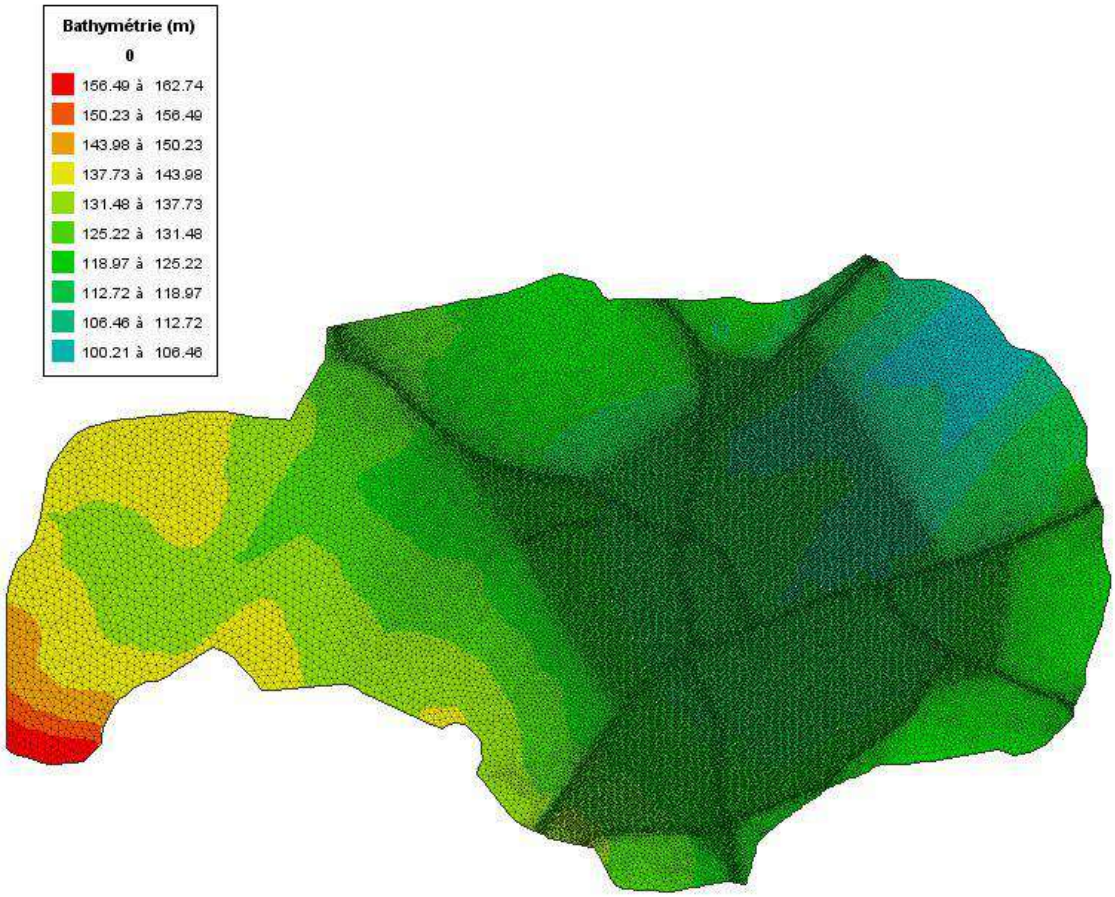


Figure 54 : Bathymétrie sur le secteur de Floringhem

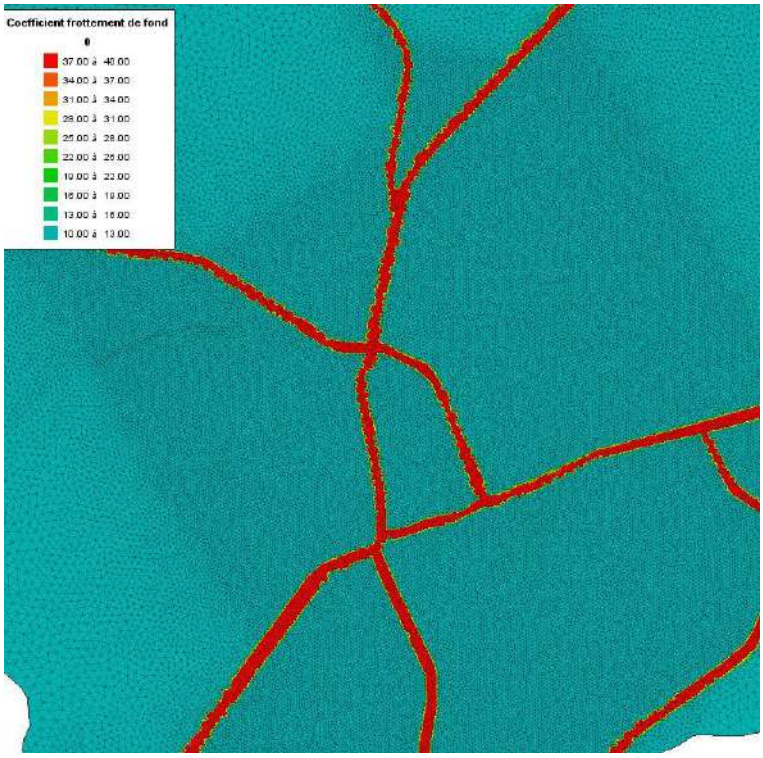
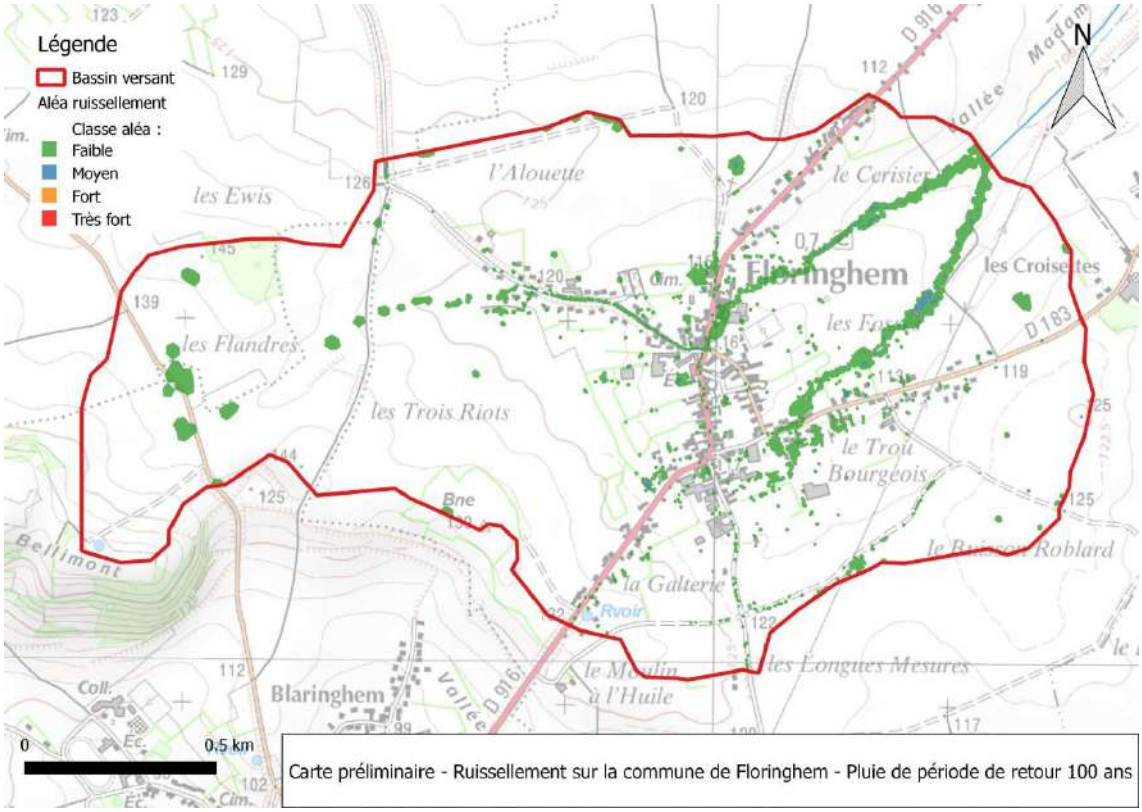


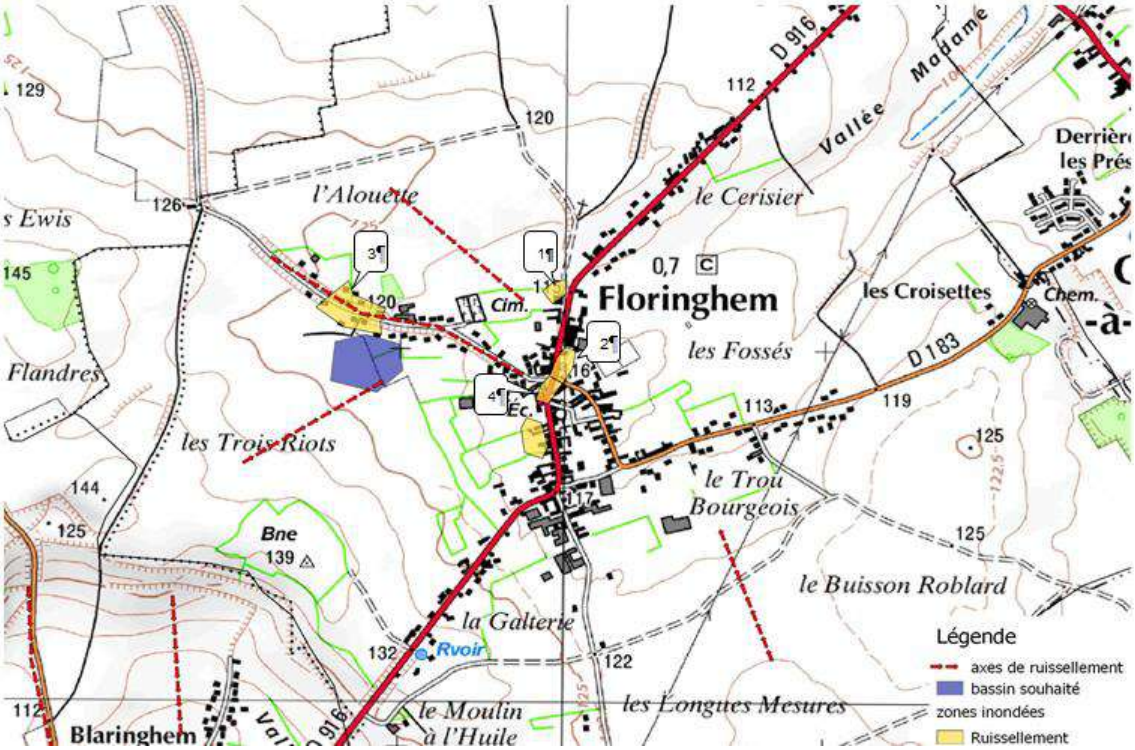
Figure 55 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune de Floringhem

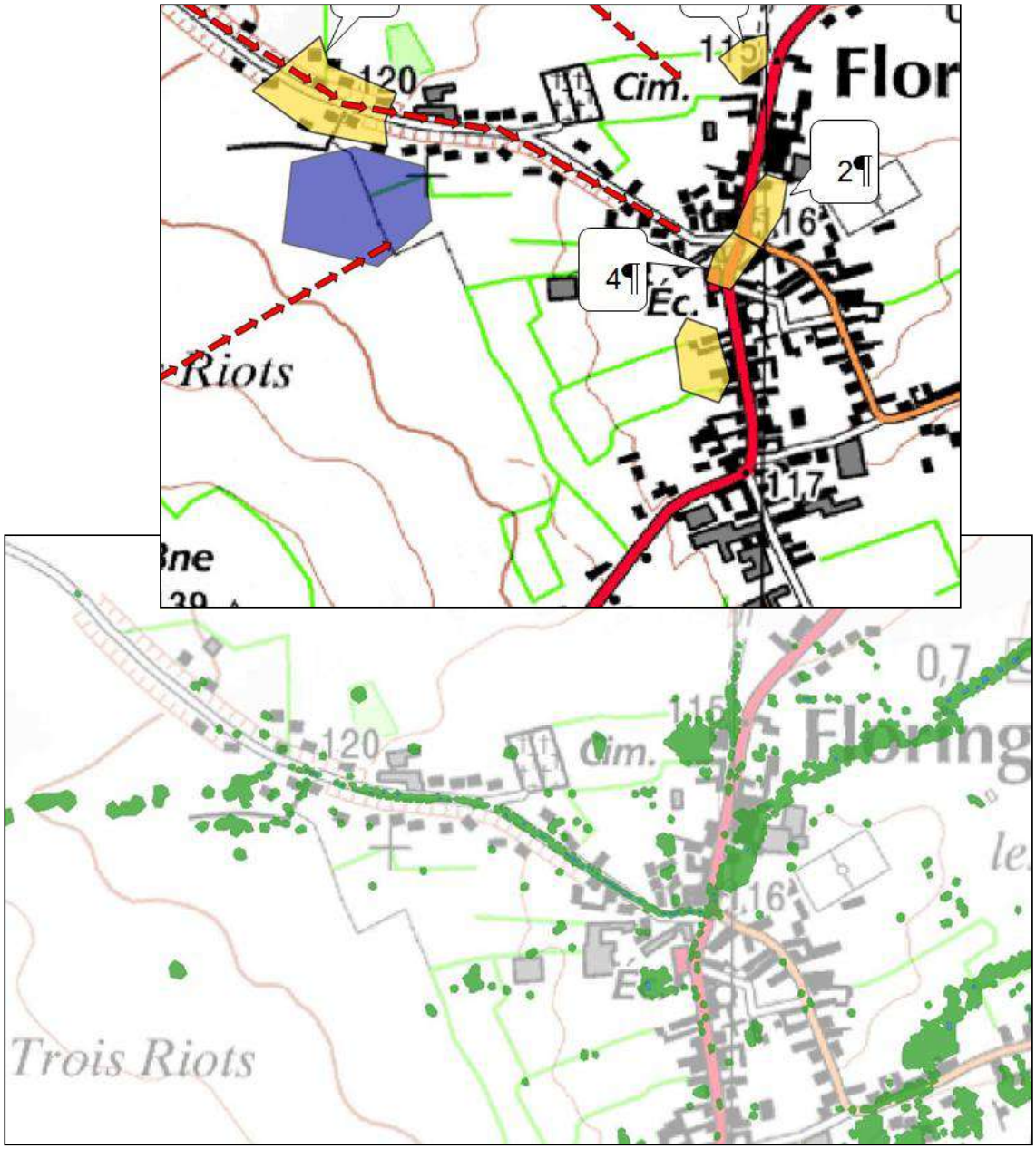
5.6.3.3 Aléa ruissellement

La carte des aléas est présentée ci-dessous.



Carte préliminaire - Ruissellement sur la commune de Floringhem - Pluie de période de retour 100 ans


Floringhem
0,7
D 916
D 183
Madame
Vallée
le Cerisier
l'Alouette
les Croisettes
les Fossés
les Trois Riots
le Trou Bourgeois
le Buisson Roblard
la Galterie
le Moulin à l'Huile
les Longues Mesures
Blaringhem
Flandres
Cim.
Ec.
Chem.
Bne
Rvoir
Légende
axes de ruissellement
bassin souhaité
zones inondées
Ruissellement



Les résultats recoupent les enquêtes :

L'eau provient des Trois Riots,

Les enjeux inondés sont :

- 3 à 4 habitations dont une sur la D916 en aval de l'Alouette (cf. carte : repère n°1)
- la ferme près du terrain de sport (repère n°2)
- des sous-sols d'habitations rue d'Aumerval (repère n°3).
- la cave de la mairie (archives de la commune touchées).
- quelques centimètres d'eau dans l'école.

5.6.4Ruissellement sur le sous-bassin versant de Marest

5.6.4.1 Délimitation du modèle

L'ensemble des contours des modèles de ruissellement a été déterminé par traitement automatique du LIDAR (pas de 0,5 m). L'emprise du bassin versant topologique autour de la commune est la suivante :

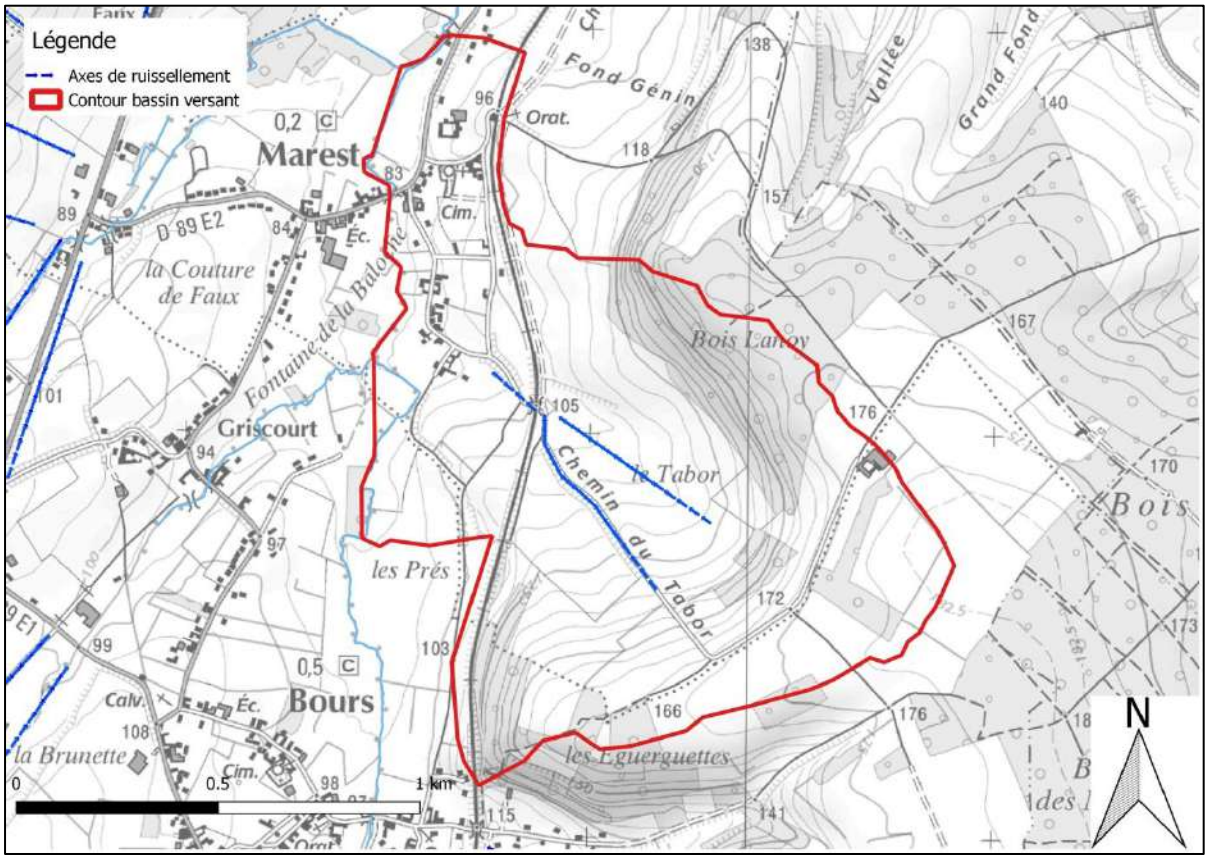


Figure 56 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Marest

5.6.4.2 Maillage du secteur

La bathymétrie sur chaque maille du secteur est mise à jour à l'aide des données LIDAR au pas de 0,5 mètres :

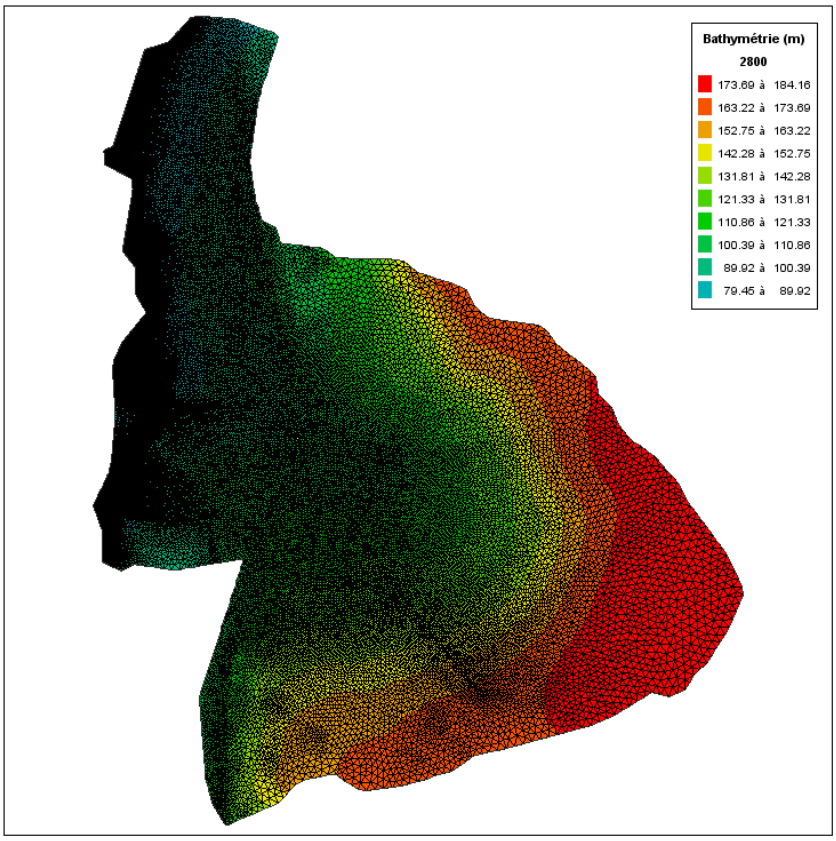


Figure 57 : Bathymétrie sur le secteur de Marest

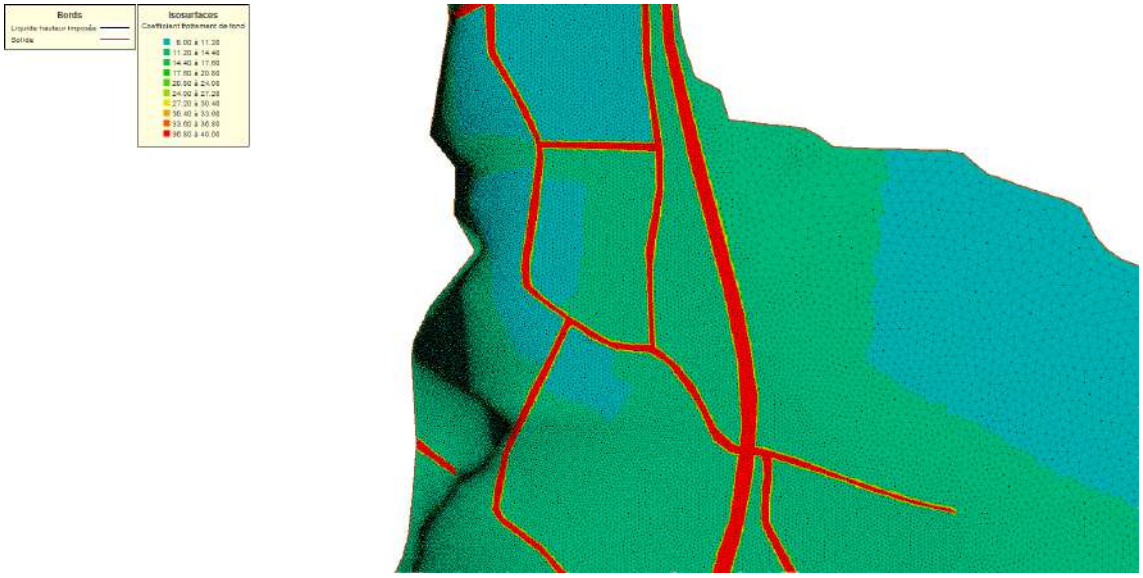


Figure 58 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune de Marest

La carte brute des aléas est présentée ci-dessous.

Elle met en évidence l'axe de ruissellement du chemin du tabor qui conduit les eaux à l'aval du franchissement de la voie ferrée.

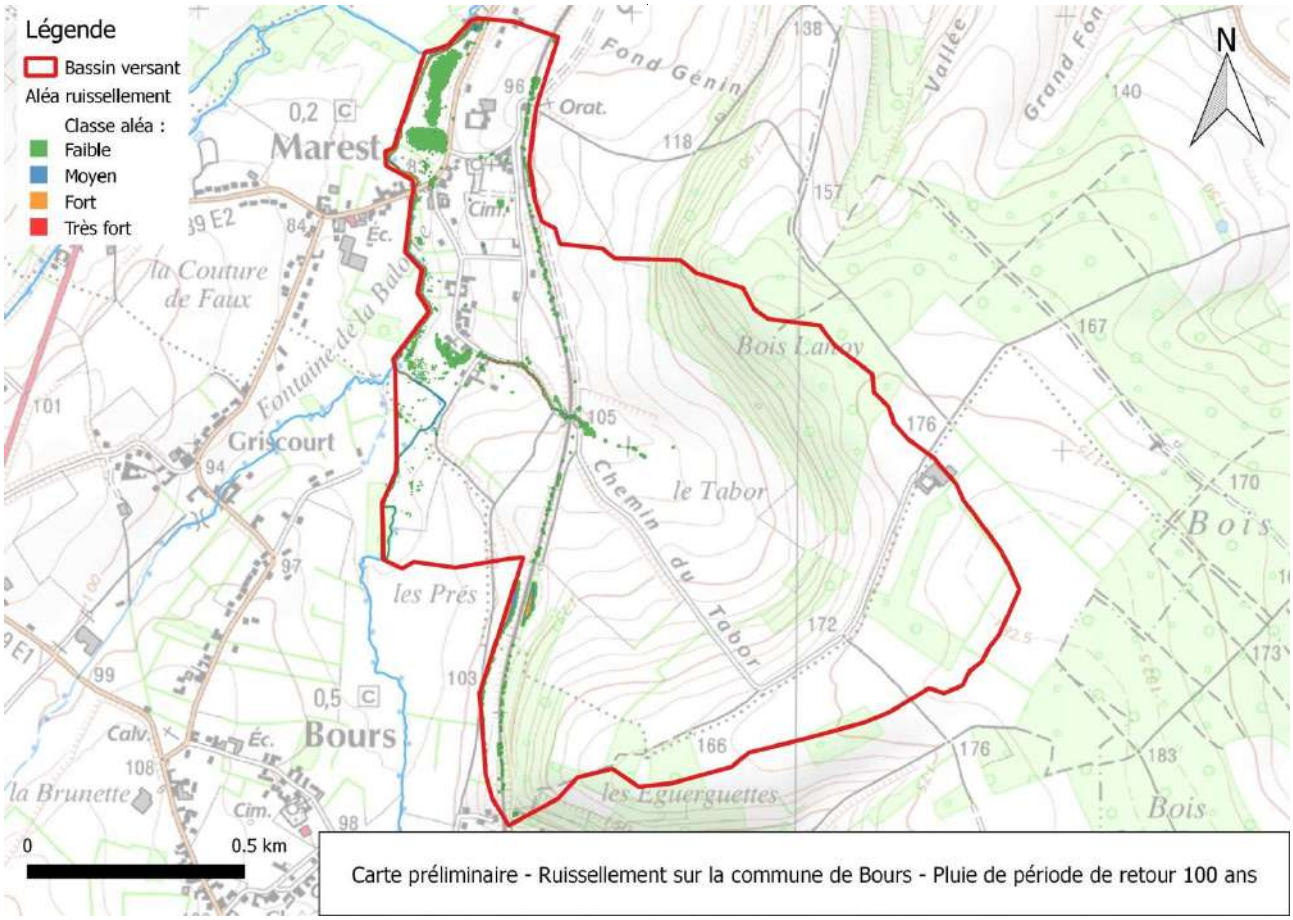
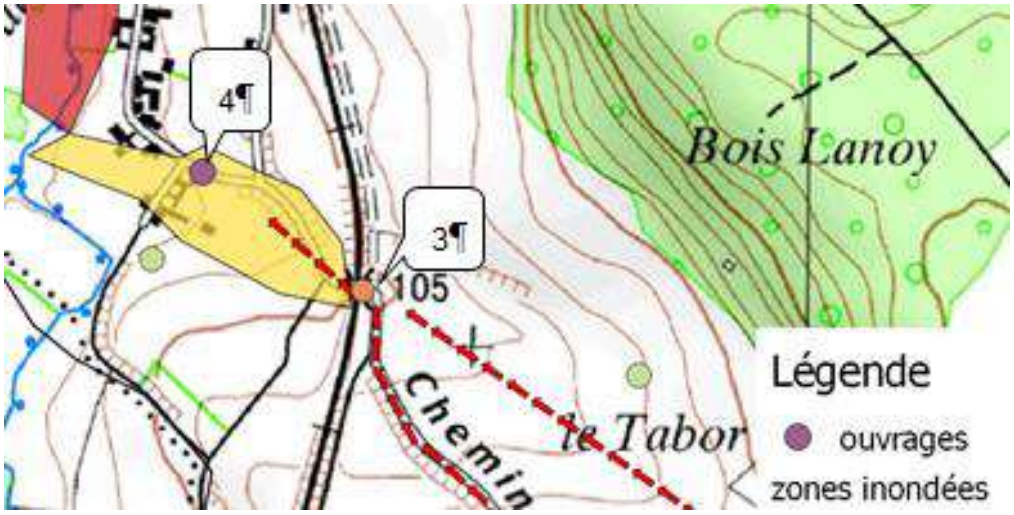


Figure 59 : Carte de l'aléa ruissellement sur Marest



Le modèle met en évidence les conséquences d'un orage de type juin 1998 : ruissellement du côté de la rue de la Baloche. L'eau a ruisselé des champs et pâtures en provenance du bois Lanoy et également le long du chemin du Tabor et s'est engouffrée sous le pont de chemin de fer. L'eau boueuse est montée jusqu'à 50 cm rues de la Baloche et de la Fontaine et a inondé des propriétés (habitations, caves, jardins et garages). 2 mètres ont été mesurés au niveau du pont de chemin de fer (repère n°3).

5.6.5Ruissellement sur le sous-bassin versant de Pressy

5.6.5.1 Délimitation du modèle

Les contours des modèles de ruissellement ont été déterminés par traitement automatique du LIDAR (pas de 0,5 m). L'emprise du bassin versant topologique autour de la commune de Pressy est la suivante :

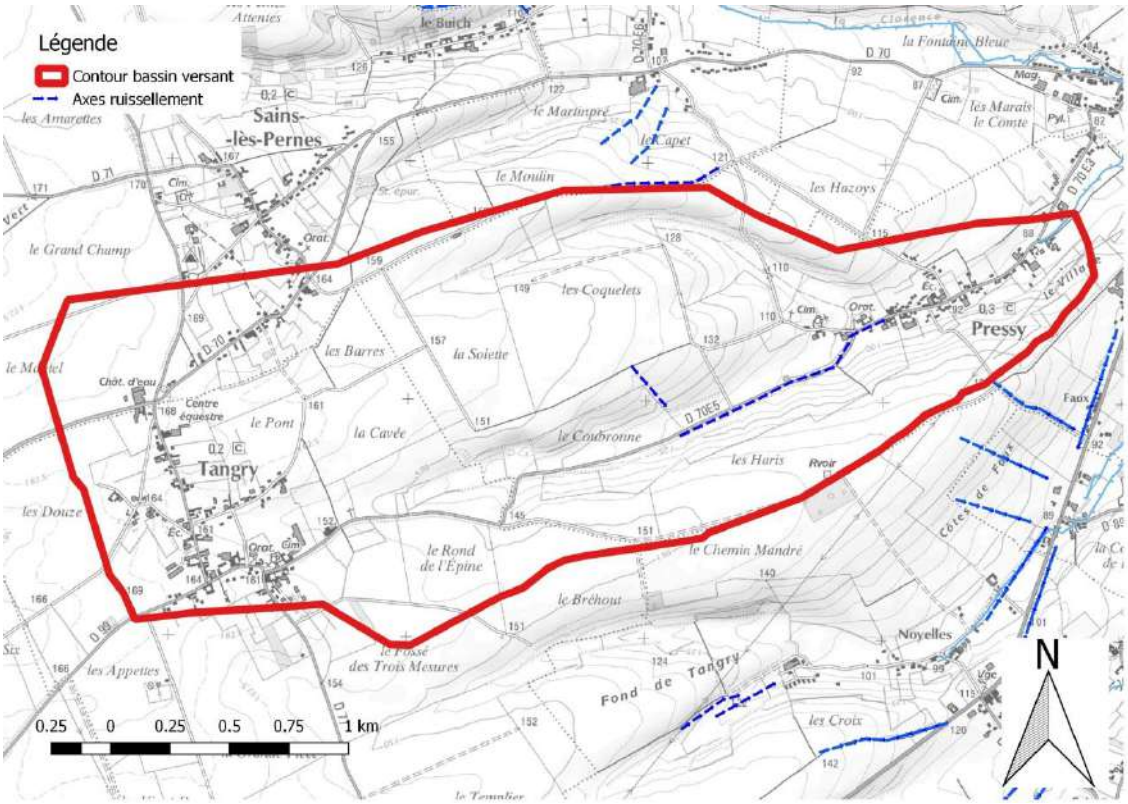


Figure 60 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Pressy

5.6.5.2 Maillage du secteur

La bathymétrie sur chaque maille du secteur est mise à jour à l'aide des données LIDAR au pas de 0,5 mètres :

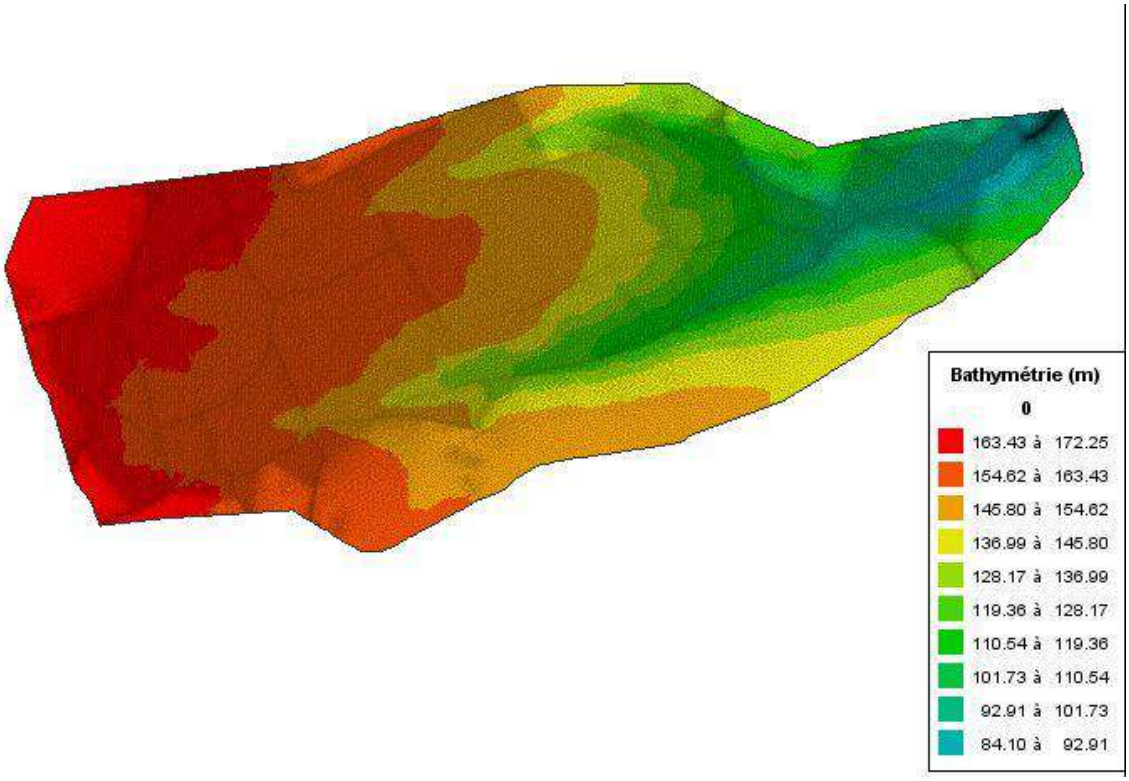


Figure 61 : Bathymétrie sur le secteur de Pressy

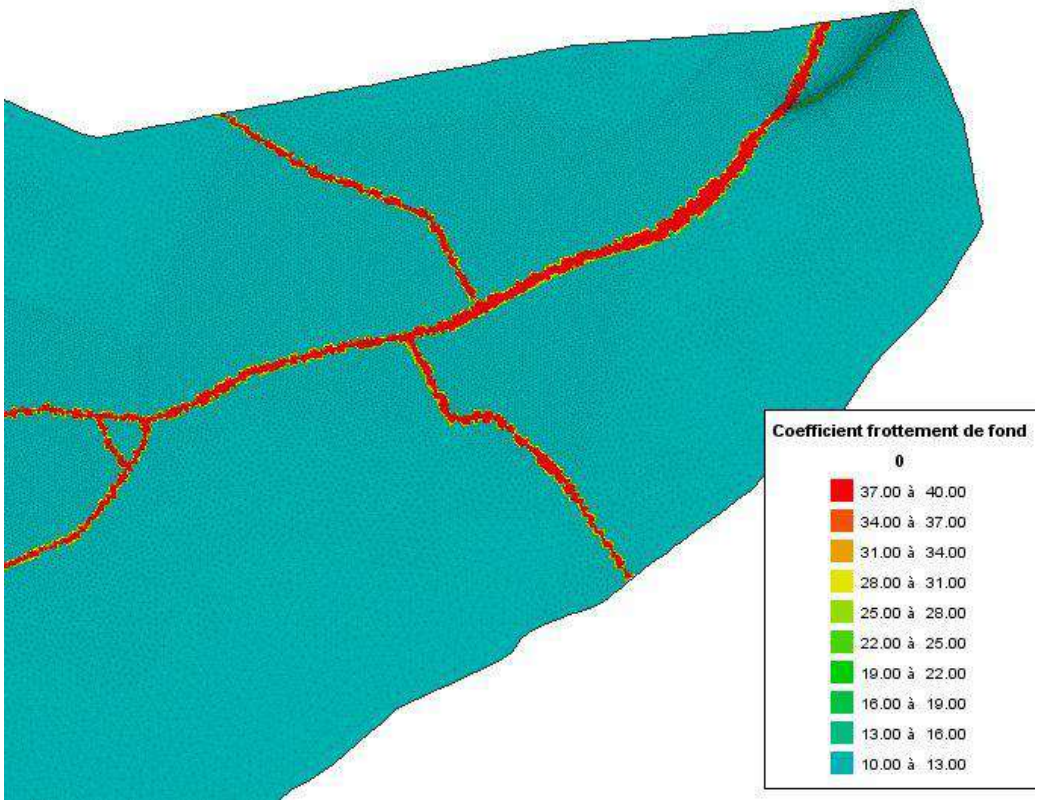
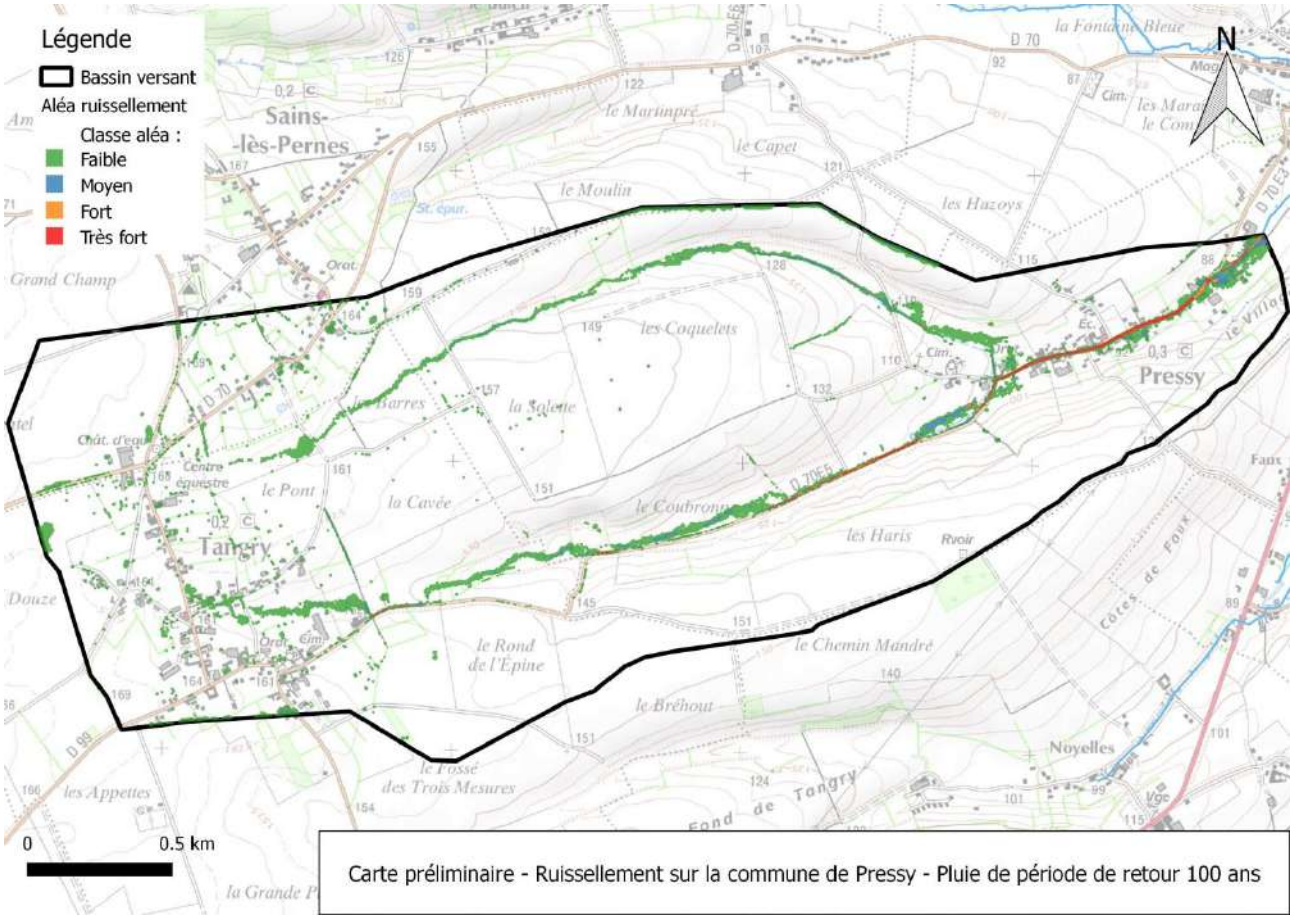


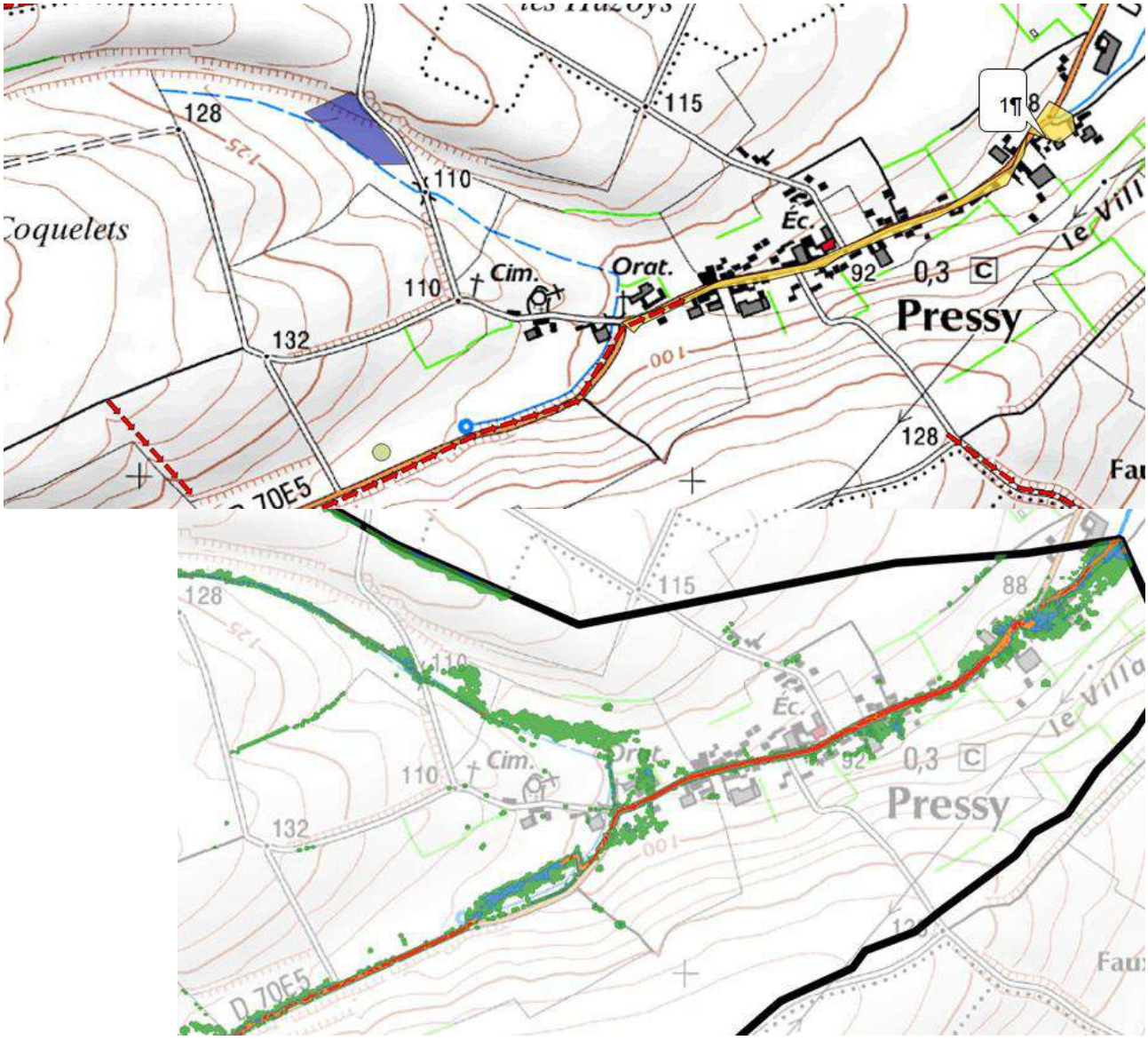
Figure 62 : Valeurs de Strickler au niveau de la commune de Pressy

5.6.5.3 Aléa ruissellement

La carte des aléas est présentée ci-dessous



Carte préliminaire - Ruissellement sur la commune de Pressy - Pluie de période de retour 100 ans



Du ruissellement en provenance de Tangry peut se propager jusque dans le cours d'eau le Pressy, et inonder la rue principale.

5.6.6Ruissellement sur le sous-bassin versant de Sachin

5.6.6.1 Délimitation du modèle

Les contours des modèles de ruissellement ont été déterminés par traitement automatique du LIDAR (pas de 0,5 m). L'emprise du bassin versant topologique autour de la commune de Sachin est la suivante :

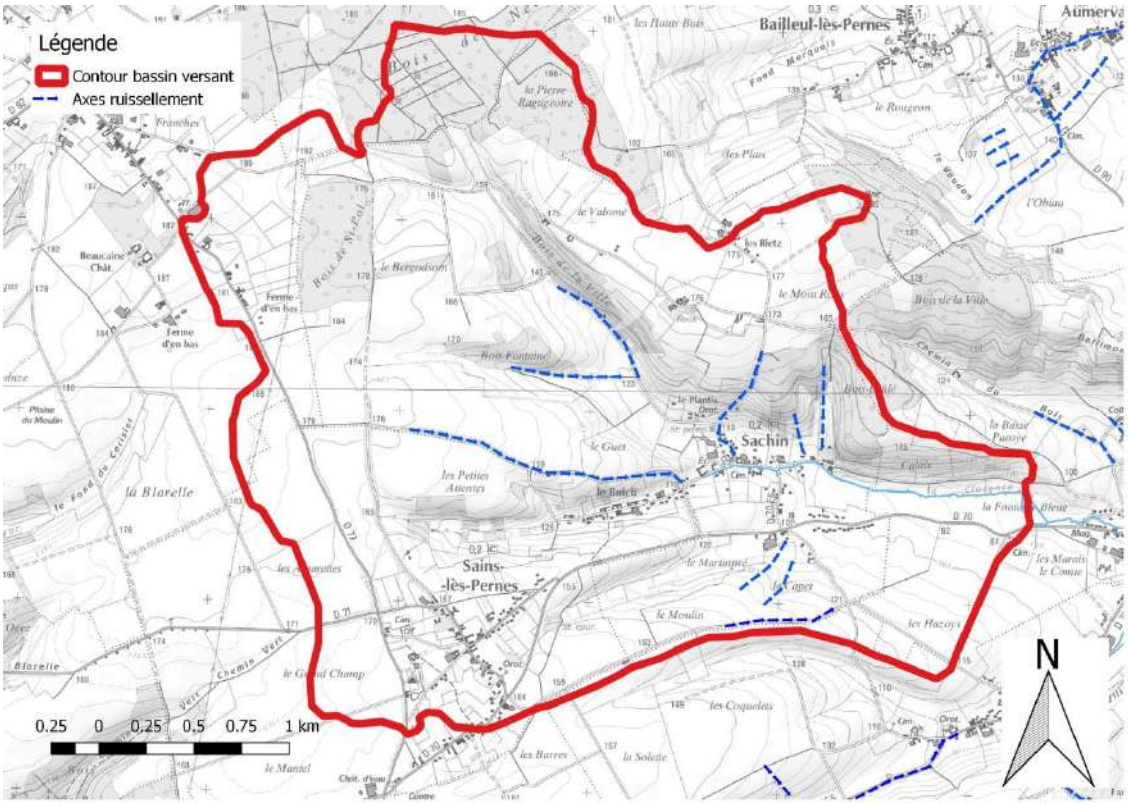


Figure 63 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Sachin

5.6.6.2 Maillage du secteur

La bathymétrie sur chaque maille du secteur est mise à jour à l'aide des données LIDAR au pas de 0,5 mètres :

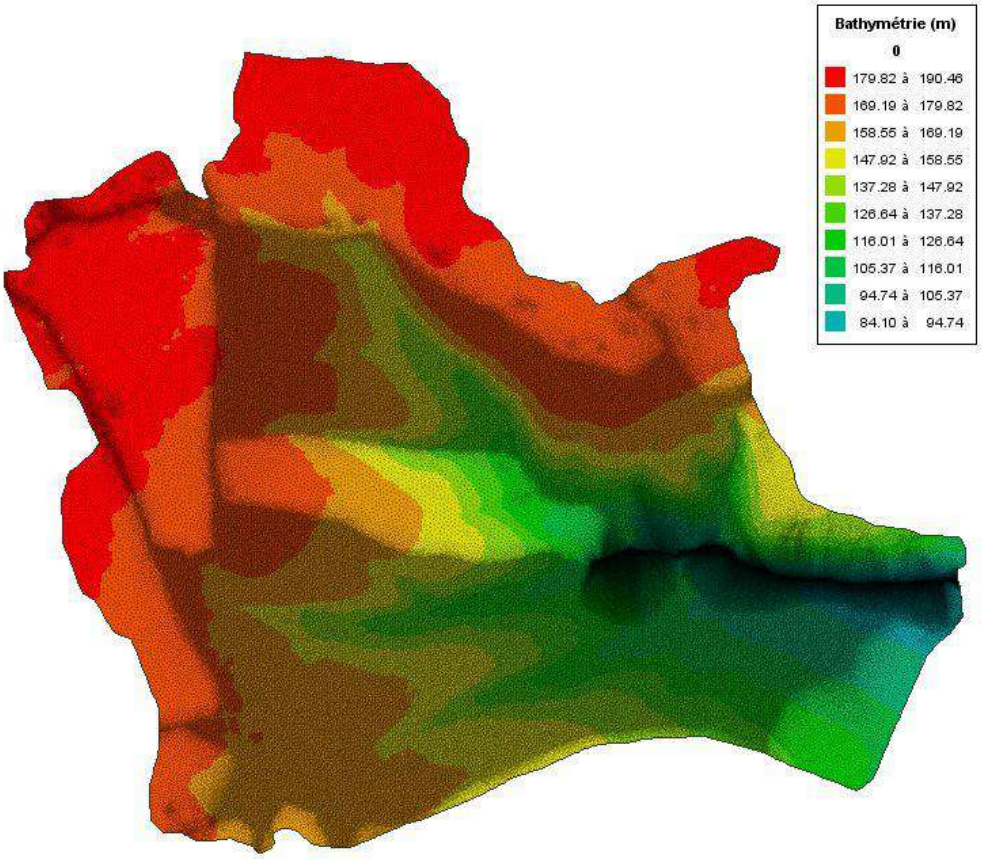


Figure 64 : Bathymétrie sur le secteur de Sachin

La carte des aléas est présentée ci-après. On constate qu'elle est cohérente avec les observations suivantes :

- La route venant du Mont Rotis apporte des eaux qui rejoignent la route principale du bourg.
- Les ruissellements provenant du bois brûlé rejoignent la route

Elle ne reproduit pas les inondations de l'ancien café au croisement rue de Pernes et rue de Pressy (repère n°5) qui a été inondé par les ruissellements provenant de la rue de Pressy et produit sur la parcelle agricole à l'ouest de la rue de Pressy. Les surfaces responsables de ces inondations sont faibles.

5.6.7Ruissellement sur le sous-bassin versant de Ferfay

5.6.7.1 Délimitation du modèle

Les contours des modèles de ruissellement ont été déterminés par traitement automatique du LIDAR (pas de 0,5 m). L'emprise du bassin versant topologique autour de la commune de Ferfay est la suivante :

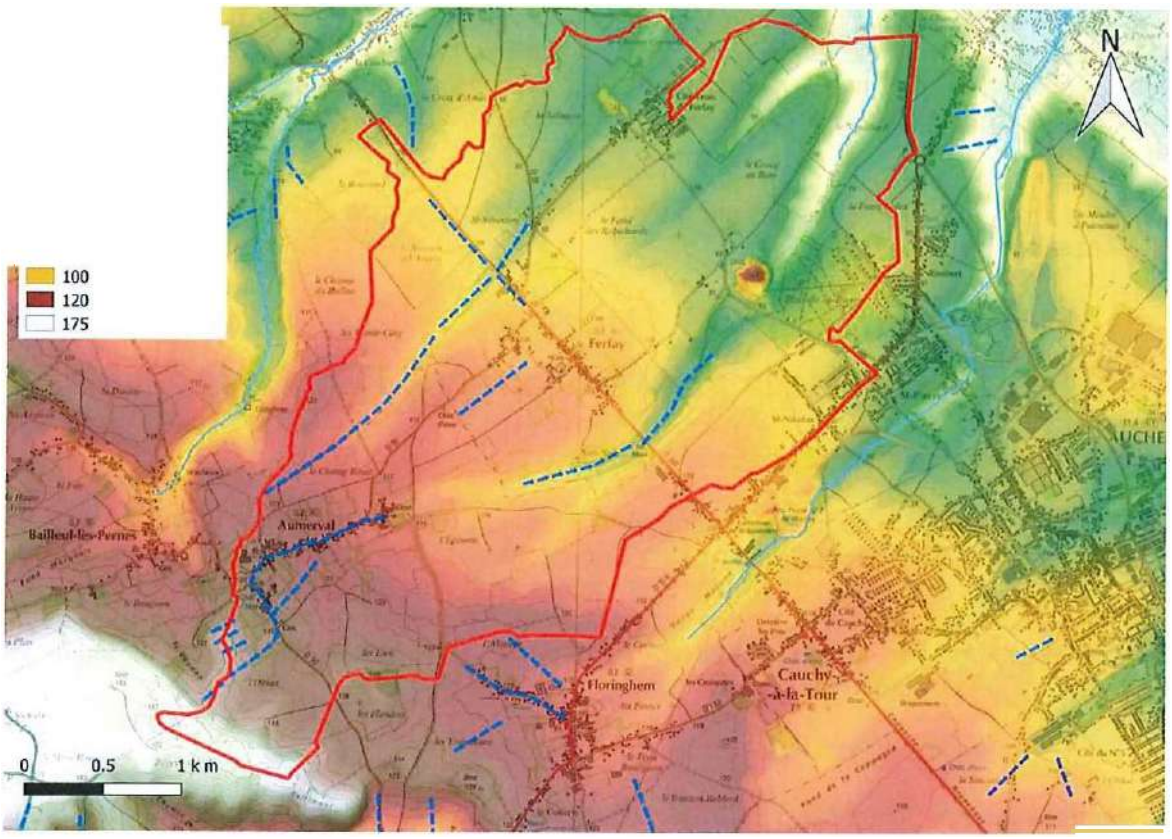


Figure 65 : Délimitation du bassin versant autour de la commune de Ferfay

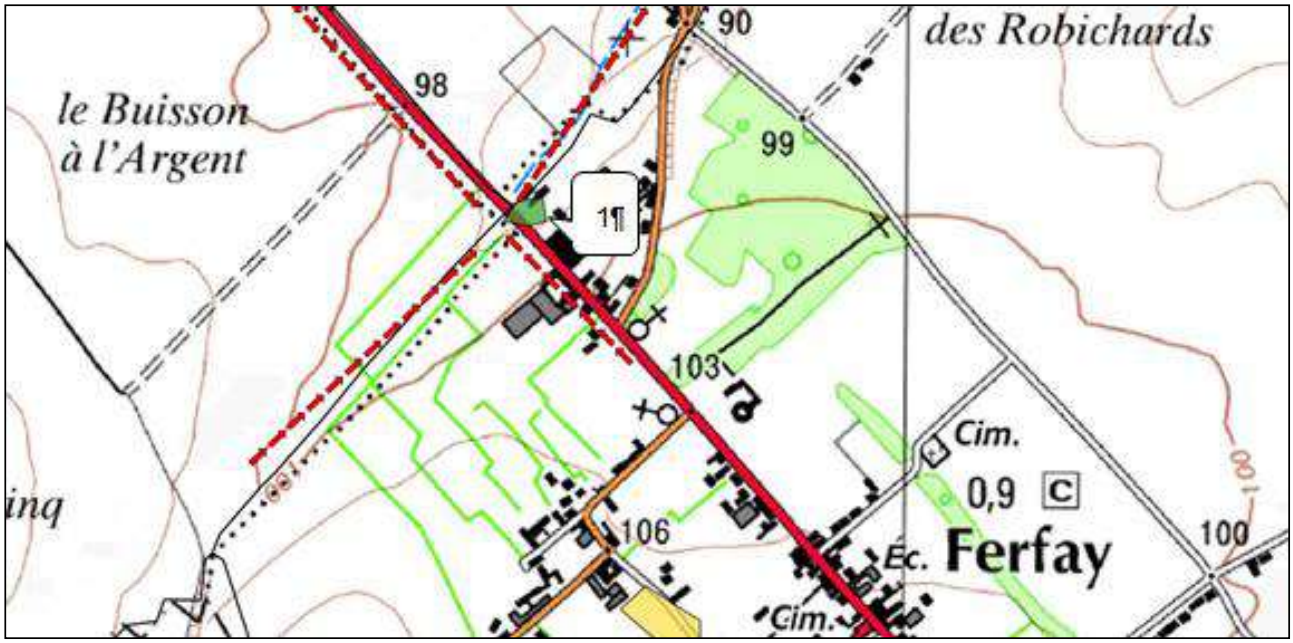
5.6.7.2 Maillage du secteur

La bathymétrie sur chaque maille du secteur est mise à jour à l'aide des données LIDAR au pas de 0,5 mètres :

5.6.7.3 Résultats

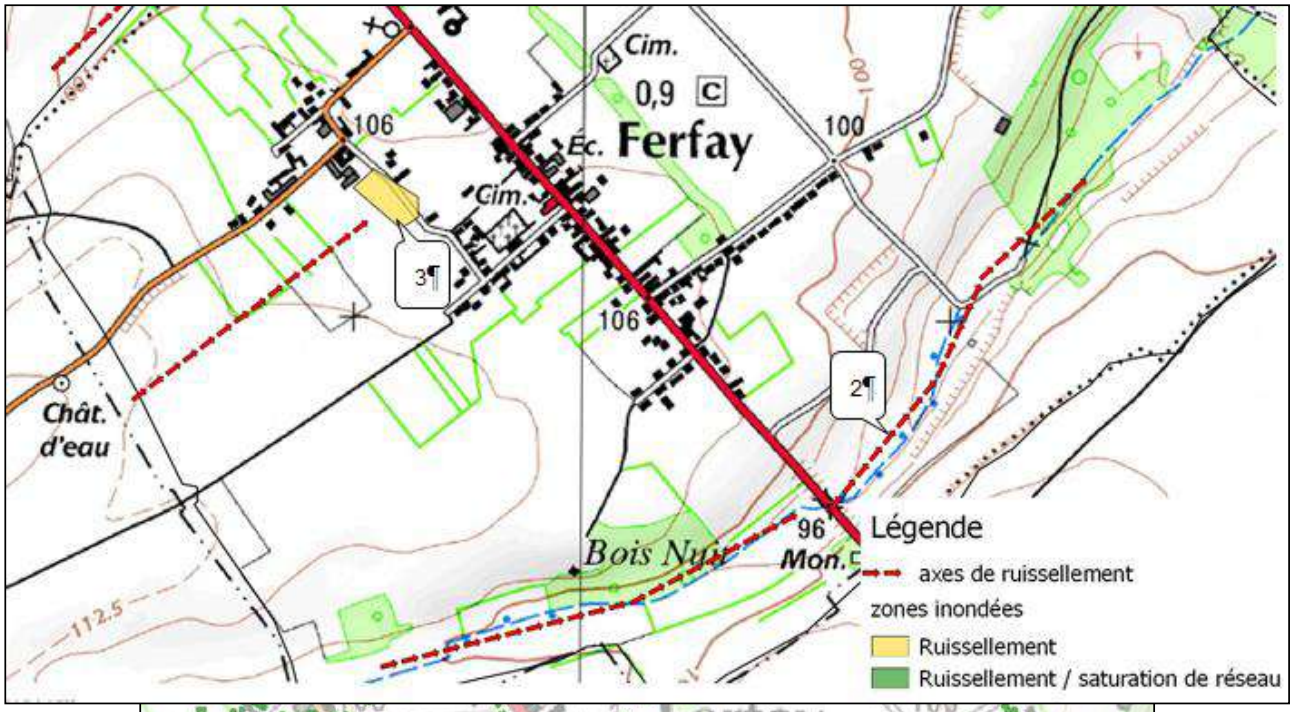
Le modèle identifie le talweg Nord caractérisé par un nœud hydraulique au niveau de la D341 en sortie nord du centre de la commune. Les eaux de ruissellement provenant des parcelles agricoles se joignent aux eaux de ruissellement de la D341 provenant de Ferfay, d'Amettes et Aumerval. Le passage busé de ce nœud hydraulique monte en charge et provoque la saturation du réseau. Une habitation est régulièrement inondée.

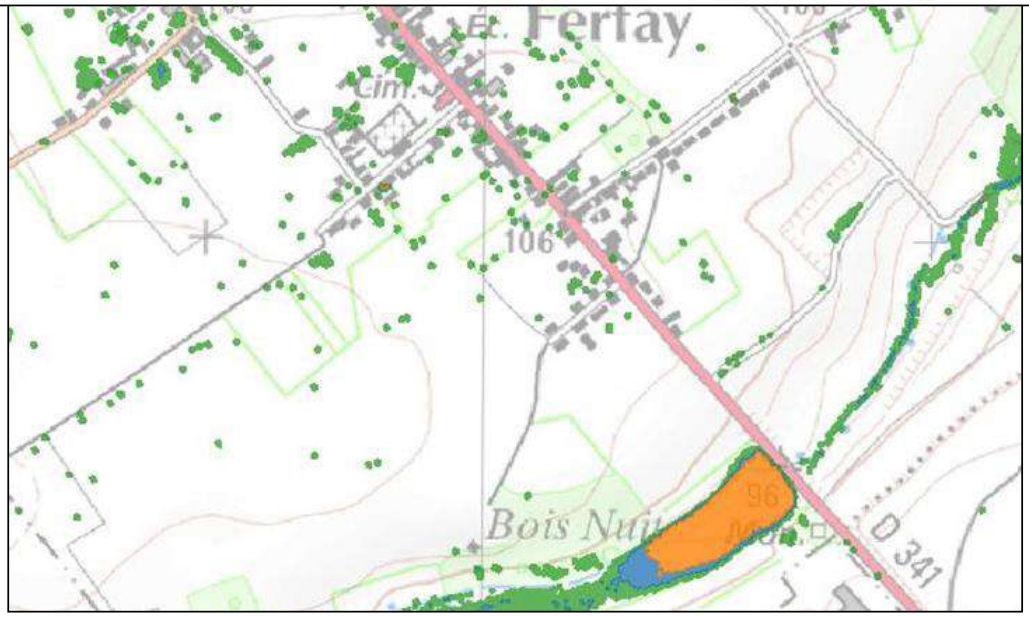
Ferfay Nord (nœud hydraulique)



Le talweg sud débouche dans la Vallée de la Scyrendale. Des forts ruissellements ont été observés, néanmoins il s'agit d'une zone de pâturage en amont puis boisée en aval sans enjeux.

Ferfay sud


Cim.
0,9
C
106
Éc. Ferfay
100
Cim.
3¶
106
2¶
Chât. d'eau
Bois Nuit
96
Mon.
112.5
Légende
axes de ruissellement
zones inondées
Ruissellement
Ruissellement / saturation de réseau


Éc. Ferfay
Cim.
106
Bois Nuit
96
D 341

5.6.8 Ruissellement sur le sous-bassin versant d'Aumerval

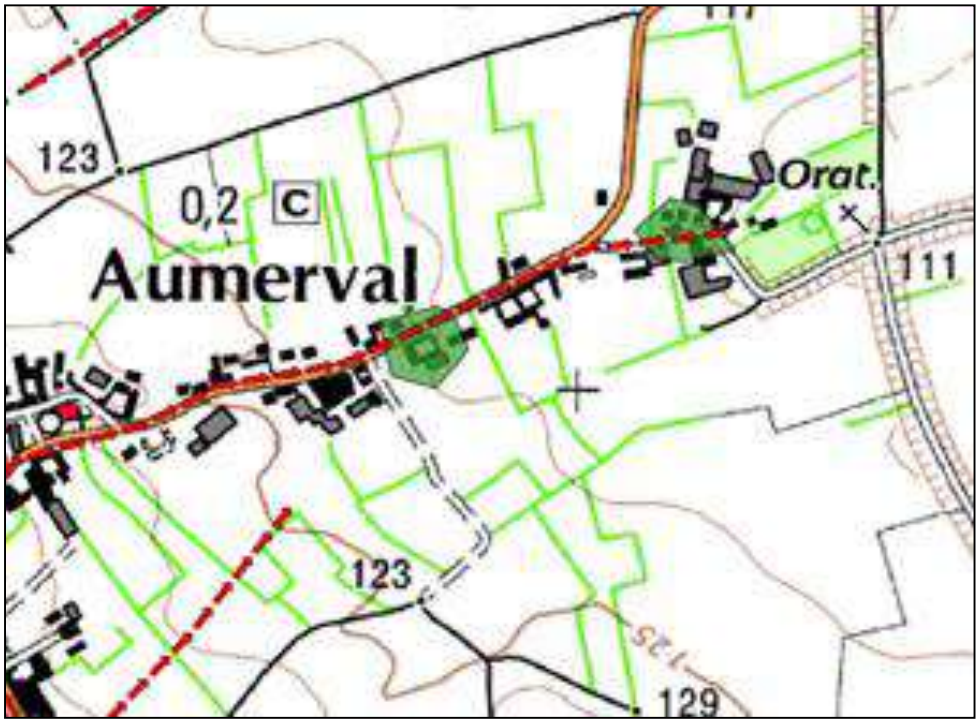
5.6.8.1 Délimitation du modèle

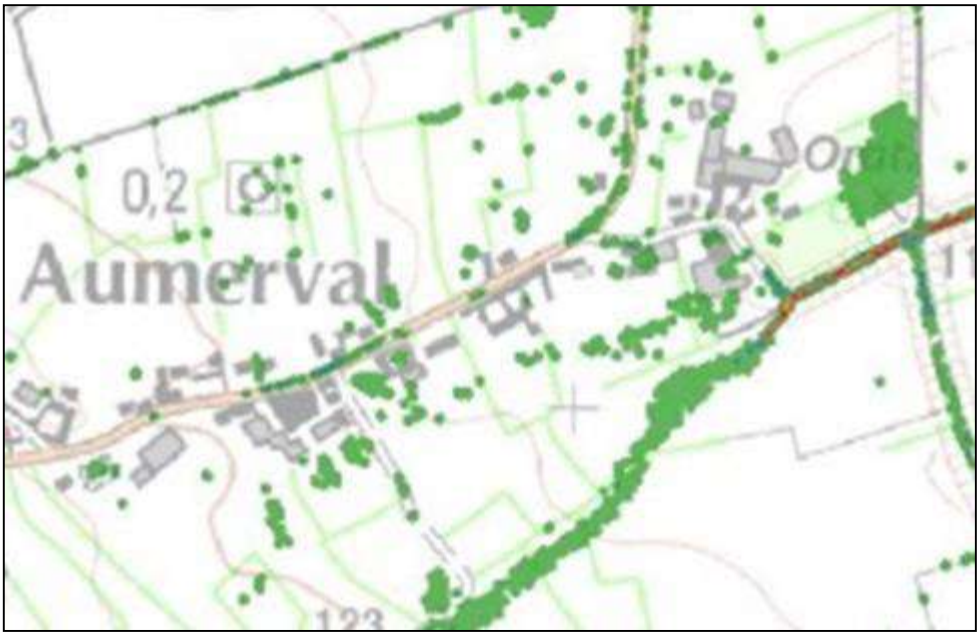
Les contours des modèles de ruissellement sont identiques à ceux de Ferfay

5.6.8.2 Résultats

L'eau passe sous la rue de Pernes (D90) et la rue principale (D91) en busé ce qui crée un débordement sur la route en cas de ruissellements trop importants.

Les numéros 41 et 43 rue principale sont touchés.


123
0,2
C
Aumerval
Orat.
111
123
129


0,2
Aumerval

5.7 Etape 3 : approche simplifiée pour les autres secteurs

5.7.1Méthode

L'approche consiste à identifier les paramètres jouant les rôles les plus significatifs dans le processus d'alea ruissellement, de croiser ces paramètres pour en déduire les éléments qui permettront de réaliser un zonage puis d'étalonner ce zonage par rapport aux secteurs sensibles étudiés en détails. Les sous bassins versants concernés par l'exercice ont des superficies qui n'excèdent pas 10 km² en lien avec l'extension estimé du phénomène orageux qui génère l'alea.

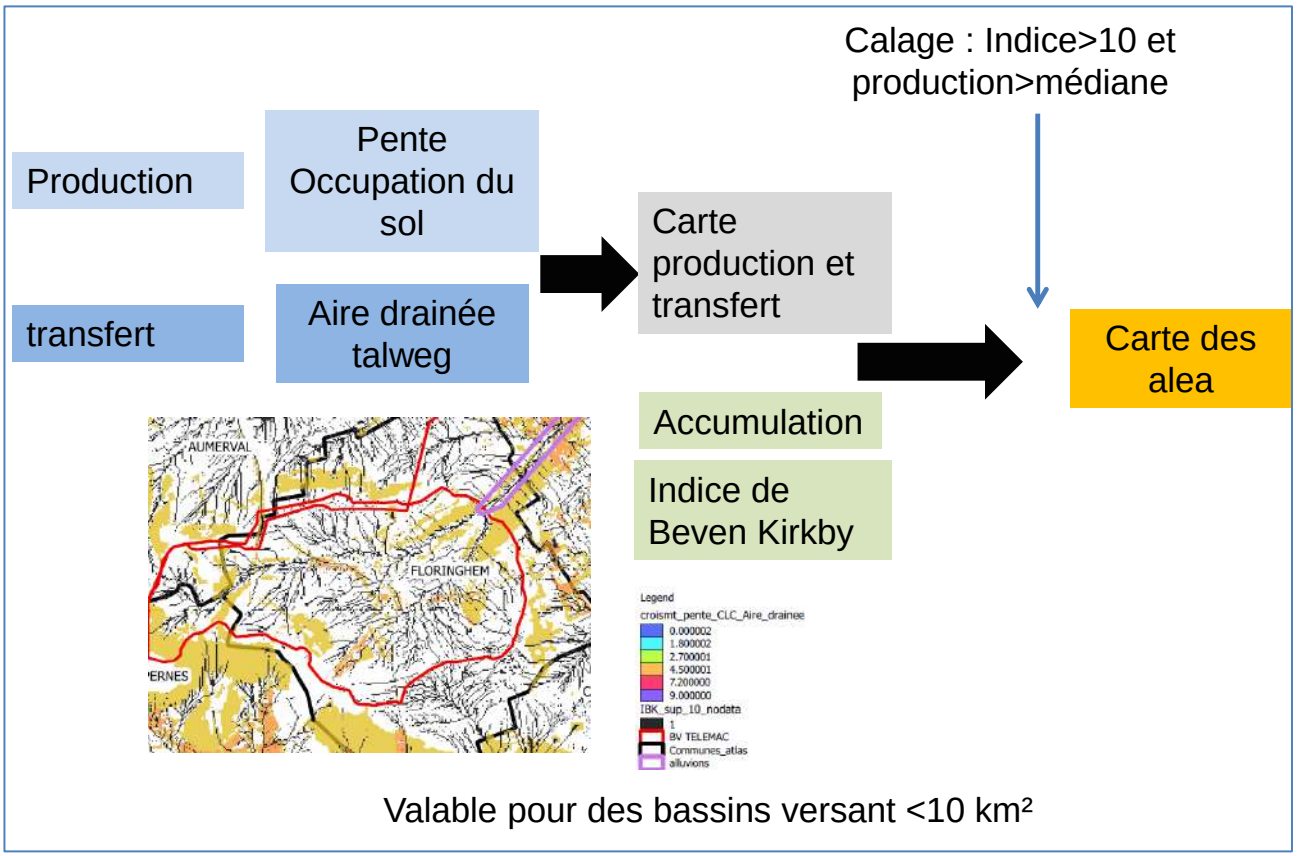
Les paramètres retenus pour expliquer l'alea sont les suivants :

- La pente,
- L'occupation du sol,
- La surface drainée,
- L'indice de Beven Kirkby

L'indice de Beven-Kirkby est utilisé originellement pour l'établissement des modèles de Beven fondés sur le concept d'aires contributives variables.

IBK = Ln (a / tan (b)) a = surface drainée au point considéré b = pente locale

L'approche est synthétisée ci-après :



Deux cartes sont établies : l'une de la production/transfert à partir des 3 premiers paramètres et l'autre des indices de Beven Kirkby. La première carte présente des scores définis à partir de la grille suivante :

Thème	Facteur	classe	Note
Topographie	Pente	0-3%	0
		3-5%	1
		≥5	2
Occupation du sol	Type d'occupation	Urbain	3
		Culture dominante	2
		Mixte culture, prairie et forêt	1
		Forêt dominante	0
Surface drainée	surface	10 km²	5
		S	5*S/10

5.7.2Application

L'étalonnage sur les modèles existants nous conduit à ne retenir que les secteurs pour lesquels l'IBK est supérieur à 10.

La concordance des alea conduit à proposer dans un premier temps la classification suivante :

IBK + pente= 4 => écoulement en fond + faible accumulation autour

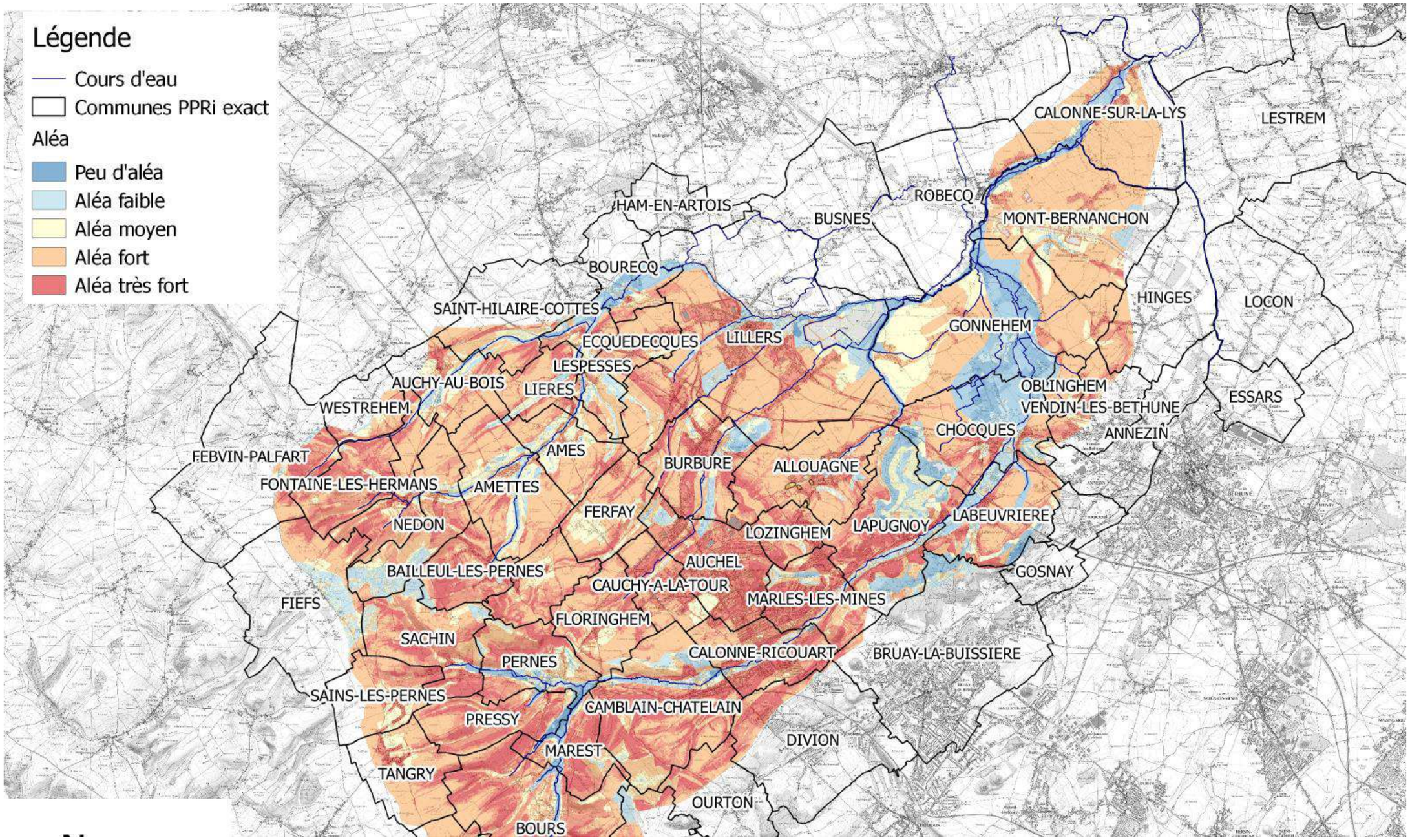
IBK + pente>4 => fort écoulement en fond+ et « écoulement » autour

La largeur sur laquelle s'établit le zonage dépend de l'existence ou non d'alluvions.

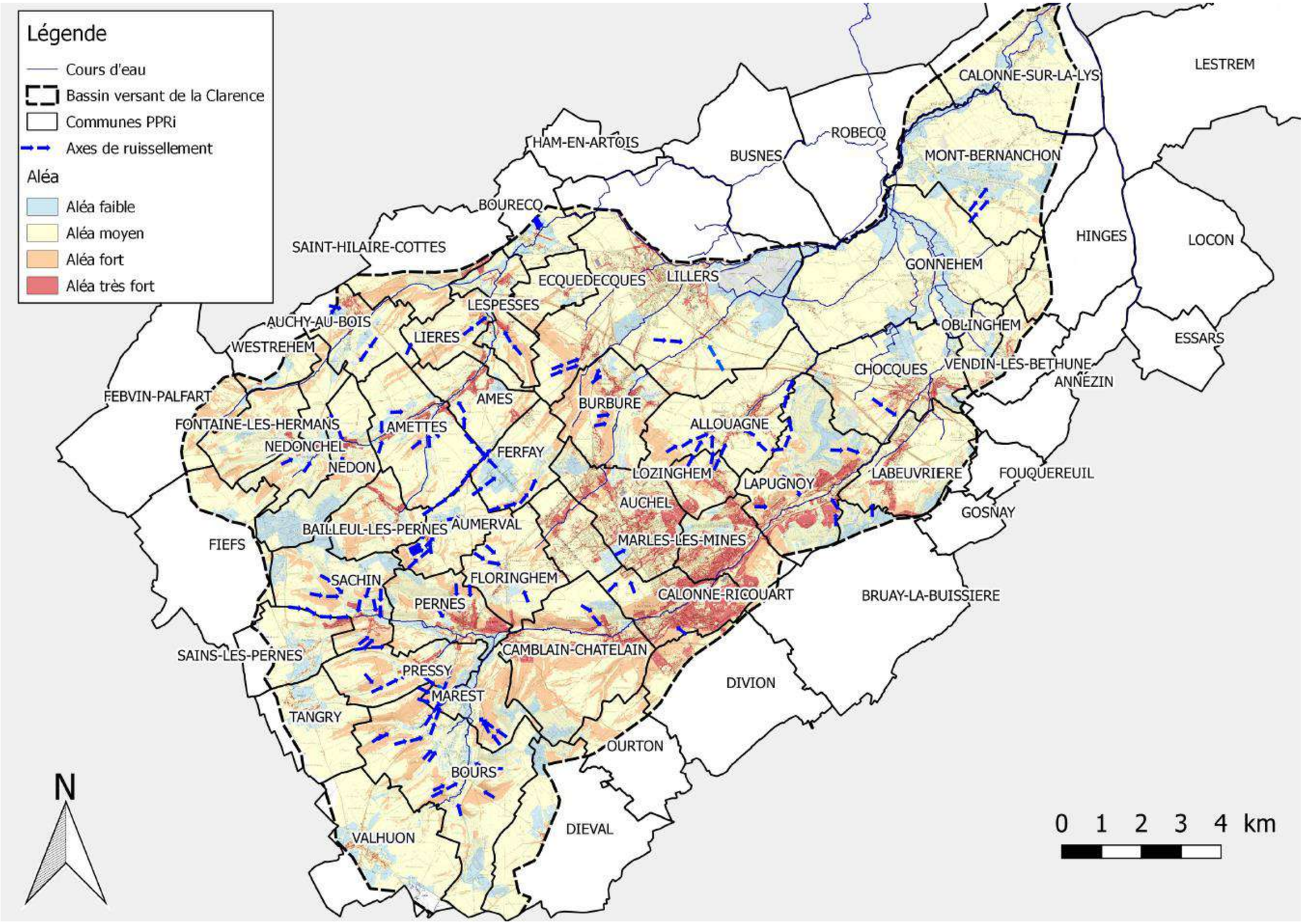
C'est à partir de cette concordance que l'alea est généralisé aux autres sous bassins.

Les premières cartes ont montré que le poids de l'urbanisation était fort car la note 3 est attribuée à l'occupation des sols. Pour les zones urbaines, un second jeu de cartes a été réalisé avec une note portée à 2 pour le secteur urbain. Si la note globale est égale à 3, le classement est revu à la baisse, sinon il est conservé. Il est également fait appel aux résultats des enquêtes pour conforter le classement.

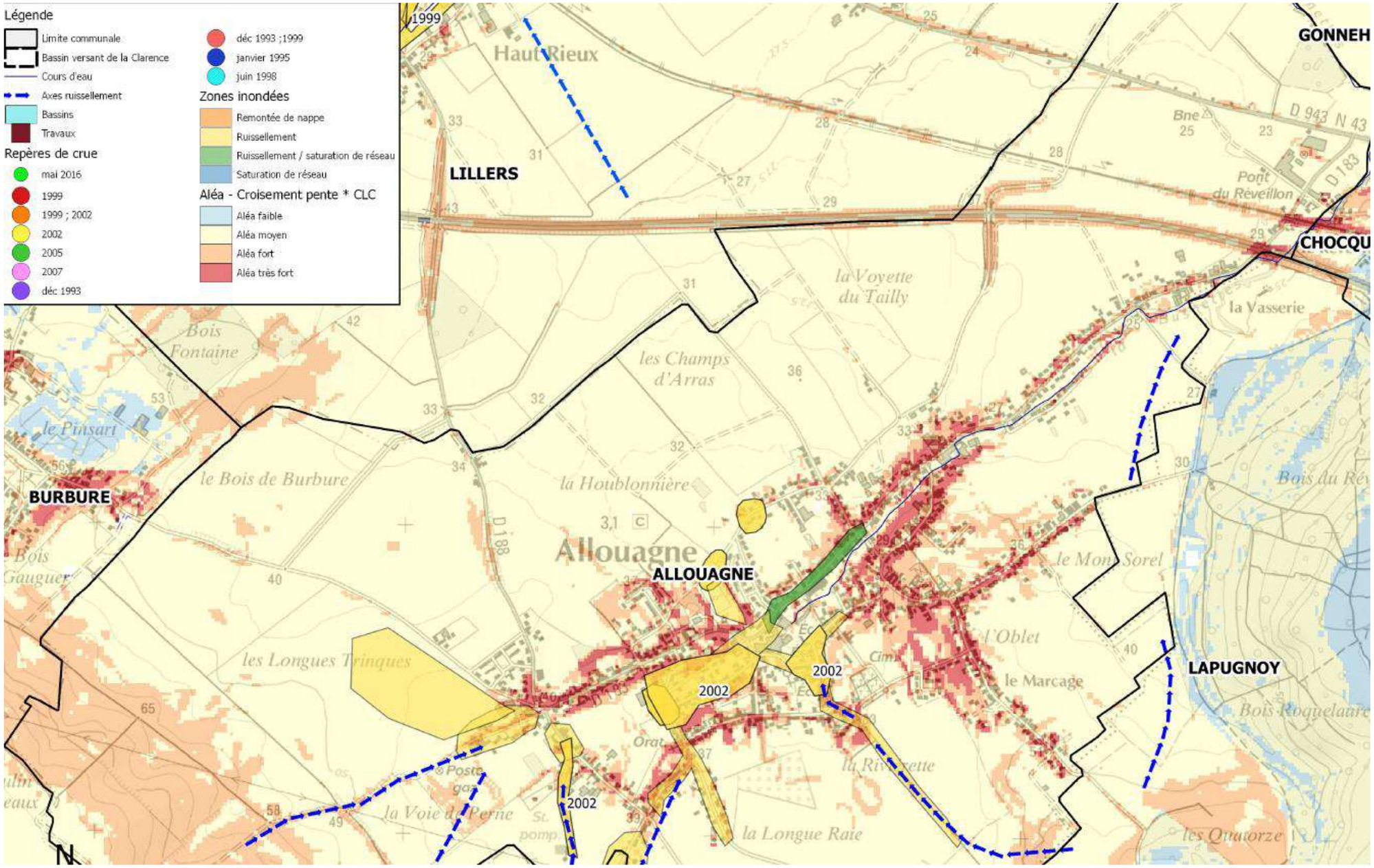
ANNEXE 1 : CARTE DE RISQUE PRENANT EN COMPTE LE PARAMETRE SOL



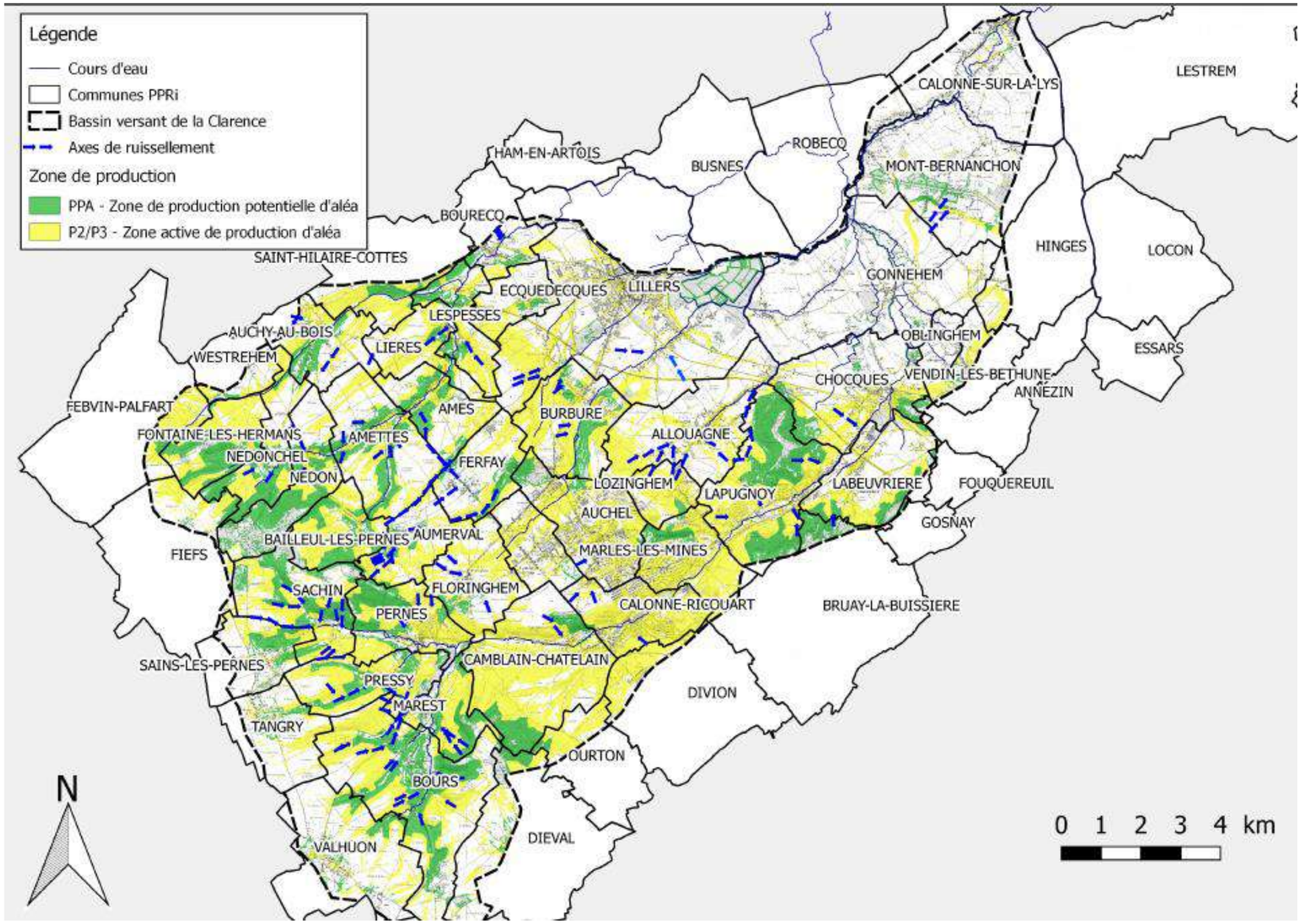
ANNEXE 2 : CARTE DE RISQUE EXCLUANT LE PARAMETRE SOL



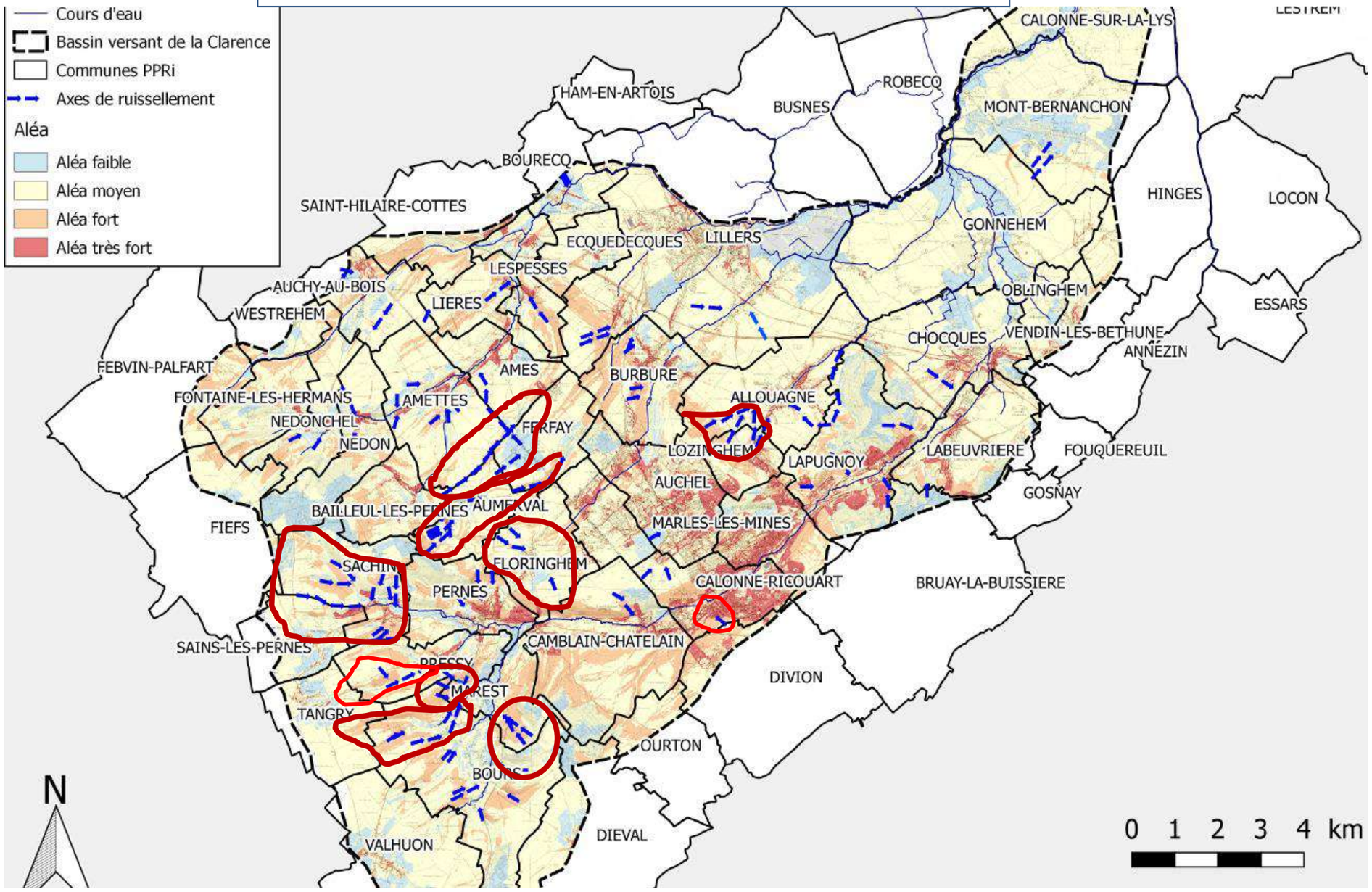
ANNEXE 3 :CARTE A L'ECHELLE DE LA COMMUNE



ANNEXE 4 : CARTE DES ZONES DE PRODUCTION



Sous bassins versants à risques touchés par des orages localisés



ANNEXE 5 DEBITS SEUIL DE CHANGEMENT DE PARAMETRES POUR LES SOUS BASSINS VERSANTS AMONT

Sous-bassins	Débit seuil de changement de paramètre (m^3/s)
Nave_amont_1	0,26
Meroise_2	0,80
Nave_4	0,28
Nave_amont_2	0,30
Nave_5	0,63
Nave_6	0,07
Clarence_amont_1	0,43
Clarence_amont_5	0,44
Clarence_6	0,23
Clarence_amont_4	0,75
Clarence_amont_3	0,39
Clarence_amont_2	0,13
Clarence_7	0,57
Clarence_8	0,89
Clarence_9	0,22
Nave_amont_3	0,37
Rimbert_2	0,22
Rimbert_1	0,16
Clarence_amont_6	0,44

Clarence_amont_8	0,24
Clarence_amont_0	0,49
Nave_amont_4	0,15
Meroise_1	0,24
Fosse_noire_0	0,62
Nave_amont_0	0,30
Rimbert_0	0,26
Clarence_amont_7	0,12
Clarence_amont_9	0,09

ANNEXE 6 PARAMETRES APPLIQUES A CHAQUE SOUS-BASSIN VERSANT

Sous-bassins	Paramètres
Nave_amont_1	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Grand_Nocq_1	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Fosse_Justin	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Courery	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Grand_Nocq_2	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Grand_Nocq_3	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Grand_Nocq_4	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Grand_Nocq_5	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Bellerive_2	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Grand_Nocq_6	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Grand_Nocq_8	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Fosse_noir_1	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Ruisseau_dHurionville_2	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Meroise_2	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Nave_7	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Nave_4	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Nave_amont_2	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Nave_5	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Nave_6	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Fosse_noir_2	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Clarence_amont_1	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_amont_5	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_6	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**

Clarence_amont_4	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_amont_3	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_amont_2	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_7	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_8	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Calonnette	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Clarence_10	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Clarence_9	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Grand_Nocq_7	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Clarence_11	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Clarence_12	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Nave_amont_3	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Ruisseau_dHurionville_1	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Rimbert_2	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Busnes_4	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Rimbert_1	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Rimbert_3	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Rimbert_4	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Rimbert_5	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Busnes_2	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Grand_Nocq_9	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Busnes_3	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Busnes_1	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Bellerive_1	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Turbeaute_0	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Turbeaute_2	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**

Clarence_amont_6	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_amont_8	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_amont_0	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Nave_amont_4	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Meroise_1	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Ruisseau_dHurionville_0	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Fosse_noire_0	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Calonnette_amont	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Nave_amont_0	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Rimbert_0	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Clarence_amont_7	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**
Turbeaute_1	**A =1200, B = 100, C =2, D =-4**
Clarence_amont_9	**A = 1000/900, B =100/180, C =15, D =1/-2**

En bleu : bassin versant aval, un jeu de paramètre

En noir : bassins versants amont, changement de paramètres au débit de seuil