



PRÉFET DES PYRÉNÉES-ATLANTIQUES

*Direction Départementale des Territoires
et de la Mer
Service Gestion & Police de l'Eau
Unité Quantité – Lit Majeur*



Etude de l'aléa inondation de
l'Ousse et cartographie des
zones inondables entre
Artigueloutan et Bizanos

Note de présentation

Commune d'Artigueloutan

Mars 2017

DOCUMENT APPROUVE
Par arrêté préfectoral le:

27/11/2018



Direction France Sud et Outre-Mer Agence Aquitaine
2A avenue de Berlinçan - BP 50004
33166 Saint-Médard-en Jalles Cedex - France

Agence de Biarritz
69 avenue du Maréchal Juin
64200 BIARRITZ - France

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

Vérification des documents IMP411



Numéro du projet : 15MAT009

Intitulé du projet : Plan de Prévention du Risque Inondation – aléas et enjeux pour les crues de l'Ousse et ses principaux affluents

Intitulé du document : Note de présentation - Commune d'Artigueloutan

| Version | Rédacteur NOM / Prénom | Vérificateur NOM / Prénom | Date d'envoi JJ/MM/AA | COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| V0 | AB | SJ | 08/03/2017 | Version initiale |
| V1 | AB | SJ | 27/03/2017 | Remarques DDTM64 |
| V2 | AB | SJ | 06/04/2017 | Version finale |
| | | | | |

Sommaire

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Les inondations du 24-25 janvier 2014 | 9 |
| 1.1 | Analyse pluviométrique | 9 |
| 1.2 | Chronologie générale..... | 13 |
| 1.3 | Transferts entre cours d'eau..... | 17 |
| 1.3.1 | Echanges de volumes de crue | 17 |
| 1.3.2 | Le répartiteur de l'Ousse vers l'Arriou Merdé..... | 19 |
| 2 | Etude hydrologique | 21 |
| 2.1 | Présentation du bassin de l'Ousse | 21 |
| 2.2 | Contexte géologique..... | 22 |
| 2.3 | Hypothèses de calcul | 24 |
| 2.3.1 | Découpage en bassins versants..... | 24 |
| 2.3.2 | Coefficients de ruissellement..... | 24 |
| 2.3.3 | Curve Number et temps de réponse..... | 27 |
| 2.3.4 | Méthode du double réservoir linéaire | 28 |
| 2.4 | Calcul des débits de référence | 29 |
| 2.4.1 | Calcul du débit decennal | 29 |
| 2.4.2 | Calcul du débit centennal | 29 |
| 2.4.3 | Comparaison des résultats..... | 30 |
| 3 | Etude hydraulique..... | 31 |
| 3.1 | Données topographiques | 31 |
| 3.2 | Description de l'outil hydraulique | 35 |

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

| | |
|---|-----------|
| 3.3 Maillage | 35 |
| 3.4 Condition aval | 39 |
| 3.5 Résultats de calage sur la crue de janvier 2014 | 39 |
| 3.5.1 Comparaison des niveaux du modèle et des laisses de crue | 39 |
| 3.5.2 Analyse de sensibilité | 44 |
| 3.5.3 Comparaison avec les crues passées | 45 |
| 3.6 La crue de référence | 49 |
| 3.6.1 Définition | 49 |
| 3.6.2 Scénarios testés | 49 |
| 3.6.3 Analyse de sensibilité | 51 |
| 3.7 Les grandeurs cartographiées | 52 |
| 3.7.1 Les hauteurs d'eau | 52 |
| 3.7.2 Les vitesses d'écoulement | 52 |
| 3.7.3 La bande forfaitaire de sécurité | 52 |
| 3.8 Classification de l'aléa | 53 |
| 3.8.1 Principe de base | 53 |
| 3.8.2 Grille d'aléas | 54 |
| 4 Cartographie de l'aléa inondation sur la commune d'artigueloutan | 55 |
| 4.1 Présentation de la commune d'artigueloutan | 55 |
| 4.1.1 Cadre géographique | 55 |
| 4.1.2 Cadre hydrographique | 55 |
| 4.2 Les inondations sur la commune | 58 |
| 4.3 Les aléas sur la commune | 65 |
| 4.4 Comparaison avec le PPRI actuel approuvé le 31 JUILLET 2002 | 69 |

Table des annexes

| |
|--------------------------------------|
| ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES ALEAS |
| ANNEXE 2 : LAISSES DE CRUE ET PHOTOS |
| ANNEXE 3 : DONNEES TOPOGRAPHIQUES |
| ANNEXE 4 : FICHES OUVRAGES |
| ANNEXE 5 : FICHES MERLONS |

Tables des illustrations

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Inondation à Idron en janvier 2014 (source SDIS 64)..... | 7 |
| Figure 2 : Stations pluviométriques..... | 9 |
| Figure 3 : Cumuls bruts journaliers de la pluie de janvier 2014..... | 10 |
| Figure 4 : Cumuls horaires de la pluie de janvier 2014 | 12 |
| Figure 5 : Articles de journaux (République des Pyrénées 27-01, Sud-Ouest 26-01)..... | 14 |
| Figure 6 : Articles de journaux sur la crue (République des Pyrénées 25/26-01) | 15 |
| Figure 7 : Emprise estimée de la crue de janvier 2014 entre Artigueloutan et Bizanos..... | 16 |
| Figure 8 : Profils en travers de la vallée de l'Ousse en amont et en aval du répartiteur..... | 17 |
| Figure 9 : Transferts en amont d'Ousse | 18 |
| Figure 10 : Transferts en aval de Lée | 18 |
| Figure 11 : Répartiteur Ousse (à droite) et Arriou Merdé à gauche..... | 19 |
| Figure 12 : Arrivée des eaux de l'Ousse en rive gauche au bras sans passage par le répartiteur (cerle violet) | 20 |
| Figure 13 : Extrait de la carte géologique (source BRGM) | 23 |
| Figure 14 : Hydrogramme de crue et hyétogramme – illustration du lag - time..... | 28 |
| Figure 15 : Extrait du MNT (source : MNT CAPBP)..... | 31 |
| Figure 16 : Altimétrie générale (source : MNT CAPBP)..... | 32 |
| Figure 17 : Exemple de maillage triangulaire, avec taille variable suivant l'enjeu | 36 |

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

| | |
|--|----|
| Figure 18 : Emprise du modèle 2D..... | 37 |
| Figure 19 : Extrait en vue 3D du maillage utilisé pour les calculs hydrauliques | 38 |
| Figure 20 : Synthèse des écarts entre niveau de laisse et niveau du modèle 2D (pour toutes les communes entre Artigueloutan et Pau)..... | 40 |
| Figure 21 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Artigueloutan | 42 |
| Figure 22 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Ousse | 42 |
| Figure 23 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Lée..... | 43 |
| Figure 24 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Idron | 43 |
| Figure 25 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Bizanos | 44 |
| Figure 26 : Pont de l'Ousse rue de la Gare en 1952 (source DDTM64) | 46 |
| Figure 27 : Pont de l'Ousse rue de la Gare en 2014 (source DDTM64) | 46 |
| Figure 28 : Dérivation en crue de l'Ousse (source CETE 2009/ISL 2014)..... | 47 |
| Figure 29 : hydrogrammes de crue théorique et modèle de janvier 2014..... | 48 |
| Figure 30 : Illustration de la détermination de la valeur maximale des hauteurs d'eau..... | 50 |
| Figure 31 : Influence de la modification des paramètres sur la ligne d'eau centennale à Ousse..... | 51 |
| Figure 32 : Exemple de restitution par classes d'iso-hauteurs..... | 52 |
| Figure 33 : Exemple de restitution par classes d'iso-vitesses..... | 52 |
| Figure 34 : Exemple de bande de sécurité (hachurage orange)..... | 53 |
| Figure 35 : Schéma des conditions de déplacement de personnes dans l'eau..... | 53 |
| Figure 36 : Grille de lecture des aléas | 54 |
| Figure 37 : Réseau hydrographique à Artigueloutan | 57 |
| Figure 38 : L'Ousse - Seuil au moulin de Courège et en aval de la RD 215 | 58 |
| Figure 39 : Le Cazalé – Impasse des Sources et rue du 8 mai 1945 | 59 |
| Figure 40 : Le Lou Bouey – Ouvrage de répartition et bras droit en aval | 59 |
| Figure 41 : Ecoulements en janvier 2014 à Artigueloutan | 61 |
| Figure 42 : Photo de crue de janvier 2014 – moulin de Courège (source SDIS64)..... | 62 |
| Figure 43 : Photo de crue de janvier 2014 – clos Mounyoye (source SDIS64)..... | 62 |
| Figure 44 : Photo de crue de janvier 2014 – aval clos Mounyoye (source SDIS64) | 63 |
| Figure 45 : Photo de crue de janvier 2014 – rue du 8 mai 1945 (source SDIS64) | 63 |
| Figure 46 : Photo de crue de janvier 2014 – groupe scolaire (source SDIS64) | 64 |
| Figure 47 : Photo de crue de janvier 2014 – plaine des sports (source SDIS64)..... | 64 |
| Figure 48 : Impact de la suppression des merlons à Artigueloutan | 66 |
| Figure 49 : Aléas en crue centennale à Artigueloutan | 67 |
| Figure 50 : Comparaison des aléas à Artigueloutan | 70 |

Table des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Caractéristiques des stations pluviométriques..... | 10 |
| Tableau 2 : Cumul de pluie sur un et deux jours et occurrence..... | 11 |
| Tableau 3 : Chronologie sommaire de la crue du 24 – 25 janvier 2014..... | 13 |
| Tableau 4 : Communes et cours d'eau concernés par cette étude | 21 |
| Tableau 5 : Présentation du bassin versant de l'Ousse..... | 21 |
| Tableau 6 : Caractéristiques des sous bassins versants | 27 |
| Tableau 7 : Comparaison avec les débits du PPRI | 30 |
| Tableau 8 : Tronçons de merlons levés pour cette étude..... | 33 |
| Tableau 9 : Ecart des niveaux entre le modèle et la laisse | 41 |

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

PREAMBULE

Les 24 et 25 janvier 2014, la vallée de l'Ousse a subi d'importantes inondations suite aux débordements de la rivière l'Ousse et de son affluent rive gauche, l'Arriou Merdé.



Figure 1 : Inondation à Idron en janvier 2014 (source SDIS 64)

Le retour d'expérience de la crue de janvier 2014 a montré que l'enveloppe de la crue était plus étendue que la zone inondable des PPRI des communes d'Artigueloutan, Idron et Bizanos.

A la suite de cette crue, le Préfet des Pyrénées-Atlantiques a décidé d'engager une nouvelle étude hydraulique de définition des aléas sur le bassin versant de l'Ousse. Cette étude est basée sur les relevés de la crue de 2014, elle a pour objet de définir l'aléa inondation sur les communes de la vallée de l'Ousse pour une crue centennale du cours d'eau de l'Ousse et de ses principaux affluents.

La cartographie des zones inondables a été réalisée dans un premier temps à l'aval d'Artigueloutan pour mettre à jour les Plans de Prévention des Risques inondation pour lesquels des écarts avaient été constatés.

La cartographie des zones inondables sera poursuivie dans un deuxième temps sur l'amont de la vallée.

La présente note de présentation comprend :

- 1 - l'analyse de la crue des 24 et 25 janvier 2014 ;
- 2 - un résumé de l'étude hydrologique ;
- 3 - une présentation de l'étude hydraulique ;
- 4 - la cartographie de l'aléa inondation sur la commune d'Artigueloutan.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

1 LES INONDATIONS DU 24-25 JANVIER 2014

1.1 ANALYSE PLUVIOMETRIQUE

Le bassin de l'Ousse ne possédant pas de stations de mesure, le débit de la crue de janvier 2014 n'a donc pas été mesuré. L'étude a commencé par s'intéresser aux cumuls de pluie mesurés sur les stations du secteur (cf. Figure 2 et Tableau 1).

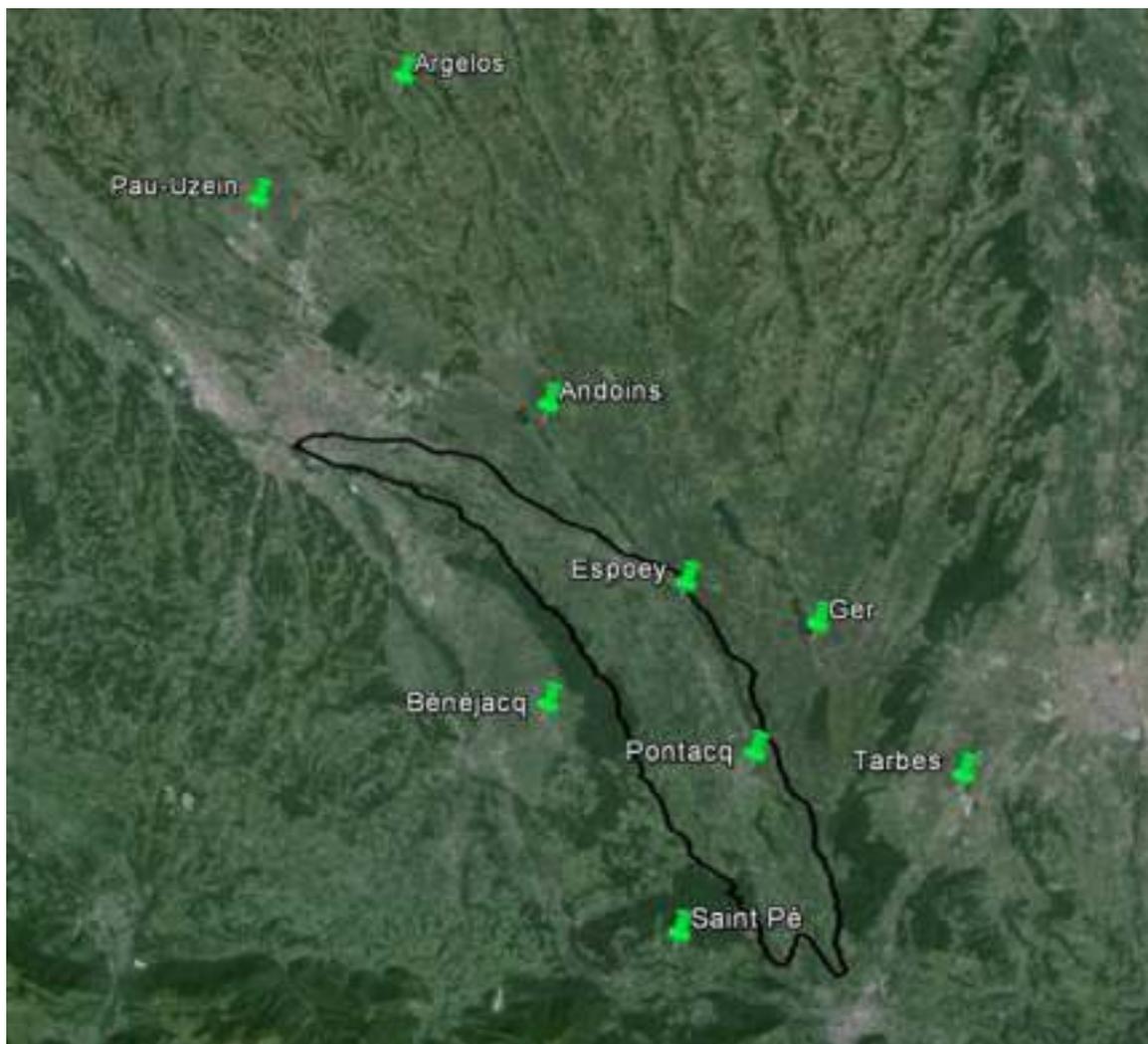


Figure 2 : Stations pluviométriques

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

Tableau 1 : Caractéristiques des stations pluviométriques

| Localisation | Mesure | Altitude | Ouverture | Statut |
|---------------------|-------------|----------|-----------|------------|
| ARGELOS | Journalière | 220 m | 1957 | En service |
| BENEJACQ | Journalière | 255 m | 1955 | En service |
| ESPOEY | Journalière | 312 m | 1920 | En service |
| PAU-UZEIN | 6 min | 183 m | 1921 | En service |
| TARBES | 6 min | 360 m | 1944 | En service |
| ANDOINS | Journalière | 313 m | 1993 | En service |
| GER | Horaire | 410 m | 2006 | En service |
| PONTACQ | Horaire | 363 m | 2007 | En service |
| SAINT PE DE BIGORRE | Journalière | 444 m | 2006 | En service |

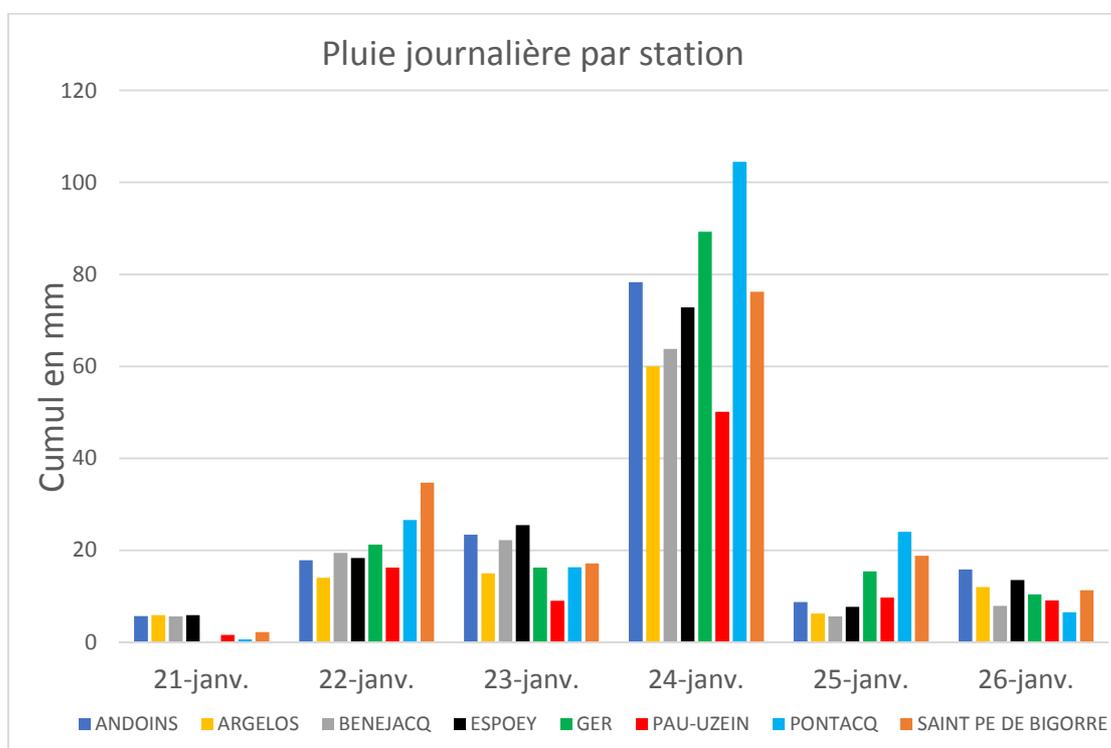


Figure 3 : Cumuls bruts journaliers de la pluie de janvier 2014

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

Les trois stations avec le cumul brut le plus faible le 24 janvier sont Argelos, Bénéjacq et Pau, qui sont côté Ouest de la zone d'étude. Saint Pé, Espoey et Andoins ont des cumuls similaires et intermédiaires, tandis que Ger et surtout Pontacq ont des cumuls importants (cette dernière ayant plus du double de celle de Pau), d'occurrence estimée entre 50 et 100 ans¹.

Tableau 2 : Cumul de pluie sur un et deux jours et occurrence

| Station | 24 h | | 48 h | |
|----------|------------|---------|------------|---------|
| | Cumul (mm) | T (ans) | Cumul (mm) | T (ans) |
| Argelos | 60 | 5 | 75 | < 5 ans |
| Andoins | 78 | 10 | 102 | 20 |
| Bénéjacq | 64 | 5 | 86 | 2 |
| Espoey | 73 | 5 | 98 | 10 |
| Saint Pé | 76 | 10 | 95 | 10 |
| Ger | 93 | 50-100 | 118 | 100 |
| Pau | 51 | < 2 ans | 66 | < 2 ans |
| Pontacq | 106 | 100 | 142 | > 100 |

On trouve une moyenne proche de 20 mm sur les deux jours précédents le 24, signe d'une première saturation des sols en eau avant le pic du 24. Ceci est cohérent avec le rapport d'évènement de Météo France qui indique que la pluie faisant suite à une fin d'année 2013 très humide, les nappes de l'Ousse étaient fortement rechargées les mois précédents. L'indice d'humidité des sols agrégé était supérieur à la médiane dès le 20 janvier, avec une augmentation importante dès le 23.

L'analyse des trois stations horaires (Figure 4) montre que la dynamique est globalement homogène, les pics étant quasi simultanés, bien que le cumul pouvant varier du simple au double.

Les cumuls ne sont pas exceptionnels à l'échelle horaire, entre 5 et 10 ans sur 2h, 5 ans sur 6h et 10 à 20 ans pour 12 h.

On retrouve bien le comportement classique des crues hivernales où les pluies sont peu intenses mais de longue durée, avec un démarrage rapide du ruissellement massif suite à la saturation des sols des mois précédents.

¹ Occurrence de X ans : une chance sur X de se produire chaque année

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

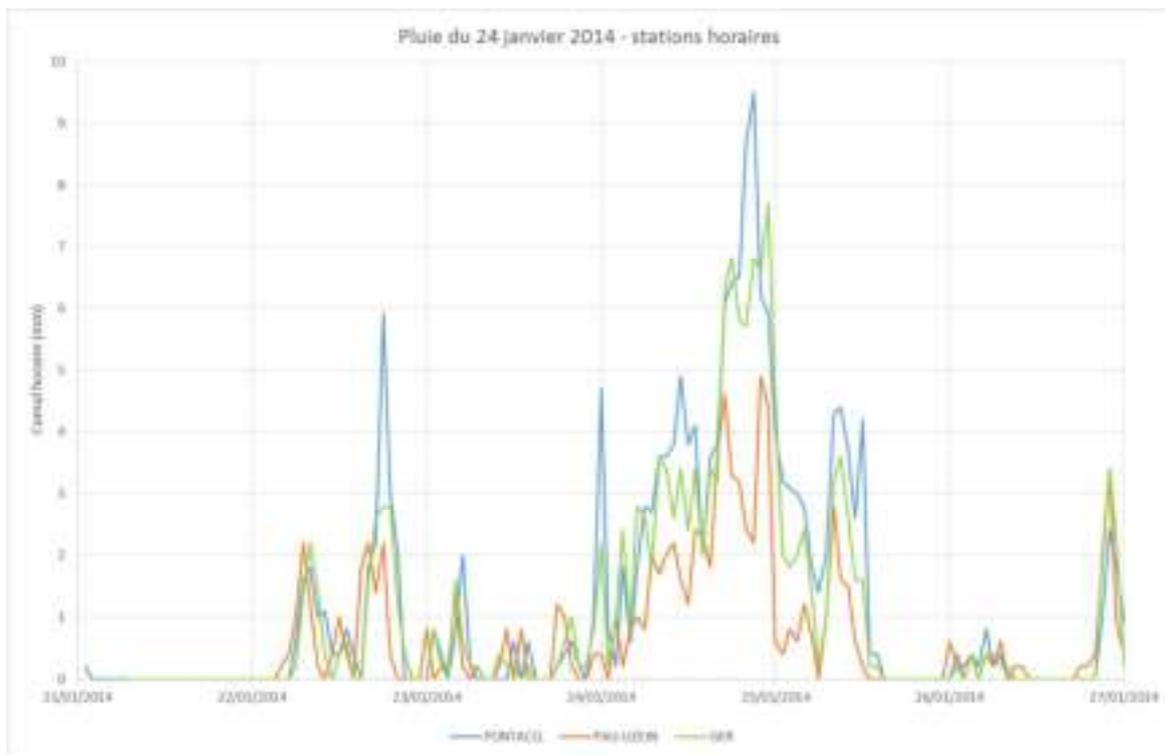


Figure 4 : Cumuls horaires de la pluie de janvier 2014



Ce qu'il faut retenir...

La crue du 24 -25 janvier 2014 a été provoquée par des pluies importantes sur la partie amont du bassin versant (dont la période de retour peut être estimée à 100 ans), faisant suite à une longue période humide ayant contribué à la saturation des sols et favorisé le ruissellement.

Les pluies sur la partie aval du bassin versant sont moins extrêmes (5 à 20 ans).

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

1.2 CHRONOLOGIE GENERALE

Les informations fournies par les différentes communes, les riverains ou les articles de presse permettent de reconstituer la chronologie suivante :

Tableau 3 : Chronologie sommaire de la crue du 24 – 25 janvier 2014

| Date | Heure | Amont -----> Aval | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|---|--------------------------------|-------------|--------------------------|---|---|--|---|-------------|-------------|
| | | Pontacq | Livron | Espoey | Nousty | Artigueloutan | Ousse | Lée | Idron | Bizanos | Pau |
| Vendredi 24/01 | 08:00 | Les Pyrénées-Atlantiques sont placées en vigilance orange pluie/inondation (Météo France évoque "un épisode pluvieux remarquable par sa durée et nécessitant une vigilance toute particulière du fait des cumuls de pluies importants et de la saturation des sols"). | | | | | | | | | |
| | 18:00 | | Ousse en limite de débordement | | | | | | | | |
| | 22:00 | RAS | | | | RAS | Barrages sur RD213 (direction Lée et Artigueloutan) | | | | |
| | 22:30 | 30 cm d'eau dans maison rue du Maréchal Foch | | | | Débordements route de Nousty. RAS dans centre | | | | | |
| | 23:00 | | | | | | L'électricité disjoncte à la boulangerie en amont RG RD38 | Débordement de l'Ousse | | | |
| | 23:30 | | | | | | Début du débordement | | | | |
| Samedi 25/01 | 00:00 | Pic de crue | | | | | | | | | |
| | 00:30 | Pic de crue | | | | | | | Inondation à l'Armandieu | | |
| | 01:30 | Pic de crue | | | | | | | | | |
| | 02:00 | Torrent furieux dévale la rue de la république | Pic de crue | | | Inondation rue du 8 mai, de l'école et logements R2sidence du Stade | Pic de crue | | Evacuation de l'Armandieu par les pompiers Débordement de l'Ousse dans le centre | | |
| | 03:00 | | Pic de crue | Pic de crue | Pic de crue | Pic de crue Evacuation des logements du centre | Pic de crue | | | | |
| | 04:00 | | | | Pic de crue | | Pic de crue | | | | |
| | 04:30 | | | | Pic de crue | | | | RD213 coupée à la circulation | | |
| | 05:00 | Cellule de crise déclenchée par le préfet, mobilisation gendrame et militaires | | | | | | | | | |
| | 06:00 | | | | | | Décru | | Début décrue de l'Ousse | Pic de crue | |
| | 08:00 | | | | | | | | Pic de crue Arriou Merdé en aval de l'Armandieu | Pic de crue | |
| | 09:00 | | | | Décru | | | | | Pic de crue | |
| | 12:00 | Foyer de retraite Saint Frai évacué | | | Plus d'eau en lit majeur | Plus d'eau sur voirie | | | | | Pic de crue |
| | 14:00 | | | | | | | | | | Pic de crue |
| 16:00 | | | | | | | | Encore de l'eau dans la rue du château | | | |

L'emprise globale est présentée sur la Figure 7 et on trouvera en Annexe 3 les photos prises lors de la crue ainsi que les laisses de crue (indication sur le niveau maximum atteint).



Ce qu'il faut retenir...

Chronologie de la crue du 24 -25 janvier 2014 :

- Pic de pluie à Pontacq vers 21 – 22 h ;
- Premiers débordements entre Pontacq et Ousse, vers 22 – 23 h le vendredi 24 janvier ;
- Pic de crue vers minuit à Pontacq, 2 h du matin dans le bassin intermédiaire, le samedi 25 matin à Bizanos et Pau. Temps de propagation du pic de 12 h environ entre Pontacq et Pau, soit environ 0.7 m/s ;
- Décrue démarrant entre 5 et 9 h du matin, soit un pic d'environ 4 à 6 h ;
- Pontacq, Artigueloutan et Idron les plus durement touchées.



Figure 5 : Articles de journaux (République des Pyrénées 27-01, Sud-Ouest 26-01)



Figure 6 : Articles de journaux sur la crue (République des Pyrénées 25/26-01)

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

Carte établie à partir de l'enveloppe définie à l'issue de la crue, diffusée aux communes le 3 octobre 2014 et complétée par les données recueillies par SAFEGE dans la présente étude

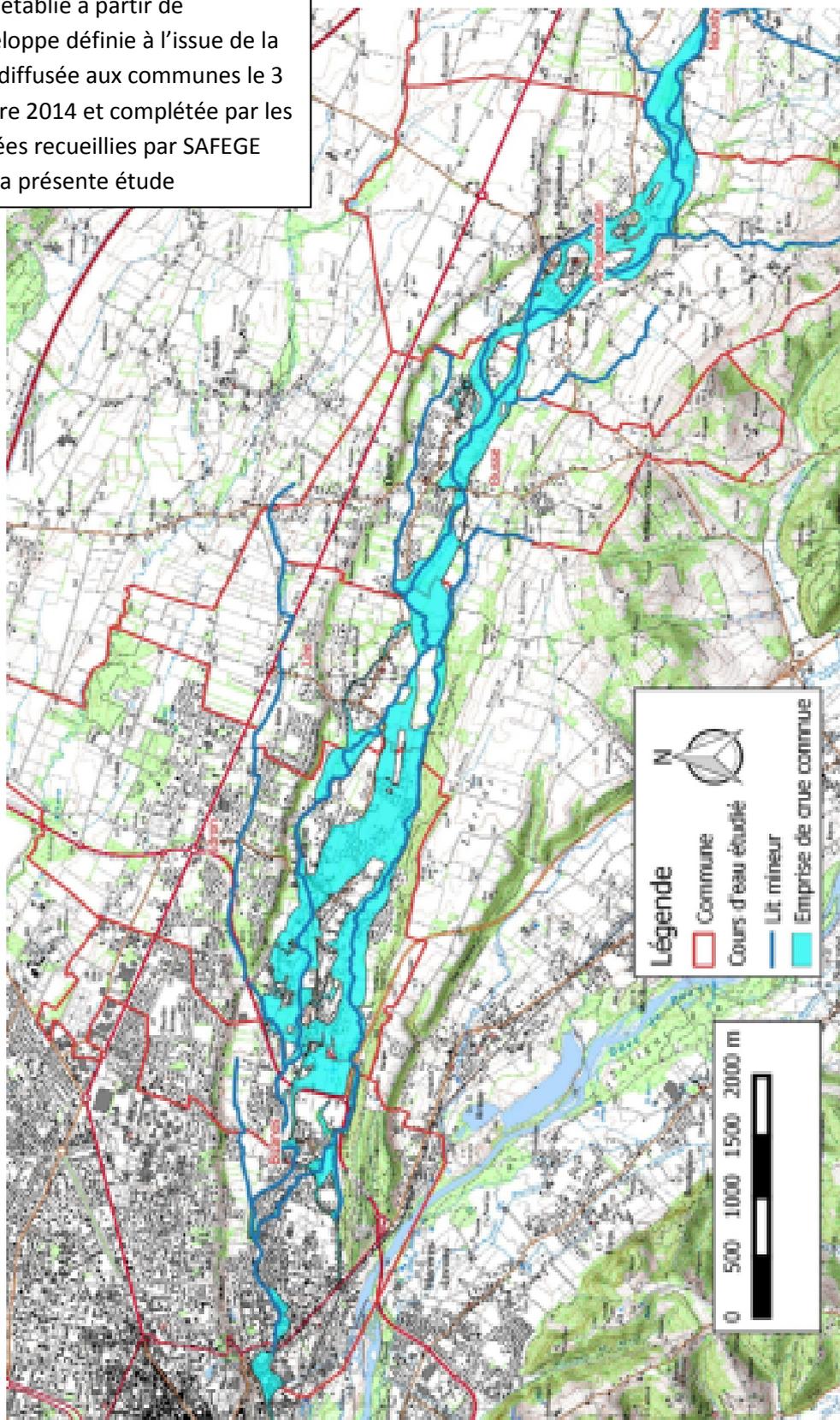


Figure 7 : Emprise estimée de la crue de janvier 2014 entre Artigueloutan et Bizanos

1.3 TRANSFERTS ENTRE COURS D'EAU

1.3.1 ECHANGES DE VOLUMES DE CRUE

L'absence de modélisation 2D limitait dans les PPRi précédents la connaissance sur les échanges entre cours d'eau, qui ont fait l'objet d'une analyse détaillée dans cette étude.

Sur son tracé amont, le lit majeur de l'Arriou Merdé est le point bas de la vallée et il récupère donc une partie des eaux de débordement de l'Ousse en provenance du village d'Ousse (cf. graphique de gauche à la Figure 8).

En aval du bourg de Lée, l'Arriou Merdé est ensuite perché par rapport à l'Ousse et le transfert entre les deux cours s'inversent. Ce sont les eaux de débordement de l'Arriou qui viennent rejoindre l'Ousse, ou du moins le tentent, le remblai de la RD213 bloquant l'écoulement des eaux vers le Nord et les renvoyant vers l'Ouest à Idron (cf. graphique de droite à la Figure 8).

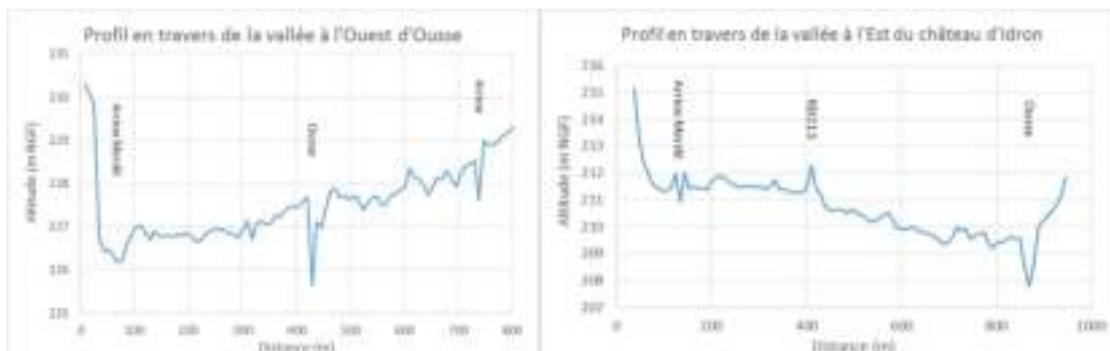


Figure 8 : Profils en travers de la vallée de l'Ousse en amont et en aval du répartiteur

D'amont en aval, on peut lister les transferts suivants (cf. Figure 9 et Figure 10) :

- Ousse vers le Cazalé et le ru de Haure à Artigueloutan ;
- Ousse vers l'Arriou Merdé à Ousse ;
- Ousse vers l'Arriou Merdé à Lée ;
- Arriou Merdé vers Ousse à Idron ;
- Arriou Merdé vers ru Fontaine et Ousse vers Labadie et Lassègue à Bizanos.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

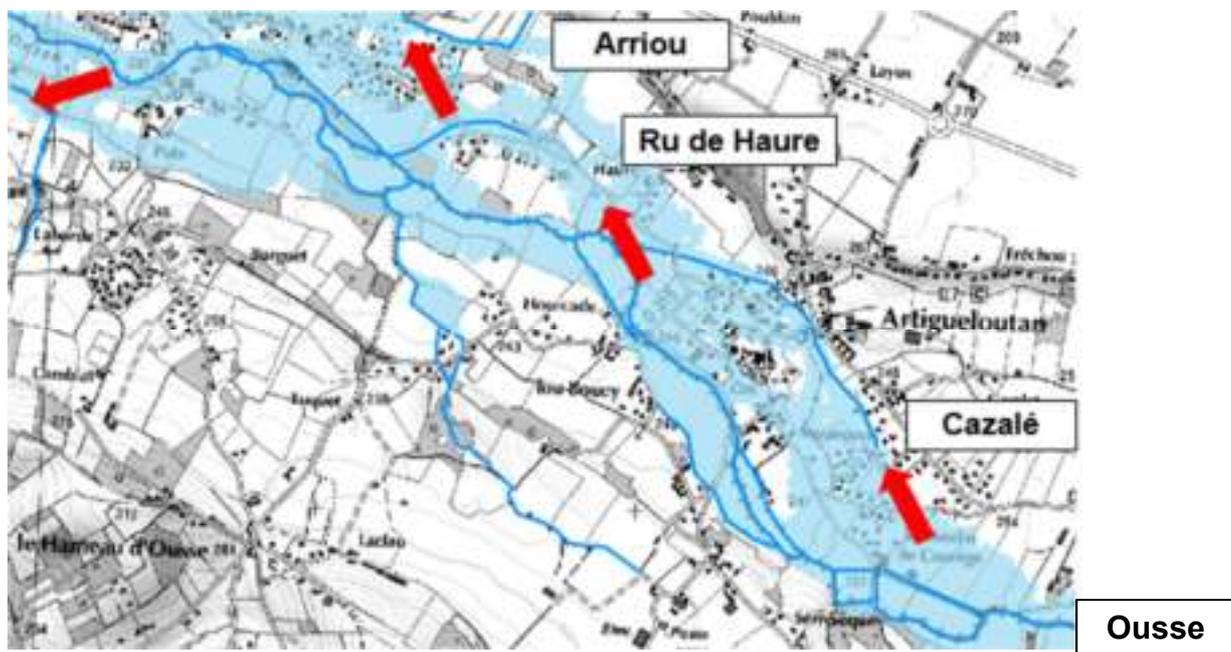


Figure 9 : Transferts en amont d'Ousse

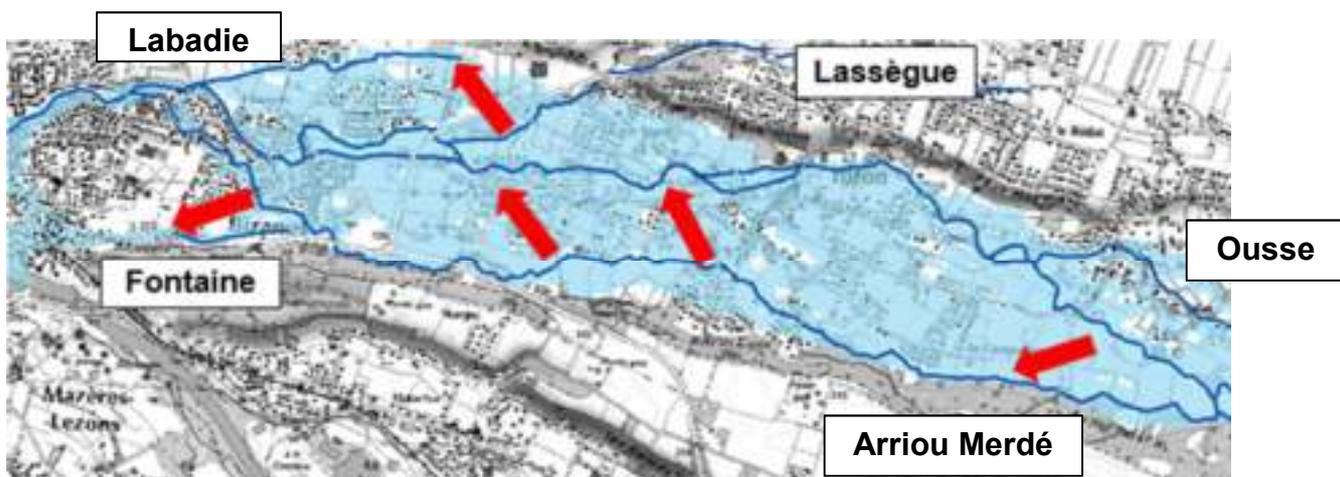


Figure 10 : Transferts en aval de Lée

1.3.2 LE REPARTITEUR DE L'OUSSE VERS L'ARRIOU MERDE

Le répartiteur de l'Ousse à Lée, situé 200 m au sud de la RD 213, permet le renvoi d'une partie des eaux de l'Ousse vers l'Arriou Merdé, dont les caractéristiques physiques et hydrauliques changent brutalement en aval de l'ouvrage. Le lit du ruisseau s'élargit, les berges se rehaussent suite à la mise en place quasi continue de merlons de berges, permettant de limiter les débordements.



Figure 11 : Répartiteur Ousse (à droite) et Arriou Merdé à gauche

L'ouvrage a vocation à séparer les débits à faibles et moyennes eaux, mais est rapidement submergé en période de crue et son influence disparaît.

Il est de plus court-circuité par les débordements en amont, les eaux de l'Ousse arrivant à l'Arriou Merdé en ruisselant à travers les champs au sud-ouest d'Ousse sans passer par la séparation des bras en amont du village de Lée (cf Figure 12). Enfin, les eaux de l'Arriou Merdé dans Idron amont traversent le bourg et rejoignent l'Ousse.

La séparation théorique des débits exprimés dans les études hydrauliques passées ne traduisait pas parfaitement l'aspect 2D des écoulements, en particulier les transferts observés entre l'Ousse et ses affluents lors de la crue de 2014. Les modèles des PPRI précédents ne représentaient donc pas complètement cette réalité. L'influence du répartiteur en crue est donc moindre que celle estimée par les études antérieures.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

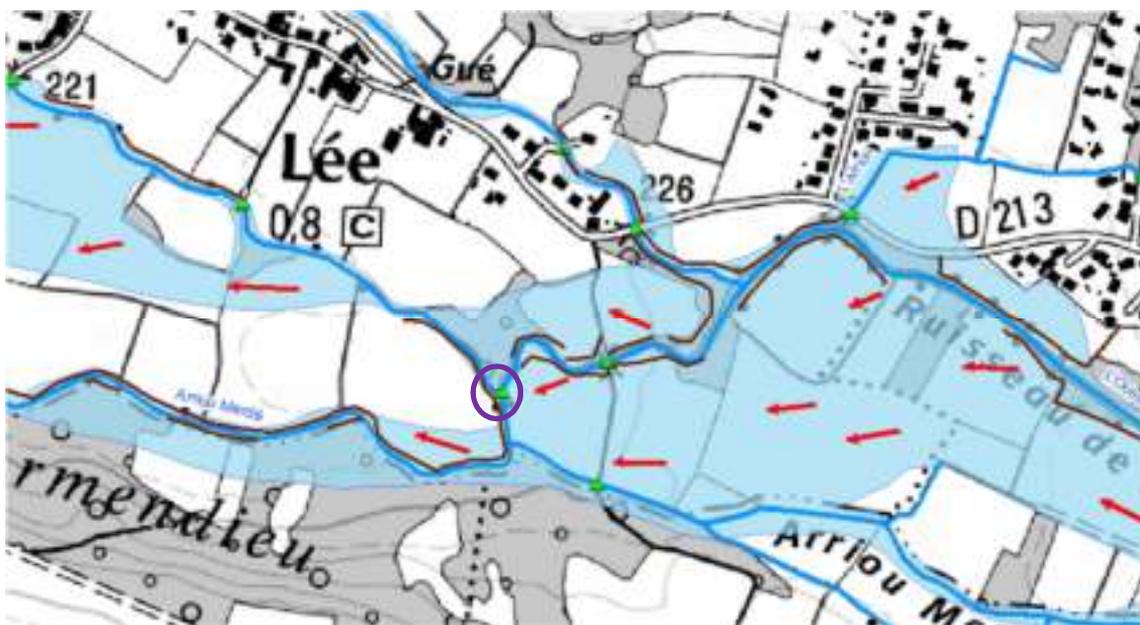


Figure 12 : Arrivée des eaux de l'Ousse en rive gauche au bras sans passage par le répartiteur (cercle violet)

2 ETUDE HYDROLOGIQUE

Le tableau suivant rappelle les communes et cours d'eau concernés par l'étude des aléas.

Tableau 4 : Communes et cours d'eau concernés par cette étude

| Rive Gauche | | | Rive droite | | |
|-------------|--|-------------------------------|-------------|------------------------|------------------------------------|
| N° | Nom | Communes traversées | N° | Nom | Communes traversées |
| PA6G | Ruisseau de Briban | Artigueloutan | PA4D | Arrious Laban/Ladebèze | Soumoulou – Nousty - Artigueloutan |
| PA7G | Ruisseau dou Bouya | Artigueloutan | PA5D | Ruisseau Cazalè | Artigueloutan |
| PA8G | Arriu Merdè et son affluent le Hondaïs | Ousse – Lée – Idron - Bizanos | PA6D | Ru de Haure | Ousse- Artigueloutan |
| PA9G | Ruisseau de la Fontaine (ou Houndé Moussu) | Bizanos | PA7D | L'Arriou | Ousse- Artigueloutan |
| | | | PA8D | Ruisseau de Lassègue | Idron - Bizanos |
| | | | PA9D | Le Labadie | Bizanos – Pau |

Les cours d'eau sur le plateau au Nord de la vallée de l'Ousse (Ayguelongue, Oussère, Quinda) et les thalwegs descendant des coteaux d'Angaïs n'ont pas été étudiés.

2.1 PRESENTATION DU BASSIN DE L'OUSSE

Le Tableau 1 présente les caractéristiques du bassin versant (BV) au droit de l'exutoire à Pau et de la limite amont d'Artigueloutan, qui constitue le début de la zone d'étude du modèle aval.

Tableau 5 : Présentation du bassin versant de l'Ousse

| Site | Surface BV (km ²) | Périmètre BV (km) | Point haut (m NGF) | Point bas (m NGF) | Chemin hydraulique (km) | Pente (%) | Indice Gravelius | Dénivelée spécifique |
|---------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Exutoire | 122.4 | 77.4 | 548 | 172 | 43.4 | 0.9 | 1.96 | 34.9 |
| Artigueloutan | 99.6 | 55.6 | 548 | 245.5 | 30.3 | 1 | 1.56 | 23.4 |

L'indice de compacité Gravelius et la dénivelée spécifique sont caractéristiques d'une réponse hydrologique plutôt lente (bassin allongé, dénivelée faible).

En effet, la plupart des affluents de l'Ousse lui sont parallèles et les bassins versants intermédiaires sont longs et étroits. Dans le cas d'une pluie homogène spatialement, les réponses hydrologiques arrivent donc successivement et on obtient alors un hydrogramme dont la base est étendue et la pointe modérée.

2.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'analyse est basée sur les cartes géologiques du BRGM (Figure 13). On trouve d'amont en aval les formations suivantes :

- **Molasses argileuses du Pliocène**, identifiées sur les sommets entre Barlet et Labatmale ;
- **Argiles à galets du Pontien**, identifiées sur les versants des coteaux à l'amont du bassin versant ;
- **Alluvions anciennes du Günz et du Donaù**, qui affleurent entre Bartrès et Pontacq ;
- **Alluvions anciennes du Mindel**, qui occupent essentiellement la vallée morte de Pontacq et contiennent galets de schistes et granites ;
- **Alluvions subactuelles et du Würm**, caractérisant la vallée de l'Ousse, avec granites abondants peu altérés et schistes frais, quartzites et matrice argileuse.
- **Nappe du Pont-Long (Mindel)**. Elle est constituée de galets, schistes quartzites et granites. Cette formation recouvre le fond de vallée à partir de Barzun, hors lit majeur de l'Ousse, est peu perméable et traditionnellement mal drainée.



Ce qu'il faut retenir...

On peut considérer que le bassin de l'Ousse est plutôt de nature imperméable.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

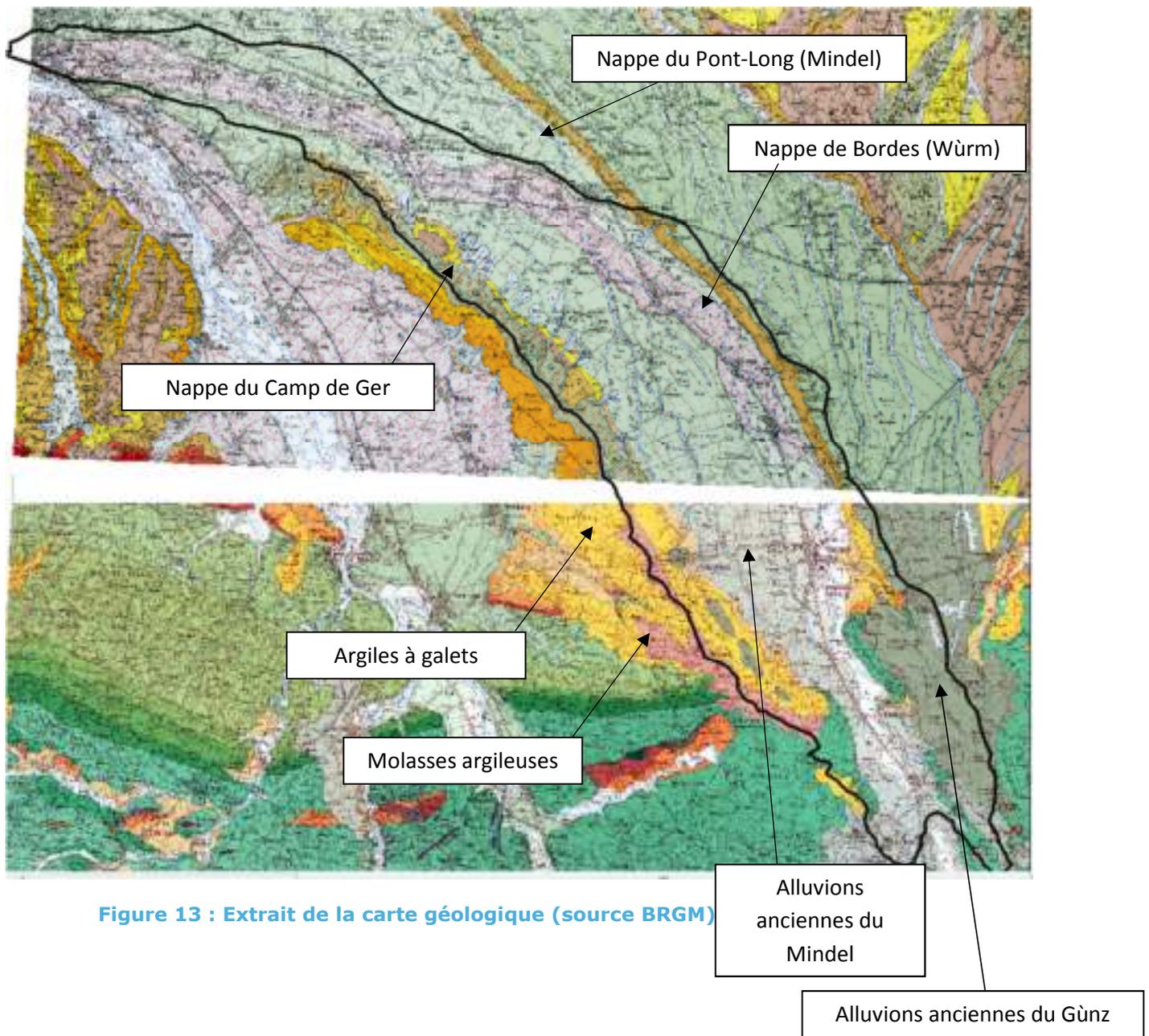


Figure 13 : Extrait de la carte géologique (source BRGM)

2.3 HYPOTHESES DE CALCUL

2.3.1 DECOUPAGE EN BASSINS VERSANTS

Le bassin versant global de l'Ousse a été découpé en plusieurs sous bassins versants localisés afin de connaître les caractéristiques des affluents et bras de l'Ousse, ainsi que les ruissellements directs des coteaux, sans cours d'eau marqués. Ils sont présentés en pages suivantes.

Pour l'exploitation du modèle entre Artigueloutan et Bizanos, tous les sous bassins versants du modèle amont ont été regroupés en un seul sous bassin versant, appelé BV am sur la carte en page suivante.

2.3.2 COEFFICIENTS DE RUISELLEMENT

Le coefficient de ruissellement d'une catégorie de sol représente, sur une surface donnée, la part de pluie qui ruissellera sur cette surface et s'accumulera à l'exutoire de cette surface.

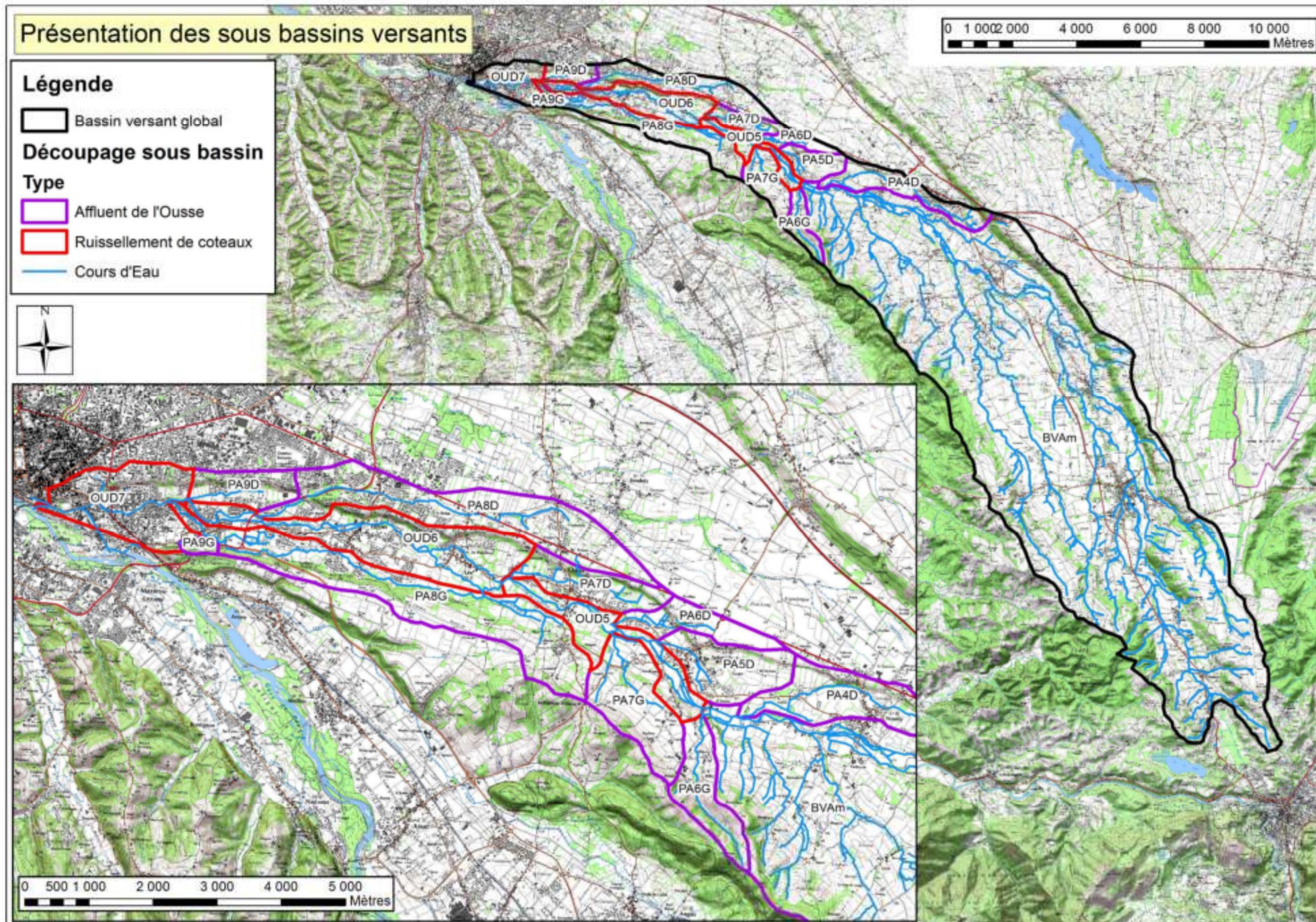
Le reste de la lame d'eau tombant sur cette surface s'infiltré dans le sol, est retenue par la végétation, s'évapore, etc... Cette variable dépend du couvert du sol (urbain, végétation), de la nature géologique du sol et des pentes du terrain.

Le coefficient de ruissellement est calculé suivant la méthode recommandée dans le guide technique SETRA d'octobre 2006.

- **Calcul de Cr (10 ans)**, par pondération surfacique des coefficients spécifiques à chaque type d'occupation des sols :
 - 0.90 : zone industrielle
 - 0.80 : zone urbaine continue
 - 0.60 : zone urbaine discontinue
 - 0.40 : cultures
 - 0.35 : systèmes cultureux complexes
 - 0.25 : prairies
 - 0.20 : forêts

- **Calcul pour les occurrences supérieures à 10 ans** : si $Cr_{10} < 0.8$, calcul de $Cr(T \text{ ans})$, par la formule $Cr(T) = 0.8 [1 - P_0 / P_j(T)]$, avec
 - $P_j(T)$, la pluie journalière en mm d'occurrence T
 - P_0 le seuil initial de rétention, fourni par la relation $P_0 = P_{j10} [1 - Cr_{10} / 0.8]$

L'occurrence affectée aux différents sous bassins versants pour la pluie de janvier 2014 est 100 ans pour l'Ousse amont et 10 à 20 ans pour ceux en aval d'Artigueloutan.



2.3.3 CURVE NUMBER ET TEMPS DE REPONSE

Le Curve Number est une variable traduisant la capacité de rétention du bassin versant. Plus cette variable est forte, moins l'infiltration des eaux dans les sols sera importante, et plus les débits seront élevés. Les bassins versants ont été divisés suivant les mêmes catégories :

- Surfaces boisées : coefficient de 70 ;
- Surfaces cultivées : coefficient de 79 ;
- Surfaces urbanisées : coefficient de 86 à 90 suivant la densité ;
- Surfaces industrielles et commerciales : coefficient de 94 ;
- Surfaces de prairies : coefficient de 76.

Les données par sous bassin versant sont présentées dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Caractéristiques des sous bassins versants

| Code | Cours d'eau | Type | PLCH (km) | Cr10 (%) | Curve Number | Lag time (h) |
|---------|--|-------------|-----------|----------|--------------|--------------|
| PA6G | Ruisseau de Briban | Cours d'eau | 3.0 | 30 | 78 | 1.0 |
| PA7G | Ruisseau dou Bouya | Cours d'eau | 3.0 | 35 | 79 | 1.1 |
| PA8G | Arriu Merdè | Cours d'eau | 8.6 | 36 | 79 | 5.3 |
| PA9G | Ruisseau de la Fontaine | Cours d'eau | 0.8 | 43 | 85 | 0.2 |
| PA4D | Arriou Laban/Ladevèze | Cours d'eau | 6.6 | 41 | 81 | 2.6 |
| PA5D | Ruisseau Cazalè | Cours d'eau | 2.7 | 40 | 80 | 1.5 |
| PA6D | Ru de Haure | Cours d'eau | 2.9 | 38 | 79 | 1.7 |
| PA7D | L'Arriou | Cours d'eau | 2.5 | 45 | 82 | 1.3 |
| PA8D | Ruisseau de Lassègue | Cours d'eau | 7.3 | 42 | 81 | 4.1 |
| PA9D | Le Labadie | Cours d'eau | 2.1 | 48 | 83 | 0.9 |
| OUD5 | Confluence du Briban à confluence de l'Arriou | Coteaux | 4.4 | 38 | 80 | 3.6 |
| OUD6 | Confluence de l'Arriou à confluence du Labadie | Coteaux | 6.2 | 46 | 82 | 4.4 |
| OUD7 | Aval du Labadie | Coteaux | 2.6 | 61 | 86 | 1.1 |
| BVamont | L'Ousse en amont | Cours d'eau | 27.1 | 37 | 79 | 12.9 |

Le temps de réponse, ou lag time, correspond à l'intervalle qui sépare le centre de gravité de la pluie de la pointe de crue (temps que mettent les sols à ruisseler, cf. Figure 14). Il est obtenu lors de l'application de la méthode du SCS (Soil Conservative System) et s'évalue par la formule :

$$T = (PLCH * 3.28)^{0.8} * (1000 / CN - 9)^{0.7} / (1900 * P^{0.5})$$

Avec : T : lag time (h)

PLCH : Plus long cheminement hydraulique, parcours reliant l'exutoire du bassin versant à un point en crête (m)

CN : Curve Number (sans dimension)

P : pente moyenne du bassin versant (%)

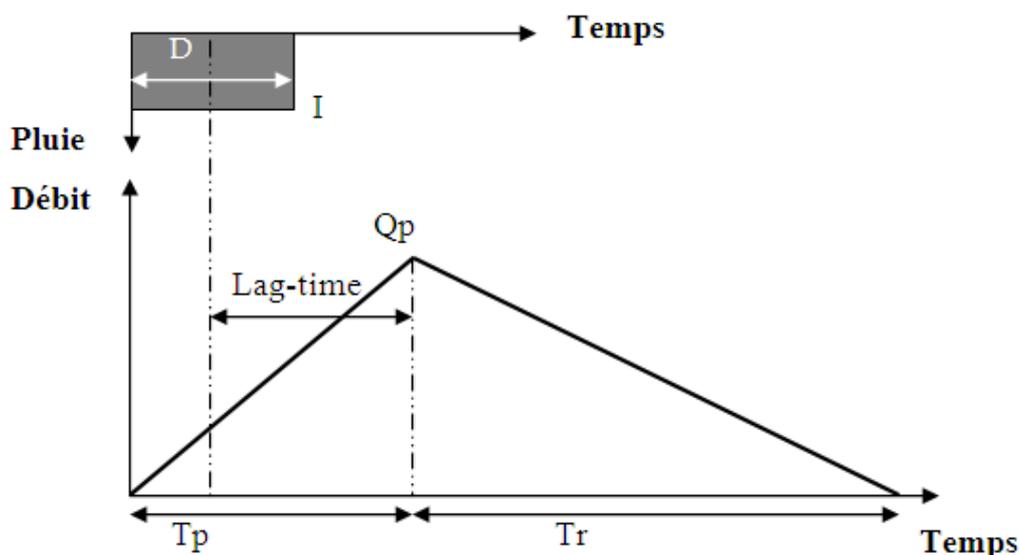


Figure 14 : Hydrogramme de crue et hyétogramme – illustration du lag - time

2.3.4 METHODE DU DOUBLE RESERVOIR LINEAIRE

Cette méthode sert à transformer les pluies enregistrées par Météo France en hydrogrammes de crues, pour alimenter le modèle hydraulique permettant d'avoir niveaux et vitesses d'écoulement en tout point de la zone d'étude.

La méthode du réservoir linéaire revient à assimiler le bassin versant à un bassin de stockage dans lequel arrive la pluie et dont le débit de fuite représente le débit ruisselé à l'exutoire.

Les bassins versants peuvent être vus comme des réservoirs qui temporisent l'arrivée des pluies de façon linéaire en stockant une partie du volume tombant et en restituant un débit de sortie proportionnel au volume stocké.

La méthode du double réservoir linéaire consiste à appliquer deux fois la méthode précédente (en considérant deux bassins successifs dont le temps de réaction de chacun est égal à la moitié du temps de réaction global).

Cela revient à considérer que le stockage s'effectue en deux temps. Cette méthode est généralement appliquée aux bassins versants ruraux, où les dépressions et la propagation lente des eaux de pluies augmentent l'effet du stockage et le temps de réponse.

C'est cette méthode de transformation pluie – débit que nous avons appliquée, plus cohérente avec la typographie de nos bassins versants.

2.4 CALCUL DES DEBITS DE REFERENCE

2.4.1 CALCUL DU DEBIT DECENNAL

Deux approches sont proposées en parallèle :

- Analyse statistique à partir des cours d'eau jaugés,
- Formules traditionnelles empiriques ou semi-déterministes (Socose, SCS, Crupédix, abaques, ...).

On se rapportera aux notes de calcul détaillées pour plus de précisions.



Ce qu'il faut retenir...

La valeur proposée après analyse des résultats des différentes méthodes est :

Ousse : $Q_{10} = 51 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'exutoire et $43 \text{ m}^3/\text{s}$ à Artigueloutan.

Ru de Haure : $Q_{10} = 1.8 \text{ m}^3/\text{s}$

Arriou : $Q_{10} = 2.4 \text{ m}^3/\text{s}$

2.4.2 CALCUL DU DEBIT CENTENNAL

Trois méthodes ont été étudiées en parallèle : le Gradex brut, le Gradex esthétique et la méthode QDF régionalisée.



Ce qu'il faut retenir...

La méthode retenue pour le calcul est le Gradex brut.

Ousse : $Q_{100} = 116 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'exutoire et $99 \text{ m}^3/\text{s}$ à Artigueloutan

Ru de Haure : $Q_{100} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$

Arriou : $Q_{100} = 5.5 \text{ m}^3/\text{s}$

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

2.4.3 COMPARAISON DES RESULTATS

Le tableau suivant compare les débits théoriques obtenus avec ceux des PPRI actuels.

Tableau 7 : Comparaison avec les débits du PPRI

| Commune | Cours d'eau | Débit PPRI (m3/s) | | Débit Etude Safège (m3/s) | |
|---------------|------------------------------------|-------------------|------|---------------------------|------|
| | | Q10 | Q100 | Q10 | Q100 |
| Artigueloutan | Ousse (amont village) | 58 | 103 | 43 | 99 |
| Ousse | Ousse (amont village) | 59 | 105 | 45 | 104 |
| Lée | Ousse (amont défluence) | 60 | 108 | 46 | 105 |
| | Arriou Merdé (amont confluence) | / | / | 2 | 6 |
| Idron | Ousse (sans Arriou Merdé) | 46 | 76 | 35 | 74 |
| Bizanos | Ousse (total) | 65 | 117 | 51 | 116 |
| | Arriou Merdé (confluence Ousse) | 16 | 35 | 13 | 35 |

L'écart est de 21 % en moyenne pour Q10 et 2 % pour Q100, provenant d'une méthodologie proche mais non identique (non utilisation de la station du Lagoon, formule de calcul supplémentaire) et de données de pluie et débit remis à jour avec plus de 20 ans de mesure supplémentaire.



Ce qu'il faut retenir...

Les débits de référence (T=100 ans) sont proches de ceux des PPRI actuels.

3 ETUDE HYDRAULIQUE

3.1 DONNEES TOPOGRAPHIQUES

La topographie représente les altitudes du terrain naturel et des principaux éléments (rivières, merlons, voiries, coteaux, crêtes, ...).

Les données topographiques utilisées dans cette étude sont :

- Des **fichiers des points cotés, issus du LIDAR de la Communauté d'Agglomération Pau Béarn Pyrénées** (réalisé en 2004, précision de 20 cm en planimétrie et de 40 cm en altitude). Après comparaison avec levés terrestres, on peut retenir une précision de 20 cm. Ces points ont ensuite été traités afin d'obtenir un Modèle Numérique de Terrain (MNT), exploité pour cette étude.

La Figure 15 présente un extrait du MNT de la CAPBP sur Bizanos. Chaque point est relié à une altitude, calculée après traitement de relevés aériens laser. On constate que les bâtiments ne sont pas pris en compte et que l'altitude de ces zones est à interpoler à partir des points du terrain naturel à proximité. Les remblais ou vide sanitaire sous bâtiment ne sont donc pas incorporés à ce MNT.



Figure 15 : Extrait du MNT (source : MNT CAPBP)

La Figure 16 représente la topographie obtenue sur la zone d'étude. La géométrie du lit majeur est extraite directement du MNT, les profils de comparaison ayant montré que l'écart moyen au droit des zones à enjeux avec les points LIDAR étant de 20 cm environ.

- **Des coupes d'ouvrages, levées en 2015/2016 pour cette étude.** Les ouvrages de faible incidence hydraulique ou ceux d'entrée dans les propriétés n'ont pas été levés. Les ouvrages à piles sont modélisés en une section unique, de surface équivalente à celle totale de l'ouvrage. Le tablier n'est pas intégré.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

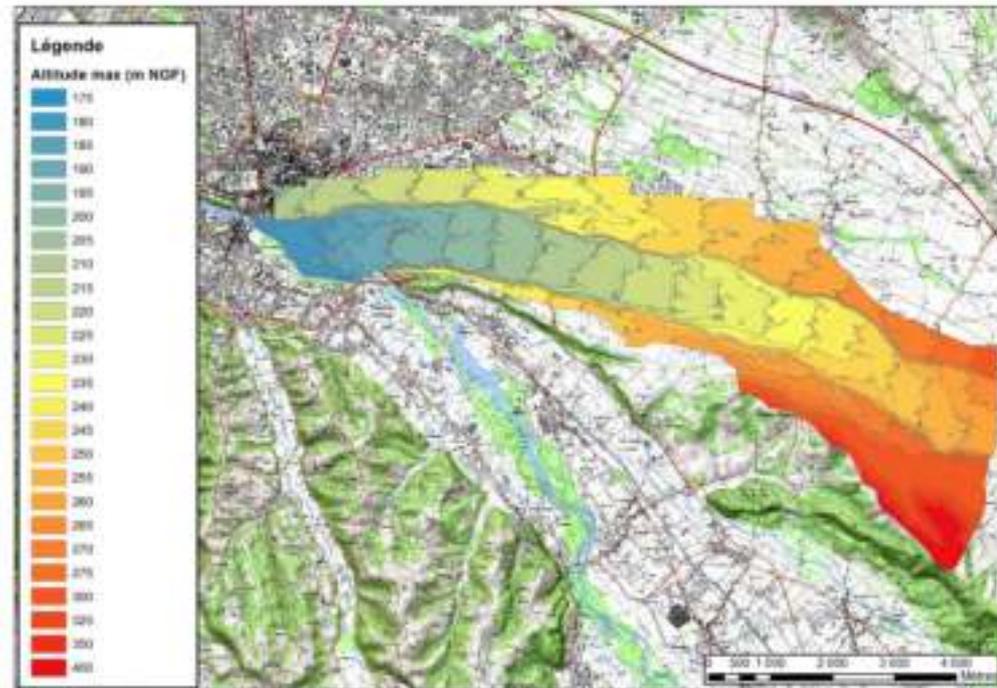


Figure 16 : Altimétrie générale (source : MNT CAPBP)

- **Des données bathymétriques** (soit une topographie du fond du lit) :
 - 10 profils en travers du lit mineur du ruisseau de Lassègue issus de l'étude de 2000 ;
 - 31 profils en travers lit mineur et majeur sur l'Ousse (20 profils) et Arriou Merdé (11), levés en 2000 pour l'étude du PPRI de l'Ousse à Idron ;
 - 26 profils en travers levés en 2008 par le cabinet Clerget entre le pont Nitot et le pont des voies ferrées à Pau ;
 - 19 profils en travers dits de comparaison, commandés en 2015 à Aturins par la DDTM64 et permettant de comparer la photogrammétrie des PPRI initiaux, les points MNT de la CAPP et d'en tirer une précision moyenne (cf. chapitre spécifique au rapport de phase 1) ;
 - 124 profils en lit mineur levés par Aturins en 2015 et 2016, au droit des levés des merlons de berges de l'Ousse et Arriou Merdé ;
 - 75 profils en lit mineur levés par SGEA en 2015 sur les zones non couvertes par les levés précédent, en particulier les affluents.

- **Des crêtes des merlons de berges**, identifiées et levées par le cabinet Aturins à l'été 2015 pour l'Arriou Merdé et de l'Ousse et issues des études de 2000 (ruisseau du Lassègue et PPRI) pour les berges du Lassègue près de la crèche des Cambets à Bizanos. Les linéaires ont reportés sur les cartes d'aléas (trait orange).

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

Tableau 8 : Tronçons de merlons levés pour cette étude

| Numéro | Type | Rive | Cours d'Eau | Longueur (m) | Commune |
|--------|-------|--------|-------------|--------------|---------------|
| PL01 | Terre | Droite | Ousse | 59 | Artigueloutan |
| PL02 | Terre | Gauche | Ousse | 98 | Artigueloutan |
| PL03 | Terre | Droite | Ousse | 306 | Artigueloutan |
| PL04 | Terre | Gauche | Ousse | 53 | Artigueloutan |
| PL05 | Terre | Gauche | Ousse | 43 | Artigueloutan |
| PL06 | Terre | Gauche | Ousse | 61 | Artigueloutan |
| PL07 | Terre | Droite | Ousse | 75 | Artigueloutan |
| PL08 | Terre | Droite | Ousse | 292 | Artigueloutan |
| PL09 | Terre | Gauche | Ousse | 110 | Artigueloutan |
| PL10 | Terre | Gauche | Ousse | 101 | Artigueloutan |
| PL11 | Terre | Droite | Ousse | 33 | Artigueloutan |
| PL12 | Mur | Droite | Ousse | 59 | Artigueloutan |
| PL13 | Terre | Gauche | Ousse | 121 | Artigueloutan |
| PL14 | Terre | Gauche | Ousse | 44 | Artigueloutan |
| PL15 | Terre | Gauche | Ousse | 143 | Artigueloutan |
| PL16 | Terre | Droite | Ousse | 143 | Artigueloutan |
| PL17 | Terre | Droite | Ousse | 207 | Artigueloutan |
| PL18 | Terre | Gauche | Ousse | 328 | Artigueloutan |
| PL19 | Terre | Gauche | Ousse | 88 | Artigueloutan |
| PL20 | Terre | Gauche | Ousse | 310 | Artigueloutan |
| PL21 | Terre | Droite | Ousse | 116 | Artigueloutan |
| PL22 | Terre | Droite | Ousse | 68 | Ousse |
| PL23 | Terre | Droite | Ousse | 66 | Ousse |
| PL24 | Terre | Gauche | Ousse | 61 | Artigueloutan |
| PL25 | Terre | Droite | Ousse | 75 | Ousse |
| PL26 | Terre | Droite | Ousse | 71 | Ousse |
| PL27 | Terre | Gauche | Ousse | 74 | Ousse |
| PL28 | Terre | Gauche | Ousse | 119 | Ousse |
| PL29 | Terre | Droite | Ousse | 45 | Ousse |
| PL30 | Terre | Gauche | Ousse | 203 | Ousse |
| PL31 | Terre | Gauche | Ousse | 147 | Ousse |
| PL32 | Terre | Gauche | Ousse | 130 | Ousse |
| PL33 | Terre | Gauche | Ousse | 263 | Ousse |
| PL34 | Terre | Droite | Ousse | 54 | Ousse |
| PL34 | Mur | Droite | Ousse | 38 | Ousse |
| PL35 | Terre | Droite | Ousse | 174 | Ousse |
| PL36 | Terre | Gauche | Ousse | 32 | Ousse |
| PL37 | Terre | Droite | Ousse | 70 | Ousse |
| PL38 | Terre | Gauche | Ousse | 495 | Ousse |
| PL39 | Terre | Droite | Ousse | 39 | Ousse |
| PL40 | Terre | Droite | Ousse | 307 | Ousse |
| PL41 | Terre | Gauche | Ousse | 249 | Lée |
| PL42 | Terre | Droite | Ousse | 295 | Lée |
| PL43 | Terre | Gauche | Ousse | 122 | Lée |
| PL44 | Terre | Gauche | Ousse | 132 | Lée |
| PL45 | Terre | Droite | Ousse | 292 | Lée |
| PL46 | Terre | Droite | Ousse | 63 | Lée |

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

| | | | | | |
|------|-------|--------|--------|------|---------|
| PL47 | Terre | Droite | Ousse | 89 | Lée |
| PL48 | Terre | Droite | Ousse | 109 | Lée |
| PL49 | Terre | Gauche | Ousse | 42 | Lée |
| PL50 | Terre | Droite | Ousse | 20 | Lée |
| PL51 | Terre | Gauche | Ousse | 89 | Lée |
| PL52 | Terre | Gauche | Ousse | 89 | Lée |
| PL53 | Terre | Droite | Ousse | 116 | Lée |
| PL54 | Terre | Droite | Ousse | 173 | Lée |
| PL55 | Terre | Droite | Ousse | 68 | Lée |
| PL56 | Terre | Droite | Ousse | 328 | Lée |
| PL57 | Terre | Gauche | Ousse | 463 | Lée |
| PL57 | Mur | Gauche | Ousse | 5 | Lée |
| PL58 | Mur | Gauche | Ousse | 76 | Idron |
| PL59 | Terre | Droite | Ousse | 301 | Idron |
| PL60 | Terre | Gauche | Ousse | 68 | Idron |
| PL61 | Terre | Droite | Ousse | 163 | Idron |
| PL62 | Terre | Gauche | Ousse | 317 | Idron |
| PL62 | Mur | Gauche | Ousse | 55 | Idron |
| PL63 | Terre | Droite | Ousse | 173 | Idron |
| PL64 | Terre | Gauche | Ousse | 493 | Idron |
| PL65 | Terre | Droite | Ousse | 184 | Bizanos |
| PL66 | Terre | Droite | Arriou | 971 | Lée |
| PL66 | Mur | Gauche | Arriou | 7 | Lée |
| PL67 | Terre | Gauche | Arriou | 50 | Idron |
| PL68 | Terre | Gauche | Arriou | 119 | Lée |
| PL69 | Terre | Gauche | Arriou | 50 | Lée |
| PL70 | Terre | Gauche | Arriou | 371 | Lée |
| PL71 | Terre | Droite | Arriou | 977 | Lée |
| PL72 | Terre | Gauche | Arriou | 59 | Idron |
| PL73 | Terre | Gauche | Arriou | 71 | Idron |
| PL74 | Terre | Droite | Arriou | 265 | Idron |
| PL75 | Terre | Droite | Arriou | 184 | Idron |
| PL76 | Terre | Gauche | Arriou | 482 | Idron |
| PL77 | Terre | Gauche | Arriou | 661 | Idron |
| PL77 | Mur | Gauche | Arriou | 109 | Idron |
| PL78 | Terre | Droite | Arriou | 1059 | Idron |
| PL78 | Mur | Droite | Arriou | 2 | Idron |
| PL79 | Terre | Droite | Arriou | 334 | Idron |
| PL79 | Mur | Droite | Arriou | 26 | Idron |
| PL80 | Terre | Gauche | Arriou | 198 | Idron |
| PL81 | Terre | Gauche | Arriou | 91 | Idron |
| PL82 | Terre | Droite | Arriou | 87 | Idron |
| PL83 | Terre | Droite | Arriou | 121 | Idron |
| PL84 | Terre | Droite | Arriou | 295 | Bizanos |
| PL85 | Terre | Gauche | Arriou | 240 | Bizanos |

3.2 DESCRIPTION DE L'OUTIL HYDRAULIQUE

Les écoulements ont été modélisés avec le logiciel TELEMAC 2D. Il est exploité en régime transitoire (variation du débit et donc des niveaux au cours du temps), afin de bien représenter :

- **L'écrêtement naturel des crues**, qui correspond à un stockage du volume de crues dans des dépressions, en amont de remblais, dans des zones d'expansion de crues prévues à cet effet, dans des secteurs ne participant pas aux écoulements (les vitesses deviennent nulles après leurs remplissages). Le débit peut donc diminuer de l'amont vers l'aval, suite à ces stockages ponctuels.
- **La propagation de l'onde de crue**. Lors du déroulement d'une crue, les niveaux d'eau montent peu à peu dans le lit mineur puis majeur des cours d'eau. Lors de la montée de la crue, le débit en amont augmente de plus en plus, mais les niveaux d'eau augmentant également en aval peuvent freiner la propagation de ce débit et le diminuer. Ce phénomène est d'autant plus important que les pentes du cours d'eau sont faibles (lorsque le régime d'écoulement est fortement fluvial)
- **les transferts d'eau entre l'Ousse et ses affluents, en particulier l'Arriou Merdé, comme vu précédemment.**

Les données hydrologiques retenues sont celle exposées au chapitre 2.4.3.

Le logiciel TELEMAC 2D résout les équations de Barré Saint-Venant suivant la méthode des éléments finis appliquée à un maillage triangulaire, c'est-à-dire à une discrétisation spatiale de l'emprise modélisée en triangles de dimensions variables. L'altitude des mailles est calculée à partir des données topographiques.

3.3 MAILLAGE

La taille du modèle est de 155 000 mailles environ, de taille moyenne 100 m², adaptée suivant la présence d'enjeux. Les bords de mailles varient entre 5 m (crêtes de digue), 10 m (centre-ville) et 30 m de largeur (zones naturelles), la largeur moyenne en lit majeur étant de 20 m.

Les hypothèses de construction du maillage sont les suivantes :

- Les éléments structurants tels que crête de merlon, infrastructure linéaire routière ou ferroviaire, pied et haut de berge de cours d'eau ont été utilisées comme lignes de contraintes dans la génération du maillage.
- Les ouvrages sur le lit mineur sont représentés en tant qu'ouverture, à partir de la largeur indiquée sur les levés topographiques. La perte de charge liée à leur mise en charge est négligée.
- Les fossés de ressuyage et réseau secondaire (clapet, prise ou dérivation) ou leurs ouvrages ne sont pas intégrés au modèle.
- **Les murs et bâtiments n'ont pas été modélisés** (considérés comme transparents), car le PPRI analyse l'inondabilité d'un terrain et murs et bâtis peuvent être détruits ou modifiés au fil du changement de propriétaire. Les

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

immeubles au carrefour de la rue Clémenceau et du maréchal Foch à Bizanos et le mur à l'angle de la rue de l'Eglise et du chemin Capsus à Ousse ont cependant été intégrés, afin de prendre en compte leur impact sur les écoulements.

- Les merlons latéraux aux cours d'eau (cf. annexe 7) ont été intégrés au modèle, ainsi que le merlon de terre en rive gauche de l'Ousse chemin Lou cami de Her à Ousse (aval RD38).

La rugosité du sol a été exprimée suivant une loi de Strickler, dont les coefficients ont été adaptés à la nature du sol. La rugosité retenue est de 22 en lit mineur et 10 à 15 en lit majeur, ce qui est cohérent avec le modèle 2D du PPRI de la ville de Pau (respectivement 25/15).



Ce qu'il faut retenir...

L'étude d'aléa analyse l'inondabilité d'un terrain et non d'une configuration actuelle d'habitation.

Les bâtiments et murs ne sont donc pas intégrés au maillage (les futurs propriétaires pouvant les démolir). Seuls les merlons de berge de cours d'eau levés par géomètre et les remblais surfaciques suffisamment importants pour être retranscrit par le LIDAR sont intégrés au maillage.

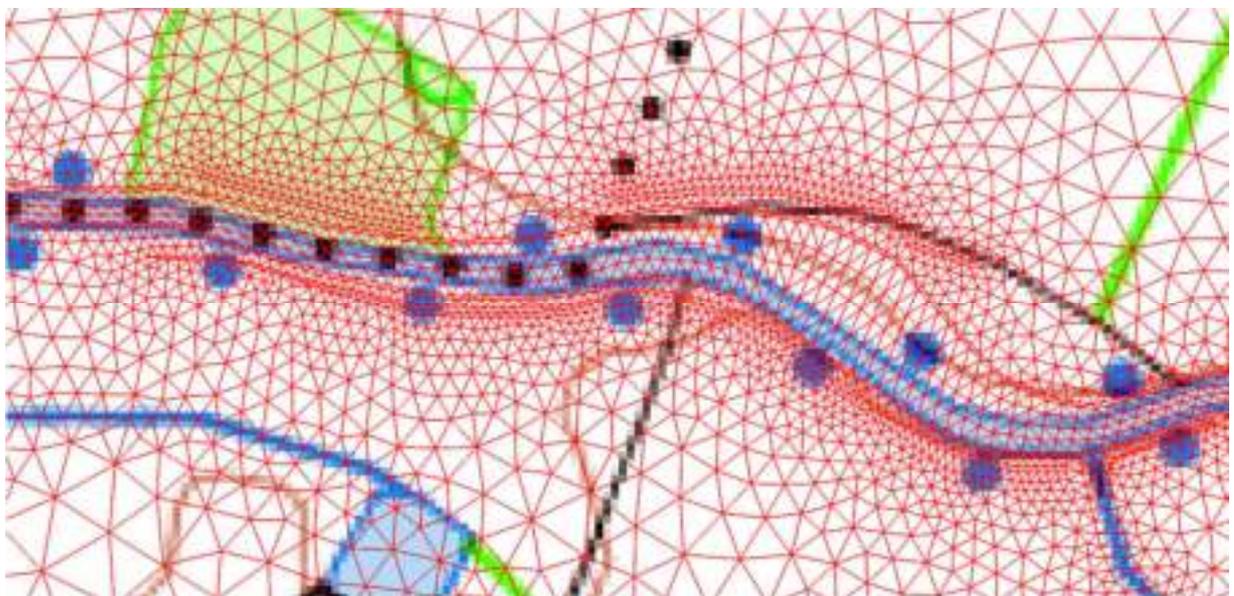


Figure 17 : Exemple de maillage triangulaire, avec taille variable suivant l'enjeu

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

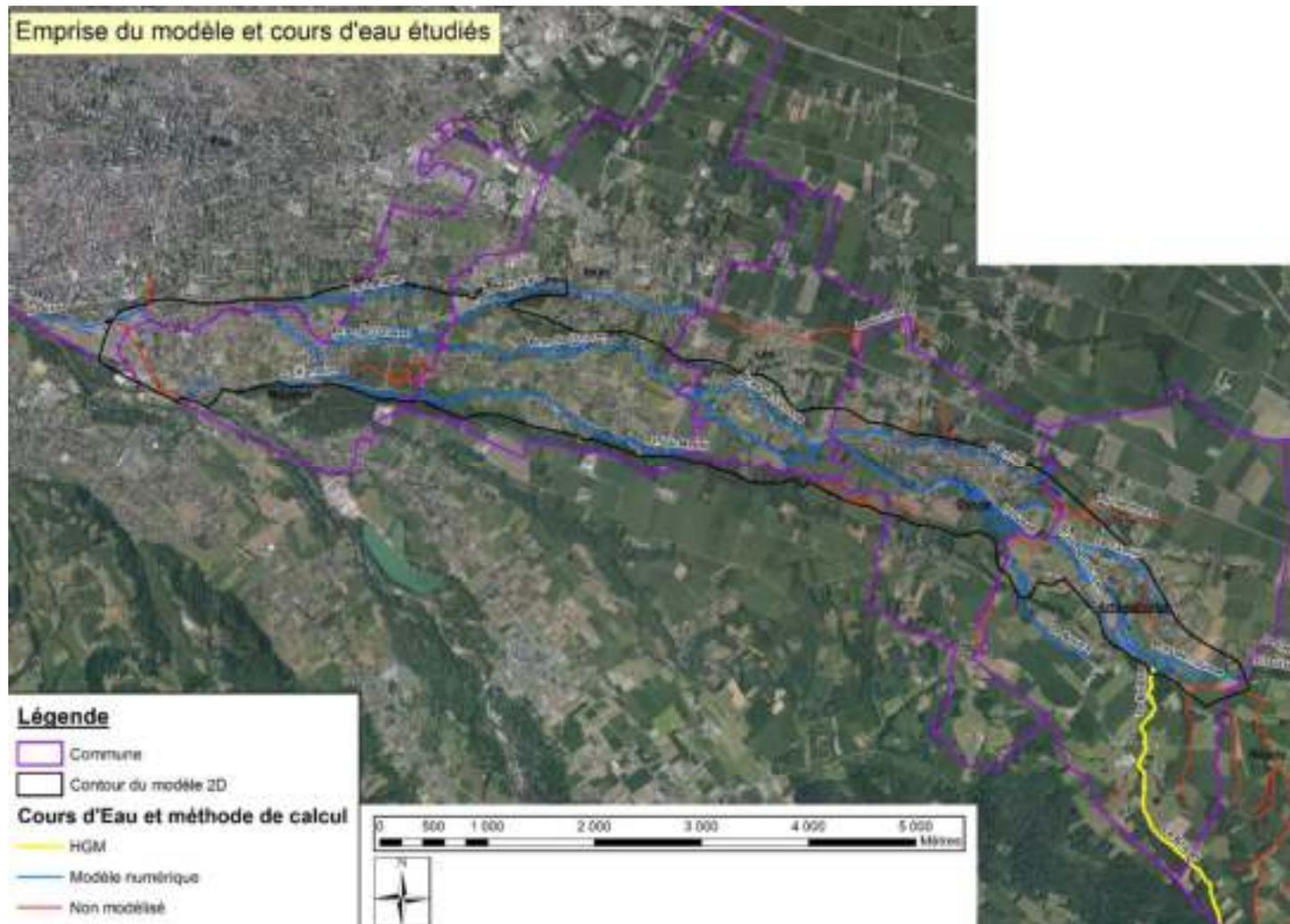


Figure 18 : Emprise du modèle 2D

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

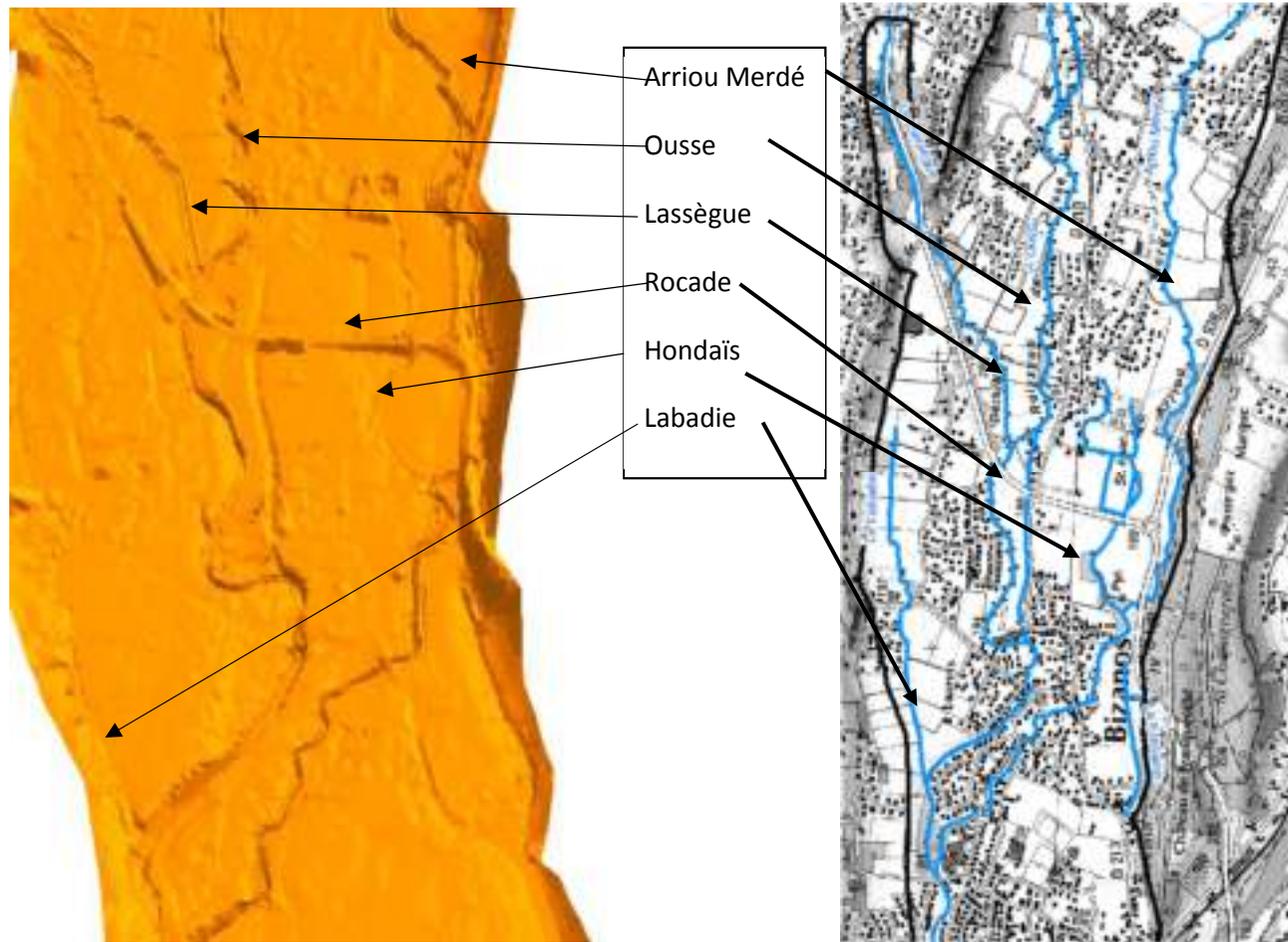


Figure 19 : Extrait en vue 3D du maillage utilisé pour les calculs hydrauliques

3.4 CONDITION AVAL

Trois sorties de modèle sont intégrées :

- L'Ousse à l'aval de la confluence avec le canal de Heïd ;
- La rive gauche de l'Ousse en amont de la gare, qui sert à faire sortir du modèle les eaux de l'Ousse et du ruisseau Fontaine s'écoulant en lit majeur à travers Bizanos et Pau depuis l'Est et le Nord (en particulier le long de la voie ferrée) ;
- Le Gave de Pau au droit du seuil du canal de Heïd, qui sert à la sortie des eaux du ruisseau Fontaine. Les crues du Gave de Pau ne sont pas prises en compte, car il fait l'objet d'un PPRI spécifique.

La bathymétrie à ces sorties a donc été artificiellement approfondie sur un court linéaire (100 m environ) pour y imposer la condition limite (niveaux constants choisis suffisamment bas pour obliger un passage en régime critique et ainsi s'assurer une indépendance des résultats à la condition aval).

Des vérifications avec différentes conditions ont permis de montrer l'absence d'impact sur les niveaux maxima. On peut conclure qu'en amont de ces zones, le choix du niveau aval est sans influence.

L'étude ISL d'avril 2014 pour le PPRI sur Pau a montré par modélisation que l'impact des crues du Gave de Pau est nul en amont du barrage des Augustins.

3.5 RESULTATS DE CALAGE SUR LA CRUE DE JANVIER 2014

3.5.1 COMPARAISON DES NIVEAUX DU MODELE ET DES LAISSES DE CRUE

Le calage a consisté à ajuster les paramètres du maillage et de simulation, de façon à retrouver les altitudes maximales pour la crue de janvier 2014.

Immédiatement après la crue de janvier 2014, la DDTM64 a confié au bureau d'étude HEA une mission pour procéder à des enquêtes de terrain auprès des riverains, afin de récupérer le maximum d'informations sur les secteurs touchés et les hauteurs d'eau atteintes : **les laisses de crue**.

Par la suite, ces laisses ont fait l'objet d'un levé par géomètre. Au total, on obtient 87 laisses sur le secteur du modèle aval (entre Artigueloutan et Pau). Après analyse avec la DDTM, 5 ont été écartées, soit parce que leur niveau était incohérent avec d'autres, soit parce que la laisse était en amont d'un obstacle barrant l'écoulement, provoquant une surélévation du niveau jugée non représentative.

Les résultats du calage sur le lit mineur de l'Ousse sont synthétisés sur le profil en long entre la Figure 21 et la Figure 25.



Ce qu'il faut retenir...

Dans l'ensemble le calage sur 82 laisses de crue entre Artigueloutan et Pau est satisfaisant, l'écart du modèle avec le niveau relevé est inférieur à 20 cm pour 65% des laisses et à 30 cm pour 80 %.

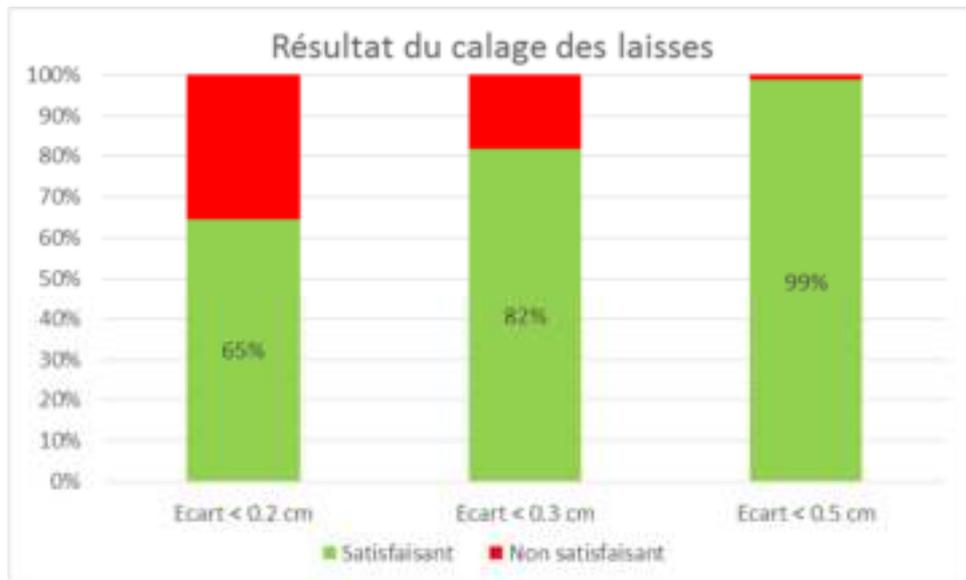


Figure 20 : Synthèse des écarts entre niveau de laisse et niveau du modèle 2D (pour toutes les communes entre Artigueloutan et Pau)

Les écarts peuvent venir de la fiabilité de l'information fournie par le riverain (la crue s'étant produite la nuit, le niveau observé et donc levé n'est peut-être pas au moment du pic, ou l'information est vague), l'incertitude du levé topographique, ou un choix de calage global sur un secteur à plusieurs laisses.

Par exemple, plusieurs laisses sont présentes avenue des Lavandières à Pau (BIZ10 à 14). BIZ10 est 100 m en amont de BIZ11, mais à un niveau indiqué plus bas de 10 cm, ce qui est incohérent, sans qu'on puisse trancher réellement pour l'une ou pour l'autre. Le niveau modélisé est trop haut pour une laisse, trop bas pour une autre et très bon sur les deux laisses centrales (moins de 15 cm d'écart). Augmenter le niveau améliorera le calage sur une laisse mais le détériora encore plus sur une autre.

On peut donc considérer que dans l'ensemble, le calage est satisfaisant sur ce secteur, même si un écart ponctuel plus important peut exister.

Enfin, pour les laisses où le modèle est trop bas, cela peut s'expliquer par la non modélisation des murs et bâtiments (et donc de l'obstacle à l'écoulement).

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

Tableau 9 : Ecart des niveaux entre le modèle et la laisse

| CODE | Laisse (m NGF) | Modèle (m NGF) | Ecart (m) | CODE | Laisse (m NGF) | Modèle (m NGF) | Ecart (m) |
|--------|-------------------|-------------------|-----------|----------|-------------------|-------------------|-----------|
| ART02 | 250.83 | 250.53 | -0.30 | IDR15 | 211.64 | 211.59 | -0.05 |
| ART03 | 250.88 | 250.73 | -0.15 | IDR16 | 214.47 | 214.27 | -0.20 |
| ART04 | 248.28 | 248.23 | -0.05 | IDR17 | 214.32 | 214.17 | -0.15 |
| ART05 | 247.26 | 247.45 | 0.19 | IDR18 | 212.75 | 212.94 | 0.19 |
| ART06 | 246.9 | 247.00 | 0.10 | IDR18b | 212.74 | 212.89 | 0.15 |
| ART07 | 245.74 | 245.43 | -0.31 | IDR18t | 212.49 | 212.82 | 0.33 |
| ART08 | 244.85 | 245.10 | 0.25 | IDR19 | 208.32 | 208.70 | 0.38 |
| ART09 | 244.24 | 244.23 | -0.01 | IDR20 | 208.33 | 208.41 | 0.08 |
| ART10 | 243.57 | 243.66 | 0.09 | IDR21 | 202.79 | 203.03 | 0.24 |
| ART11 | 242.28 | 241.88 | -0.40 | IDR22 | 205.21 | 205.15 | -0.06 |
| BIZ01 | 201 | 200.72 | -0.28 | IDR23 | 203.04 | 203.07 | 0.03 |
| BIZ02 | 198.42 | 198.56 | 0.14 | IDR24 | 208.55 | 208.50 | -0.05 |
| BIZ02b | 198.37 | 198.56 | 0.19 | IDR25 | 204.74 | 204.48 | -0.26 |
| BIZ03 | 195.76 | 195.82 | 0.06 | IDR26 | 203.07 | 203.07 | 0.00 |
| BIZ04 | 194.16 | 194.17 | 0.01 | IDR26b | 203.21 | 203.14 | -0.07 |
| BIZ05 | 192.42 | 192.22 | -0.20 | IDR27 | 203.39 | 203.15 | -0.24 |
| BIZ06 | 194.33 | 194.16 | -0.17 | IDR28 | 201.24 | 201.53 | 0.29 |
| BIZ07 | 194.07 | 194.06 | -0.01 | IDR30-31 | 201.36 | 201.20 | -0.16 |
| BIZ08 | 187.23 | 187.41 | 0.18 | IDR32 | 207.48 | 207.46 | -0.02 |
| BIZ09 | 184.47 | 184.73 | 0.26 | LEE01 | 219.07 | 219.22 | 0.15 |
| BIZ10 | 183.71 | 184.12 | 0.41 | LEE02 | 220.39 | 220.74 | 0.35 |
| BIZ11 | 183.81 | 183.95 | 0.14 | LEE03 | 217.35 | 217.13 | -0.22 |
| BIZ13 | 183.59 | 183.70 | 0.11 | LEE04 | 217.43 | 217.54 | 0.11 |
| BIZ14 | 183.56 | 183.12 | -0.44 | LEE05 | 219.54 | 219.46 | -0.08 |
| BIZ15 | 182.49 | 182.51 | 0.02 | LEE05b | 219.34 | 219.41 | 0.07 |
| BIZ16 | 191.52 | 192.00 | 0.48 | OUS01 | 232.5 | 232.49 | -0.01 |
| BIZ17 | 180.95 | 180.87 | -0.08 | OUS02 | 232.08 | 232.09 | 0.01 |
| BIZ18 | 196.68 | 196.91 | 0.23 | OUS03 | 234.67 | 234.66 | -0.01 |
| IDR02 | 215.53 | 215.38 | -0.15 | OUS04 | 234.07 | 233.81 | -0.26 |
| IDR03 | 215.13 | 215.16 | 0.03 | OUS05 | 228.56 | 228.65 | 0.09 |
| IDR04 | 214.45 | 214.21 | -0.24 | OUS06 | 238.4 | 238.07 | -0.33 |
| IDR05 | 212.61 | 212.59 | -0.02 | OUS07 | 238.62 | 238.31 | -0.31 |
| IDR06 | 212.91 | 213.25 | 0.34 | OUS09 | 238.32 | 237.95 | -0.37 |
| IDR07 | 211.6 | 211.49 | -0.11 | OUS10 | 231.96 | 231.87 | -0.09 |
| IDR08 | 211.65 | 211.71 | 0.06 | OUS12 | 226.81 | 227.26 | 0.45 |
| IDR09 | 210.43 | 210.33 | -0.10 | OUS13 | 230.43 | 230.39 | -0.04 |
| IDR10 | 208.65 | 208.51 | -0.14 | PAU01 | 182.78 | 182.99 | 0.21 |
| IDR11 | 208.67 | 208.19 | -0.48 | PAU02 | 181.26 | 181.09 | -0.17 |
| IDR12 | 211.74 | 211.59 | -0.15 | PAU03 | 180.97 | 180.78 | -0.19 |
| IDR13 | 212.03 | 211.46 | -0.57 | PAU04 | 181.55 | 181.46 | -0.09 |
| IDR14 | 210.46 | 210.64 | 0.18 | PAU05 | 179.22 | 179.22 | 0.00 |

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

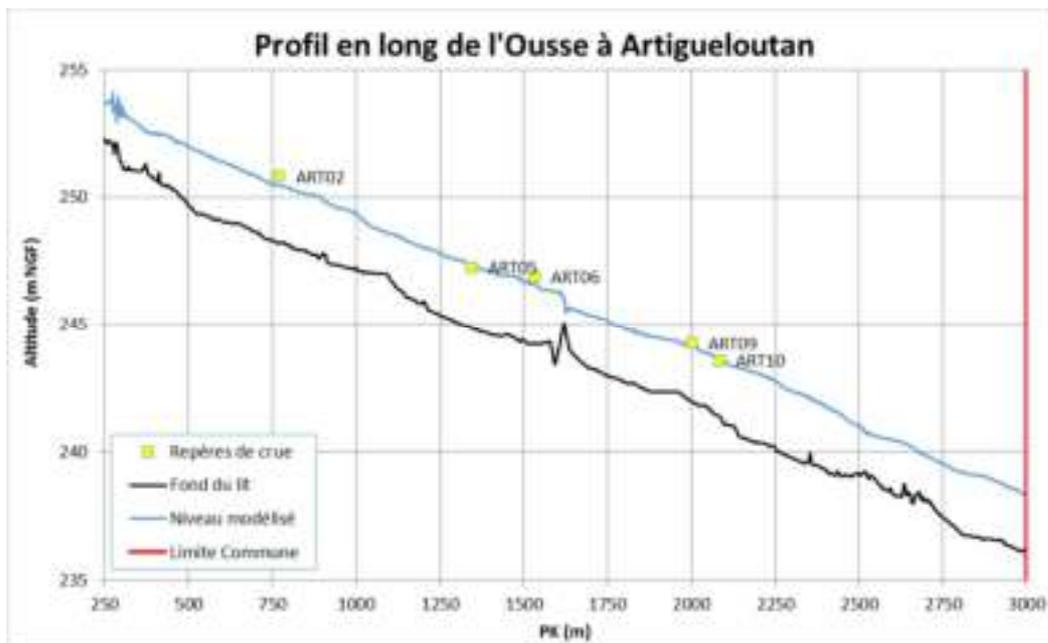


Figure 21 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Artigueloutan

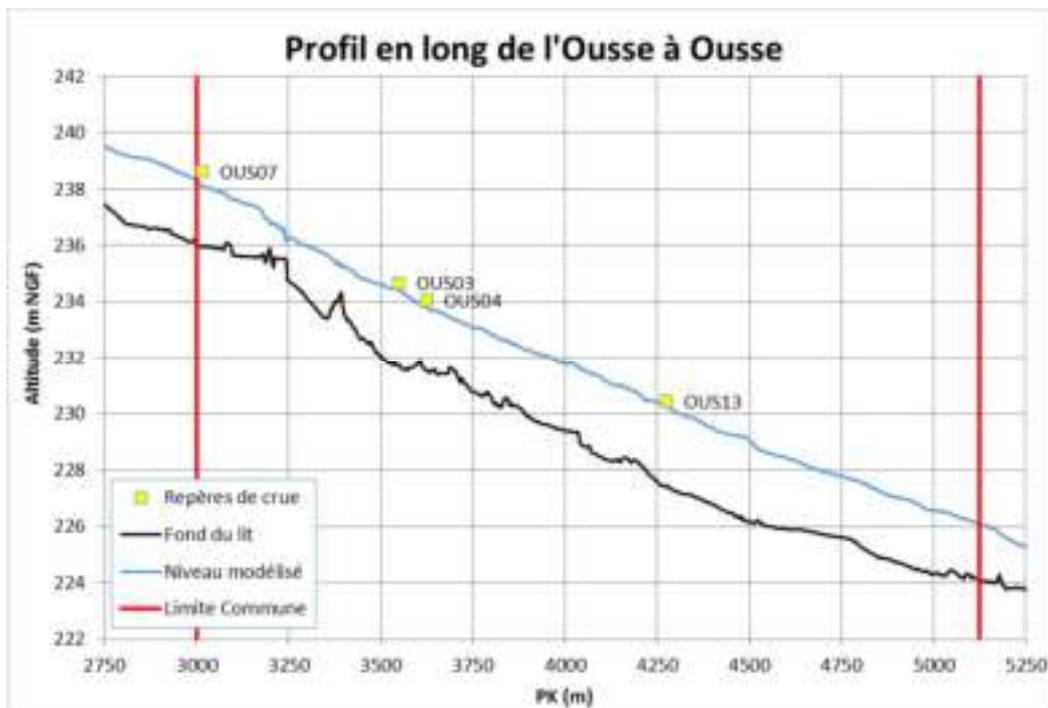


Figure 22 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Ousse

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE



Figure 23 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Lée



Figure 24 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Idron

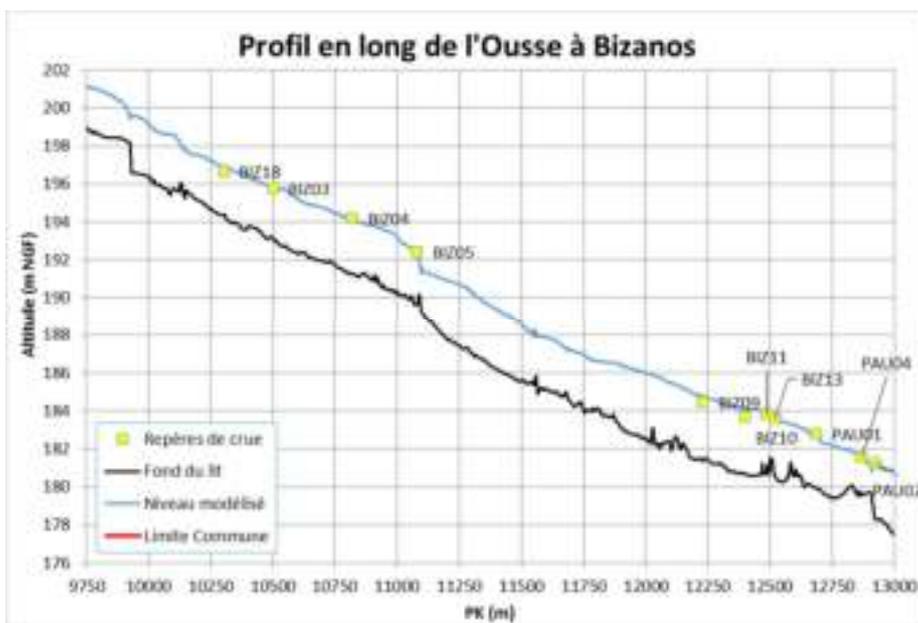


Figure 25 : Profil en long de calage du modèle sur la crue de janvier 2014 à Bizanos



Ce qu'il faut retenir...

Avec 65 et 82 % des laisses ayant un écart inférieur à 20 et 30 cm entre niveau d'eau observé et modélisé, on peut conclure que le calage est très satisfaisant.

3.5.2 ANALYSE DE SENSIBILITE

Afin de vérifier la qualité des résultats du calage, des tests de sensibilité ont été réalisés sur les paramètres du modèle (rugosité, débit).

- « Test sur les coefficients de frottement +15% » : pour lequel les coefficients ont été augmentés de 10%, ce qui correspond à une diminution du frottement ;
- « Test sur les coefficients de frottement -15% » : pour lequel les coefficients ont été diminués de 10%, ce qui correspond à une augmentation du frottement.

En augmentant ou diminuant la rugosité de 15 %, l'emprise inondable varie très peu.

Les tests montrent un faible impact de ce paramètre (en moyenne 4 cm, au pire une quinzaine de cm sur les hauteurs d'eau). L'impact est surtout localisé au niveau du lit mineur, notamment lorsque les écoulements se concentrent, aux endroits où le lit est très encaissé.



Ce qu'il faut retenir...

Les vérifications réalisées avec les tests de sensibilité confirment le choix des paramètres ayant permis le calage du modèle numérique.

La crue de référence sera donc simulée avec cette configuration de paramètres.

3.5.3 COMPARAISON AVEC LES CRUES PASSEES

3.5.3.1 Historiques des crues et données disponibles

Les crues les plus importantes observées sur le bassin versant de l'Ousse sont d'après la bibliographie :

- crue du 2 juin 1855, crue considérée comme très forte (la plus forte crue connue à ce jour),
- crue du 15 avril 1874 (débit estimé à 90 m³/s),
- crue du 6 mai 1905, proche de celle de 1974
- crue des 1 et 2 février 1952, cette crue est concomitante à la crue du Gave de Pau,
- crue des 19, 20 et 21 février 1971,
- crue du 2 février 1978, dont la période de retour est estimée à 40 ans,
- crue des 8 et 9 août 1992 dont la période de retour est estimée à 7 ou 8 ans,
- crue des 24 et 25 janvier 2014 dont la période de retour est de 30 ans.

Bien que les débits associés à ces crues ne soient pas connus on peut dire que ces crues ont toutes une période de retour inférieure à 100 ans.

On notera que :

- l'étude hydraulique du CETE de septembre 2009 « Cours d'eau de l'Ousse – secteur de la commune de Pau » conclut sur une mise en charge du pont de la gare à Pau de 40 cm pour un débit de 90 m³/s environ et indique également que « en 1874 le débit de la crue a été estimée à 90 m³/s alors qu'en 1952, le débit de la crue a été estimée à 74 m³/s ; pourtant les hauteurs d'eau moyennes sur les mêmes tronçons sont identiques ». Une estimation du débit de 1952 par des étudiants de l'ENSEEIHTE a abouti à une valeur de 100 m³/s.
- les niveaux de 1952 sont bien plus hauts que ceux de janvier 2014 (écart supérieur à 50 cm).
- le pont rue de la Gare n'a pas été en charge en 1971 et était en limite en 2014 ;



Figure 26 : Pont de l'Ousse rue de la Gare en 1952 (source DDTM64)



Figure 27 : Pont de l'Ousse rue de la Gare en 2014 (source DDTM64)

En supposant que ces deux photos ont été prises au pic de crue et en se basant sur les laisses de crues, l'écart entre 2014 et 1952 en amont de Pau peut s'expliquer par l'existence d'un by-pass en rive gauche mis en avant dans l'étude CETE 2009 et ISL 2014, les eaux de l'Ousse joignant le Gave sans passer par l'ouvrage de la Gare. Dans ce cas, le débit de $74 \text{ m}^3/\text{s}$ au pont serait correct mais probablement sous-estimé dans la traversée amont de Pau et Bizanos, expliquant les différences de niveau importantes.

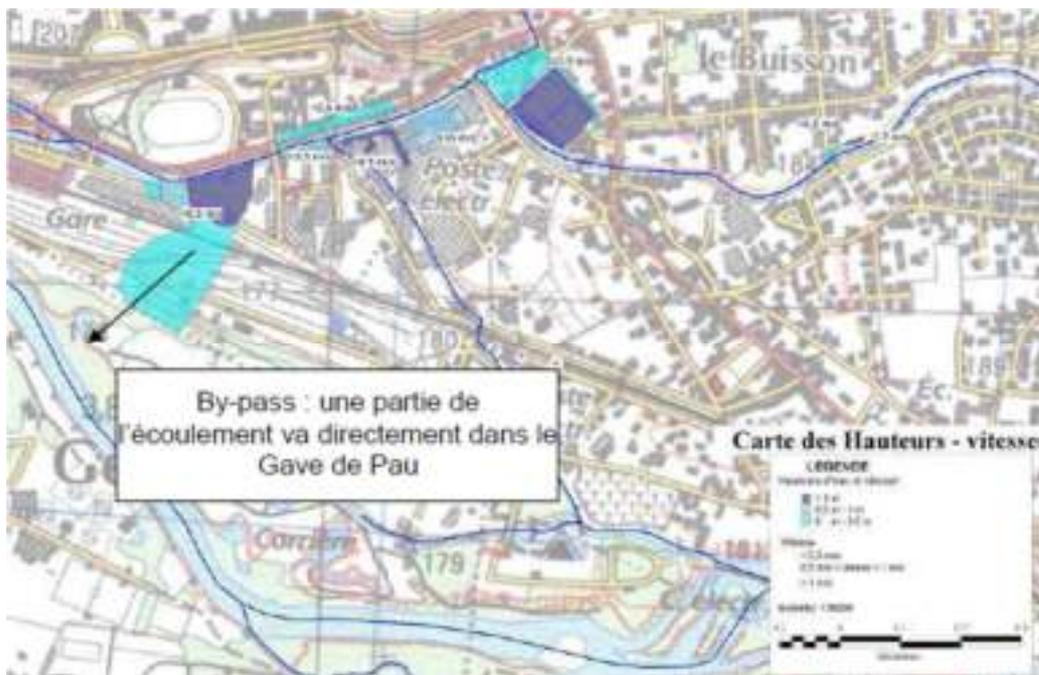


Figure 28 : Dérivation en crue de l'Ousse (source CETE 2009/ISL 2014)

3.5.3.2 Occurrence en débit de la crue de janvier 2014

Les débits obtenus dans le modèle après calage sont environ 63 et 73 m^3/s à Artigueloutan et Pau, ce qui signifie **une crue d'occurrence entre 20 et 40 ans** suivant la méthode de calcul retenue (Gradex brut ou esthétique).

Le débit à Pau est proche de celui calculé à la gare pour la crue de 1952 (74 m^3/s , occurrence 50 ans d'après le PPRI de l'Ousse à Pau), pour un niveau similaire à cet endroit.

On rappellera que le cumul de pluie est supérieur à 100 ans sur 48 h pour le bassin versant amont, proche de 10-20 ans sur le bassin versant aval, signe d'une hétérogénéité spatiale du phénomène conduisant à un étalement probable de l'onde de crue lors de son avancée, en l'absence de renforcement majeur par les sous bassins versants en aval.

Compte tenu des diverses incertitudes de calcul hydrologique et hydraulique et de l'intervalle de sensibilité du modèle, on peut donc estimer que l'occurrence de la crue de janvier 2014 sur la partie aval du bassin versant de l'Ousse est d'environ 30 ans.

Ceci est proche de la crue de janvier 1978 (occurrence estimée à 40 ans dans la bibliographie).

Cependant, les documents étudiés ne fournissent pas de débit associé à cette crue. Les débits décennaux retenus dans la présente étude étant légèrement inférieurs à

ceux des études précédentes pour des débits centennaux identiques, à débit constant, cela revient à diminuer légèrement l'occurrence associée.

3.5.3.3 Occurrence en volume d'eau

La Figure 29 superpose le débit à Artigueloutan avec les hydrogrammes théoriques obtenus avec la méthode de Socose (qui permet de calculer un hydrogramme en sortie de bassin versant à partir d'un débit de pointe et de sa durée spécifique).

En termes de volume, la crue de 2014 a propagé, hors débit de base, environ 6 millions de m³ sur 2,5 jours, ce qui est similaire au volume de la crue centennale théorique.

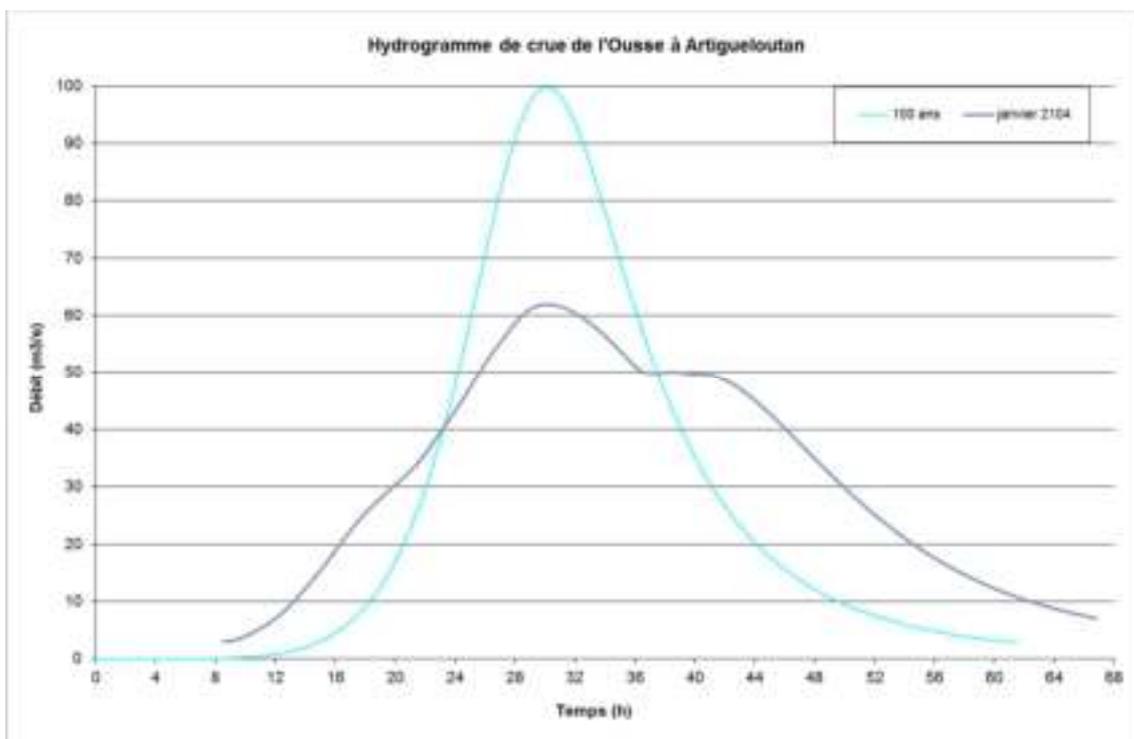


Figure 29 : hydrogrammes de crue théorique et modèle de janvier 2014

Ceci rejoint l'analyse de l'évènement faite précédemment, à savoir des pluies d'intensité moyenne mais sur de longues durées et faisant suite à des périodes humides, conduisant à un ruissellement massif.



Ce qu'il faut retenir...

Crue de janvier 2014 : débit de pointe d'occurrence 30 ans environ mais avec un volume d'occurrence 100 ans

3.6 LA CRUE DE REFERENCE

3.6.1 DEFINITION

On rappelle que la crue de référence est la plus forte crue observée ou la crue centennale si celle-ci est supérieure.



Ce qu'il faut retenir...

La crue de référence est la crue d'occurrence centennale.

3.6.2 SCENARIOS TESTES

Le modèle numérique a été repris après calage, en supprimant les brèches recensées lors de la crue de janvier 2014 (merlon de la pâture à Ousse et merlon de l'Arriou Merdé à Bizanos en aval de la rocade). L'injection en amont d'Artigueloutan est constituée de l'hydrogramme théorique centennial déterminé par la méthode Socose.

La différence entre les débits de pointe de janvier 2014 à Artigueloutan et à l'exutoire (63 et 74 m³/s) étant proche de celle entre les deux débits centennaux (100 m³/s à Artigueloutan et 116 m³/s à l'exutoire), les injections intermédiaires ont été conservées à l'identique avec la simulation de janvier 12014 (la probabilité d'une pluie centennale homogène à l'échelle du bassin versant total de l'Ousse étant très faible).

Trois scénarios ont été testés :

- **Avec obstacles (Etat actuel)**, comprenant les merlons latéraux aux cours d'eau et les obstacles relevés par géomètre ;
- **Avec obstacles et embâcles.** Trois ouvrages de l'Ousse (Ponts rue des Pécheurs à Artigueloutan, RD213 à Lée et chemin Cam Marty à Idron) sont simulés avec embâcles représentés par une diminution de 10 % de la largeur.
- **Sans obstacles**, ces merlons et murets ont été abaissés à la cote du terrain naturel.

L'aléa retenu correspond à la valeur maximale du niveau pour chaque point de calcul du modèle, après traitement SIG pour embellir la forme des contours des zones. La Figure 30 présente un exemple de ce traitement. Les deux premières cartes indiquent les hauteurs d'eau dans les scénarios avec et sans obstacles. On peut remarquer des différences ponctuelles, en particulier sur la zone encadrée en rouge (amont du répartiteur), où la zone à forte hauteur est soit en amont (image du haut), soit en aval du bras (image au milieu) selon le scénario.

La carte finale en bas combine ces deux enveloppes et adoucit les limites par traitement informatique.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

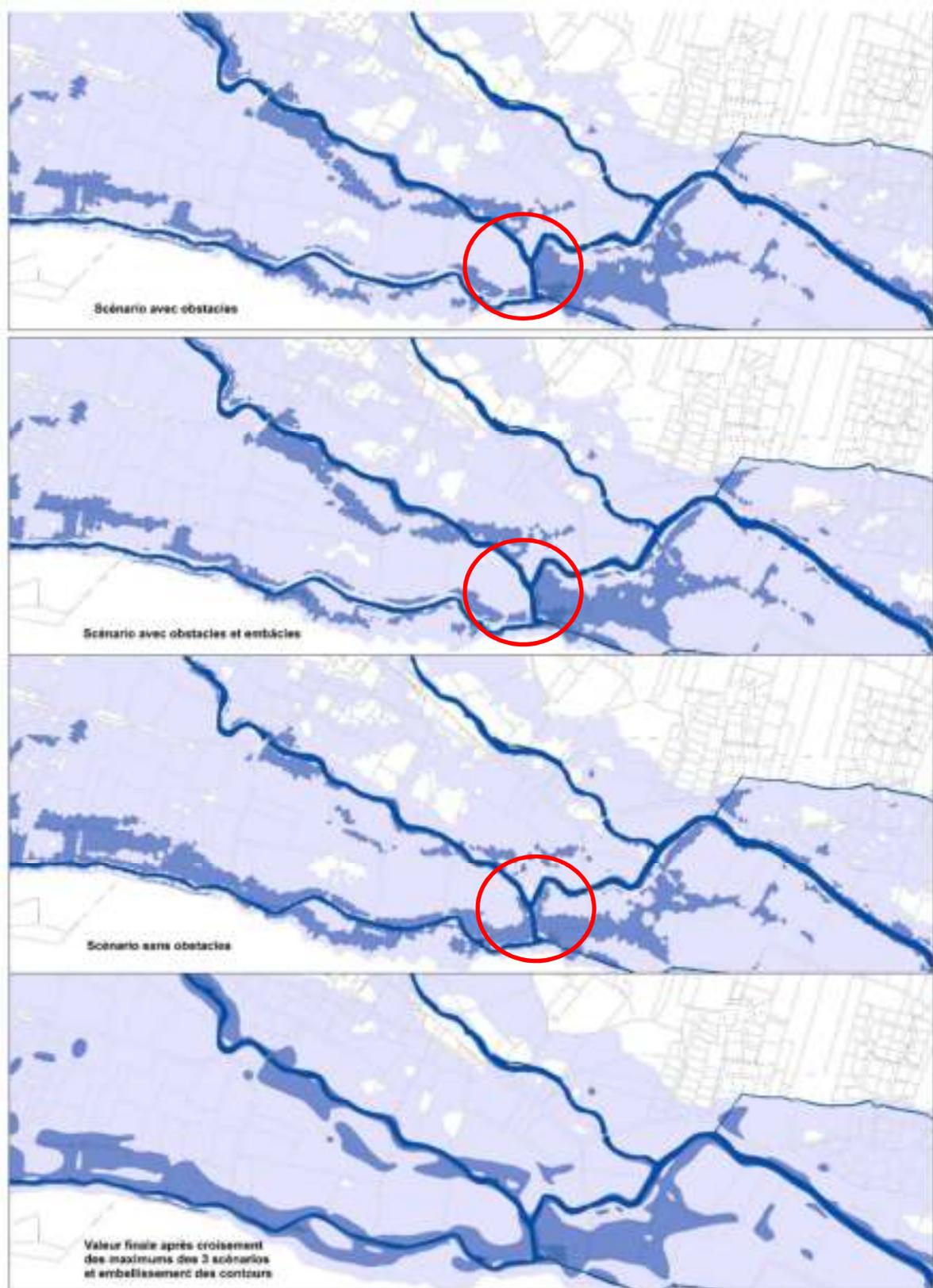


Figure 30 : Illustration de la détermination de la valeur maximale des hauteurs d'eau

3.6.3 ANALYSE DE SENSIBILITE

Comme pour la crue de janvier 2014, des tests ont été effectués en modifiant les rugosités de + ou - 15 % et les débits injectés ont été augmentés ou diminués de 10 %, afin d'observer également la sensibilité de l'emprise inondable par rapport aux résultats hydrologiques retenus.

Les tests de sensibilité valeur de débit pris en compte montre un impact modéré de ce paramètre (+/- 5 cm en moyenne, avec quelques rares secteurs où la différence peut atteindre une quinzaine de centimètres).

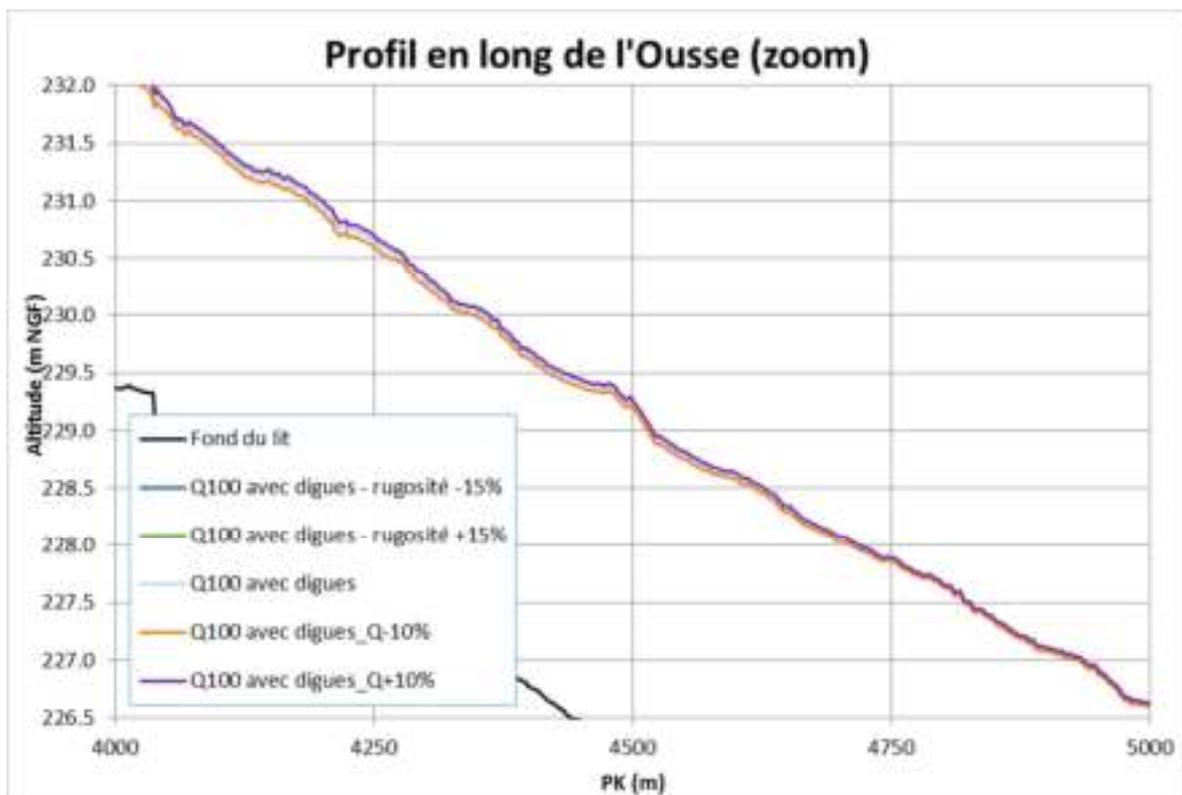


Figure 31 : Influence de la modification des paramètres sur la ligne d'eau centennale à Ousse

3.7 LES GRANDEURS CARTOGRAPHIEES

3.7.1 LES HAUTEURS D'EAU

Les hauteurs d'eau sont définies en tous points de la zone inondable et ont été séparées en 3 classes pour la cartographie :

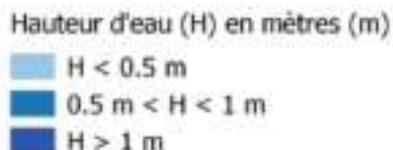


Figure 32 : Exemple de restitution par classes d'iso-hauteurs

3.7.2 LES VITESSES D'ÉCOULEMENT

Les vitesses d'écoulement sont définies en tous points de la zone inondable et ont été séparées en 3 classes pour la cartographie :

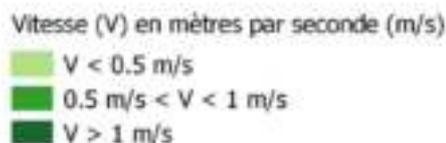


Figure 33 : Exemple de restitution par classes d'iso-vitesses

3.7.3 LA BANDE FORFAITAIRE DE SECURITE

Environ 90 merlons et murs ont été levés pour cette étude et leur influence étudiée via une simulation où ils ont été supprimés. Cependant, dans ce cas, la montée des eaux se fait graduellement, avec des vitesses d'écoulement en lit majeur relativement faibles lors des premières surverses des berges.

Or dans le cas où ces merlons se rompent, on voit l'apparition d'une vague s'engouffrant à travers la brèche à vitesse importante, avant de s'étaler plus ou moins rapidement en lit majeur. Même si les merlons ne constituent pas un système de protection contre les crues, leur rupture peut donc provoquer un sur-aléa sur les parcelles en aval.

Pour cela, plusieurs scénarios de rupture ont été modélisés et une largeur moyenne d'influence en aval du merlon a été déterminée.

Une bande sécurité d'aléa fort de largeur forfaitaire de 30 m à l'arrière des merlons, projetée perpendiculairement à son emprise, a été cartographiée.



Figure 34 : Exemple de bande de sécurité (hachurage orange)

3.8 CLASSIFICATION DE L'ALEA

3.8.1 PRINCIPE DE BASE

La méthode standard de cartographie de l'aléa « inondation » s'appuie sur les données de hauteur d'eau et de vitesse.

Cette approche trouve son origine dans l'analyse conduite par des responsables de la sécurité civile sur les conditions d'écoulement susceptibles de mettre en danger les vies humaines (cf. Figure 35).

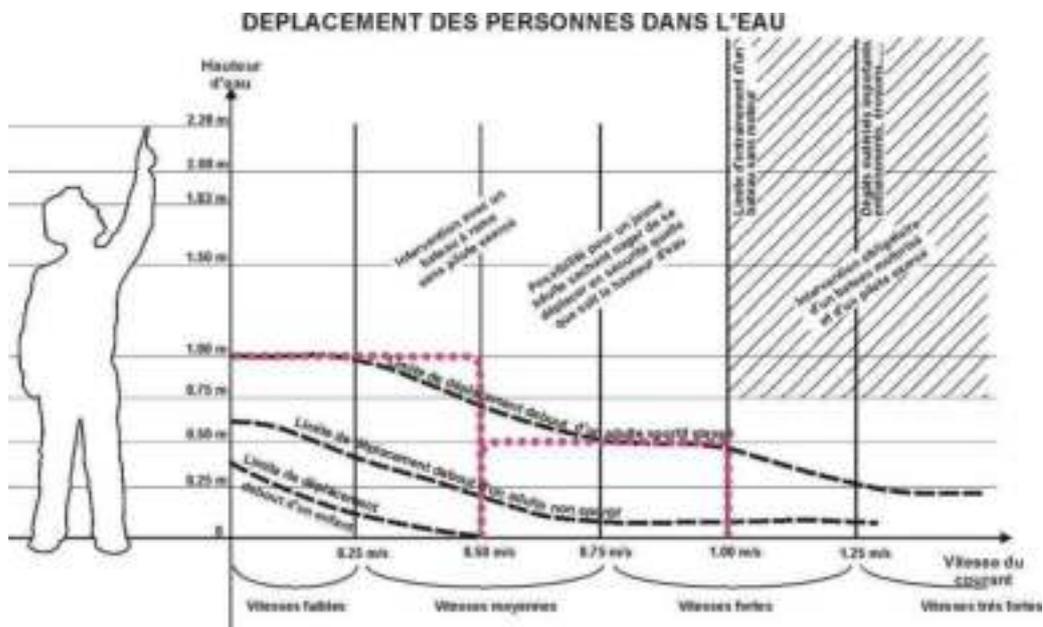


Figure 35 : Schéma des conditions de déplacement de personnes dans l'eau

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

La grille de croisement hauteur – vitesse utilisée dans la carte d'aléa se base sur des éléments physiques qui précisent les capacités d'une personne humaine à évoluer dans un champ d'inondation.

Le schéma de déplacement des personnes dans l'eau a permis de définir des seuils d'intensité utilisés dans le classement de l'aléa.

Au vu de ces critères, la cartographie de l'aléa telle qu'elle figure au présent dossier fait apparaître trois zones.

3.8.2 GRILLE D'ALEAS

Cette classification respecte les objectifs fixés en matière de prévention des risques et de gestion des zones inondables déclinées en particulier dans la circulaire interministérielle du 24 janvier 1994.

La classification de l'aléa, basé sur le croisement hauteur / vitesses a permis d'établir la grille d'aléa suivante :

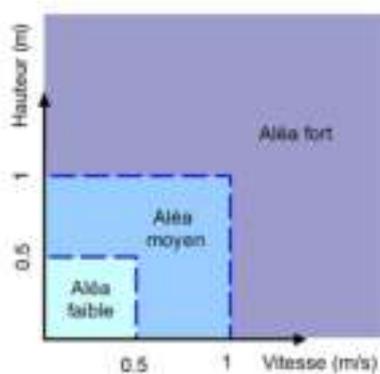


Figure 36 : Grille de lecture des aléas

Cette classification fait apparaître trois zones, qui sont les suivantes :

- Zone d'aléa faible (bleu clair), où la hauteur d'eau est comprise entre 0,2 m et 0,5 m et la vitesse inférieure à 0,5 m/s ;
- Zone d'aléa moyen (bleu), où la hauteur d'eau est comprise entre 0,5 m et 1 m et la vitesse comprise entre 0,5 m/s et 1 m/s ;
- Zone d'aléa fort (bleu foncé), où la hauteur d'eau est supérieure à 1 m, et/ou la vitesse est supérieure à 1 m/s.

4 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION SUR LA COMMUNE D'ARTIGUELOUTAN

4.1 PRESENTATION DE LA COMMUNE D'ARTIGUELOUTAN

4.1.1 CADRE GEOGRAPHIQUE

La commune d'Artigueloutan est située à quinze kilomètres à l'est de Pau. Elle a une superficie de 8,12 km². Elle fait partie de la communauté d'agglomération Pau Béarn Pyrénées et du canton du Pays de Morlaàs et Montanerès.

Elle comptait 914 habitants en 2010 et 1 012 habitants en 2014. C'est une commune en expansion modérée.

La commune présente trois unités géographiques distinctes :

- de part et d'autre de la RD 817, une partie du plateau du Pont-Long occupée par des terres agricoles,
- la vallée de l'Ousse où est situé le village,
- les coteaux au Nord du chemin Henri IV, à majorité des terres boisées ou agricoles.

4.1.2 CADRE HYDROGRAPHIQUE

4.1.2.1 *Le bassin versant de l'Ousse*

La rivière de l'Ousse, affluent rive droite du Gave de Pau draine un bassin versant de 106 km² dans les Pyrénées-Atlantiques et les Hautes-Pyrénées.

L'Ousse prend sa source à Bartrès au pied de l'agglomération lourdaise, parcourt 40 km suivant une orientation nord/nord-ouest avant de se jeter dans le Gave de Pau et traverse au total 26 communes dont la commune d'Artigueloutan.

Son altitude maximale est de 570 m et son altitude minimale de 170 m.

Sur la commune d'Artigueloutan, le bassin versant de l'Ousse se répartit sur une surface de 6,5 km².

4.1.2.2 *Les affluents de l'Ousse*

Sur le territoire communal d'Artigueloutan, les affluents de l'Ousse sont :

- au sud, le Bouya se jette dans l'Ousse à l'aval de la commune en rive gauche.
- à l'amont du bourg, le Laban rejoint l'Ousse en rive droite et le Brihan rejoint l'Ousse en rive gauche,
- au nord du bourg, le Cazalé, qui se jette dans l'Ousse en aval direct d'Artigueloutan en rive droite,

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

- au nord de la commune, le ru de Haure, qui se jette dans l'Ousse à l'aval du bourg en rive droite,

Les éléments calculés et cartographiés dans la présente étude ne concernent que les risques d'inondation générés par les crues des ruisseaux cités ci-dessus ; les risques générés par l'insuffisance des équipements d'assainissement pluvial dans les zones urbanisées et par les écoulements torrentiels dans les coteaux, ne sont pas pris en compte.

Les cours d'eau non étudiés comprennent les fossés et rus confluant avec les cours d'eau précités et le ruisseau de l'Ayguelongue (bassin versant de l'Ousse des Bois), en limite communale au nord de la RD817.

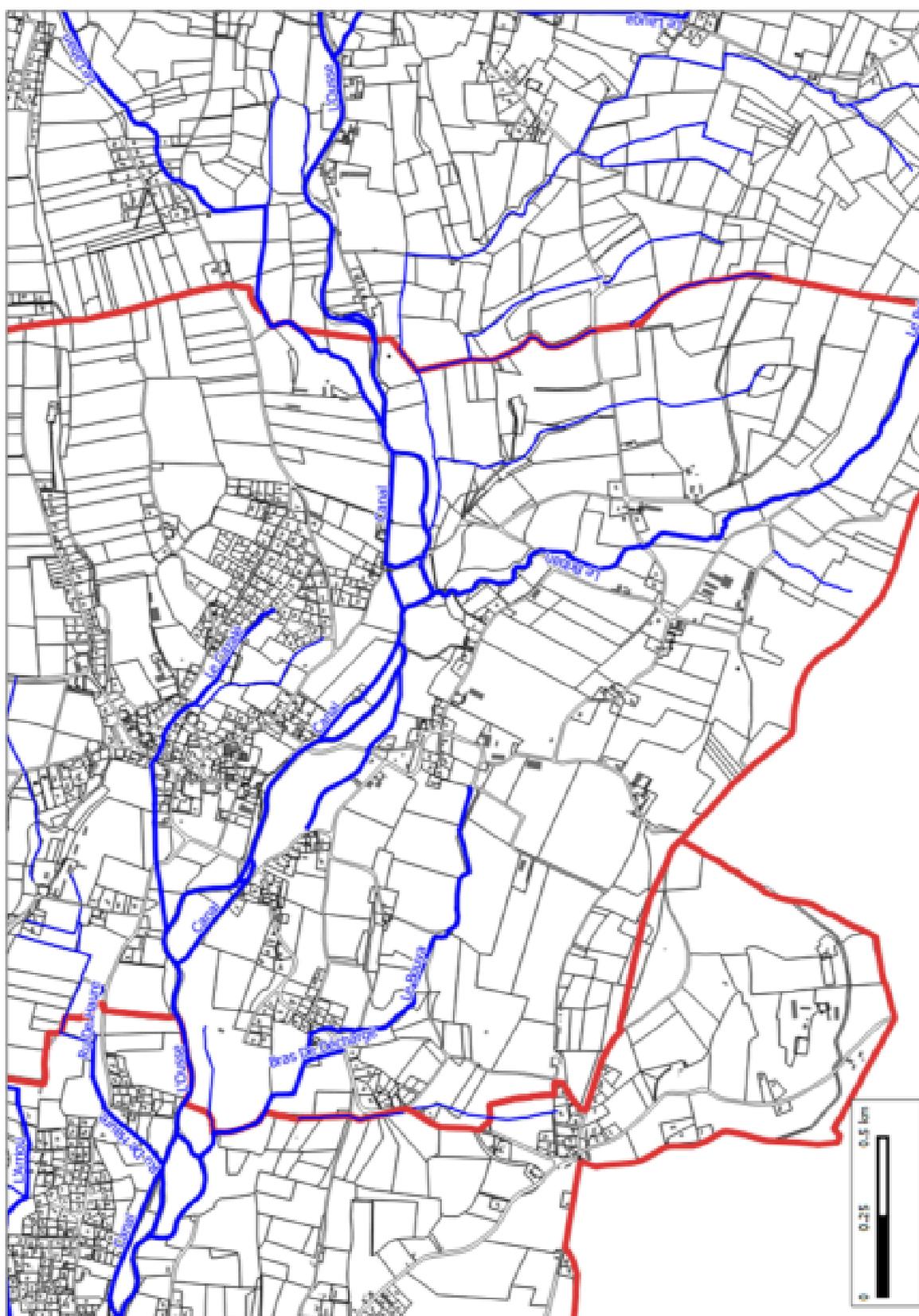


Figure 37 : Réseau hydrographique à Artigueloutan

4.2 LES INONDATIONS SUR LA COMMUNE

■ L'Ousse

La confluence de l'Ousse et du ruisseau du Laban a lieu en amont du seuil du Moulin de Courège. Le cours de l'Ousse est sinueux jusqu'à l'arrivée dans le bourg, où il devient plus rectiligne et souvent endigué.

En aval de la STEP et jusqu'à la rue des Pêcheurs, le lit majeur en rive gauche est réduit par la présence de terrains pentus. Trois moulins se succèdent (Courège et Mounyoye en rive droite, le canal de ce dernier étant déconnecté de l'Ousse, puis Hourcade en rive gauche en aval de la RD215).



Figure 38 : L'Ousse - Seuil au moulin de Courège et en aval de la RD 215

Le centre du bourg a été inondé en 1952 et 1971.

Le lit majeur rive gauche de l'Ousse dans le bourg et en aval sert de zone d'expansion principale, jusqu'aux pieds des plateaux Lou Bouey et Hourcade.

■ Le Laban

Le Laban est un affluent rive droite, dont les derniers centaines de mètres sont sur la commune. Ses caractéristiques seront surtout étudiées lors du modèle du bassin versant amont en phase 4, sur la commune de Nousty.

■ Le Cazalé

Le Cazalé est un affluent rive droite, traversant le bourg et servant d'évacuateur des eaux pluviales de l'impasse des sources. La RD213 est construite au droit ou au Nord d'une ligne de crête, séparant le Cazalé de l'Ousse.



Figure 39 : Le Cazalé – Impasse des Sources et rue du 8 mai 1945

■ Le Briban

Le Briban s'écoule depuis les zones naturelles des hauteurs au Sud de la commune et ne crée pas de problèmes particuliers. Sa zone inondable a été déterminée par analyse hydrogéomorphologique et non par modélisation numérique.

■ Lou Bouey

Le ruisseau de Lou Bouey est un affluent rive gauche, confluant avec l'Ousse à l'aval de la commune. Il s'écoule majoritairement à travers des zones naturelles, les seuls enjeux étant situés à proximité de la traversée de la RD215.

En 2009, un bras de décharge en rive gauche en amont de la RD 215 a été construit. Depuis la commune n'a pas connu de problème de débordements.



Figure 40 : Le Lou Bouey – Ouvrage de répartition et bras droit en aval

■ La crue de janvier 2014

Lors de la crue de janvier 2014, la commune a été inondée par l'amont par des eaux s'écoulant en rive droite en provenance de Nousty (ruisseau du Laban). Elles sont

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

passées au Nord du moulin de Courège, par-dessus la RD 213 vers le Clos Mounyoye, rejoignant le Cazalé et les eaux de débordement de l'Ousse en aval du moulin de Courège (inondant les terrains rue de la Passerelle, mais pas les maisons (zone 4 sur Figure 41), qui s'étaient dirigées vers le Nord en passant elles-aussi par-dessus la RD 213.

En aval de la RD, deux maisons ont eu leur garage inondé (zone 1 sur Figure 41) et une troisième sa pièce construite en contre bas de la voirie (zone 2).

Plus en aval, rue du 8 mai 1945, les eaux du Cazalé débordant en rive gauche se sont dirigées vers le sud-ouest, point bas du centre du bourg. L'école et les logements sociaux ont été inondés (zone 3 sur Figure 41), avec problèmes de refoulement par les réseaux EU (pose de clapet anti-retour depuis).

Un fossé passant entre l'école et les logements était bouché lors de la crue, mais a été recreusé depuis. La rehausse successive des chaussées a contribué à faire obstacle à l'écoulement des eaux dans le centre bourg. Un axe d'écoulement reliait également le Cazalé et l'Ousse en passant par le Sud du cimetière.

La zone du stade a été le lieu de convergence de toutes ces eaux ruisselant en lit majeur et a été complètement noyé, la RD215 étant submergée.

Deux zones de surverse de la RD 213 étaient présentes vers Ousse : après la cote du Canal (zone 5 sur Figure 41), sur une faible lame d'eau (maisons au Sud de la voirie non touchées) et en limite communale avec Ousse (zone 6) avec hauteur importante (>50 cm, circulation interdite), les eaux rejoignant le ru de Haure. Aucune rupture de merlon ou d'embâcle particulier n'ont été signalés.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

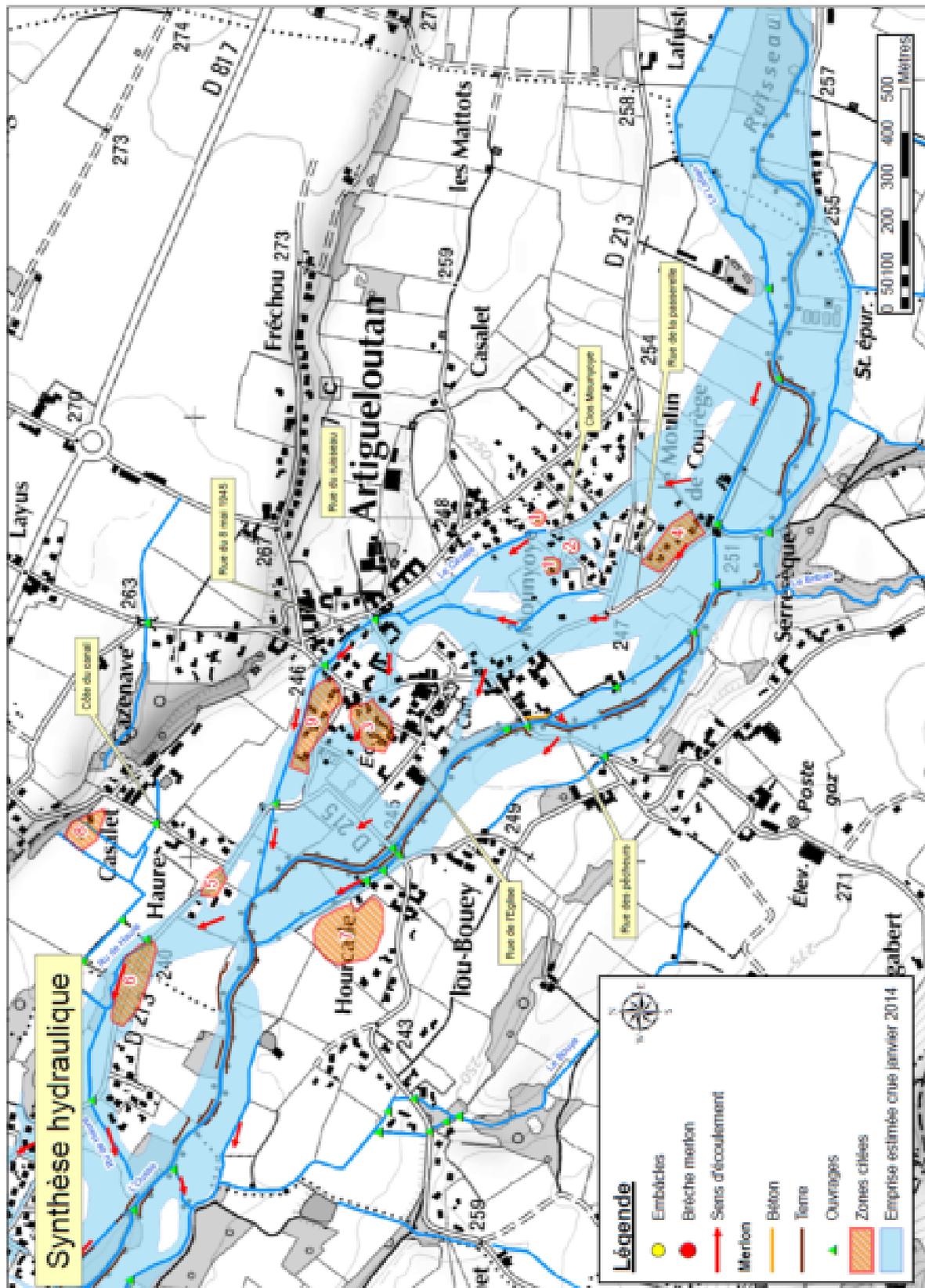


Figure 41 : Ecoulements en janvier 2014 à Artigueloutan

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

Les figures suivantes présentent des photos aériennes prises par le SDIS 64 lors de la crue de janvier 2014.



Figure 42 : Photo de crue de janvier 2014 – moulin de Courège (source SDIS64)



Figure 43 : Photo de crue de janvier 2014 – clos Mounyoye (source SDIS64)



Figure 44 : Photo de crue de janvier 2014 – aval clos Mounyoye (source SDIS64)



Figure 45 : Photo de crue de janvier 2014 – rue du 8 mai 1945 (source SDIS64)



Figure 46 : Photo de crue de janvier 2014 – groupe scolaire (source SDIS64)



Figure 47 : Photo de crue de janvier 2014 – plaine des sports (source SDIS64)

4.3 LES ALEAS SUR LA COMMUNE

L'Annexe 1 contient trois cartes à l'échelle communale indiquant les hauteurs et vitesses maximales et les aléas associés. La carte des aléas est aussi présentée en page suivante.

Dans son ensemble, le lit majeur en rive droite est en aléa faible, depuis l'Ousse jusque quasiment la rue du ruisseau et le Cazalé, soit une largeur de 400 m environ. Les eaux proviennent en majorité de l'amont du village (moulin de Courège), étant passées par-dessus la RD213 et ayant rejoint le Clos Mounyoye et le lit du Cazalé, pour ensuite retourner à l'Ousse en aval du centre bourg.

On observe également une zone d'écoulement secondaire conséquente en sortie du village (RD213 / rue de la vallée de l'Ousse), les eaux passant par-dessus la RD213 et rejoignant le ru de Haure à Ousse, alors que le tracé de l'Ousse s'oriente vers le Sud-Ouest.

La présence de coteaux assez pentus en rive gauche fait que l'emprise de la zone inondable est généralement limitée (une centaine de mètres au maximum en amont du moulin Hourcade), mais l'aléa est majoritairement moyen (il est en cela contraire à la rive droite, où l'aléa est plus étendu mais moins important).

Le Bouya ne déborde qu'après la défluence du ruisseau à la RD 215, majoritairement en rive droite sur une centaine de mètres.

La zone de rétention d'écoulement en limite Nord-Ouest identifiée dans le PPRI de 2002 a été conservée dans la nouvelle cartographie.

Enfin, la zone de grand écoulement identifiée pour le Brihan a une largeur de 150 m maximum et n'empiète sur aucune zone habitée.

A Artigueloutan, la disparition des merlons de berge (cf. Figure 48) conduit principalement à une surélévation de 10 à 20 cm entre l'Ousse et les canaux des moulins Hourcade au Nord et Courrèges à l'Est.

Ce transfert de volume induit une diminution de la surverse de la RD 213 en sortie du village et donc de l'arrivée des eaux vers le ru de Haure puis le village d'Ousse.

On rappellera que ces merlons n'ont pas vocation de protéger contre les inondations. Cependant ils modifient les écoulements. L'aléa retenu sur la commune est donc la synthèse de l'aléa calculé avec et sans merlons.

L'impact sur l'aléa de cette suppression est limité à la réduction de quelques mètres de l'emprise de zone hors aléa entre Ousse et Cazalé.

Des scénarii avec embâcles ont été testés sur trois communes (Lée, Artigueloutan et Idron). Aucune modification de l'aléa maximal n'a été observée.

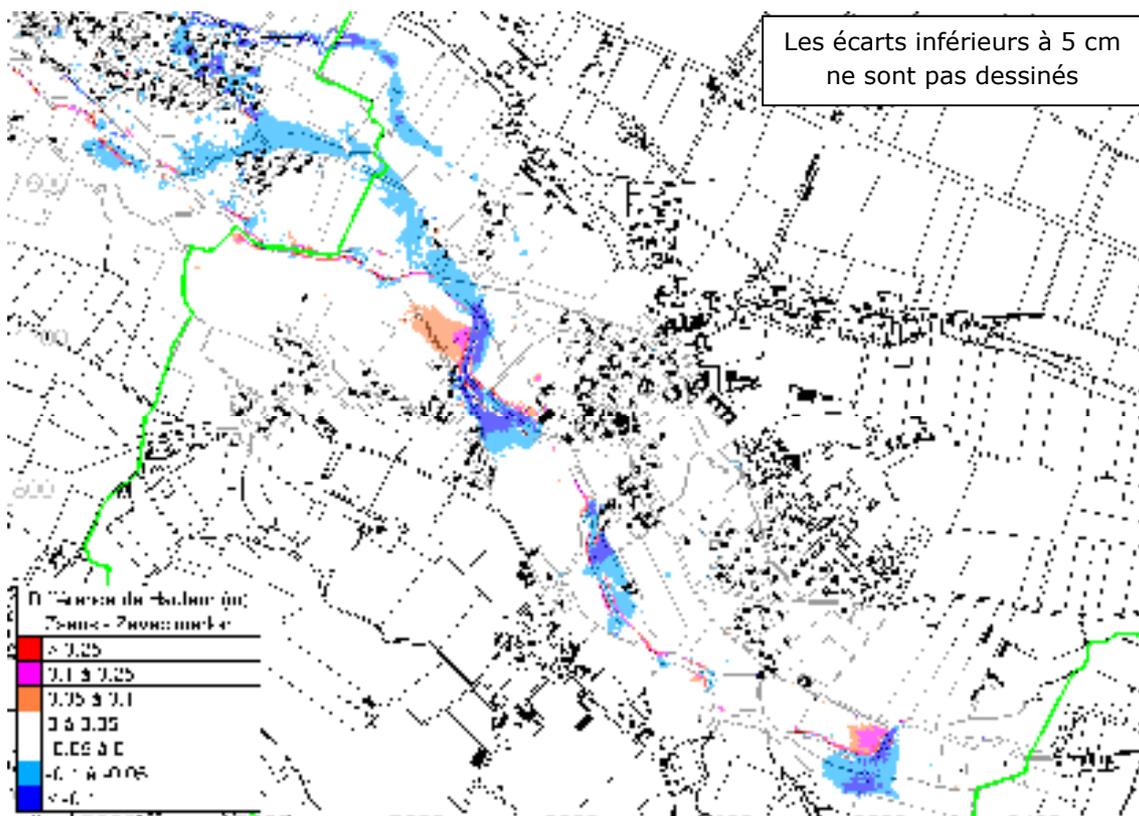


Figure 48 : Impact de la suppression des merlons à Artigueloutan



Ce qu'il faut retenir...

Les aléas sur Artigueloutan sont répartis de la façon suivante :

- Rive gauche de l'Ousse : largeur maximale 100 m, aléa moyen principalement ;
- Rive droite de l'Ousse : largeur maximale 700 m, principalement de l'aléa faible sauf en bordure immédiate des cours d'eau. Quelques zones ponctuelles d'aléa moyen le long des deux axes d'écoulement en lit majeur, les eaux de l'Ousse rejoignant le Cazalé dans le bourg d'Artigueloutan et le ru de Haure à Ousse.

La suppression des merlons et obstacles conduit à un débordement de l'Ousse plus important en rive droite au moulin de Courège et en rive gauche au moulin de Hourcade, ainsi qu'à une légère diminution des eaux rejoignant le ru de Haure à Ousse via les terrains au Nord de la RD 213.

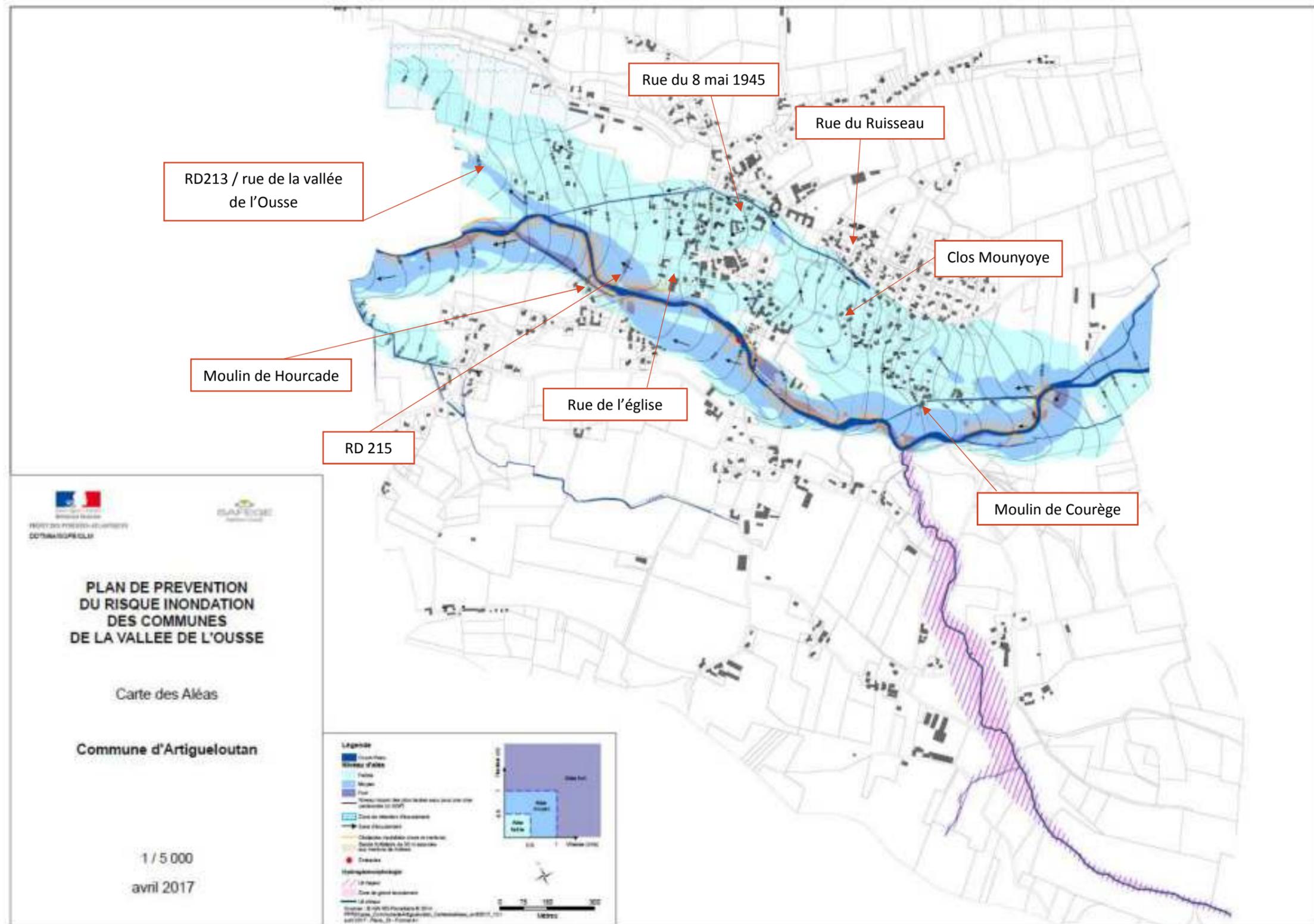


Figure 49 : Aléas en crue centennale à Artigueloutan

4.4 COMPARAISON AVEC LE PPRI ACTUEL APPROUVE LE 31 JUILLET 2002

La Figure 50 superpose l'emprise des aléas du PPRI approuvé en 2002 (en violet) avec les aléas remis à jour au cours de l'étude 2017 (en bleu).

Les principales modifications sont les suivantes :

- L'ensemble du lieu-dit du Moulin de Courège qui n'était jusqu'alors pas intégré dans la zone d'aléa est aujourd'hui englobé dans le zonage d'aléa faible, avec des secteurs d'aléa moyen le long d'un axe d'écoulement préférentiel vers le village;
- Une grande partie du lit majeur entre le Cazalé et l'Ousse est passé en aléa faible ;
- Les rives droite et gauche du ru du Haure ainsi que le lieu-dit du Haure sont passés en aléa faible suite à la prise en compte des axes d'écoulements en lit majeur vers le Nord-Ouest (après surverse de la RD 213);
- Une zone en aléa faible s'étend le long du Bouya en aval de la RD215, en particulier en rive droite en aval de la confluence des deux bras passant sous la voirie.

NOTE DE PRESENTATION DES ALEAS POUR LES CRUES DE L'OUSSE

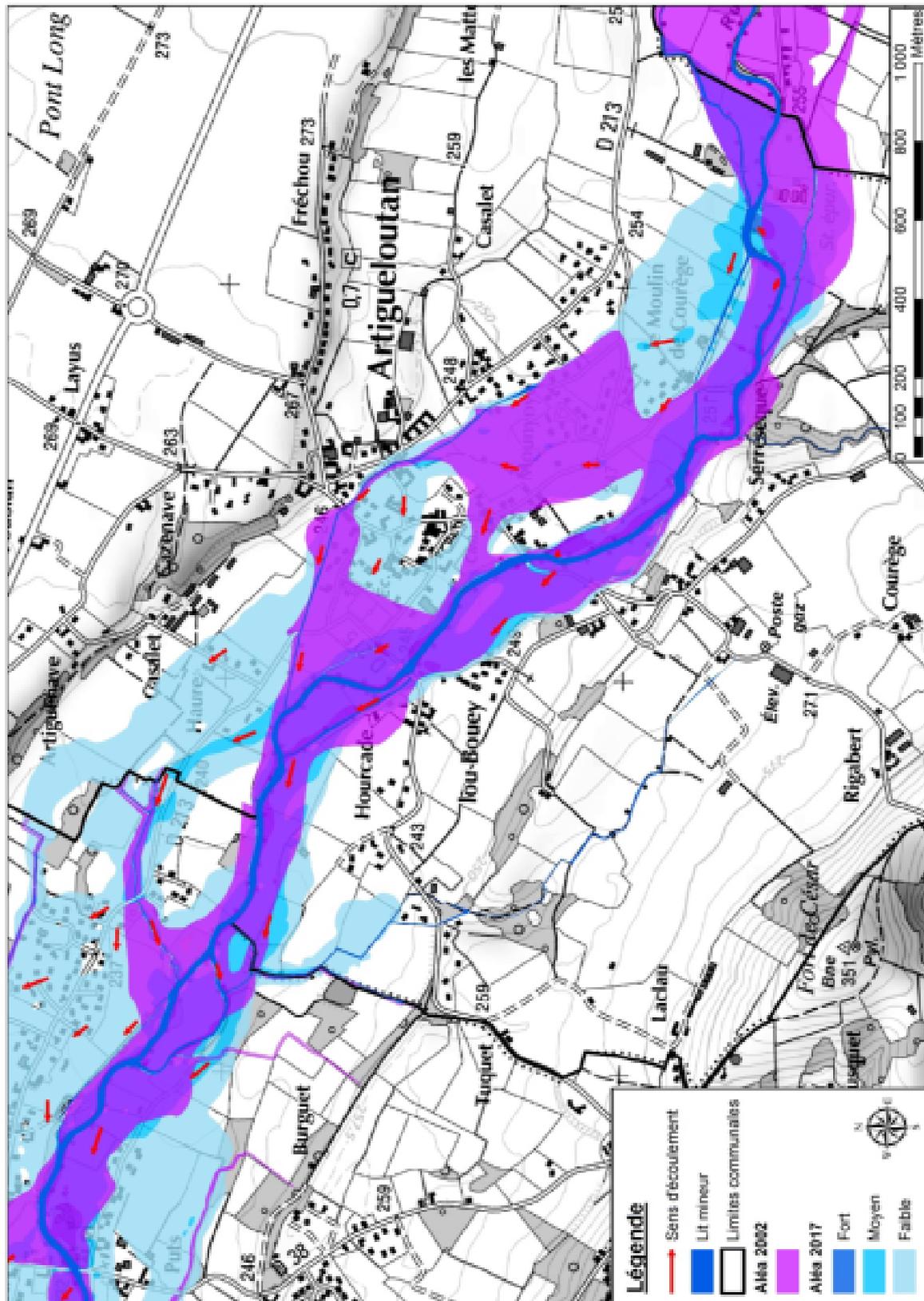


Figure 50 : Comparaison des aléas à Artigueloutan

ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES ALEAS

ANNEXE 2 : LAISSES DE CRUE ET PHOTOS

ANNEXE 3 : DONNEES TOPOGRAPHIQUES

ANNEXE 4 : PLAN D'OUVRAGE

ANNEXE 5 : FICHES MERLONS