

O:URBA

MAIRIE D'ISSOIRE  
Courrier reçu le :

17 NOV. 2023 1362

Direction départementale  
des territoires



**PRÉFET  
DU PUY-DE-DÔME**

Liberté  
Égalité  
Fraternité

Clermont-Ferrand, le 13 NOV. 2023

Service Prospective Aménagement Risques  
Affaire suivie par :  
Caroline REIFF  
Tél : 04.73.43.17.92  
caroline.reiff@puy-de-dome.gouv.fr

Le préfet du Puy-de-Dôme  
à  
Liste des destinataires in fine

**OBJET : Porter à connaissance de l'étude hydraulique du ruisseau du Peix**

**P.J. : cartographie de l'aléa inondation pour la crue centennale du Peix**

En 2023, les services de l'État ont réalisé une étude hydraulique pour disposer d'une connaissance du risque inondation par débordement du Peix sur les communes d'Issoire et Le Broc. Les résultats de l'étude hydraulique ont montré un débordement du Peix en cas de crue centennale sur ces communes. Une étude complémentaire sur le secteur du camp militaire et du centre équestre sur la commune d'Issoire a été pilotée par l'Agglomération du Pays d'Issoire et des travaux ont été réalisés afin de réduire la vulnérabilité aux inondations pour la crue centennale sur ce secteur.

Ces études constituent une nouvelle connaissance du risque inondation sur votre commune et doivent être prises en compte dans la mise en œuvre de votre compétence urbanisme.

Vous trouverez en pièces jointes, les rapports hydrauliques, la cartographie de l'aléa inondation issue des études et un modèle de règlement pour la prise en compte de cette nouvelle connaissance.

En complément, je souhaiterais vous rappeler que conformément aux articles L.131-1, L.131-7 du code de l'urbanisme, les schémas de cohérence territoriale (SCoT) et les plans locaux d'urbanisme (PLU) doivent être compatibles ou rendus compatibles avec le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) du bassin Loire Bretagne approuvé le 15 mars 2022. Le PGRI prévoit notamment de préserver les zones inondables non urbanisées et les champs d'expansion de crues (dispositions 1-1 et 1-2).

Ce courrier, conformément aux dispositions des articles L.132-1 à L.132-3 du code de l'urbanisme, vaut porter à connaissance de cette étude. Je vous prie de la prendre dorénavant en compte dans le cadre de l'instruction des demandes d'autorisation d'urbanisme sur votre commune.

Les services de la direction départementale des territoires restent à votre disposition pour toute autre question.

Le préfet,

Joël MATHURIN

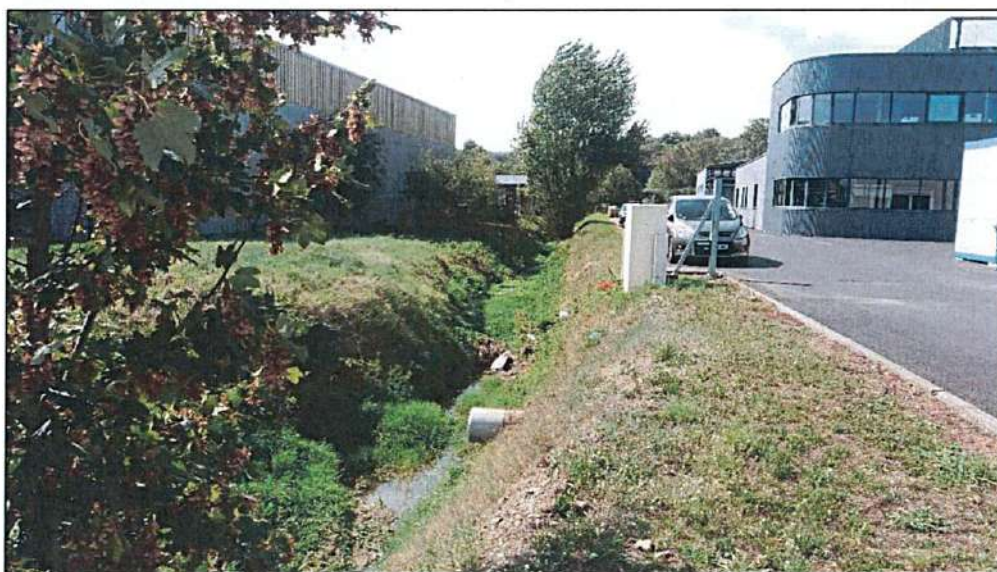
Liste des destinataires :

- Monsieur le Président de l'Agglomération du Pays d'Issoire
- Monsieur le Maire d'Issoire
- Monsieur le Maire du Broc.

EXD1 1008 0-1



## DEFINITION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION SUR LE RUISSEAU DE PEIX



### PHASES 1, 2, 3, 4 ET 6 DE L'ETUDE

Rapport – V0

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCTION</b>                              | <b>4</b>  |
| 1.1 Contexte et objectifs de l'étude                | 4         |
| 1.2 Programme de l'étude                            | 4         |
| 1.3 Périmètre d'étude                               | 4         |
| <b>2. PHASE 1 – LEVES TOPOGRAPHIQUES</b>            | <b>6</b>  |
| 2.1 Levés Lidar                                     | 6         |
| 2.2 Levés terrestres                                | 6         |
| <b>3. PHASE 2 – CONNAISSANCE DU DOMAINE D'ETUDE</b> | <b>8</b>  |
| 3.1 Présentation du domaine physique                | 8         |
| 3.1.1 Topographie                                   | 8         |
| 3.1.2 Géologie                                      | 9         |
| 3.1.3 Morphologie                                   | 9         |
| 3.1.4 Occupation du sol                             | 10        |
| 3.2 Réseau hydrographique                           | 11        |
| 3.2.1 Cours d'eau                                   | 11        |
| 3.2.2 Ouvrages de traversée                         | 11        |
| 3.2.3 Digue / Barrages                              | 12        |
| 3.2.4 Etangs de Malbattu                            | 14        |
| 3.2.5 Stations hydrométriques                       | 16        |
| 3.3 Analyse bibliographique                         | 17        |
| 3.4 Enquête auprès des acteurs locaux               | 17        |
| 3.5 Repères de crues                                | 17        |
| 3.6 Arrêtés de catastrophes naturelles              | 18        |
| 3.7 Synthèses des données recueillies               | 18        |
| <b>4. PHASE 3 – ANALYSE HYDROLOGIQUE</b>            | <b>19</b> |
| 4.1 Méthodologie                                    | 19        |
| 4.2 Données statistiques météo France               | 20        |
| 4.2.1 Pluie journalière                             | 20        |
| 4.2.2 Coefficients de Montana                       | 20        |
| 4.3 Pluie de projet                                 | 21        |
| 4.4 Caractéristiques des sous-bassins versants      | 22        |
| 4.4.1 Caractéristiques physiques                    | 22        |
| 4.4.2 Géologie                                      | 23        |
| 4.4.3 Occupation du sol                             | 24        |
| 4.4.4 Curve Number                                  | 25        |

|       |                                                                  |    |
|-------|------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4.5 | Temps de concentration et lag time.....                          | 25 |
| 4.5   | Modélisation hydrologique .....                                  | 26 |
| 4.5.1 | Logiciel de modélisation.....                                    | 26 |
| 4.5.2 | Calage du modèle .....                                           | 27 |
| 4.5.3 | Résultats du modèle pour les pluies de projet .....              | 27 |
| 4.6   | Période de retour millénaire.....                                | 28 |
| 4.7   | Comparaison avec les débits shyreg.....                          | 28 |
| 5.    | PHASE 4 – MODELISATION HYDRAULIQUE.....                          | 29 |
| 5.1   | Principes généraux.....                                          | 29 |
| 5.2   | Présentation d’HEC-RAS .....                                     | 29 |
| 5.3   | Construction des modèles.....                                    | 30 |
| 5.3.1 | Création des MNT.....                                            | 30 |
| 5.3.2 | Création du maillage .....                                       | 31 |
| 5.3.3 | Prise en compte des ouvrages linéaires et transversaux .....     | 32 |
| 5.3.4 | Conditions aux limites .....                                     | 33 |
| 5.3.5 | Hypothèses de modélisation.....                                  | 33 |
| 5.4   | Calage des modèles .....                                         | 33 |
| 5.4.1 | Coefficients de rugosité .....                                   | 33 |
| 5.4.2 | Données historiques.....                                         | 34 |
| 5.5   | Simulations effectuées .....                                     | 35 |
| 5.6   | Analyse sur la sensibilité aux embâcles .....                    | 35 |
| 5.7   | Analyse des tronçons torrentiels .....                           | 37 |
| 6.    | PHASE 6 – ETUDE HISTORIQUE.....                                  | 38 |
| 6.1   | Recherche aux archives départementales.....                      | 38 |
| 6.2   | Recherche à la bibliothèque patrimoniale .....                   | 38 |
| 7.    | RESUME NON TECHNIQUE .....                                       | 43 |
| 8.    | SYNTHESE.....                                                    | 44 |
|       | ANNEXE 1 : DETAIL DES OUVRAGES DE TRAVERSEE.....                 | 45 |
|       | ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE RETOURNE PAR LA COMMUNE D’ISSOIRE ..... | 46 |

## 1. INTRODUCTION

---

### 1.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Afin d'améliorer ses connaissances relatives aux débordements du ruisseau de Peix, la DDT63 souhaite définir la cartographie de l'aléa inondation le long de ce cours d'eau.

L'objectif de l'étude consiste à :

- Définir les limites de la zone inondable pour différentes occurrences
- Définir en tout point de la zone inondable, les hauteurs, vitesses d'écoulement et dynamiques de crues.
- Cartographier les aléas pour les différentes crues modélisées.

### 1.2 PROGRAMME DE L'ETUDE

Afin de répondre à ces objectifs, l'étude est décomposée en 6 phases :

- Phase 1 : Définition et acquisition de la topographie nécessaire à l'étude
- Phase 2 : Connaissance du domaine d'étude
- Phase 3 : Analyse hydrologique
- Phase 4 : Etude hydraulique
- Phase 5 : Exploitation des modèles et cartographie des aléas
- Phase 6 : Etude historique et saisie dans la BDHI

### 1.3 PERIMETRE D'ETUDE

L'étude couvre l'ensemble du bassin versant du ruisseau de Peix qui se situe au sud-ouest de Clermont-Ferrand en bordure Sud du bassin versant de la couze Pavin. Ce cours d'eau se jette dans l'Allier à Issoire après un parcours d'environ 5 km.

3 communes sont concernées par le ruisseau de Peix :

- Bergonne située en amont du bassin versant,
- Issoire, principale commune concernée par les débordements du ruisseau de Peix,
- Le Broc, commune jouxtant le ruisseau de Peix au sud.

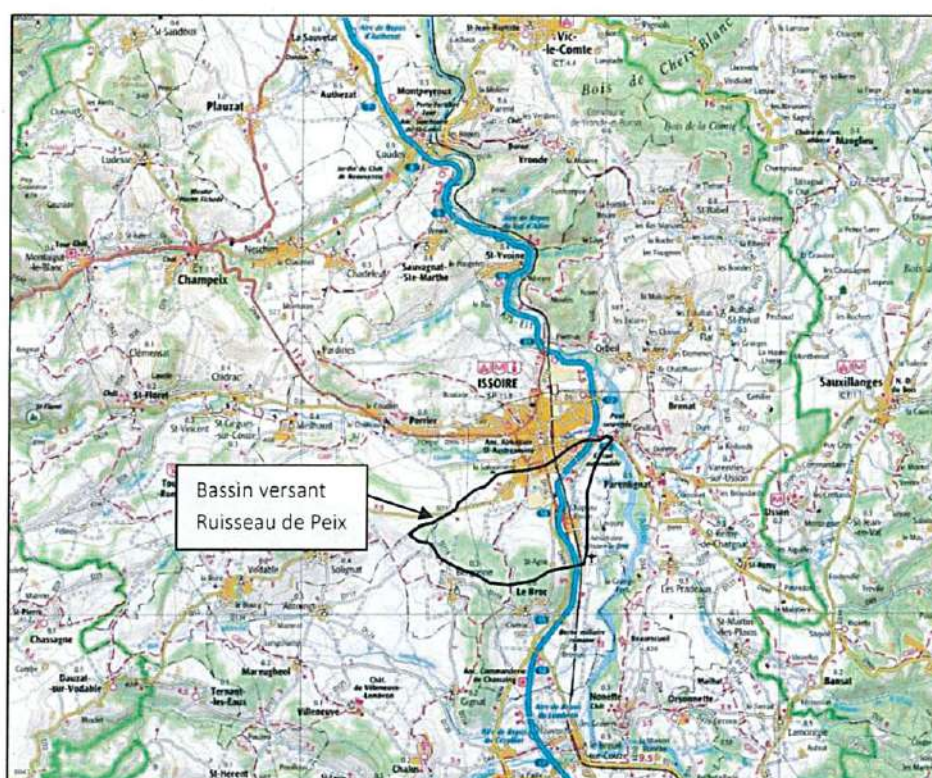


Figure 1 : Localisation du bassin versant du ruisseau de Peix

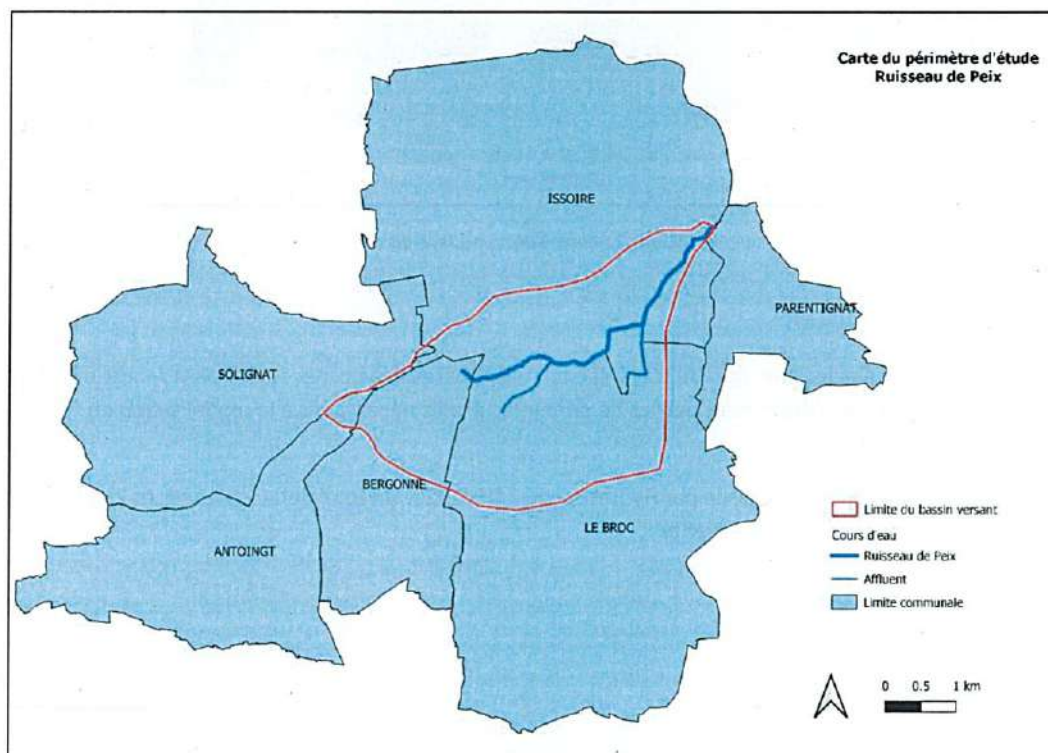


Figure 2 : Périmètre d'étude

## 2. PHASE 1 – LEVES TOPOGRAPHIQUES

### 2.1 LEVES LIDAR

Le levé lidar a été réalisé lors de la mission de levé lidar des couzes Pavin et Chambon en novembre 2020.

Le secteur levé représente 5,7 km<sup>2</sup> sur le bassin versant du ruisseau de Peix. Il est représenté par son ombrage en gris sur la figure suivante :

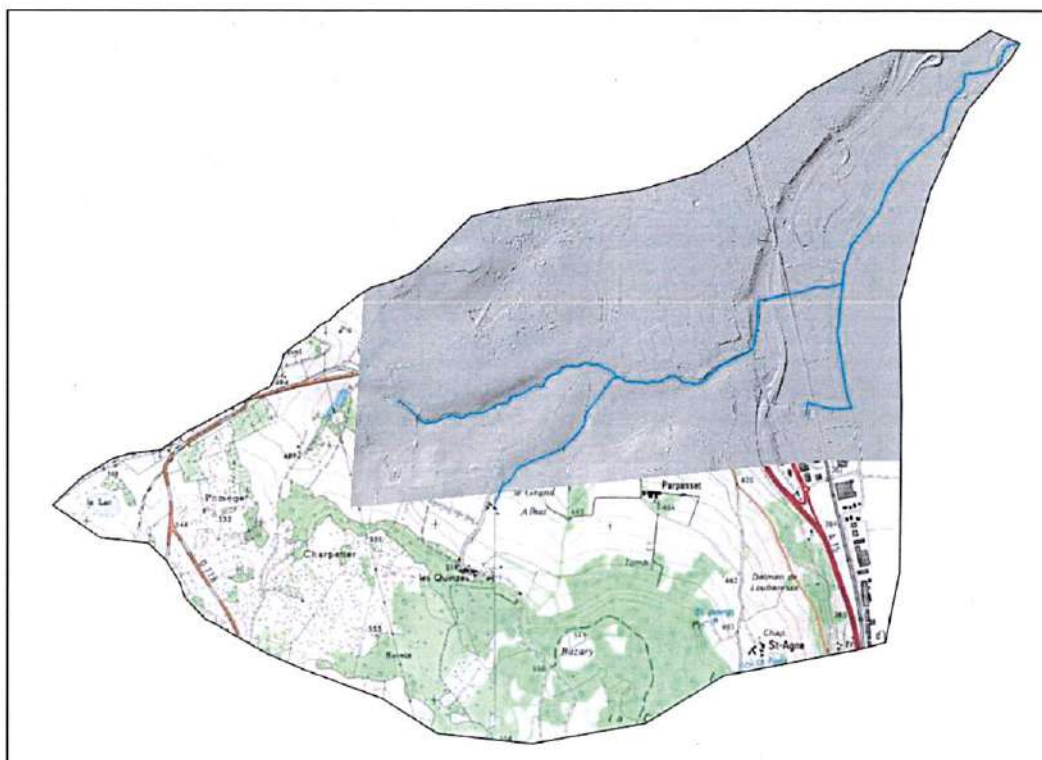


Figure 3 : Localisation du levé lidar

### 2.2 LEVES TERRESTRES

Lors de la visite de terrain, les ouvrages de traversée ont été repérés et ceux nécessaires à la modélisation ont été définis. La visite de terrain a également permis de définir les profils nécessaires à la modélisation en fonction des enjeux, des ouvrages, etc.

La mission topographique a été réalisée par Hydrotopo le 7/10/2020. Un total de 11 ouvrages et 21 profils ont été levés. Ils sont localisés sur la figure suivante :

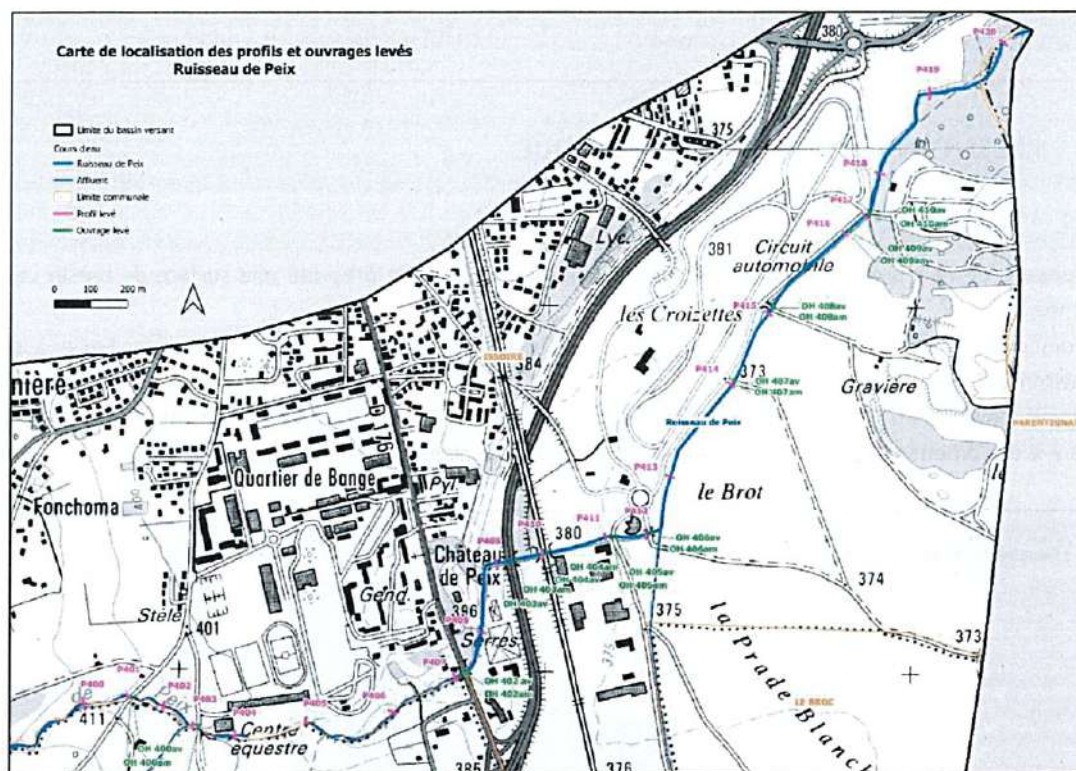


Figure 4 : Localisation des levés topographiques terrestres

## 3. PHASE 2 – CONNAISSANCE DU DOMAINE D'ETUDE

### 3.1 PRESENTATION DU DOMAINE PHYSIQUE

#### 3.1.1 Topographie

Le ruisseau de Peix prend sa source sur la commune de Bergonne et présente une surface de bassin versant estimée à 11 km<sup>2</sup>.

Le point culminant du bassin versant se situe à 557 m et le point bas au droit de la confluence avec l'Allier à Issoire à environ 368 m.

La pente moyenne du ruisseau de Peix est de l'ordre de 1.5 % avec une différence entre l'amont et l'aval : pente de 2.7 % de l'amont du BV à la D176 et d'environ 0.5 % dans la plaine alluviale en aval de la D176.

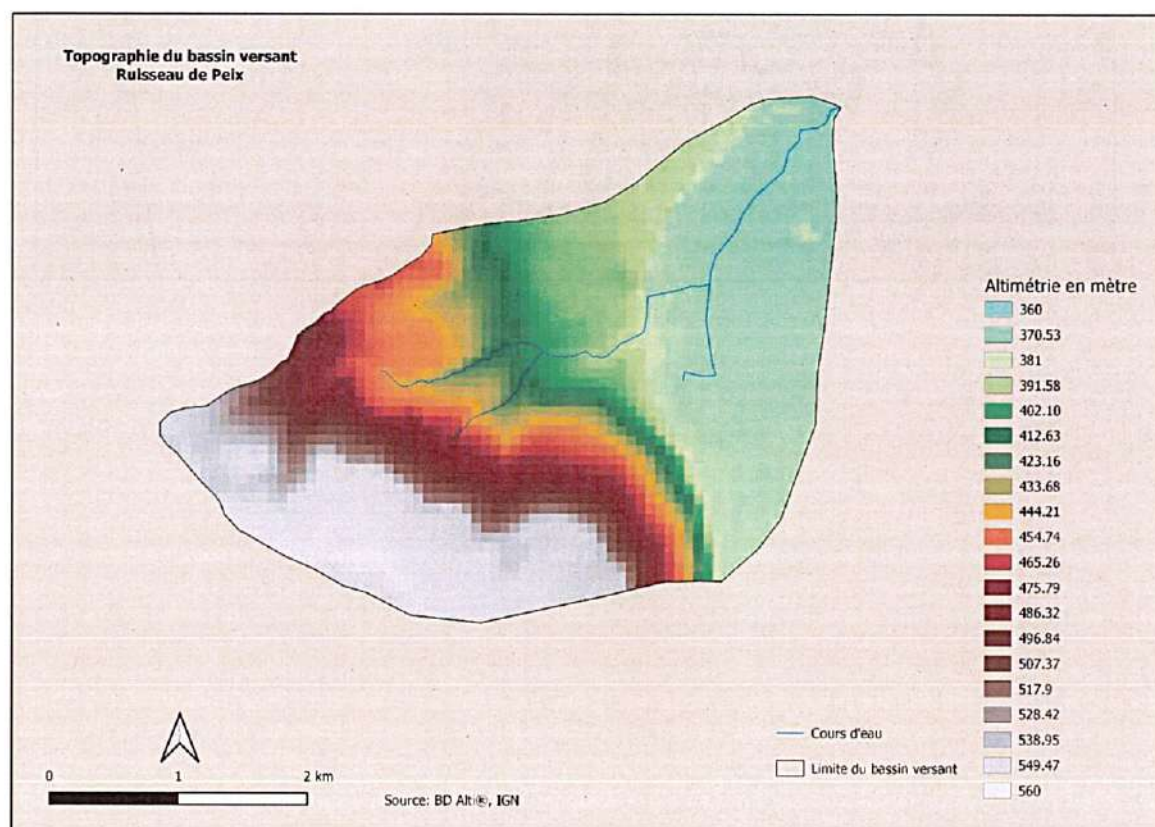


Figure 5 : Topographie du bassin versant

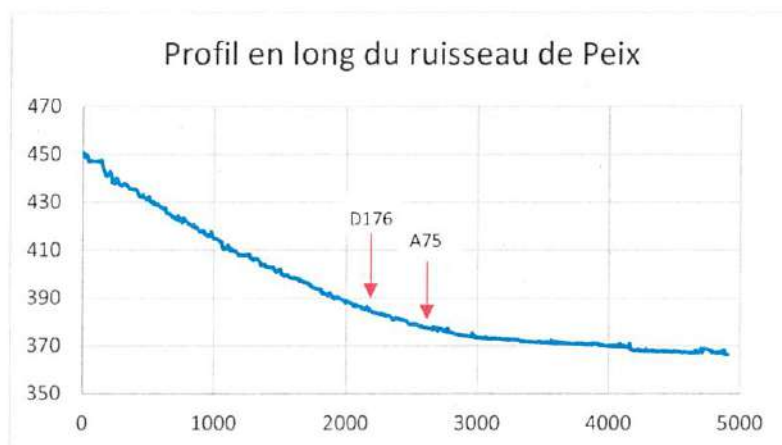


Figure 6 : Profil en long du cours d'eau (Levè lidar)

### 3.1.2 Géologie

Le bassin versant est constitué majoritairement de formations sédimentaires : alluvions fluviales et colluvions. En amont, le plateau de la Chaux est constitué de roches volcaniques formées par des coulées basaltiques.

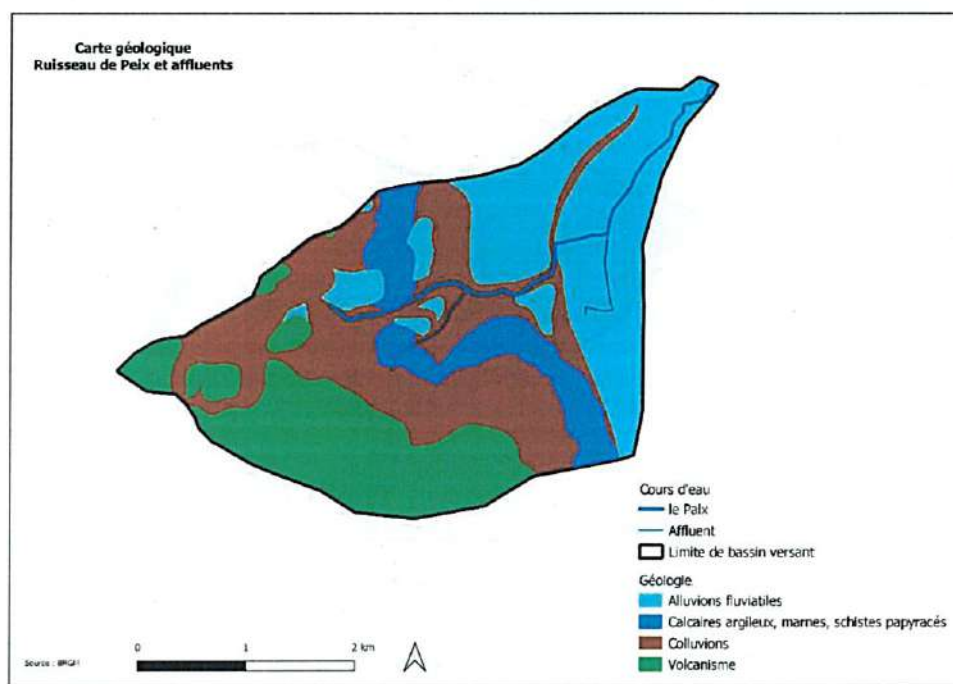


Figure 7 : Géologie du bassin versant

### 3.1.3 Morphologie

Le bassin versant est large en amont et devient assez étroit en aval lorsqu'il arrive dans le lit majeur de l'Allier avec un axe sud-ouest/nord-est. La superficie du bassin versant est d'environ 11 km<sup>2</sup> et son périmètre de 15 km.

Quelques aménagements anthropiques sont présents sur le ruisseau de Peix :

- Etangs de Malbattu ;

- Ouvrages de traversée pouvant être source d'embâcles ;
- Présence de murs et digues pour protéger des débordements dans la zone urbanisée.

### 3.1.4 Occupation du sol

L'amont du bassin versant jusqu'au centre équestre est rural et composé majoritairement de forêts puis de terres agricoles.

Dans sa partie inférieure, le bassin versant devient fortement urbanisé avec la présence de zones d'activités : pépinière Delbart, zone de Lavour, parc artisanal des Croisettes, circuit automobile.

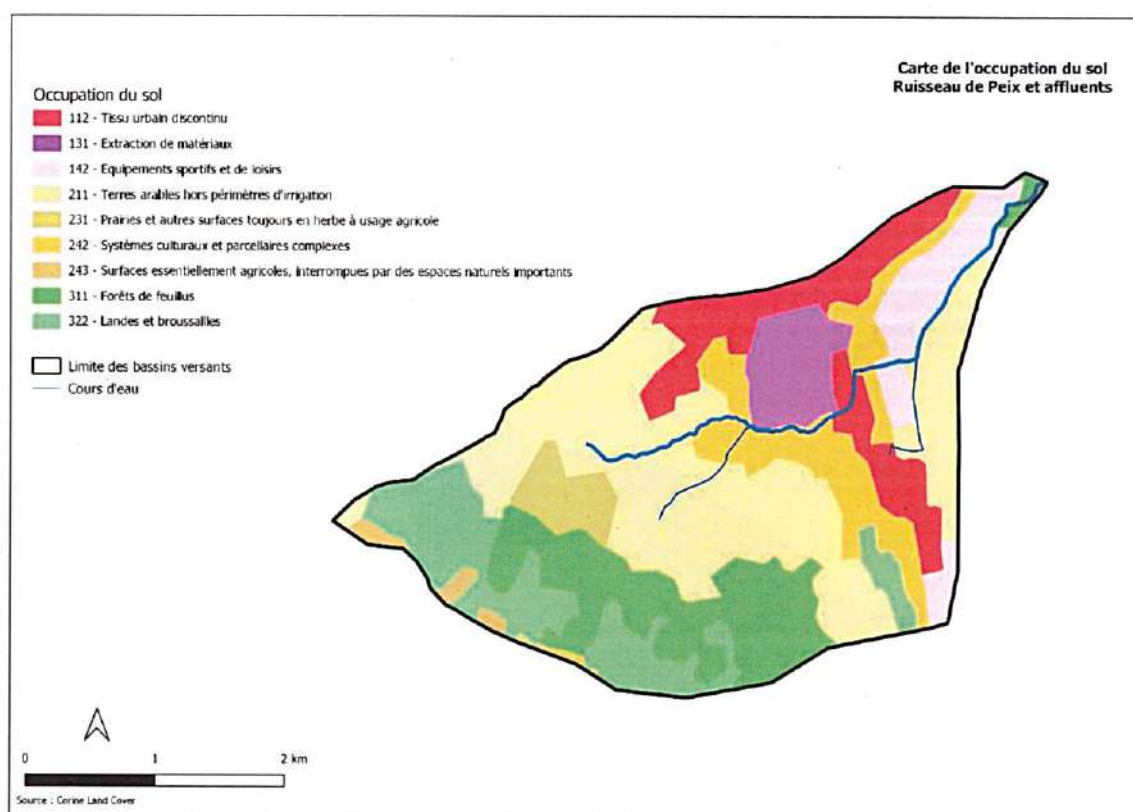


Figure 8 : Occupation du sol du bassin versant

## 3.2 RESEAU HYDROGRAPHIQUE

### 3.2.1 Cours d'eau

Le ruisseau de Peix s'écoule d'Ouest en Est jusqu'à la confluence avec l'Allier sur une longueur de 5 km. Dans sa partie amont, le ruisseau est alimenté par plusieurs étangs du domaine de Malbattu puis par plusieurs petits écoulements en provenance des flancs du plateau de La Chaux situé au sud. Dans sa partie aval, il est alimenté par le ruissellement des zones urbanisées et l'exutoire de réseaux pluviaux.

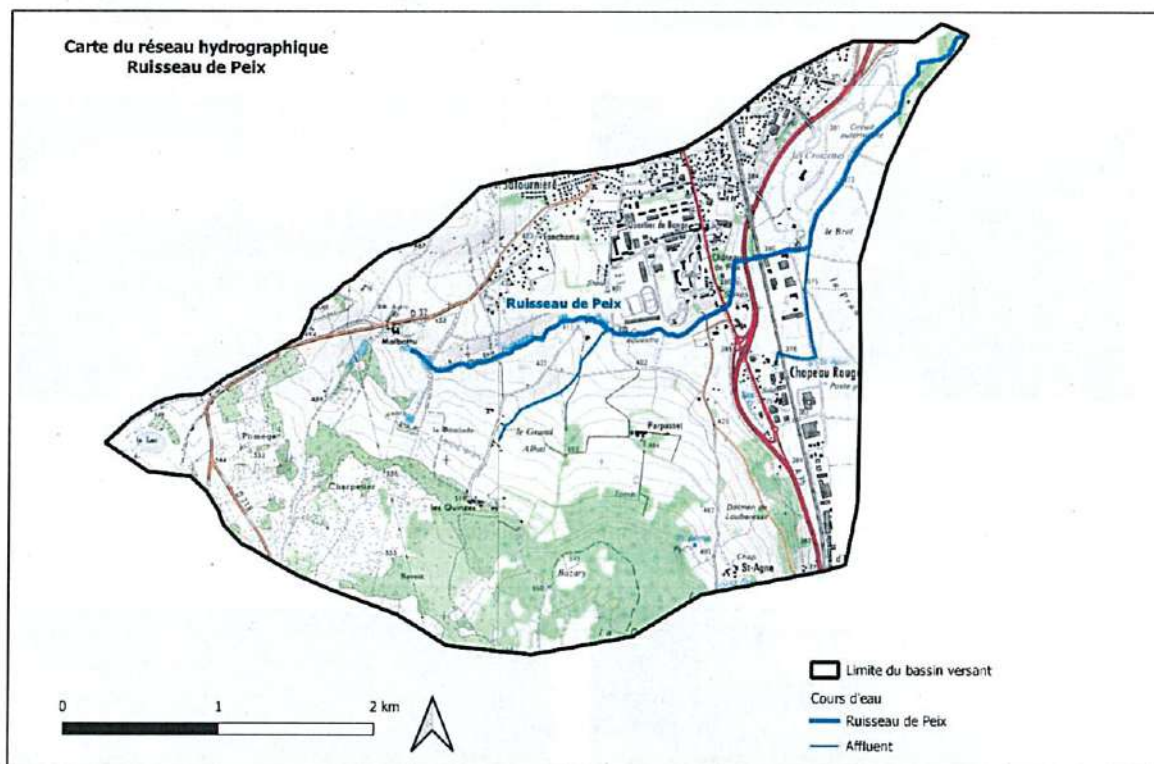


Figure 9 : Réseau hydrographique du bassin versant du Peix

### 3.2.2 Ouvrages de traversée

Les ouvrages de traversée ont été repérés lors de la visite de terrain du 18 septembre 2020 : 13 ouvrages ont été recensés et 12 ont été visités. Ils ont été classés selon 3 types : 2 ponts, 1 passerelle et 9 buses/dalots.

Ils sont présentés sur la carte Générale d'Issoire. Le détail des ouvrages est présenté dans un tableau en Annexe 1.

Les photos suivantes sont des exemples d'ouvrages repérés sur le bassin versant du ruisseau de Peix selon leur type :



Ouvrage n°32 à Issoire – Cadre sous route



Ouvrage n°34 à Issoire – Cadres et buses sous l'A75



Ouvrage n°33 à Issoire – Pont arche sous la voie ferrée



Ouvrage n°36 à Issoire – Passerelle d'accès au centre équestre

La plupart des ouvrages buses/dalots sont très encombrés et/ou engravés :



Ouvrage n°33 à Issoire – Cadre aux  $\frac{3}{4}$  engravé



Ouvrage n°38 à Issoire – Buse arche très encombrée

### 3.2.3 Dignes / Barrages

Les digues/barrages visibles ont été repérés lors de la visite de terrain du 18 septembre 2020 : 5 digues et 2 barrages ont été recensés :

- 2 barrages à l'exutoire des étangs de Malbattu :
- 5 digues :
  - o 1 digue en rive gauche au droit du centre équestre
  - o 1 digue en rive gauche en amont de la D716
  - o 1 digue en rive droite en aval de la D176 qui protège la jardinerie Delbart : elle a été construite en 2002 par la jardinerie qui a été inondée auparavant. Elle est constituée d'un mur en parpaing puis plus en aval d'un talus d'environ 2 m de haut.
  - o 1 digue en rive gauche en aval de la voie ferrée de faible hauteur sans enjeux
  - o 1 digue en rive droite en aval de l'ouvrage n°32 de faible hauteur sans enjeux

Ils sont présentés sur la carte Générale d'Issoire.

Aucune de ces digues n'est classée au sens de la réglementation du code de l'environnement. Par contre les 2 barrages étaient classés D dans l'ancienne classification du décret de 2007.



Barrage du 1<sup>er</sup> étang à Bergonne au domaine de Malbattu



Barrage du 3<sup>ème</sup> étang à Bergonne au domaine de Malbattu



Digue en rive gauche à Issoire en amont de la D716



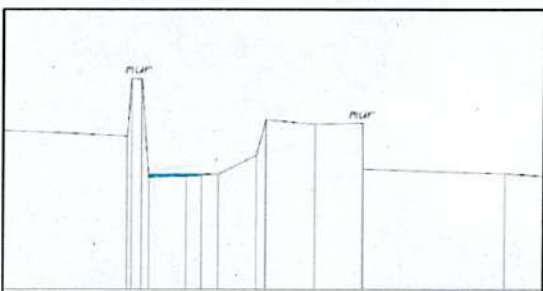
Digue en rive droite à Issoire en aval de la D716



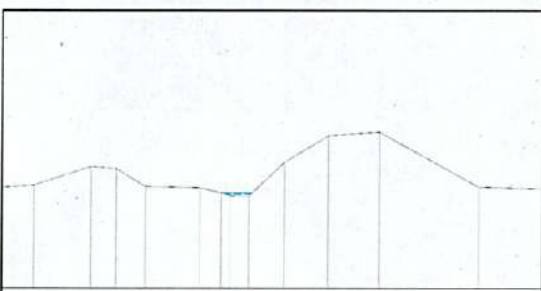
Digue en rive droite à Issoire en amont de l'A75



Digue en rive gauche à Issoire en aval de la voie ferrée



Profil en travers P408 en aval de la D716



Profil en travers P409 en amont de l'A75

### 3.2.4 Etangs de Malbattu

3 étangs se situent en amont du bassin versant du ruisseau de Peix sur le domaine de Malbattu et qui se dénomment de l'amont vers l'aval : étang de la Fontaine, étang du Cèdre et étang de l'Enfer.

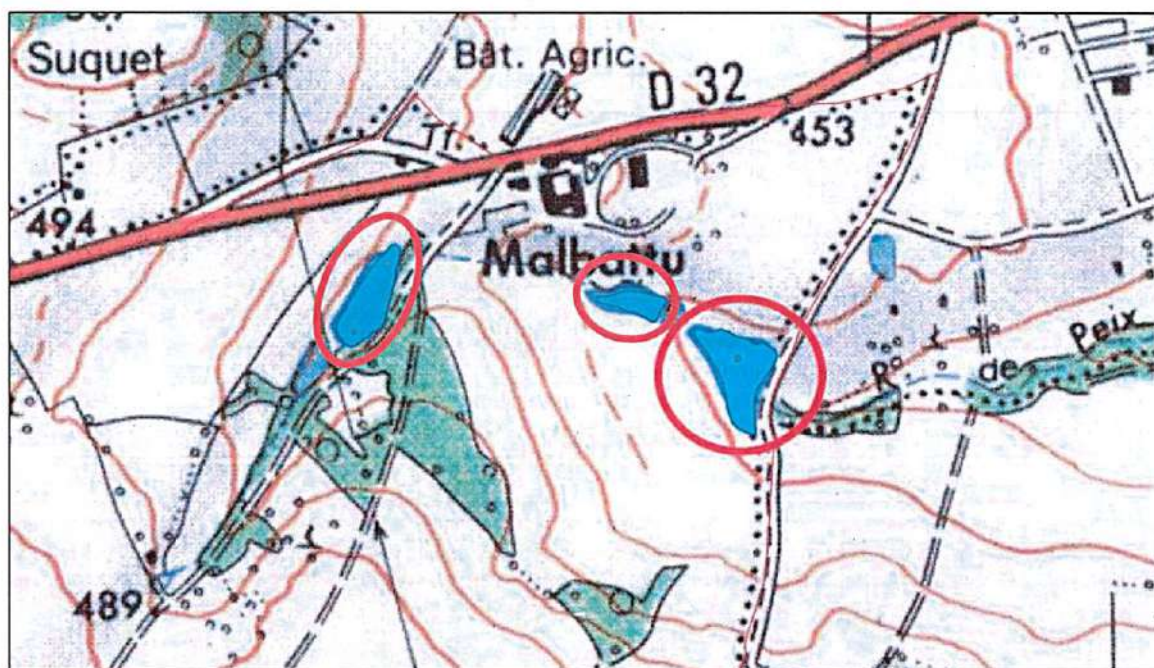


Figure 10 : Vue scan 25 IGN des étangs

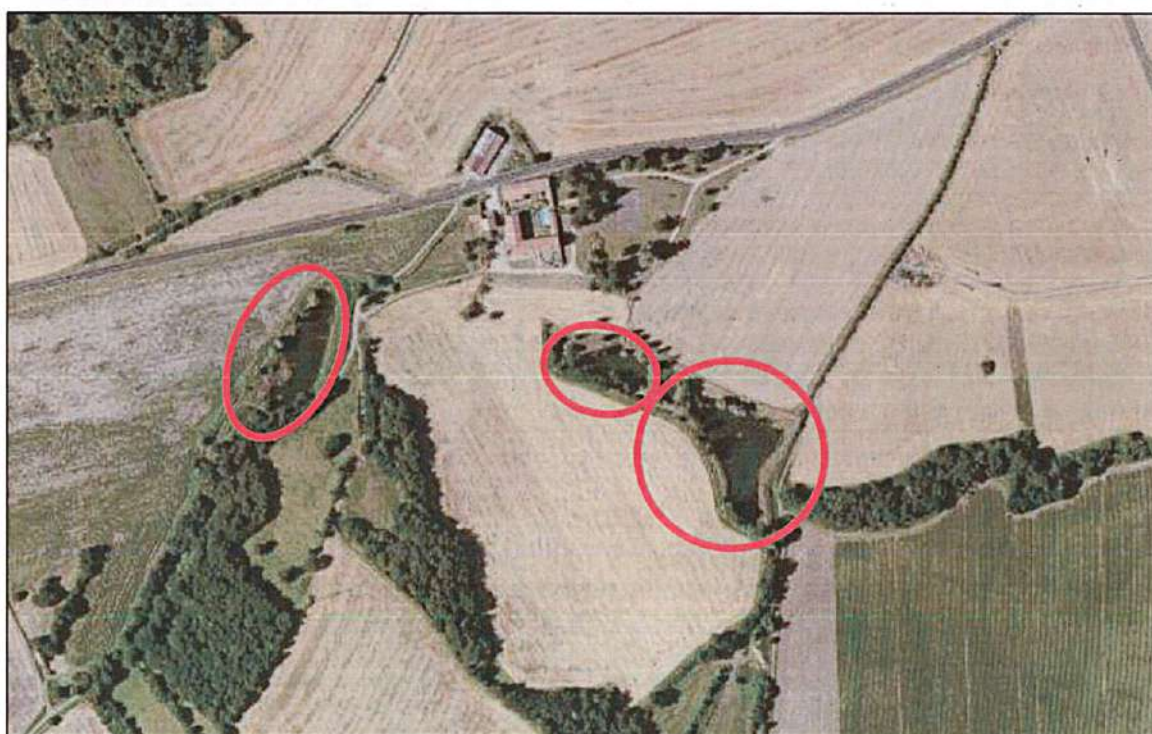


Figure 11 : Vue aérienne des étangs

Le tableau suivant synthétise les principales caractéristiques des étangs de Malbattu :

|                    | Etang La Fontaine                              | Etang Le Cèdre          | Etang L'Enfer          |
|--------------------|------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Type de plan d'eau | Plan d'eau d'agrément alimenté par des sources |                         |                        |
| Surface            | 3500 m <sup>2</sup>                            | 1500 m <sup>2</sup>     | 5000 m <sup>2</sup>    |
| Prof moyenne       | 1.2 m                                          | 1.5 m                   | 1.5 m                  |
| Volume             | 4200 m <sup>3</sup>                            | 2250 m <sup>3</sup>     | 7500 m <sup>3</sup>    |
| Type de barrage    | En terre                                       | Poids en maçonnerie     | En terre               |
| Hmax barrage       | 3.4 m                                          | 1.6 m                   | 4.4 m                  |
| Classement barrage | Classe D                                       | Non car H < 2.0 m       | Classe D               |
| Vidange            | Oui : Moine                                    | Oui : Conduite de fond  | Oui : Conduite de fond |
| Evacuateur de crue | Oui en maçonnerie                              | Oui : cadre béton fermé | Oui en maçonnerie      |

Tableau 1 : Synthèse des caractéristiques des étangs de Malbattu

Les figures suivantes illustrent le fonctionnement du 1<sup>er</sup> étang, l'étang de la Fontaine :



Figure 12 : Fonctionnement de l'étang de la Fontaine

Les figures suivantes illustrent le fonctionnement des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> étangs, l'étang de Cèdre l'étang de l'Enfer :

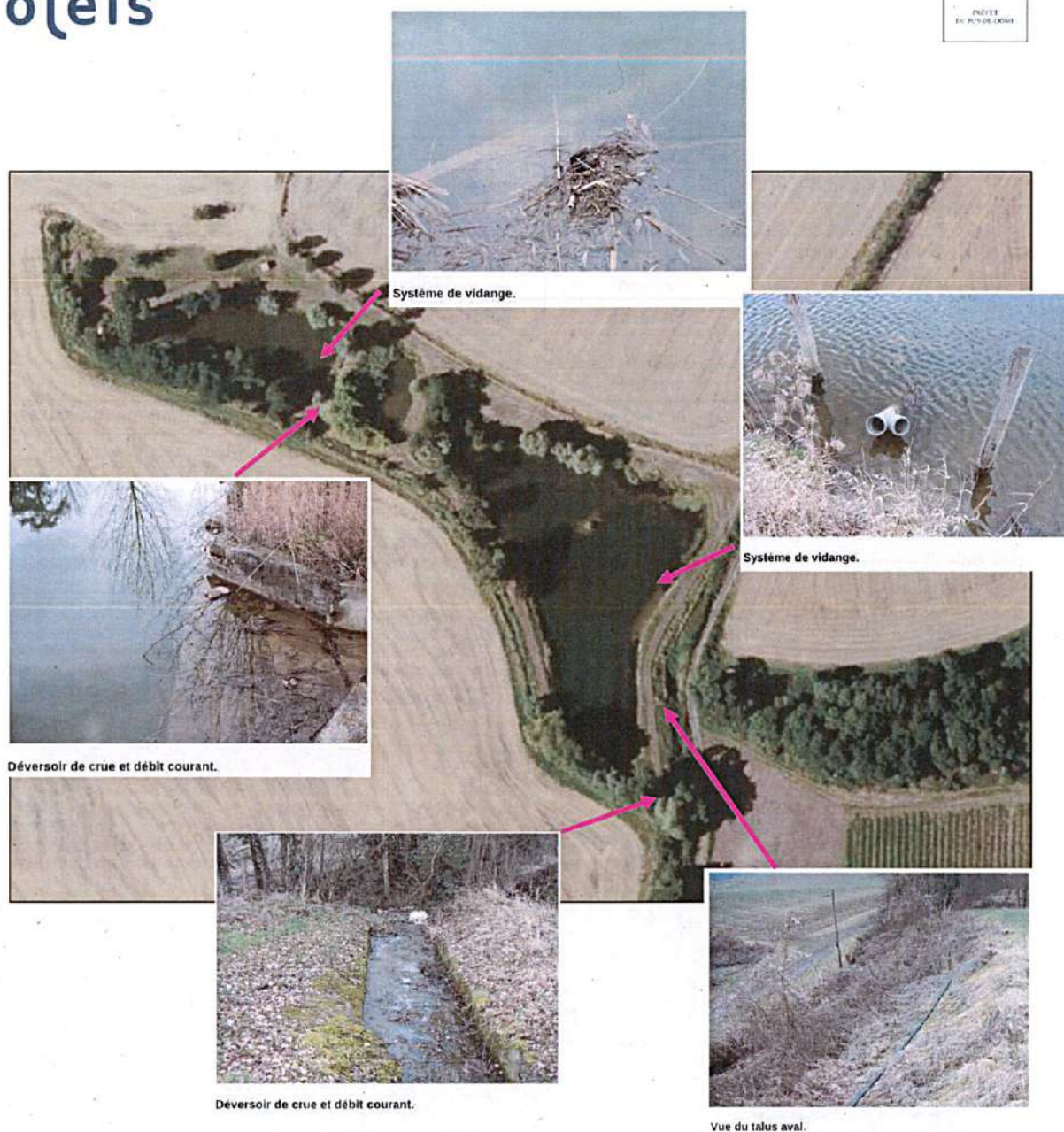


Figure 13 : Fonctionnement des étangs de Cèdre et de l'Enfer

### 3.2.5 Stations hydrométriques

Aucune station hydrométrique n'est présente sur le bassin versant du ruisseau de Peix.

### 3.3 ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

La réunion de lancement de l'étude hydraulique s'est déroulée le 24 janvier 2020. Elle a permis de collecter les premières données fournies par la DDT. D'autres données ont été collectées par la suite. Ces données sont essentiellement des données SIG.

Les seules données « hydrauliques » disponibles sur le ruisseau de Peix sont les fiches de visite des étangs de Malbattu. Ce cours d'eau a peu été étudié et aucune donnée bibliographique n'a pu être collectée.

### 3.4 ENQUETE AUPRES DES ACTEURS LOCAUX

En complément de l'analyse bibliographique, un questionnaire a été envoyé à la commune d'Issoire dans le cadre de l'étude d'aléa sur la couze Pavin. Ce questionnaire d'enquête a été préalablement validé par la DDT du Puy de Dôme. Il est présenté en Annexe 2.

La commune a noté des inondations au droit de l'actuelle jardinerie Delbart, notamment au droit des serres. L'A75 a également été coupée car le ruisseau de Peix inondait la chaussée.

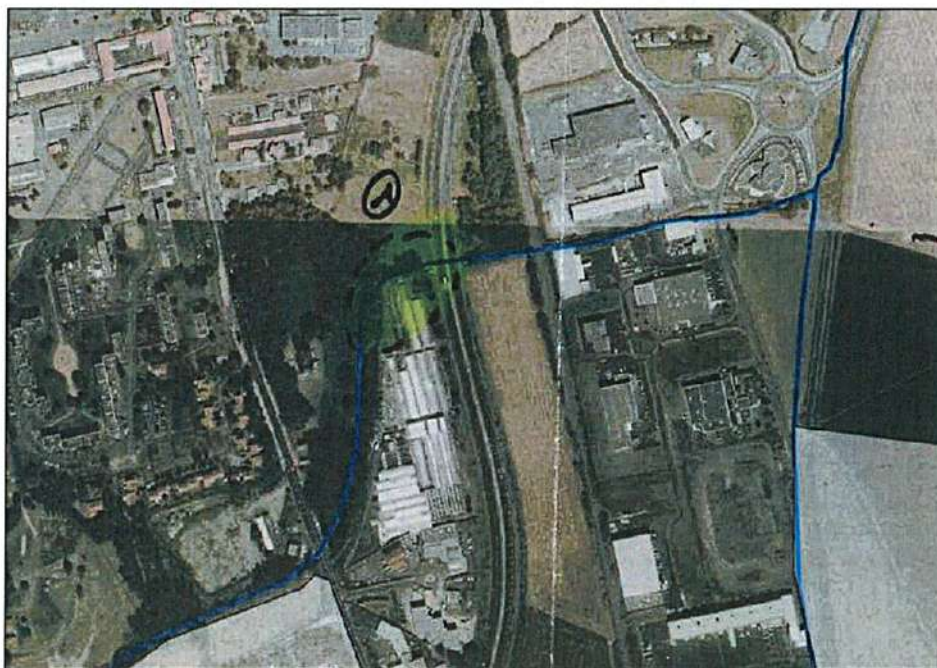


Figure 14 : Extrait de la carte accompagnant le questionnaire, renvoyée par la commune d'Issoire

### 3.5 REPERES DE CRUES

Aucun repère de crue n'a été recensé sur le ruisseau de Peix. Il est cependant mentionné dans le questionnaire 1.0 m d'eau au droit de l'A75 mais cette hauteur n'est pas localisée précisément et la date de la crue correspondante n'est pas mentionnée.

### 3.6 ARRETES DE CATASTROPHES NATURELLES

Les modalités de l'état de catastrophe naturelle sont réglées par la loi n°82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.

Une analyse a été menée sur les arrêtés de catastrophes naturelles édités depuis 1982, année d'approbation de cette loi. L'aléa regardé est l'aléa « Inondations et coulée de boue » et pour l'arrêté du 29/12/1999, l'aléa est « Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain ». Cela n'englobe donc pas que les inondations et certains arrêtés peuvent être relatifs à des problèmes de ruissellement et de coulées de boues et non à des débordements de cours d'eau.

Le tableau suivant présente les arrêtés CatNat sur la commune d'Issoire

| Commune | Année | Date début | Date fin   | Arrêté     |
|---------|-------|------------|------------|------------|
| Issoire | 1982  | 06/11/1982 | 10/11/1982 | 18/11/1982 |
| Issoire | 1992  | 09/06/1992 | 12/06/1992 | 04/02/1993 |
| Issoire | 1994  | 04/11/1994 | 06/11/1994 | 21/11/1994 |
| Issoire | 1999  | 02/07/1999 | 02/07/1999 | 29/11/1999 |
| Issoire | 1999  | 25/12/1999 | 29/12/1999 | 29/12/1999 |
| Issoire | 2003  | 01/12/2003 | 05/12/2003 | 12/12/2003 |
| Issoire | 2008  | 03/11/2008 | 03/11/2008 | 09/02/2009 |

Tableau 2 : Synthèse des arrêtés CatNat sur la commune d'Issoire

### 3.7 SYNTHESES DES DONNEES RECUEILLIES

Le risque inondation liée au ruisseau de Peix est considéré comme modéré sur la commune d'Issoire.

## 4. PHASE 3 – ANALYSE HYDROLOGIQUE

### 4.1 METHODOLOGIE

La méthodologie choisie est d'estimer les débits de pointe via un modèle conceptuel de transformation pluie-débit. Ce type de modèle représente le bassin versant comme plusieurs réservoirs interconnectés. Le modèle fonctionne en deux temps : une première étape transforme la pluie brute en pluie nette, c'est la fonction de production ; la seconde transforme la pluie nette en volume ruisselé à l'exutoire, c'est la fonction de transfert.

La méthodologie repose sur la définition d'une pluie de projet, l'analyse des caractéristiques des sous-bassins versants étudiés et le choix des fonctions de production et de transfert.

Plus spécifiquement, il sera utilisé pour le modèle pluie-débit la méthode SCS pour les fonctions de production et de transfert.

La méthode SCS (Soil Conservation Service) est choisie pour sa fiabilité et sa simplicité de mise en œuvre. Elle est largement utilisée pour prédire le volume de ruissellement direct pour un événement donné des précipitations. Elle est basée sur la détermination de 2 paramètres principaux : le Curve Number (CN) utilisé dans la fonction de production (transformation pluie-ruissellement) et le Lag Time utilisé dans la fonction de transfert (transformation ruissellement-débit).

La fonction de production de la méthode SCS pour estimer le ruissellement est la suivante :

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

Et :  $I_a = 0.2 * S$

et

$$S = 25.4 \frac{1000}{CN} - 10$$

Avec : Q = ruissellement cumulé (mm)

P = précipitation cumulée (mm)

Ia = pertes initiales (mm)

S = rétention maximale du sol (mm)

La fonction de transfert est la méthode de l'hydrogramme unitaire SCS. Elle repose sur un hydrogramme défini par son temps de réponse ou lag time et l'instant du maximum de l'hydrogramme (Tp), défini de manière suivante :

$$T_p = \frac{D_t}{2} + T_{lag}$$

Avec : Dt = pas de temps des données de pluies

Tlag = temps de réponse du bassin versant

Le temps de réponse a été préalablement calculé à partir du temps de concentration (Tc) par l'équation suivante :

$$T_{lag} = 0.6 \times T_c$$

La propagation de l'onde de crue dans le cours d'eau est déterminée à partir de la méthode de Muskingum-Cunge.

## 4.2 DONNEES STATISTIQUES METEO FRANCE

Afin de construire les pluies de projet, il est nécessaire d'acquérir les données statistiques de pluie : pluies journalières et coefficients de Montana.

### 4.2.1 Pluie journalière

Les stations Météo disposant de données de pluies statistiques 24h sont les suivantes :

| Station                  | Altitude |
|--------------------------|----------|
| Meilhaud                 | 444 m    |
| La Sauvetat              | 373 m    |
| Besse et Saint-Anastaise | 1050 m   |
| Chambon-sur-Lac          | 890 m    |
| Le Mont-Dore BG          | 1050 m   |
| Saint-Alyre              | 1230 m   |

Tableau 3 : Stations Météo avec données P24h

Il est retenu la station de la Sauvetat qui est la plus proche du domaine d'étude.

Les données sont les suivantes :

| Période de retour | Hauteurs de pluie 24h en mm |
|-------------------|-----------------------------|
|                   | La Sauvetat                 |
| 10                | 66.6                        |
| 20                | 76.4                        |
| 30                | 82.2                        |
| 50                | 89.6                        |
| 100               | 99.8                        |

Tableau 4 : Hauteurs de pluies journalières à La Sauvetat pour différentes périodes de retour

### 4.2.2 Coefficients de Montana

Les coefficients de Montana permettent de calculer l'intensité moyenne de précipitation en fonction de sa durée et de la période de retour.

$$I = a * t^{-b}$$

Avec : I = Intensité de la pluie en mm/min  
t = durée de la pluie en min  
a et b = coefficients de Montana

Les stations météorologiques pour lesquelles les coefficients de Montana sont estimés sont celles de Clermont-Ferrand (331 m), Puy-Loudes (833 m) et Vichy-Charmeil (249 m). La station la plus proche est celle de Clermont-Ferrand.

Les coefficients de Montana pour la station de Clermont-Ferrand sont les suivants :

| Période de retour (ans) | Durée 6min - 12h |       | Durée 12h - 48h |       |
|-------------------------|------------------|-------|-----------------|-------|
|                         | a                | b     | a               | b     |
| 10                      | 8.437            | 0.696 | 12.985          | 0.783 |
| 20                      | 9.457            | 0.697 | 13.214          | 0.771 |
| 30                      | 10.03            | 0.697 | 13.059          | 0.761 |
| 50                      | 10.727           | 0.697 | 12.822          | 0.75  |
| 100                     | 11.647           | 0.696 | 12.217          | 0.732 |

Tableau 5 : Coefficients de Montana à la station de Clermont-Ferrand pour différentes périodes de retour

Du fait de l'éloignement de la station de Clermont-Ferrand et de la disparité spatiale de la pluviométrie, les coefficients de Montana ont été ajustés à partir des données journalières de la Sauvetat.

Les coefficients de Montana retenus sont les suivants :

| Période de retour (ans) | La Sauvetat      |       |                 |       |
|-------------------------|------------------|-------|-----------------|-------|
|                         | Durée 6min - 12h |       | Durée 12h - 48h |       |
|                         | a                | b     | a               | b     |
| 10                      | 8.930            | 0.696 | 13.744          | 0.783 |
| 20                      | 10.341           | 0.697 | 14.449          | 0.771 |
| 30                      | 11.102           | 0.697 | 14.455          | 0.761 |
| 50                      | 12.169           | 0.697 | 14.545          | 0.75  |
| 100                     | 13.550           | 0.696 | 14.213          | 0.732 |

Tableau 6 : Coefficients de Montana ajustés pour différentes périodes de retour

### 4.3 PLUIE DE PROJET

La pluie de projet utilisée pour la modélisation est une pluie de Keifer de durée 24 h, représentative des événements pluvieux historiques survenant en période hivernale.

Pour une période de retour de 100 ans, la pluie de projet est la suivante :

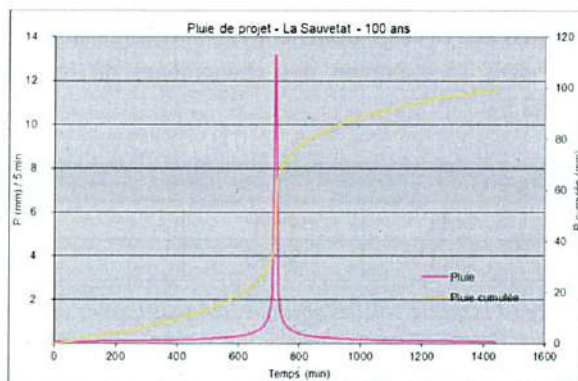


Figure 15 : Pluie de projet pour  $T = 100$  ans à la station de La Sauvetat

## 4.4 CARACTERISTIQUES DES SOUS-BASSINS VERSANTS

### 4.4.1 Caractéristiques physiques

Le bassin versant du ruisseau de Peix a été découpé en deux sous-bassins versants afin de mieux apprécier le fonctionnement hydrologique.

Le plan des sous-bassins versants et des nœuds de calcul hydrologique est présenté ci-dessous :

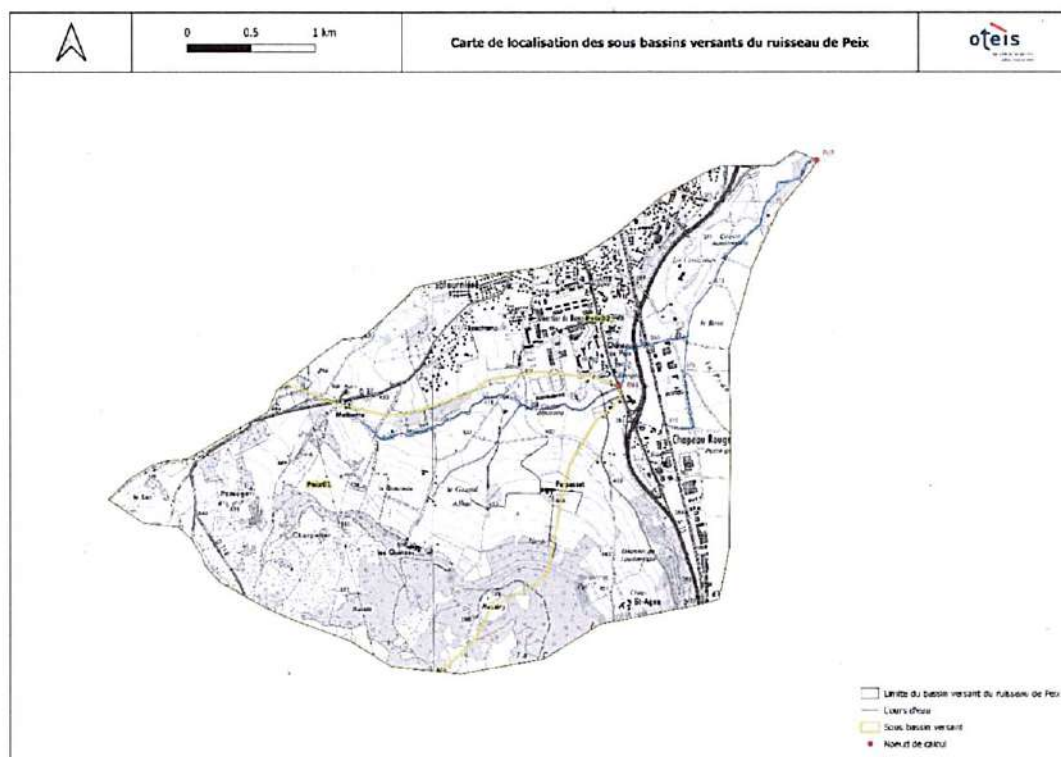


Figure 16 : Plan des sous bassins versants

Les caractéristiques physiques des deux sous-bassins versants ont été déterminées à l'aide des LIDAR disponibles, de la photo aérienne et du scan 25 de l'IGN.

Pour les deux sous bassins versants, sont calculés le plus long chemin hydraulique (L), la pente moyenne pondérée du terrain (qui joue un rôle dans l'accélération des phénomènes de ruissellement) et la surface. Ces caractéristiques sont les suivantes :

| Nom BV | Surface (km <sup>2</sup> ) | Longueur (m) | Pente moyenne pondérée (%) |
|--------|----------------------------|--------------|----------------------------|
| Peix01 | 5,31                       | 4300         | 3,1 %                      |
| Peix02 | 6,21                       | 5000         | 0,8 %                      |

Tableau 7 : Caractéristiques physiques des sous-bassins versants

La surface totale du bassin versant du ruisseau de Peix est de 11,5 km<sup>2</sup>.

#### 4.4.2 Géologie

Afin de prendre en compte les caractéristiques géologiques de la zone d'étude, les cartes géologiques au 1/50000ème de la zone d'étude ont été analysées à partir des données du BRGM.

Le Curve Number de la méthode SCS dépend du type de sol classé selon la méthode américaine HSG (Hydrologic Soil Group) en 4 classes :

|          |                                                                                                                                                                           |                          |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Groupe A | Peu de potentiel de ruissellement. Infiltration forte même lorsque le sol est humide. Sol excessivement bien drainé, avec une conductivité hydraulique élevée             | Perméabilité forte       |
| Groupe B | Sol avec un taux d'infiltration modéré lorsqu'il est humide. Sol bien drainé de granulométrie fine à grossière, avec une conductivité hydraulique modérée                 | Perméabilité moyenne     |
| Groupe C | Sol avec un taux d'infiltration faible lorsqu'il est humide. Sol à granulométrie fine à très fine avec une conductivité hydraulique faible                                | Perméabilité faible      |
| Groupe D | Grand potentiel de ruissellement. Infiltration très faible lorsque le sol est humide. Sol composé essentiellement d'argile avec une conductivité hydraulique très faible. | Perméabilité très faible |

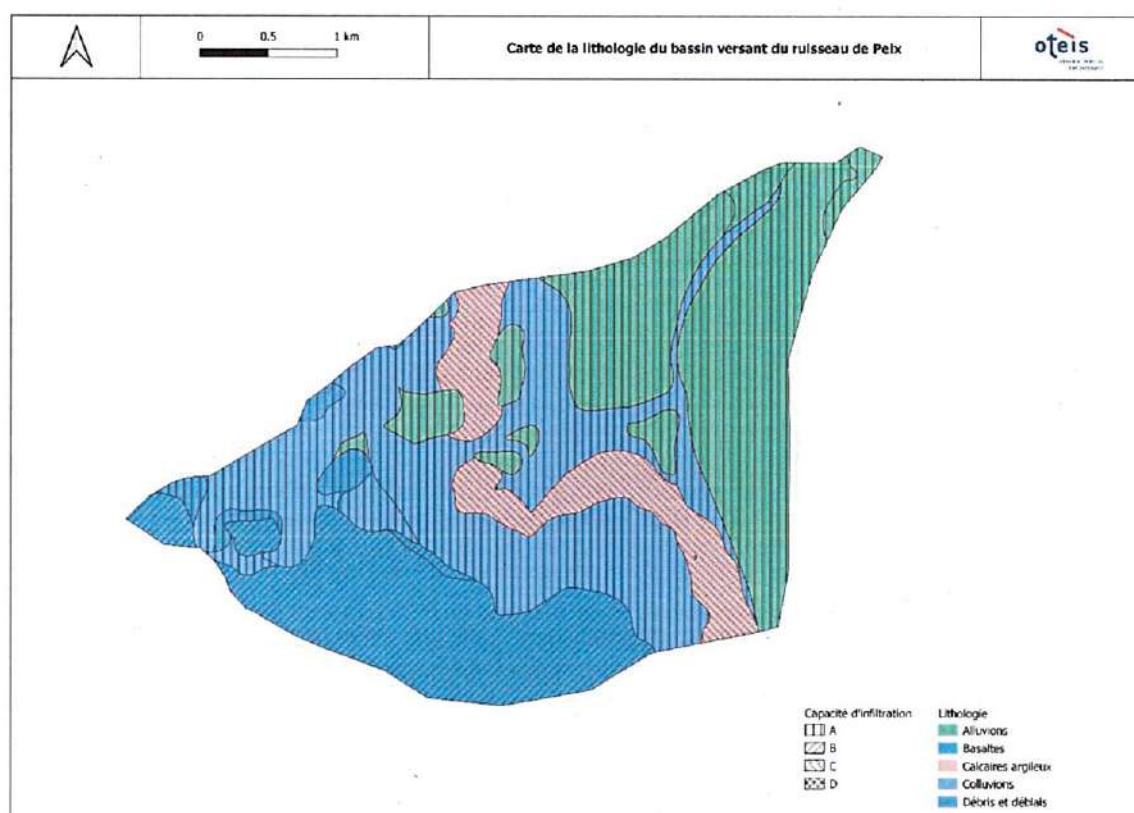
Tableau 8 : Classification des sols selon leur capacité d'infiltration

Les caractéristiques géologiques du bassin versant de la Couze Chambon ont été simplifiées afin d'être exploitables en terme de perméabilité. Dans le cadre de la modélisation, la simplification du contexte lithologique des bassins versants retient 33 types de sol. Pour chaque type de sol, un code HSG (Hydrologic Soil Group) a été affecté. Il représente la capacité d'infiltration du sol.

| Type de sol        | HSG |
|--------------------|-----|
| Alluvions          | A   |
| Colluvions         | A   |
| Débais             | A   |
| Débris             | A   |
| Basaltes           | B   |
| Calcaires argileux | C   |

Tableau 9 : Types de sol retenus et classes HSG

La carte lithologique simplifiée est présentée ci-dessous :



#### 4.4.3 Occupation du sol

L'analyse des données issues du programme Corine Land Cover de 2012 a permis de délimiter les types d'occupation du sol :

| Code CLC | Surface (km <sup>2</sup> ) | Libellé CLC                                                                          |
|----------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 112      | 1,31                       | Tissu urbain discontinu                                                              |
| 121      | 0,59                       | Zones industrielles et commerciales                                                  |
| 142      | 0,77                       | Equipements sportifs et de loisirs                                                   |
| 211      | 3,87                       | Terres arables hors périmètres d'irrigation                                          |
| 231      | 0,37                       | Prairies                                                                             |
| 242      | 1,31                       | Systèmes cultureux et parcellaires complexes                                         |
| 243      | 0,13                       | Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants |
| 311      | 1,62                       | Forêts de feuillus                                                                   |
| 322      | 1,54                       | Landes et broussailles                                                               |

Tableau 10 : Types d'occupation du sol

La carte d'occupation du sol est présentée au paragraphe 3.1.4

#### 4.4.4 Curve Number

La réalisation de la modélisation hydrologique passe par l'affectation d'une valeur de Curve Number à chacun des deux sous-bassins versants modélisés. Le Curve Number (CN) est fonction de l'occupation du sol, du type de sol et de l'humectation du sol (conditions sèches, moyennes ou humides).

Le CN affecté par sous-bassin versant est la moyenne pondérée par la surface des CN des différentes occupations du sol et aptitudes à l'infiltration du sous-bassin versant.

Le tableau ci-après présente les valeurs du Curve Number en condition moyenne d'humectation du sol (CNII) en fonction de l'occupation et du type de sol :

| Libellé CLC                                                                          | Hydrologic Soil Group (HSG) |    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|
|                                                                                      | A                           | B  | C  | D  |
| Tissu urbain discontinu                                                              | 57                          | 72 | 81 | 86 |
| Zones industrielles et commerciales                                                  | 85                          | 90 | 92 | 94 |
| Equipements sportifs et de loisirs                                                   | 49                          | 69 | 79 | 84 |
| Terres arables hors périmètres d'irrigation                                          | 68                          | 77 | 83 | 87 |
| Prairies                                                                             | 49                          | 69 | 79 | 84 |
| Systèmes culturaux et parcellaires complexes                                         | 68                          | 77 | 83 | 87 |
| Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants | 68                          | 77 | 83 | 87 |
| Forêts de feuillus                                                                   | 36                          | 60 | 73 | 79 |
| Landes et broussailles                                                               | 35                          | 56 | 70 | 77 |

Tableau 11 : Valeurs de CN en fonction de l'occupation et du type de sol

#### 4.4.5 Temps de concentration et lag time

Les temps de concentration ont été estimés à partir des formules empiriques de Passini et Ventura. Leurs domaines de validité sont les suivantes :

- Ventura : superficie du bassin versant supérieure à 10 km<sup>2</sup> à pente faible,
- Passini : bassin versant rural de superficie supérieure à 40 km<sup>2</sup>.

Cependant, elles sont communément admises et utilisées pour des superficies inférieures (Cf. Guide technique de l'Assainissement routier du SETRA).

Le lag time est ensuite calculé à partir de la moyenne de ces temps de concentration.

Le tableau suivant regroupe les valeurs retenues pour chaque bassin versant :

| Nom BV | Tc Ventura (h) | Tc Passini (h) | Tc retenu (h) | Lag Time retenu (min) |
|--------|----------------|----------------|---------------|-----------------------|
| Peix01 | 1,7            | 1,7            | 1,7           | 62                    |
| Peix02 | 3,6            | 3,8            | 3,7           | 134                   |

Tableau 12 : Tc et Lag time par sous-bassin versant

## 4.5 MODELISATION HYDROLOGIQUE

### 4.5.1 Logiciel de modélisation

Pour déterminer le fonctionnement hydrologique de la zone d'étude, le logiciel HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System) a été utilisé.

Ce logiciel de transformation pluie – débit a été développé aux Etats-Unis par l' « US Army Corps of Engineers ». Il permet de calculer le débit de bassins versants à travers les processus de ruissellement, de transfert, de confluence et de dérivation. Les hydrogrammes de crue sont calculés à partir des données de précipitations, de pertes (infiltration), etc.

Il est donc possible de sommer plusieurs hydrogrammes générés par chaque bassin versant en tenant compte du laminage des débits dans le réseau de transit et des temps de propagation de l'onde de crue.

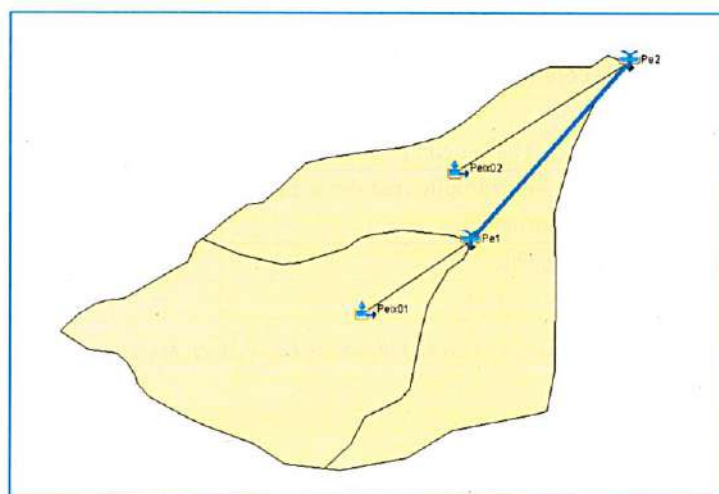


Figure 18 : Structure du modèle HEC-HMS

Légende :

-  Sous-bassin versant
-  Point de caractérisation des débits
-  Tronçon de transit et de propagation de l'onde de crue

#### 4.5.2 Calage du modèle

Il n'existe pas de station hydrométrique sur le cours d'eau et aucune estimation de débit de crue n'a été réalisée lors des événements pluvieux ayant provoqué des désordres.

#### 4.5.3 Résultats du modèle pour les pluies de projet

Trois occurrences ont été modélisées : 10 ans, 30 ans et 100 ans.

Les résultats du modèle hydrologique pour chaque sous bassin versant et pour chaque point de débit sont présentés dans le tableau ci-dessous :

| Sous bassin versant | Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s) |        |         |
|---------------------|-------------------------------------|--------|---------|
|                     | 10 ans                              | 30 ans | 100 ans |
| Peix01              | 2,3                                 | 5,0    | 8,7     |
| Peix02              | 2,5                                 | 4,7    | 7,7     |
| Point de débit      | Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s) |        |         |
|                     | 10 ans                              | 30 ans | 100 ans |
| Pe1                 | 2,3                                 | 5,0    | 8,7     |
| Pe2                 | 4,4                                 | 8,8    | 14,6    |

Tableau 13 : Résultats du modèle hydrologique

Les hydrogrammes de crue à l'exutoire du modèle (confluence avec l'Allier) sont présentés dans la figure suivante :

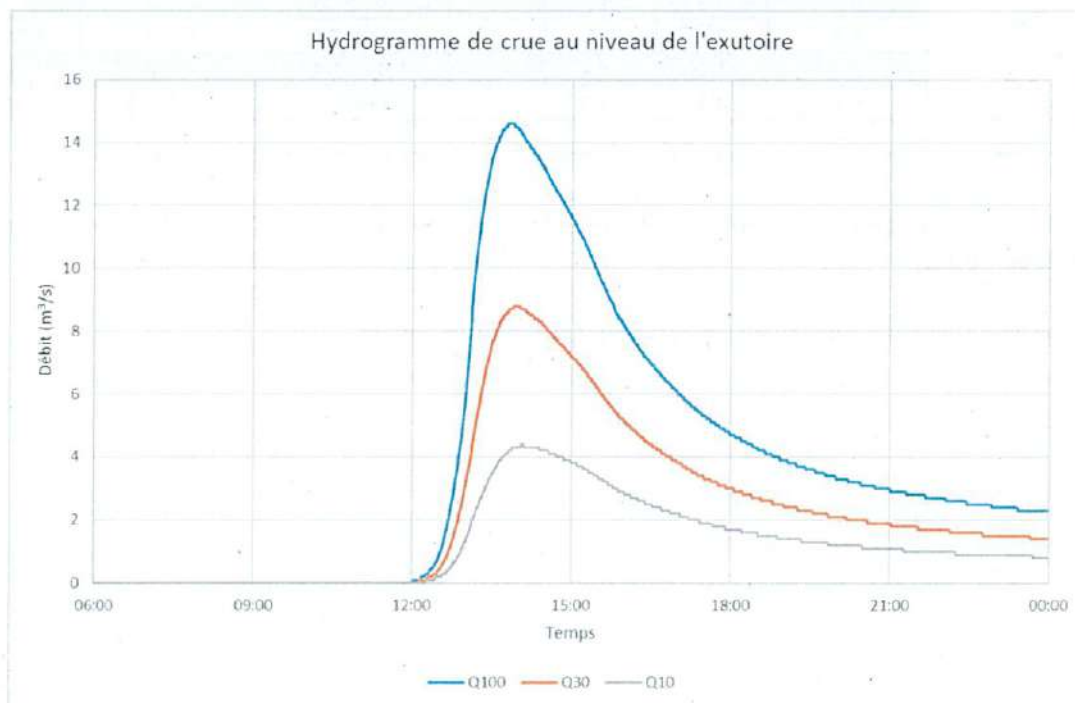


Figure 19 : Hydrogrammes de crue à l'exutoire du modèle hydrologique, au niveau de la confluence avec l'Allier

Les débits de pointe du ruisseau de Peix à son exutoire sont les suivants :

Q10 = 4,4 m<sup>3</sup>/s, Q30 = 8,8 m<sup>3</sup>/s et Q100 = 14,6 m<sup>3</sup>/s

#### 4.6 PERIODE DE RETOUR MILLENALE

Les hydrogrammes de crue à injecter dans le modèle hydraulique pour un événement de période de retour 1 000 ans ont été définis comme ayant la même forme que ceux de la période de retour centennale multipliés par un coefficient de 1,8. Ce ratio est communément utilisé pour définir le débit exceptionnel ou débit millénal. Les débits de pointe obtenus sont les suivants :

| Sous bassin versant | Débit de pointe (m³/s) |
|---------------------|------------------------|
|                     | 1 000 ans              |
| Peix01              | 15,7                   |
| Peix02              | 13,9                   |
| Point de débit      | Débit de pointe (m³/s) |
|                     | 10 ans                 |
| Pe1                 | 15,7                   |
| Pe2                 | 26,3                   |

Tableau 14 : Débits de pointe pour un événement millénal

#### 4.7 COMPARAISON AVEC LES DEBITS SHYREG

Une comparaison avec les débits décennaux et centennaux de la base de données SHYREG-DEBITS de l'Irstea est fournie ci-dessous sous forme de tableau :

| Point de calcul | Surface BV (km²) | Q10 (m³/s) | Q100 (m³/s) | Etude      | Qspé Q10 | Qspé Q100 |
|-----------------|------------------|------------|-------------|------------|----------|-----------|
| Pe1             | 5.3              | 2.3        | 8.7         | OTEIS 2021 | 0.43     | 1.64      |
|                 | 5.1              | 2.0        | 5.5         | SHYREG     | 0.39     | 1.08      |
| Pe2             | 11.5             | 4.4        | 14.6        | OTEIS 2021 | 0.38     | 1.27      |
|                 | 9.8              | 4.9        | 12.7        | SHYREG     | 0.50     | 1.30      |

Tableau 15 : Comparaison entre les résultats du modèle et les valeurs de la base de données SHYREG-DEBITS

Les débits de pointe et les débits spécifiques de la présente étude sont dans un ordre de grandeur similaire à ceux calculés par l'Irstea.

Nous ne disposons pas d'autre étude bibliographique sur ce bassin versant.

## 5. PHASE 4 – MODELISATION HYDRAULIQUE

### 5.1 PRINCIPES GENERAUX

Afin d'avoir une vision quantitative de la problématique inondation en tout point de la zone d'étude, il est nécessaire de réaliser une modélisation hydraulique. Cette dernière a pour objectif de caractériser les paramètres permettant de définir l'aléa, notamment les niveaux des plus hautes eaux.

La modélisation hydraulique d'un cours d'eau consiste en la représentation mathématique des écoulements de ce dernier. Il s'agit de résoudre numériquement par l'intermédiaire d'un module de calcul adapté, les équations complètes régissant les écoulements à surface libre (équations de Barré de Saint-Venant), dont le principe est la conservation de la masse et de l'énergie.

Lorsque l'écoulement est supposé suffisamment rectiligne pour que chaque section soit sensiblement perpendiculaire à un axe dit axe de l'écoulement et soit définie par la connaissance de son abscisse, on parle alors d'écoulement unidimensionnel, ou 1D. Les modèles bidimensionnels horizontaux (dits 2D) sont libérés de cette hypothèse d'écoulement axial. Ils permettent de simuler en plan les écoulements et de tenir compte finement des obstacles dans le lit majeur. Ces modèles sont particulièrement adaptés aux configurations complexes, par exemple lorsque les écoulements sont fortement divergents, en milieu urbain notamment.

Afin de rendre compte le plus fidèlement possible du fonctionnement des écoulements, pour lesquels des déconnexions champ majeur – lit mineur sont présentes, la modélisation a été réalisée ici entièrement en 2D.

### 5.2 PRESENTATION D'HEC-RAS

Le logiciel utilisé pour la modélisation est HEC-RAS, de l'US Army Corps of Engineers.

Ce logiciel utilise un code de calcul bidimensionnel, calculant les champs de vitesses et les niveaux d'eau sur un domaine quelconque. Il résout les équations de l'hydraulique à surface libre (de Barré de Saint-Venant) par la méthode des volumes finis, requérant au préalable une discrétisation spatiale du terrain naturel en mailles. Cette discrétisation est bien adaptée aux rivières à géométrie complexe, car elle permet de coller précisément à la géométrie des lits mineurs et majeurs et à leurs singularités.

La modélisation bidimensionnelle aux volumes finis est particulièrement bien adaptée aux écoulements fortement divergents ou présentant des changements de régime (ressaut par exemple).

Par rapport aux modélisations bidimensionnelles classiques (type éléments finis), l'approche proposée présente les avantages de la rapidité et de la robustesse. En effet, l'approche bidimensionnelle traditionnelle impose de représenter la totalité des détails topographiques, ce qui conduit très rapidement à des modèles très lourds, tant au point de vue de la construction que des temps de calcul. L'exploitation de tels modèles est plus longue, donc plus coûteuse.

Par ailleurs, HEC-RAS rend compte de la nature du terrain et de l'occupation des sols par des paramètres globaux de rugosité : les obstacles aux écoulements sont donc simulés à l'échelle macroscopique et demande un niveau de détail moindre.

## 5.3 CONSTRUCTION DES MODELES

### 5.3.1 Création des MNT

Le modèle hydraulique s'appuie sur un levé LIDAR réalisé en novembre 2020 et des profils en travers et des levés d'ouvrages réalisés en octobre 2020 (voir paragraphe 2)

Le LIDAR a été « creusé » afin que le lit mineur soit correctement représenté dans le modèle qui est entièrement en 2D. Pour ce faire, les profils en travers réalisés ont été utilisés.

Un exemple du MNT avant et après modification est présenté ci-dessous :

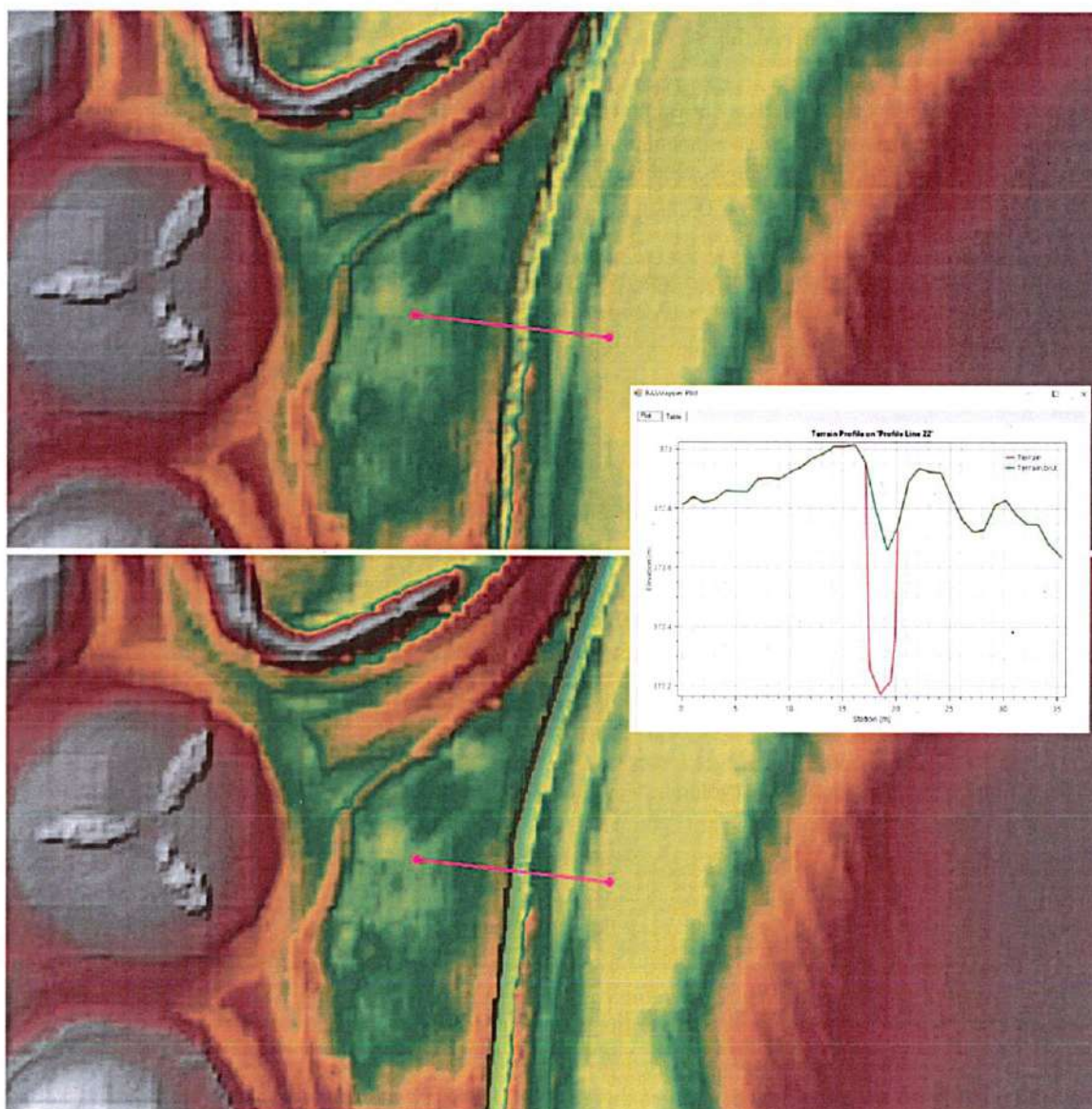


Figure 20 : Exemple de MNT avant et après travail sur le lit mineur

Deux MNT ont ensuite été créés : un avec une représentation plus fidèle des digues que celle des fichiers « brut » et un avec effacement des digues.

### 5.3.2 Création du maillage

Un maillage de 320 000 mailles a été créé. La taille des mailles est de l'ordre de 1 x 1 m à 5 x 5 m selon les zones. Cette discrétisation permet de décrire correctement les singularités et les écoulements, tout en conservant un temps de calcul respectable pour ce type de modèle (moins de 24h). Chaque maille est décrite par une loi hauteur/volume issue de l'exploitation du MNT.

Les reliefs caractéristiques (remblais, lits mineurs, ponts, routes, ...) sont également intégrés dans le modèle à l'aide de lignes de structure. Le maillage peut suivre en détail le relief naturel et celui aménagé artificiellement. Il est nécessaire que les faces des mailles soient alignées sur les particularités du terrain afin de mieux prendre en compte le relief.

Un exemple de maillage est présenté ci-après. On y distingue notamment les mailles du lit mineur à 1 m x 1 m, les mailles des routes à 2 m x 2 m et les autres mailles 2D à 5 m x 5 m.

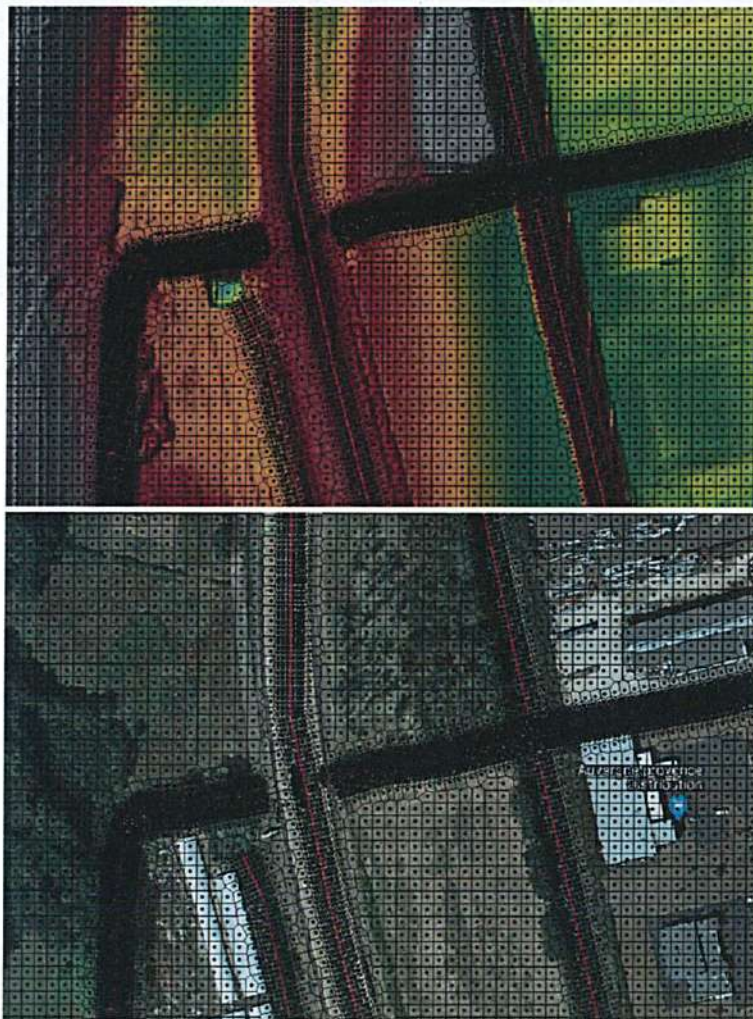


Figure 21 : Zoom sur une partie du maillage

### 5.3.3 Prise en compte des ouvrages linéaires et transversaux

#### 5.3.3.1 Ouvrages linéaires

Il s'agit des digues ou de remblais routiers ou autre. Ces ouvrages sont pris en compte dans le MNT et représentés finement dans le modèle par un maillage adapté (mailles plus petites et lignes de structures).

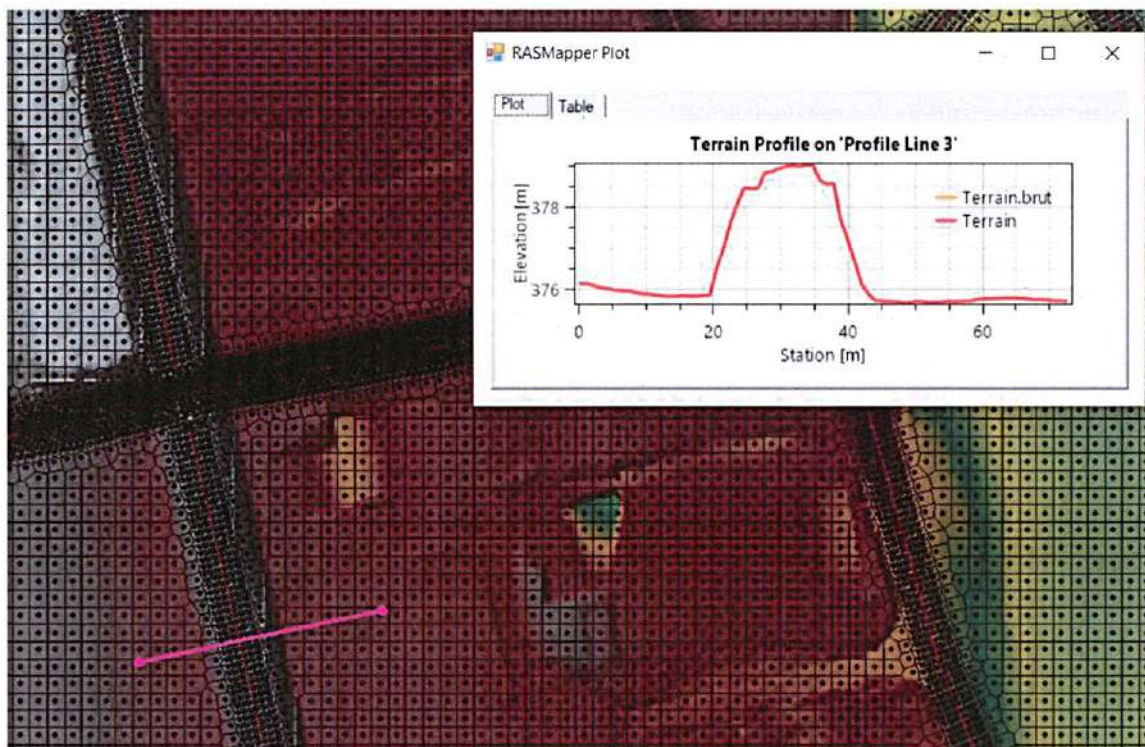


Figure 22 : Exemple au niveau de la voie ferrée

Pour ce qui est des digues en bordure de cours d'eau, deux scénarios sont testés :

- MNT avec digue
- MNT avec effacement de la digue

#### 5.3.3.2 Ouvrages de traversée transversaux

Il s'agit de tous les ouvrages traversant le cours d'eau type ponts, dalots, buses, seuils, etc. Ils sont intégrés au modèle 2D en tant qu'ouvrages.

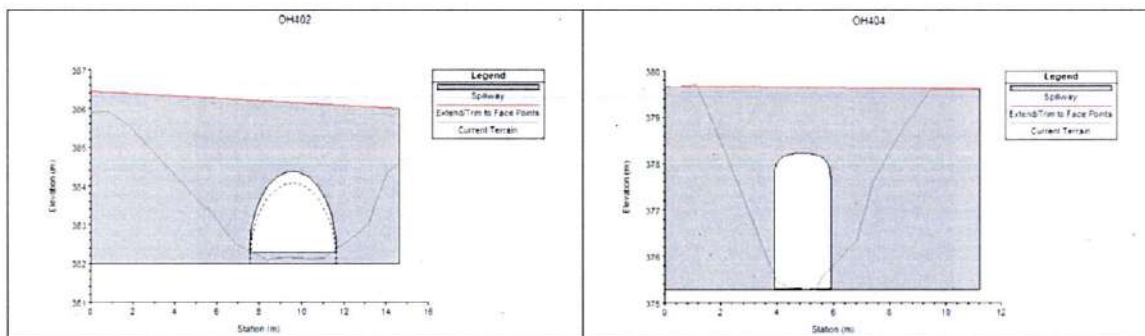


Figure 23 : Exemple d'ouvrages hydrauliques intégrés dans le modèle

## 5.3.4 Conditions aux limites

### 5.3.4.1 Limite amont

Les conditions limites amont seront les différents hydrogrammes de crue définis en phase 3 (voir paragraphe 4), injectés directement sur l'emprise du modèle 2D.

### 5.3.4.2 Limite aval

La condition limite aval du modèle est la cote PHE de l'Allier telle que définie dans le PPRI de l'Allier. Etant donné qu'il est peu probable qu'une crue centennale sur le ruisseau de Peix soit aussi centennale sur l'Allier, et que les crues de ces deux cours d'eau ne sont pas concomitantes, il a été retenu les cotes suivantes pour chaque occurrence de crue :

| Crue Chambon | Condition limite aval                  |
|--------------|----------------------------------------|
| Décennale    | Hauteur normale                        |
| Trentennale  | Niveau crue 2008 Allier P47 : 372.74 m |
| Centennale   | Niveau crue 2003 Allier P47 : 373.05 m |
| Millennale   | Niveau crue Q50 Allier P47 : 374.61 m  |

Tableau 16 : Conditions limites aval au niveau de la confluence avec l'Allier

## 5.3.5 Hypothèses de modélisation

La modélisation ne prend pas en compte les phénomènes « aléatoires » qui peuvent se produire en cas de crues : phénomènes d'embâcles, d'obstruction au droit des ouvrages, de rupture de ces obstructions, de rupture de digues, etc. Ces phénomènes peuvent augmenter localement le niveau de l'eau et donc l'emprise de la zone inondable.

## 5.4 CALAGE DES MODELES

Le calage du modèle s'effectue sur la base d'une estimation des coefficients de rugosité des lits mineurs, du champ majeur et des ouvrages hydrauliques, ainsi que dans la mesure du possible, d'une exploitation des repères de crue et des différentes informations historiques disponibles. Le principe est d'obtenir une représentation physiquement réaliste des écoulements (en termes de vitesses et de hauteurs d'eau), tout en s'assurant que les conditions de rugosité utilisées soient également réalistes.

### 5.4.1 Coefficients de rugosité

Concernant ces coefficients, il est important de rappeler que les valeurs utilisées au cours de l'étude ne sont pas issues d'une nomenclature particulière, mais émanent du retour d'expérience. En théorie, si l'évaluation des coefficients de rugosité ne dépend que du tirant d'eau et de la dimension caractéristique des matériaux constitutifs du lit, on sait d'expérience que dans le cadre d'une modélisation, ces coefficients prennent en compte également les pertes de charges dues aux turbulences. Dans ces conditions, la quantification des coefficients de rugosité relève plus de l'expertise de terrain que de l'application d'une nomenclature donnée.

Pour la zone d'étude, les coefficients de rugosité à dire d'expert sont situés entre :

- 15 et 30 pour le lit mineur,
- 5 et 12 pour le lit majeur boisé,

- 40 et 50 pour les routes,
- 1 à 10 pour les bâtiments : ce coefficient très faible permet de modéliser l'impact des bâtiments sur l'écoulement des eaux puisqu'ils peuvent influencer la direction de l'écoulement en agissant comme des obstacles.
- 15 et 25 pour les autres surfaces (champs agricole, prairies, jardins résidentiels, ...)
- 15 et 40 pour les ouvrages hydrauliques (buse, dalot, pont, passerelle, ...).



Figure 24 : Extrait de la couche de Manning utilisé dans le modèle (en noir les bâtiments, en gris les routes et en bleue le cours d'eau)

#### 5.4.2 Données historiques

Lors des phases 2 et 6, de nombreuses informations historiques ont été collectées. Elles permettent d'avoir une enveloppe des zones régulièrement ou exceptionnellement inondées, des phénomènes associés, et des niveaux d'eau atteints. Ces données sont exploitées pour le calage.

Le calage a été effectué sur la base de la modélisation de la crue centennale avec pour objectifs une emprise de zone inondable au moins similaire à celles des crues historiques, et des cotes PHE au moins aussi hautes que les repères des crues historiques.

En 1992, l'A75 est coupée par les débordements du ruisseau de Peix. Il est signalé que des maisons et des hangars sont inondés et que le centre hippique a subi des dégâts importants. Lors de l'enquête communale, il nous a été rapporté que la jardinerie Delbart a déjà été inondé et qu'il y eu 1 m d'eau sur l'autoroute.

Les résultats de la simulation de la crue centennale montrent l'inondation du centre hippique, de la jardinerie et une hauteur d'eau de 80 cm sur l'A75. Ces résultats sont cohérents avec les informations historiques.

## 5.5 SIMULATIONS EFFECTUEES

Voici les modélisations qui ont été effectuées :

- Q10 avec digues,
- Q30 avec digues,
- Un scénario Q100 avec digues et trois scénarios Q100 avec effacement de digues,
- Q1000 avec effacement de toutes les digues.

## 5.6 ANALYSE SUR LA SENSIBILITE AUX EMBACLES

En fonction des résultats des modélisations hydrauliques de la crue centennale avec digues, d'une analyse visuelle des ouvrages et des zones de production d'embâcles, les différents ouvrages hydrauliques modélisés (dalot, pont, buse, ...) ont été classés selon leur sensibilité à un risque d'obstruction par les embâcles dans le tableau pages suivantes.

Pour ce faire chaque ouvrage a été analysé selon les résultats du modèle pour la crue centennale, vis-à-vis de sa section hydraulique et des zones de production d'embâcles en amont. Les critères de jugement sont les suivants :

- Critère « Résultats Q100 avec digues » :
  - o Rouge – Situation critique : débordement par-dessus l'ouvrage ou ouvrage en charge,
  - o Orange – Situation défavorable : tirant d'air inférieur ou égal à 40 cm,
  - o Vert – Situation satisfaisante : tirant d'air supérieur à 40 cm,
- Critère « Géométrie de l'ouvrage » :
  - o Rouge – section très propice au blocage par des embâcles : hauteur ou largeur inférieure à 1 m ,
  - o Orange – section propice au blocage par des embâcles :
    - Hauteur inférieure ou égal à 1.5m,
    - Et/ou largeur inférieure ou égal à 2.0m
  - o Vert – section peu propice au blocage par des embâcles : les autres ouvrages.
- Critère « Production d'embâcles » : des forêts sont situés en amont de la zone modélisée. La production d'embâcles a donc été jugée moyenne pour tous les ouvrages.

Le critère de sensibilité aux embâcles est obtenu par le croisement des deux critères « Résultats Q100 avec digues » et « Géométrie de l'ouvrage » :

| Géométrie de l'ouvrage     | Rouge  | Orange | Vert   |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| Résultats Q100 avec digues |        |        |        |
| Rouge                      | Elevé  | Elevé  | Modéré |
| Orange                     | Elevé  | Modéré | Modéré |
| Vert                       | Modéré | Modéré | Faible |

Tableau 17 : Critère de jugement de la sensibilité aux embâcles

Les sections hydrauliques des ouvrages sont indiquées en XmxYmht, avec X la largeur et Y la hauteur en mètres. Les dimensions fournies se veulent indicatives car souvent la section hydraulique des ouvrages n'est pas strictement rectangulaire.

| Ouvrage | Résultats Q100 avec digues       | Géométrie de l'ouvrage                                     | Sensibilité aux embâcles |
|---------|----------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|
| OH400   | Débordement par-dessus l'ouvrage | Une arche 2.2mx1.0mht                                      | Elevé                    |
| OH401   | Débordement par-dessus l'ouvrage | Conduite DN1200                                            | Elevé                    |
| OH402   | Tirant d'air = 0.7m              | Une arche 4.6mx2.1mht                                      | Faible                   |
| OH403   | Ouvrage en charge                | Deux ouvrages cadres 2.0mx0.9mht et quatre conduites DN600 | Elevé                    |
| OH404   | Tirant d'air = 1.6m              | Une arche 2.0mx2.9mht                                      | Modéré                   |
| OH405   | Ouvrage en charge                | Un ouvrage cadre 2.2mx1.2mht                               | Elevé                    |
| OH406   | Débordement par-dessus l'ouvrage | Un ouvrage cadre 2.2mx0.7mht                               | Elevé                    |
| OH407   | Inondé par l'Allier              | Une arche 1.6mx1.1mht                                      | Elevé                    |
| OH408   |                                  | Un ouvrage cadre 2.3mx1.4mht                               | Elevé                    |
| OH409   |                                  | Une arche 1.5mx1.1mht                                      | Elevé                    |
| OH410   |                                  | Une conduite DN1200                                        | Elevé                    |

Tableau 18 : Sensibilité des ouvrages à un risque d'obstruction par des embâcles

## 5.7 ANALYSE DES TRONÇONS TORRENTIELS

Le régime d'écoulement du ruisseau de Peix pour la crue centennale est majoritairement fluvial. Cette analyse repose sur le calcul du nombre de Froude du logiciel HEC-RAS (voir figure ci-dessous).



Figure 25 : Cartographie du nombre de Froude en sortie du modèle pour la crue centennale

## 6. PHASE 6 – ETUDE HISTORIQUE

### 6.1 RECHERCHE AUX ARCHIVES DEPARTEMENTALES

Une seule information a été relevée qui est peu précise :

Archive M429 – Inondation de 1875 – Liste nominative des sinistres et états des pertes – Commune d'Issoire

« Les dégâts constatés par la crue de l'Allier, la couze et le ruisseau de Peix le 13/09/1875 :

- Dégâts considérables, ils consistent en meules de blé emportées, récoltes anéanties ou endommagées, terrains emportés, arbres arrachés, murs de clôture renversés et d'autres détériorés, chemins sillonnés. Dans certains quartiers de la ville, les eaux ont pénétré dans les caves et rez de chaussée de certains bâtiments mais sans y causer de dégâts pouvant être appréciés, aucune plainte n'a été portée à ce sujet.
- Aucun accident de personnes à déplorer ni perte de bestiaux.

Pertes des récoltes estimées à 30 000 francs. Les autres pertes n'ont pu être quantifiées actuellement. »

Il est uniquement mentionné une inondation du ruisseau de Peix le 13/09/1875.

### 6.2 RECHERCHE A LA BIBLIOTHEQUE PATRIMONIALE

La recherche dans les journaux locaux a permis de trouver 3 dates mentionnant des inondations liées au ruisseau de Peix :

- 13/09/1875 dans le journal « Le Moniteur d'Issoire »
- 05/06/1992 dans le journal « La Montagne »
- 11/06/1992 dans le journal « La Montagne »

#### Crue du 13 septembre 1875

Le moniteur d'Issoire – 15/09/1875 – Page 1

La ville d'Issoire, ou plutôt les caves de plusieurs quartiers de la ville n'ont pas pu se garantir de l'invasion des eaux.

Les ravins qui découlent de nos côtes se sont transformés en autant de torrents. Celui dit des péroles, situé au milieu des vignes, qui ne remonte pas à plus de 2 kilomètres de la barrière de l'oetroi, après avoir encombré de sables et de graviers, le dégorgeoir qui le mène à la Couze a envahi l'ancienne et la nouvelle route de Perrier, et est venu inonder tout le quartier de la Halle et même une partie du boulevard de la Manière. La rue d'Ambert était devenue le lit d'une véritable rivière qui a envahi les rez-de-chaussées et inondé les caves. A l'hôtel de la poste les écuries ayant été submergées à près d'un mètre de hauteur on a dû se hâter d'en faire sortir les chevaux, deux pompes sont en ce moment occupées à étancher les caves qui ne seront pas sèches de sitôt.

Au quartier du faubourg du pont, les eaux tombées dans la petite vallée de Malbattu ayant formé un torrent que n'a pu contenir le canal, ont envahi et complètement inondé les quartiers de Notre-Dame-des-Églises.

Le ravin de Verrières, qui lui aussi avait pris les proportions d'une rivière a commis sur son parcours des dégradations assez importantes mais qui heureusement ont été amoindries par les remblais du chemin de fer. Le plus terrible de tous a été le ravin de Peix. Cet imperceptible ruisseau presque toujours à sec était devenu un véritable torrent les dégâts qu'il a causés sont immenses par rapport à son peu d'importance. Cela tient d'abord à l'angle droit que forme le ruisseau au bas de l'enclos Faure, et puis à l'insuffisance de l'ouverture de l'aqueduc pratiqué par le chemin de fer. Au tournant les eaux se sont précipitées dans un petit triangle que forme le chemin de fer avec le coteau, et n'ont pas tardé à s'y amonceler, sur la rive droite elles se sont précipitées dans la plaine dite de Bra et maintenues par le remblai du chemin de fer elles ont formé un immense lac où flottaient plus de 50 meules de blé. Aux Croisettes, c'est encore le même ruisseau de Peix qui a entraîné dans l'Allier plus de 40 meules de blé.

Quant à notre Couze nous ne savons pas encore de quelle nature sont ses fredaines nous avons appris seulement que ses eaux ont entièrement couvert le jardin de la Sous-Préfecture et pénétré dans l'étage inférieur de l'hôtel.

## Crue du 5 juin 1992

La Montagne – 06/06/1992



Le chasse-neige à lame en caoutchouc a dû être utilisé pour refouler les trombes d'eau qui empêchaient toute circulation sur l'autoroute A75, près d'Issoire.

- Près d'Issoire, l'autoroute A75 a été coupée. Jeudi soir, les services techniques ont dû utiliser un chasse-neige équipé d'une lame en caoutchouc pour refouler l'eau. A la sortie sud d'Issoire, un ruisseau a débordé et de nombreuses routes départementales ont été submergées. Des maisons d'habitation, des hangars industriels, le centre hippique de la ville ont subi des dégâts importants.

## Crue du 11 juin 1992

La Montagne – 12/06/1992

Les cours d'eau, d'une manière générale, ont subi de très fortes hausses en quelques heures, avant de se stabiliser dans la journée. A Parentignat, à 16 heures hier, l'Allier accusait 3,40 m ; 3,30 m à Couderc et 2,80 m à Branne-les-Mines.

Dans l'Isère même, ce sont essentiellement les petits cours d'eau qui ont causé des dégâts : la Croix-Saint-Georges, descendant de Saint-Yves, et le ruisseau de Peix, inondant l'autoroute A 75 pour la deuxième fois en 15 jours.

| POSTES                 | Pluies des dernières 24 heures | Pluies des dernières 48 heures | Cumul 1 <sup>er</sup> au 10 juin | Normale mois complet |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Clermont/Aulnat        | 44                             | 73                             | 171                              | 69                   |
| Riom                   | 30                             | 56                             | 163                              | 60                   |
| Châteauneuf-les-Bains  | 4                              | 29                             | 191                              | 79                   |
| Saint-Genès-d'Auvergne | 9                              | 42                             | 209                              | 82                   |
| Cunhat                 | 34                             | 45                             | 132                              | 100                  |
| Saint-André-Prabourg   | 44                             | 59                             | 160                              | non déterminé        |
| Bourg-Lastic           | 36                             | 81                             | 226                              | 100                  |
| La Tour-d'Auvergne     | 52                             | 65                             | 197                              | 113                  |
| La Mont-Dore           | 59                             | 113                            | 282                              | 124                  |
| Beze                   | 50                             | 86                             | 199                              | 86                   |
| Superbeze              | 54                             | 102                            | 214                              | non déterminé        |
| Saint-Eloy-les-Mines   | 4                              | 22                             | 136                              | 77                   |
| Gelles                 | 24                             | 66                             | 234                              | 91                   |
| Saint-Rémy-sur-Durolle | 57                             | 71                             | 173                              | 106                  |
| Saudançay              | 45                             | 82                             | 167                              | 86                   |
| Vallée                 | 29                             | 66                             | 209                              | 86                   |

D'ores et déjà, avec 171 mm, ce mois de juin est le plus arrosé à Clermont-Aulnat depuis 1923. Précédent record : 153 mm en juin 1930. Cette valeur de 171 mm représente près de la moitié du total de l'année 1991 (353 mm à Clermont-Aulnat).

La Montagne – 13/06/1992

Les pluies parfois torrentielles de ces derniers jours ont causé de nombreux problèmes sur l'Issoire et sa région. Il convient donc de dresser un bilan qui, cependant, ne se prétend pas exhaustif.

### La semaine dernière

Dans la ville d'Issoire même, seul le ruisseau de Peix a débordé ! L'eau a envahi le manège et les écuries du club hippique, malgré le cordon de terre fermé à la hâte par les services municipaux pour détourner le ruisseau. Dans le quartier des Jodannes, l'eau a ruisselé sur les cotéaux jusqu'à la rue des Jodannes, inondant quelques caves au passage. Le même phénomène a entraîné l'inondation d'une partie de la zone artisanale de la Maze.

Sur l'A75, les employés de la subdivision autoroutière de l'Équipement ont dû batailler toute la semaine contre le ruissellement de l'eau. Ils n'ont pu toutefois empêcher, dans la nuit de jeudi à vendredi, une source débordante de déverser environ 20 m<sup>3</sup> d'alluvions sur la chaussée, à hauteur de « Chapeau-

Rouge » (lieu-dit situé sur la commune d'Issoire).

La même nuit, le ruisseau de Peix a inondé la route dans le sens nord-sud, ce qui a sérieusement ralenti la circulation. Enfin, toute la semaine, de nombreux éboulements se sont produits entre Cloude et Issoire. L'Équipement a dû sans cesse débayer les glissières en béton derrière lesquelles s'accumulaient terre et rochers. Du coup, un programme de purge de la mauvaise roche est prévu dans le secteur pour l'automne. On fera aussi reculer la paroi de la falaise pour laisser plus de place derrière les glissières.

Du point de vue de la subdivision de l'Équipement d'Issoire, les dégâts se chiffraient en centaines de milliers de francs. Il faut donc faire un inventaire des sinistres survenus pour l'essentiel dans le milieu de la semaine. En effet, les pluies du week-end de Pentecôte n'ont pas occasionné de dommages majeurs.

Sur les territoires des cantons d'Issoire et de Saint-Germain-Lembron, plus de dix kilomètres de route ont subi des dégâts.

Le détail des éléments mentionnés est présenté dans le tableau page suivante.

| Source             | Date source | Année crue | Date crue  | Commune | Note                                                                                                                                                                                          | Commentaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|-------------|------------|------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Moniteur d'Issoire | 15/09/1875  | 1875       | 13/09/1875 | Issoire | Le ravin de Peix était devenu un véritable torrent                                                                                                                                            | Le plus terrible de tous a été le ravin de Peix. Cet imperceptible ruisseau presque toujours à sec était devenu un véritable torrent, les dégâts qu'il a causés sont immenses par rapport à son peu d'importance. Cela tient d'abord à l'angle droit que forme le ruisseau au bas de l'enclos Faure, et puis à l'insuffisance de l'ouverture de l'aqueduc pratiqué par le chemin de fer. Au tournant, les eaux se sont précipitées dans un petit triangle que forme le chemin de fer avec le coteau, et n'ont pas tardé à s'y amonceler, sur la rive droite elles se sont précipitées dans la plaine dite de Bre et maintenues par le remblai du chemin de fer elles ont formé un immense lac où flottaient plus de 50 meules de blé. Aux Croisettes, c'est encore le même ruisseau de Peix qui a entraîné dans l'Allier plus de 40 meules de blé. |
| La Montagne        | 06/06/1992  | 1992       | 05/06/1992 | Issoire | A75 a été coupée. A la sortie sud d'Issoire, un ruisseau a débordé et de nombreuses routes ont été submergées. Des maisons, des hangars et le centre hippique ont subi des dégâts importants. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| La Montagne        | 12/06/1992  | 1992       | 11/06/1992 | Issoire | A75 inondée pour la 2ème fois en 15 jours                                                                                                                                                     | Ce sont les petits cours d'eau qui ont causé des dégâts : la Croix-Saint-Georges descendant de Saint-Yvoine et le ruisseau de Peix. Les couzeaux n'ont pas causé de gros dégâts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| La Montagne        | 13/06/1992  | 1992       | 11/06/1992 | Issoire | Manège et écuries du club hippique inondés et A75 inondée                                                                                                                                     | Seul le ruisseau de Peix a débordé                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Tableau 19 : Données récoltées dans les archives des journaux locaux

L'analyse des photos aériennes permet de dater approximativement la construction des aménagements impactés par les crues :

- Centre équestre construit vers le début des années 1970,
- A75 construite en 1981,
- Premières serres de la jardinerie construites vers 1992 puis le bâtiment vers 2000.

Les éléments mentionnés dans la phase 2 au droit de la jardinerie Delbart entre la D176 et l'A75 sont postérieurs à ces événements car la jardinerie n'existait pas en 1992. Les premières serres ont été construites à partir de 1992. Sur la photo aérienne datant d'août 1992, on y devine une première serre.



Figure 26 : Photos aériennes de 1945, 1992, 1999 et 2004

Depuis la construction de l'A75 (mise en service en 1981 au droit d'Issoire), l'eau semble se stocker en amont du fait de l'insuffisance des ouvrages de transparence puis à la submerger lorsque l'épisode est très intense. La construction d'une digue depuis 2002 en bordure de la jardinerie protège cette dernière.

## 7. RESUME NON TECHNIQUE

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Introduction | L'objectif de l'étude est de définir l'aléa inondation sur le ruisseau de Peix sur les communes d'Issoire et du Broc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Phase 1      | Un levé lidar de 5.7 km <sup>2</sup> a été réalisé.<br>11 ouvrages et 21 profils en travers du lit mineur ont été levés sur le cours d'eau.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Phase 2      | La partie amont du bassin versant est plus pentu, composé de roches volcaniques avec une occupation du sol de type rurale. La partie aval est beaucoup plus plane, formée de roches sédimentaires avec une urbanisation plus importante.<br>Le ruisseau de Peix a une longueur de 5 km et prend sa source aux étangs de Malbattu. Ces derniers présentent des barrages classés D. Plusieurs digues ont été repérées en zone urbanisée. Une zone a déjà été inondée (jardinerie Delbart) et l'A75 coupée.<br>Le risque inondation lié au ruisseau de Peix est considéré comme modéré.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Phase 3      | L'estimation des débits de pointe est réalisée à l'aide du modèle conceptuel de transformation pluie-débit HEC-HMS.<br>Les coefficients de Montana de Clermont-Ferrand ont été ajustés par rapport à la pluie journalière de la station de la Sauvetat. Ces coefficients permettent de définir la pluie de projet qui est une pluie de Keifer 24h.<br>Le bassin versant a été découpé en 2 sous-bassins versants. Les caractéristiques physiques ont été déterminées à partir du MNT, du scan 25 et de la photo aérienne. Le CN a été déterminé à partir du croisement de la géologie et de l'occupation du sol.<br>Trois occurrences ont été modélisées et exploitées : Q10, Q30 et Q100. Le débit Q1000 est estimé comme étant 1.8 fois le Q100. Les résultats ont été comparés aux débits shreg et sont compris dans l'ordre de grandeur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Phase 4      | Le logiciel utilisé pour la modélisation hydraulique est HEC-RAS 2D.<br>La taille des mailles est de l'ordre de 1 x 1 m à 5 m x 5 m selon les zones. Le maillage a été adapté aux reliefs caractéristiques (remblais, lits mineurs, routes, ...)<br>La condition limite aval du modèle est la cote de l'Allier définie dans le cadre de l'étude du PPRI de l'Allier.<br>Le calage des modèles s'est effectué sur la base d'une estimation des coefficients de rugosité des lits mineurs, du champ majeur et des ouvrages hydrauliques.<br>Les objectifs pour le calage étaient une emprise de zone inondable pour la crue centennale au moins similaire à celles des crues historiques et des cotes de l'eau au moins aussi hautes que les repères de crues historiques.<br>Les crues modélisées sont les suivantes : Q10, Q30, Q100 et Q1000.<br>Les modélisations Q10 et Q30 ont été réalisées avec les digues.<br>Plusieurs scénarios ont été modélisés pour la Q100 : avec digues et sans digue (scénario d'effacement). Lorsqu'il y avait plusieurs digues, celles-ci ont fait l'objet de plusieurs modélisations séparées.<br>Les modélisations Q1000 ont été effectuées sans digue. |
| Phase 6      | Plusieurs crues ont généré des inondations : 1875 et 1992. Plusieurs aménagements ont été réalisés depuis 1875 : A75, urbanisation (jardinerie, zone artisanale) qui ont modifié le fonctionnement du ruisseau en crue.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 8. SYNTHÈSE

Le présent rapport vise à présenter toutes les phases qui ont permis de définir l'aléa inondation du ruisseau de Peix.

Lors de la phase n°1 un levé lidar de 5.7 km<sup>2</sup> a été réalisé, 21 profils en travers du lit mineur et 11 ouvrages ont été levés.

Lors des phases n°2 et n°6, les caractéristiques du bassin versant du ruisseau de Peix, son fonctionnement en crues et les événements historiques ont été présentés. Pour cela les données suivantes ont été collectées : bibliographie, données SIG, repères de crues, enquêtes auprès de la commune, recherches aux archives départementales et à la bibliothèque patrimoniale.

Les données analysées montrent que la partie amont du bassin versant est plus pentu, composé de roches volcaniques avec une occupation du sol de type rurale. La partie aval est beaucoup plus plane, formée de roches sédimentaires avec une urbanisation plus importante. Plusieurs digues ont été repérées en zone urbanisée. Deux zones ont déjà été inondées (centre hippique et jardinerie Delbart) et l'A75 coupée.

La phase 3 a permis de déterminer les débits de projet qui seront injectés le modèle hydraulique. Un modèle conceptuel de transformation pluie-débit HEC-HMS a été utilisé. Trois occurrences ont été modélisées et exploitées : Q10, Q30 et Q100. Le débit Q1000 est estimé comme étant 1.8 fois le Q100. Les résultats ont été comparés aux débits shyreg et sont compris dans l'ordre de grandeur.

La phase 4 présente la construction du modèle hydraulique qui a servi à modéliser les crues Q10, Q30, Q100 et Q1000. Le logiciel utilisé pour la modélisation est HEC-RAS. La modélisation a été réalisée entièrement en 2D. Le calage du modèle s'est effectué sur la base d'une estimation des coefficients de rugosité des lits mineurs, du champ majeur et des ouvrages hydrauliques. Les objectifs pour le calage étaient une emprise de zone inondable pour la crue centennale au moins similaire à celles des crues historiques et des cotes de l'eau au moins aussi hautes que les repères de crues historiques. Les valeurs finales des coefficients de rugosité respectent les fourchettes de valeur communément admises. Plusieurs scénarios d'effacement de digues ont pu être effectués pour la crue centennale.

## ANNEXE 1 : DETAIL DES OUVRAGES DE TRAVERSEE

| N°Ouvrage | Usage | Nom de voie                                | Type d'ouvrage | Matériau        | Description                                                                                                                                  |
|-----------|-------|--------------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26        | Voie  | Chemin piéton                              | Non renseigné  |                 | Non visité                                                                                                                                   |
| 27        | Voie  | Accès circuit privé                        | Buse/dalot     | Béton           | Buse                                                                                                                                         |
| 28        | Voie  | Accès champ                                | Buse/dalot     | Métal           | Buse arche métallique annelée                                                                                                                |
| 29        | Voie  | Accès Issoire Plage                        | Buse/dalot     | Béton           | Cadre bisauté au niveau supérieur. Berges amont et aval bétonnées sur quelques mètres                                                        |
| 30        | Voie  | Chemin                                     | Buse/dalot     | Métal           | Buse arche métallique annelée                                                                                                                |
| 31        | Voie  | Chemin des Guelles                         | Buse/dalot     | Béton           | Cadre bisauté au niveau supérieur aux 3/4 engravé. Berges amont et aval bétonnées sur quelques mètres. Cours d'eau très végétalisé en amont. |
| 32        | Voie  | La Prade Blanche                           | Buse/dalot     | Béton           | Cadre bisauté au niveau supérieur. Berges amont et aval bétonnées sur quelques mètres. Cours d'eau très végétalisé                           |
| 33        | Voie  | Voie ferrée                                | Pont           | Pierre maçonnée | Pont arche haute                                                                                                                             |
| 34        | Voie  | A75                                        | Buse/dalot     | Béton           | 2 cadres de faible hauteur et 3 petites buses plus hautes (rajoutées plus tard). Digue amont en rive droite                                  |
| 35        | Voie  | D716                                       | Pont           | Pierre maçonnée | Pont arche très encombré, digue en rive droite en aval et en rive gauche en amont                                                            |
| 36        | Voie  | Accès chemin pour chevaux du club équestre | Passerelle     | Bois            | Passerelle très basse car cours d'eau très engravé                                                                                           |
| 37        | Voie  |                                            | Buse/dalot     | Béton           | Buse et cours d'eau très encombré. Digue en rive gauche en aval                                                                              |
| 38        | Voie  | Chemin des Quinze                          | Buse/dalot     | Pierre maçonnée | Cadre ou arche, peu visible car trop de végétation. Une buse traverse le dalot en aval                                                       |

## ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE RETOURNE PAR LA COMMUNE D'ISSOIRE

---



GREEN & DIGITAL  
ENGINEERING



AGGLO  
PAYS  
D'ISSOIRE

## ETUDE HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DE PEIX A ISSOIRE



**Oteis | Agence d'Aix-en-Provence**

Bâtiment 18 - Parc Du Golf

350 Avenue Jrgg De La Lauziere, cs 90340

13799 AIX EN PROVENCE CEDEX 3

Mai 2023

## TABLE DES MATIÈRES

|       |                                                                                     |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | PREAMBULE.....                                                                      | 3  |
| 2.    | PRESENTATION DU SITE ETUDIE.....                                                    | 3  |
| 2.1   | Localisation.....                                                                   | 3  |
| 2.2   | Plan de prévention aux risques inondation.....                                      | 4  |
| 2.3   | Les scénarios proposes.....                                                         | 4  |
| 3.    | ANALYSE HYDROLOGIQUE.....                                                           | 5  |
| 4.    | MODELISATION HYDRAULIQUE.....                                                       | 6  |
| 4.1   | Modelisation etat initial.....                                                      | 6  |
| 4.1.1 | Logiciel de modélisation.....                                                       | 6  |
| 4.1.2 | Construction du modèle.....                                                         | 6  |
| 4.1.3 | Résultats du modèle à l'état initial.....                                           | 11 |
| 4.2   | Modelisation etat aménagé et comparaison avec l'état initial.....                   | 13 |
| 4.2.1 | Scénario 1 : augmentation de la capacité hydraulique sous le chemin des Quinze..... | 13 |
| 4.2.2 | Scénario 2 : réalisation d'un fossé le long de la parcelle.....                     | 21 |
| 4.2.3 | Scénario 3 : création d'un bassin de rétention.....                                 | 29 |
| 5.    | CONCLUSION.....                                                                     | 35 |

## 1. PREAMBULE

L'agglomération du pays d'Issoire a pour objectif de réduire la vulnérabilité aux inondations pour la crue centennale au niveau d'une parcelle à proximité du camp militaire et du centre équestre. Ces parcelles sont situées en zone d'inondation par débordement du ruisseau de Peix d'après le futur PPRI de la commune d'Issoire.

Cette étude a pour objectif de définir des aménagements permettant de réduire la vulnérabilité de la parcelle aux inondations pour la crue centennale. Pour ce faire, trois scénarios d'aménagement sont proposés dans la présente étude.

## 2. PRESENTATION DU SITE ETUDIE

### 2.1 LOCALISATION

Le site du projet se trouve au Sud-Ouest de la commune d'Issoire au croisement entre le chemin des Quinze et le ruisseau de Peix. La parcelle concernée par l'objectif de réduction de vulnérabilité aux inondation est la parcelle 130 à proximité du camp militaire et du centre équestre.

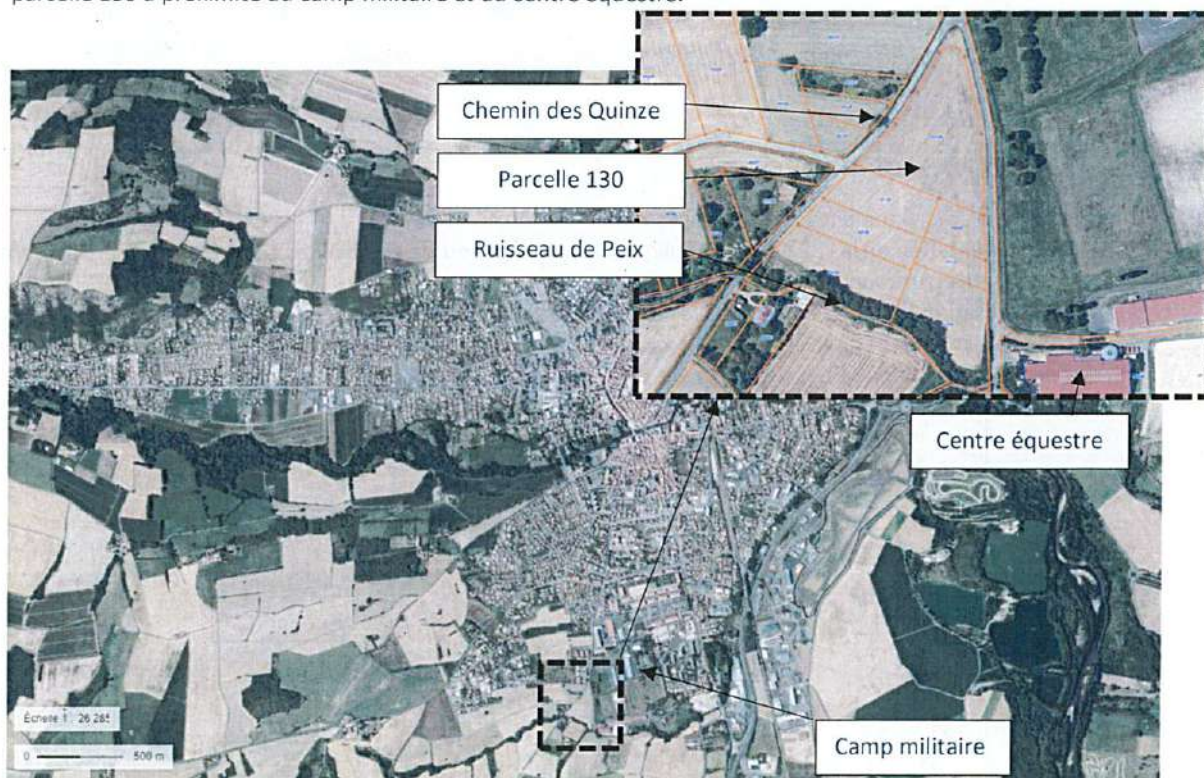


Figure 1: Emplacement du site de l'étude, Géoportail

## 2.2 PLAN DE PREVENTION AUX RISQUES INONDATION

D'après le Plan de Prévention aux Risques d'Inondation (PPRi) en cours de réalisation sur la commune d'Issoire, la zone d'étude se situe dans une zone inondable par débordement du ruisseau de Peix, comme le montre la figure ci-dessous.

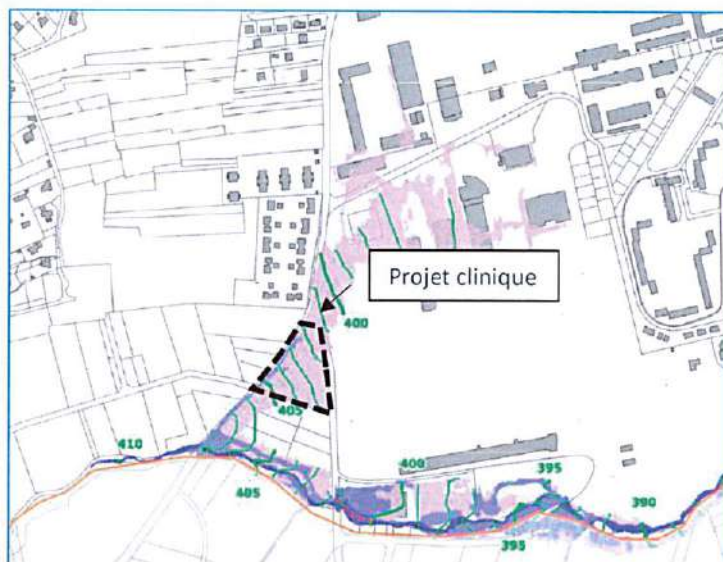


Figure 2 : extrait du zonage des aléas du futur PPRi de la commune d'Issoire

## 2.3 LES SCENARIOS PROPOSES

Trois scénarios d'aménagements sont envisagés :

- L'augmentation de la capacité hydraulique de l'ouvrage sous le chemin des Quinze par l'aménagement d'une ouverture supplémentaire (scénario n°1)
- La réalisation d'un fossé au sud de la parcelle 130 rejoignant le ruisseau de Peix (scénario n°2)
- La réalisation d'un fossé au sud de la parcelle 130 rejoignant le ruisseau de Peix avec l'ajout d'un bassin de rétention au point bas de la parcelle 130 (scénario n°3).

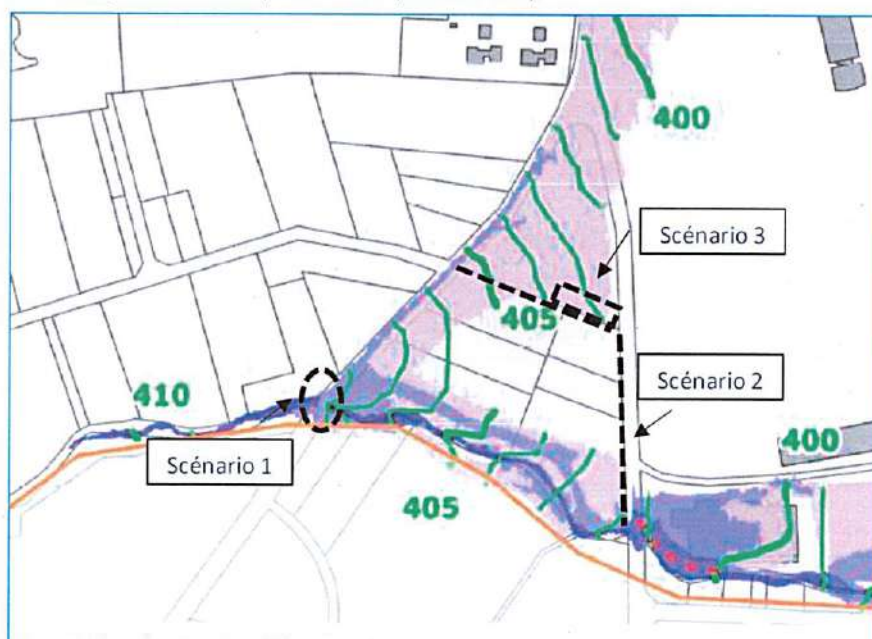


Figure 3 : Localisation des différents scénarios

### 3. ANALYSE HYDROLOGIQUE

Les débits retenus pour la présente étude sont les débits de référence de l'analyse hydrologique établie par Oteis lors de la réalisation du PPRI du ruisseau de Peix.

Le modèle hydrologique a été réalisé sur le logiciel HEC-HMS. Dans ce modèle, la transformation pluie-débit se base sur la méthode SCS (Soil Conservative Service). L'objectif de cette méthode est de définir la capacité du bassin à absorber la pluie, ce volume stocké ne sera pas restitué au cours d'eau. Cette méthode prend en compte un coefficient constant représentant la capacité d'infiltration. Il dépend notamment de la nature du sol, de la saturation des sols et de la végétation présente. La méthode SCS considère que l'infiltration varie linéairement avec le temps.

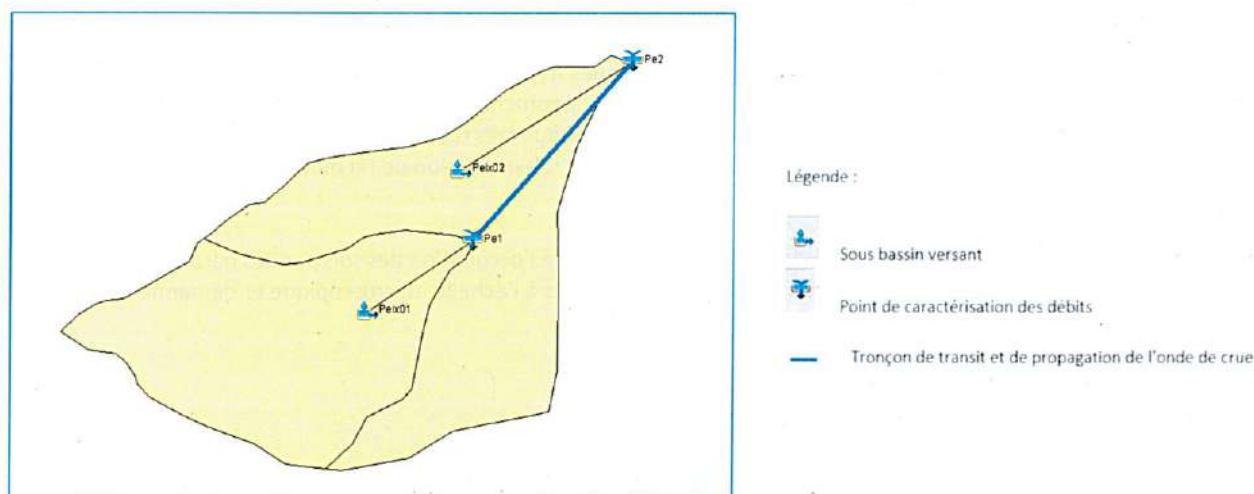


Figure 4 : découpe des bassins versants

| Sous bassin versant | Débit de pointe (m³/s) |        |         |
|---------------------|------------------------|--------|---------|
|                     | 10 ans                 | 30 ans | 100 ans |
| Peix01              | 2,3                    | 5,0    | 8,7     |
| Peix02              | 2,5                    | 4,7    | 7,7     |
| Point de débit      | Débit de pointe (m³/s) |        |         |
|                     | 10 ans                 | 30 ans | 100 ans |
| Pe1                 | 2,3                    | 5,0    | 8,7     |
| Pe2                 | 4,4                    | 8,8    | 14,6    |

Figure 5 : débits de pointe par sous bassin versant

## 4. MODELISATION HYDRAULIQUE

---

### 4.1 MODELISATION ETAT INITIAL

Le modèle utilisé pour la modélisation de l'état initial est celui réalisé lors de l'étude hydraulique du PPRI. Ce dernier a été réduit afin de modéliser uniquement la zone qui est étudiée afin de réduire les temps de calculs.

#### 4.1.1 Logiciel de modélisation

Le logiciel utilisé pour la modélisation hydraulique est HEC-RAS, de l'US Army Corps of Engineers.

Ce logiciel utilise un code de calcul bidimensionnel, calculant les champs de vitesses et les niveaux d'eau sur un domaine quelconque. Il résout les équations de l'hydraulique à surface libre (de Barré de Saint-venant) par la méthode des volumes finis, requérant au préalable une discrétisation spatiale du terrain naturel en mailles. Cette discrétisation permet de coller précisément à la géométrie des lits mineurs et majeurs et à leurs singularités.

Par rapport aux modélisations bidimensionnelles classiques (type éléments finis), l'approche proposée présente les avantages de la rapidité et de la robustesse. En effet l'approche bidimensionnelle traditionnelle impose de représenter la totalité des détails topographiques, ce qui conduit très rapidement à des modèles très lourds, tant du point de vue de la construction que des temps de calculs. L'exploitation de tel modèles est plus longue, donc plus coûteuse.

Par ailleurs HEC-RAS rend compte de la nature du terrain et de l'occupation des sols par des paramètres globaux de rugosité : les obstacles aux écoulements sont donc simulés à l'échelle macroscopique et demande un niveau de détail moindre.

#### 4.1.2 Construction du modèle

##### 4.1.2.1 Création du MNT

Le modèle hydraulique s'appuie sur un levé LIDAR réalisé en novembre 2020 et des profils en travers et des levés d'ouvrages réalisés en octobre 2020.

Le LIDAR a été « creusé » afin que le lit mineur soit correctement représenté dans le modèle qui est entièrement en 2D. Pour ce faire, les profils en travers levés par géomètre dans le cadre de l'étude hydraulique du PPRI ont été utilisés.

Un exemple du MNT avant et après modification est présenté ci-dessous :

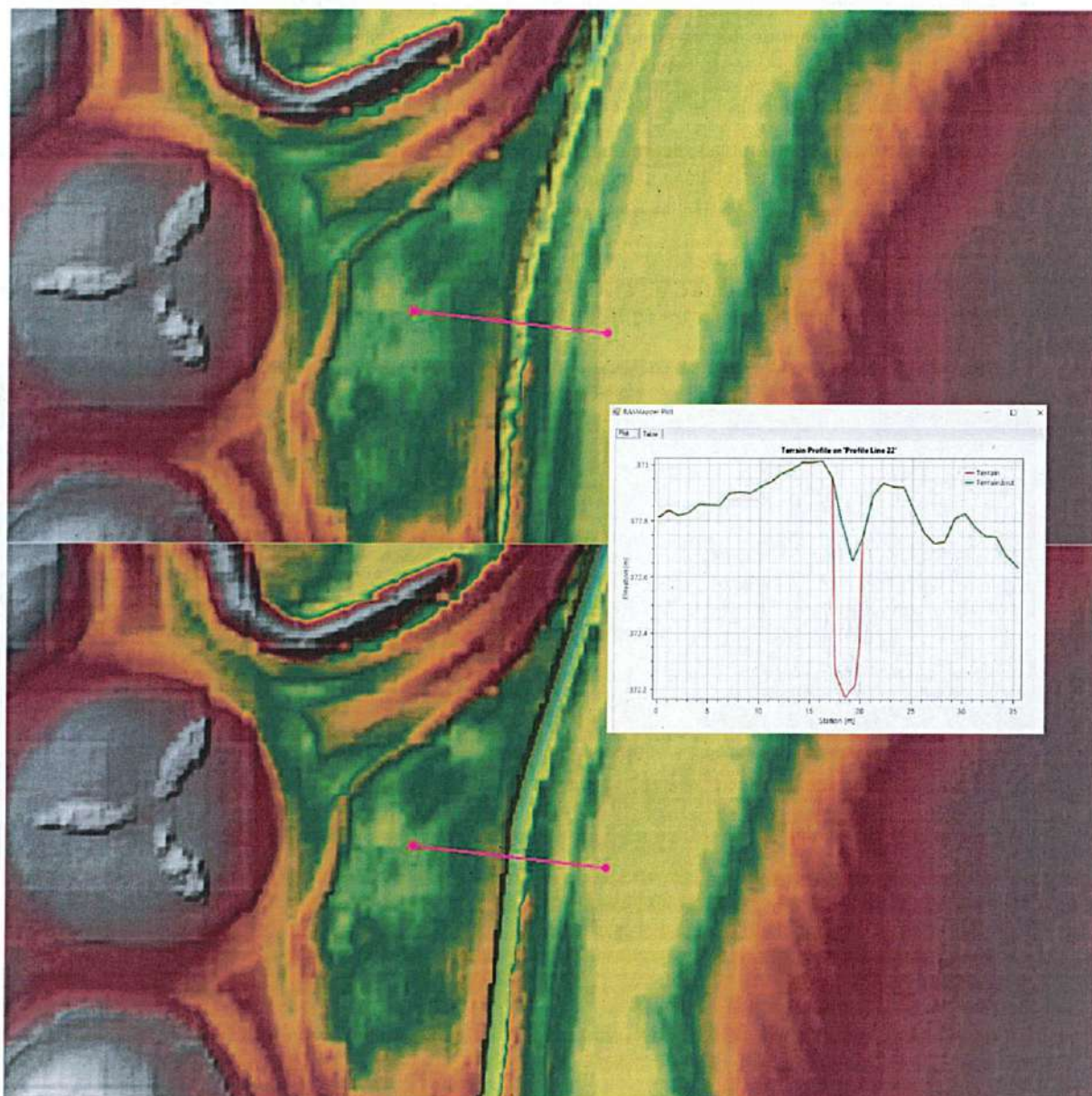


Figure 6 : exemple de MNT avant et après travail sur le lit mineur

#### 4.1.2.2 Création du maillage

Un maillage de 190 000 mailles a été créé. La taille des mailles est de l'ordre de 1 x 1 m à 3 x 3 m selon les zones. Cette discrétisation permet de décrire correctement les singularités et les écoulements, tout en conservant un temps de calcul respectable pour ce type de modèle (moins de 4h). Chaque maille est décrite par une loi hauteur/volume issue de l'exploitation du MNT.

Les reliefs caractéristiques (remblais, lits mineurs, ponts, routes, ...) sont également intégrés dans le modèle à l'aide de lignes de structure. Le maillage peut suivre en détail le relief naturel et celui aménagé artificiellement. Il est nécessaire que les faces des mailles soient alignées sur les particularités du terrain afin de mieux prendre en compte le relief.

Un exemple de maillage est présenté ci-après. On y distingue notamment les mailles du lit mineur, des routes et des parcelles à proximité du projet à 1m x 1m et les autres mailles 2D à 3m x 3m.

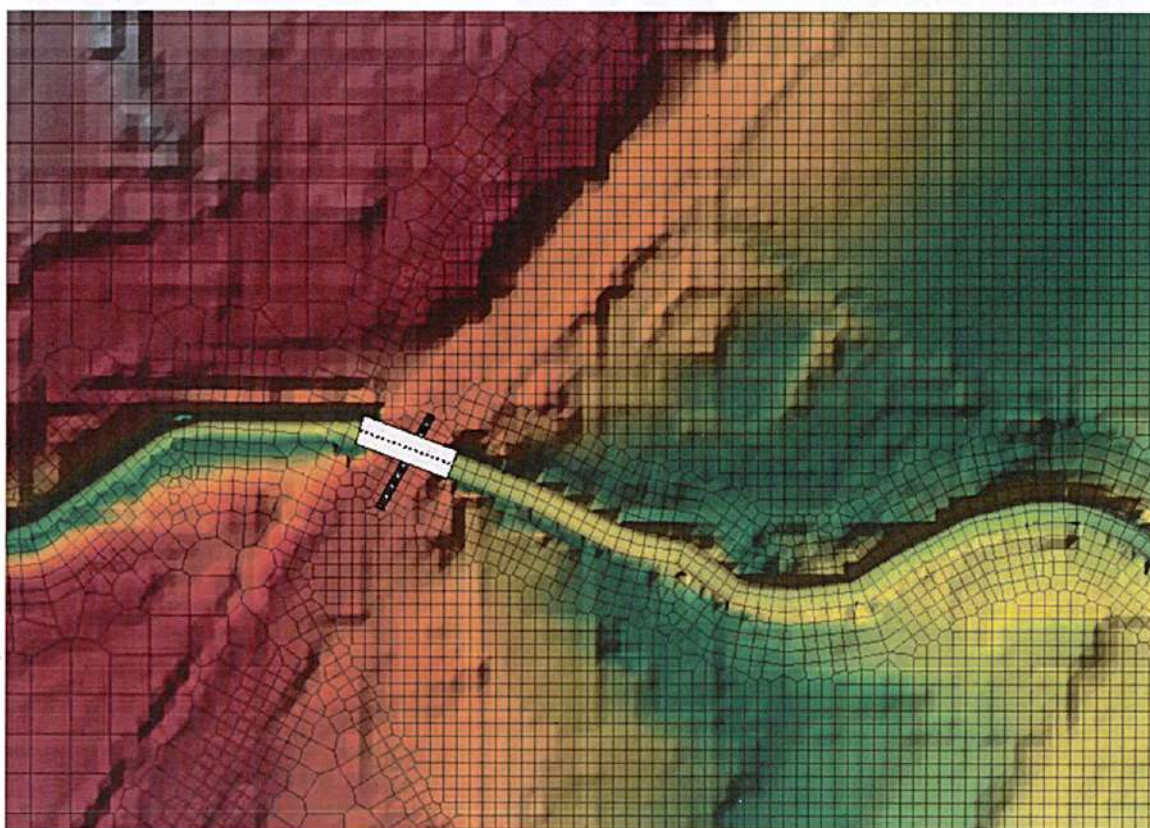


Figure 7: zoom sur une partie du maillage

#### 4.1.2.3 Prise en compte des ouvrages linéaires et transversaux

##### 4.1.2.3.1 Ouvrages linéaires

Il s'agit de remblais routiers ou autres. Ces ouvrages sont pris en compte dans le MNT et représenté finement dans le modèle par un maillage adapté (mailles plus petites et lignes de structures).

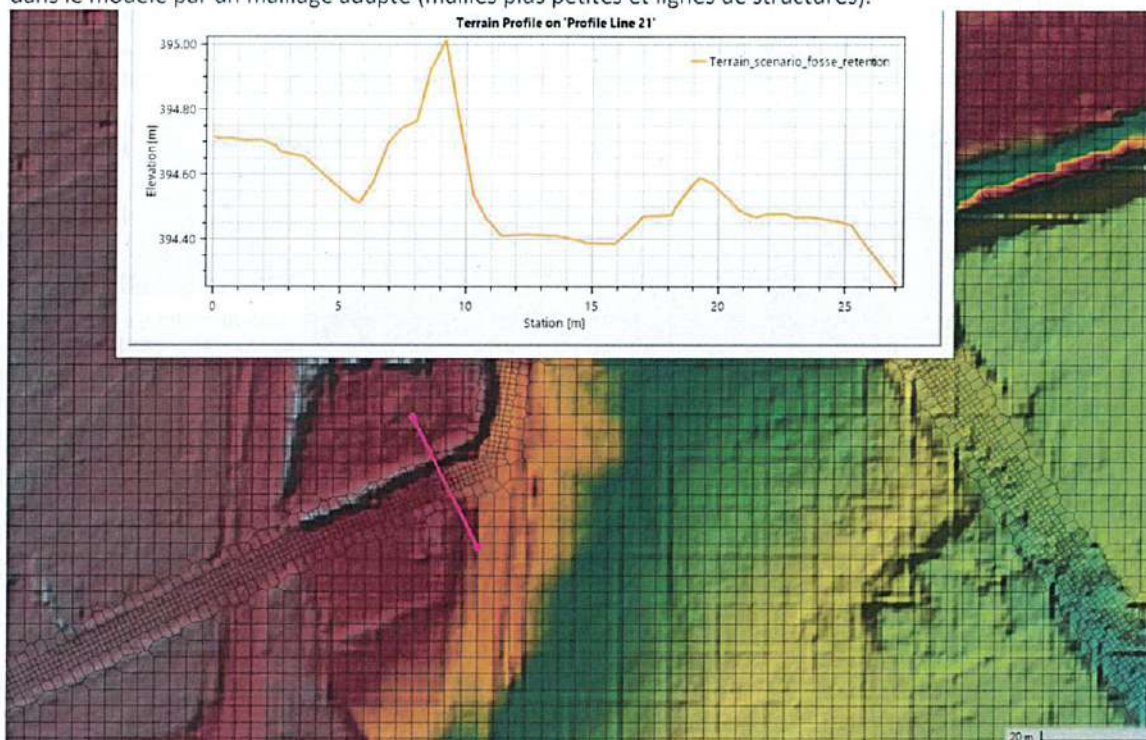


Figure 8 : exemple d'ouvrage linéaire

##### 4.1.2.3.2 Ouvrages transversaux

Il s'agit de tous les ouvrages traversant le cours d'eau type ponts, dalots, buses, seuils, etc. Ils sont intégrés au modèle 2D en tant qu'ouvrages.

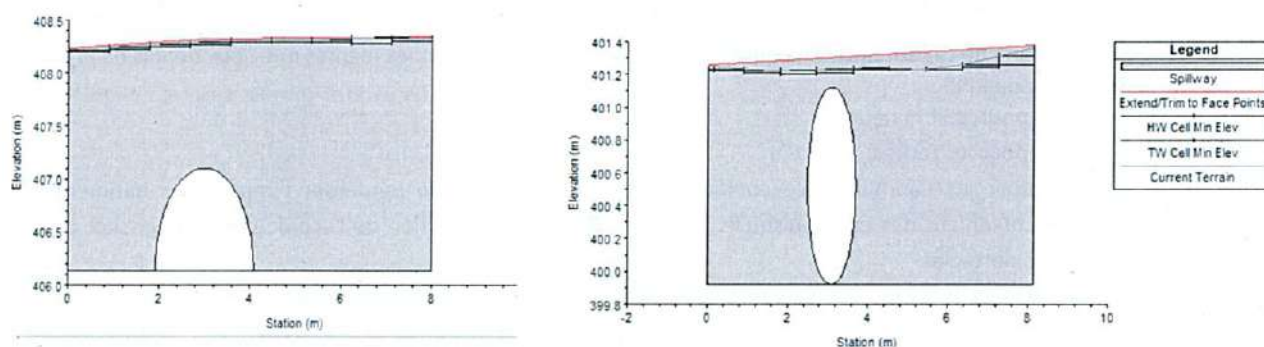


Figure 9 : exemple d'ouvrages hydrauliques intégrés dans le modèle

L'ouvrage cadre existant sous le chemin des Quinze est une arche de 2.2mx1.1mht environ.

#### 4.1.2.4 Conditions aux limites

La condition limite amont est un hydrogramme de crue défini lors de l'étude hydraulique et injecté directement sur l'emprise du modèle 2D.

La condition limite aval du modèle est définie par une hauteur normale. Elle correspond à la hauteur d'eau d'un écoulement permanent uniforme. Elle est fonction du débit, de la rugosité et de la pente moyenne. Cette hauteur normale est calculée directement dans le modèle à partir de la pente du fond du cours d'eau donnée.

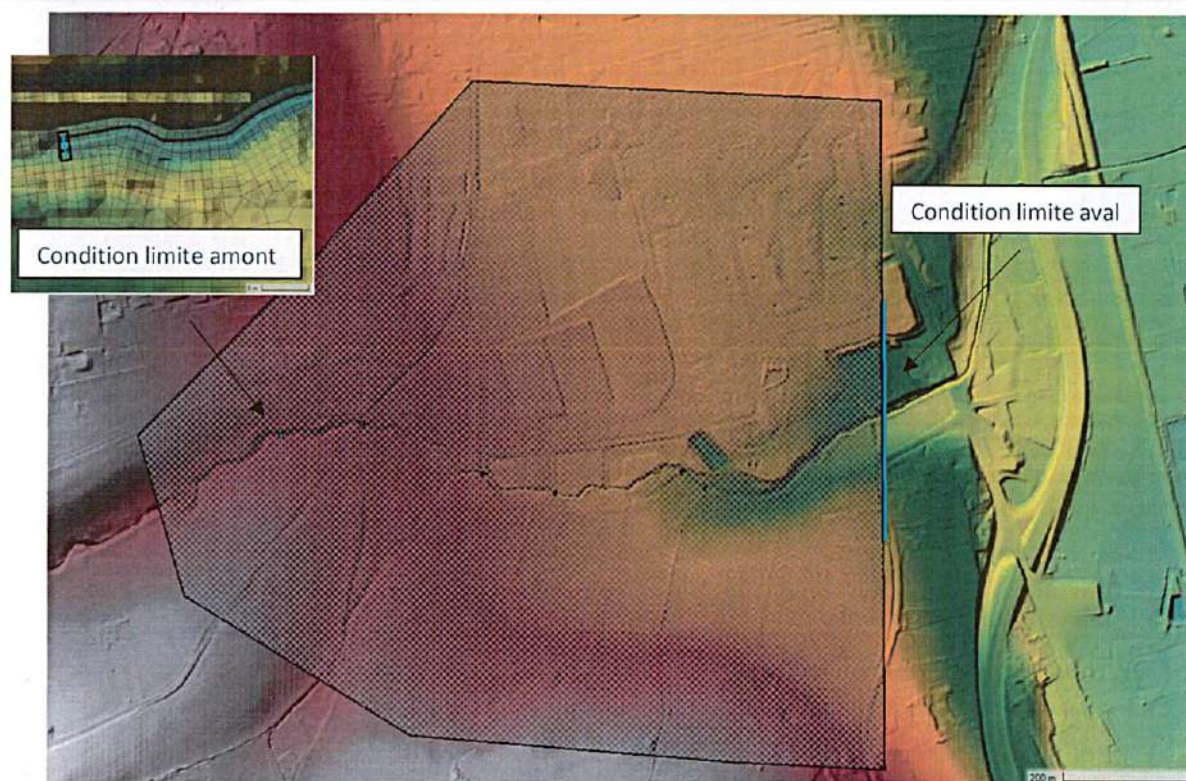


Figure 10 : localisation des conditions limites

#### 4.1.2.5 Coefficients de Manning

Les coefficients de rugosité pris en compte dans la présente étude sont les mêmes que ceux définis dans l'étude hydraulique du PPRI :

- 20 pour le lit mineur,
- 50 pour les routes,
- 1 pour les bâtiments : ce coefficient très faible permet de modéliser l'impact des bâtiments sur l'écoulement des eaux puisqu'ils peuvent influencer la direction de l'écoulement en agissant comme des obstacles.
- Entre 15 et 40 pour les ouvrages hydrauliques (buse, dalot, pont, passerelle, ...).

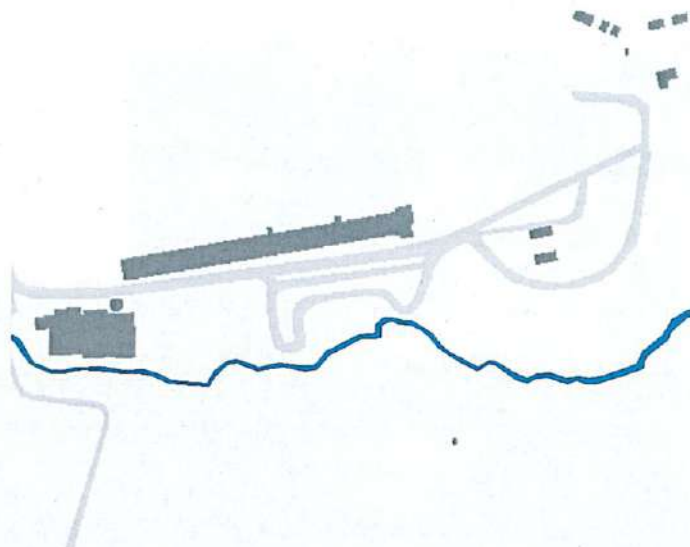


Figure 11 : Extrait de la couche Manning utilisé dans le modèle (en noir les bâtiments, en gris les routes et en bleu le cours d'eau)

#### 4.1.3 Résultats du modèle à l'état initial

Dans un premier temps, une simulation de la crue de centennale a été réalisée avec le MNT sans modification au droit de la parcelle projet. Les cartographies des vitesses d'écoulement et des hauteurs d'eau sont présentées dans les pages suivantes et en annexe. Les cartographies présentent les résultats bruts du modèle, c'est-à-dire sans le traitement cartographique (lissage, fusion des petits polygones, ...) qui a été réalisé pour l'établissement des cartes réglementaires du PPRI. C'est pourquoi des petites différences peuvent être observées entre les deux cartographies.

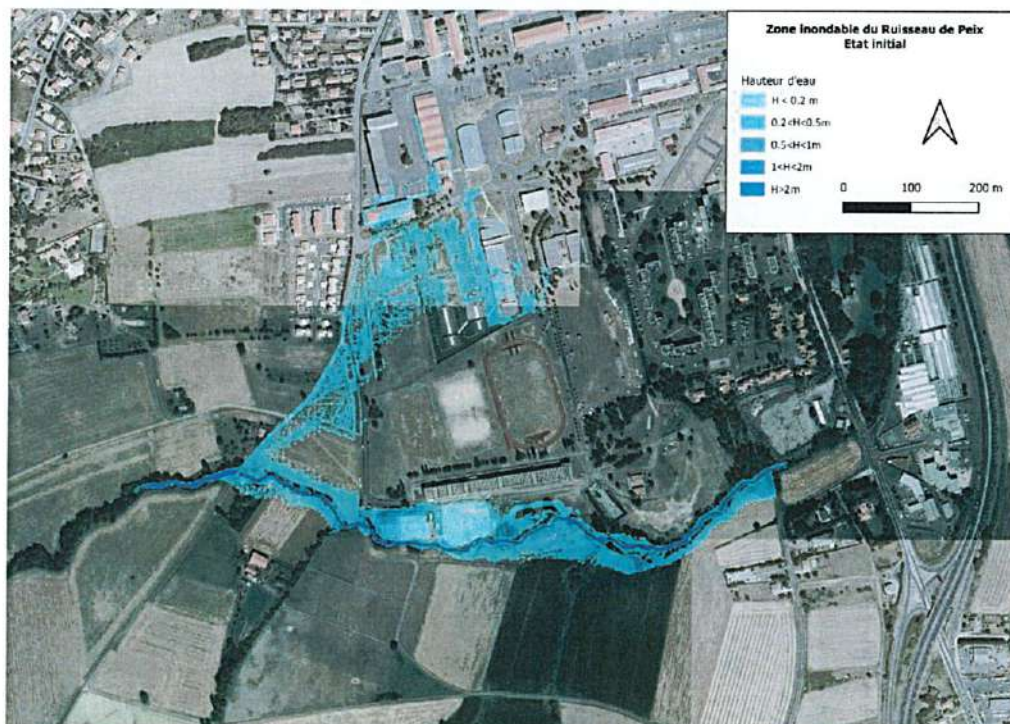


Figure 12 : carte des hauteurs d'eau Q100 pour le ruisseau de Peix à l'état initial

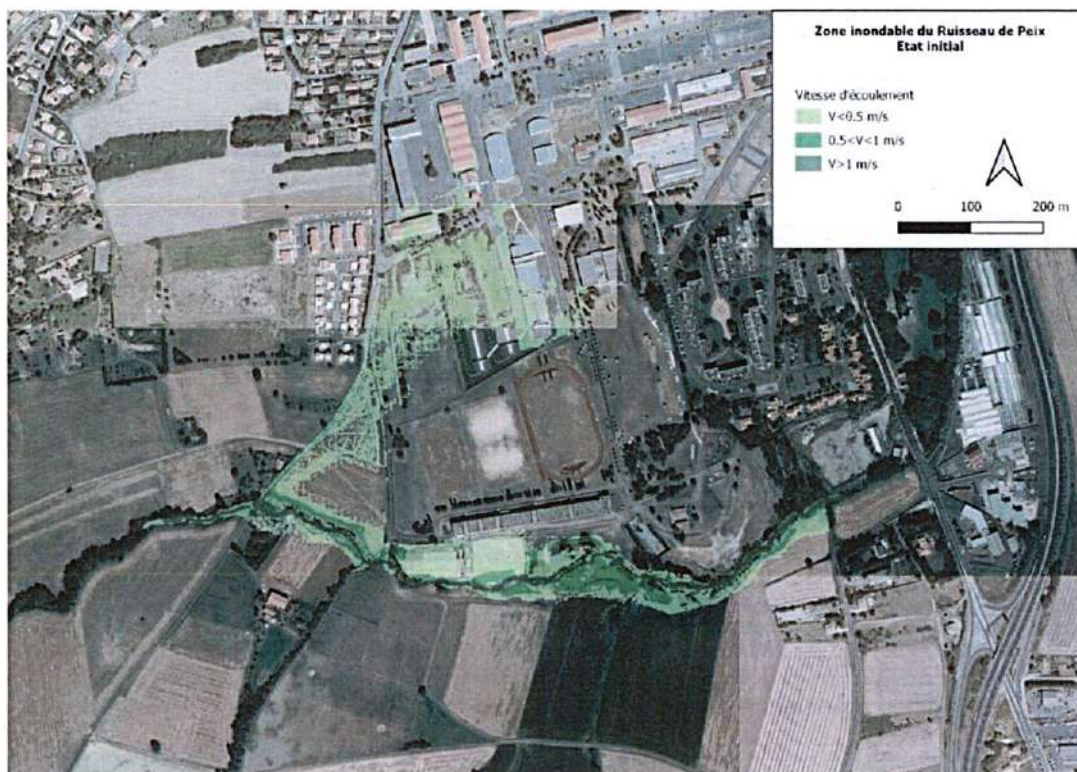


Figure 13 : carte des vitesses d'écoulement Q100 pour le ruisseau de Peix à l'état initial

Les résultats du modèle montrent que la parcelle concernée par la présente étude hydraulique est inondée pour la crue centennale. La hauteur d'eau est globalement inférieure à 10 cm sur le site. La vitesse est comprise entre 0.03 et 0.95 m/s. Le volume qui transite sur la parcelle et le chemin des Quinze est de 370 m<sup>3</sup>. Le débit de pointe est de 0.08 m<sup>3</sup>/s.

## 4.2 MODELISATION ETAT AMENAGE ET COMPARAISON AVEC L'ETAT INITIAL

### 4.2.1 Scénario 1 : augmentation de la capacité hydraulique sous le chemin des Quinze

#### 4.2.1.1 Construction du modèle

Le modèle de l'état initial a été repris et adapté pour ajouter un ouvrage cadre en parallèle de l'ouvrage existant sous le chemin des Quinze. Les paragraphes suivants détaillent les modifications apportées.

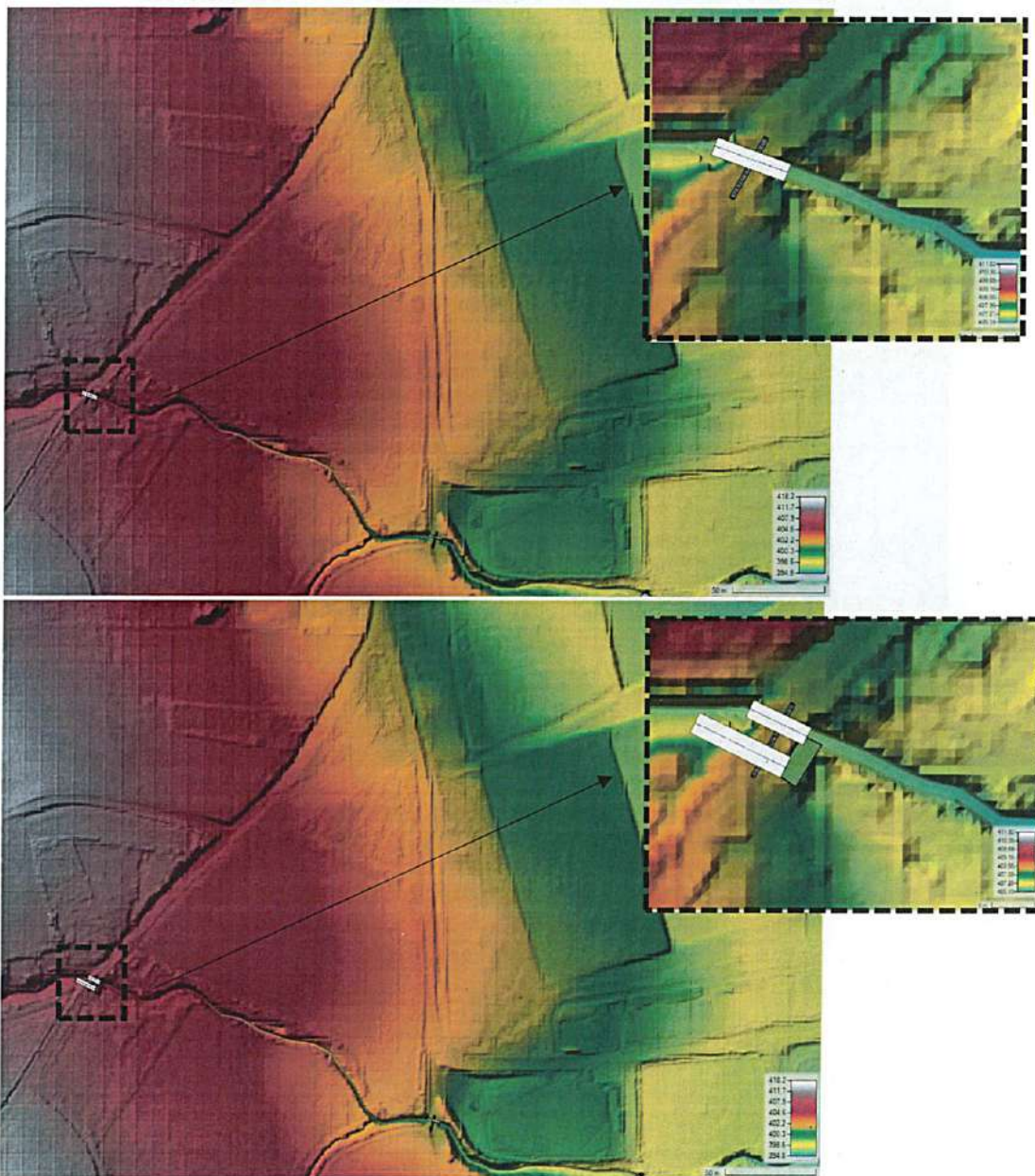


Figure 14 : Illustration du modèle état initial et du modèle du scénario 1

Afin de permettre d'augmenter la capacité hydraulique sous le chemin et de réduire les débordements vers la parcelle étudiée, un ouvrage cadre de 2.6m de largeur et 1.3m de hauteur a été ajouté. La pente du fil d'eau de l'ouvrage est de 1.5%. Pour cela, un terrassement le long du chemin des Quinze en aval de l'ouvrage a été calé à 406.1mNGF afin de coïncider avec le fil d'eau du ruisseau de Peix et de permettre le raccordement de l'ouvrage

projeté au lit de la rivière à l'aval. Des murs de soutènement seront nécessaires pour la réalisation de ce terrassement.

Les conditions aval sont peu favorables (jonctions entre l'ouvrage cadre et le lit mineur court et brusque), ce qui réduit la vitesse d'écoulement à l'aval. Faire une transition plus douce entre la sortie de l'ouvrage cadre supplémentaire et le lit de la rivière n'était toutefois pas possible du fait de la présence proche d'une propriété privée.



Figure 15 : localisation de l'ouvrage cadre préconisé

#### 4.2.1.2 Résultats du modèle en état aménagé et comparaison avec l'état initial

Les cartographies des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement issues de la modélisation sont présentées dans les figures suivantes et en annexe.

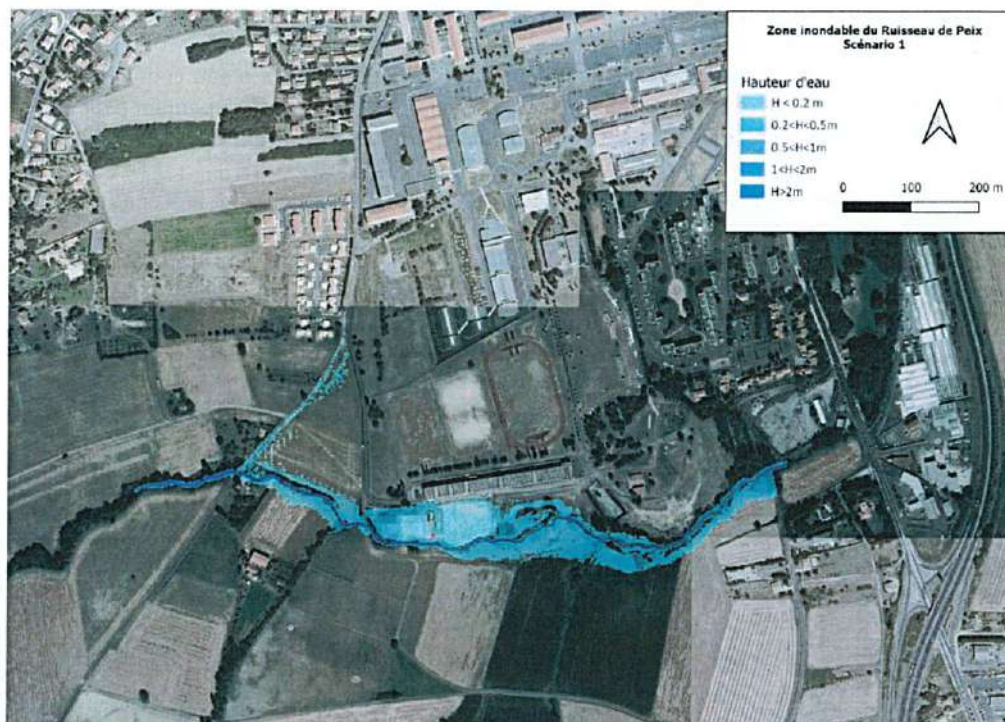


Figure 16 : carte des hauteurs d'eau Q100 pour l'état projet scénario 1



Figure 17: carte des vitesses d'écoulement Q100 pour l'état projet scénario 1

L'emprise de la zone inondable est diminuée en comparaison à l'état initial. Une partie importante de la parcelle étudiée sort de la zone inondable. Les hauteurs d'eau situées sur la parcelle étudiée sont au maximum de 3cm et sont au maximum de 0.1 m/s pour les vitesses d'écoulement (contre maximum 3 cm et 0.95 m/s pour l'état initial). Le volume qui transite sur la parcelle et le chemin des Quinze est de 1 m<sup>3</sup> et le débit de pointe est de 0.001 m<sup>3</sup>/s (contre 370 m<sup>3</sup> et 0.08 m<sup>3</sup>/s pour l'état initial).

Ce scénario ne permet pas répondre totalement à un objectif de mise hors d'eau complète de la parcelle. Cependant, mettre un ouvrage cadre d'une taille supérieure serait complexe techniquement (voir non réalisable) du fait du peu de place disponible. De plus, les écoulements vers la parcelle étudiée sont très faibles.

Une carte des différences des cotes de Plus Hautes Eaux (PHE) entre l'état initial et le scénario 1 est fournie ci-dessous :

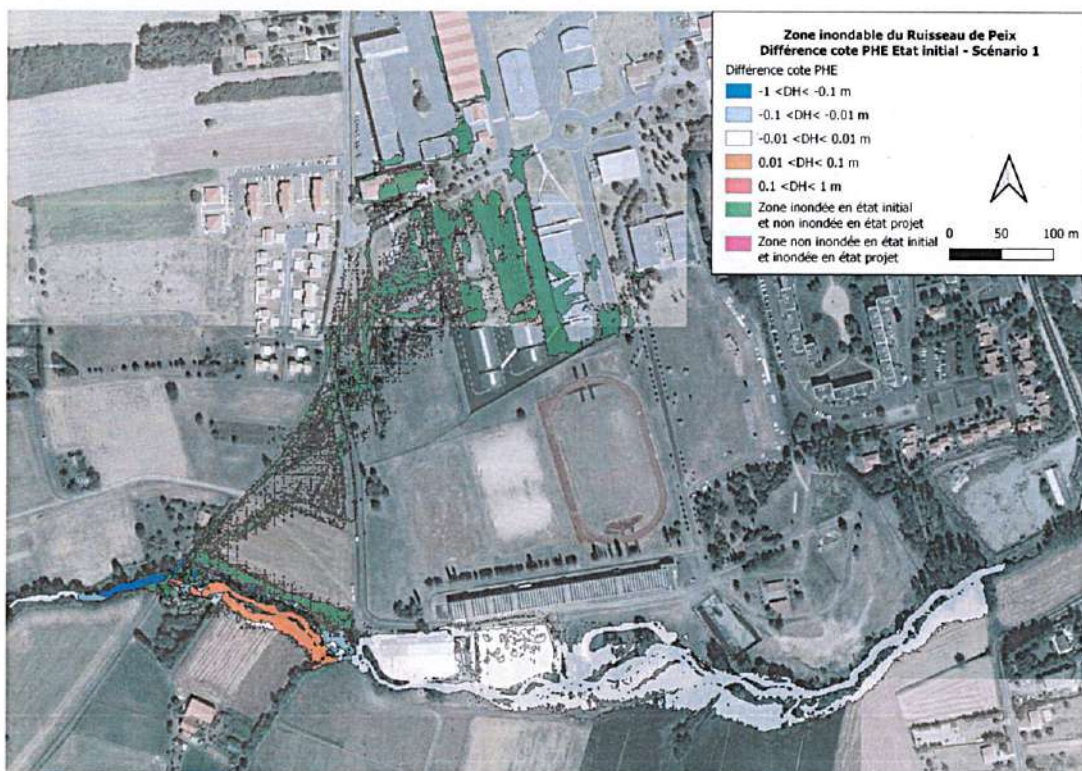


Figure 18 : carte des différences de cotes PHE entre l'état initial et l'état aménagé pour le scénario 1

Les zones représentées en vert sont les zones qui étaient initialement inondées et qui ne le sont plus et les zones roses sont celles qui n'étaient initialement pas inondées et qui le sont devenues.

L'augmentation de la capacité hydraulique sous le chemin des Quinze par l'ajout de l'ouvrage cadre permet de limiter les débordements vers la parcelle projet mais augmente le débit à l'aval de l'ouvrage dans le lit mineur et ses abords. La hauteur d'eau à l'aval de l'ouvrage est augmentée au maximum de 40 cm. Une augmentation de 4 cm est constatée au droit d'un bâtiment situé le long du ruisseau de Peix en aval de l'ouvrage.

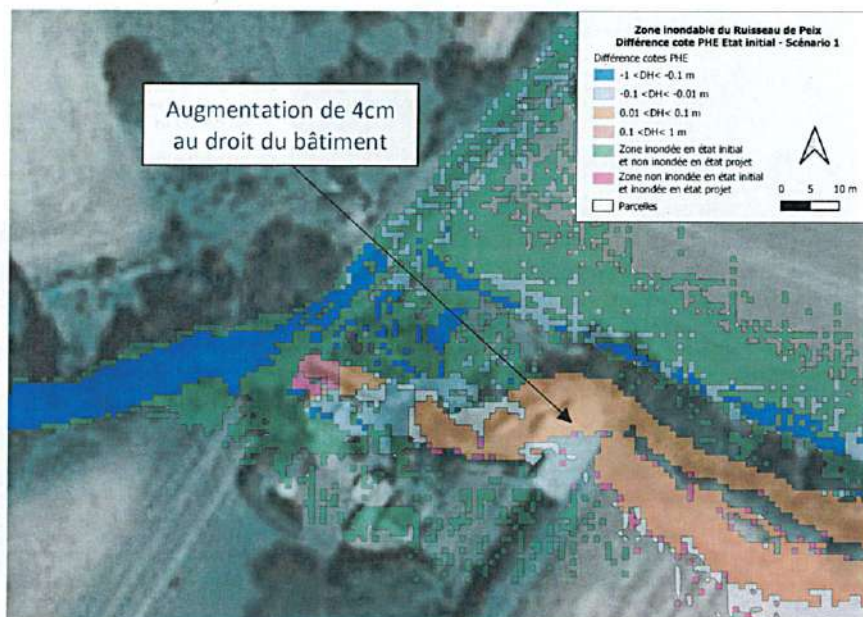


Figure 19 : différence des cotes PHE en aval de l'ouvrage préconisé

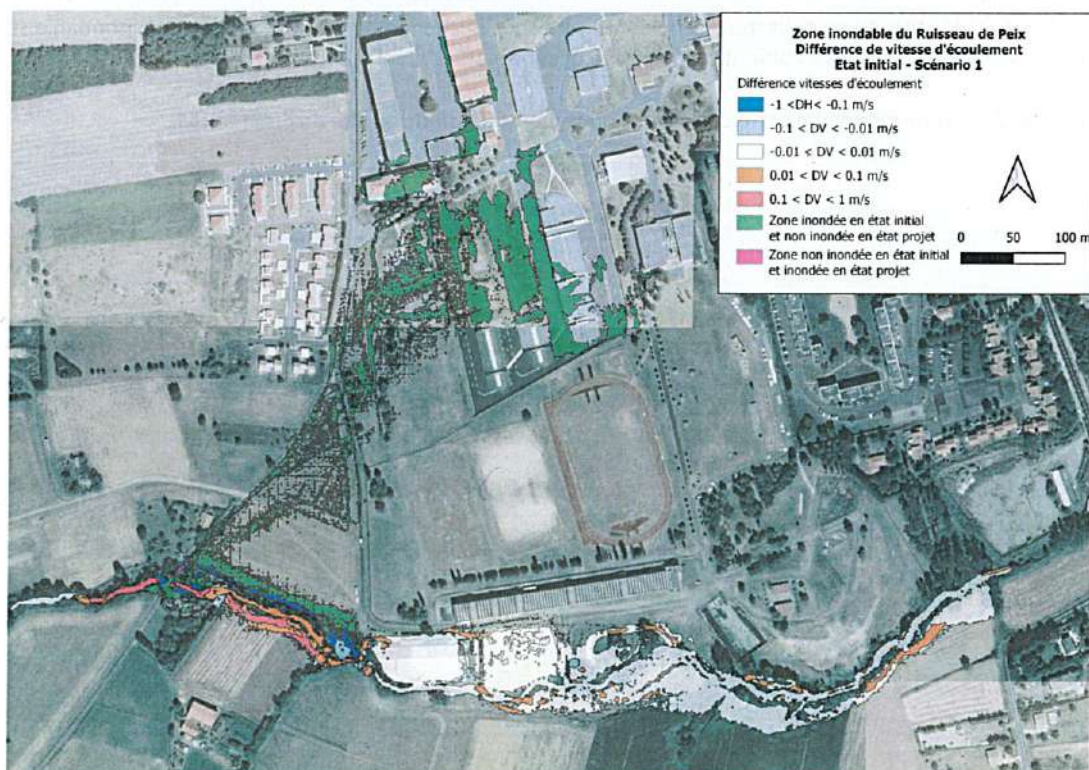


Figure 20 : carte des différences de vitesses d'écoulement entre l'état initial et l'état projet pour le scénario 1

En ce qui concerne les vitesses d'écoulement, il apparaît également qu'elles augmentent en aval de l'ouvrage suite à l'augmentation de la capacité hydraulique sous le chemin. L'augmentation est au maximum de 1.0 m/s.

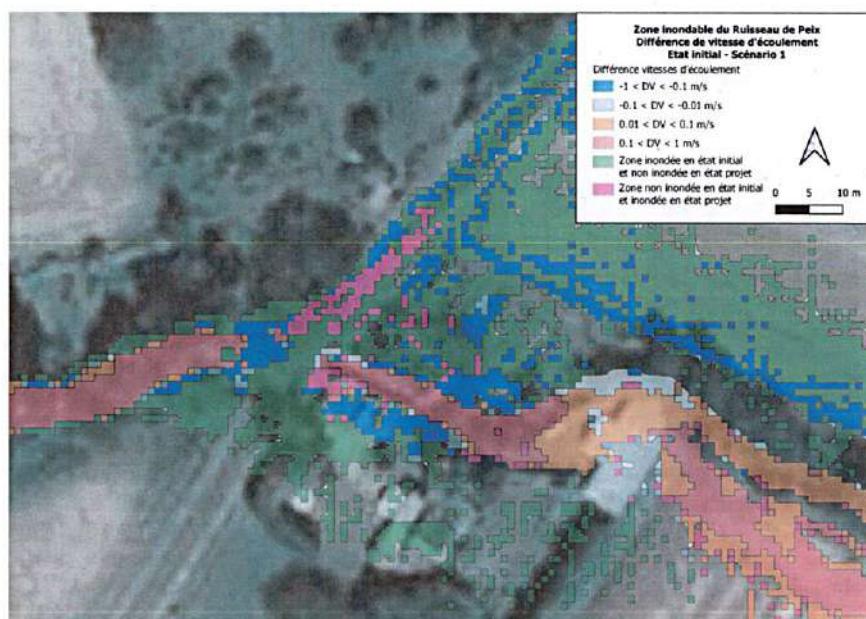


Figure 21: différences des vitesses d'écoulement en aval de l'ouvrage préconisé

L'incidence de la pose d'une ouverture supplémentaire sous le chemin des Quinze sur la zone inondable se fait ressentir sur environ 100 ml à l'amont de l'ouvrage et sur amont 200 ml à l'aval.

L'emprise de la zone inondable reste cependant quasiment identique à celle de l'état initial.

Les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement issues des résultats bruts des modélisations effectuées ont été croisées afin d'obtenir les aléas. La grille utilisée est celle du PPRI pour les cours d'eau à dynamique rapide.

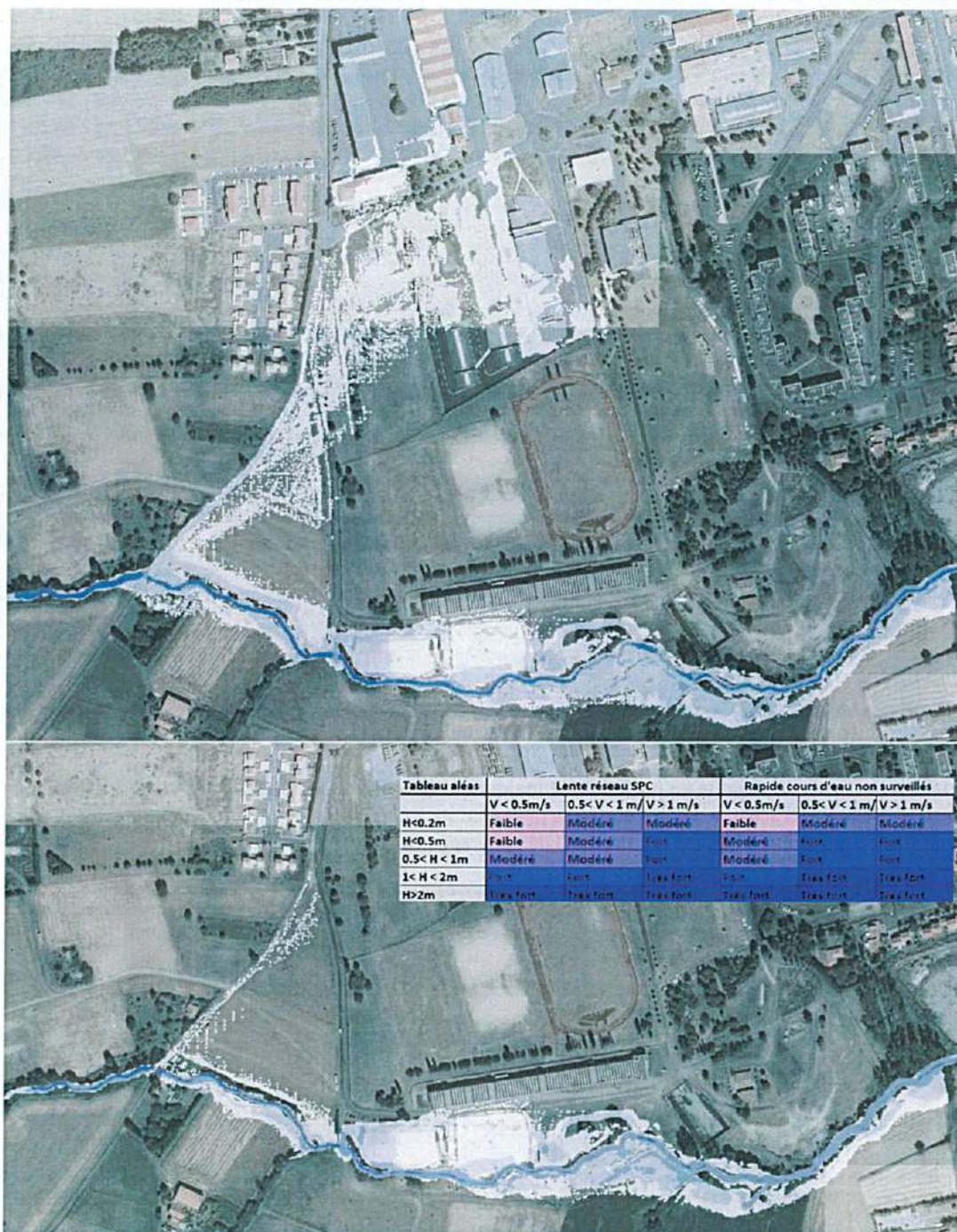


Figure 22 : carte des aléas des résultats bruts à l'état initial (en haut) et de l'état projet (en bas) pour le scénario 1

Les zones où une augmentation de l'aléa est observée sont représentées hachurées en rouge sur la figure ci-dessous tandis que les zones où une diminution de l'aléa est observée sont représentées hachurées en vert (les polygones de moins de 2 m<sup>2</sup> ont été retirés pour une meilleure lisibilité des résultats).

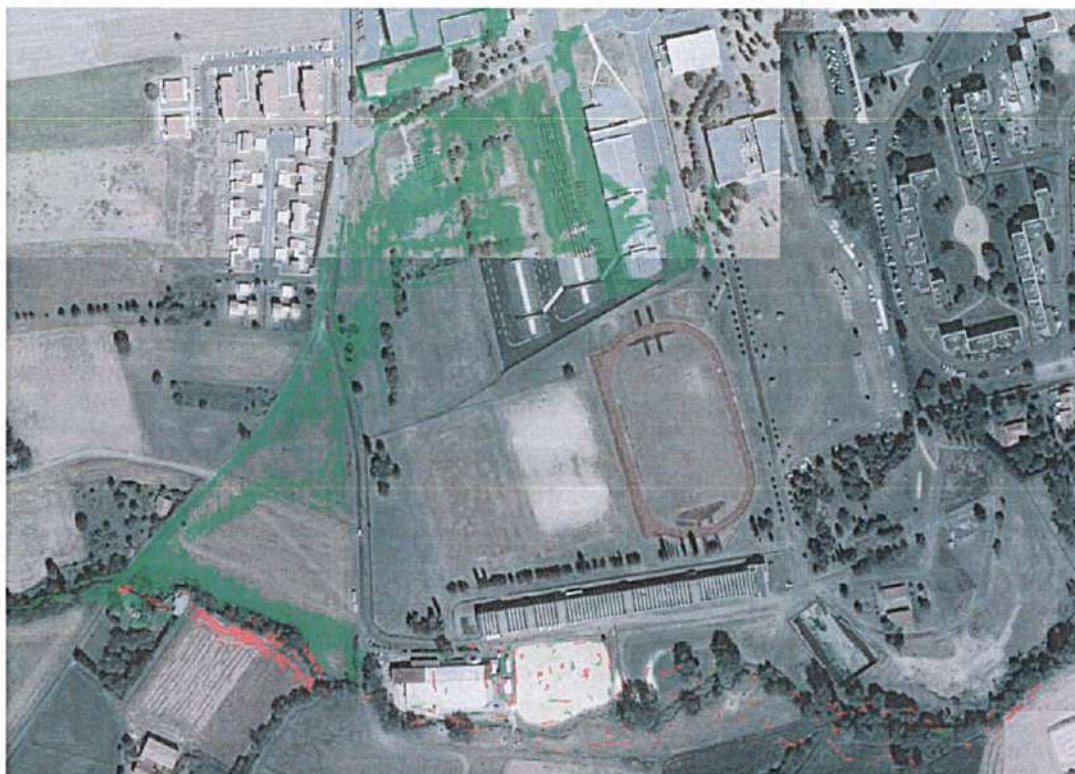


Figure 23 : carte des zones où l'aléa est augmenté ou diminué pour le scénario 1

Globalement l'aléa est diminué au niveau du lit majeur en rive gauche du ruisseau de Peix entre le chemin des Quinze et le chemin d'accès au centre équestre (parcelles agricoles, parcelle projet et camp militaire). L'aléa est augmenté en rive droite du Chapouillet en aval de l'ouvrage projeté.



Figure 24 : carte des zones où l'aléa est augmenté ou diminué pour le scénario 1 – zoom sur les enjeux en aval de l'ouvrage préconisé

#### 4.2.1.1 Estimation financière des travaux

L'estimation financière des travaux est présentée dans le tableau ci-dessous :

| Désignation                                            | Prix (€ HT)   |
|--------------------------------------------------------|---------------|
| Démolition, rabotage chaussée, terrassements, blindage | 6 000         |
| Remblais, chaussée                                     | 3 000         |
| Ouvrage cadre et murs de soutènement                   | 24 000        |
| <b>Total (€ HT)</b>                                    | <b>33 000</b> |
| Installation et frais généraux 10% (€ HT)              | 3 300         |
| Aléas 20% (HT)                                         | 6 600         |
| <b>Total y compris installation et aléas (€ HT)</b>    | <b>42 900</b> |

Les aléas pris en compte concernant les aléas travaux qui peuvent être liés par exemple à la nature des sols ou encore à la présence de réseaux. Les études amont, les investigations complémentaires (topographie, géotechnique, géoradar, ...) et la maîtrise d'œuvre ne sont pas comprises dans l'estimation financière des travaux.

#### 4.2.2 Scénario 2 : réalisation d'un fossé le long de la parcelle

##### 4.2.2.1 Construction du modèle

Le MNT de l'état initial a été modifié afin de creuser un fossé recueillant les écoulements arrivant sur la parcelle étudiée.

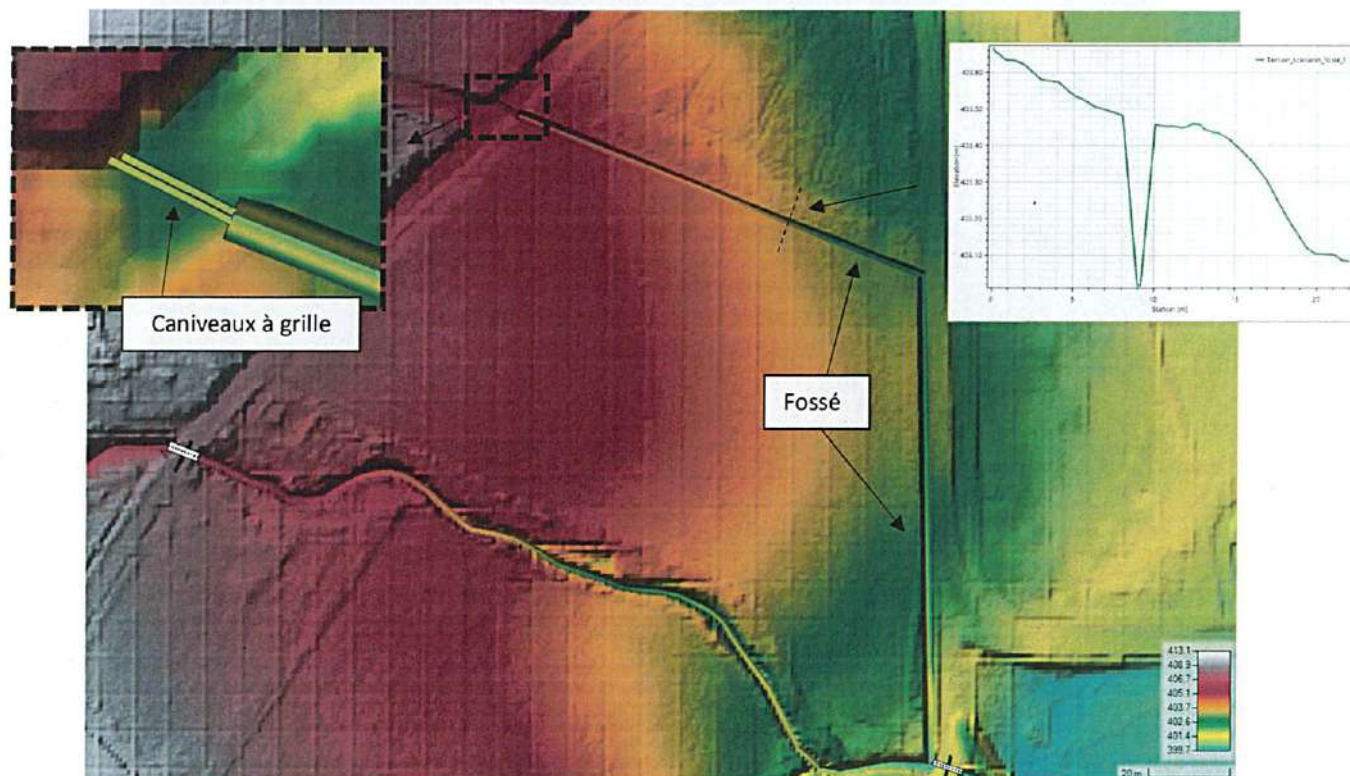


Figure 25 : MNT à l'état projet, scénario 2

Pour ce scénario, deux caniveaux à grille de 50cm de largeur ont été implantés au niveau du chemin des Quinze afin de récupérer les écoulements qui s'écoulent sur la route. Ces caniveaux rejoignent un fossé qui longe la parcelle projet afin de la mettre hors d'eau. Le débit qui transite dans le fossé est de  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les dimensions minimums du fossé sont les suivantes :

- Largeur en tête : 1.7 m
- Largeur en base : 0.1 m
- Hauteur : 0.4m
- Pente des talus : 2H/1V
- Pente : 0.5%

Certaines zones de ce fossé sont plus profondes et plus larges étant donné que la pente du terrain naturel n'est pas forcément homogène sur tout le linéaire du fossé.

#### 4.2.2.2 Résultats du modèle en état aménagé et comparaison avec l'état initial

Les cartographies des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement issues de la modélisation sont présentées dans les figures suivantes et en annexe. Il apparaît, ici, que la parcelle projet n'est plus située en zone inondable suite à l'aménagement de ce fossé.

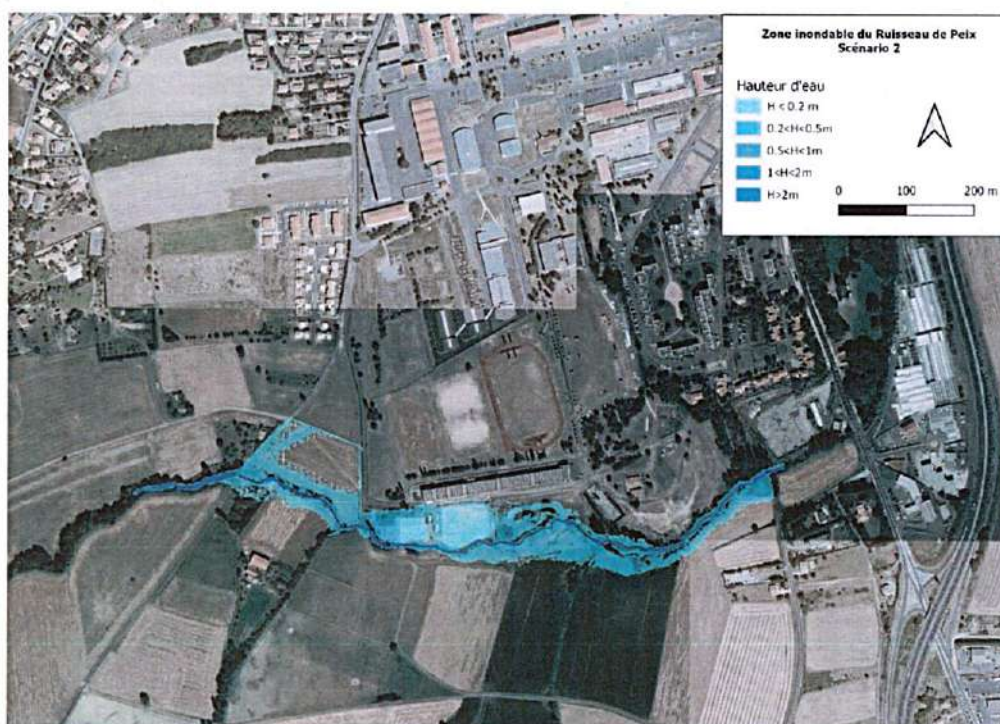


Figure 26 : carte des hauteurs d'eau à l'état aménagé pour le scénario 2



Figure 27 : carte des vitesses d'écoulement à l'état aménagé pour le scénario 2

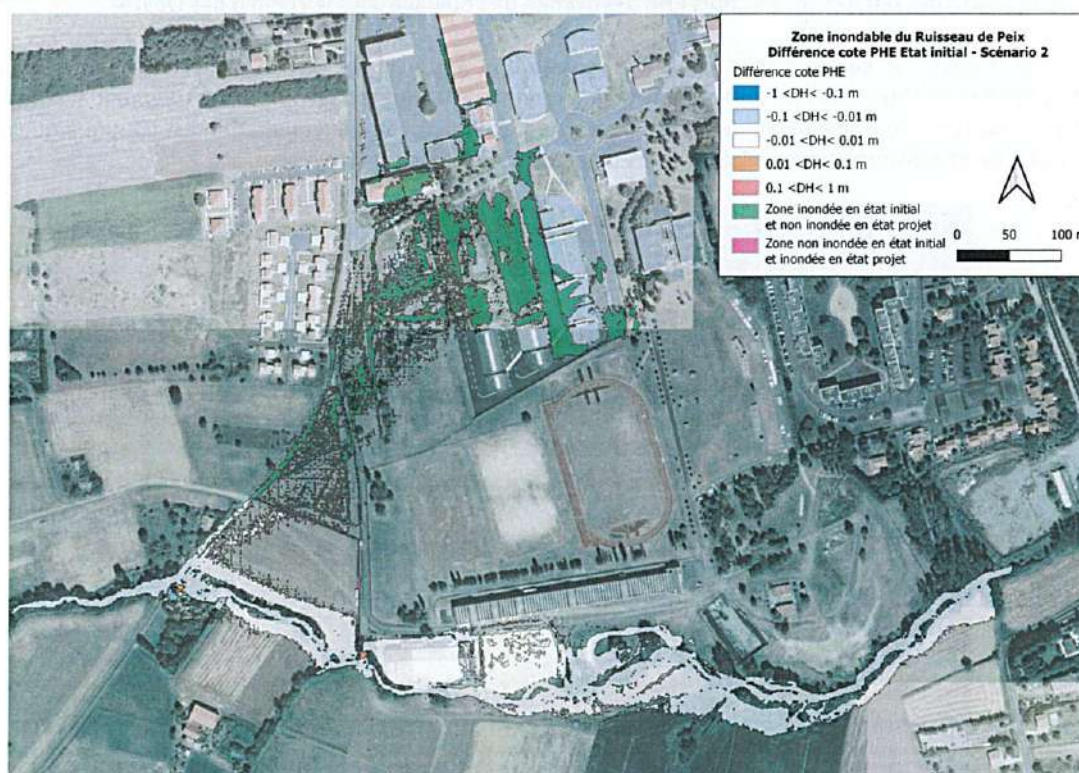


Figure 28 : carte des différences de cotes PHE entre l'état initial et l'état aménagé pour le scénario 2

Les différences de hauteurs d'eau sont notables au niveau de la parcelle à aménager, cette zone est inondée d'après le PPRI mais ne l'est plus suite à l'aménagement du fossé.

Des différences de hauteurs d'eau allant de -5cm à +10cm apparaissent à proximité de l'ouvrage existant sous le chemin des Quinze. Au droit de la parcelle privée ces différences sont positives avec une réduction de 0.01 à 0.03m de hauteur d'eau.

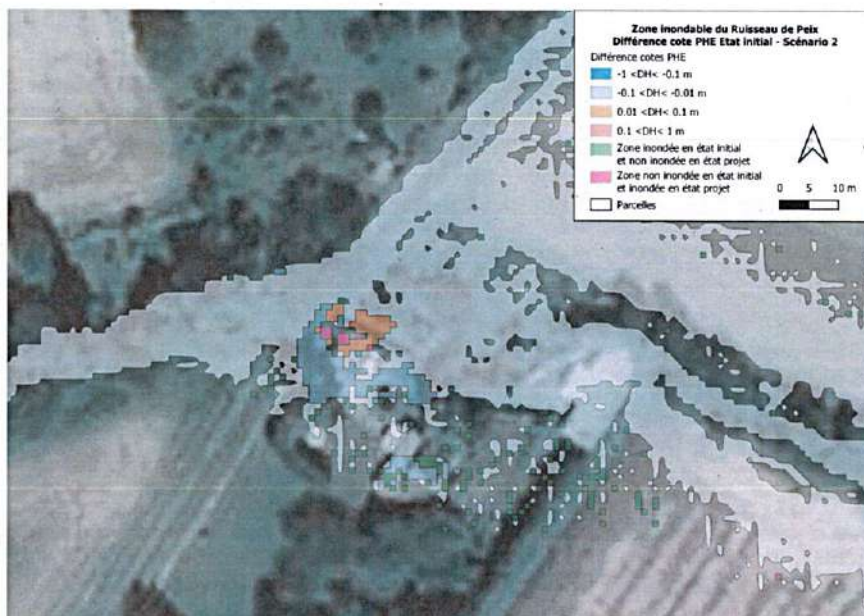


Figure 29 : carte des différences de cotes PHE à proximité de l'ouvrage sous le chemin des Quinze

Le fait de rediriger les eaux qui se stockaient au niveau du camp militaire vers le ruisseau de Peix a très peu d'influence sur les côtes PHE : on observe une augmentation de 0.04m au niveau du raccordement avec la buse en béton existante sous le chemin du centre équestre. Cependant cette augmentation est limitée à quelques dizaine de m<sup>2</sup> et est située à proximité du cours d'eau dans une zone sans enjeux.

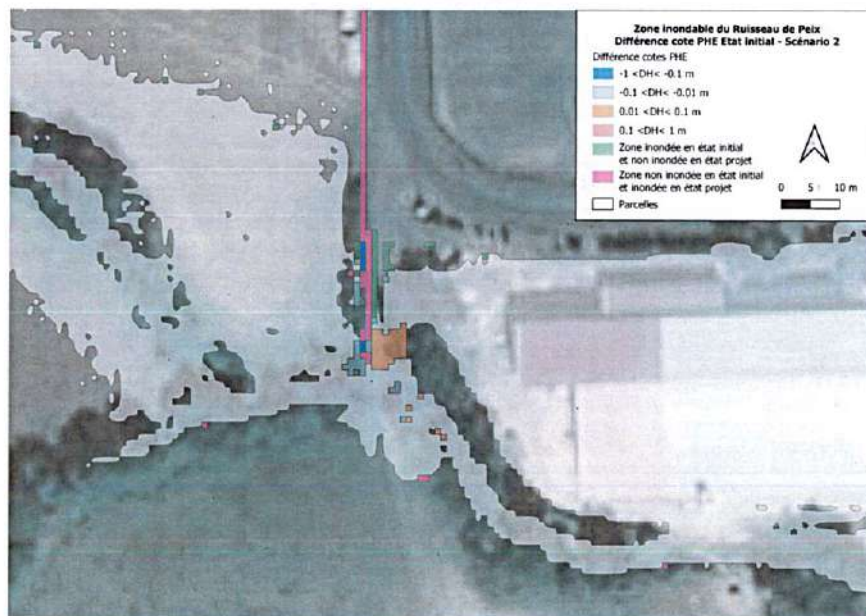


Figure 30 : carte des différences de cotes PHE à proximité du centre équestre

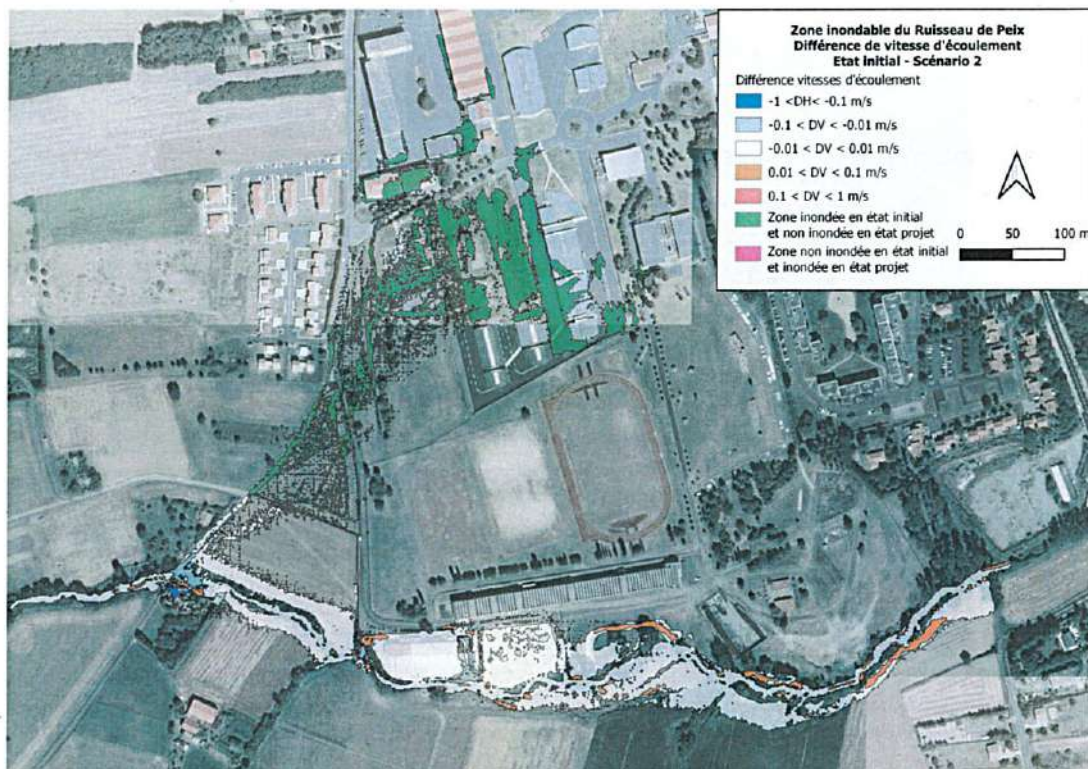


Figure 31 : carte des différences de vitesses d'écoulement entre l'état initial et l'état aménagé pour le scénario 2

En ce qui concerne les vitesses d'écoulement, on observe :

- Une faible augmentation des vitesses (maximum 0.8m/s) dans le lit mineur du ruisseau de Peix au niveau de l'ouvrage sous le chemin des Quinze.
- Une diminution des vitesses (jusqu'à 0.3m/s) en rive gauche et rive droite du ruisseau de Peix au niveau de l'ouvrage existant sous le chemin des Quinze.
- Une légère augmentation des vitesses à l'aval de la jonction du fossé projeté avec le ruisseau de Peix pouvant aller jusqu'à +0.05m/s

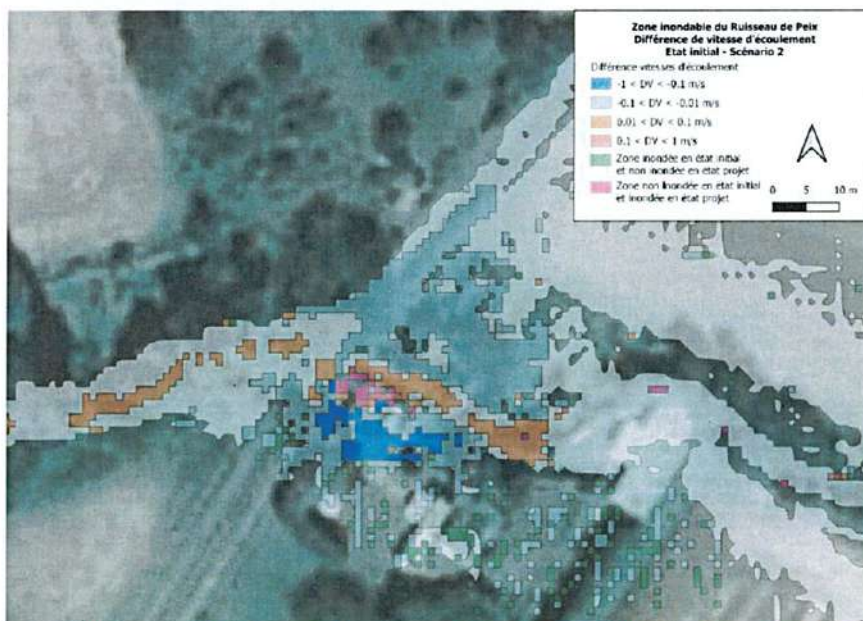


Figure 32 : carte des différences de vitesses d'écoulement à proximité de l'ouvrage sous le chemin des Quinze

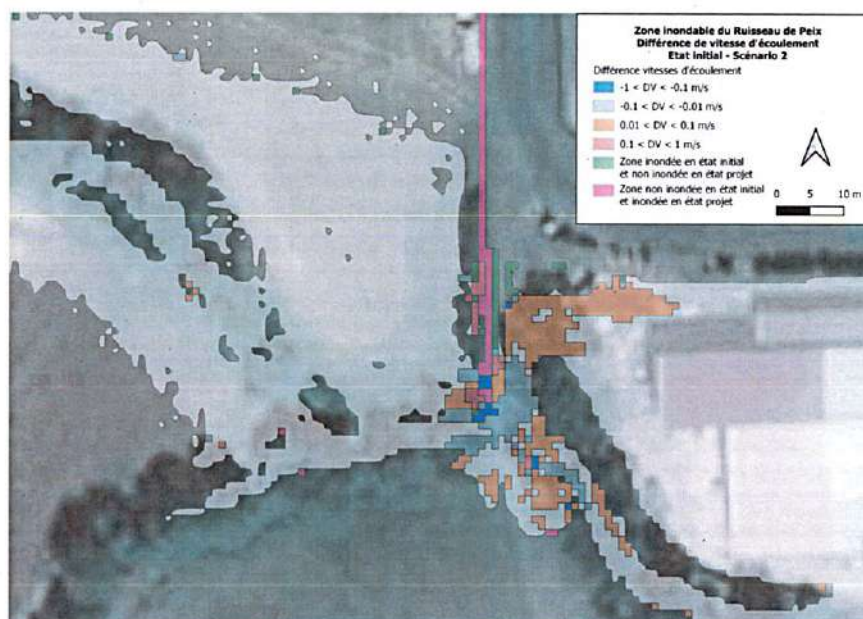


Figure 33 : carte des différences de vitesses d'écoulement à proximité du centre équestre

Les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement issues des résultats bruts des modélisations effectuées ont été croisées afin d'obtenir les aléas. La grille utilisée est celle du PPRI pour les cours d'eau à dynamique rapide.

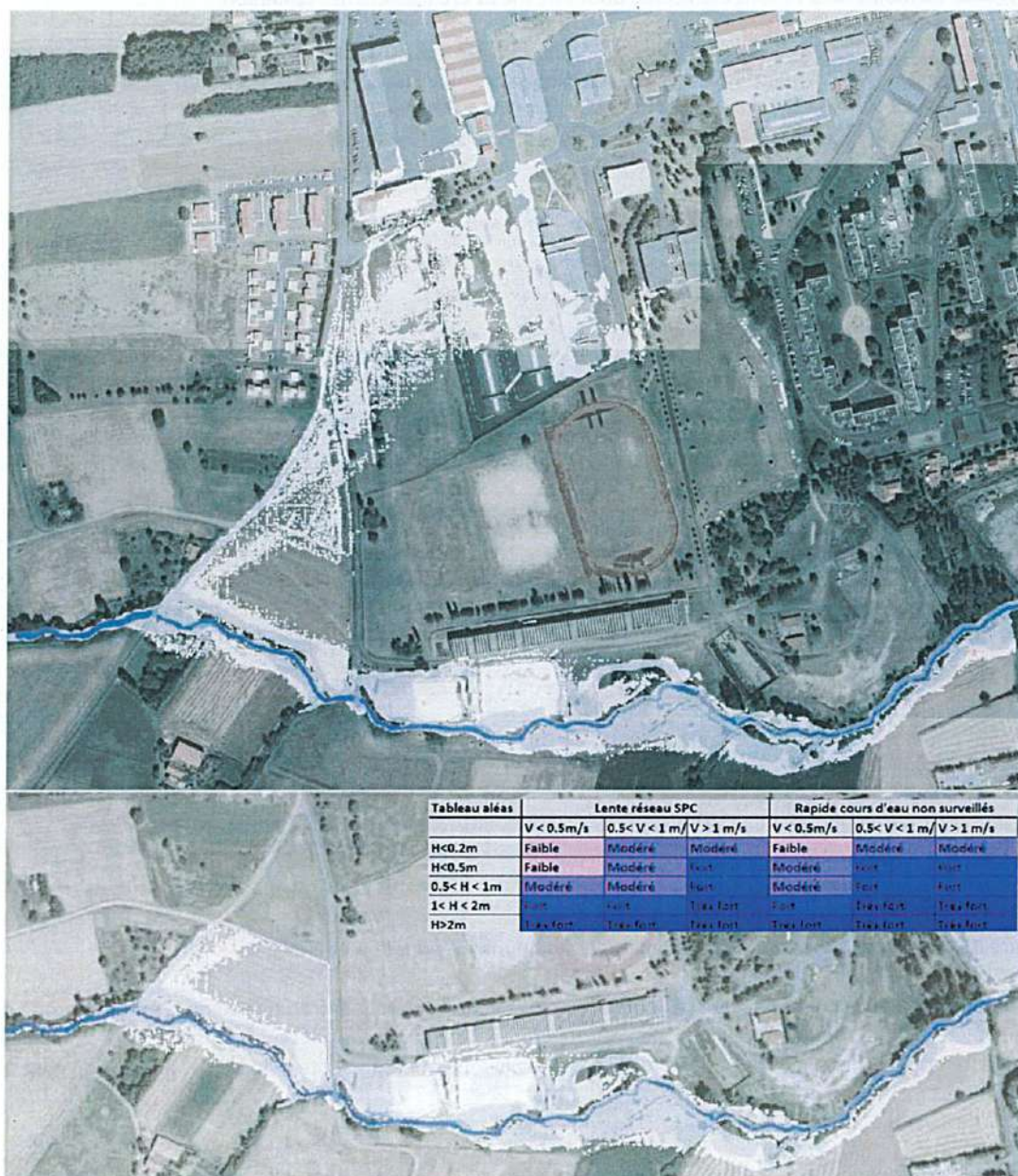


Figure 34 : carte des aléas des résultats bruts à l'état initial (en haut) et de l'état projet (en bas) pour le scénario 2

Les zones où une augmentation de l'aléa est observée sont représentées hachurées en rouge sur la figure ci-dessous tandis que les zones où une diminution de l'aléa est observée sont représentées hachurées en vert (les polygones de moins de 2 m<sup>2</sup> ont été retirés pour une meilleure lisibilité des résultats).



Figure 35 : carte des zones où l'aléa est augmenté ou diminué pour le scénario 2

Globalement l'aléa est diminué dans le lit majeur en rive gauche du ruisseau au niveau de la parcelle projet et du camp militaire. Il y a peu de zones où l'aléa est augmenté. Les polygones qui représentent les zones où l'aléa est augmenté ont des surfaces très petites (mis à part le polygone qui représente le fossé, les autres polygones font moins de 13 m<sup>2</sup>).

#### 4.2.2.3 Estimation financière des travaux

L'estimation financière des travaux est présentée dans le tableau ci-dessous :

| Désignation                                                          | Prix (€ HT)   |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Caniveau à grille (y compris terrassements, remblais, chaussée, ...) | 10 000        |
| Fossé enherbé                                                        | 6 000         |
| <b>Total (€ HT)</b>                                                  | <b>16 000</b> |
| Installation et frais généraux 10% (€ HT)                            | 1 600         |
| Aléas 20% (HT)                                                       | 3 200         |
| <b>Total y compris installation et aléas (€ HT)</b>                  | <b>20 800</b> |

Les aléas pris en compte concernant les aléas travaux qui peuvent être liés par exemple à la nature des sols ou encore à la présence de réseaux. Les études amont, les investigations complémentaires (topographie, géotechnique, géoradar, ...) et la maîtrise d'œuvre ne sont pas comprises dans l'estimation financière des travaux.

#### 4.2.3 Scénario 3 : création d'un bassin de rétention

##### 4.2.3.1 Construction du modèle

Le MNT du scénario 2 a été modifié afin d'ajouter un bassin de rétention au fossé receillant les écoulements arrivant sur la parcelle.

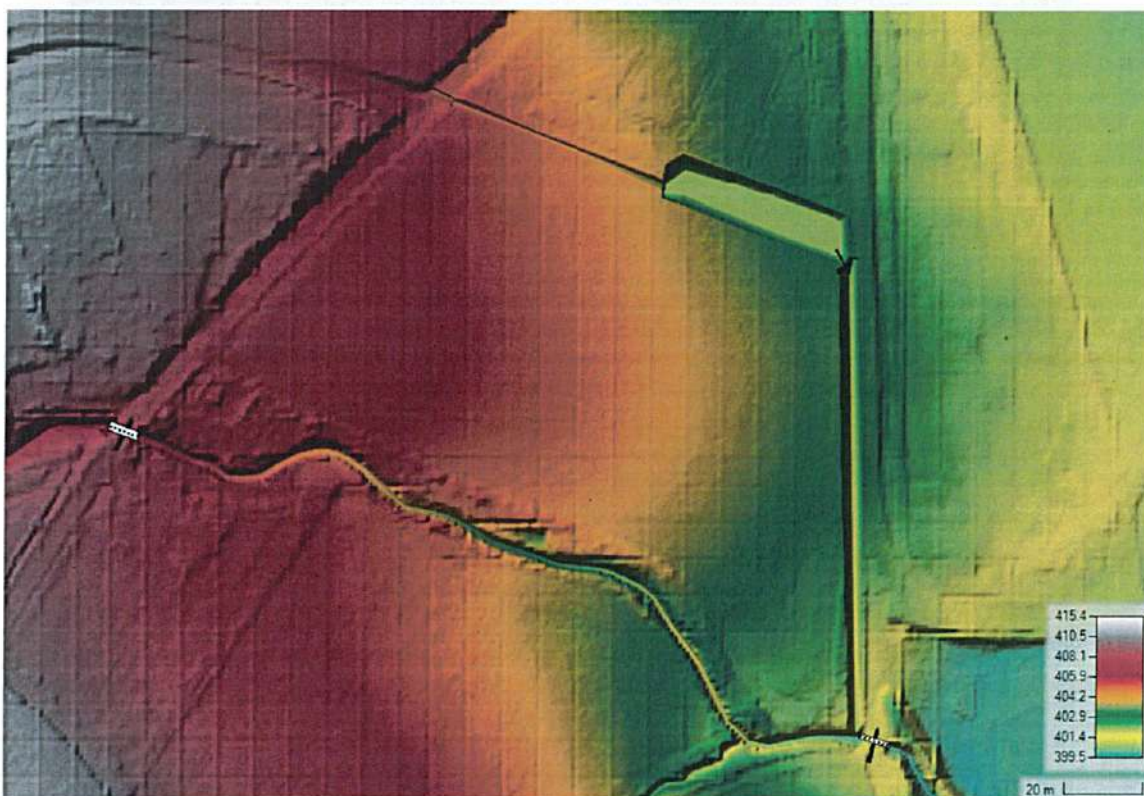


Figure 36 : Illustration du modèle du scénario 3

Pour ce scénario, un bassin de rétention a été ajouté au niveau du point bas de la parcelle projet. L'objectif du bassin de rétention est de freiner les écoulements qui arrivent sur la parcelle étudiée avant de les restituer au ruisseau de Peix un peu plus en aval. Le débit de fuite du bassin de rétention est de  $0.008 \text{ m}^3/\text{s}$  tandis que le débit entrant est de  $0.08 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les dimensions du fossé restent identiques à celles du scénario 2. Les dimensions minimums du bassin de rétention sont les suivantes :

- Volume utile :  $330 \text{ m}^3$
- Hauteur de la revanche : 20 cm
- Hauteur utile : 0.8 m
- Pente des talus : 2H/1V
- Orifice de sortie : DN 100

#### 4.2.3.2 Résultat du modèle aménagé et comparaison avec l'état initial

Les cartographies des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement issues de la modélisation sont présentées dans les figures suivantes et en annexe. Tout comme le scénario 2, la parcelle étudiée sort de la zone inondable.

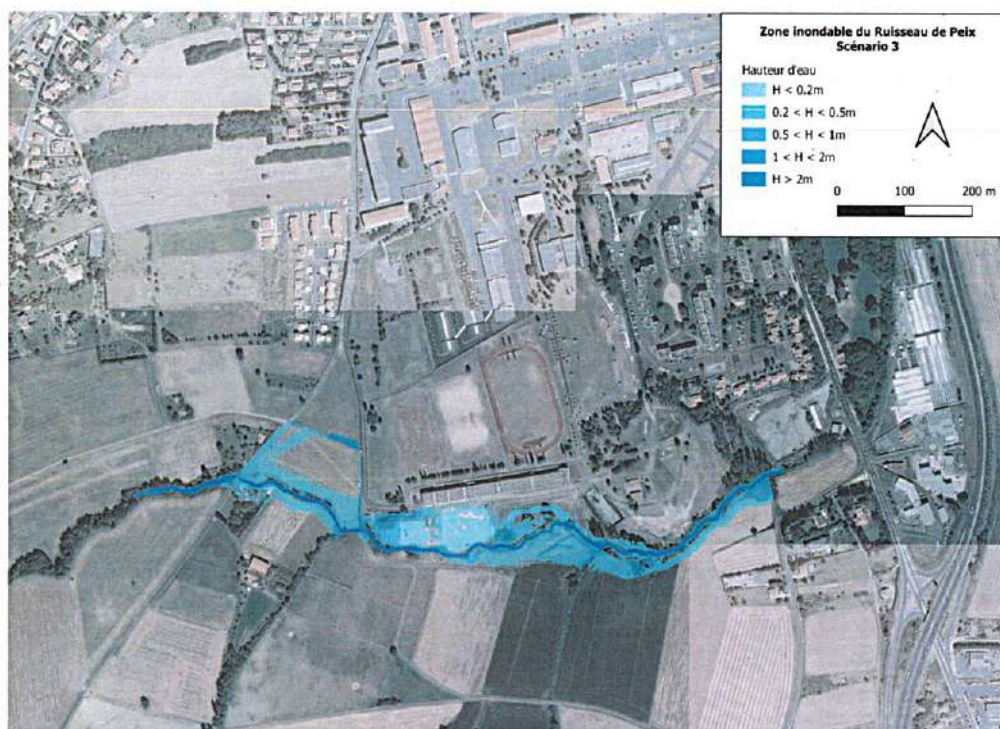


Figure 37 : carte des hauteurs d'eau à l'état aménagé pour le scénario 3



Figure 38 : carte des vitesses d'écoulement pour le scénario 3

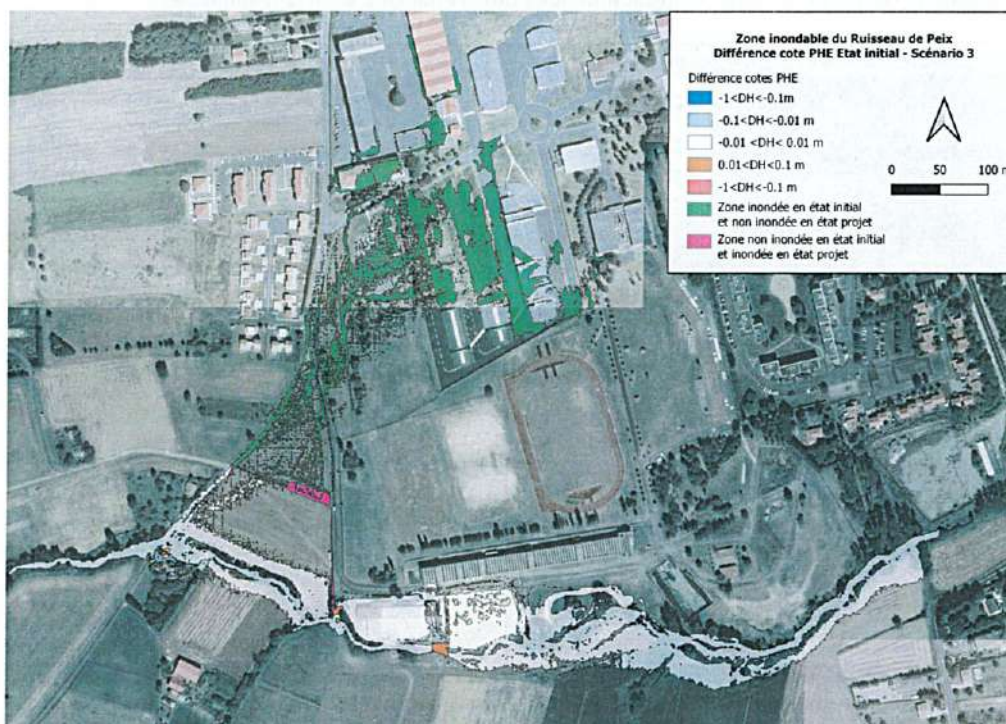


Figure 39 : carte des différences de cotes PHE entre l'état initial et l'état aménagé pour le scénario 3

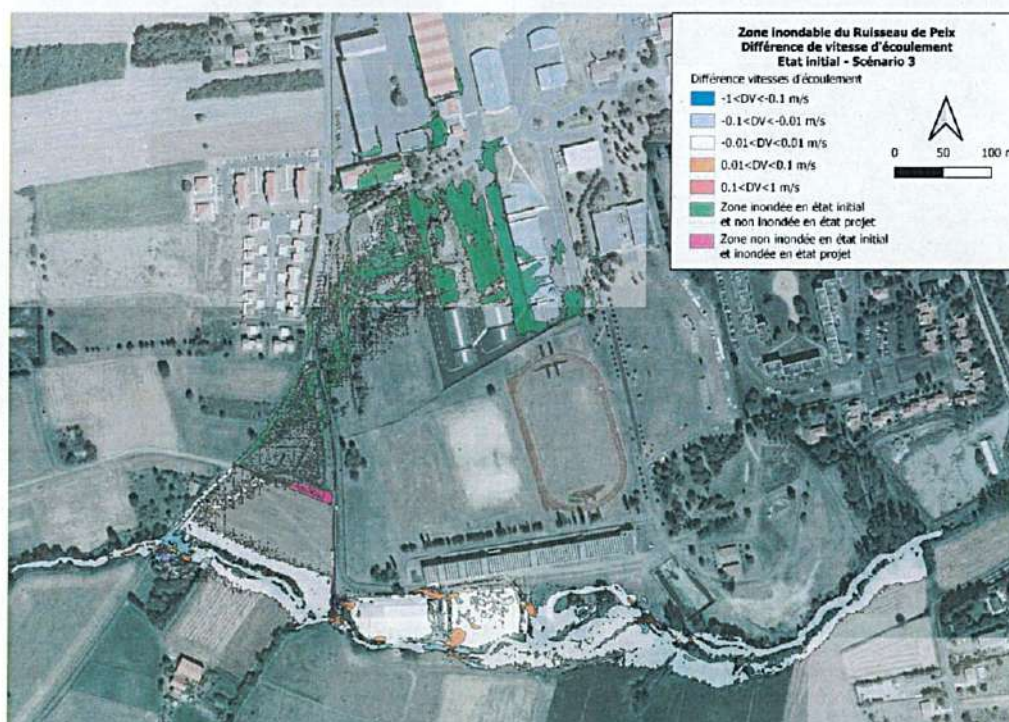


Figure 40 : carte des différences de vitesses d'écoulement entre l'état initial et l'état aménagé pour le scénario 3

[illegible]

ETUDE HYDRAULIQUE SUR LE RUISSEAU DE PIEX A ISSOIRE

L'ajout d'un bassin de rétention ne modifie que très peu les conditions hydrauliques à l'aval au niveau du ruisseau de Peix. Le débit de pointe pour la crue centennale au niveau du centre équestre est  $8,63 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le scénario de l'état initial,  $8,71 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le scénario n°2 et de  $8,65 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le scénario n°3. La redirection des eaux vers le ruisseau de Peix engendre une augmentation de seulement 0.9% du débit de pointe du ruisseau de Peix. L'augmentation est de 0.2% dans le cas du scénario 3. Dans les deux cas l'augmentation du débit est très faible, d'où le peu de différence entre les deux scénarios. Il est à noter que les différences observées entre les deux scénarios sont du même ordre de grandeur que la précision de calcul du modèle hydraulique HEC-RAS.

Les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement issues des résultats bruts des modélisations effectuées ont été croisées afin d'obtenir les aléas. La grille utilisée est celle du PPRI pour les cours d'eau à dynamique rapide.

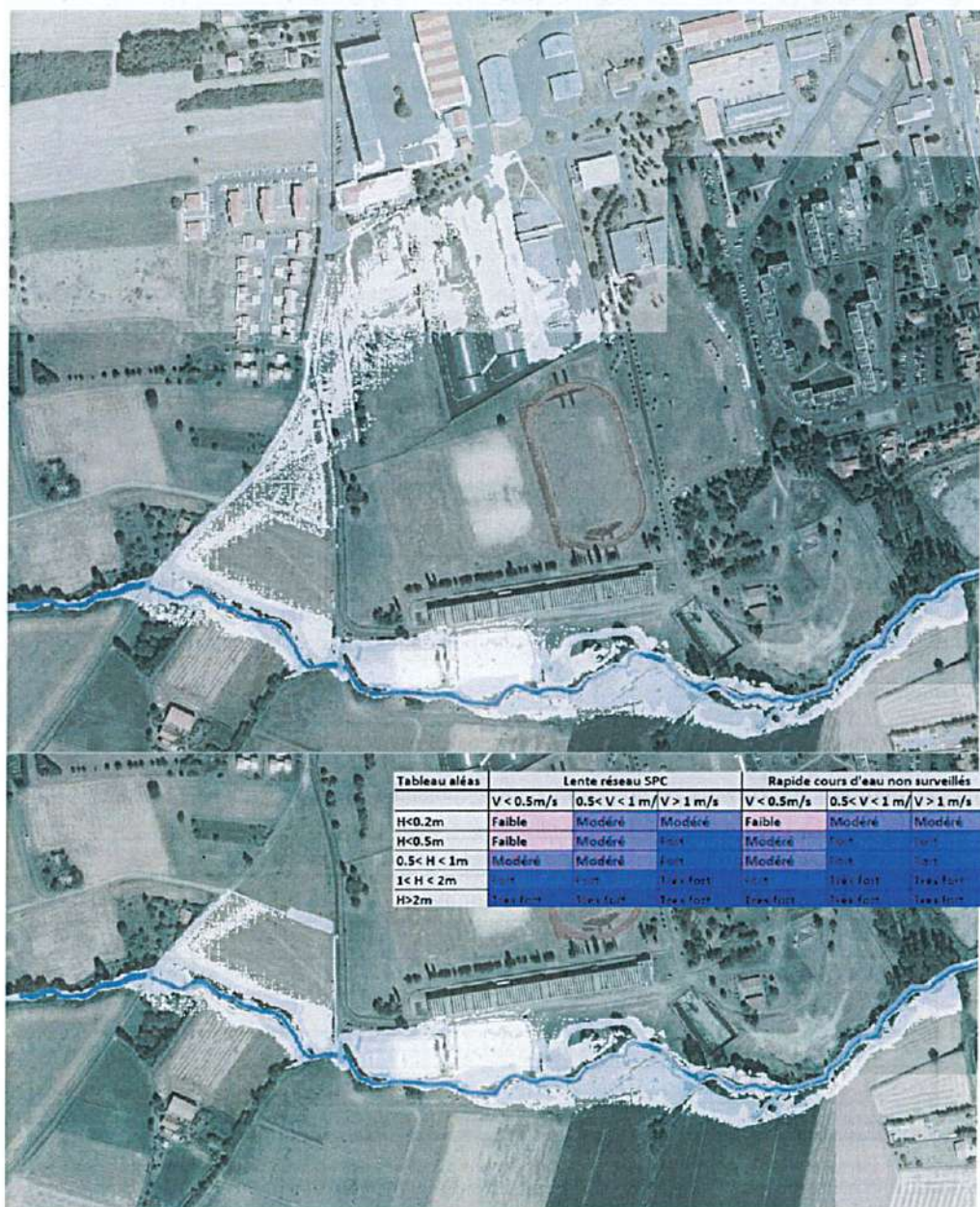


Figure 42 : carte des aléas des résultats bruts à l'état initial (en haut) et de l'état projet (en bas) pour le scénario 3

Les zones où une augmentation de l'aléa est observée sont représentées hachurées en rouge sur la figure ci-dessous tandis que les zones où une diminution de l'aléa est observée sont représentées hachurées en vert (les polygones de moins de 2 m<sup>2</sup> ont été retirés pour une meilleure lisibilité des résultats).



Figure 43 : carte des zones où l'aléa est augmenté ou diminué pour le scénario 3

Globalement l'aléa est diminué dans le lit majeur en rive gauche du ruisseau au niveau de la parcelle projet et du camp militaire. Il y a très peu de zones où l'aléa est augmenté. Les polygones qui représentent les zones où l'aléa est augmenté ont des surfaces très petites (mis à part les polygones qui représentent le fossé et le bassin, les autres polygones font moins de 5 m<sup>2</sup>).

#### 4.2.3.3 Estimation financière des travaux

L'estimation financière des travaux est présentée dans le tableau ci-dessous :

| Désignation                                                          | Prix (€ HT)   |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Caniveau à grille (y compris terrassements, remblais, chaussée, ...) | 10 000        |
| Fossé enherbé                                                        | 5 000         |
| Bassin de rétention                                                  | 37 000        |
| <b>Total (€ HT)</b>                                                  | <b>52 000</b> |
| Installation et frais généraux 10% (€ HT)                            | 5 200         |
| Aléas 20% (HT)                                                       | 10 400        |
| <b>Total y compris installation et aléas (€ HT)</b>                  | <b>67 600</b> |

Les aléas pris en compte concernant les aléas travaux qui peuvent être liés par exemple à la nature des sols ou encore à la présence de réseaux. Les études amont, les investigations complémentaires (topographie, géotechnique, géoradar, ...) et la maîtrise d'œuvre ne sont pas comprises dans l'estimation financière des travaux.

## 5. CONCLUSION

---

La présente étude hydraulique a permis d'étudier différents scénarios d'aménagements afin de réduire la vulnérabilité d'une parcelle aux inondations par débordement du ruisseau de Peix. Trois scénarios ont été présentés dans cette étude :

- L'augmentation de la capacité hydraulique de l'ouvrage sous le chemin des Quinze par l'aménagement d'une ouverture supplémentaire (scénario n°1)
- La réalisation d'un fossé au sud de la parcelle 130 rejoignant le ruisseau de Peix (scénario N°2)
- La réalisation d'un fossé au sud de la parcelle 130 rejoignant le ruisseau de Peix avec l'ajout d'un bassin de rétention au point bas de la parcelle 130 (scénario n°3).

Le scénario n°1 avec l'ajout d'un ouvrage cadre de 2.6mx1.3mht sous le chemin des Quinze ne permet pas de mettre la parcelle projet totalement hors d'eau. Une augmentation des hauteurs et des vitesses sont observée à l'aval de l'ouvrage préconisé notamment dans une zone à enjeux (+4 cm au niveau d'un bâtiment).

Le scénario n°2 avec l'aménagement d'un fossé le long de la parcelle étudiée permet de sortir la parcelle étudiée de la zone inondable pour la crue centennale. Les différences observées en termes de vitesses, de hauteurs ou d'aléas sont faibles et ne sont pas situées au niveau de zones à enjeux.

Le scénario n°3 avec l'ajout d'un bassin de rétention modifie très peu les écoulements par rapport au scénario n°2. Les différences constatées entre les deux scénarios sont du même ordre de grandeur que la précision du modèle hydraulique réalisé.

En conclusion, nous recommandons à l'Agglo du Pays d'Issoire le choix du scénario n°2 qui a un impact très faible sur la zone inondable du ruisseau de Peix et le coût d'investissement le plus bas parmi les trois scénarios proposés.

## **ANNEXE : Prise en compte du risque d'inondation dans le PLU**

La connaissance est issue de l'étude hydraulique du Peix réalisée par le bureau d'études OTEIS en 2023. Cette connaissance qui est définie par une modélisation hydraulique présente différents niveaux d'aléas avec des cotes de plus hautes eaux (CPHE).

En plus de l'obligation de prise en compte du risque d'inondation imposée par les codes de l'urbanisme et de l'environnement, le plan de gestion du risque d'inondation (PGRI) du bassin Loire-Bretagne approuvé le 15 mars 2022, qui s'impose aux documents d'urbanisme, définit dans son objectif n°1 l'obligation de préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansions des crues.

Ainsi, le document d'urbanisme doit mettre en œuvre les dispositions permettant de préserver les zones inondables en dehors des zones urbanisées, de toute urbanisation nouvelle.

Le caractère urbanisé ou non d'un espace s'apprécie en fonction de la réalité physique de cet espace au moment de l'élaboration du document d'urbanisme.

Les zones non urbanisées n'ayant pas fait l'objet d'une demande d'aménagement au titre du code de l'urbanisme (autorisation d'urbanisme, déclaration d'intention de projet...) avant la date d'élaboration du document d'urbanisme ne peuvent être considérées comme urbanisées.

La commune doit identifier dans les zones inondables les secteurs urbanisés et non-urbanisés dans les conditions visées ci-dessus.

Une fois ce travail réalisé, la prise en compte du risque d'inondation dans le document d'urbanisme devra être visible dans les documents graphiques et dans le règlement écrit dont un modèle est présenté ci-dessous qui tient compte des obligations des codes de l'urbanisme et de l'environnement ainsi que du PGRI.

### **Prise en compte dans le règlement graphique :**

L'enveloppe de la zone inondable doit apparaître clairement sur un plan de zonage et renvoyer si besoin vers une carte précise de la zone inondable.

Il convient de garder en zone de champ d'expansion de crue les secteurs non urbanisés en les classant en zones naturels ou agricoles, non constructibles sauf de rares exceptions visées dans le modèle règlement ci-après.

Les secteurs situés en zone inondable doivent être différenciés (urbanisés ou non urbanisés) avec pour objectif d'avoir un règlement spécifique adapté à la prise en compte du risque d'inondation.

Il est nécessaire de différencier les types de zonages correspondant à l'aléa faible et moyen et à l'aléa fort et très fort. Les possibilités de constructions et d'aménagements étant différentes entre ces secteurs.

### **Dispositions générales :**

Dans chaque zone ou secteur concerné par la zone inondable, il convient de rappeler en préambule que les dispositions spécifiques et les prescriptions relatives à la prise en compte du risque d'inondation, figurant ci-après dans le présent règlement, s'appliquent à tous projets. En cas de disposition contradictoire avec le PLU, la disposition la plus contraignante s'applique.

On désigne par le terme « projet », les constructions, ouvrages, aménagements, exploitations agricoles, artisanales, commerciales ou industrielles nouveaux et les travaux sur l'existant.

Les règles du présent règlement s'appliquent au projet uniquement pour la zone concernée (il ne peut y avoir d'application d'une règle d'une zone pour un projet situé dans une autre zone du présent règlement). Si un projet est situé sur deux zones différentes (ex : aléa fort ou aléa moyen) chaque partie du projet est contrainte de respecter la règle de la zone dans laquelle il est situé.

Les constructions nouvelles et extensions au sol de bâtiments existants doivent respecter la réglementation applicable à chacune des zones dans lesquelles elles sont localisées.

Tout projet devra être accompagné d'une notice descriptive quelle que soit la demande (PC, PA, DP...) Elle devra contenir les informations nécessaires justifiant que le projet respecte les dispositions du présent règlement. Notamment pour les projets de changement de destination, d'aménagement ou de réhabilitation des bâtiments existants, la notice descriptive contient les informations nécessaires pour justifier que le projet n'augmente pas la vulnérabilité des biens et des personnes par rapport à l'état existant des bâtiments.

### **Exemple de règles de prise en compte du risque d'inondation à inclure dans le règlement :**

#### **Dispositions générales :**

**En zone inondable quel que soit le zonage du PLU, sont interdits :**

- **la création d'établissements ou l'augmentation des capacités d'accueil et/ou d'hébergement des établissements existants, ayant vocation à recevoir des personnes :**
  - vulnérables (psychologiquement ou physiquement dépendantes),
  - difficiles à évacuer (établissements hospitaliers, maisons de retraite médicalisées, centres de détention...),
  - mineures (crèches et garderies, établissements d'enseignement, centres aérés...).
- **la création d'établissements, équipements, installations ou de services utiles à la gestion de crise, à la défense ou au maintien de l'ordre, au retour à un fonctionnement normal après une inondation :**
  - les casernements de pompiers et de gendarmerie, commissariats de police,
  - les centres de secours (SAMU/CODIS),
  - les hôpitaux ou assimilés,
  - les bâtiments relevant de la défense nationale,
  - les centres d'exploitation routières, les mairies et services techniques des collectivités, les services centraux de télécommunications, les postes de distribution

d'électricité ou de gaz, les centres de gestion des données informatiques (ex :Data center),

- les stations d'épuration des eaux usées sauf impossibilité technique d'implanter le projet hors zone inondable ou à défaut dans un aléa moindre (le pétitionnaire devra justifier de cette impossibilité).
- **la création d'installations classées pour la protection de l'environnement** présentant un risque significatif de générer d'importantes pollutions ou un danger pour la population pendant une inondation. Le pétitionnaire devra préciser ces informations dans une notice explicative.
- **la création de campings, aires d'accueil des gens du voyage, aires de grand passage, parcs résidentiels de loisirs, parcs d'attraction.**
- **la création de sous-sols\*.**
- **les mouvements de terre** sauf ceux autorisés aux articles suivants,
- **le stockage de matériels, matériaux ou produits** qui pourraient créer de la pollution ou des embâcles,
- **Il est interdit également de décaisser aux abords immédiats de la zone inondable,**
- **Tous projets non autorisés dans les articles suivants.**

**I) En zone inondable, dans les secteurs non urbanisés (zones N et A),** où il convient de préserver les champs d'expansion de crue et les conditions d'écoulement, **les nouvelles constructions ou les aménagements nouveaux sont interdits** à l'exception de ceux cités ci-dessous.

**I-a) En zone d'aléas très fort et fort, sont autorisés :**

**Constructions nouvelles :**

- **les constructions à usage d'équipements publics :** mobilier urbain (toilettes publiques, kiosques...) dans la limite d'une emprise au sol de 20 m<sup>2</sup>.
- **les abris de jardin** limité à 20 m<sup>2</sup>, une seule fois à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique.
- **les constructions nouvelles faisant suite à une démolition de bâtiments sur l'unité foncière,** sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - les constructions font suite à une démolition depuis moins de cinq ans,

\* cf Glossaire

- l'emprise au sol des constructions nouvelles est inférieure ou égale à l'emprise au sol des constructions démolies, dans cette zone inondable,
- le nombre de logements n'est pas augmenté par rapport à celui des constructions existantes avant démolition, dans cette zone inondable,
- la capacité d'accueil des établissements recevant du public n'est pas augmentée par rapport à celle des constructions existantes avant démolition,
- **les reconstructions à l'identique** sauf les bâtiments ruinés par une inondation, dans les conditions fixées par le code de l'urbanisme,

#### **Travaux sur l'existant :**

- **les travaux nécessaires au changement de destination, à l'aménagement (dont l'aménagement intérieur) et à la réhabilitation de bâtiments existants**, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - ne pas créer de nouveau logement,
  - ne pas créer de planchers habitables ou fonctionnels\* dans les niveaux situés sous la cote de mise hors d'eau\*,
  - rester dans l'emprise au sol initiale,
  - assurer la mise en sécurité des personnes\*,
  - ne pas augmenter la vulnérabilité\* des personnes et des biens,
- **les travaux d'entretien et de réparation ordinaires des bâtiments existants.**

#### **Autres projets :**

- **l'extension limitée des bâtiments agricoles existants** sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - le maître d'ouvrage doit justifier de l'incapacité d'implanter ces constructions hors zone inondable,
  - l'emprise au sol de l'extension ne doit pas dépasser 20 % de la surface du bâtiment à la date de réalisation de l'étude de connaissance du risque d'inondation,
  - l'extension ne doit pas conduire à la création de surfaces de planchers habitables\*,
  - tout nouvel équipement électrique ou sensible à l'eau doit être situé au-dessus de la cote de Mise Hors d'Eau\*.
  - l'extension ne doit pas entraîner une augmentation de la vulnérabilité globale du bâtiment.
- **les terrasses de plain pieds et les plates-formes nécessaires aux activités agricoles<sup>1</sup>** sous réserve de les réaliser au niveau du terrain naturel\*.
- **les structures relevant d'un des points suivants :**
  - les installations ou aménagements qui ne créent pas d'emprise au sol (ex : antenne, poteau),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et qui ne sont fermées sur aucun côté. Ces constructions sont soutenues par des poteaux (ex : carpot, ombrière...),

<sup>1</sup> au sens de l'article R421-2 du code de l'urbanisme

- les constructions qui créent de l'emprise au sol et soutenues par un ou plusieurs murs existants avant le dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme (ex : auvent appuyé sur un mur existant ou entre deux murs existants).
- **les locaux techniques, ouvrages et installations techniques, nécessaires au fonctionnement des services publics ou des réseaux ou à la mise en valeur des ressources naturelles** (ex : puits de captage) **ou assurant une mission de service public**, dès lors que leur implantation en dehors la zone inondable est impossible. Le pétitionnaire devra justifier de l'impossibilité de l'implantation en dehors de la zone inondable,
- **l'aménagement d'espaces de plein air\***, sous réserve de ne créer aucune construction.
- **la réfection et l'entretien des aires de stationnement de véhicules existantes.** Lorsque l'unité foncière du projet est adjacente au lit mineur d'un cours d'eau, un dispositif de retenue\* des véhicules de l'aire de stationnement doit être mis en place pour éviter leur intrusion dans le lit mineur du cours d'eau.
- **les bassins de rétention enterrés ou semi-enterrés**, à la condition que leur emprise soit matérialisée\*.
- **la réalisation d'infrastructure de transport (voie routière, voie ferrée, piste...), leur aménagement et leur entretien** sous réserve qu'ils ne conduisent pas à une augmentation du risque d'inondation dans le bassin hydrographique.
- **les mouvements de terre suivants<sup>2</sup> :**
  - les déblais,
  - les apports de matériaux, situés dans l'emprise des bâtiments et de leurs annexes constituant le terre-plein des constructions,
  - les apports de terre permettant le raccordement du bâtiment au terrain naturel,
  - les régallages\* sans apports extérieurs,
  - les mouvements de terre, sans apport extérieur, dont le volume mobilisé sur l'unité foncière est inférieur à 400 m<sup>3</sup>,
  - les mouvements de terre, y compris avec des apports extérieurs, s'ils sont effectués dans le cadre de la construction d'une infrastructure de transport ou d'un ouvrage lié à une infrastructure de transport.

## **I-b) En aléas faibles et moyens, sont autorisés :**

### **Constructions nouvelles :**

- **les constructions à usage d'équipements publics :** mobilier urbain (toilettes publiques, kiosques...) dans la limite d'une emprise au sol de 20 m<sup>2</sup>.
- **les abris de jardin** limité à 20 m<sup>2</sup>, une seule fois à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique.

<sup>2</sup> ces mouvements de terre, selon leur importance, restent soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau, en application des articles R214-1 et suivants du code de l'environnement, voire, le cas échéant, à la législation relative aux installations classées, aux sites ou à l'urbanisme.

- **les terrasses et les balcons d'une surface maximale de 20 m<sup>2</sup>, construites ou non sur pilotis et implantées au minimum à la cote de mise hors d'eau\*** (aucun appui ne devra être réalisé dans le lit du cours d'eau).
- **les constructions destinées à l'exploitation agricole ou forestière**, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - ces constructions sont nécessaires à la gestion, l'entretien ou l'exploitation des terrains situés en zone inondable.
  - l'implantation des constructions en dehors de la zone inondable est rendue impossible par des dispositions d'urbanisme (document d'urbanisme), d'environnement (ex : réglementation relative aux ICPE),
  - le projet ne devra pas accueillir des nouveaux locaux d'habitation ou augmenter la capacité d'accueil des locaux d'habitation existants.
- **les constructions nouvelles faisant suite à une démolition de bâtiments sur l'unité foncière**, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - les constructions font suite à une démolition depuis moins de cinq ans,
  - l'emprise au sol des constructions nouvelles est inférieure ou égale à l'emprise au sol des constructions démolies.
  - le nombre de logement n'est pas augmenté par rapport à celui des constructions existantes avant démolition,
  - la capacité d'accueil des établissements recevant du public n'est pas augmentée par rapport à celle des constructions existantes avant démolition,
- **les reconstructions à l'identique** sauf les bâtiments ruinés par une inondation, dans les conditions fixées par le code de l'urbanisme.
- **les structures relevant d'un des points suivants :**
  - les installations ou aménagements qui ne créent pas d'emprise au sol (ex : antenne, poteau),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et qui ne sont fermées sur aucun côté. Ces constructions sont soutenues par des poteaux (ex : carpot, ombrière...),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et soutenues par un ou plusieurs murs existants avant le dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme (ex : auvent appuyé sur un mur existant ou entre deux murs existants).

#### **Travaux sur l'existant :**

- **les extensions par surélévation\* des bâtiments existants.**
- **les extensions au sol\* des bâtiments existants** dans la limite d'une emprise au sol supplémentaire de 20 m<sup>2</sup> par rapport à l'emprise du bâtiment existant à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique, ou de 20 % lorsque l'emprise au sol du bâtiment existant est supérieur à 100m<sup>2</sup>.
- **les annexes des constructions existantes à usage de local technique ou de garage** d'une emprise au sol maximale de 20 m<sup>2</sup>. Cette autorisation ne peut être délivrée qu'une seule fois sur l'unité foncière à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique.

\* cf Glossaire

- **les extensions et aménagements des bâtiments existants nécessaires à leur mise aux normes**, notamment celles qui concernent l'accessibilité. Le maître d'ouvrage doit faire état de ces obligations réglementaires dans la demande d'autorisation d'urbanisme.
- **les travaux nécessaires au changement de destination, à l'aménagement et à la réhabilitation de bâtiments existants**, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - ne pas augmenter la vulnérabilité des personnes et des biens,
- **les modifications d'aménagement intérieur des bâtiments existants** dès lors qu'elles ne conduisent pas à une augmentation de la vulnérabilité\*.
- **les travaux d'entretien et de réparation ordinaires des bâtiments existants.**

#### Autres projets :

- **l'aménagement d'espaces de plein air\* ainsi que les constructions de locaux sanitaires ou fonctionnellement indispensables à leur activité**, dans la limite d'une emprise au sol de 100 m<sup>2</sup> à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique.
- **l'aménagement des campings, aires d'accueil des gens du voyage et aires de grand passage existantes ainsi que les constructions de locaux sanitaires ou fonctionnellement indispensables à leur fonctionnement**, dans la limite d'une emprise au sol supplémentaire de 50 m<sup>2</sup> par rapport à l'emprise des constructions existantes à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique.
- **la création, l'extension, l'entretien et la réfection d'aires de stationnement**, sous réserves du respect des conditions suivantes :
  - l'aire de stationnement créée est liée à un projet autorisé dans la même zone, ou à un équipement ou une construction existant dans la même zone à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique.
  - lorsque l'unité foncière du projet est adjacente au lit mineur d'un cours d'eau, un dispositif de retenue\* des véhicules de l'aire de stationnement doit être mis en place pour éviter leur intrusion dans le lit mineur du cours d'eau.
- **les piscines individuelles et bassins de rétention enterrés ou semi-enterrés**, à condition que leur emprise\* soient matérialisées.
- **les clôtures** à condition qu'elles assurent la transparence hydraulique\*.
- **les travaux de rénovation des clôtures existantes** sous réserve de ne pas réduire leur capacité d'écoulement des eaux.
- **les murs de soutènement.**
- **les structures** relevant d'un des points suivants :
  - les installations ou aménagements qui ne créent pas d'emprise au sol (ex : antenne, poteau),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et qui ne sont fermées sur aucun côté. Ces constructions sont soutenues par des poteaux (ex : carpot, ombrière...),

\* cf Glossaire

- les constructions qui créent de l'emprise au sol et soutenues par un ou plusieurs murs existants avant le dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme (ex : auvent appuyé sur un mur existant ou entre deux murs existants).
- **les terrasses de plain-pieds et les plates-formes nécessaires aux activités agricoles<sup>3</sup>** sous réserve de les réaliser au niveau du terrain naturel\*.
- **la réalisation d'infrastructures de transport (voie routière, voie ferrée, piste...), leur aménagement et leur entretien**, sous réserve qu'ils ne conduisent pas à une augmentation du risque d'inondation dans le bassin hydrographique.
- **les constructions, aménagements, ouvrages ayant vocation à réduire la vulnérabilité des activités ou des biens existants** (ex : construction d'accès sécurisé vers une zone hors d'eau). Ces projets sont conditionnés à la réalisation d'une étude préalable<sup>4</sup> réalisée par un bureau d'étude hydraulique ayant pour objectif de démontrer que le projet ne conduit pas à une augmentation des risques d'inondations en amont ou en aval du projet.
- **les locaux techniques\*, ouvrages et installations techniques, nécessaires au fonctionnement des services publics\* ou des réseaux ou à la mise en valeur des ressources naturelles** (ex : puits de captage) **ou assurant une mission de service public** dès lors que leur implantation en dehors la zone inondable est impossible. Le pétitionnaire devra justifier de l'impossibilité de l'implantation en dehors de la zone inondable,
- **les mouvements de terre suivants<sup>5</sup> :**
  - les déblais,
  - les apports de matériaux, situés dans l'emprise des bâtiments et de leurs annexes constituant le terre-plein des constructions,
  - les apports de terre permettant le raccordement du bâtiment au terrain naturel,
  - les régalages\* sans apports extérieurs,
  - les mouvements de terre, sans apports extérieurs, dont le volume mobilisé sur l'unité foncière est inférieur à 400 m<sup>3</sup>.
  - les mouvements de terre, y compris avec des apports extérieurs, s'ils sont effectués dans le cadre de la réalisation d'une infrastructure de transport.

## **II) En zone inondable, dans les secteurs déjà urbanisés (U et AU)**

Le principe recherché est la non-augmentation de la vulnérabilité.

### **II-a) En zone d'aléas très forts et forts, sont autorisés :**

- **les extensions par surélévation\* des bâtiments existants.**

3 au sens de l'article R421-2 du code de l'urbanisme

4 la demande d'autorisation d'urbanisme contient une attestation du bureau d'étude hydraulique certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet, au stade de la conception, respecte les dispositions du présent règlement.

5 ces mouvements de terre, selon leur importance, restent soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau, en application des articles R214-1 et suivants du code de l'environnement, voire, le cas échéant, à la législation relative aux installations classées, aux sites ou à l'urbanisme

- **les extensions au sol\* des bâtiments existants** dans la limite d'une emprise au sol supplémentaire de 20 m<sup>2</sup> par rapport à l'emprise au sol du bâtiment existant à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique, ou de 20 % lorsque l'emprise au sol du bâtiment existant est supérieur à 100m<sup>2</sup>.
- **les annexes des bâtiments existants à usage de local technique\* ou de garage** dans la limite d'une emprise au sol de 20m<sup>2</sup>. Cette autorisation ne peut être délivrée qu'une seule fois sur l'unité foncière à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique.
- **L'évolution des constructions existantes est autorisée** sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - ne pas créer de nouveau logement,
  - ne pas créer de planchers habitables ou fonctionnels\* dans les niveaux situés sous la cote de mise hors d'eau\*,
  - assurer la mise en sécurité des personnes\*,
  - ne pas augmenter le coût économique des dégâts en cas d'inondation,
  - ne pas augmenter la vulnérabilité des biens et des personnes\*.
- **Les constructions nouvelles ayant pour objet le comblement d'une dent creuse\***. Ces constructions ne peuvent être autorisées sur une parcelle créée à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique, à la suite d'une division de parcelle d'une surface supérieure à 1000 m<sup>2</sup>.
- **les aménagements des bâtiments existants strictement nécessaires à leur mise aux normes**. Le demandeur devra justifier de l'impossibilité de concilier mise aux normes et prise en compte du risque inondation. Le maître d'ouvrage doit faire état de ces obligations réglementaires dans la demande d'autorisation d'urbanisme.
- **les structures** relevant d'un des points suivants :
  - les installations ou aménagements qui ne créent pas d'emprise au sol (ex : antenne, poteau),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et qui ne sont fermées sur aucun côté. Ces constructions sont soutenues par des poteaux (ex : carpot, ombrière...),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et soutenues par un ou plusieurs murs existants avant le dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme (ex : auvent appuyé sur un mur existant ou entre deux murs existants).
- **les locaux techniques, ouvrages et installations techniques, nécessaires au fonctionnement des services publics ou des réseaux**, ou à la mise en valeur des ressources naturelles (ex : puits de captage) ou assurant une mission de service public, dès lors que leur implantation en dehors la zone inondable est impossible. Le pétitionnaire devra justifier de l'impossibilité de l'implantation en dehors de la zone inondable,
- **la création ou l'extension d'aires de stationnement de véhicules**. Lorsque l'unité foncière du projet est adjacente au lit mineur d'un cours d'eau, un dispositif de retenue\* des véhicules de l'aire de stationnement doit être mis en place pour éviter leur intrusion dans le lit mineur du cours d'eau,
- **la reconstruction à l'identique d'un bâtiment détruit ou démoli** dans les conditions fixées par le code de l'urbanisme, sauf si cette destruction est consécutive à une inondation,
- **les travaux d'entretien et de réparation ordinaires des bâtiments existants**,

\* cf Glossaire

- **les piscines individuelles et bassins de rétention enterrés ou semi-enterrés**, à la condition que leur emprise\* soit matérialisée,
- **les clôtures à condition qu'elles assurent la transparence hydraulique\*** (les travaux de rénovation des clôtures existantes sous réserve de ne pas réduire leur capacité d'écoulement des eaux).

## **II-b) En zone d'aléas faibles et moyens, sont autorisés :**

- **les constructions nouvelles et les extensions**, à la condition que les planchers créés soient réalisés au minimum à la cote de mise hors d'eau\*,
- **les travaux nécessaires au changement de destination, à l'aménagement et à la réhabilitation de bâtiments existants**, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - ne pas créer de planchers habitables ou fonctionnels\* dans les niveaux pouvant exposer directement les personnes\*,
  - assurer la mise en sécurité des personnes\*,
  - ne pas augmenter le coût économique des dégâts\* en cas d'inondation,
  - ne pas augmenter la vulnérabilité\*.
- **la reconstruction à l'identique d'un bâtiment détruit ou démoli**, dans les conditions fixées par le code de l'urbanisme, sauf si cette reconstruction est consécutive à une inondation,
- **les structures relevant d'un des points suivants :**
  - les installations ou aménagements qui ne créent pas d'emprise au sol (ex : antenne, poteau),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et qui ne sont fermées sur aucun côté. Ces constructions sont soutenues par des poteaux (ex : carpot, ombrière...),
  - les constructions qui créent de l'emprise au sol et soutenues par un ou plusieurs murs existants avant le dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme (ex : auvent appuyé sur un mur existant ou entre deux murs existants).
- **les locaux techniques, ouvrages et installations techniques, nécessaires au fonctionnement des services publics ou des réseaux**, ou à la mise en valeur des ressources naturelles (ex : puits de captage) ou assurant une mission de service public, dès lors que leur implantation en dehors la zone inondable est impossible. Le pétitionnaire devra justifier de l'impossibilité de l'implantation en dehors de la zone inondable,
- **la création et l'aménagement des espaces de plein air, l'aménagement des terrains de camping existants** à condition de ne pas augmenter leur capacité d'accueil. La création des locaux sanitaires ou nécessaires à leur fonctionnement dans la limite de 50 m<sup>2</sup> une seule fois à partir de la date du porter à connaissance de l'étude hydraulique,
- **la création ou l'extension d'aires de stationnement de véhicules**. Lorsque l'unité foncière du projet est adjacente au lit mineur d'un cours d'eau, un dispositif de retenue\* des véhicules de l'aire de stationnement doit être mis en place pour éviter leur intrusion dans le lit mineur du cours d'eau.
- **les bassins et piscines dès lors qu'ils sont matérialisés\***,
- **les clôtures qui assurent la transparence hydraulique\***,

\* cf Glossaire

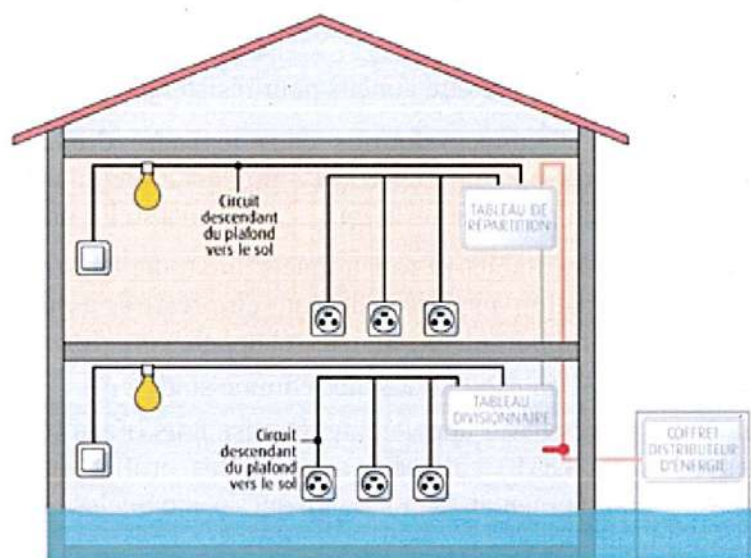
### III) Pour les projets autorisés, les prescriptions suivantes devront être respectées :

- dans les secteurs d'aléa très fort et fort, quel que soit le zonage du PLU, pour les projets autorisés, le pétitionnaire devra démontrer l'impossibilité d'implanter son projet en dehors de la zone inondable.
- tous les projets autorisés devront être conçus pour résister à l'évènement de référence.
- les plans (plan masse et coupes) fournis dans le cadre d'une demande d'autorisation d'urbanisme devront faire apparaître les cotes d'implantation (en mètres NGF) des planchers et aménagements objet du projet, sous la forme terrain naturel + une hauteur en cm.
- les nouveaux planchers habitables et fonctionnels\* de toute construction nouvelle et de tout aménagement de construction autorisées devront être réalisés à un niveau minimal assurant leur mise hors d'eau par rapport au terrain naturel appelé **cote de mise hors d'eau (CMHE)**.  
les valeurs de mise hors d'eau seront définies comme suit :
  - le niveau de mise hors d'eau appelé cote de mise hors d'eau (CMHE) sera déterminée à l'aide des cotes (m NGF) calculées à partir des profils représentés sur les « cartes d'informations complémentaires sur les risques » auxquels il faut ajouter une revanche de 20 cm.
- Un exemple de calcul est présenté dans le lexique
- les biens pouvant être déplacés par la crue, susceptibles de créer des embâcles (tels que le mobilier urbain, les citernes, les stockages de toute nature), doivent être scellés et ancrés afin d'éviter tout risque d'entraînement et dégradations diverses et ne pas constituer un obstacle significatif à l'écoulement des eaux,
- les constructions nouvelles (hors serres et tunnels) et extensions des constructions existantes doivent résister aux pressions d'une crue centennale,
- les projets autorisés seront réalisés de préférence sur vides sanitaires qui pourront être implantés sous la CMHE\* et partiellement ou en totalité enterrés,
- pour tous les projets autorisés, les installations, équipements et matériels sensibles à l'eau doivent être situés au-dessus de la cote de mise hors d'eau ou être protégés d'une éventuelle inondation, notamment
  - les installations de chauffage doivent être situées au-dessus de la cote de mise hors d'eau ou protégées d'une éventuelle inondation (exemple illustré ci-dessous). Le calorifugeage des conduites d'eau chaude situées sous la CMHE\* doit être rendu insensible à l'eau.



\* cf Glossaire

- Les coffrets d'alimentation et les tableaux de commande des installations électriques et téléphoniques doivent être situés au-dessus de la CMHE\*. Les éventuels branchements situés sous la cote de référence doivent être rendus étanches et des coupe-circuits automatiques isolants doivent y être installés. Les prises et interrupteurs doivent être situés au-dessus de la CMHE\*. Les bornes d'éclairage extérieur doivent pouvoir fonctionner en cas d'inondation.



- Les points de rejet du réseau d'assainissement doivent être équipés de clapets anti-retour (exemple illustré ci-dessous).



- Lorsque le projet prévoit la création d'un ascenseur, le mécanisme de fonctionnement de celui-ci doit être implanté au-dessus de la CMHE\*.

### Glossaire

#### Accès sécurisés

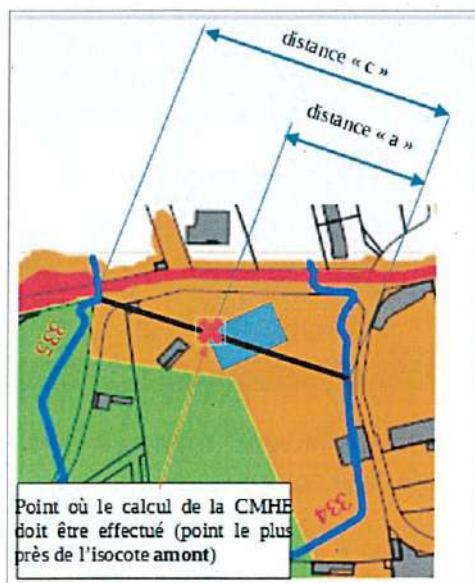
Accès permettant l'évacuation des personnes (valides, handicapées ou transportées par brancard) de façon autonome ou avec l'aide des secours. Ces accès doivent donc être :

- praticables : avec un itinéraire situé au-dessus de la CMHE<sup>(cf. III)</sup>
- suffisants : leur nombre et leur gabarit doivent permettre une évacuation d'urgence rapide de l'ensemble des personnes concernées sur le site, voire des biens stockés (évacuation des produits dangereux si une telle procédure est prévue), ainsi que l'intervention des services de secours.

\* cf Glossaire

### Coté de mise hors d'eau (CMHE)

La cote de mise hors d'eau au droit du projet est la cote située 20 cm (0,2 m) au-dessus de la cote des plus hautes eaux calculée grâce aux isocotes issues de la modélisation hydraulique pour la crue centennale.



Le calcul de la CMHE pour un plancher donné doit toujours être réalisé au point le plus défavorable du projet (partie du projet la plus proche de l'isocote amont).

Dans le cas d'un projet d'extension étant relié par une ouverture intérieure au bâtiment existant, le calcul de la CMHE pour l'extension doit se faire au point le plus défavorable de l'ensemble existant et extension.

#### Exemple de calcul pour le projet en bleu sur l'image ci-contre :

$a$  = distance la plus courte entre le point de calcul et l'isocote immédiatement en aval.

$c$  = distance la plus courte entre les deux isocotes et passant par le point de calcul

Détail du calcul :  $a=260$  m ;  $c=520$  m ; isocote amont=335 m NGF ; isocote aval= 334 m NGF

$$CMHE = [(335-334) \times 260 / 520] + 334 + 0,2 = \mathbf{334,70 \text{ m NGF}}$$

### Coût économique des dégâts

Coût global d'indemnisation des personnes physiques ou morales suite à la survenance d'un événement comparable à l'événement de référence. Il englobe bien évidemment les réparations des préjudices subis par des personnes ainsi que celles des biens mobiliers et immobiliers.

### Dispositifs de retenue des aires de stationnement

Les aires de stationnement adjacentes au lit mineur d'un cours d'eau doivent être munies de dispositifs de retenue ou des garde-corps, dont l'ancrage et le dimensionnement permet d'empêcher, pour des vitesses d'écoulement égales à 1m/s, l'intrusion des véhicules dans le lit mineur. Exemple :



**Emprise matérialisée**

Afin d'éviter aux personnes et véhicules d'intervention de secours, appelés à circuler dans une zone inondée de tomber dans la piscine ou le bassin, ce dernier n'étant plus visible, les coins des piscines ou bassins sont matérialisés par des repères dont la hauteur dépasse de 50 cm la CMHE<sup>(cf. III)</sup>



**Espaces de plein air**

Espaces verts, équipements sportifs et de loisirs ouverts, trame verte et bleue (au sens de l'article L371-1 du code de l'environnement), cours d'eau, sentier de promenade.

**Extension au sol**

Construction créant de l'emprise au sol, accolé à un bâtiment existant et disposant d'un accès direct à la construction existante.

**Extension par surélévation**

Toute surface de plancher créée en surélévation d'un bâtiment existant s'inscrivant dans l'emprise au sol des constructions existantes.

**Mise en sécurité**

La mise en sécurité consiste à assurer aux personnes exposées une zone hors d'eau ou un accès sécurisé. Les termes « zone hors d'eau » et « accès sécurisé » sont définis dans le présent glossaire.

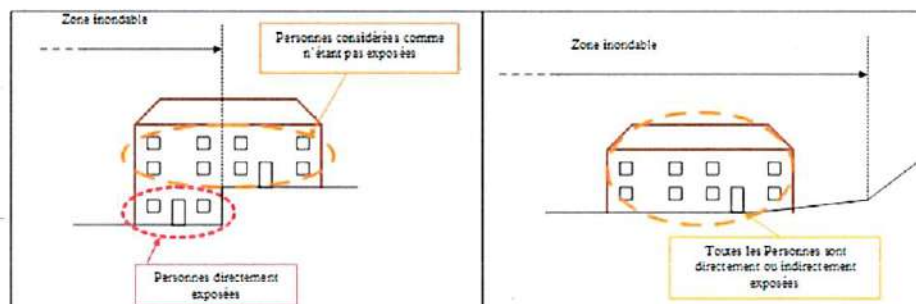
**Personnes exposées aux inondations**

Personnes pouvant subir directement ou indirectement, les conséquences d'une crue de période de retour 100 ans.

Sont directement exposées, les personnes situées dans les niveaux situés sous la CMHE<sup>(cf. III)</sup>.

Sont indirectement exposées, les personnes situées au-dessus de la CMHE<sup>(cf. III)</sup> mais qui ne peuvent pas quitter les bâtiments en cas d'inondation.

A titre d'illustration :



\* cf Glossaire

---

**Plancher habitable** Les **planchers habitables** regroupent les locaux habitables , à savoir cuisine, salle à manger, chambre, salle de bains... Ne sont pas considérés comme planchers habitables ceux de locaux tels que cave, cellier, buanderie, garages....

**Plancher fonctionnel** Les **planchers fonctionnels** sont ceux destinés à recevoir des activités humaines et économiques diverses ou celles accueillant du public ( salles de sport, de cours, commerces, bureaux, ateliers...). Les abris de jardins, les locaux techniques, les locaux sanitaires des espaces de plein air, les parties communes des bâtiments de logement collectif, les bâtiments de stockage de matériel insensible à l'eau, les planchers des constructions nouvelles et des extensions à destination d'exploitation agricole ou forestière (à l'exception des parties habitables) ne sont pas soumis à l'obligation d'implantation à la cote de mise hors d'eau. En revanche, les matériels sensibles et/ou polluants devront être implantés à la cote de mise hors d'eau.

---

**Régilage** Action d'aplanir un terrain de façon à lui donner une surface régulière.

---

**Sous-sol** Tout ou partie des planchers situé sous la cote du terrain naturel (terme défini dans le glossaire). Ne sont pas considérés comme sous-sol, les fosses telles que les piscines situées dans des bâtiments ou les fosses de maintenance (maintenance véhicules, équipements industriels).

---

**Terrain Naturel** La cote du terrain naturel est celle considérée avant travaux de décapage de terre végétale, de déblaiement ou de remblaiement.

---

**Transparence hydraulique** Capacité d'un ouvrage, une construction ou un aménagement à permettre l'écoulement des eaux.

Pour les clôtures :

La transparence hydraulique des clôtures est assurée lorsqu'elles sont constituées de grillage posé sur des piquets ou poteaux. Les clôtures autres que les grillages (murs en maçonnerie, panneaux de bois ou de matériaux de synthèse) assurent la transparence hydraulique lorsqu'elles présentent des parties ajourées, également réparties sur leur hauteur et leur longueur, au moins égales au 3/4 de leur surface.



---

## **Vulnérabilité**

Impact potentiel de la crue de référence sur les habitants, les activités, la valeur des biens

Réduire/augmenter la vulnérabilité: réduire/augmenter le nombre de personnes et/ou la valeur des biens **directement** exposés au risque.

Est considérée comme « augmentation de la vulnérabilité », une transformation ou un aménagement qui accroît le nombre de personnes dans le lieu ou qui augmente leur risque, telle que la transformation d'un garage en logements, dont les planchers sont situés sous la CMHE<sup>(cf. III)</sup>.

Les hiérarchies suivantes, par ordre décroissant de vulnérabilité, sont retenues :

- Habitation, hébergement hôtelier > bureaux, commerce > artisanat ou industrie > bâtiment d'exploitation agricole ou forestier, garage, remise, annexes.
- Les personnes et les biens directement exposés > les personnes et les biens indirectement exposés.

### Exemple :

Situation d'une grange en zone d'aléa faible dont les planchers sont situés au niveau du terrain naturel. Aménager le rez-de-chaussée de la grange en logement augmente le nombre de personnes directement exposées et augmente donc la vulnérabilité, selon la hiérarchie énoncée ci-dessus.

Néanmoins, si le projet prévoit la surélévation des planchers existants de la grange au-dessus de la CMHE<sup>(cf. III)</sup> pour y accueillir des logements, le nombre de personnes directement exposées n'est pas augmenté, et la vulnérabilité n'est de ce fait pas augmentée.

Tout projet, qui n'augmente pas le nombre de personne exposée, qui est totalement insensible au risque d'inondation, qui ne risque pas de créer d'embâcle, dont l'impact sur les écoulements est limité et qui n'aggrave pas le risque sur les constructions avoisinantes (assurant la transparence hydraulique) est considéré comme n'augmentant pas la vulnérabilité.

Dans le cadre de projets d'aménagement de bâtiments existants, la vulnérabilité initiale prise en compte est celle de la dernière occupation des lieux.

---

## **Zone hors d'eau**

La zone hors d'eau est un espace permettant en cas de sinistre d'attendre en sécurité l'intervention des secours.

Cette zone hors d'eau peut permettre également la mise hors d'eau de certains équipements sensibles.

Une zone hors d'eau est :

- d'une capacité correspondant à la capacité d'accueil des locaux,
  - aisément accessible pour les personnes depuis l'intérieur du bâtiment :
  - offrir des conditions de sécurité satisfaisantes (solidité, situation
-

---

hors d'eau, surface suffisante pour l'ensemble des personnes censées y trouver refuge, possibilité d'appels et de signes vers l'extérieur) ;

- aisément accessible depuis l'extérieur pour l'intervention des secours (absence de grille aux fenêtres, ouvertures suffisantes en nombre et en taille, plate-forme sur terrasse pour intervention d'hélicoptère ...) et l'évacuation des personnes.



Étude de définition de l'aléa inondation  
pour une crue centennale du Peix

Cartographie des aléas

Porter à connaissance

plan de situation



Échelle : 1/5 000

Projection RGF93

Cartographie source : DGFIP

Date de création : septembre 2023

Création : DDT63 / SPAR / BPR

Limites communales

Bâtiments

Parcelles

Cotes des Plus Hautes Eaux (CPHE)

390 Isocotes en m NGF

PPRI Val d'Allier issorien

Aléas - Crue de retour 100 ans :

Aléa très fort

Aléa fort

Aléa modéré

Aléa faible

| Tableau aléas  | Rapide cours d'eau non surveillés |                |           |
|----------------|-----------------------------------|----------------|-----------|
|                | V < 0.5m/s                        | 0.5 < V < 1m/s | V > 1 m/s |
| H < 0.2m       | Faible                            | Modéré         | Modéré    |
| 0.2 < H < 0.5m | Modéré                            | Fort           | Fort      |
| 0.5 < H < 1m   | Modéré                            | Fort           | Fort      |
| 1 < H < 2m     | Fort                              | Très fort      | Très fort |
| H > 2m         | Très fort                         | Très fort      | Très fort |

Représentation des quatre classes d'aléas en fonction  
de la hauteur d'eau et des vitesses d'écoulement

