

## PPRLI de la baie de Saint Brieuc

Rapport de caractérisation des aléas, des enjeux et  
de la vulnérabilité sur la vallée du Douvenant



**Dossier approuvé par arrêté préfectoral du 28 décembre 2016**

DDTM Côte d'Armor

Rapport

1er avril 2015



## PPRLI de la baie de Saint Briec

Rapport de caractérisation des aléas, des enjeux et  
de la vulnérabilité sur la vallée du Douvenant

Préparé pour            DDTM Côte d'Armor  
Représenté par        Mme Frédérique LABADIE



Chef de projet	Jean-Paul Ducatez
Numéro de projet	21800156
Date de validation	24 mars 2015
Révision	Version 1.0
Catégorie	Ouvert



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Site d'étude.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Campagne topographique .....</b>	<b>2</b>
3.1	Levés topographiques.....	2
3.2	Témoignages riverains.....	3
<b>4</b>	<b>Fonctionnement et description hydrologique du secteur d'étude.....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Modélisation hydraulique .....</b>	<b>8</b>
5.1	Méthodologie générale .....	8
5.2	Présentation du logiciel MIKE .....	8
5.3	Construction des modèles .....	9
5.3.1	Modèle hydraulique 1D .....	9
<b>6</b>	<b>Calage du modèle.....</b>	<b>15</b>
6.1	Données d'entrée du modèle.....	15
6.2	Evènement de juillet 2006.....	18
6.3	Evènement de février 2010.....	20
<b>7</b>	<b>Aléa de référence .....</b>	<b>21</b>
7.1	Analyse .....	21
7.2	Cartographie de l'aléa de référence.....	23
<b>8</b>	<b>Analyse des enjeux et de la vulnérabilité .....</b>	<b>24</b>
8.1	Les enjeux recensés .....	24
8.2	La vulnérabilité du site .....	25

## FIGURES

Figure 2-1.	Localisation du secteur d'étude .....	1
Figure 3-1.	Localisation des points de mesures topographiques.....	2
Figure 3-2.	Schéma de fonctionnement hydraulique du carrefour de la Grève des courses.....	3
Figure 4-1.	Bassins versant.....	4
Figure 4-2.	Types de sols .....	6
Figure 4-3	Illustration de la méthode du double réservoir linéaire (extrait du document : "Adaptation de MOUSE à l'hydrologie Française", avril 1992).....	7
Figure 5-1.	Linéaire modélisé sous MIKE11 .....	9
Figure 5-2.	Etang du Douvenant. ....	11
Figure 5-3.	Illustration de données sources pour la génération du MNT utilisé dans le modèle .....	12
Figure 6-1.	Précipitations en février 2010 et juillet 2006 .....	15
Figure 6-2.	Hydrogrammes d'entrée des simulations de calage.....	16
Figure 6-3.	Pluies de projet centennales.....	17
Figure 6-4.	Inondations lors du 5 juillet 2006 .....	18

Figure 6-5. Hydrogrammes en amont (noire) et en aval (bleue) du bassin de l'étang du Douvenant. ....	19
Figure 6-6. Résultats de modélisation de juillet 2006 .....	19
Figure 6-7. Localisation du repère de crue pour février 2010 (8.88 mNGF) .....	20
Figure 6-8. Résultats de modélisation de l'évènement de février 2010. ....	20
Figure 7-1. T100, hydrogrammes amont et aval de l'étang du Douvenant .....	21
Figure 7-2. Hauteurs d'eau maximales atteintes pour la crue centennale (scénario de référence) .....	22
Figure 7-3 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes pour la crue centennale (scénario de référence).....	22
Figure 7-4 : Cartographie des aléas de référence .....	23
Figure 8-1 : Carte des enjeux - Le Douvenant .....	24
Figure 8-2 : Carte de la vulnérabilité - Le Douvenant .....	25

## TABLEAUX

Tableau 5-1. Coefficients de rugosité appliqués aux différents types de sol en lit majeur .....	13
---	----



## 1 Introduction

Dans le cadre de l'élaboration du PPRLi de la baie de St Briec DHI a été mandaté par la DDTM 22 pour la réalisation de l'étude des aléas naturels dans la vallée du Douvenant, et notamment leur caractérisation sur la partie aval de ce cours d'eau.

Le présent rapport décrit la campagne topographique préalable au travail de modélisation les hypothèses retenues, de caractérisation des aléas, des enjeux et de la vulnérabilité du site.

## 2 Site d'étude

Le Douvenant s'écoule entre les communes de St Briec et de Languieux. La partie amont de son bassin versant est très urbanisée avant de retrouver une occupation du sol plus naturelle en aval du passage sous la RN12. Le secteur étudié couvre la majeure partie du linéaire du cours d'eau et intègre le bassin de l'étang du Douvenant, le modèle représente un linéaire de 3950 m. La figure suivante localise le secteur étudié.



Figure 2-1. Localisation du secteur d'étude

### 3 Campagne topographique

#### 3.1 Levés topographiques

En complément des données LiDAR disponibles qui couvrent le secteur d'étude il a été nécessaire de procéder à une campagne topographique afin d'obtenir des profils en travers du lit mineur. Cette campagne a également permis d'acquérir une meilleure connaissance du fonctionnement du site grâce visite sur le terrain et aux échanges avec les riverains.

Un total de 624 points de mesures a été levé incluant :

- 29 profils en travers ;
- 11 levés d'ouvrages.

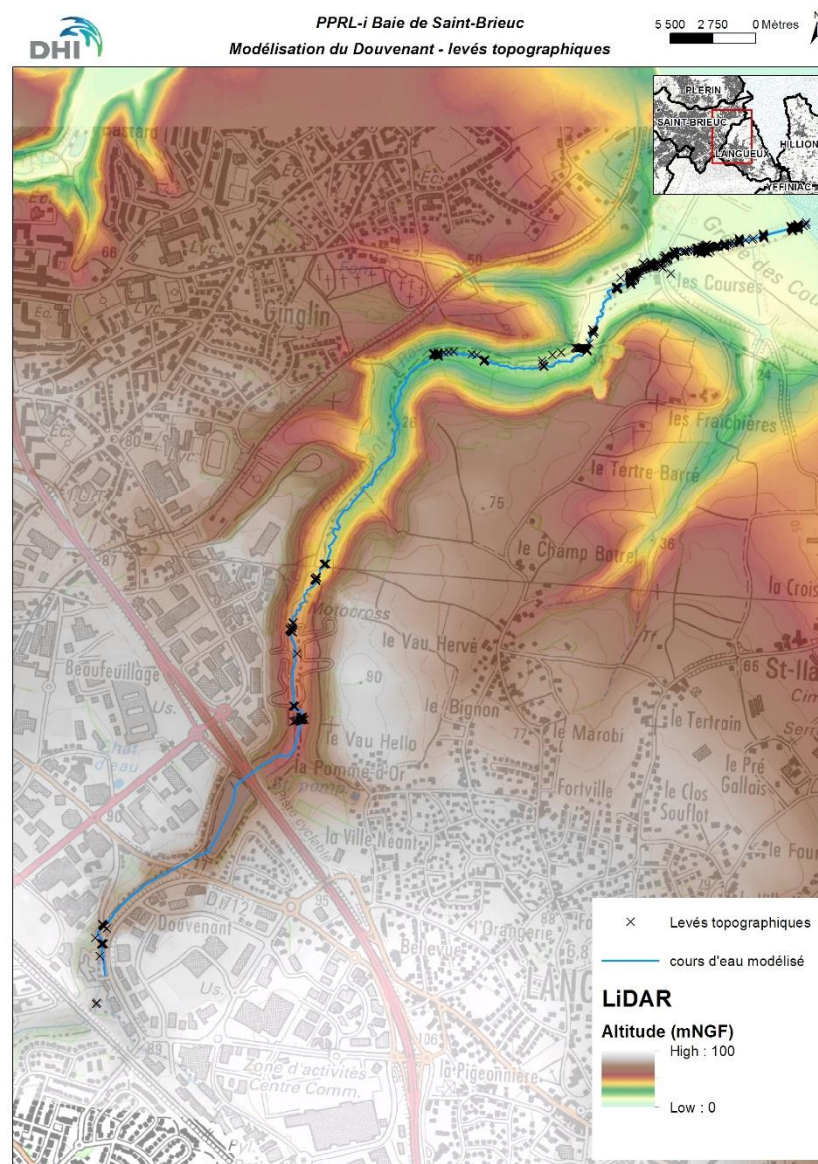


Figure 3-1. Localisation des points de mesures topographiques



## 3.2 Témoignages riverains

La visite sur site a permis de rencontrer les habitants riverains de la partie aval du Douvenant et d'obtenir des informations sur le fonctionnement hydraulique du secteur et le témoignage d'évènements d'inondations survenus par le passé.

Les témoignages font état de crues et d'inondations subséquentes ayant eu lieu à plusieurs reprises par le passé, notamment en :

- 1984 ;
- Juillet 2000 ;
- Décembre 2003 ;
- Juillet 2006 ;
- Février 2010.

Nous avons obtenus des photographies des inondations pour l'évènement de juillet 2006 et une indication de repère de crue pour celui de février 2010. Ainsi ces deux évènements seront retenus pour la réalisation du calage du modèle.

Il nous a également été signalé la réalisation de travaux autour du carrefour de la grève des courses qui ont amélioré les conditions d'écoulements. Après enquête auprès des services techniques de la ville de St Brieuc, nous savons que ces travaux ont eu lieu en 2005 et ont consisté en l'aménagement d'un ruisseau de surverse le long de la route et l'ajout d'un passage busé de diamètre 800mm sous le carrefour. De plus le passage busé du Douvenant sous la route a été raccourci d'environ 100m et vu le lit mineur être mis à ciel ouvert sur ce dernier tronçon. Le schéma suivant présente ce fonctionnement et décrit la situation actuelle.



## 4 Fonctionnement et description hydrologique du secteur d'étude

Le bassin versant du Douvenant couvre une surface totale de 600,4 Ha, le Douvenant reçoit un affluent en rive droite dans la Grève des courses, l'exutoire de cet affluent et la confluence avec le Douvenant se fait via une buse de diamètre 1200mm. Le bassin versant de ce dernier représente 160,8 Ha.

La figure suivante présente ces bassins versant.

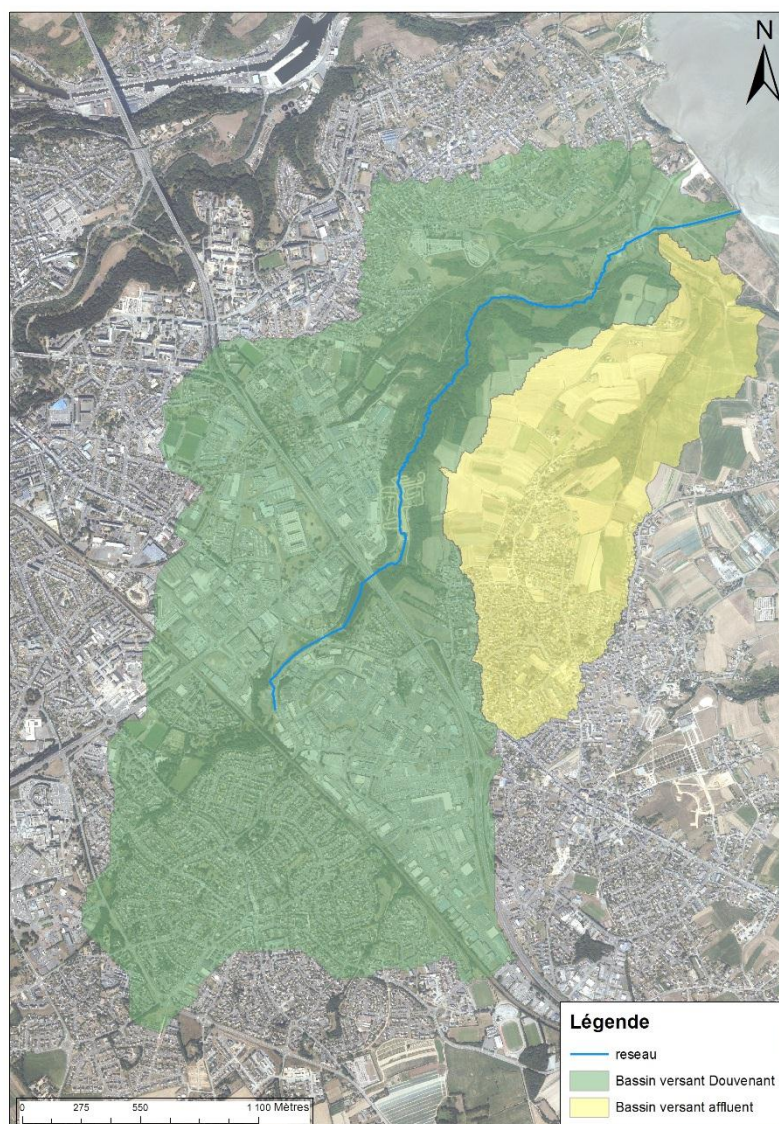


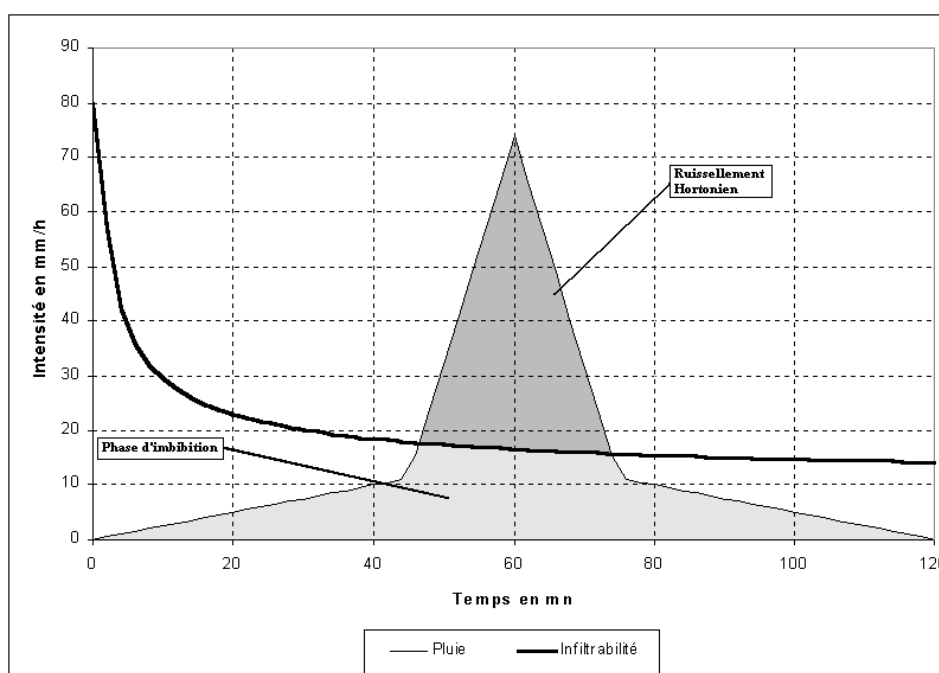
Figure 4-1. Bassins versant

La description du fonctionnement hydrologique de ces ensembles est réalisée au travers de la transformation pluie-débit qui s'opère sur la zone.

### Modélisation pluie-débit

Le mécanisme de production du ruissellement est de type hortonien sur la grande majorité du bassin versant où les mécanismes de ruissellement par saturation n'existent pas.

La capacité d'infiltration des formations superficielles détermine les volumes ruisselés comme le représente la figure ci-dessous :



Afin de reproduire les mécanismes de ruissellement hortonien, nous retenons la méthode du Curve Number élaborée par le SCS (Soil Conservation Service). La lame d'eau ruisselée totale sur le bassin versant est donnée par la formule suivante :

$$LR = \frac{(P - 0,2.S)^2}{(P + 0,8.S)}$$

Où  $LR$  : lame d'eau ruisselée en mm  
 $P$  : Pluie totale en mm  
 $S$  : Détection superficielle en mm

$S$  est donné par la relation :

$$S = \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \times 25.4$$

Le Curve Number  $CN$  est un nombre compris entre 0 et 100 défini par l'utilisateur déterminé à partir de l'occupation du sol, des antécédents hydrologiques et de la texture des sols.

Les classes d'occupation des sols ont été déterminées après analyse des données disponibles (images aériennes, occupation du sol) et de la visite de terrain. Vu l'échelle d'analyse, cinq grandes classes d'occupation des sols ont été déterminées :

- Terres cultivées;
- Espaces naturels;
- Surfaces urbanisées moyennes;
- Surfaces très imperméabilisées.



Il n'a pas été fait de distinction entre les cultures de printemps et les cultures d'hiver.

La carte ci-dessous illustre la répartition de ces catégories d'occupation du sol.

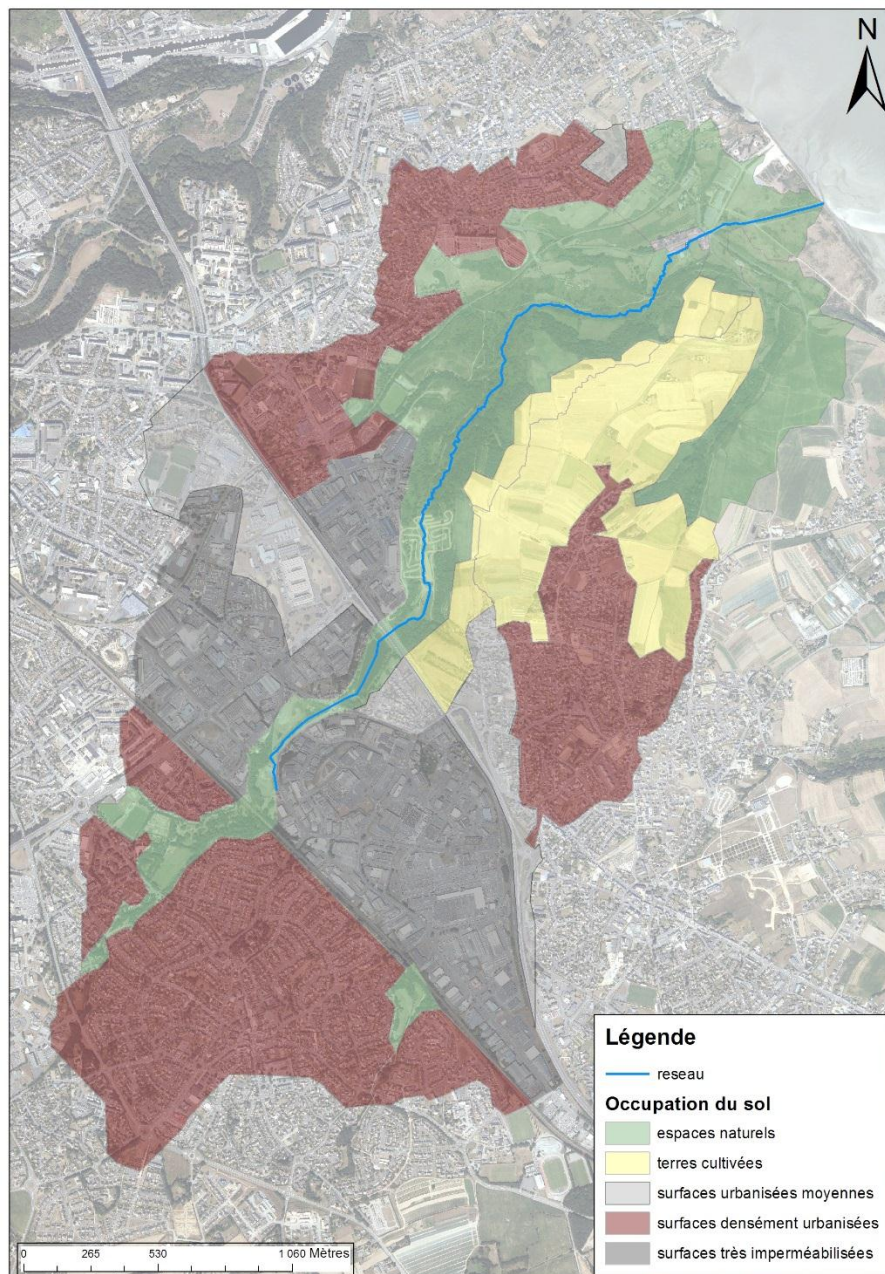
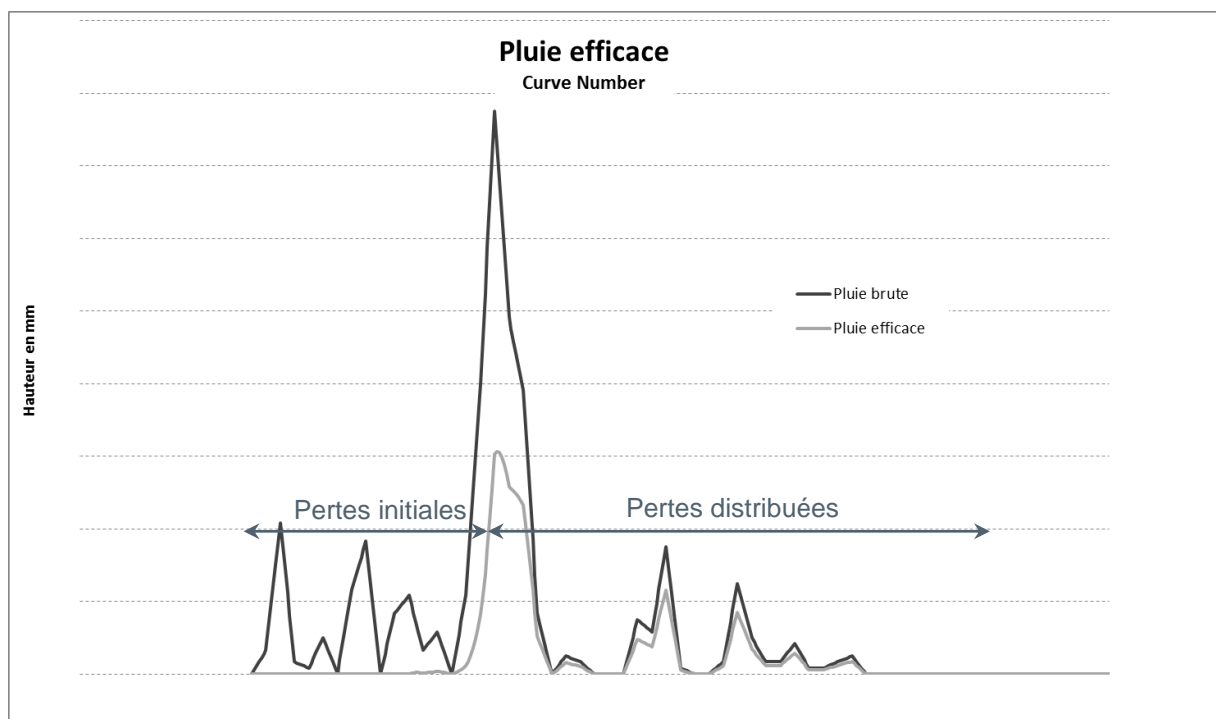


Figure 4-2. Types de sols

Le hyétogramme de pluie efficace est déterminé à partir des pertes initiales et des pertes distribuées selon le principe schématisé ci-dessous :



Le routage de l'hydrogramme dans le bassin versant est assuré par la formulation du double réservoir linéaire. La mise en œuvre de ce modèle consiste à calculer un débit intermédiaire et ceci à partir de la pluie nette. Ce débit donnera naissance au débit ruisselé à l'exutoire du bassin :

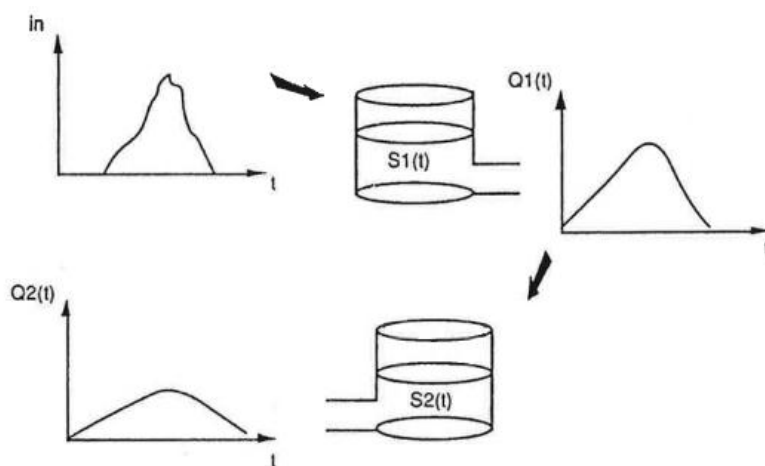


Figure 4-3 Illustration de la méthode du double réservoir linéaire (extrait du document : "Adaptation de MOUSE à l'hydrologie Française", avril 1992)

Les paramètres de routage sont déterminés à partir des temps de concentration des différents bassins versant.

Le travail de calage du modèle (cf chapitre 6) va se traduire par un ajustement des Curve Number retenus en fonction de l'occupation des sols, qui détermine les hydrogrammes produit par les ruissellements suite aux précipitations sur le territoire.



## 5 Modélisation hydraulique

### 5.1 Méthodologie générale

L'ensemble de la vallée de la Scie a été modélisée à l'aide du logiciel MIKE FLOOD développé par DHI, qui permet de coupler dynamiquement le modèle unidimensionnel MIKE 11 en lit mineur avec le modèle bidimensionnel MIKE 21 en lit majeur.

L'avantage de cette démarche est de pouvoir décrire avec précision les variables d'aléa en lit majeur (hauteur d'eau, vitesses, durées de submersion, étendue de l'inondation), à partir d'une connaissance fine de la topographie, et pour des temps de simulation modestes par rapport à une simulation purement 2D.

MIKE FLOOD associe ainsi tous les avantages d'un modèle 1D et d'un modèle 2D et constitue alors le meilleur compromis.

D'autre part, la simulation en régime transitoire permet de caractériser la propagation des crues, de prendre en compte les phénomènes de concomitance des affluents, et de mettre en évidence d'éventuels phénomènes de laminages, dans l'état existant mais aussi sous différents scénarii d'aménagements.

### 5.2 Présentation du logiciel MIKE

La modélisation hydraulique est réalisée sous le logiciel MIKE FLOOD. Développé par DHI, cet outil est basé sur l'interaction dynamique et automatique des modèles unidimensionnel (1D) MIKE 11 et bidimensionnel (2D) MIKE 21.

Le couplage de ces deux modèles permet d'utiliser au mieux les qualités de chacun, tout en évitant ou limitant les inconvénients rencontrés par chacun d'eux, lorsqu'ils sont utilisés séparément. MIKE FLOOD offre ainsi la possibilité:

- de représenter les écoulements dans le lit mineur par un modèle 1D parfaitement adapté aux données topographiques de type profils en travers ;
- de représenter les surverses du lit mineur vers le lit majeur par des liens latéraux (possibilité de définir des liens suivant une direction quelconque et non forcément alignée sur le maillage 2D) ;
- de représenter des écoulements en lit majeur par un modèle 2D fournissant une description fine des champs des vitesses et des hauteurs de submersion ;
- de décrire l'ensemble des singularités hydrauliques (ponts, seuils, vannes etc....) par des formules de perte de charge adaptées ;
- de réaliser les simulations avec des temps de calcul suffisamment rapides pour que le modèle reste très opérationnel (par opposition à une modélisation purement 2D qui présenterait des temps de calcul très longs) ;
- de générer des cartographies directement sous SIG.

MIKE 11 et MIKE 21 permettent une résolution complète des équations de Barré de Saint Venant en régime transitoire et calculent en chaque nœud (MIKE 11) et maille (MIKE 21) les hauteurs d'eau, les débits et les vitesses d'écoulements.

Les connexions hydrauliques entre les modèles 1D et 2D sont définies sous l'interface graphique de MIKE FLOOD. Ces connexions peuvent être de deux natures différentes :

- **déversement latéral**, pour les débordements de lit mineur en zone inondable
- **lien standard**, pour les transitions totales entre un modèle 1D et un modèle 2D

Les équations de Barré de Saint Venant sont intégrées de façon unidimensionnelle (MIKE 11) et bidimensionnelle (MIKE 21).

## 5.3 Construction des modèles

### 5.3.1 Modèle hydraulique 1D

#### Construction du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique, qui comprend le cours d'eau principal est entièrement digitalisé sous SIG avec pour support numérique les cartes IGN 1/25000 géoréférencées en Lambert 93, les photos aériennes et les levés réalisés.

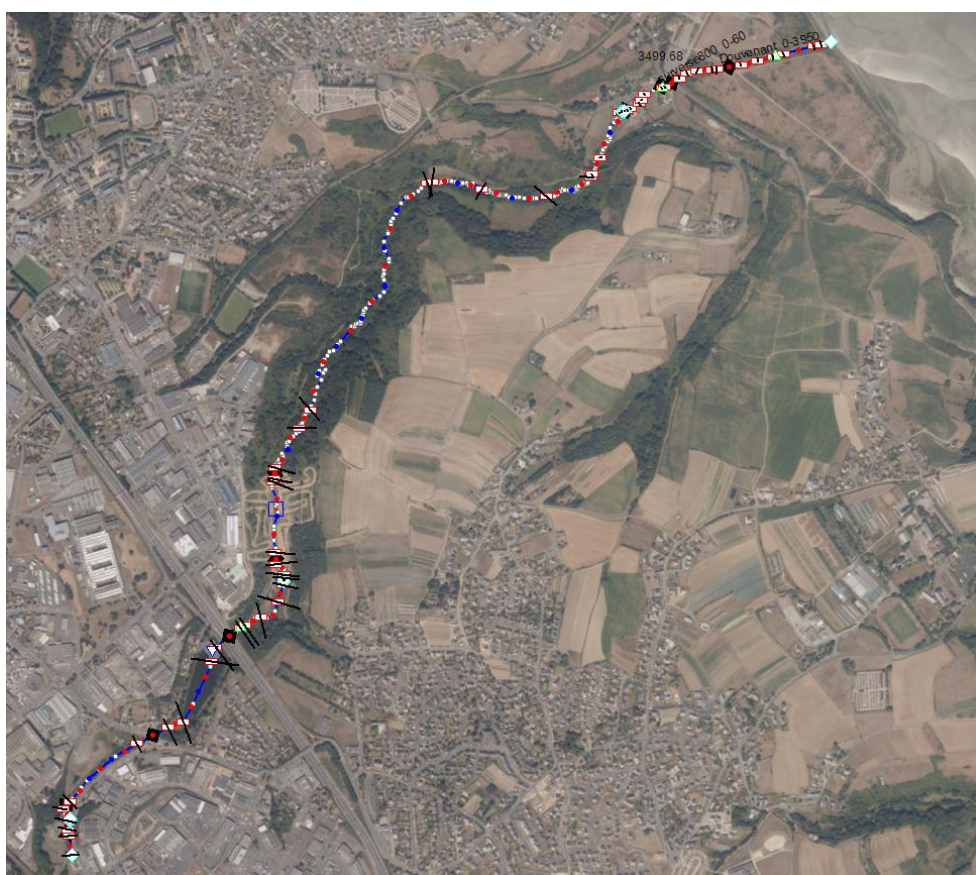
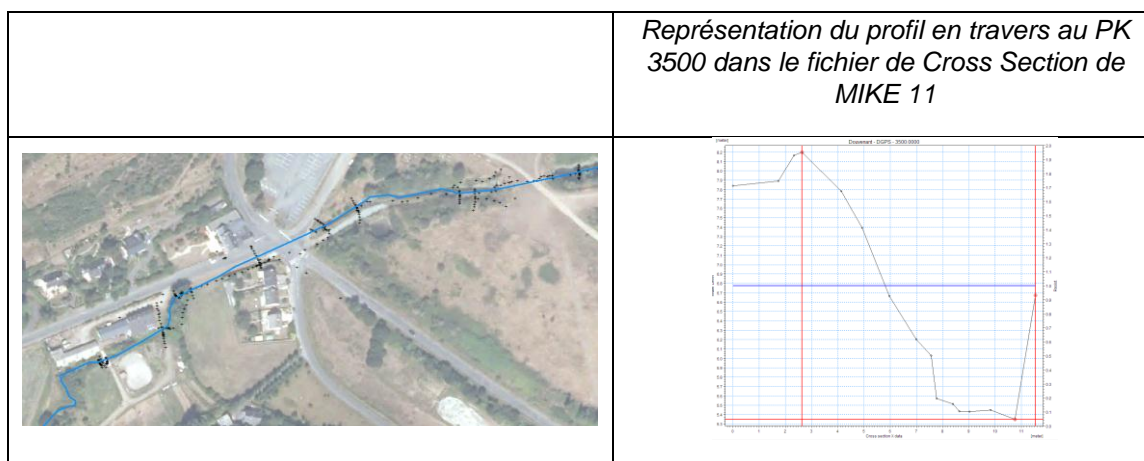


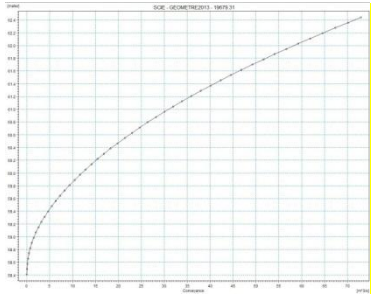
Figure 5-1. Linéaire modélisé sous MIKE11

#### Intégration des profils en travers

Les profils en travers, provenant de la campagne topographique réalisée, sont importés dans MIKE 11, puis sont calculés l'ensemble des paramètres hydrauliques (rayon hydraulique, section mouillée, débitance...) et le point kilométrique de chaque profil.

Ci-dessous on peut voir la représentation sous SIG du squelette du modèle. Les données issues des levés sont intégralement prises en compte dans le modèle (profils, ponts, ouvrages, crêtes des berges)



<p>Calculs de l'ensemble des paramètres hydrauliques nécessaires à la modélisation</p>							<p>Calcul de la débitance du profil en travers</p>						
	Cross section area	Radius	Storage width	Add. storage area	Resistance factor	Conveyance							
1	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000							
2	0.103	0.053	2.476	0.000	1.000	0.014							
3	0.407	0.109	4.209	0.000	1.000	0.093							
4	0.771	0.181	4.635	0.000	1.000	0.247							
5	1.169	0.254	5.061	0.000	1.000	0.469							
6	1.601	0.325	5.411	0.000	1.000	0.757							
7	2.059	0.397	5.722	0.000	1.000	1.112							
8	2.542	0.468	6.032	0.000	1.000	1.532							
9	3.051	0.538	6.316	0.000	1.000	2.018							
10	3.580	0.608	6.570	0.000	1.000	2.570							
11	4.131	0.678	6.824	0.000	1.000	3.188							
12	4.700	0.748	6.981	0.000	1.000	3.872							
13	5.279	0.819	7.096	0.000	1.000	4.622							
14	5.867	0.891	7.211	0.000	1.000	5.435							
15	6.465	0.964	7.327	0.000	1.000	6.309							
16	7.072	1.037	7.418	0.000	1.000	7.245							

Le modèle hydraulique du Douvenant a été construit en intégrant :

- 30 profils comprenant le lit majeur (levé lit mineur complété par les données issus du LiDAR) ;
- 19 profils du lit mineur ;
- 14 ouvrages hydrauliques (buses, seuils, ponts)

### Définition des ouvrages et singularités hydrauliques

Les ouvrages hydrauliques (ponts, seuils, vannages, buses...), recensés lors des visites de terrain et susceptibles d'avoir un impact significatif sur les écoulements, ont été intégrés au modèle en renseignant leur localisation, géométrie, coefficients de perte de charge et consignes de gestion éventuelles.

A partir de la cartographie SIG et des levés de la campagne topographique, les ouvrages ont été localisés et reproduit fidèlement dans le modèle.

Les valeurs de coefficient de Strickler ont été appliquées de façon uniforme par profil et par tronçon, en faisant correspondre les caractéristiques géomorphologiques de chacun avec la classification trouvée généralement dans la littérature. Ce paramètre hydraulique a été ajusté lors de la phase de calage du modèle hydraulique.

## Etang du Douvenant

L'étang a été intégré au modèle. La description de ce dernier comprend :

- Le volume stockable au sein du bassin au-dessus de la cote normale (loi hauteur volume) ;
- L'ouvrage de trop plein ainsi que la conduite de diamètre 500mm sous la RN12 ;
- L'évacuateur de crue de type « tulipe » et la conduite sous la RN12 de diamètre 1200 mm ;
- L'entrée du bassin du Douvenant via les conduites de diamètres 800 et 1000mm.

Les caractéristiques de cet aménagement sont issues des études existantes fournies par l'agglomération de St Brieuc. En début de simulation le niveau d'eau dans le bassin est à la cote normale de fonctionnement, soit au niveau du seuil de trop plein qui est situé à 68,70 mNGF.



Figure 5-2. Etang du Douvenant.

### Conditions aux limites

Les conditions aux limites du modèle sont directement issues de l'analyse hydrologique. Les hydrogrammes de crue de calage et de projet définis au cours de cette phase sont intégrés au modèle hydraulique de trois manières différentes, selon que l'apport hydrologique constitue une source amont, ponctuelle ou diffuse. Ainsi la condition limite en entrée du modèle est l'hydrogramme issue des écoulements du bassin versant amont qui s'écoule vers l'étang. Le bassin versant du Douvenant en aval de la RN12 est injecté au travers de sources diffuses au pro-rata du linéaire concerné. Enfin l'apport de l'affluent en rive droite, à l'aval de la Greve des courses est injecté par une source ponctuelle à la confluence avec le Douvenant.

La condition limite à l'aval pour l'évènement de février 2010 est un marégramme issue des résultats de modélisation maritime précédemment réalisée par DHI dans la baie de St Brieuc (cf rapport de phase 2 du PPRLi).

Pour l'évènement de 2006 il s'agit du marégramme théorique correspondant.

Enfin pour l'aléa de référence il s'agit de niveaux marins de période de retour 10 ans conformément à la méthodologie développée pour les autres rivières.



### 5.3.1.1 Modèle 2D

#### Construction du MNT

La donnée source pour la création du MNT du modèle 2D est la source de données LiDAR couvrant la zone d'étude avec une résolution de 1m.

Afin d'appliquer un modèle opérationnel alliant précision et rapidité de calcul, la taille de maille du MNT de modélisation a été choisie à 4m.

La génération du MNT à 4 m a été réalisée, à partir du fichier de points original, dans l'éditeur de bathymétrie de Mike selon une méthode d'interpolation triangulaire.

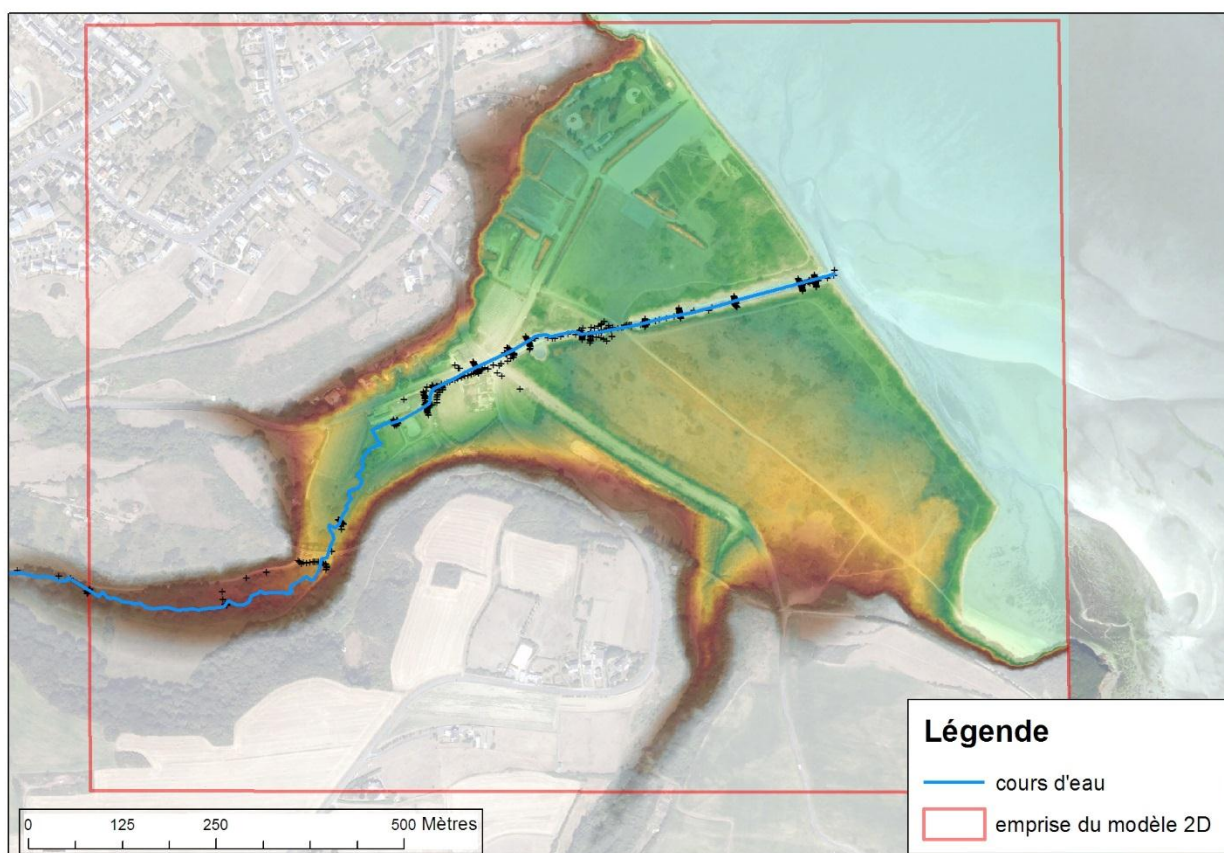


Figure 5-3. Illustration de données sources pour la génération du MNT utilisé dans le modèle

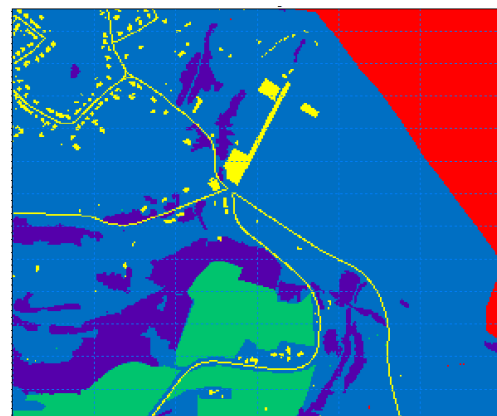
#### Construction de la carte de rugosité en lit majeur

La carte de rugosité du lit majeur renseigne le modèle hydraulique sur les valeurs du coefficient de Strickler au niveau de chaque cellule du MNT. Les valeurs des coefficients de Strickler ont été attribuées à chaque type d'occupation des sols selon la classification couramment admise ci-après.



Tableau 5-1. Coefficients de rugosité appliqués aux différents types de sol en lit majeur

Type de sol	Coefficient de Strickler
<b>Culture</b>	<i>Non present sur le secteur</i>
<b>Forêt</b>	18
<b>Prairie</b>	24
<b>Urbanisé</b>	35



### 5.3.1.2 Conditions initiales, conditions aux limites

Les conditions aux limites sont entièrement prises en compte par le modèle 1D.

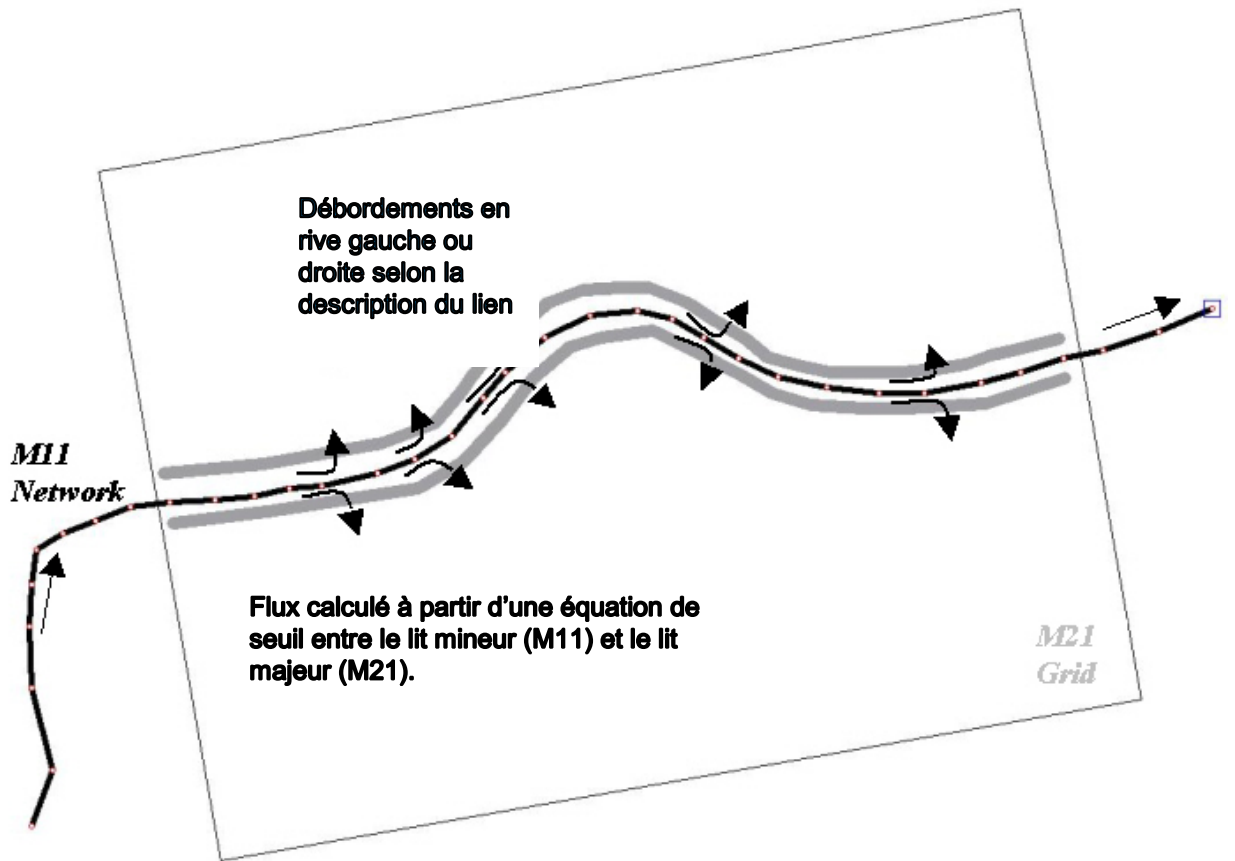
Dans le cadre de la modélisation couplée 1D/2D sur le Douvenant, les conditions aux limites ont été définies dans le modèle 1D et les frontières du modèle 2D ont été considérées comme fermées. D'autre part, La valeur nulle a été appliquée comme condition initiale de hauteur d'eau et débit dans le modèle 2D (lit majeur et plaine d'inondation).

### 5.3.1.3 Couplage des modèles 1D et 2D

Le couplage des modèles 1D et 2D par l'interface Mike Flood nécessite la définition des liens latéraux :

Un lien latéral permet de relier une bande de mailles adjacentes de MIKE 21 à une branche de MIKE 11. Le flux à travers un lien latéral est calculé à partir d'une équation de seuil ou d'une relation tabulée Q-H. La figure ci-dessous illustre l'application du lien latéral.

La définition des ces différents liens sur les cours d'eau modélisés s'accompagnent de paramètres numériques à renseigner. Le lecteur est renvoyé en annexe pour une description détaillée de ces paramètres (incidence hydraulique, sens physique).



## 6 Calage du modèle

### 6.1 Données d'entrée du modèle

Les évènements de calage retenus sont donc ceux de juillet 2006 et février 2010 pour lesquelles nous avons suffisamment de données pour procéder à un calage a minima de notre modèle hydraulique.

La pluviométrie des évènements de calage est issue des stations météo de Trémuson et du « Joint français » (cette dernière étant situé à proximité immédiate de l'étang du Douvenant.)

Les précipitations enregistrées sont les suivantes :

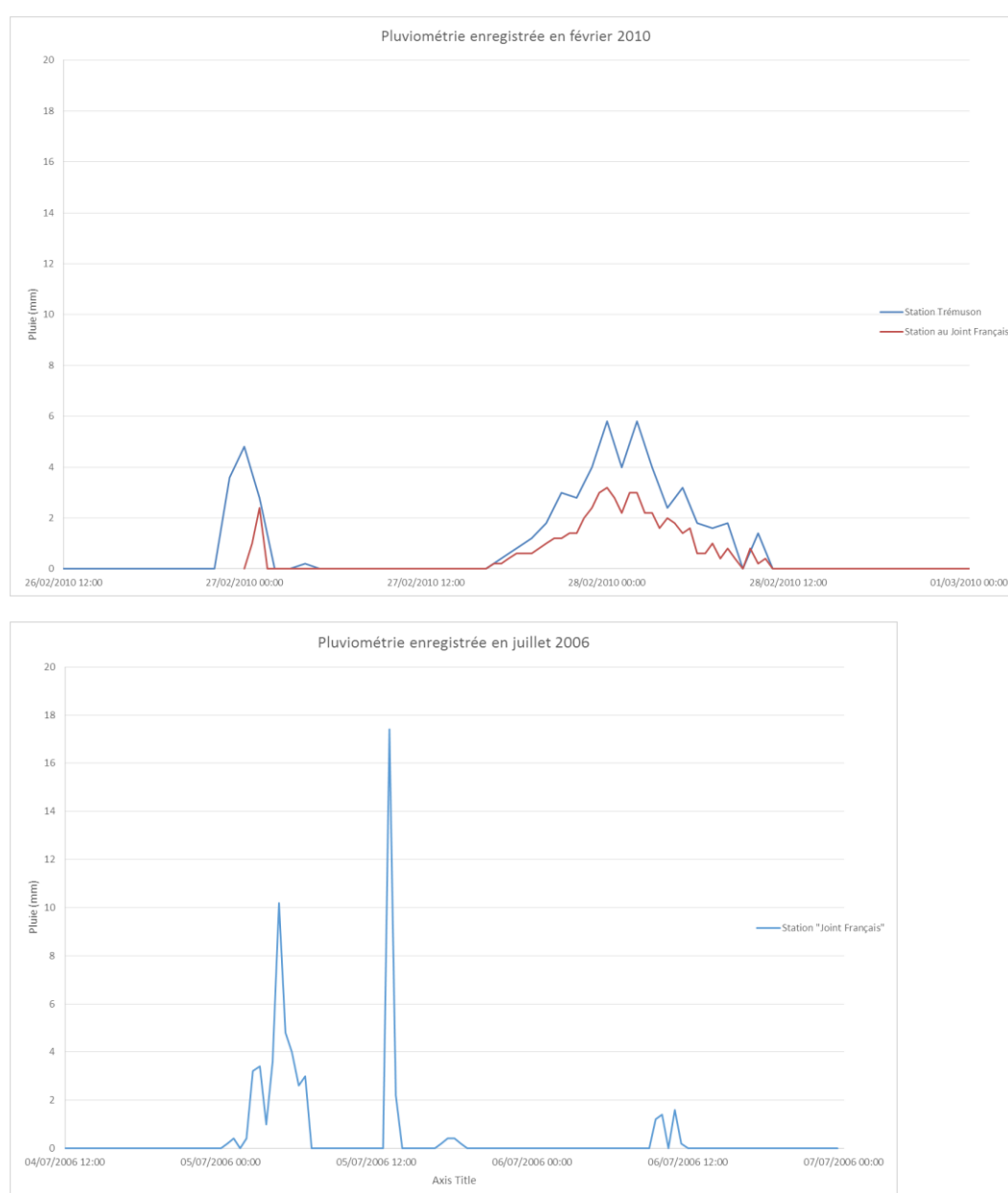


Figure 6-1. Précipitations en février 2010 et juillet 2006

Ces données servent au calcul d'apports hydrologiques décrits précédemment.

Suite au calage des modèles on obtient les hydrogrammes d'entrée suivants :

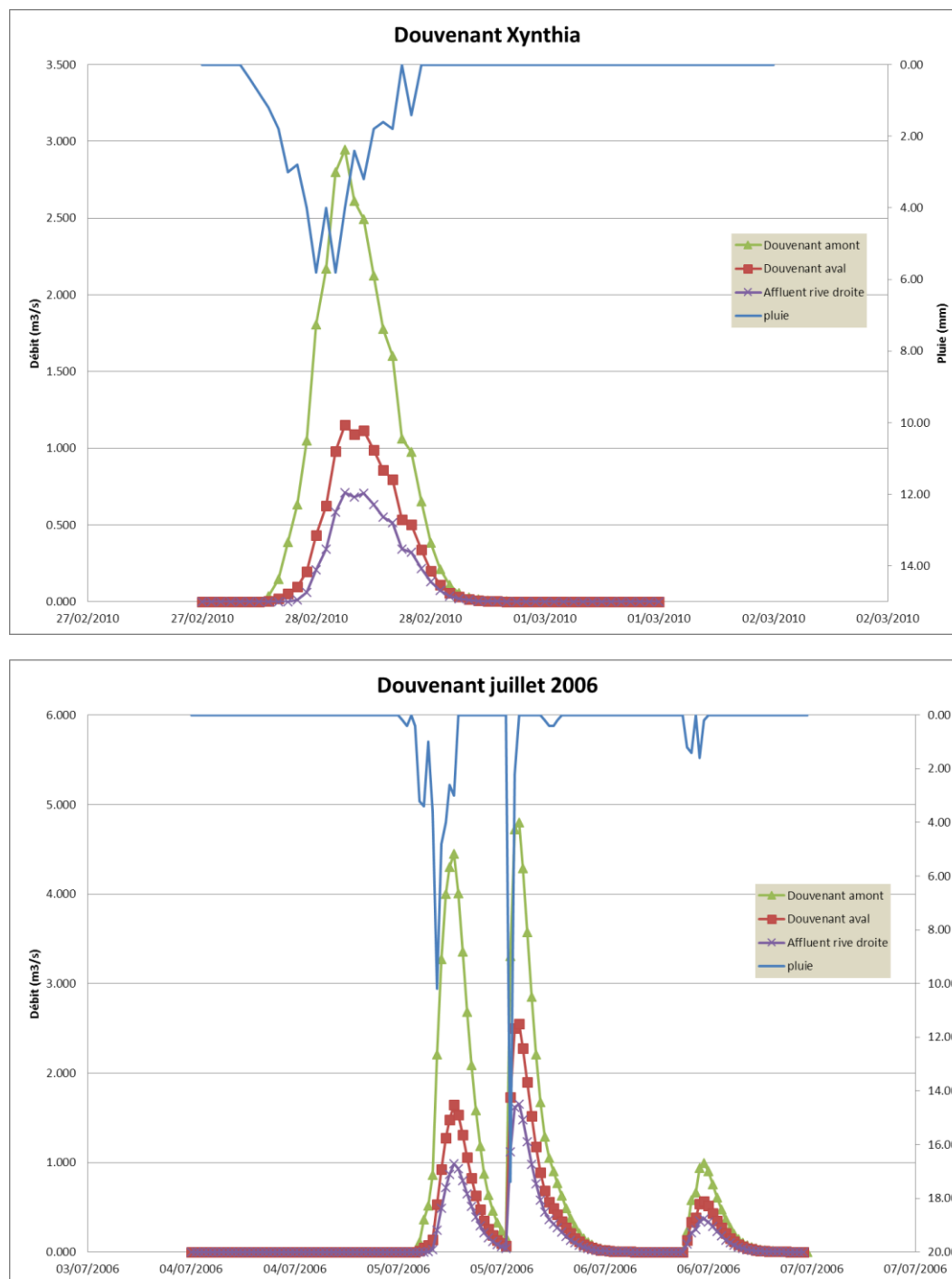


Figure 6-2. Hydrogrammes d'entrée des simulations de calage.

Pour l'aléa de référence des pluies de projet ont été utilisé afin de déterminer les débits d'entrée du modèle. Sur la base des coefficients de Montana du secteur de St Briec, la méthode dite des doubles triangles a permis de construire une pluie de durée 6h avec une période intense d'une heure, et une pluie de durée 24h avec une durée intense de 2,4h.

Deux formes de pluies, de types hivernale et estivale, ont été testées. La situation la plus pénalisante des deux sera conservée pour la définition de l'aléa de référence.

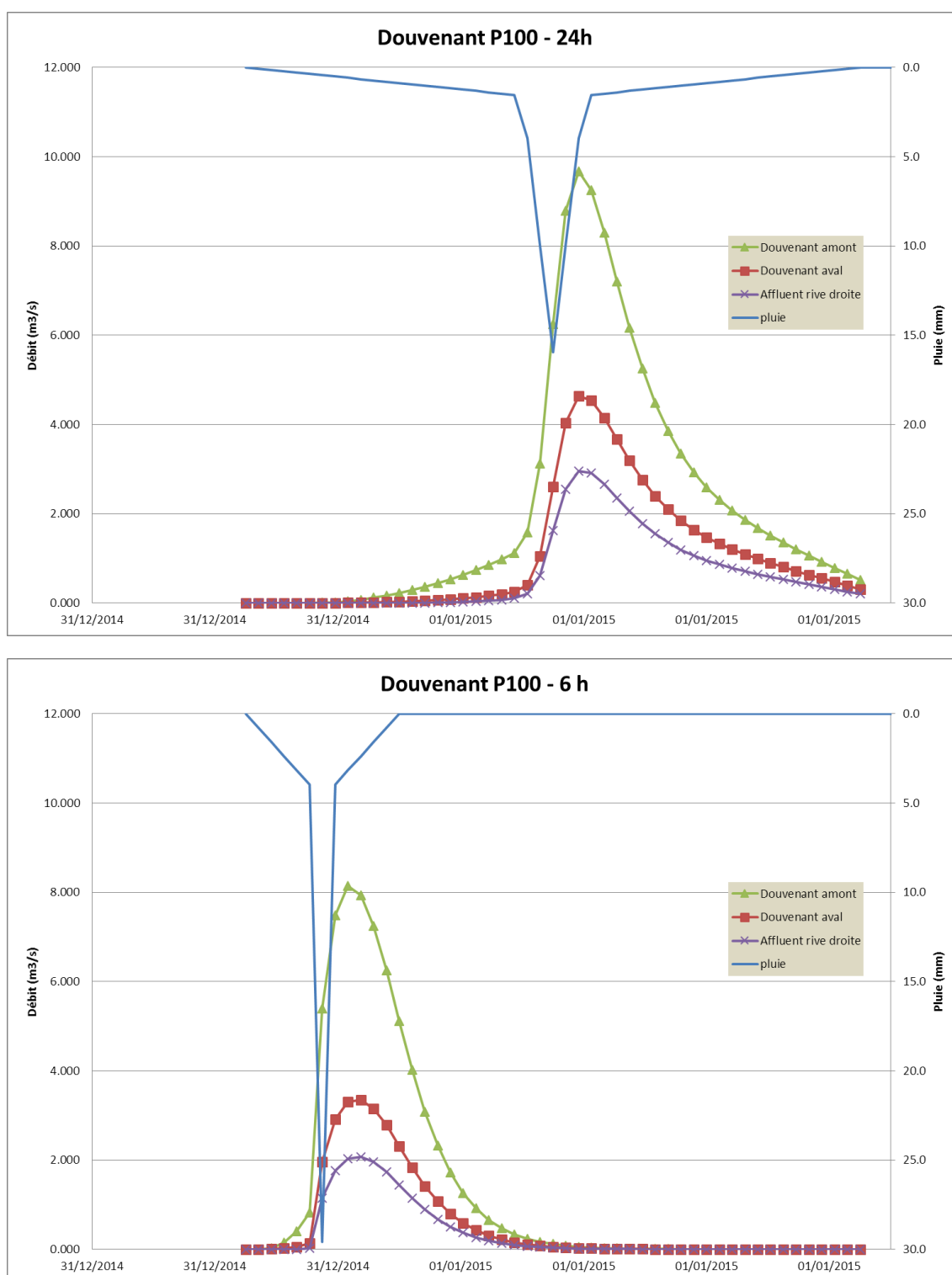


Figure 6-3. Pluies de projet centennales.

On obtient des débits de pointe d'hydrogrammes centennaux, en entrée du bassin, suivants :

- 9,67 m<sup>3</sup>/s pour la pluie de durée 24h
- 8,13 m<sup>3</sup>/s pour la pluie de durée 6h.



Si l'on traduit la lame d'eau ruisselée en coefficient de ruissellement on obtient les valeurs de 58% pour la pluie de 6h et 68% pour celle de 24h. Ces valeurs semblent réalistes au vu de l'urbanisation du bassin versant en amont de la RN12.

## 6.2 Evènement de juillet 2006

Les données de calage disponibles sont les témoignages des riverains et une photo transmise par les services techniques de l'agglomération de St Brieuc.



Figure 6-4. Inondations lors du 5 juillet 2006

Les résultats de modélisation montrent les résultats suivants :

- L'étang du Douvenant voit son niveau d'eau augmenté de 50 cm durant le passage de l'hydrogramme ;
- Le laminage de l'hydrogramme provoqué par le bassin est faible, le débit n'est diminué que d'1% ;

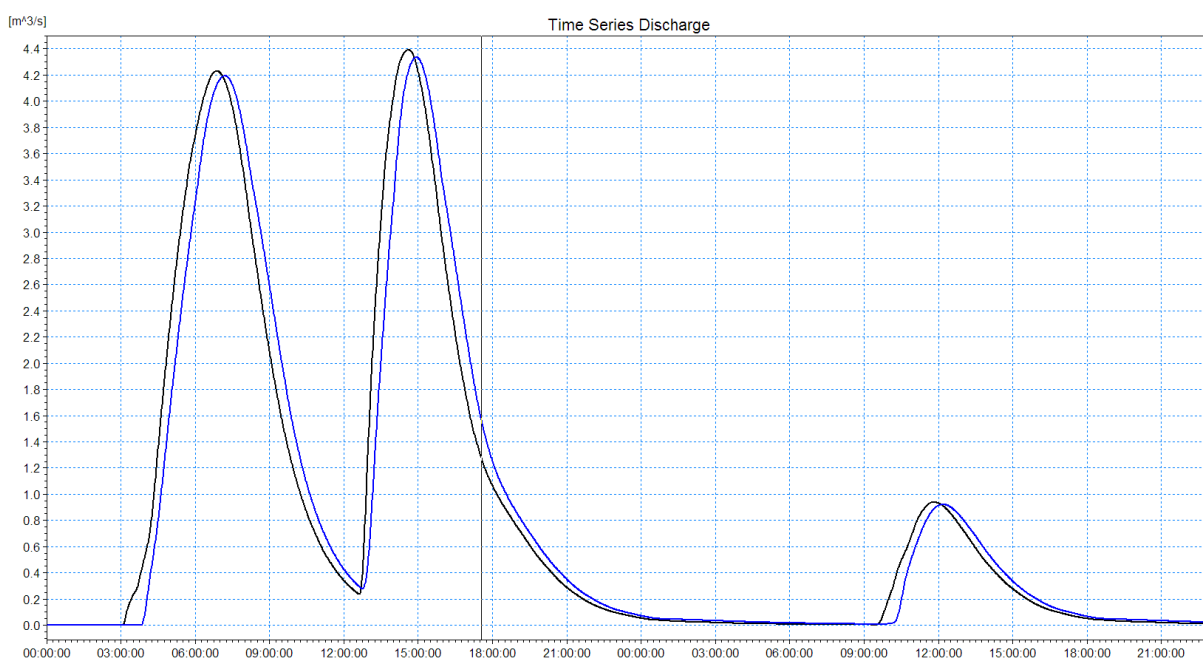


Figure 6-5. Hydrogrammes en amont (noire) et en aval (bleue) du bassin de l'étang du Douvenant.

La cartographie des inondations sur le secteur de la Grèves des courses respecte les observations des riverains et la photographie. On voit que la route est submergée et que les eaux viennent aux abords du restaurant.



Figure 6-6. Résultats de modélisation de juillet 2006



## 6.3 Evènement de février 2010

Pour l'évènement de 2010 nous avons un repère de crue approximatif qui a été levé lors de la visite de terrain en mars 2015. Les résultats de modélisation après calage indique un écart de -4cm avec le repère levé.



Figure 6-7. Localisation du repère de crue pour février 2010 (8.88 mNGF)

Les précipitations ayant eu lieu sont concomitantes de la tempête Xynthia, qui a provoqué des niveaux marins élevés dans la baie de St Brieuc et donc un niveau aval défavorable pour l'évacuation des eaux.



Figure 6-8. Résultats de modélisation de l'évènement de février 2010.

## 7 Aléa de référence

### 7.1 Analyse

Le scénario de référence retenu est donc une crue résultante d'une pluie d'occurrence centennale concomitante d'un niveau marin de période de retour décennale à l'exutoire du Douvenant.

Suite aux tests effectués il s'avère que le scénario le plus défavorable est une pluie de durée 24h.

Le laminage très faible induit par le bassin de l'étang du Douvenant est le suivant :

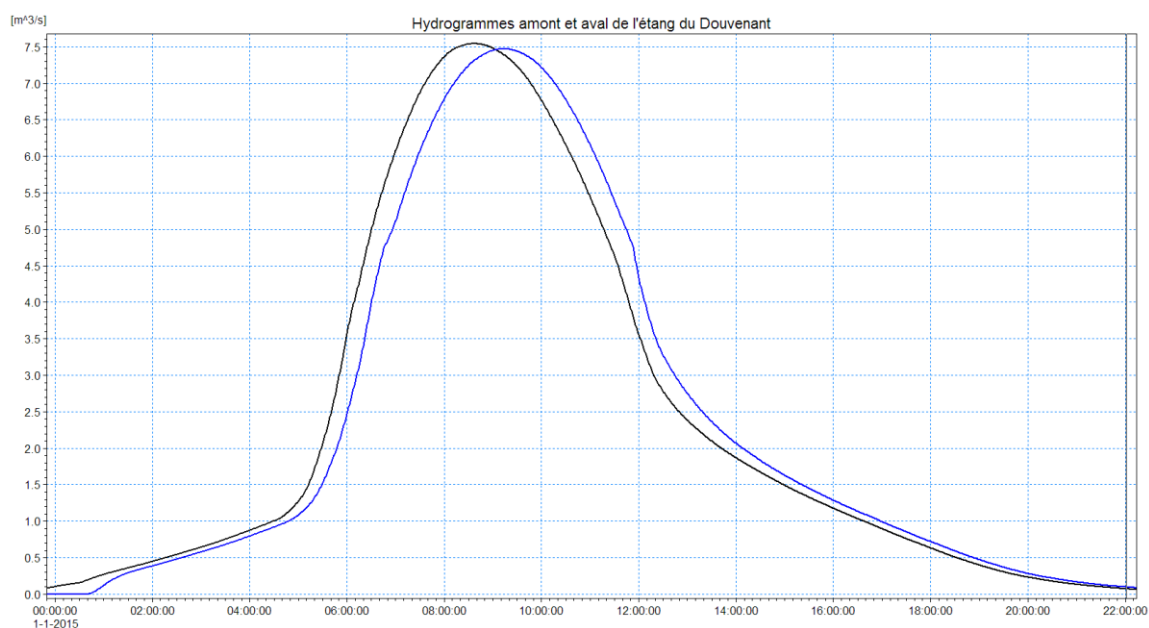


Figure 7-1. T100, hydrogrammes amont et aval de l'étang du Douvenant

Les résultats de modélisation, en termes d'emprise et de lame d'eau, sont présentés dans la carte suivante.





Figure 7-2. Hauteurs d'eau maximales atteintes pour la crue centennale (scénario de référence)

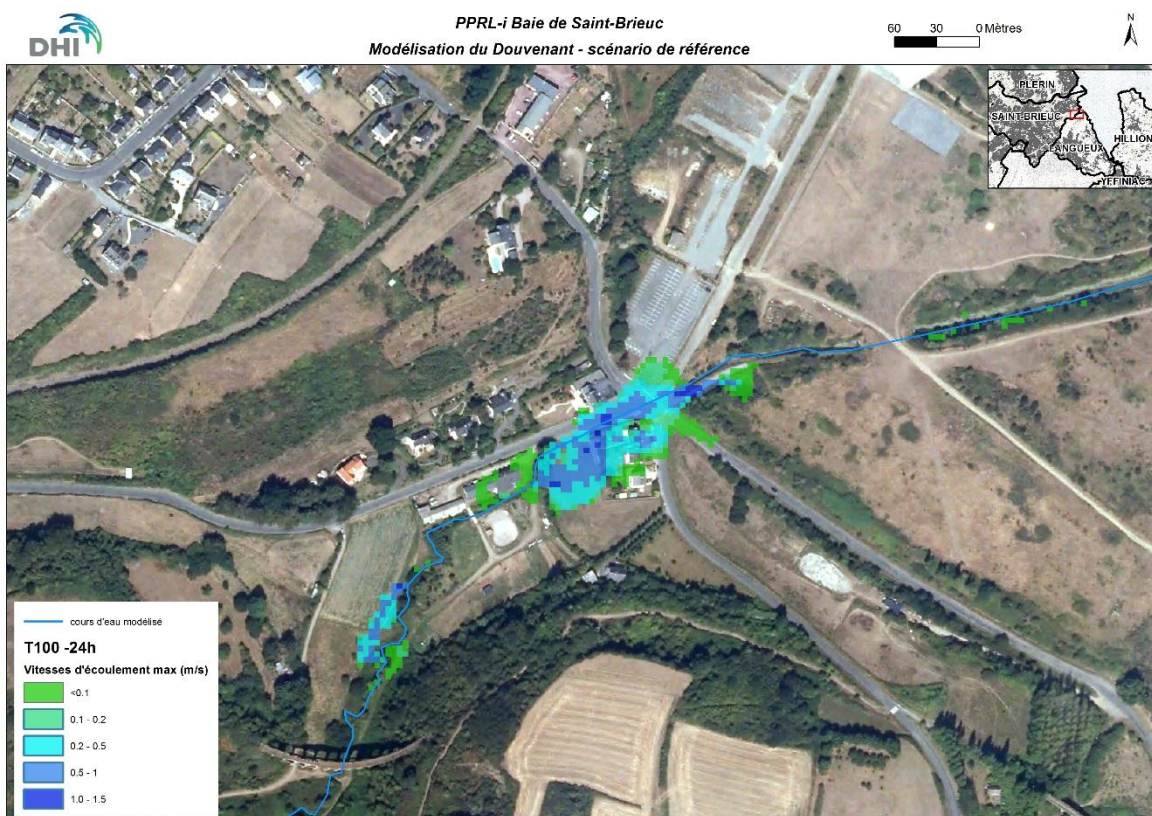


Figure 7-3 : Vitesses d'écoulement maximales atteintes pour la crue centennale (scénario de référence)



## 7.2 Cartographie de l'aléa de référence

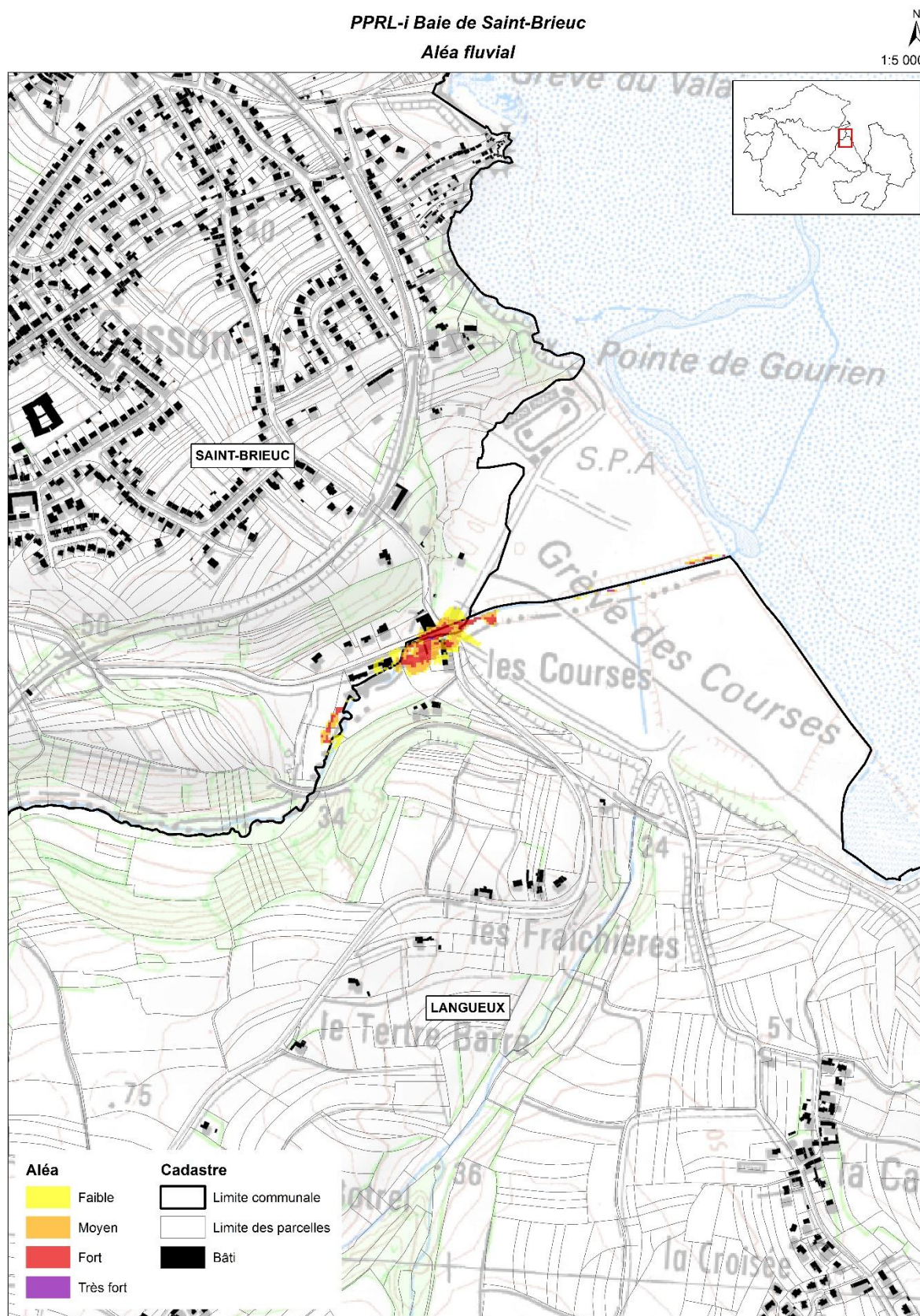


Figure 7-4 : Cartographie des aléas de référence



## 8 Analyse des enjeux et de la vulnérabilité

### 8.1 Les enjeux recensés

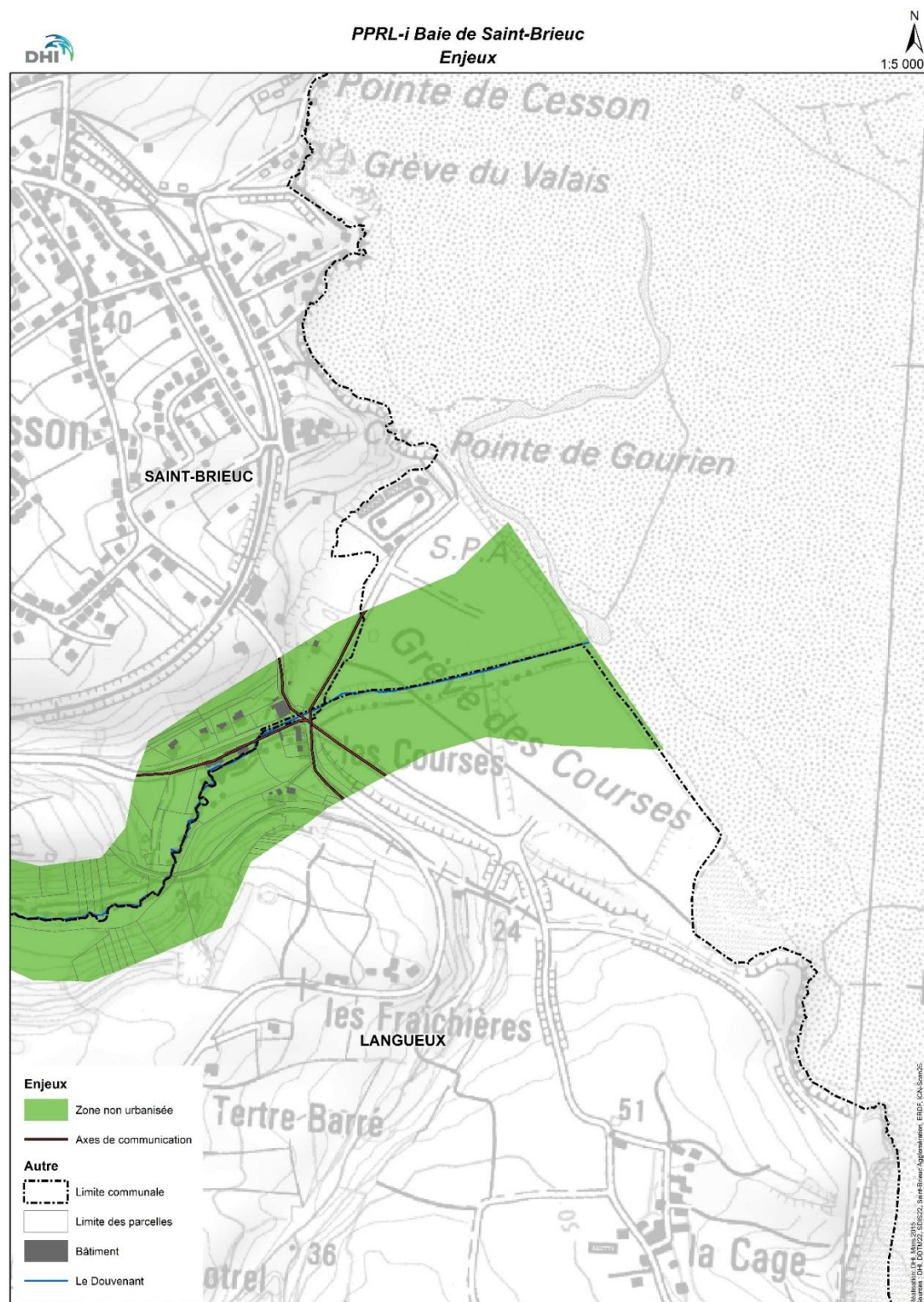


Figure 8-1 : Carte des enjeux - Le Douvenant



## 8.2 La vulnérabilité du site

Sur le site, nous recensons le restaurant et le carrefour du Douvenant comme points de vulnérabilité particuliers



Figure 8-2 : Carte de la vulnérabilité - Le Douvenant



