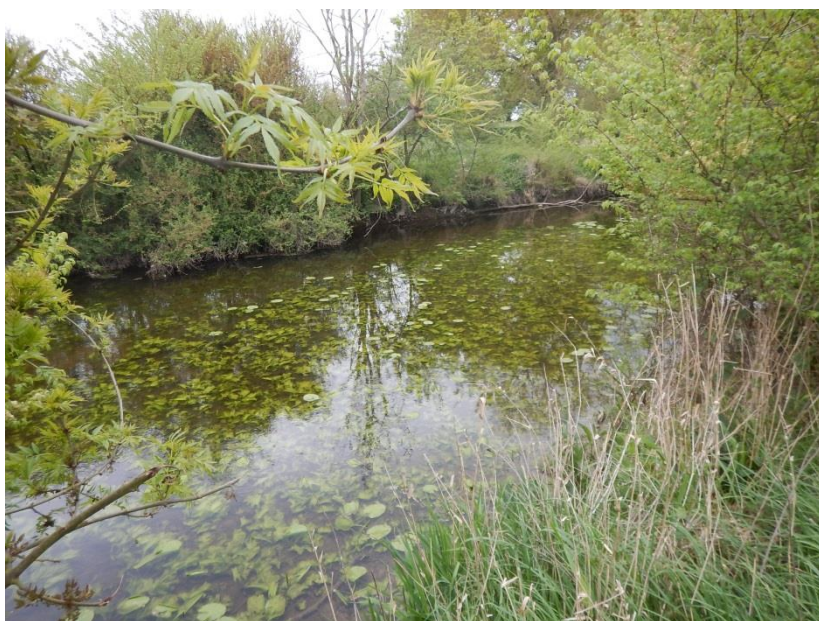


DEPARTEMENT DE LA LOIRE ATLANTIQUE
COMMUNE D'ISSE



Cartographie de zones inondables

ÉTUDE HYDRAULIQUE



VILLE & TRANSPORT
DIRECTION REGIONALE OUEST
Espace bureaux Sillon de Bretagne
8 avenue des Thébaudières
CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tel. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99



Ville & Transport
Direction Régionale Ouest
Espace bureaux Sillon de Bretagne
8 avenue des Thébaudières – CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tél. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

ARTELIA Ville & Transport Direction Régionale Ouest Espace bureaux Sillon de Bretagne 8 avenue des Thébaudières – CS 20232 44815 SAINT HERBLAIN CEDEX Tél. : 02 28 09 18 00 Fax : 02 40 94 80 99	N° Affaire	4-53-2125					Etabli par	Vérifié par
	Date	Février 2018					J. BATTU	Y. GASOWSKI
	Indice	A	B	C				

SOMMAIRE

Préambule 1

1. ACQUISITION DES DONNEES	2
1.1. BIBLIOGRAPHIE	2
1.2. TOPOGRAPHIE	2
1.2.1. SEMIS DE POINTS	2
1.2.2. PROFILS EN TRAVERS	3
1.2.3. OUVRAGES HYDRAULIQUES	4
1.3. LES LAISSES DE CRUE	6
2. HYDROLOGIE	7
2.1. CARACTERISATION DU BASSIN VERSANT	7
2.2. ESTIMATION DU DEBIT DECENNAL	8
2.3. ESTIMATION DU DEBIT CENTENNAL	9
2.3.1. METHODE DU GRADEX	9
2.3.1.1. Détermination du temps de concentration	10
2.3.1.2. Détermination de la pluviométrie locale	10
2.3.2. METHODE DE L'INSTRUCTION TECHNIQUE DE 1977	11
2.3.3. METHODE DE L'AJUSTEMENT DE LA LOI DE GUMBEL	11
2.3.4. SYNTHESE	11
2.4. ESTIMATION DE LA CRUE MILLENALE	12
3. MODELISATION HYDRAULIQUE	13
3.1. PRESENTATION DU MODELE	13
3.1.1. ZONE MODELISEE	13
3.1.2. DONNEES D'ENTREE DU MODELE	14
3.1.2.1. Les profils en travers	14
3.1.2.2. Les ouvrages	15
3.1.2.3. Les conditions aux limites	15
3.1.2.4. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT)	16
3.1.2.5. La rugosité	17
3.1.3. LE CALAGE DU MODELE	18
3.2. RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA CRUE CENTENNALE	20
3.3. RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA CRUE MILLENALE	24
3.4. HAUTEURS D'EAU A DIFFERENTS POINTS DU MODELE	27
4. ACTIONS PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS	28
ANNEXE 1 Caractéristiques des ouvrages hydrauliques	31
ANNEXE 2 Laissez de crue	38
ANNEXE 3 Cartes à l'échelle de la commune au 1/5000 pour les crues de décembre 2013, centennale et millénale	45

TABLEAUX

Tabl. 1 -	Caractéristiques du bassin versant	7
Tabl. 2 -	Stations hydrométriques sur le Don (source : Banque Hydro)	8
Tabl. 3 -	Débit décennal mesuré à Guéméné-Penfao et estimé à Issé (source : Banque Hydro (1991-2017))	8
Tabl. 4 -	Comparaison des résultats de temps de concentration obtenus	10
Tabl. 5 -	Coefficients de Montana, intensités de pluie et pluviométrie résultantes (Source : Météo France – Poste de Nantes-Bouguenais (1972-2006))	10
Tabl. 6 -	Débits centennaux au droit de la commune d'Issé	11
Tabl. 7 -	Débits centennaux au droit de la commune d'Issé	12
Tabl. 8 -	Calcul du débit de crue du 25 décembre 2013 (source : Banque Hydro)	18
Tabl. 9 -	Comparaison des laisses de crue avec les niveaux d'eau calculés par le modèle	18
Tabl. 10 -	Hauteur d'eau au niveau des 6 points (m NGF)	27

FIGURES

Fig. 1.	Bourg d'Issé et localisation de la friche Atlas	1
Fig. 2.	Semis de point au niveau de l'île	3
Fig. 3.	Localisation des profils en travers relevés	4
Fig. 4.	Localisation des ouvrages relevés à différentes échelles	5
Fig. 5.	Localisation des laisses de crue	6
Fig. 6.	Visualisation du bassin versant au niveau de la commune d'Issé	7
Fig. 7.	Principe de la méthode du Gradex	9
Fig. 8.	Limite du modèle	13
Fig. 9.	Visualisation du modèle sous MIKE	14
Fig. 10.	Profil en travers (pk 2324) sous MIKE	14
Fig. 11.	Modélisation du pont SNCF (pk 7283) sous MIKE	15
Fig. 12.	Conditions aux limites appliquées au modèle pour Q1000	16
Fig. 13.	Visualisation du MNT sur l'île du Don	16
Fig. 14.	Visualisation de la table regroupant les différentes rugosités sur l'île du Don	17
Fig. 15.	Visualisation des débordements liés à la crue de décembre 2013	19
Fig. 16.	Visualisation de l'onde de la crue centennale sur l'île du Don	21
Fig. 17.	Visualisation de l'étendue de la crue centennale sur l'ensemble de la zone modélisée	22
Fig. 18.	Hauteur d'eau (m NGF) au niveau de l'île du Don	23
Fig. 19.	Visualisation de l'étendue de la crue millénale sur l'ensemble de la zone modélisée	25
Fig. 20.	Visualisation de l'étendue de la crue millénale (AZI 2006)	26
Fig. 21.	Emplacement des points	27
Fig. 22.	Coupe transversale du vannage amont	28
Fig. 23.	Localisation des points d'envasement et de resserrement du lit	29
Fig. 24.	Resserrement du lit en aval du pont de la D18	29
Fig. 25.	Envasement du bras Nord en aval de la diffluence	29

PREAMBULE

L'étude porte sur la cartographie des zones inondables du Don pour les crues centennale et millénale sur le bourg d'Issé et en particulier ciblée sur la friche industrielle de l'ancienne usine Atlas. L'objectif pour la commune d'Issé est de réfléchir à l'avenir possible de ce site dans le cadre de la révision du Plan Local d'Urbanisme.

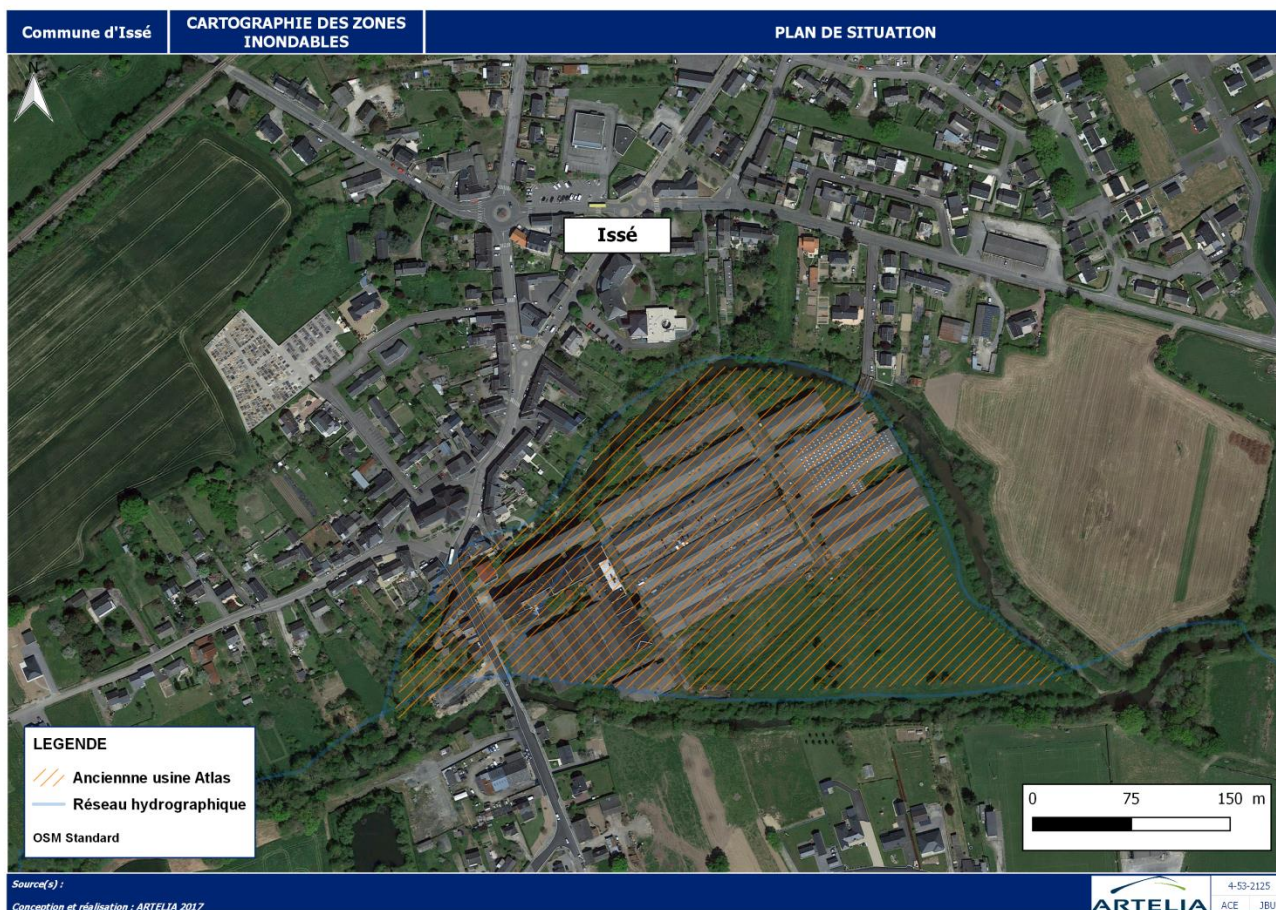


Fig. 1. Bourg d'Issé et localisation de la friche Atlas

La mission s'est décomposée en plusieurs phases :

- Le recueil des données bibliographiques ;
- Le recueil des données de terrain : campagne de topographie et recherche des laisses de crue ;
- La définition de l'hydrologie au droit de la commune d'Issé ;
- La construction du modèle hydraulique 1D/2D à l'aide du logiciel MIKE et des données récoltées ;
- L'analyse des résultats obtenus et les propositions d'aménagement.

Ces différentes étapes sont détaillées dans la suite du rapport.

1. ACQUISITION DES DONNEES

1.1. BIBLIOGRAPHIE

Les données bibliographiques utilisées dans ce rapport sont issues des éléments fournis par le maître d'ouvrage au stade de l'offre :

- Extraits de l'étude hydraulique globale du Don – SCE, octobre 2005 ;
- Atlas des Zones Inondables du Don – SIEE, novembre 2006 ;
- Atlas : une friche industrielle au cœur de la commune d'Issé – Master 2 Villes et Territoire, Nantes, 2016.

1.2. TOPOGRAPHIE

L'acquisition de données de terrain est essentielle pour bien alimenter le modèle hydraulique afin que celui-ci soit le plus représentatif possible de la zone d'étude.

La campagne topographique réalisée les 13 et 29 avril 2017 a permis de relever trois types de données différentes :

- un semis de points sur le site de l'ancienne usine Atlas pour réaliser le MNT (Modèle Numérique de Terrain) nécessaire à la réalisation du modèle 2D ;
- des profils en travers le long du cours d'eau ;
- le relevé des ouvrages hydrauliques (ponts, seuils, vannages, etc.).

Egalement, nous nous sommes appuyés sur les données topographiques réalisées dans le cadre de l'Atlas des Zones Inondables du Don par SIEE en novembre 2006.

1.2.1. SEMIS DE POINTS

Un semis de points a été réalisé sur le site de l'ancienne usine Atlas dans le but d'avoir une topographie précise de l'île afin de construire le MNT qui sera intégré à la modélisation hydraulique 2D.

La carte ci-après montre sa localisation.

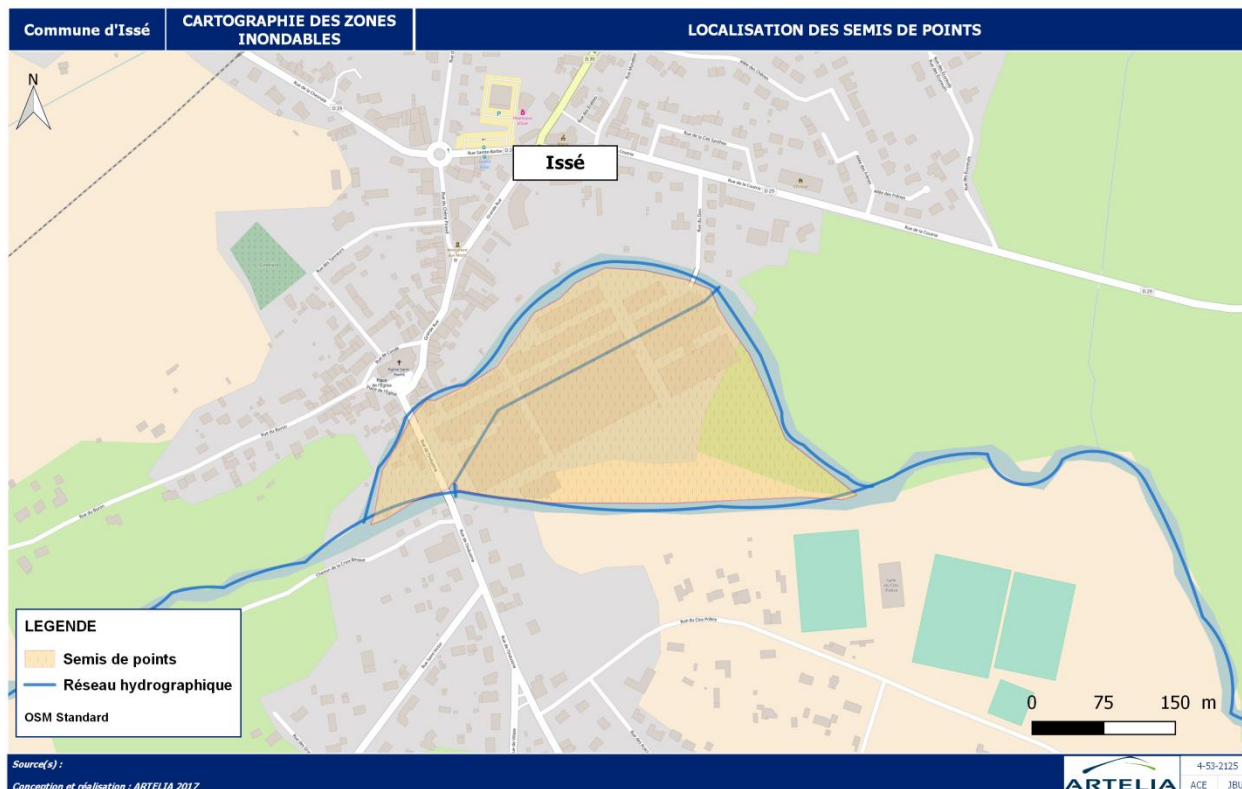


Fig. 2. Semis de point au niveau de l'île

1.2.2. PROFILS EN TRAVERS

Un total de 20 profils en travers a été relevé sur la zone d'étude s'étendant de l'aval du Moulin du Pas Hervé à l'amont du Moulin de la Pile (cf. § 3.1.1)

Ces profils sont plus nombreux au droit de l'ancienne usine Atlas pour avoir une vision précise de la bathymétrie du Don au droit du centre-bourg. En amont et aval du site les profils sont plus espacés, ils sont situés au niveau d'écrans hydrauliques et de zones d'expansion des crues.

Les profils en travers (lit mineur) comprennent 3 points en fond de lit mineur à minima, 1 point en haut de berge et sur talus pour les deux rives. Pour les profils en lit majeur le nombre de point est adapté en fonction des caractéristiques topographiques du terrain.

La figure ci-après présente la localisation des profils en travers.

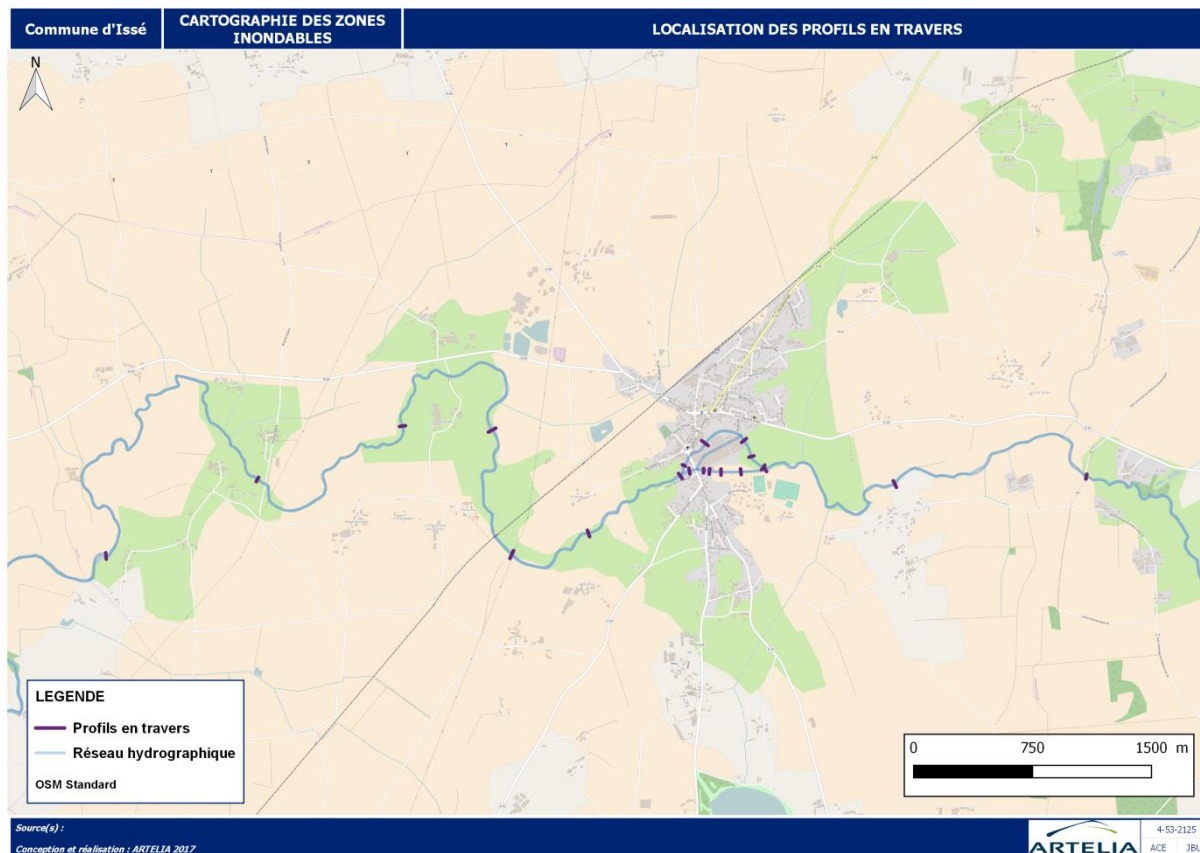


Fig. 3. Localisation des profils en travers relevés

1.2.3. OUVRAGES HYDRAULIQUES

Depuis l'amont vers l'aval, les ouvrages hydrauliques suivants ont été relevés et sont localisés sur les cartes suivantes :

- Pont routier aval Pas Hervé
- Usine Atlas : vannage amont
- Usine Atlas : passerelle métallique
- Usine Atlas : vannage bras Nord
- Usine Atlas : entrée canal souterrain
- Usine Atlas : sortie canal souterrain
- Issé : Pont bras Nord
- Issé : Pont bras Sud
- Pont SNCF
- Pont lieu-dit « Boissay »
- Pont lieu-dit « La Févraie »
- Pont lieu-dit « Le Haut Rougeau »

La géométrie de certains ouvrages avait déjà été levée mais pas les cotes NGF. Nous avons donc relevé tous les ouvrages présents sur le linéaire étudié, en particulier : largeur, cotes des radiers, ouvertures, vannes, etc. Ces informations sont disponibles dans l'annexe 1.

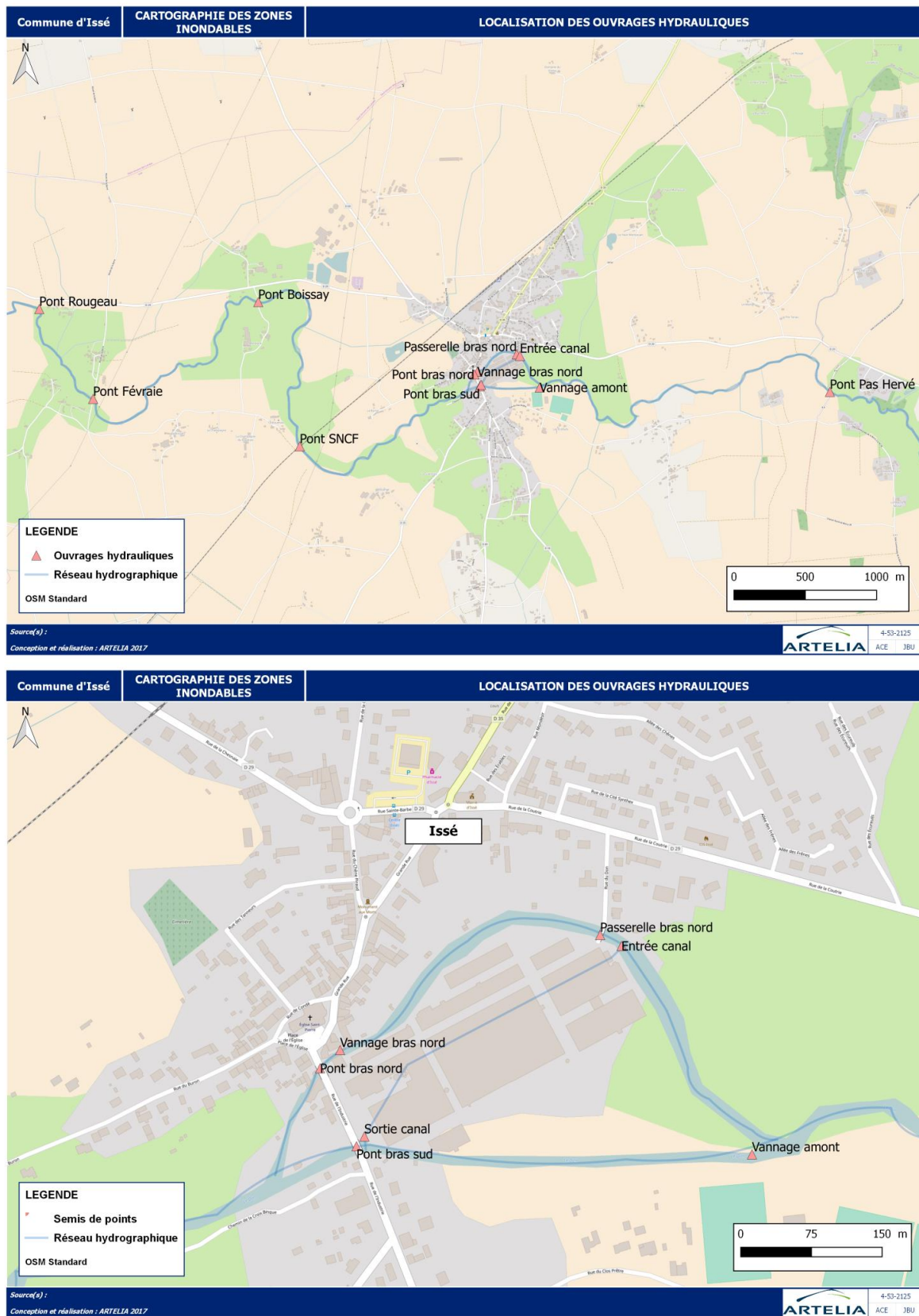


Fig. 4. Localisation des ouvrages relevés à différentes échelles

1.3. LES LAISSES DE CRUE

Le modèle nécessite un processus de calage qui vise à améliorer progressivement la représentativité du modèle par la simulation d'événements connus. L'ajustement des paramètres de calage sera effectué par comparaison des niveaux d'inondation calculés par le modèle avec les observations (laisses) de crues. Grâce aux données récoltées, le calage pourra se faire en considérant la crue de décembre 2013 (crue la plus récente).

Nous avons récupéré auprès de la commune la liste des adresses et riverains qui ont pu relever des indices du niveau d'eau lors de la crue de décembre 2013.

Nous avons pu relever 6 laisses de crues, 5 dans le centre d'Issé et 1 au lieu-dit « la Masure ». Des fiches spécifiques ont été créées et sont présentées en annexe 2.

Précisons que la Laisse 1 représente l'événement de 2001.



Fig. 5. Localisation des laisses de crue

Les informations relevées sont les suivantes :

- Localisation : adresse, coordonnées GPS ;
- Nom du contact ;
- Photos de la marque laissée par la crue ;
- Fiabilité de la laisse de crue évaluée sur l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrologiques à proximité.

Sur les six laisses de crue relevées, 2 ont été jugées fiables, 1 moyenne et 3 peu fiables. Ces éléments seront pris en compte lors du calage du modèle.

2. HYDROLOGIE

Il s'agit dans cette partie de déterminer les valeurs de la crue centennale et millénale au droit du centre-bourg d'Issé par plusieurs méthodes se basant sur le calcul du débit décennal.

2.1. CARACTERISATION DU BASSIN VERSANT

Les caractéristiques du bassin versant ont été déterminées à l'aide du logiciel MAPINFO où le bassin versant a été tracé sur la base d'une carte IGN au 1/25 000^{ème}.

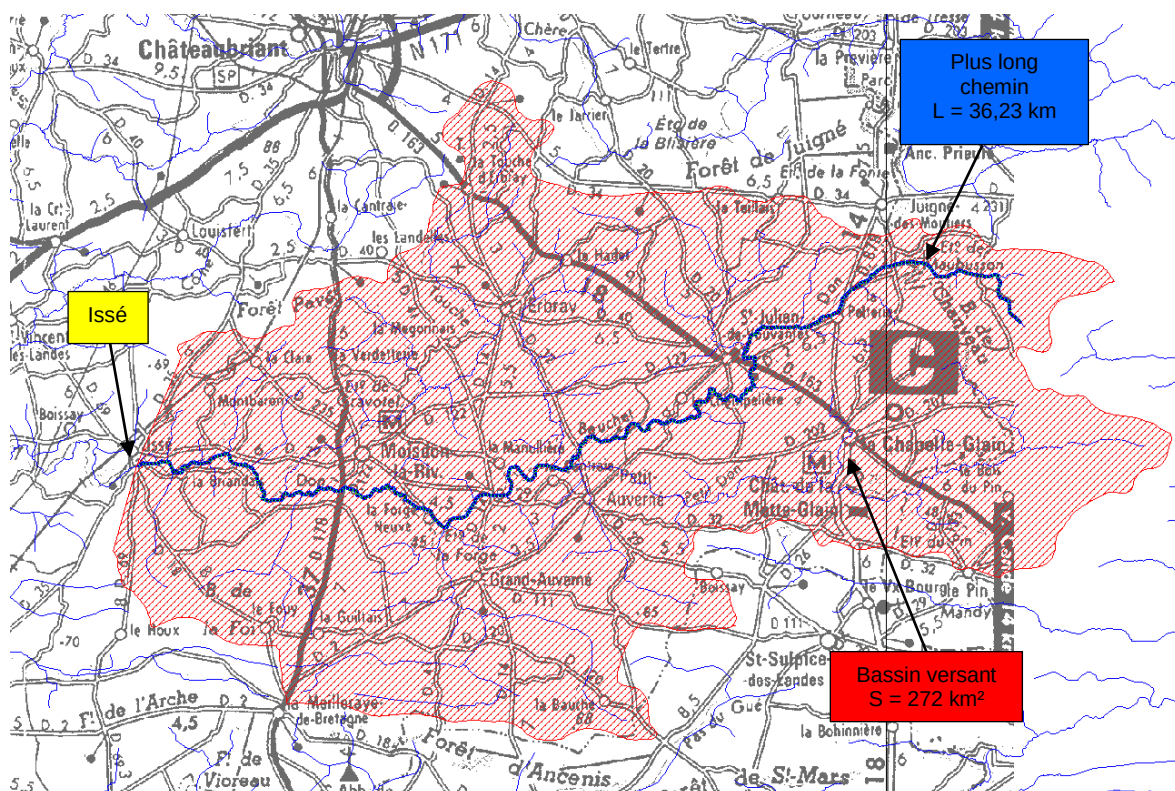


Fig. 6. Visualisation du bassin versant au niveau de la commune d'Issé

On retiendra les caractéristiques présentées dans le tableau suivant :

Tabl. 1 - Caractéristiques du bassin versant

Notation	Caractéristiques	Valeurs
S	Surface du bassin versant	272 km ²
L	Longueur du plus long chemin hydraulique	36,23 km
P	Pente	0,20 %

2.2. ESTIMATION DU DEBIT DECENNAL

Il existe trois stations hydrométriques sur le Don présentées dans le tableau suivant :

Tabl. 2 - Stations hydrométriques sur le Don (source : Banque Hydro)

Station	Code de la station	Surface bassin versant	Données disponibles	Fiabilité des données
Treffieux	J7933010	305 km ²	2003-2017	Provisoires
Conquereuil	J7953010	580 km ²	2000-2017	Provisoires
Guéméné-Penfao	J7963010	598 km ²	1972-2017	Fiables de 1991 à 2006 puis provisoires jusqu'en 2017

C'est la **station de Guéméné-Penfao qui est retenue** pour déterminer le débit décennal, bien qu'elle soit la plus éloignée d'Issé. En effet, elle présente la plus longue chronique de données (26 années), élément essentiel pour estimer correctement les débits de crue.

Sur la base des débits mesurés à la station de référence, le débit décennal au droit d'Issé est calculé grâce à la formule de Myer :

$$Q_{ISSE} = \left(\frac{S_{bv_{ISSE}}}{S_{bv_{GUEMENE}}} \right)^{\alpha} \times Q_{GUEMENE}$$

α est le coefficient de Myer, il varie de 0,5 à 1 en fonction de la région, du climat et du type de sol. Pour la présente étude, la valeur de 0,8 paraît pertinente.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tabl. 3 - Débit décennal mesuré à Guéméné-Penfao et estimé à Issé (source : Banque Hydro (1991-2017))

Localisation	Surface bassin versant	Q10 ¹
Guéméné-Penfao	598 km ²	110 m ³ /s
Issé	272 km²	58,57 m³/s

Les résultats hydrologiques obtenus dans le cadre de la réalisation de l'Atlas des zones inondables en 2006 donnent un débit décennal à Guéméné-Penfao égal à 115 m³/s par une méthode pluie-débit. Les données hydrométriques utilisées pour le présent calcul du débit décennal à Issé nous paraissent fiables.

Le calcul n'a pas été réalisé au niveau d'Issé dans le rapport de 2006. Le débit (43 m³/s) a été calculé en amont pour une superficie de bassin versant de 191 km². En considérant un coefficient de Myer de 0.8, ce débit donnerait un débit décennal à Issé de 57 m³/s, soit très proche du débit calculé.

¹ Q10 : débit de crue décennale

2.3. ESTIMATION DU DEBIT CENTENNAL

Le débit centennal est estimé par différentes méthodes détaillées ci-dessous.

2.3.1. METHODE DU GRADEX

Cette méthode, couramment utilisée dans la détermination des débits de fréquence très rare, a été développée par EDF en 1966. Elle repose sur l'hypothèse, selon laquelle pour les événements rares, la capacité d'infiltration maximale des bassins versants est atteinte et donc que tout accroissement des précipitations se caractérise par un accroissement similaire du ruissellement, donc des débits.

→ Formule du Gradex : $Q_{100} = Q_{10} + [(u_{100} - u_{10}) \times gd]$

Q_{100} : Débit centennal, à déterminer

Q_{10} : Débit décennal calculé au paragraphe 2.2.

u : Variable réduite de Gumbel

gd : Gradex des pluies (tangente à la droite d'ajustement des pluies $\tan(\alpha)$) défini comme suit :

$$gd = \frac{S}{3,6 T_c} \times \frac{(P_{100} - P_{10})}{2,3}$$

S : Surface du bassin versant

T_c : Temps de concentration, estimé au paragraphe 2.3.1.1

P_{100} : Pluie de période de retour 100 ans, estimée au paragraphe 2.3.1.2

P_{10} : Pluie de période de retour 10 ans, estimée au paragraphe 2.3.1.2

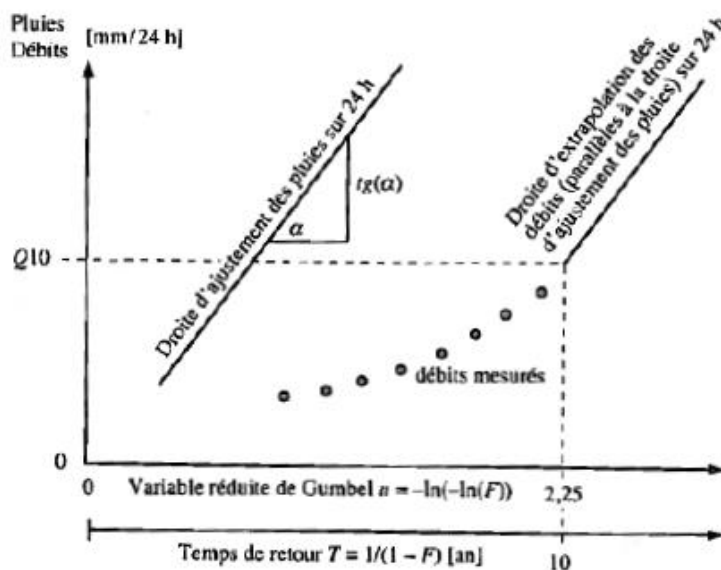


Fig. 7. Principe de la méthode du Gradex

2.3.1.1. DETERMINATION DU TEMPS DE CONCENTRATION

Le temps de concentration est défini comme le temps nécessaire à une particule d'eau pour parcourir le plus long chemin hydraulique depuis la limite du bassin jusqu'à l'exutoire.

De nombreuses formules permettent de calculer le temps de concentration sur un bassin versant. Nous avons choisi de confronter trois formules qui sont applicables pour de grands bassins versants ruraux :

- Passini :

$$T_c = 0,14 \times (S \times L)^{1/3} \times P^{-0,5}$$

- Ventura :

$$T_c = 7,63 \times \frac{S}{100} \times \frac{1}{P^{0,5}}$$

- Turraza :

$$T_c = 6 \times \left(\frac{S}{100} \times \frac{L}{1000} \right)^{0,33} \times \frac{1}{P^{-0,5}}$$

Tabl. 4 - Comparaison des résultats de temps de concentration obtenus

Formules	Temps de concentration (min)	Temps de concentration (h)
Passini	3 115 min	51,9
Ventura	2 814 min	46,9
Turraza	2 876 min	47,9

Il n'existe pas de formule propre au bassin versant étudié. Les formules choisies, bien qu'adaptées au type du bassin versant donnent des résultats quelque peu différents. Dans la suite de l'étude, nous retiendrons la moyenne des trois valeurs, soit 48,9 h de temps de concentration.

2.3.1.2. DETERMINATION DE LA PLUVIOMETRIE LOCALE

L'estimation des précipitations d'occurrence 10 ans et 100 ans est effectuée à partir de la formule de Montana : $I_p(t) = a \times T_c^{-b}$.

Le poste pluviométrique considéré est celui de Nantes-Bouguenais (indicatif : 4402001). Les coefficients de Montana pour des pluies d'une durée de 2 à 24 heures ainsi que le calcul des intensités de pluie résultantes sont donnés dans le tableau suivant :

Tabl. 5 - Coefficients de Montana, intensités de pluie et pluviométrie résultantes (Source : Météo France – Poste de Nantes-Bouguenais (1972-2006))

Durée de retour (t)	a	b	$I_p(t)$ pour 48,9 h	P(t) pour 48,9 h
10 ans	717	0,79	1,31 mm/h	63,9 mm
100 ans	5041	0,994	1,80 mm/h	89,8 mm

2.3.2. METHODE DE L'INSTRUCTION TECHNIQUE DE 1977

D'après l'Instruction Technique de 1977, on peut estimer que la valeur du débit instantané maximal de la crue centennale est égale au double de la valeur du débit instantané maximal de la crue décennale (calculé au paragraphe 2.2).

$$\rightarrow \text{Formule de l'IT77 : } Q_{100} = 2 \times Q_{10}$$

2.3.3. METHODE DE L'AJUSTEMENT DE LA LOI DE GUMBEL

Une estimation du débit centennal peut être obtenue en appliquant une loi de Gumbel aux débits instantanés maximaux annuels de la station de Guéméné-Penfao. Pour des séries de débits suffisamment longues, ce qui est le cas (26 années de données fiables), il est possible d'obtenir une estimation acceptable du débit centennal.

Les débits instantanés maximaux annuels sélectionnés sont ceux utilisés par la Banque Hydro pour définir les débits caractéristiques de période de retour 2, 5, 10, 20 et 50 ans au niveau de la station retenue (outil CRUCAL). L'utilisation de ces données permet d'obtenir une valeur de débit centennal cohérente avec les valeurs disponibles pour des périodes de retour inférieures.

La formule de Myer est appliquée pour estimer le débit centennal au droit du centre-ville d'Issé.

2.3.4. SYNTHESE

Les résultats obtenus par les différentes méthodes sont donnés dans le tableau suivant :

Tabl. 6 - Débits centennaux au droit de la commune d'Issé

Méthode	Q100 (m³/s)
Gradex	99,00
IT77	117,14
Gumbel	88,00
MOYENNE	101,38
ECART-TYPE	10,51

La méthode de l'IT77 est une méthode simple qui permet de donner un ordre de grandeur du débit centennal. Dans le cas présent, sa valeur surestime quelque peu le débit centennal et ne sera pas retenue par la suite.

La méthode du Gradex donne une valeur plus élevée que la méthode de Gumbel ce qui est souvent le cas lors d'études similaires. Le **débit centennal retenu** correspond à la moyenne des deux valeurs obtenues par les méthodes de Gumbel et du Gradex **soit 93,5 m³/s**.

Le rapport de 2006 donne un débit de 74 m³/s pour une superficie du bassin versant de 191 km². En utilisant la même méthode que pour le débit décennal, le débit centennal à Issé serait alors de 98 m³/s soit semblable à celui estimé précédemment.

2.4. ESTIMATION DE LA CRUE MILLENALE

Seules les méthodes du Gradex et de Gumbel peuvent être utilisées pour estimer la crue millénale. Les résultats sont présentés ci-dessous mais sont à prendre avec une extrême précaution dans le sens où le nombre d'années de données tant de débit que de pluviométrie est finalement très faible pour estimer ce type d'évènement.

Tabl. 7 - Débits centennaux au droit de la commune d'Issé

Méthode	Q1000 (m ³ /s)
Gradex	138,00
Gumbel	121,00
MOYENNE	129,50

Comme pour le calcul du débit centennal, le résultat obtenu par la méthode de Gumbel est inférieur à celui estimé par la méthode du Gradex. Nous retiendrons également la moyenne des deux valeurs pour l'estimation du **débit millénal soit 129,5 m³/s**.

3. MODELISATION HYDRAULIQUE

La modélisation hydraulique a été réalisée à l'aide du logiciel MIKE développé par DHI et couramment utilisé pour ce type d'étude.

Le site d'étude est défini par un modèle dit 1D/2D qui a l'avantage de permettre une représentation précise des écoulements entre le lit mineur et le lit majeur.

3.1. PRESENTATION DU MODELE

3.1.1. ZONE MODELISEE

La figure suivante présente la zone modélisée. Elle s'étend, d'amont en aval, de l'aval du Moulin du Pas Hervé à l'amont du Moulin de la Pile, soit un linéaire de presque 19 km. En effet, bien que la cartographie ne concerne que le bourg d'Issé, les tronçons en amont et en aval ont une influence importante et doivent donc être intégrés au modèle.

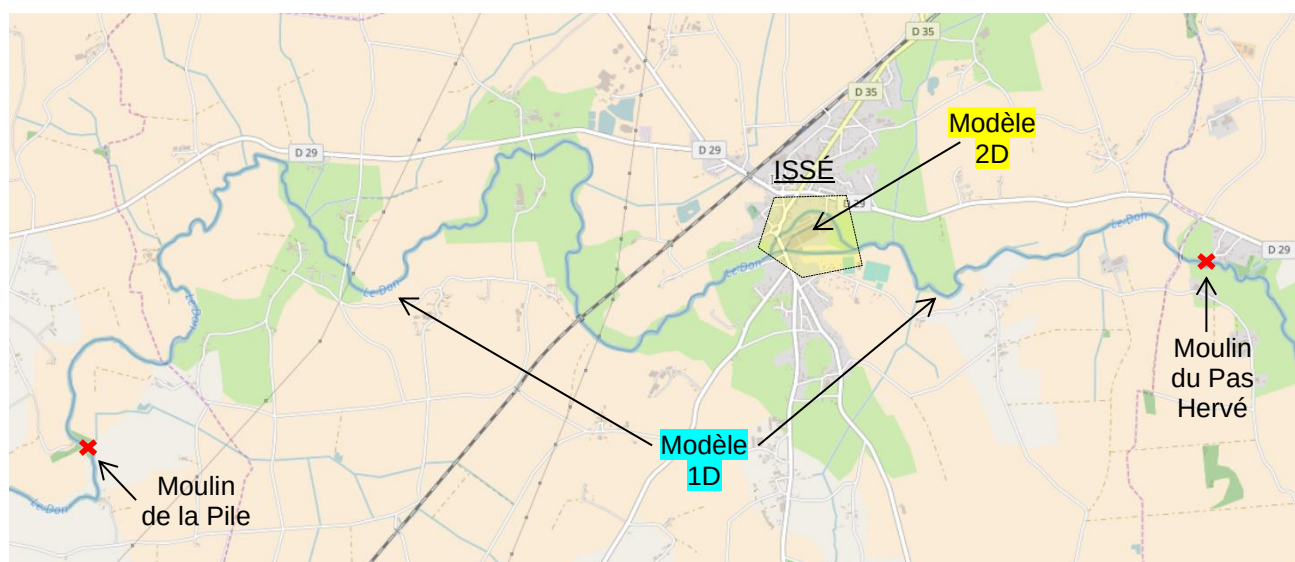


Fig. 8. Limite du modèle

Un modèle 2D est défini sur l'île de l'ancienne usine Atlas afin de pouvoir bien visualiser les débordements sur cette zone tandis que le reste du linéaire du Don est représenté par un modèle 1D.

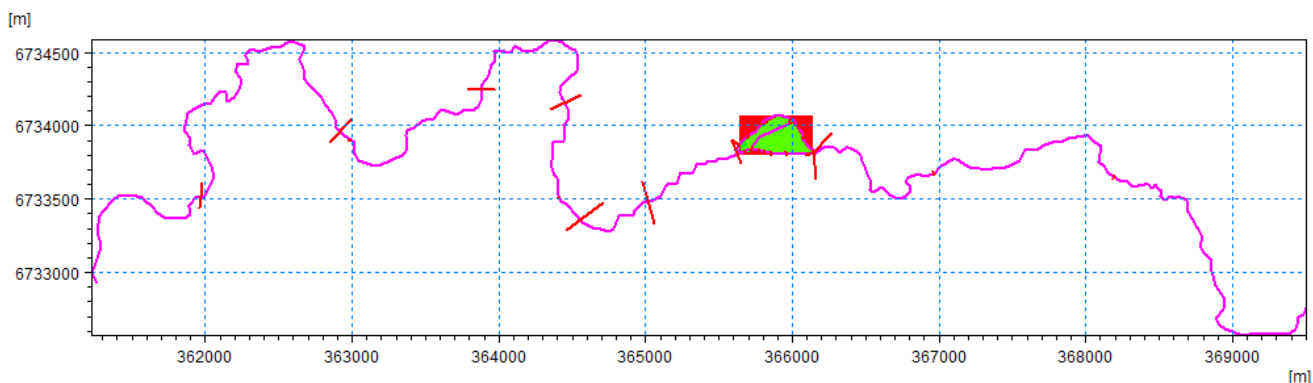


Fig. 9. Visualisation du modèle sous MIKE

3.1.2. DONNEES D'ENTREE DU MODELE

3.1.2.1. LES PROFILS EN TRAVERS

Les profils en travers, relevés au cours de la phase de terrain sont entrés dans le modèle. En particulier on précise les points suivants :

- le point kilométrique : distance en mètres du profil en travers par rapport au point zéro du modèle ;
- les abscisses et altitudes des points relevés le long du profil en travers, respectivement en mètres et en mètres NGF ;
- les marqueurs permettant d'indiquer le point le plus bas et la limite entre le lit majeur et le lit mineur.

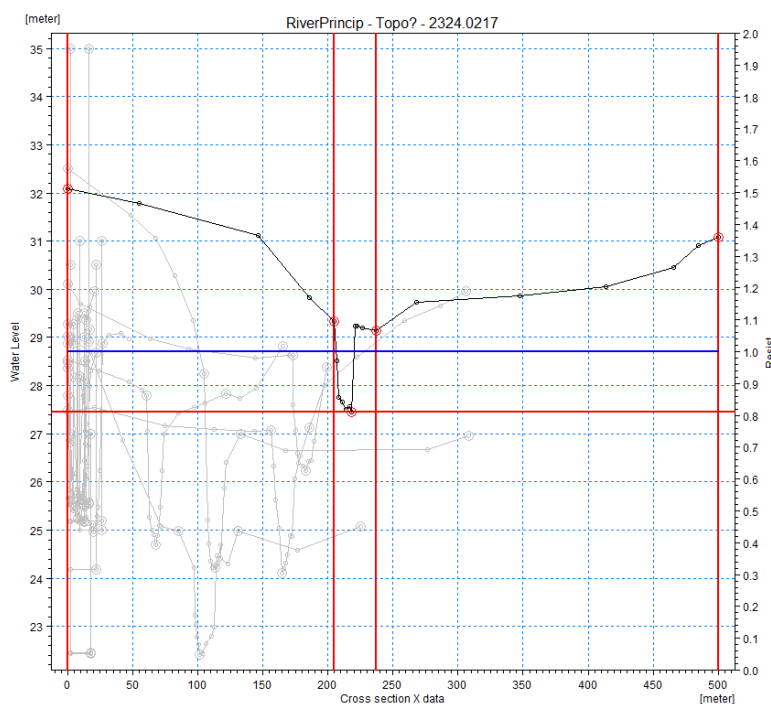


Fig. 10. Profil en travers (pk 2324) sous MIKE

3.1.2.2. LES OUVRAGES

Les 12 ouvrages identifiés et relevés au cours de la campagne topographique (cf. § 1.2.3) sont de deux types : les ponts et les déversoirs, les vannes étant associées au premier type.

Les éléments suivants sont à préciser :

- le type d'ouvrage hydraulique ;
- le point kilométrique ;
- les cotes amont et aval du radier et/ou du seuil déversant ;
- la longueur dans le sens de l'écoulement de l'ouvrage ;
- le coefficient de Manning ;
- la géométrie de l'ouvrage, en particulier de la surface d'écoulement.

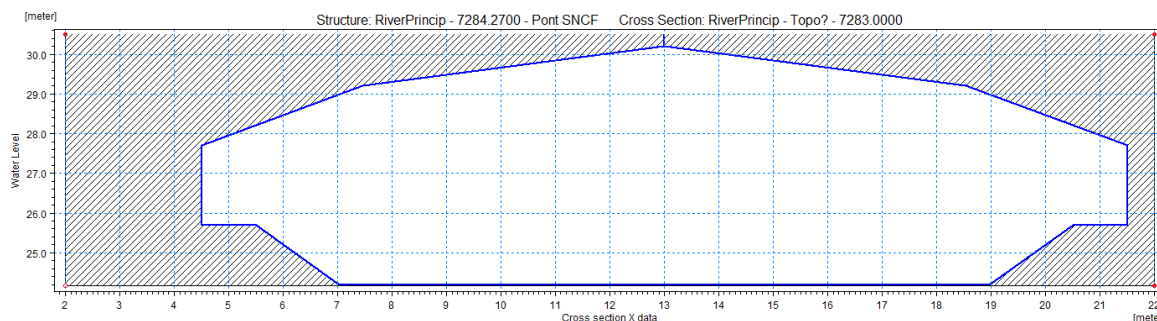


Fig. 11. Modélisation du pont SNCF (pk 7283) sous MIKE

Dans le cadre de la modélisation des crues centennale et millénale, les hypothèses suivantes ont été faites :

- les vannes du vannage amont sur le bras au Sud de l'île sont entièrement ouvertes ;
- les vannes de l'ouvrage en amont du pont sur le bras Nord de l'île sont ouvertes ;
- l'ensemble des ponts peut se comporter comme des déversoirs (l'eau se déversant sur leurs tabliers). Les routes annexes des ponts n'ont pas directement été intégrées en surverse comme les ponts. Elles sont toutefois intégrées au modèle 1D par l'intermédiaire des profils en travers en tant que surface d'écoulement.

3.1.2.3. LES CONDITIONS AUX LIMITES

La définition des conditions aux limites permet de faire tourner le modèle. On les définit en amont et en aval du modèle. En amont il s'agit du débit centennal ou millénal dont le calcul a été effectué dans le paragraphe 2 (écoulement permanent). En aval on impose une loi normale au profil en travers le plus en aval renseigné.

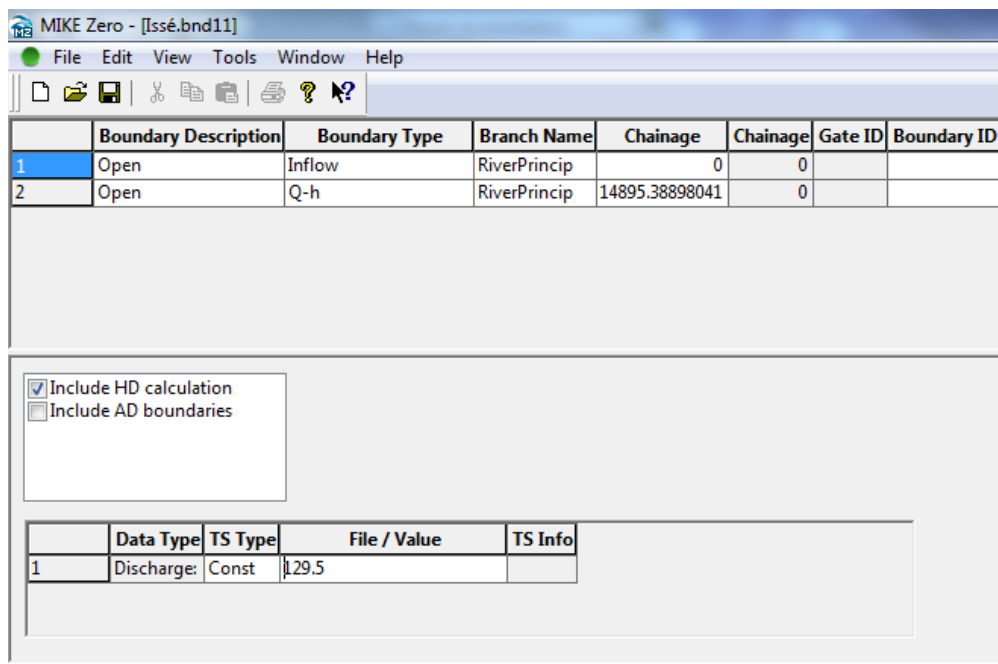


Fig. 12. Conditions aux limites appliquées au modèle pour Q1000

3.1.2.4. LE MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN (MNT)

Le semis de points réalisé au cours de la campagne topographique permet de construire un MNT, c'est-à-dire une table contenant l'ensemble des altitudes observées au niveau de l'ensemble usine Atlas. Cette table est présentée ci-dessous :

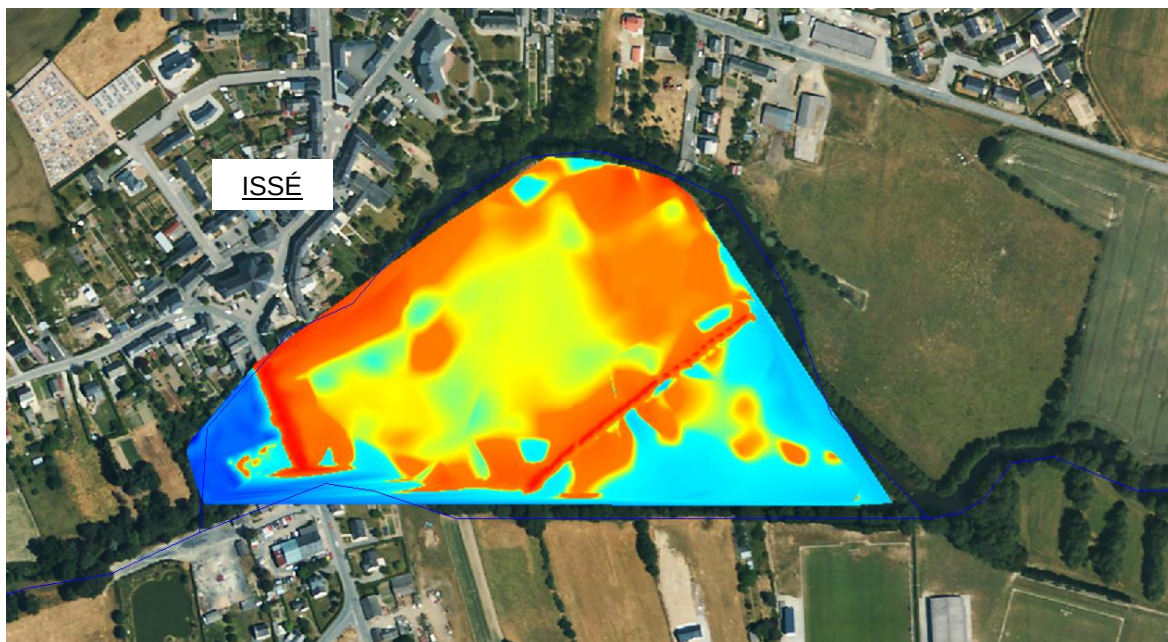


Fig. 13. Visualisation du MNT sur l'île du Don

Cette table est ensuite transformée sous MAPINFO (changement de taille de cellules, découpage) pour pouvoir être intégrée dans le modèle.

3.1.2.5. LA RUGOSITE

La rugosité est une caractéristique permettant d'apprécier l'état de surface d'un matériau, d'un élément. On distingue deux types de rugosité :

- Celles liées au modèle 1D c'est-à-dire la rugosité du lit mineur et du lit majeur du Don. Celles-ci sont définies en fonction des caractéristiques des lits (végétation, substrat, envasement, etc.) puis ajustées lors du calage du modèle.

Dans la présente étude :

- La rugosité du lit mineur varie de 12 à 15 ;
- La rugosité du lit majeur varie de 5 à 15 ;
- Celle liée au modèle 2D, c'est-à-dire la rugosité de l'île où sied l'ancienne usine Atlas.

L'occupation du sol de l'île du Don est constituée de diverses surfaces présentant chacune des rugosités différentes :

- Les bâtiments : Rugosité = 5 ;
- Les prairies : Rugosité = 25 ;
- La végétation haute (haies, arbres) : Rugosité = 12 ;
- Les surfaces imperméabilisées (routes, chemins) : Rugosité = 40 .

La rugosité est un paramètre influençant l'écoulement sur la surface en question et donc une des données d'entrée du modèle. Ainsi, sous MAPINFO on a créé une table regroupant l'ensemble des différents types de rugosité retrouvés sur l'île (cf. figure suivante). La table est ensuite transformée (changement de taille de cellules, découpage) pour pouvoir être intégrée dans le modèle.

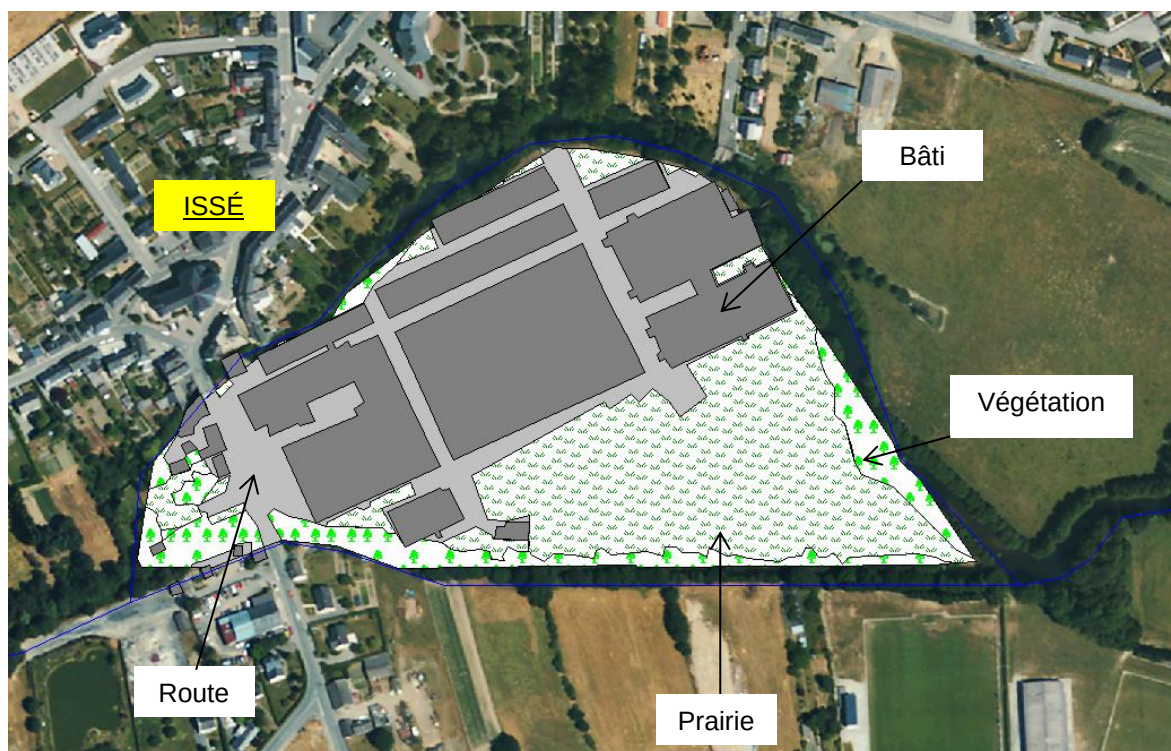


Fig. 14. Visualisation de la table regroupant les différentes rugosités sur l'île du Don

3.1.3. LE CALAGE DU MODELE

La crue de référence utilisée pour caler le modèle est celle du 25 décembre 2013. Il n'existait pas suffisamment de données pour d'autres événements. Le débit associé à cette crue est estimé par la formule de Myer à partir des données fournies par la station de Guéméné-Penfao (cf. § 2.2) :

Tabl. 8 - Calcul du débit de crue du 25 décembre 2013 (source : Banque Hydro)

Localisation	Surface bassin versant	Débit maximum instantané
Guéméné-Penfao	598 km ²	128 m ³ /s
Issé	272 km ²	68,16 m ³ /s

La crue enregistrée le 25 décembre 2013 et présentant un débit de 68,16 m³/s correspondait à une crue de période de retour de 20 ans.

Les paramètres suivants ont été ajustés pour faire coïncider le mieux possible les laisses de crue relevées sur le terrain avec les niveaux d'eau calculés par le modèle :

- Rugosité du lit mineur et du lit majeur ;
- Simulation d'embâcles en augmentant la cote du lit mineur ;
- Pertes de charge au niveau des ouvrages hydrauliques ;

Le tableau suivant compare les niveaux d'eau calculés et les laisses de crue relevées. On observe des différences de l'ordre du centimètre. Le calage du modèle est correct.

Tabl. 9 - Comparaison des laisses de crue avec les niveaux d'eau calculés par le modèle

N° Laisse de crue	Fiabilité	Cote de la laisse (m NGF)	Pk du cours d'eau	Niveau d'eau calculé (m NGF)
1	2001 (Bonne)	29,73	5133	29,62
2	Peu fiable	29,95	3691	29,89
3	Bonne	29,56	5205	29,50
4	Peu fiable	28,69	5610	28,77
5	Bonne	28,90	5593	28,89
6	Peu fiable	28,65	744	28,65

Remarque : La laisse de crue n°1 correspond à la crue de 2001 dont le débit était légèrement supérieur à la crue de 2013 et égal à 75 m³/s. il est donc normal que la modélisation donne une hauteur d'eau plus faible ;

Au niveau de la crue de décembre 2013, le débordement au niveau de la diffluence en rive gauche s'explique par la présence probable de nombreuses embâcles à l'entrée du bras nord et de haies et clotûres à proximité du stade. Il a en effet été observé des embâcles lors d'autres événements.

L'ensemble des cartes au 1/5000 sont fournies en annexe pour 14 classes d'aléas.

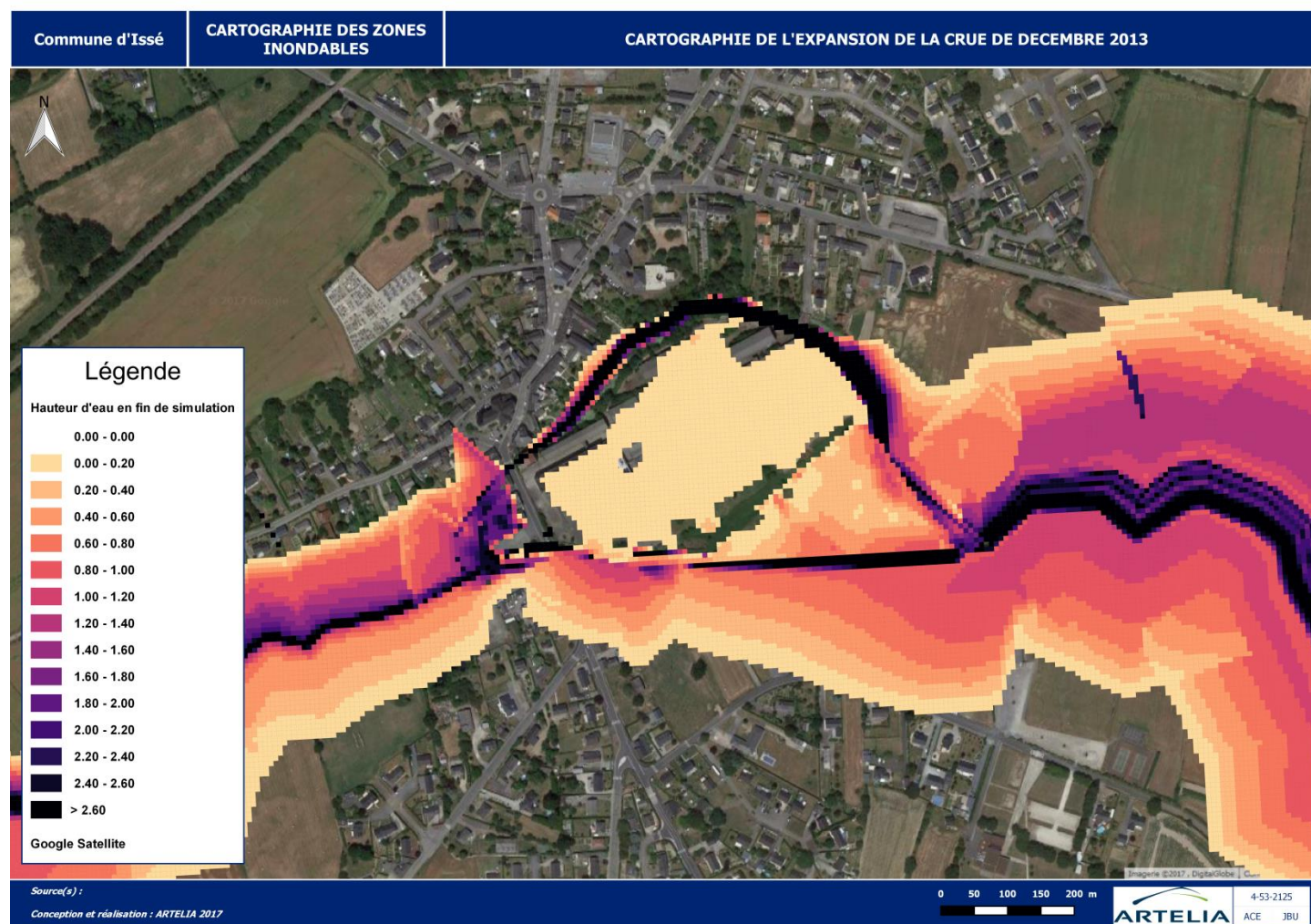


Fig. 15. Visualisation des débordements liés à la crue de décembre 2013



- Comparaison avec les données existantes

La crue de janvier 1995 est équivalente à celle de décembre 2013 puisqu'elle indique un débit égal à 131 m³/s à Guéméné-Penfao. Sa cartographie présentée dans l'étude de SCE de 2005 et l'AZI de 2006 est issue de relevés de terrain.

L'expansion de la crue est un peu moins importante en amont de la diffluence que dans le modèle. Ceci peut être expliqué par la présence de nombreux embâcles en 2013 qui n'étaient pas présents en 1995.

Au niveau du centre d'Issé, les résultats sont cohérents : très peu de débordement au nord du bras nord.

En aval, les zones d'expansion calculées dans le modèle sont légèrement plus importantes en particulier au niveau de la rive droite. En cause probablement le nombre de profils en travers plus espacés que dans le centre bourg.

3.2. RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA CRUE CENTENNALE

Au niveau de l'ancienne usine Atlas, l'onde de crue centennale commence à inonder les pointes Sud-Ouest et Sud-Est (jusqu'à la risberme qui sépare la prairie des bâtiments désaffectés) de l'île. On atteint rapidement des hauteurs d'eau de plus d'un mètre dans ces deux zones. Progressivement toute la prairie s'envoie de même que les bâtiments de l'ancienne usine en commençant par le Nord de l'île.

Lorsque la crue centennale atteint son niveau maximal, une partie de la prairie et l'extrême pointe Sud-Ouest présente plus d'un mètre d'eau. Les anciens bâtiments sont inondés (de 0,50 à 0,70 m). La route D18 et la risberme sont hors d'eau.

Remarque : Dans la simulation de la crue centennale (de même que pour celle de la crue millénale), le bras nord est dans sa configuration actuelle, les embâcles ajoutés pour le calage ont été enlevés.

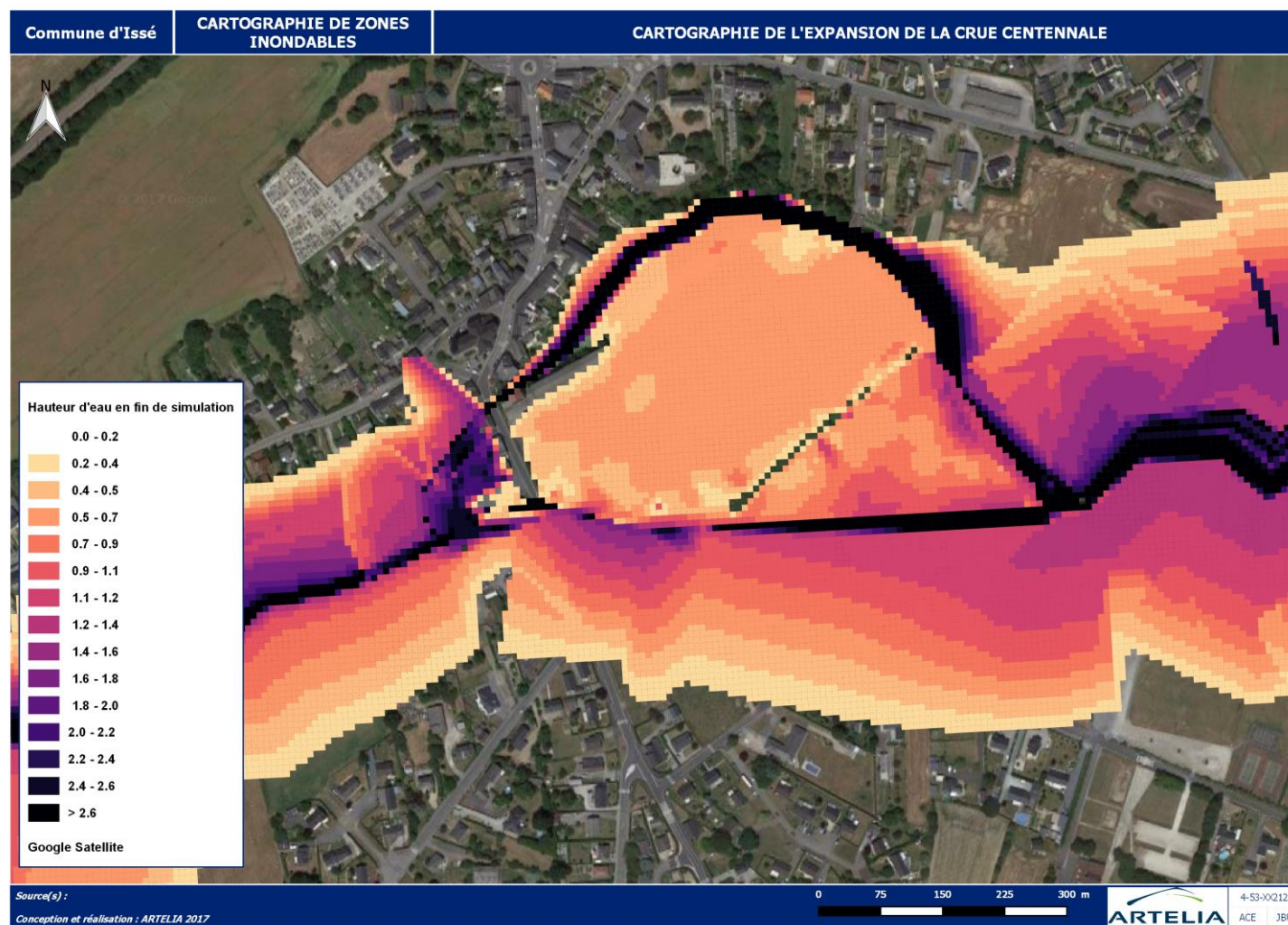


Fig. 16. Visualisation de l'onde de la crue centennale sur l'île du Don

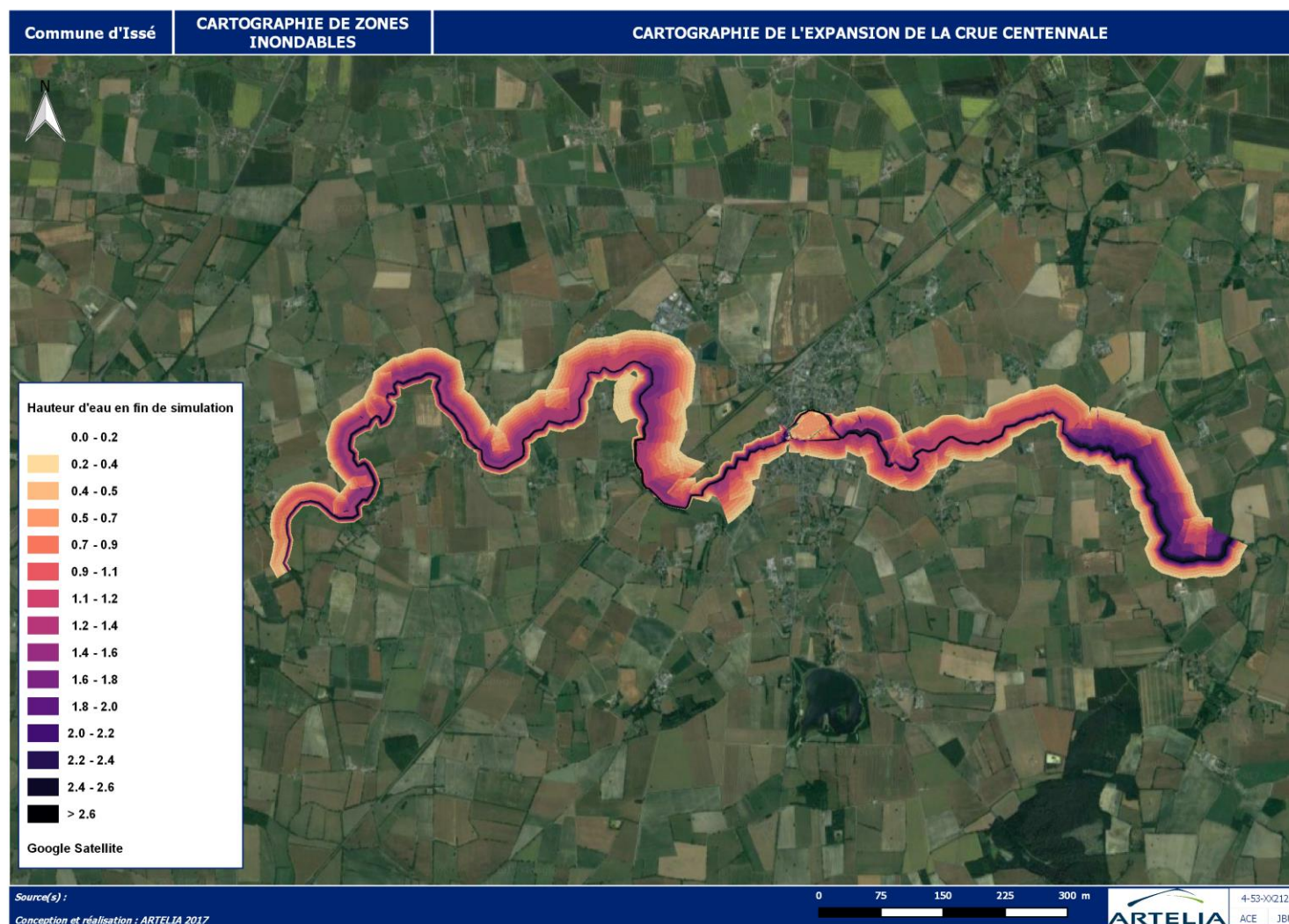


Fig. 17. Visualisation de l'étendue de la crue centennale sur l'ensemble de la zone modélisée

La figure suivante donne les niveaux d'eau moyens de la crue centennale sur l'île du Don :

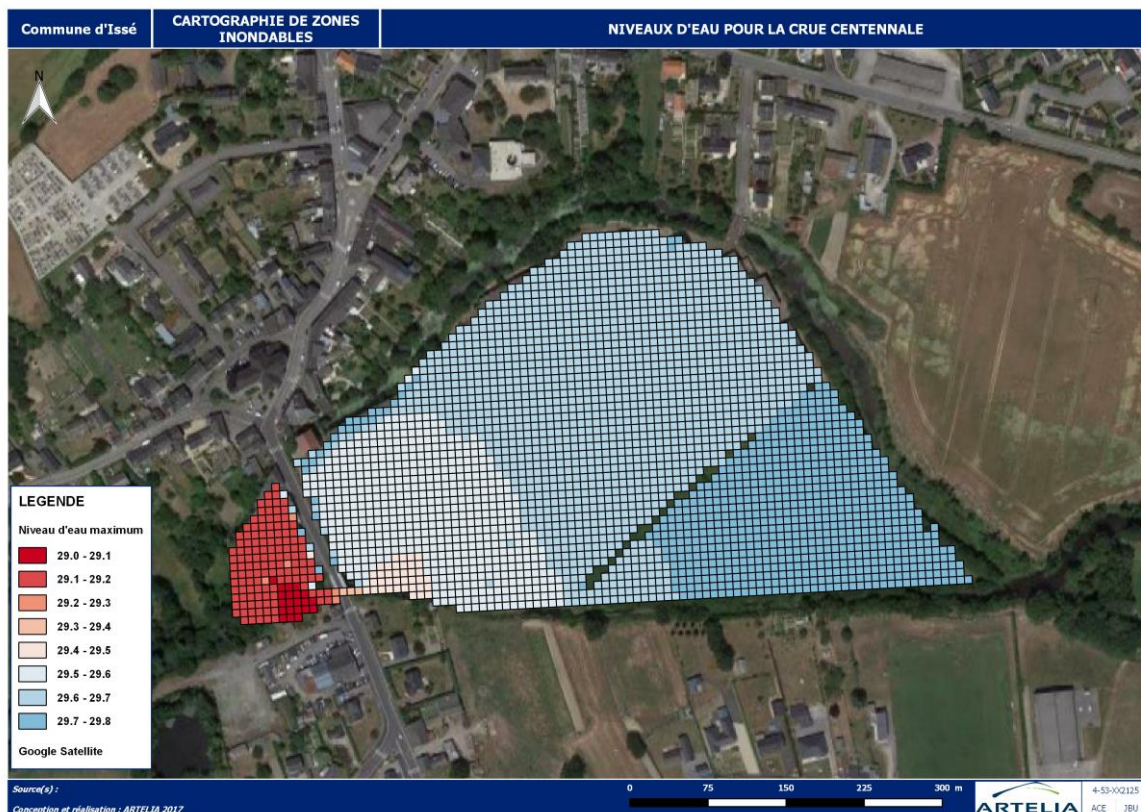


Fig. 18. Hauteur d'eau (m NGF) au niveau de l'île du Don

La figure 17 permet de visualiser l'expansion de la crue centennale sur l'ensemble de la zone modélisée. Globalement, l'expansion est plus franche en rive droite, en cause la différence de topographie observée entre les deux berges (plus douce en rive droite et abrupte en rive gauche).

Certains ponts et ouvrages hydrauliques sont limitants, créant des goulets d'étranglement et donc des zones d'inondation plus importantes à leurs abords :

- Pont du Pas Hervé,
- Le vannage amont sur le bras Sud ;
- Le pont du bras Sud ;
- Le vannage et le pont du bras Nord.

En conséquence, la zone la plus fortement impactée est le bourg d'Issé et l'ancienne usine Atlas. L'enjeu est moindre en amont et en aval du fait de la plus faible densité d'habitation. Toutefois les lieux-dits suivants seraient touchés : la Métairie, le Pas Hervé, Boissay, une partie de Longuenée et du Bas-Rougeau, la Binguenais et Haute-Rive.

Au niveau des laisses de crue relevées dans le centre d'Issé on observe entre 0 et 50 cm d'eau en plus par rapport à la crue de décembre 2013.

L'ensemble des cartes au 1/5000 est fourni en annexe pour 14 classes d'aléas.

3.3. RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA CRUE MILLENALE

Comme évoqué précédemment, les résultats de la modélisation de la crue millénale sont à prendre avec précaution, en cause le calcul du début de période de retour 1000 ans.

Les figures ci-dessous indiquent ce que l'on avait déjà noté pour la crue centennale, à savoir un début de débordement au niveau de l'île par les pointes Sud-Ouest et Sud-Est. Lorsque le niveau maximal de la crue est atteint, seule la crête de la risberme est encore hors d'eau et l'eau commence à déborder sur la route D18.

L'expansion de la crue millénale sur l'ensemble de la zone d'étude est plus grande et toujours plus franche en rive droite. Les niveaux d'eau maximum atteignent un peu plus de 4 m au niveau du lit mineur en amont d'Issé.

La comparaison avec la carte de l'AZI (Fig. 19 et Fig. 20) montre que les 2 enveloppes sont similaires et particulièrement au niveau du centre d'Issé. La rive droite dans le centre d'Issé est moins inondée dans le modèle que dans l'AZI, ce qui semble logique de par la configuration topographique. La différence majeure se situe dans la partie aval du modèle (Hameau de la Doublerais). Une étude topographique plus précise serait alors nécessaire pour juger du niveau d'inondation sur ce secteur.

L'ensemble des cartes au 1/5000 est fourni en annexe pour 14 classes d'aléas.

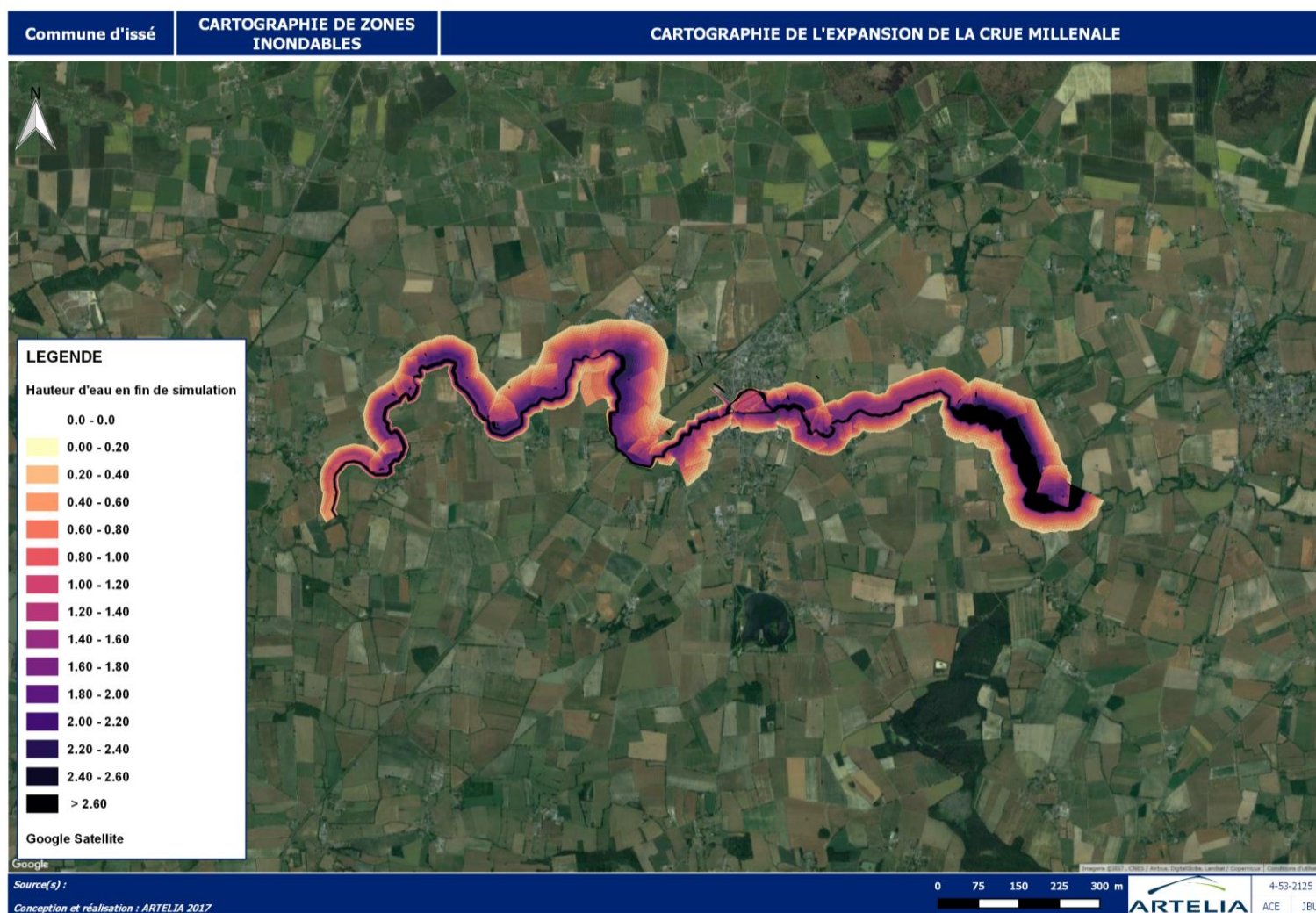


Fig. 19. Visualisation de l'étendue de la crue millénaire sur l'ensemble de la zone modélisée



3.4. HAUTEURS D'EAU A DIFFERENTS POINTS DU MODELE

Les hauteurs d'eau maximum ont été calculées pour 6 points présentés ci-dessous.



Fig. 21. Emplacement des points

Tabl. 10 - Hauteur d'eau au niveau des 6 points (m NGF)

Point	Pk (MIKE)	Calage	Q100	Q1000
Débit (m ³ /s)		68,2	93,5	129,5
1	10333,8	26,09	26,51	27,20
2	7210,4	27,73	28,15	28,78
3	2714,8	30,28	30,49	30,84
4	5680	28,61	28,87	29,23
5	285	29,26	29,68	30,25
6	5133	29,63	29,83	30,39

4. ACTIONS PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

Les aménagements proposés ne concernent que la crue centennale du fait qu'il existe une incertitude sur la valeur de la crue millénale modélisée comme indiqué précédemment.

L'objectif de ces aménagements est de limiter le risque de crue au droit du bourg d'Issé et en particulier au niveau de l'ancienne usine Atlas où la commune réfléchit actuellement au devenir possible de cette friche industrielle, dans le cadre de la révision du PLU.

Plusieurs pistes d'aménagement sont proposées :

● MODIFICATIONS D'OUVRAGES HYDRAULIQUES

Comme indiqué précédemment, plusieurs ouvrages hydrauliques font obstacle à l'écoulement naturel de la crue et provoquent de forts débordements à leurs abords. En particulier, le vannage amont localisé sur le bras Sud juste en aval de la diffluence qui est en partie à l'origine des forts débordements de la pointe Sud-Est de l'île.

Cet ouvrage est constitué de deux vannes guillottes de 4 m de largeur sur 2,20 m de hauteur de pelle encadrées par des pertuis déversants en béton. La capacité de décharge de ces deux vannes est limitée même lorsque celles-ci sont entièrement ouvertes (40 m³/s environ) et ne permet pas d'évacuer la crue centennale. Il pourrait être envisagé de supprimer cet ouvrage pour améliorer l'écoulement des eaux à ce niveau.

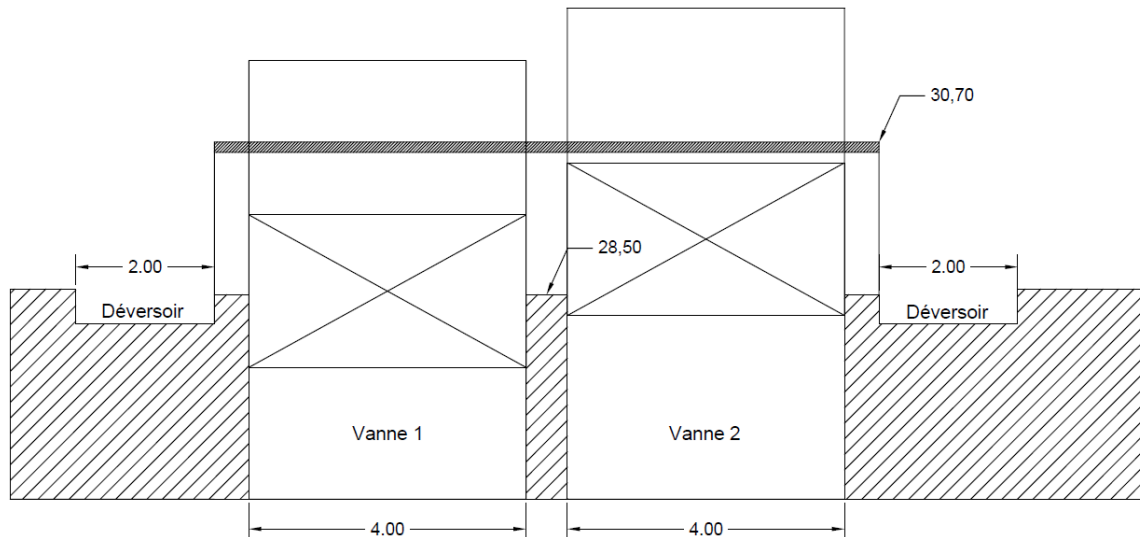


Fig. 22. Coupe transversale du vannage amont

Egalement les ponts de la D18 sur les bras Sud et Nord ainsi que le vannage en amont du pont sur le bras Nord constituent des verrous à l'écoulement. Toutefois la modification des deux ponts est difficilement envisageable vu les coûts à envisager. Par ailleurs la suppression seule du vannage sans la modification du pont en aval est inutile.

Pour information, la débitance maximale (pour un taux de remplissage maximal de 80 %) du pont de la D18 sur le bras sud a été estimée à 45 m³/s et celle du pont sur le bras nord à 20 m³/s.

● **ACTIONS SUR LE LIT MINEUR**

La visite sur site a mis en évidence l'envasement du bras Nord à partir de la diffuence couplée au resserrement de ce même bras Nord avant la confluence à l'Ouest de l'île. Naturellement le bras Nord est moins alimenté en eau que le bras Sud et les sédiments ont tendance à s'y déposer.

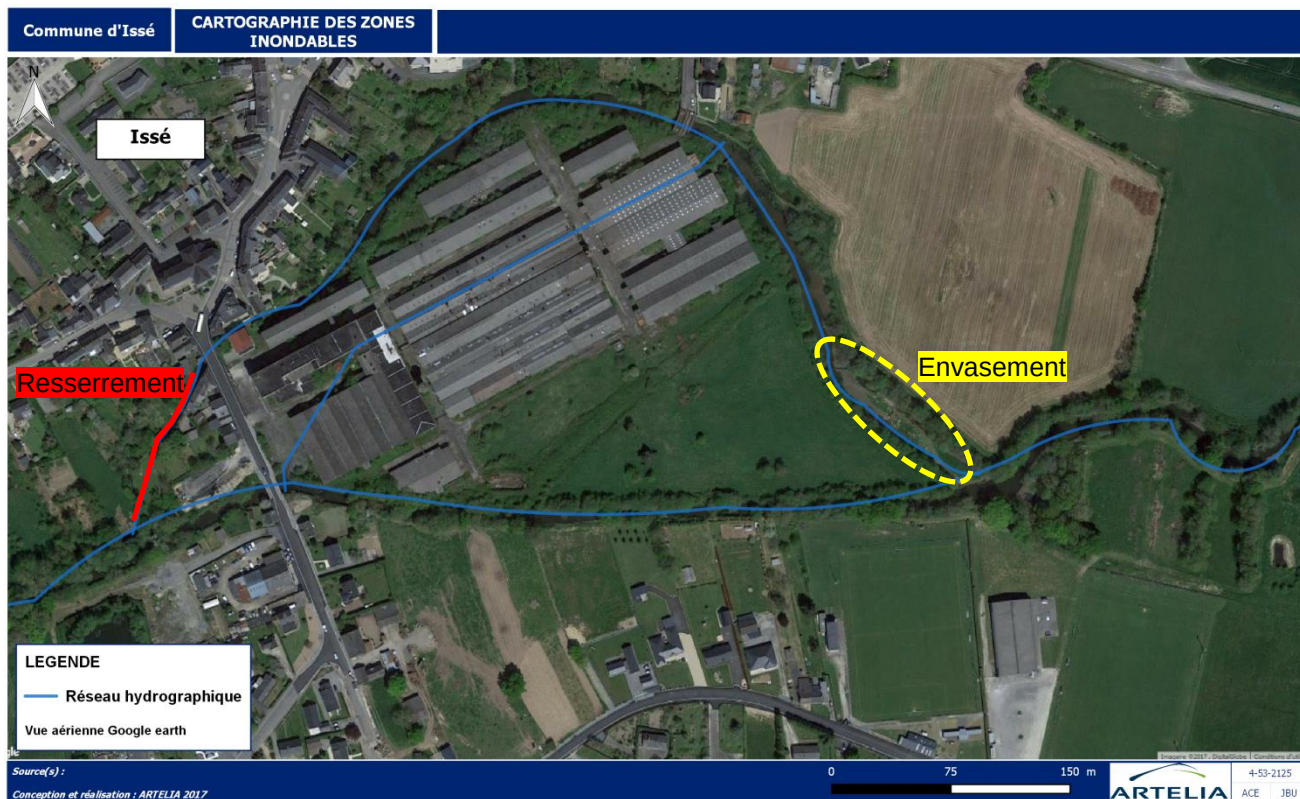


Fig. 23. Localisation des points d'envasement et de resserrement du lit

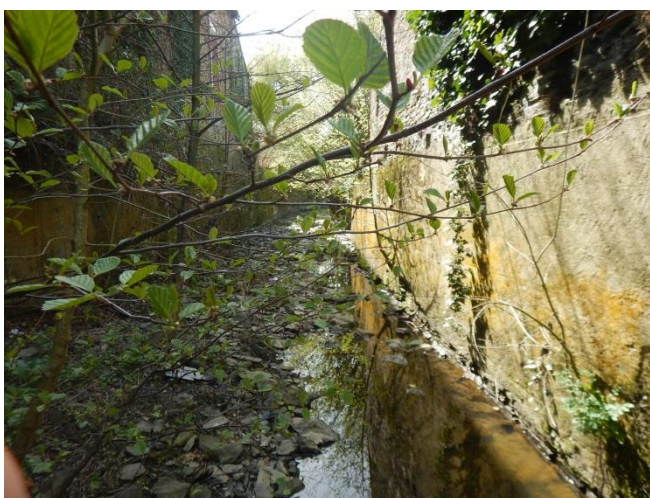


Fig. 24. Resserrement du lit en aval du pont de la D18



Fig. 25. Envasement du bras Nord en aval de la diffuence

Cela est confirmé par le résultat des modélisations puisque les zones constituées par la pointe Sud-Ouest et la façade Est de l'île sont rapidement inondées.

Afin d'améliorer les écoulements, il pourrait être envisagé de curer le bras nord et ainsi gagner en surface d'écoulement. Cette mesure devra être assortie d'un suivi pluriannuel particulier (relevés bathymétriques – profil en long et profils en travers) afin d'en vérifier la pérennité dans le temps. En effet, il est possible que le lit mineur du bras nord se réenvase régulièrement et que l'opération soit à renouveler régulièrement.

- **SURELEVATION DES BATIMENTS DE L'ANCIENNE USINE ATLAS**

Il est possible d'envisager la surélévation des futurs bâtiments sur la zone nord de l'île au niveau de la friche industrielle (d'au moins 50 cm par rapport à l'élévation actuelle). Dans ce cas, afin d'éviter une inondation plus importante de la rive droite du bras nord et de la rive gauche du bras sud, il sera nécessaire d'associer cette mesure au curage du bras nord et à l'ouverture totale des vannages des bras nord et sud.

Dans le cadre plus spécifique de la révision du PLU, les résultats ont montré que la prairie au sud-est de l'île est difficilement aménageable vu sa propension aux montées rapides et importantes. Le développement et/ou la modification de l'ancien site Atlas devra se faire uniquement au niveau des zones déjà aménagées en surélevant les nouvelles constructions.

A SAINT-HERBLAIN, le 6 février 2018


VILLE & TRANSPORT
DIRECTION REGIONALE OUEST
8 Avenue des Thébaudières - CS 20232
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX
Tél. : 02 28 09 18 00
Fax : 02 40 94 80 99

ANNEXE 1

Caractéristiques des ouvrages hydrauliques

Nom de l'ouvrage	Cote amont (m NGF) Cote aval (m NGF)	Longueur (m)	Largeur totale (m)	Géométrie du passage d'eau	Photographie
Pont routier aval Pas Hervé	27,58 27,56	6	12	5 arches identiques	
Usine Atlas : vannage amont	25,65 25,56	3	14	2 vannes et déversoirs	

Usine Atlas : passerelle métallique	25,50 25,30	6	16	1 travée rectangulaire	
Usine Atlas : vannage bras Nord	26,15 26,13	2	4	1 vanne rectangulaire	

Issé : Pont bras Nord	26,18 26,15	6	5	1 arche	
Issé : Pont bras Sud	25,25 25,18	6	10	1 arche	

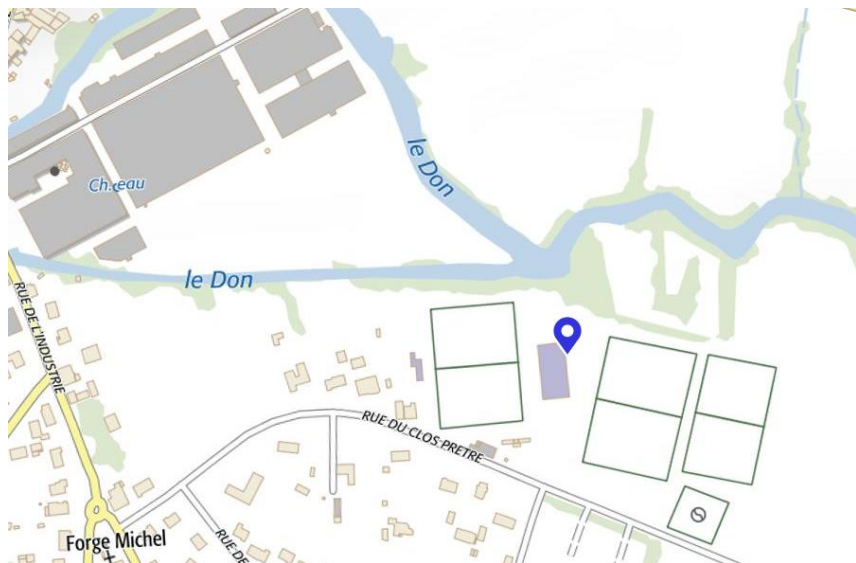
Pont SNCF	24,20 24,15	10	20	1 arche unique	
Pont lieu-dit « Boissay »	23,68 23,65	6	15	6 ovoïdes identiques	

Pont lieu-dit « La Févraie »	22,48 22,44	6	15	3 arches identiques	
Pont lieu-dit « Le Haut Rougeau »	22,87 22,84	4	15	9 travées rectangulaires identiques	

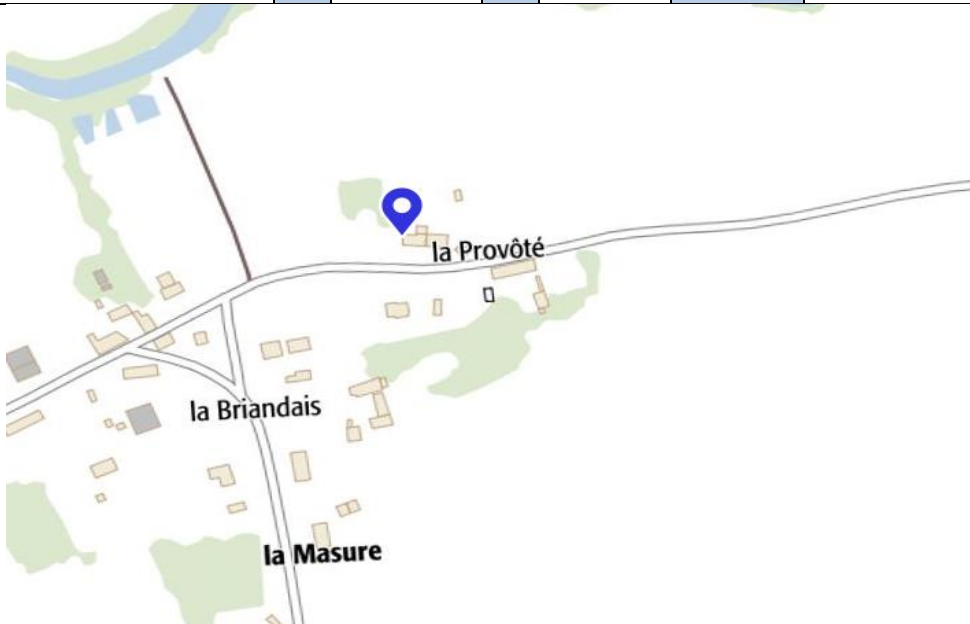
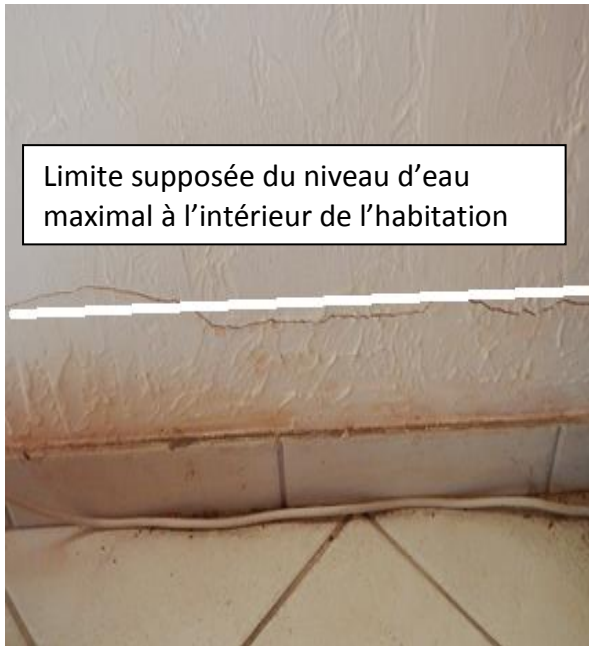
Usine Atlas : entrée canal souterrain	26,87 (cote radier)	0,5	4,5	1 vanne rectangulaire	-
Usine Atlas : sortie canal souterrain	25,67 (cote radier)	0,5	2,25	2 vannes dont une condamnée	

ANNEXE 2

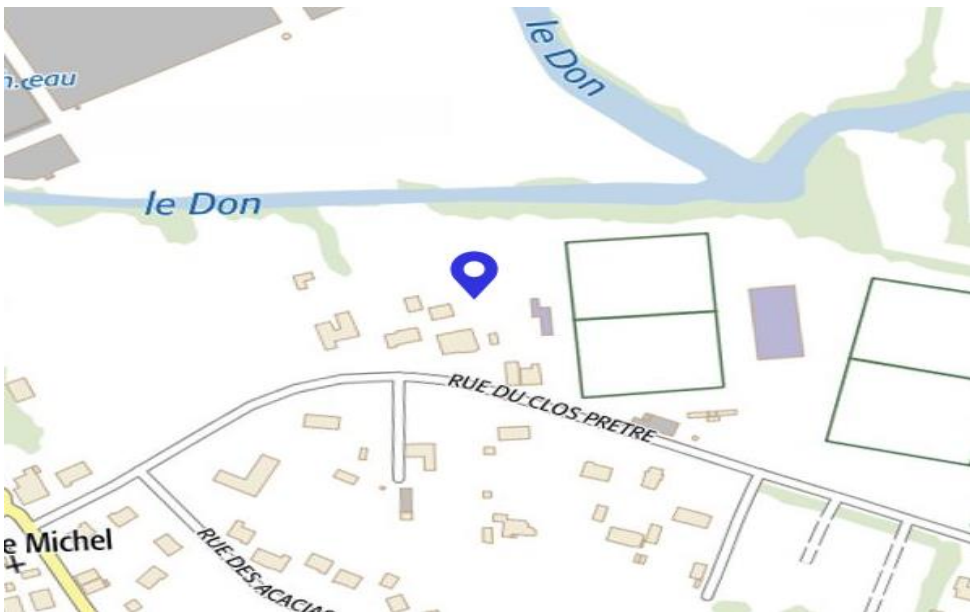
Laisses de crue

Commune d'Issé		Etude hydraulique sur le Don LAISSE DE CRUE					
		Identifiant	ISSE 01				
Commune	Issé	Localisation	Rue du Clos Prêtre Gymnase			Cours d'eau	Don
Date enquête	04/2017	Source	Artelia			Fiabilité *	Bonne
Date de crue	25/12/2013						
Description	Le long du gymnase : présence d'une pastille 13/04/2017 : h=73 cm au niveau du sol						
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
Z (crue)	13/04/2017 : 29.73	X	366194.7	Y	6733737.2	Levé par	Artelia
Localisation							
Photo							
Commentaire							

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

Commune d'Issé		Etude hydraulique sur le Don LAISSE DE CRUE					
		Identifiant	ISSE 02				
Commune	Issé	Localisation	Lieu-dit : La Masure M. Braud		Cours d'eau	Don	
Date enquête	04/2017	Source	Artelia		Fiabilité *	Peu fiable	
Date de crue	25/12/2013						
Description	Trace sur mur à l'intérieur de l'habitation 13/04/2017 : h=30 cm au-dessus du niveau de la dalle extérieure						
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
Z (crue)	13/04/2017 : 29.95	X	367092.7	Y	6733548.5	Levé par	Artelia
Localisation							
Photo	 Limite supposée du niveau d'eau maximal à l'intérieur de l'habitation  H2017=30 cm						
Commentaire	Pas de trace nettement visible à l'extérieur, les niveaux montrés sur les photos sont des indications du riverain						

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

Commune d'Issé		Etude hydraulique sur le Don LAISSE DE CRUE					
		Identifiant	ISSE 03				
Commune	Issé	Localisation	13 rue du clos prêtre M. RABU			Cours d'eau	Don
Date enquête	04/2017	Source	Artelia			Fiabilité *	bonne
Date de crue	25/12/2013						
Description	Repère placé sur balustrade de jardin par le propriétaire 13/04/2017 : h= environ 45 cm au-dessus du sol. Alt GPS=29.56						
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
Z (crue)	13/04/2017 : 29.56	X	366031.7	Y	6733738.8	Levé par	Artelia
Localisation							
Photo							
Commentaire							

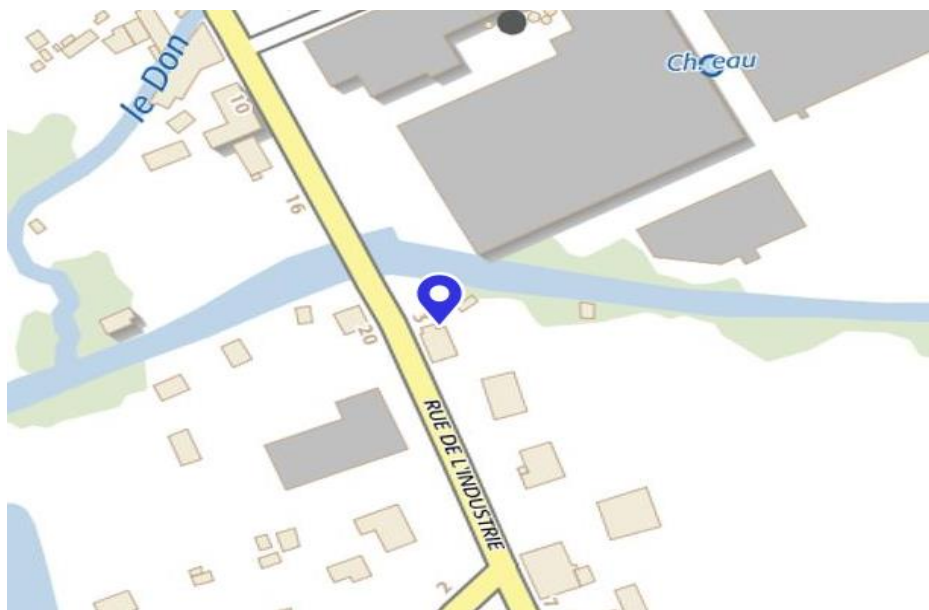
(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».

Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

Commune d'Issé		Etude hydraulique sur le Don LAISSE DE CRUE					
		Identifiant	ISSE 04				
Commune	Issé	Localisation	Rue de l'industrie GARAGE CHICOT		Cours d'eau	Don	
Date enquête	04/2017	Source	Artelia		Fiabilité *	Peu fiable	
Date de crue	25/12/2013						
Description	Inondation de la cave et du parking, 13/04/2017 : h= environ 70 cm au-dessus du sol de la cave. Alt GPS=28.69						
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
Z (crue)	13/04/2017 : 28.69	X	365713.7	Y	6733789.9	Levé par	Artelia
Localisation							
Photo	 Niveau d'eau estimé par le propriétaire à l'intérieur de la cave H=70cm Alt GPS=28.69 m						
Commentaire	Pas de repère visible sur les bâtiments extérieurs, le niveau d'eau indiqué est une estimation						

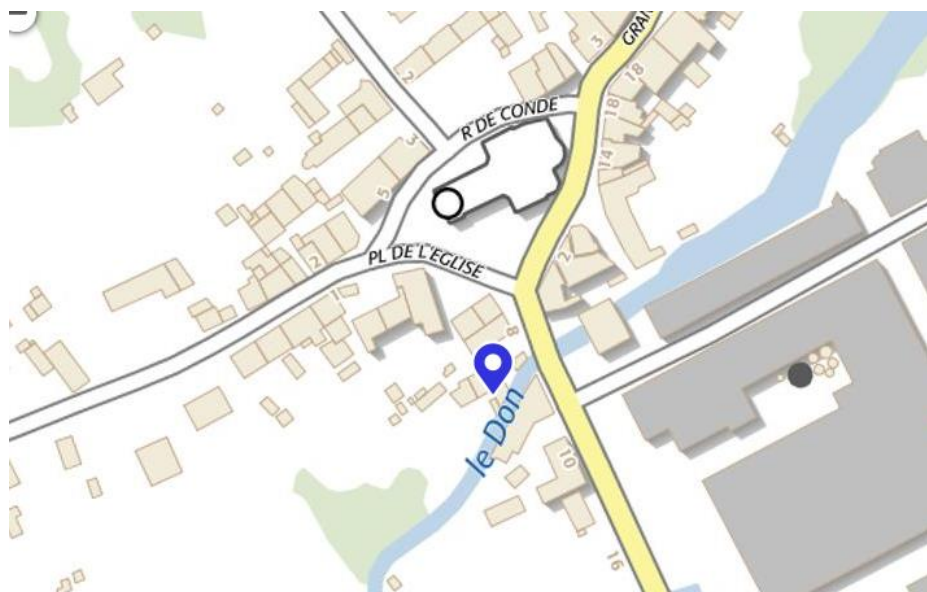
(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».

Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

Commune d'Issé		Etude hydraulique sur le Don LAISSE DE CRUE				
		Identifiant	ISSE 05			
Commune	Issé	Localisation	3 Rue de l'industrie M.PETIT		Cours d'eau	Don
Date enquête	04/2017	Source	Artelia		Fiabilité *	Moyenne
Date de crue	25/12/2013					
Description	Inondation du jardin et habitation, photos du propriétaire 13/04/2017 : h= environ 35 cm au-dessus du sol Alt GPS=28.90					
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)						
Z (crue)	13/04/2017 : 28.90	X	365743.8	Y	6733814.3	Levé par Artelia
Localisation						
Photo	 Photo transmise par le propriétaire  H=35cm Alt GPS=28.90 m					
Commentaire	Résultat vérifié avec d'autres repères (jardin) tirés de photos du propriétaire => cohérent Attention : les photos peuvent ne pas correspondre avec le niveau d'eau maximal					

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».

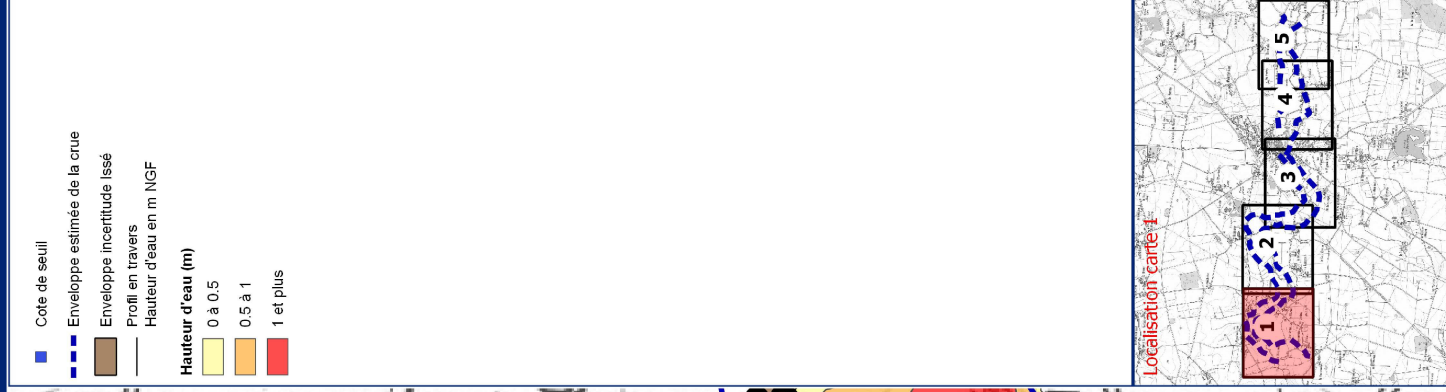
Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

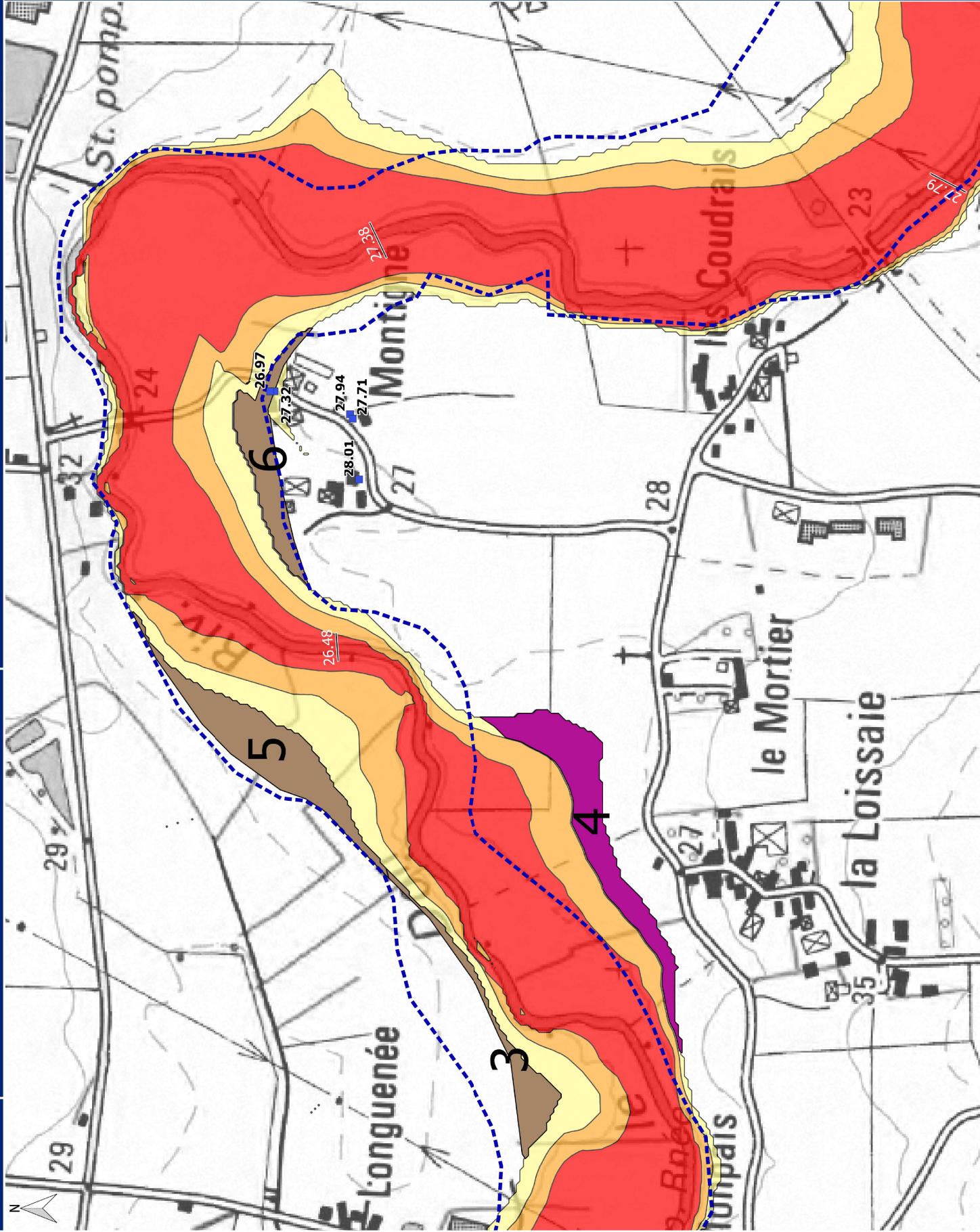
Commune d'Issé		Etude hydraulique sur le Don LAISSE DE CRUE					
		Identifiant	ISSE 06				
Commune	Issé	Localisation	1 place de l'église M. Mme SEURY		Cours d'eau	Don	
Date enquête	04/2017	Source	Artelia		Fiabilité *	Peu fiable	
Date de crue	25/12/2013						
Description	Inondation du jardin et garage, 13/04/2017 : h= environ 22 cm au-dessus du sol Alt GPS=28.65						
Coordonnées géographiques (Lambert 93 et m IGN69)							
Z (crue)	13/04/2017 : 28.65	X	365666.1	Y	6733909.5	Levé par	Artelia
Localisation							
Photo	 H=22cm Alt GPS=28.65 m						
Commentaire	Pas de repère visible en extérieur, le niveau indiqué est une estimation du propriétaire						

(*) : Fiabilité de la laisse évaluée entre « peu fiable », « moyenne » et « bonne ».
 Evaluation faite par l'appréciation du témoignage, la présence ou non de repère marqué et suivant les conditions hydrauliques à proximité.

ANNEXE 3

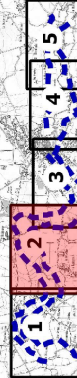
Cartes à l'échelle de la commune au 1/5000 pour les crues de décembre 2013, centennale et millénale

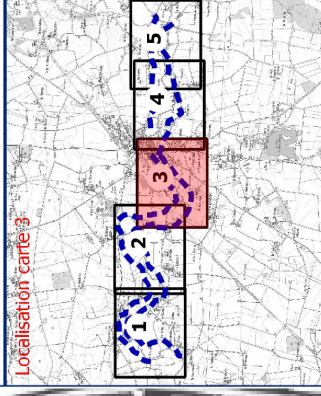
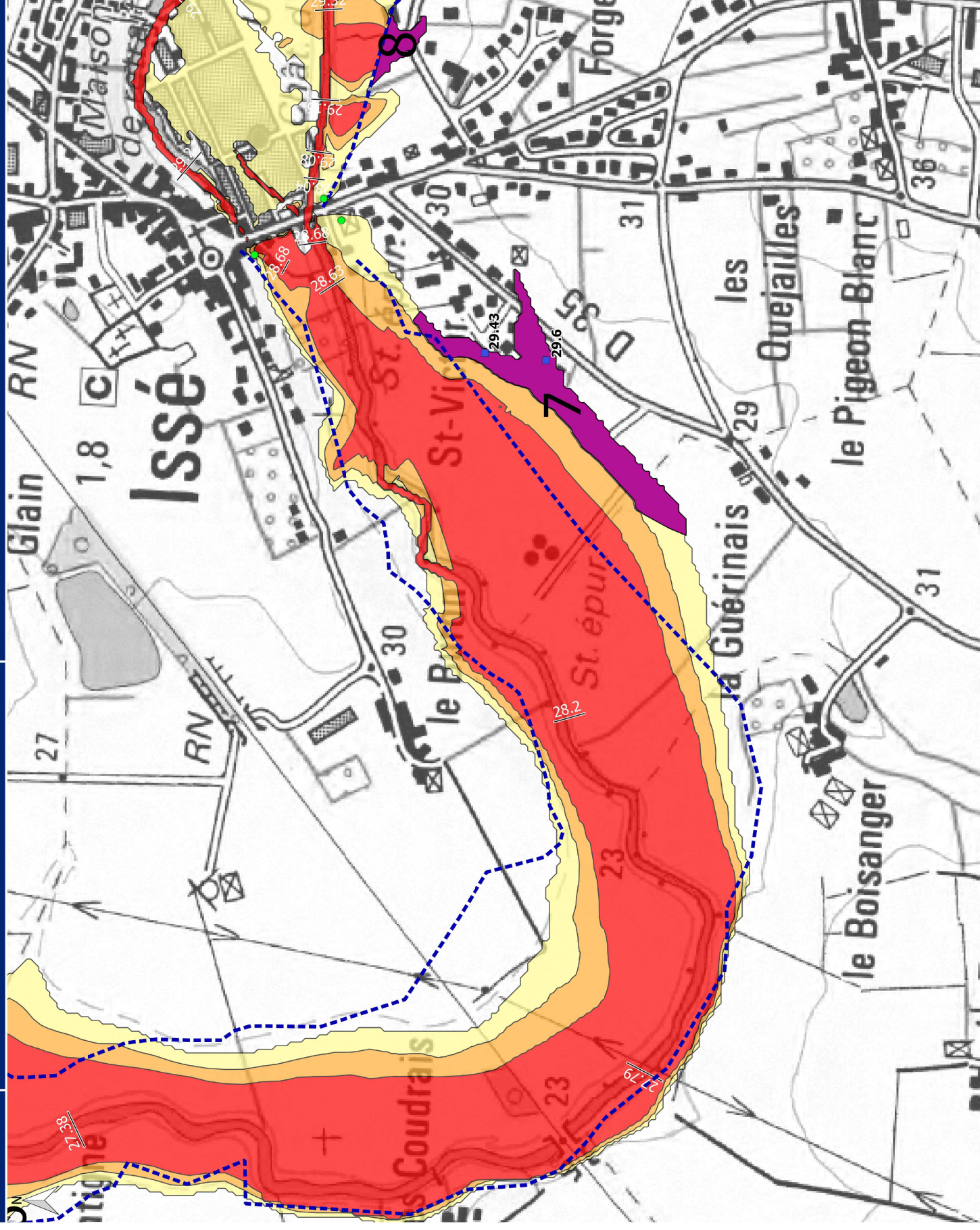


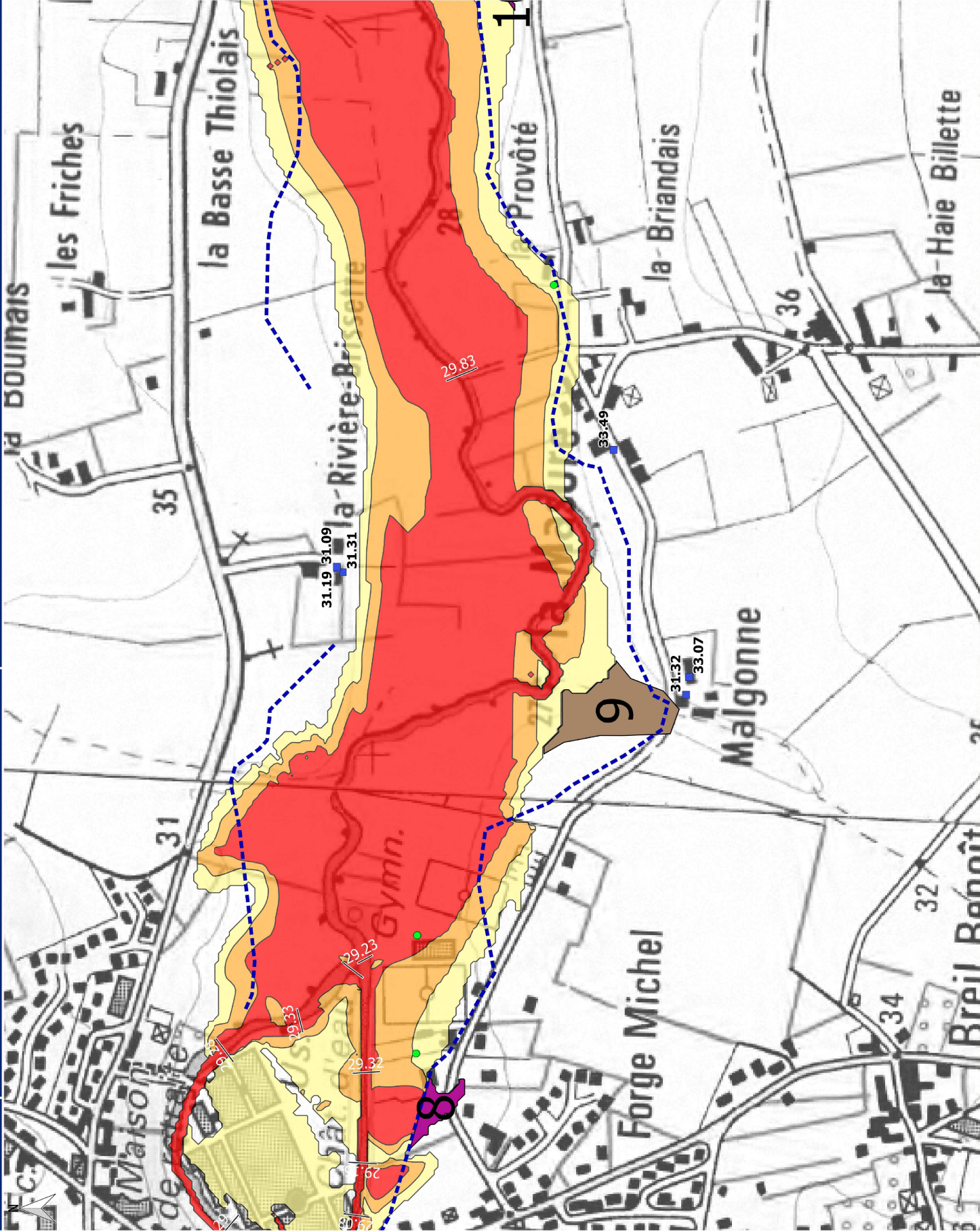


- Cote de seuil
- - - Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude isée
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
 - 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

Localisation carte 2



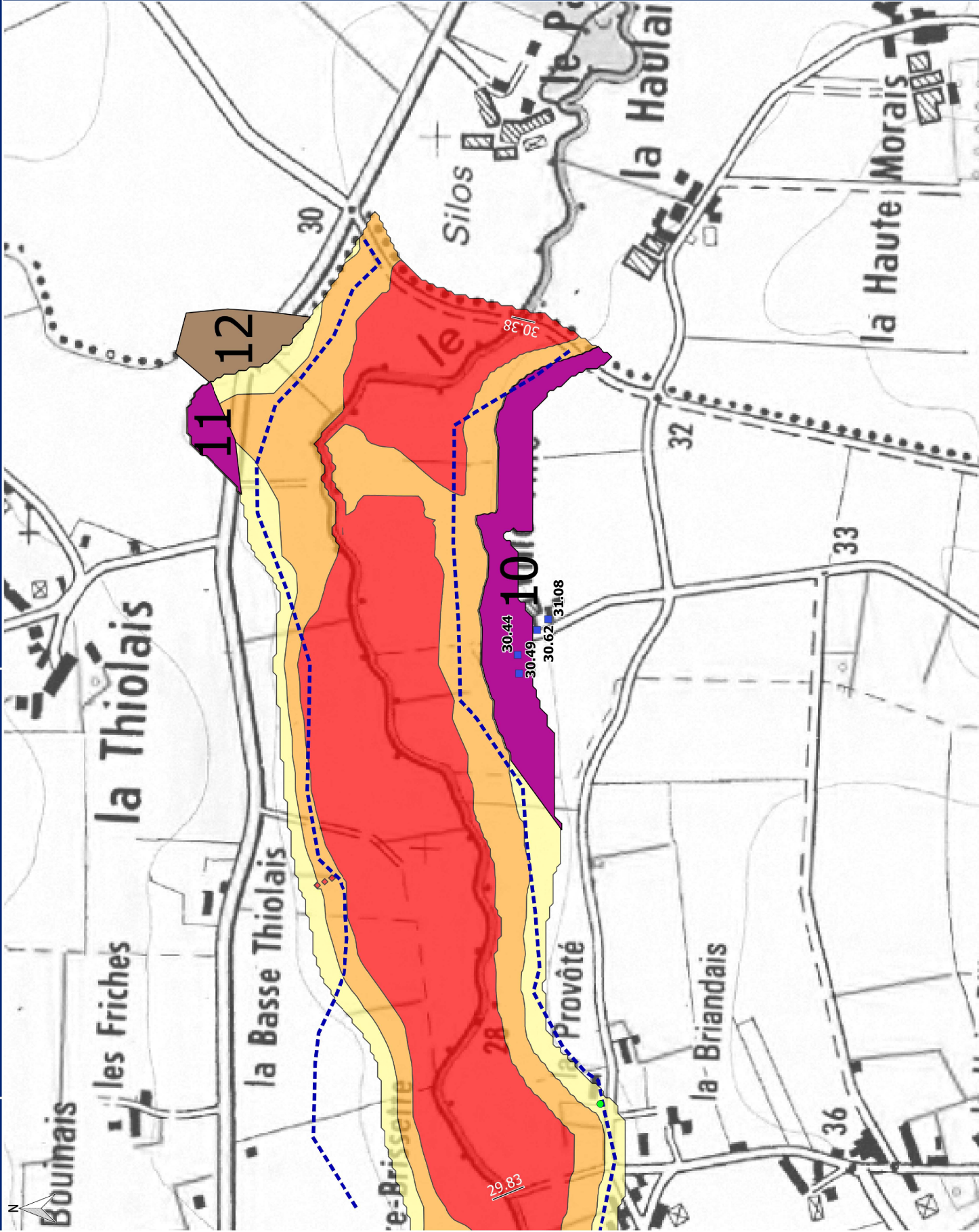




- Cote de seuil
- Laisse
- - - Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
 - 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

Localisation carte 4

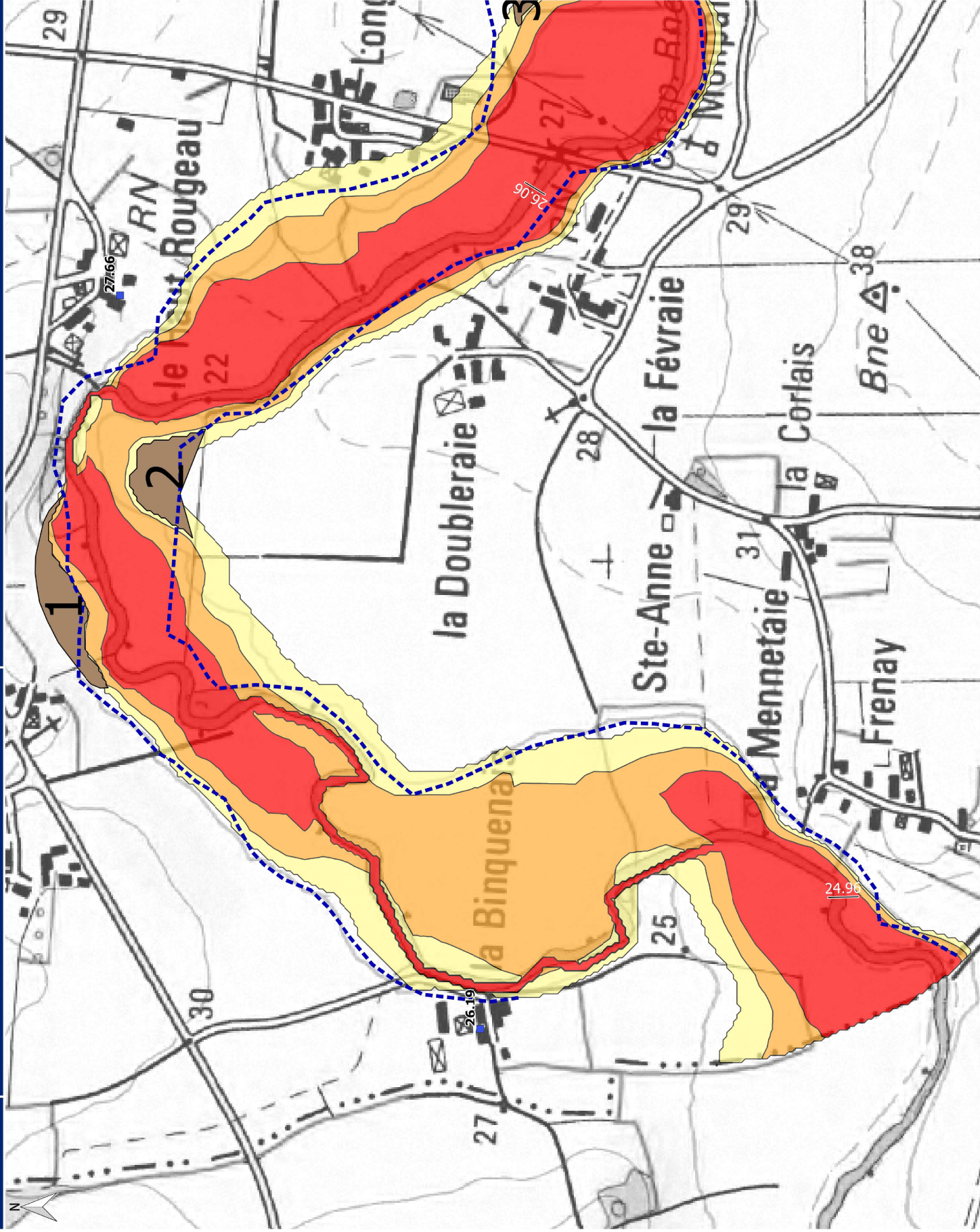




- Cote de seuil
 - Laisse
 - Enveloppe estimée de la crue
 - Enveloppe réduite estimée de la crue
 - Enveloppe incertitude Issé
 - Profil en travers
 - Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)**
- 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

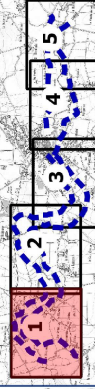
Localisation carte 5

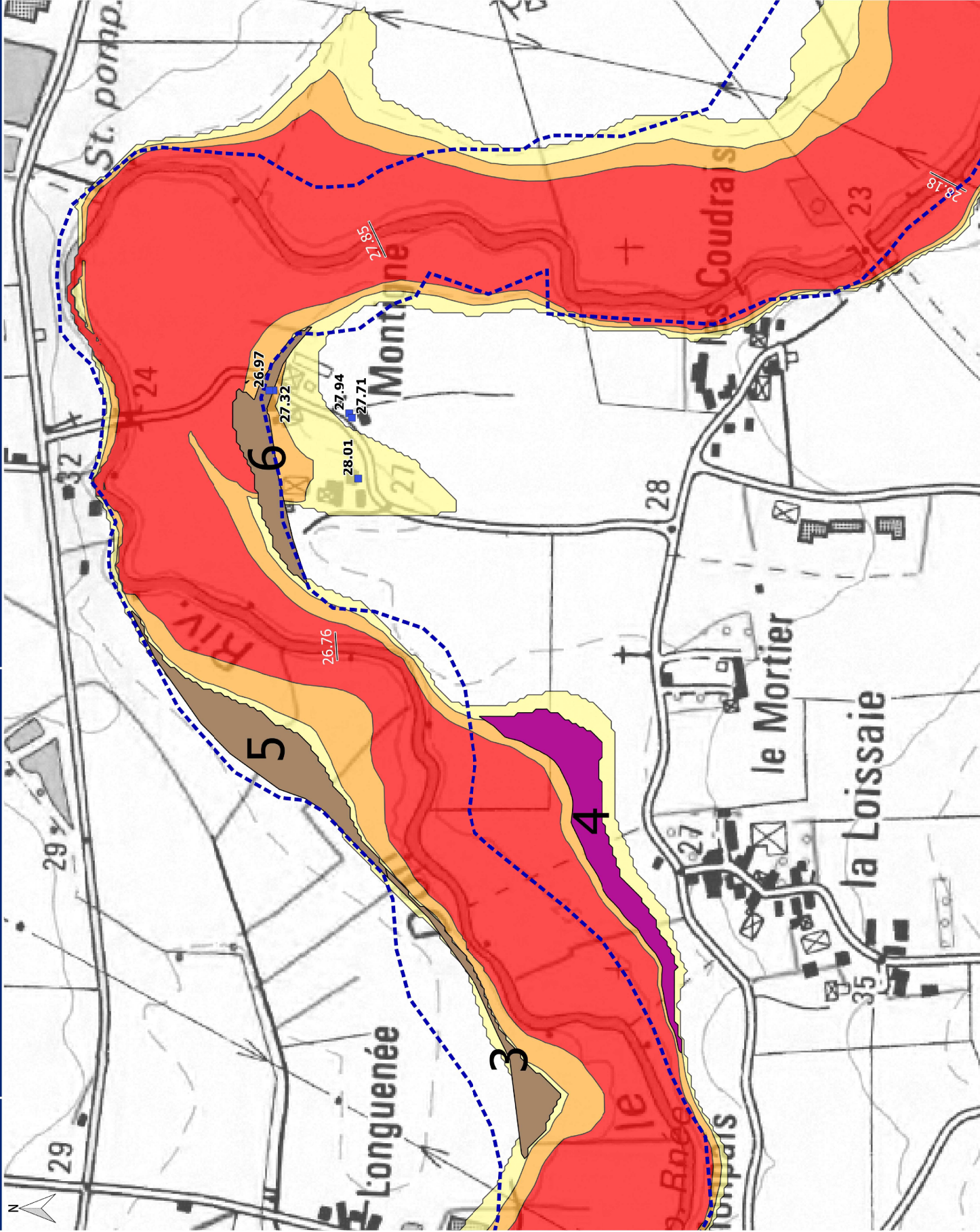




- Cote de seuil
 - - - Enveloppe estimée de la crue
 - Enveloppe incertitude Issé
 - Profil en travers
 - Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
- 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

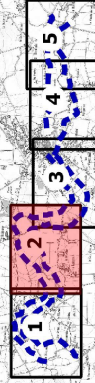
Localisation carte 1

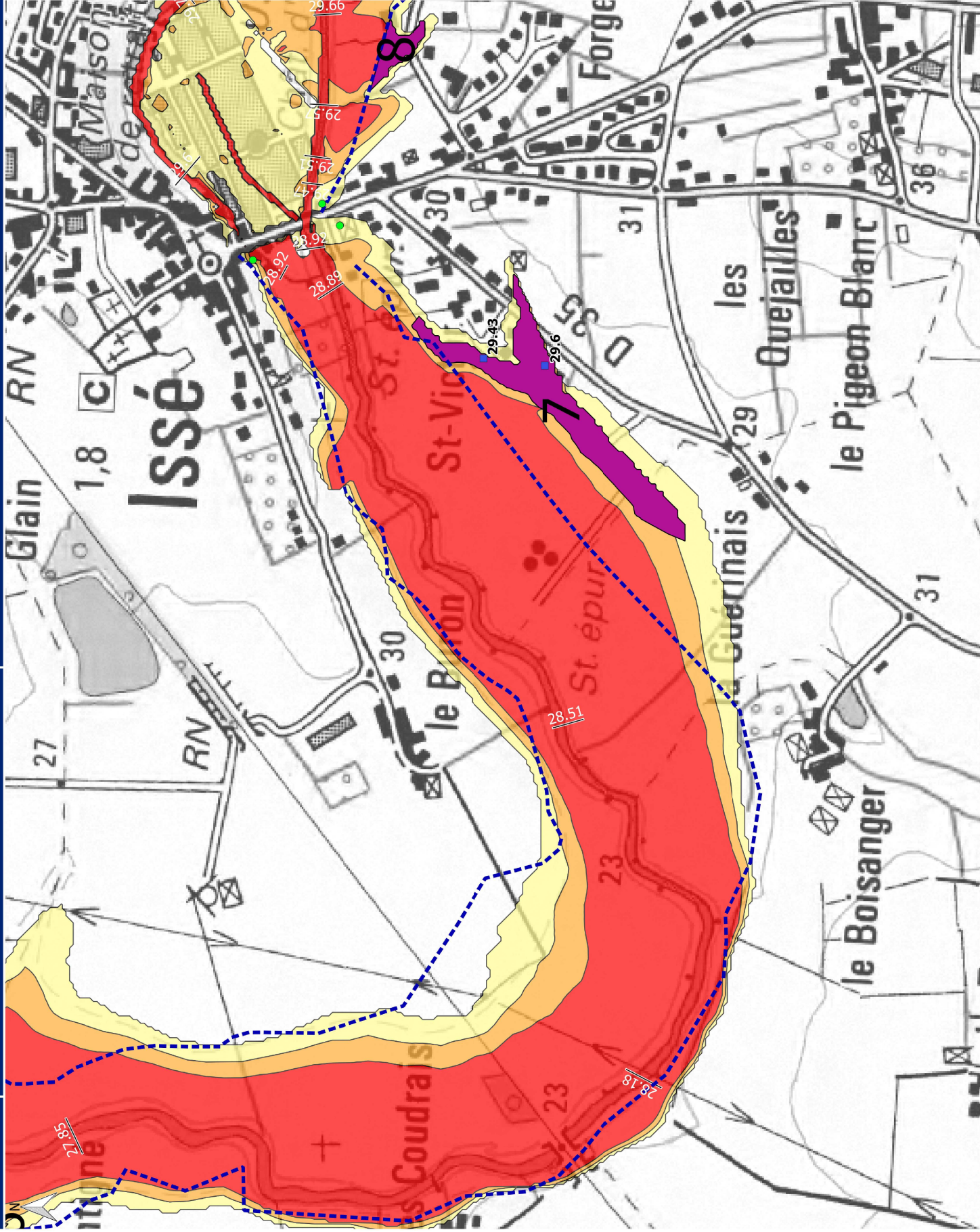




- Cote de seuil
 - Enveloppe estimée de la crue
 - Enveloppe réduite estimée de la crue
 - Enveloppe incertitude isse
 - Profil en travers
 - Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)**
- 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

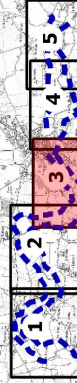
Localisation carte 2

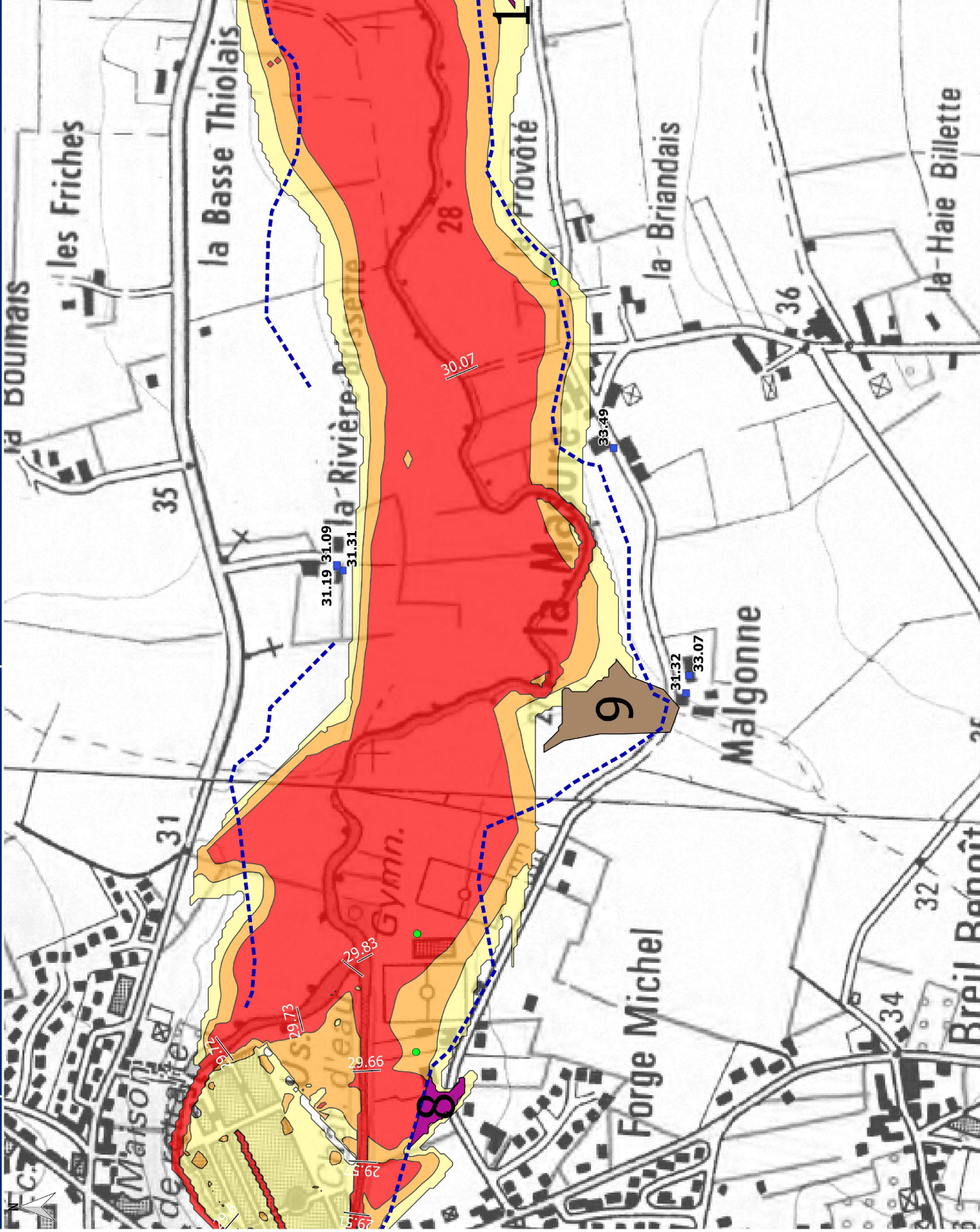




- Cote de seuil
- Laisse
- Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
 - 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

Localisation carte 3



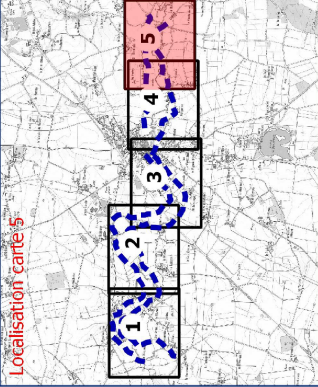
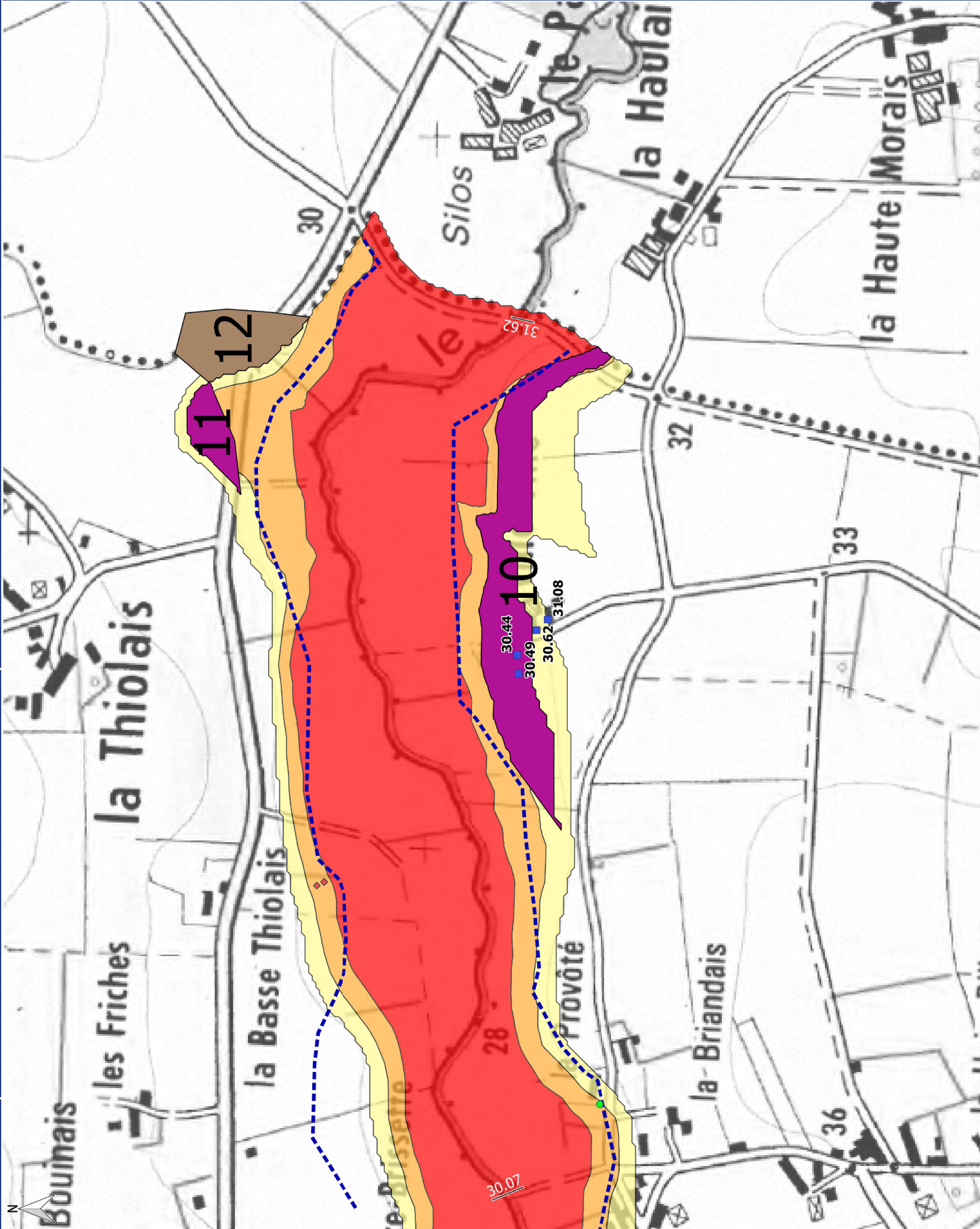


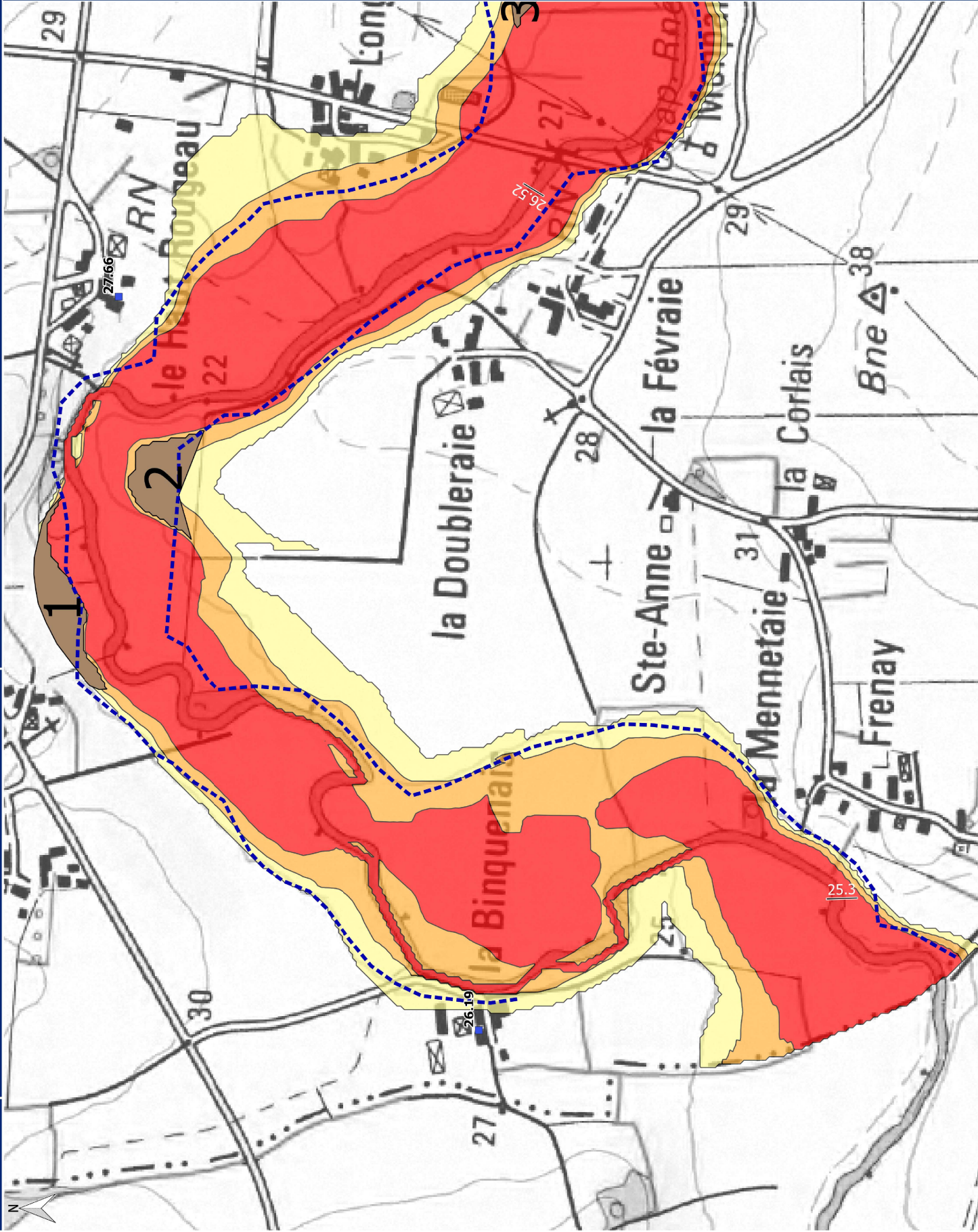
- Cote de seuil
- Laisse
- - - Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
- 0 à 0.5
- 0.5 à 1
- 1 et plus

Localisation carte 4





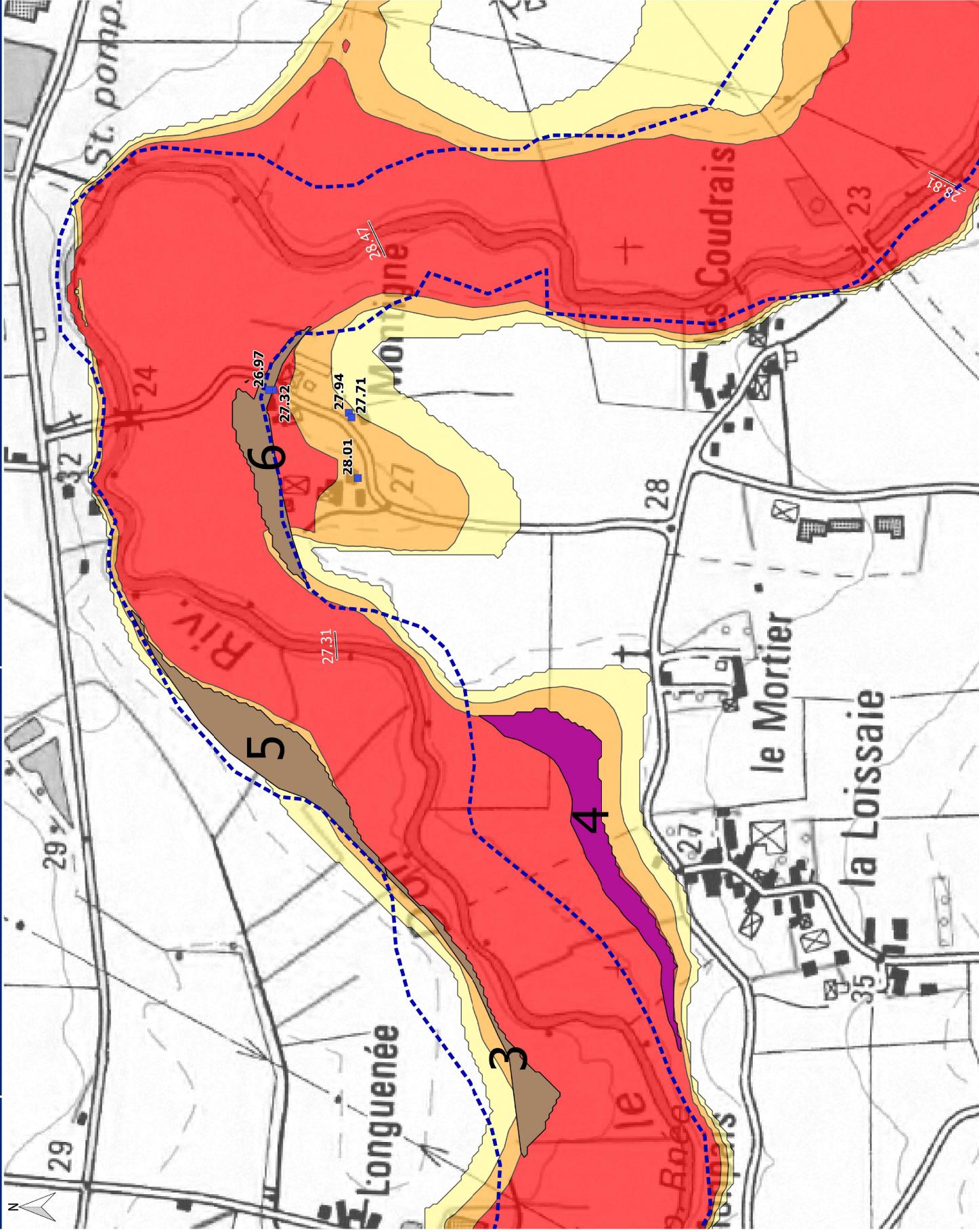




- Cote de seuil
- - - Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
- 0 à 0.5
- 0.5 à 1
- 1 et plus

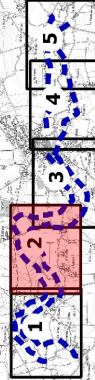
Localisation carte 1

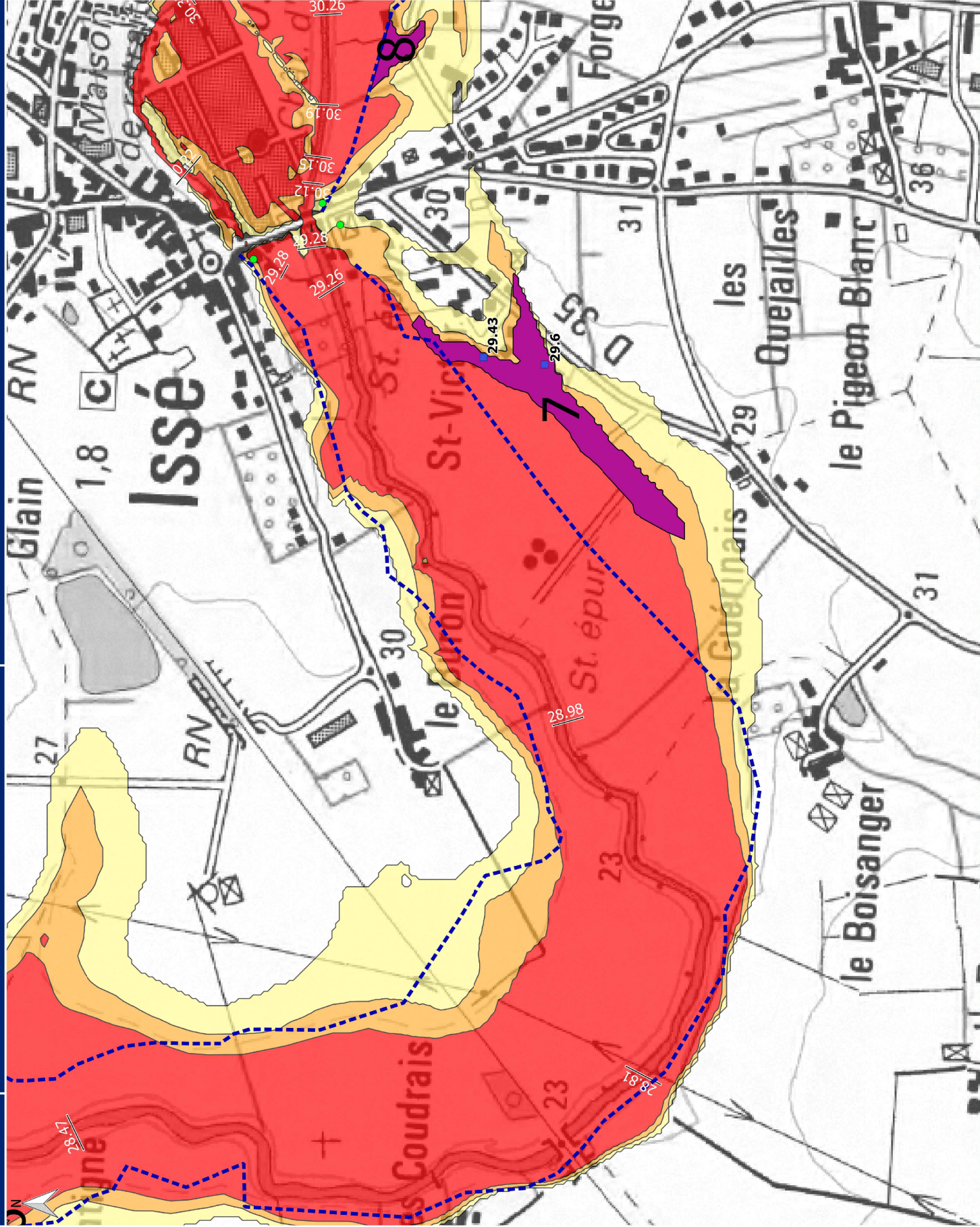




- Cote de seuil
- - - Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
 - 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

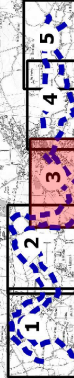
Localisation carte 2

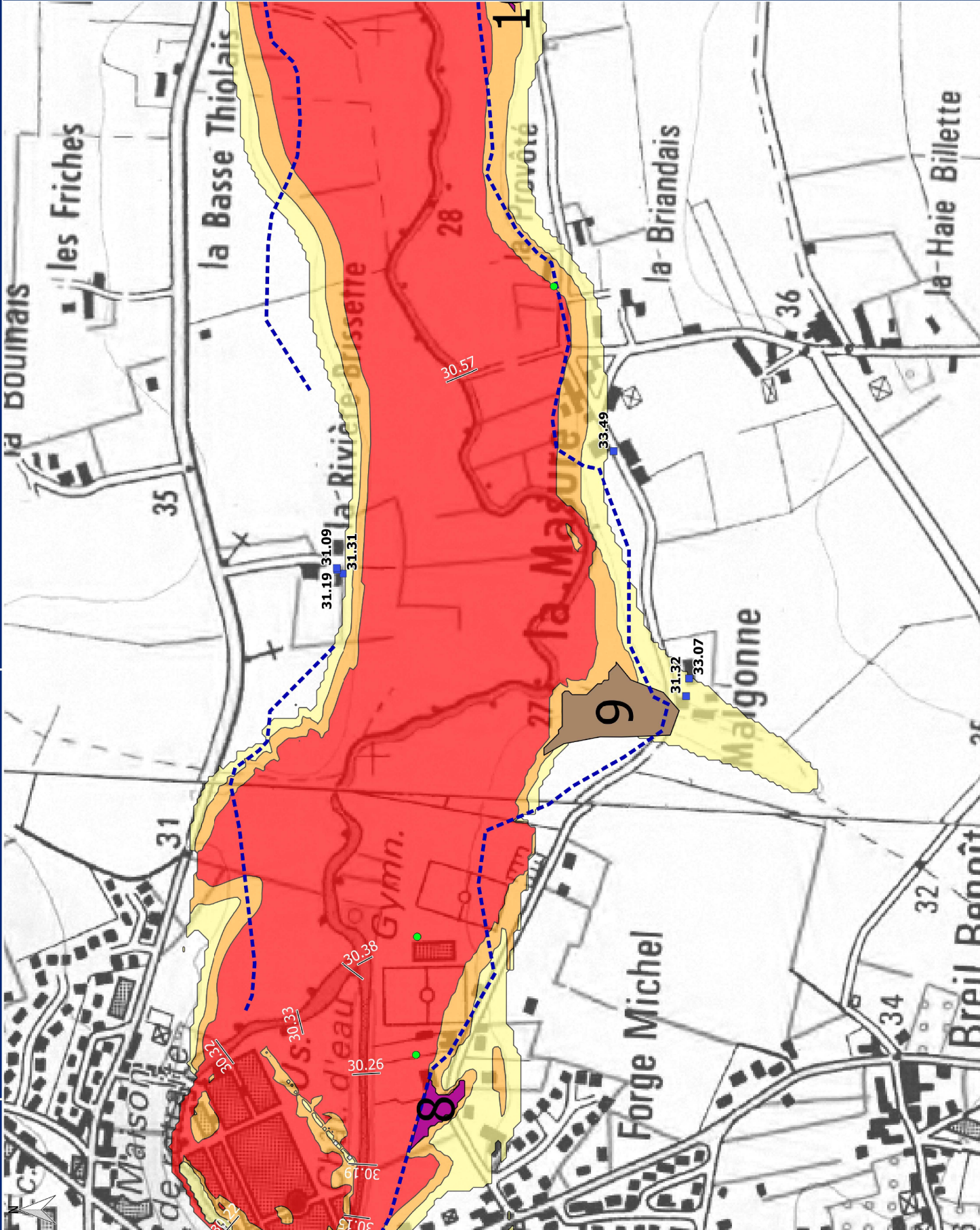




- Cote de seuil
- Laisse
- Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
 - 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

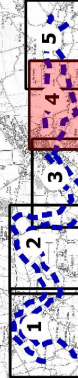
Localisation carte 3

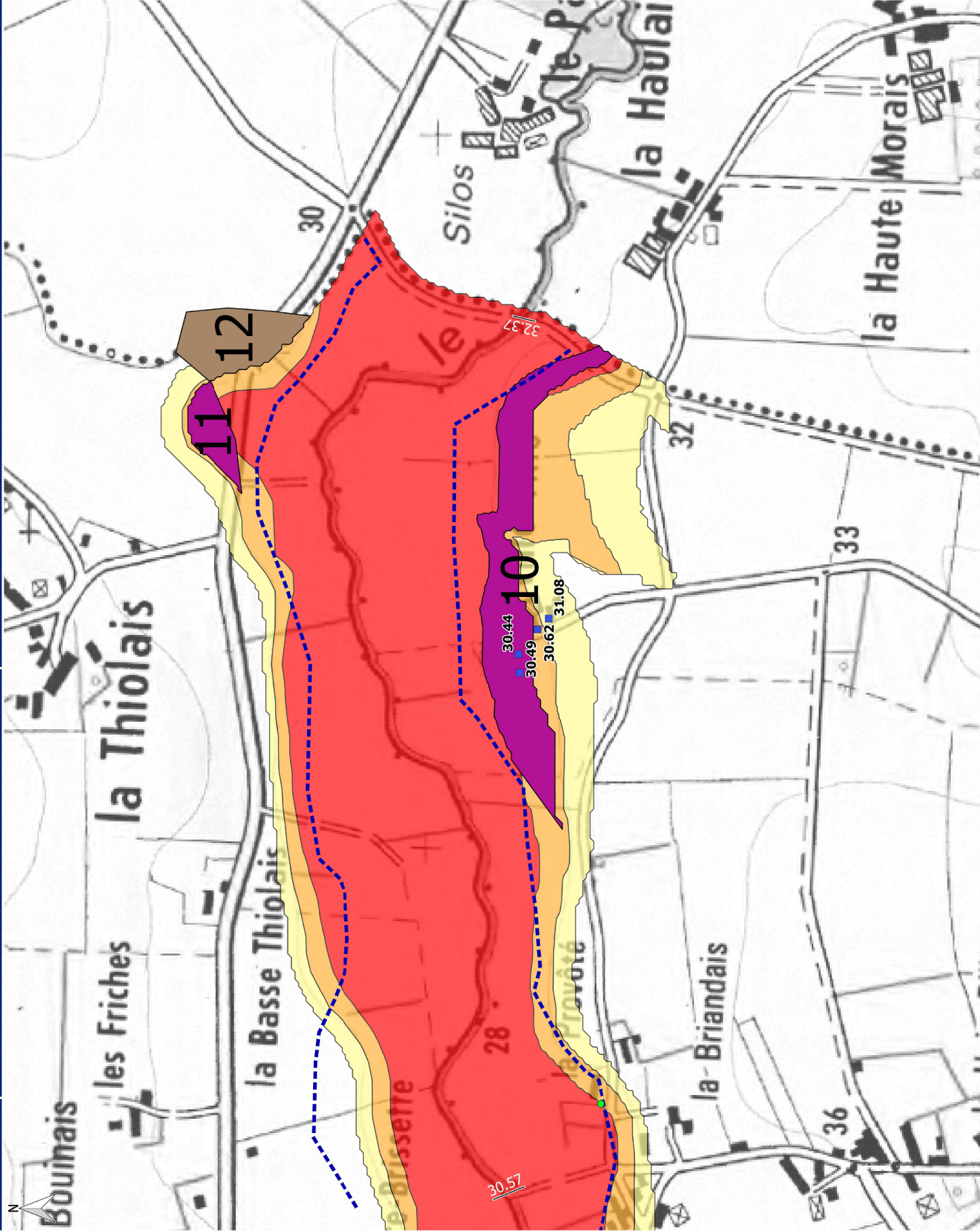




- Cote de seuil
- Laisse
- - - Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)**
- 0 à 0.5
- 0.5 à 1
- 1 et plus

Localisation carte 4





- Cote de seuil
- Laisse
- Enveloppe estimée de la crue
- Enveloppe réduite estimée de la crue
- Enveloppe incertitude Issé
- Profil en travers
- Hauteur d'eau en m NGF
- Hauteur d'eau (m)
 - 0 à 0.5
 - 0.5 à 1
 - 1 et plus

Localisation carte 5

