

# *Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement d'ouvrages écrêteurs de crues de la Verse (60)*

## *Etude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies*

*Février 2019  
A96200D*



**Entente Oise Aisne**  
11, cours Guynemer  
60200 COMPIEGNE  
Tél : 03.44.38.83.83

**Antea Group - Agence NORD et EST**  
Implantation de Lille  
Synergie Park – 5, avenue Louis Néel  
59260 LEZENNES  
Tél. : 03.20.43.25.55  
Fax : 03.20.05.54.87



## Sommaire

	Pages
<b>0. Résumé non technique de l'étude de dangers .....</b>	<b>6</b>
0.1. Localisation et consistance de l'aménagement hydraulique .....	6
0.2. Présentation de la zone protégée .....	8
0.3. Effet de stockage sur les risques d'inondation .....	8
<b>1. Renseignements administratifs .....</b>	<b>14</b>
1.1. Identification du gestionnaire de l'ouvrage .....	14
1.2. Identification des rédacteurs de l'étude .....	14
1.3. Réglementation .....	14
1.3.1. Classification en tant de barrage : rubrique 3.2.5.0 .....	14
1.3.2. Classification en tant que système d'endiguement et aménagement hydraulique : rubrique 3.2.6.0 .....	15
1.4. Remise de l'étude de dangers au préfet .....	16
<b>2. Objet de l'étude .....</b>	<b>17</b>
2.1. Contexte réglementaire de l'étude .....	17
2.2. Périmètre de l'étude .....	17
<b>3. Description précise de la zone protégée, de l'aménagement hydraulique et de ses fonctions de protection contre les inondations .....</b>	<b>22</b>
3.1. Zone protégée .....	22
3.1.1. Définition de la zone protégée .....	22
3.1.2. Niveau de protection .....	22
3.1.3. Méthodologie de définition de la zone protégée .....	24
3.1.4. Détermination de la zone protégée .....	27
3.1.5. Estimation de la population dans la zone protégée .....	29
3.1.6. Conclusion sur le classement de l'aménagement hydraulique .....	30
3.2. Description des conditions naturelles pouvant conduire à des crues .....	31
3.2.1. Structure hydrographique du bassin versant .....	31
3.2.2. Caractéristiques morphologiques des bassins versants de la Verse et de ses affluents .....	32
3.2.3. Hydrologie .....	34
3.3. Description de l'aménagement hydraulique .....	36
3.3.1. Dimensions et caractéristiques générales .....	36
3.3.2. Corps de digue .....	40
3.3.3. Ouvrage de surverse .....	42
3.3.4. Ouvrage de régulation de la Verse .....	43
3.3.5. Géotechnique et dimensionnement des fondations .....	44
3.3.6. Dispositif d'auscultation de l'ouvrage .....	50
3.3.7. Dispositif anti embâcles .....	50
3.4. Organisation du gestionnaire de l'aménagement hydraulique .....	51
3.4.1. Niveaux d'inspection .....	51
3.4.2. Dispositions relatives à la surveillance et à l'exploitation du barrage en période de crue .....	52
3.4.3. Services et autorités à prévenir .....	53
3.4.4. Consignes .....	53
3.5. Performances de l'aménagement hydraulique .....	54
3.5.1. Fonctionnement nominal de l'aménagement hydraulique .....	55
3.5.2. Limites de performance de l'aménagement hydraulique .....	56
<b>4. Cartographie .....</b>	<b>63</b>
4.1. Carte administrative .....	63
4.2. Cartes des venues d'eau dans la zone protégée .....	63
4.3. Format des cartes .....	63

## Liste des figures

*Sauf indication contraire les figures sont orientées suivant le nord géographique*

Figure 1 : Localisation du projet d'aménagement hydraulique de la vallée de la Verse de Beaugies .....	6
Figure 2 : Vue en plan de la digue de Beaugies .....	7
Figure 3 : Zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies .....	8
Figure 4 : Crue de 100 ans avec barrage en fonctionnement nominal – Dangerosité des venues d'eau .....	10
Figure 5 : Crue de 100 ans avec barrage plein – Dangerosité des venues d'eau .....	11
Figure 6 : Crue de 100 ans avec barrage partiellement indisponible – Dangerosité des venues d'eau .....	12
Figure 7 : Crue de 500 ans avec barrage disponible – Dangerosité des venues d'eau .....	13
Figure 8 : Localisation du projet d'aménagement hydraulique de Beaugies .....	18
Figure 9 : Projet d'aménagement hydraulique de Beaugies .....	19
Figure 10 : Zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies .....	20
Figure 11 : Zone protégée par les aménagements et communes concernées .....	21
Figure 12 : Hydrogrammes en amont et en aval de l'ouvrage de Beaugies pour la crue de protection – Q100 (Source : Antea Group).....	23
Figure 13 : Présentation du modèle MIKE 11 .....	25
Figure 14 : Emprise des zones inondables en aval de l'aménagement de Beaugies avant et après aménagement, pour Q100 .....	27
Figure 15 : Emprise des zones inondables de la vallée de la Verse avant et après aménagements, pour Q100.....	28
Figure 16 : Zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies .....	29
Figure 17 : Réseau hydrographique de la Verse en amont de Noyon .....	31
Figure 18 : Carte des sous bassins versants de la Verse .....	32
Figure 19 : Hydrogrammes le long de la Verse pour Q10 .....	34
Figure 20 : Hydrogrammes le long de la Verse pour Q50 et Q100 .....	35
Figure 21 : Implantation prévisionnelle de l'ouvrage de Beaugies-sous-Bois .....	36
Figure 22 : Localisation de l'ouvrage sur fond parcellaire .....	37
Figure 23 : Vue en plan du projet de digue de Beaugies .....	39
Figure 24 : Profil en long de l'ouvrage de Beaugies .....	40
Figure 25 : coupe type de l'ouvrage de Beaugies, section courante .....	41
Figure 26 : Coupe type de l'ouvrage de Beaugies, section lit mineur.....	41
Figure 27 : Dispositif de régulation de la digue de Beaugies – Vue de face .....	43
Figure 28 : Dispositif de franchissement de la digue - vue en plan .....	44
Figure 29 : Profil géotechnique de synthèse pour l'ouvrage de Beaugies-sous-Bois (Source : AVP – SEMOFI) .....	45
Figure 30 : Crue de période de retour 100 ans avec barrage en fonctionnement nominal – Dangerosité des venues d'eau.....	56
Figure 31 : Crue de 100 ans avec barrage plein – Dangerosité des venues d'eau .....	57
Figure 32 : Crue de 100 ans avec barrage partiellement indisponible – Dangerosité des venues d'eau .....	58
Figure 33 : Crue de 500 ans avec barrage disponible – Dangerosité des venues d'eau .....	59
Figure 34 : Hydrogramme de rupture du barrage de Beaugies .....	61
Figure 35 : Rupture du barrage de Beaugies – Dangerosité des venues d'eau et durée de propagation de l'onde de rupture .....	62
Figure 36 : Communes et zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies .....	64
Figure 37 : Zone protégée en aval de l'aménagement hydraulique de Beaugies .....	65
Figure 38 : Crue de 100 ans avec barrage en fonctionnement nominal – Dangerosité des venues d'eau .....	66
Figure 39 : Crue de 100 ans avec barrage plein – Dangerosité des venues d'eau .....	67

Figure 40 : Crue de 100 ans avec barrage partiellement indisponible – Dangerosité des venues d'eau.....	68
Figure 41 : Crue de 500 ans avec barrage disponible – Dangerosité des venues d'eau .....	69
Figure 42 : Rupture du barrage de Beaugies – Dangerosité des venues d'eau et durée de propagation de l'onde de rupture .....	70

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Critères de définition de la dangerosité des venues d'eau .....	9
Tableau 2 : Tableau de détermination de classe de barrage extrait du décret du 12 mai 2015 ....	15
Tableau 3 : Caractéristiques H et V du barrage .....	15
Tableau 4 : Classe des digues et des aménagements hydrauliques en fonction de la population protégée .....	16
Tableau 5 : Cadre de la demande d'autorisation de l'aménagement hydraulique .....	17
Tableau 6 : Repères de crue de juin 2007 – Résultats de calage .....	26
Tableau 7 : Définition des classes de digue et aménagement hydraulique selon le décret n°2015-526 du 12 mai 2015 .....	30
Tableau 8 : Caractéristiques morphologiques des sous bassins-versants de la Verse .....	33
Tableau 9 : Débits de pointe en amont de l'aménagement de Beaugies .....	36
Tableau 10 : Parcelles concernées par l'ouvrage de Beaugies sous-bois .....	37
Tableau 11 : Modèle géotechnique de synthèse pour l'ouvrage de Beaugies-sous-Bois (Source : AVP – SEMOFI).....	44
Tableau 12 : Estimation de la portance des sols - Beaugies .....	45
Tableau 13 : Présentation des différents niveaux d'inspection .....	52
Tableau 14 : Tableaux des consignes et modes de gestion préconisés .....	54
Tableau 15 : Critères de définition de la dangerosité des venues d'eau .....	55

## **PREAMBULE**

L'étude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies prévu sur la Verse de Beaugies sur la commune de Beaugies-sous-Bois est constituée du présent rapport.

Elle a été réalisée au stade du projet de l'aménagement hydraulique et se base ainsi sur les éléments de ce dernier.

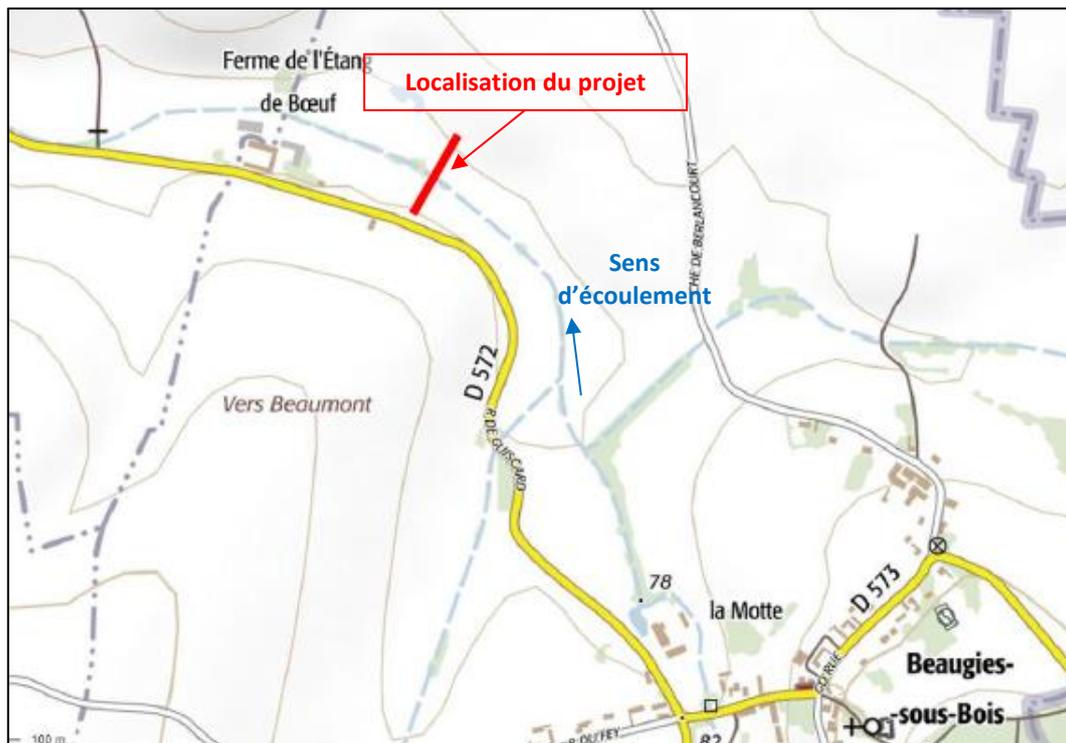
## 0. Résumé non technique de l'étude de dangers

### 0.1. Localisation et consistance de l'aménagement hydraulique

L'étude de dangers des aménagements hydrauliques de la vallée de la Verse est aujourd'hui portée par le syndicat mixte ouvert, l'Entente Oise-Aisne, établissement public territorial de bassin. Cet EPTB est compétent sur la totalité des bassins versants de l'Oise et de l'Aisne ainsi que de leurs affluents.

Les aménagements hydrauliques prévus dans cette vallée font suite à la crue exceptionnelle de 2007. Deux ouvrages sont prévus, l'étude de dangers ici s'intéressera uniquement à l'aménagement hydraulique prévu au lieu-dit « La Ferme de l'Etang de Bœuf » sur la Verse de Beaugies.

L'aménagement hydraulique sur la Verse de Beaugies sera entièrement créé et implanté sur la commune de Beaugies-sous-Bois.



**Figure 1 : Localisation du projet d'aménagement hydraulique de la vallée de la Verse de Beaugies**

L'aménagement hydraulique de Beaugies est composé d'un barrage, situé en travers de la vallée. Cet aménagement est destiné à abaisser le niveau de la ligne d'eau dans la traversée de Guiscard, puis dans une moindre mesure dans Noyon, en complément de l'aménagement hydraulique de Berlancourt et donc protéger contre une crue centennale les secteurs vulnérables de la Verse de Beaugies situés en aval immédiat.

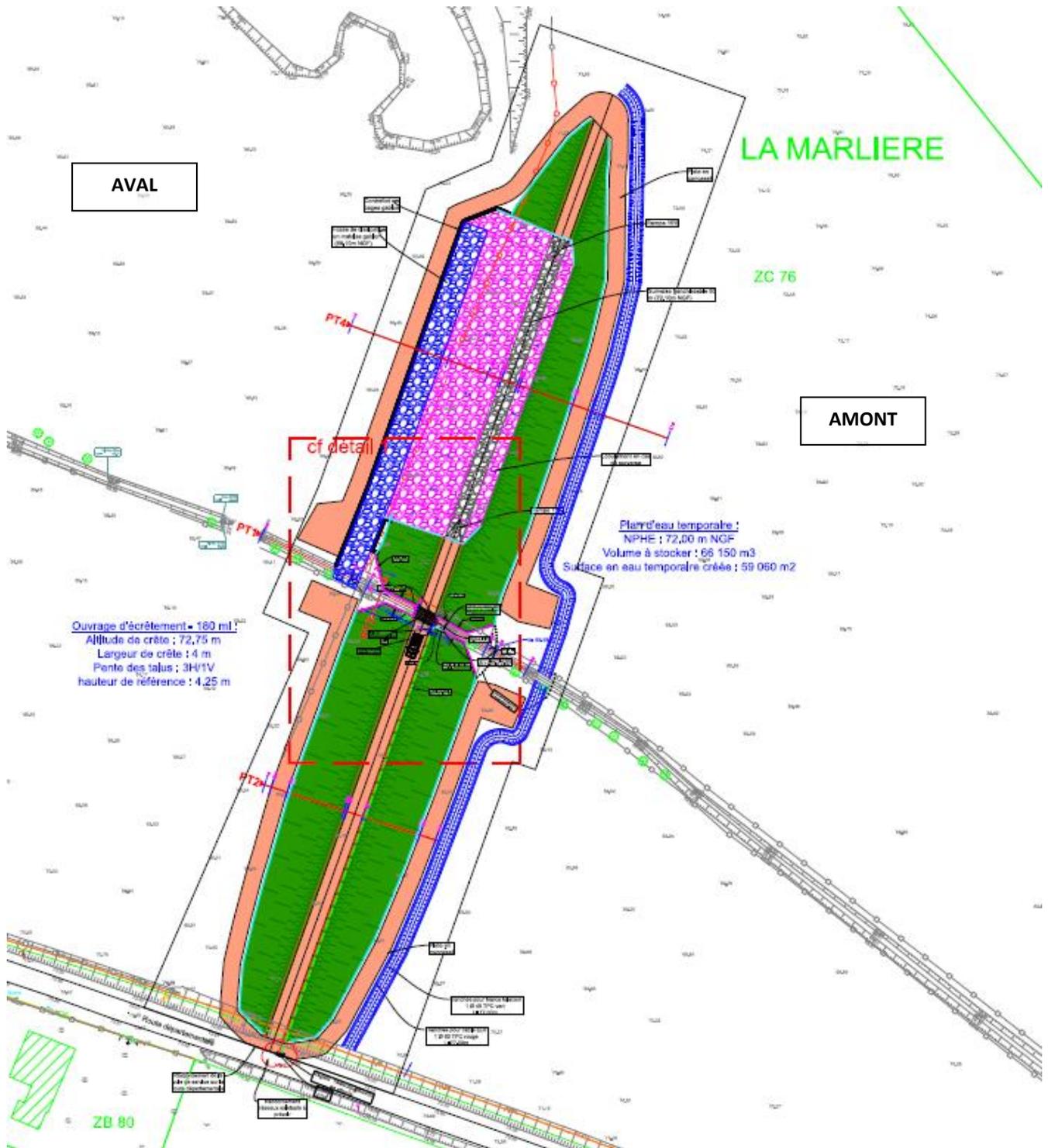


Figure 2 : Vue en plan de la digue de Beaugies

## 0.2. Présentation de la zone protégée

La zone protégée située en aval de l'aménagement s'étend principalement sur la commune de Guiscard.

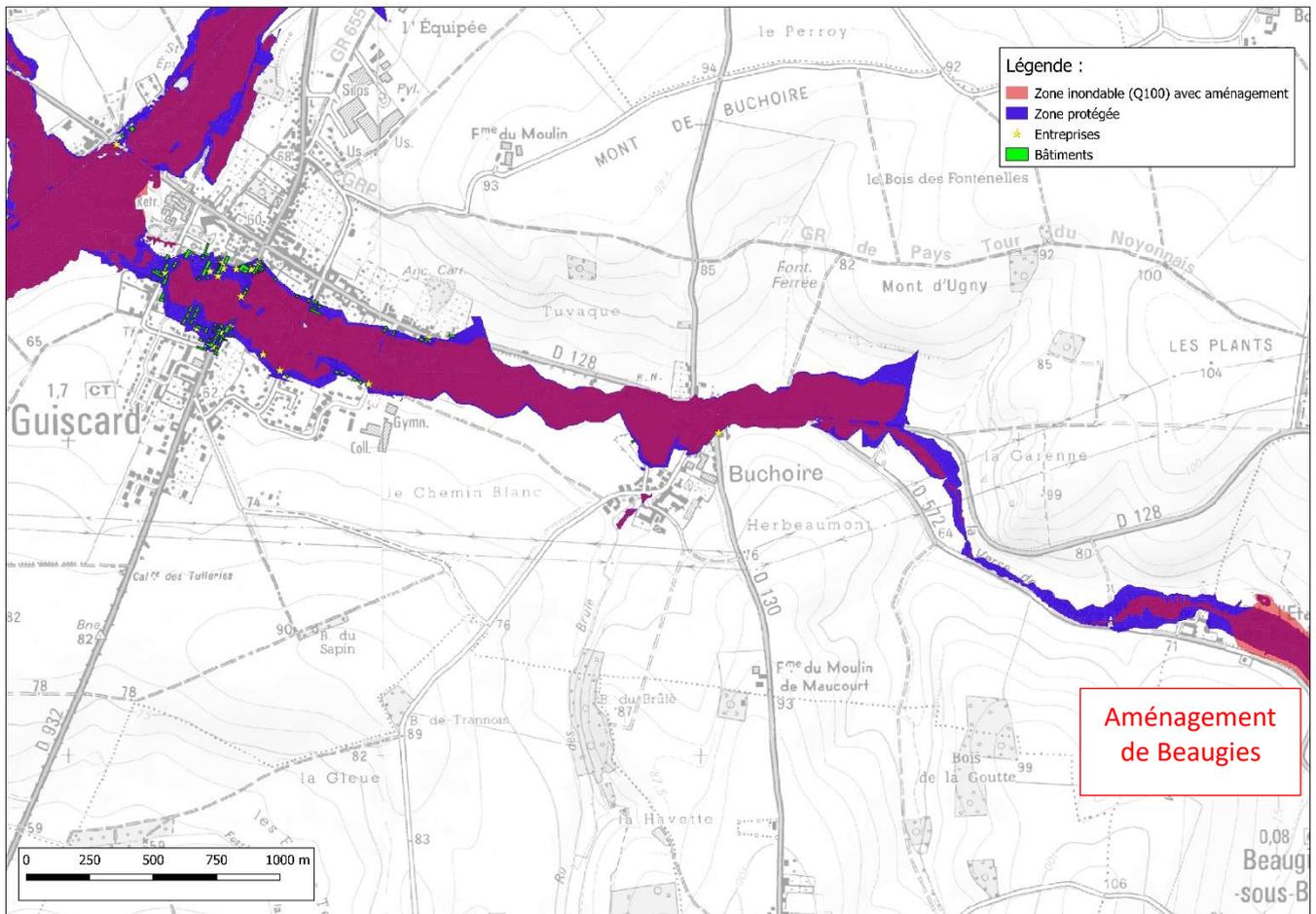


Figure 3 : Zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies

Le niveau de protection de l'aménagement hydraulique est associé à la crue de période de retour de 100 ans, dont le débit de pointe dans la Verse de Beaugies en aval direct du barrage est de  $0,92 \text{ m}^3/\text{s}$  et de  $6,9 \text{ m}^3/\text{s}$  en amont direct du barrage.

## 0.3. Effet de stockage sur les risques d'inondation

L'aménagement est conçu pour réduire le risque d'inondation à l'aval, en particulier à Guiscard, pour la crue centennale. Toutefois, dès la crue décennale, l'aménagement de Beaugies couplé à la réouverture de la Verse ont un impact significatif sur Guiscard puisqu'ils permettent de diminuer le niveau d'eau jusqu'à 84 cm. L'abaissement atteint

1,5 m en crue centennale. Pour cette dernière crue, le centre-ville de Guiscard reste inondé mais avec des hauteurs d'eau moins importantes.

Le volume de stockage amont dans le barrage est de 66 150 m<sup>3</sup>.

En fonctionnement « normal », la retenue du barrage est vide. Les ouvrages de régulation laissent transiter le débit s'écoulant dans la Verse de Beaugies, jusqu'à un débit maximal de 0,92 m<sup>3</sup>/s, pour une mise en charge maximale. Pour un débit de crue biennal de 0,92 m<sup>3</sup>/s en entrée du barrage, le débit en aval est de 0,49 m<sup>3</sup>/s.

En période de pluie, le barrage régule le débit en aval à 0,92 m<sup>3</sup>/s puis se remplit jusqu'à un épisode de période retour de 100 ans. Ainsi, au-delà de cet épisode, la capacité totale du barrage est atteinte et le barrage surverse alors vers l'aval.

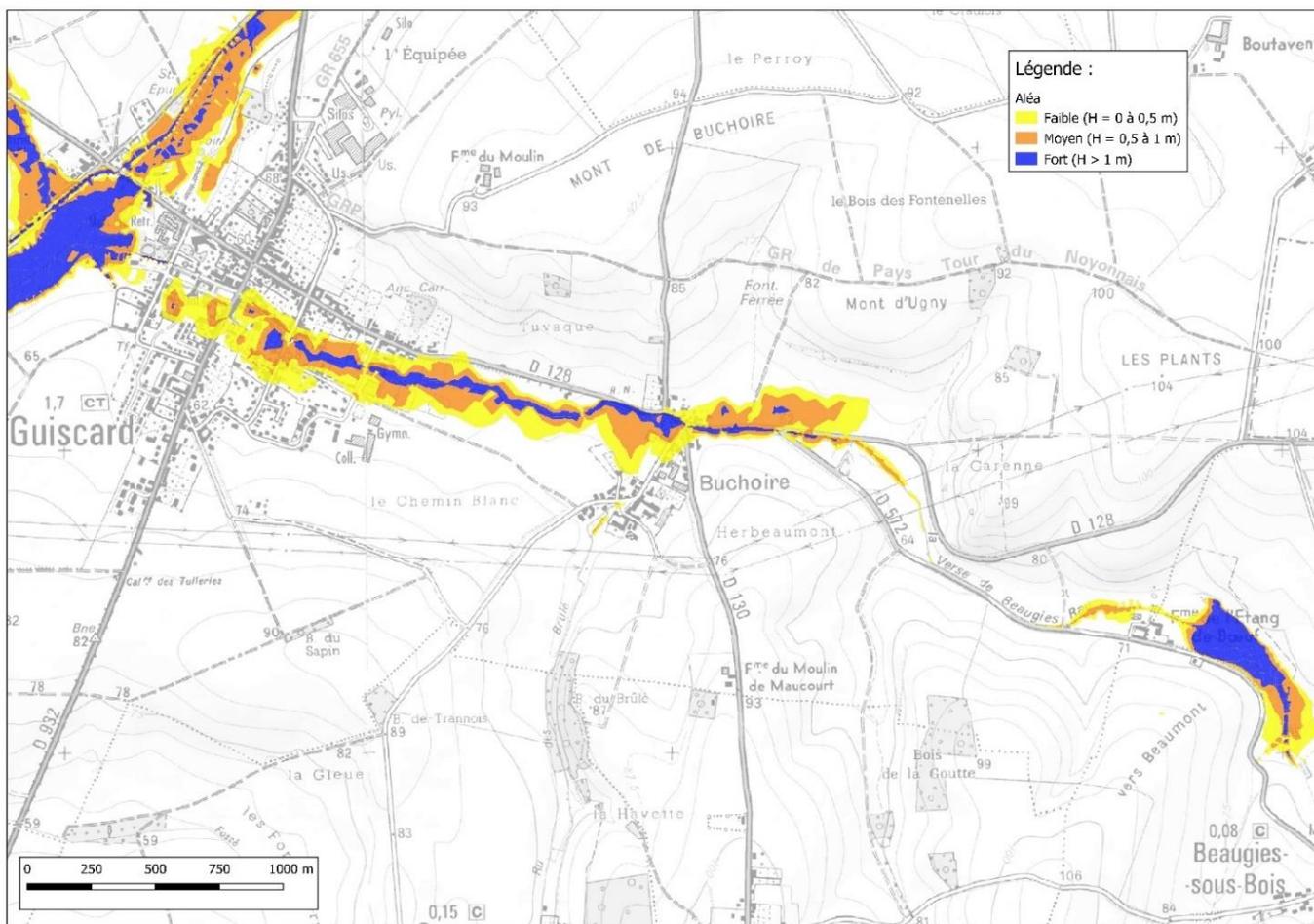
Le risque inondation est ainsi retardé et réduit dans la zone protégée, mais n'est pas supprimé.

Pour définir la dangerosité des venues d'eau, la grille d'aléa du PPRI de la Verse a été appliquée. Elle ne dépend que des hauteurs d'eau.

Classes de Hauteurs d'eau	Hauteurs d'eau suivant 3 classes	Aléa en 3 niveaux
0-25 cm	0-50 cm	Faible (Eaux non dangereuses)
25-50 cm		
50 cm – 1 m	50 cm – 1 m	Moyen (Eaux dangereuses)
1-2 m	+ de 1 m	Fort (Eaux particulièrement dangereuses)
+ de 2 m		

**Tableau 1 : Critères de définition de la dangerosité des venues d'eau**

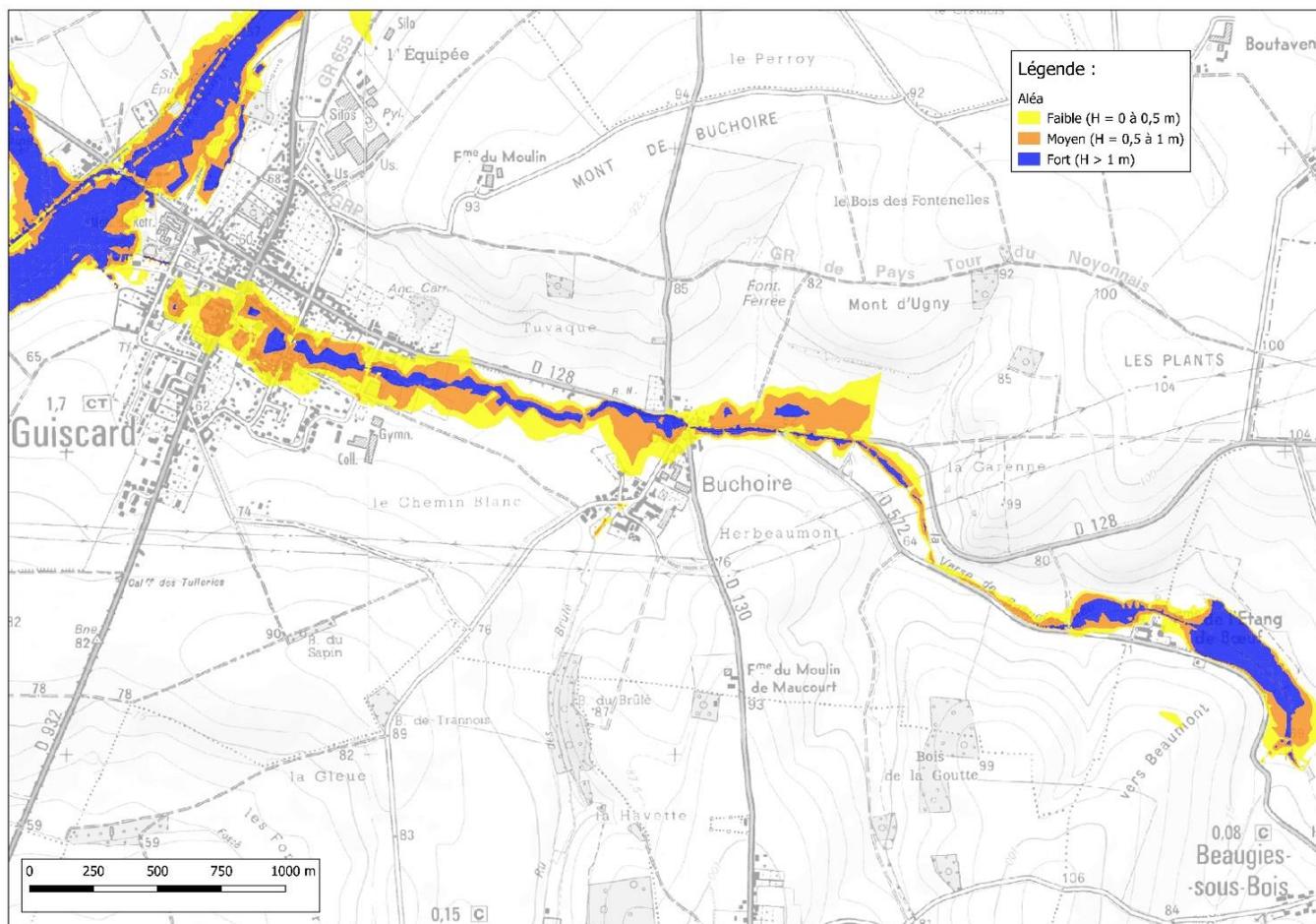
La figure suivante présente l'inondation résultant de la survenue d'un épisode de période de retour 100 ans avec l'aménagement hydraulique et qualifie la dangerosité des venues d'eau associées à cet épisode.



**Figure 4 : Crue de 100 ans avec barrage en fonctionnement nominal  
 – Dangerosité des venues d'eau**

Différents scénarios de limite de performance visant à examiner les conséquences d'un niveau de service plus ou moins dégradé de l'aménagement hydraulique ont également été étudiés.

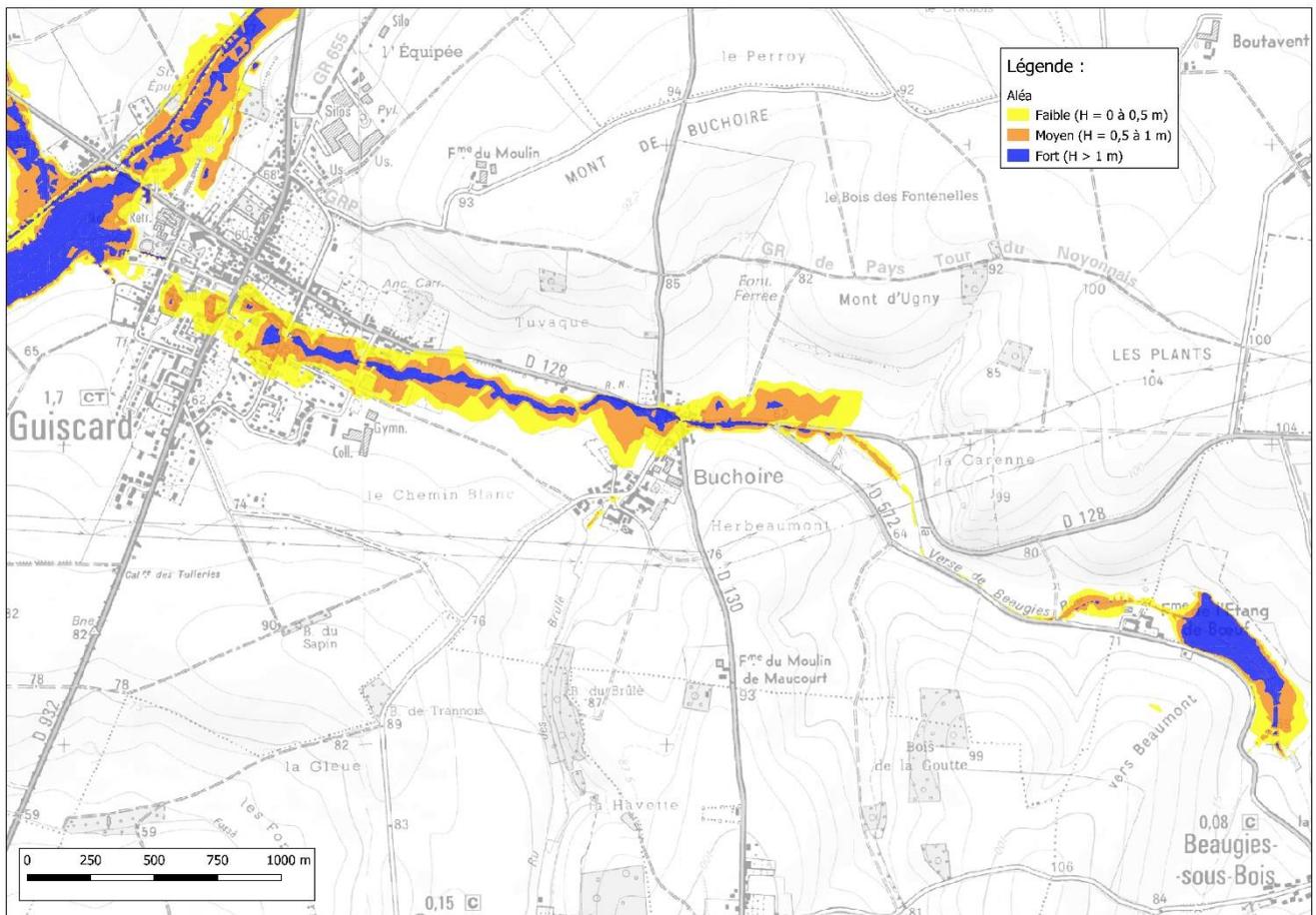
La figure suivante présente l'inondation résultant de la survenue d'un épisode de période de retour 100 ans alors que les barrages sont pleins et qualifie la dangerosité des venues d'eau associées à cet épisode.



**Figure 5 : Crue de 100 ans avec barrage plein – Dangérisité des venues d'eau**

La figure suivante présente l'inondation résultant de la survenue d'un épisode de période de retour 100 ans alors que le barrage est à moitié rempli et qualifie la dangérisité des venues d'eau associées à cet épisode.

ENTENTE OISE AISNE  
Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement de deux ouvrages écrêteurs des crues de la Verse  
Etude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies  
A96200D



**Figure 6 : Crue de 100 ans avec barrage partiellement indisponible  
– Dangérosité des venues d'eau**

La figure suivante présente l'inondation résultant de la survenue d'un épisode de période de retour 500 ans, largement supérieur au niveau de protection de l'aménagement hydraulique, alors que la capacité de stockage des barrages est totalement disponible et qualifie la dangérosité des venues d'eau associées à cet épisode.

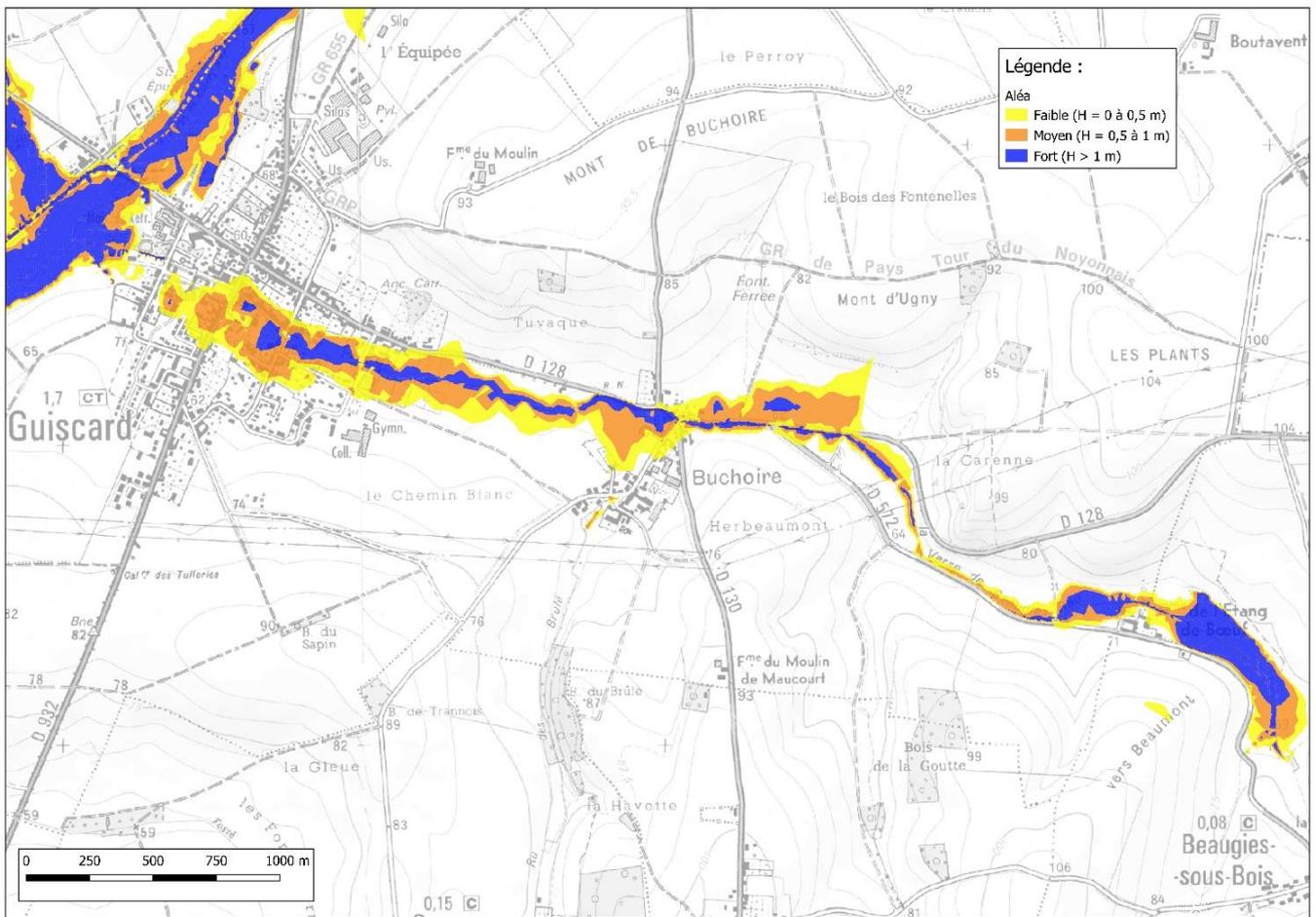


Figure 7 : Crue de 500 ans avec barrage disponible – Dangersité des venues d'eau

## **1. Renseignements administratifs**

### **1.1. Identification du gestionnaire de l'ouvrage**

L'étude de dangers relative à l'aménagement hydraulique de la vallée de la Verse de Beaugies par la réalisation d'un barrage, nommé barrage de Beaugies, projeté au lieu-dit la Ferme de l'Etang de Bœuf sur la commune de Beaugies-sous-Bois, est porté par l'Etablissement Public Territorial de Bassin Entente Oise-Aisne, dont les coordonnées sont indiquées ci-après :

**Entente Oise-Aisne**

11 cours Guynemer  
60200 COMPIEGNES  
SIRET : 20007613100016

Représenté par : M. Gérard SEIMBILLE, président de l'EPTB Oise-Aisne.

Contact : Marjorie ANDRE, directrice de l'Appui aux Territoires –

L'Etablissement Public Territorial de Bassin l'Entente Oise-Aisne sera propriétaire et gestionnaire de cet ouvrage neuf.

### **1.2. Identification des rédacteurs de l'étude**

La présente étude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies a été réalisée par :

**Antea Group - Agence NORD et EST**

Implantation de Lille  
Synergie Park – 5, avenue Louis Néel  
59260 LEZENNES

Rédacteur : Bénédicte MANGEZ, ingénieure de projet

### **1.3. Réglementation**

*1.3.1. Classification en tant de barrage : rubrique 3.2.5.0*

En référence au décret n°2015-526 du 12 mai 2015, plusieurs paramètres sont à prendre en compte pour définir la classe d'un barrage, comme précisé dans le tableau ci-dessous :

CLASSE de l'ouvrage	CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES
A	$H \geq 20$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 1\ 500$
B	Ouvrage non classé en A et pour lequel $H \geq 10$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 200$
C	a) Ouvrage non classé en A ou B et pour lequel $H \geq 5$ et $H^2 \times V^{0,5} \geq 20$ b) Ouvrage pour lequel les conditions prévues au a ne sont pas satisfaites mais qui répond aux conditions cumulatives ci-après : i) $H > 2$ ; ii) $V > 0,05$ ; iii) Il existe une ou plusieurs habitations à l'aval du barrage, jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres.

**Tableau 2 : Tableau de détermination de classe de barrage extrait du décret du 12 mai 2015**

Le tableau suivant présente les calculs permettant de déterminer la classe du barrage :

	H (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	$H^2 \times V^{0,5}$
Barrage de Beaugies	3,2	66 150	2,63

**Tableau 3 : Caractéristiques H et V du barrage**

Ainsi, l'ouvrage n'est classé ni en A, ni en B. Concernant la classe C, il n'est pas classé selon le critère (a).

Si on considère le critère (b) pour le classement en C, les conditions cumulatives à respecter sont les suivantes :

- I.  $H > 2$
- II.  $V > 0,05$
- III. Il existe une ou plusieurs habitations à l'aval du barrage, jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres

Il existe une habitation à moins de 400 m en aval de l'ouvrage et par ailleurs, les critères de volume et de hauteurs respectent les critères ci-dessus. L'ouvrage de Beaugies est donc un barrage de classe C suivant la réglementation en vigueur. Il relève donc de la rubrique 3.2.5.0. en application des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement.

### *1.3.2. Classification en tant que système d'endiguement et aménagement hydraulique : rubrique 3.2.6.0*

La rubrique 3.2.6.0, dans le décret n° 2015-526 du 12 mai 2015, s'applique aux systèmes d'endiguements, mais également aux aménagements hydrauliques au sens de l'article R.562-18 : « La protection d'une zone exposée au risque d'inondation ou de submersion marine avec un aménagement hydraulique est réalisée par l'ensemble des ouvrages qui permettent soit de stocker provisoirement des écoulements provenant d'un bassin, sous-bassin ou groupement de sous-bassins hydrographiques, soit le ressuyage de venues d'eau en provenance de la mer. »

Le tableau suivant indique la classe dans laquelle se situe l'aménagement en fonction de la population protégée :

Classe	Population protégée par le système d'endiguement ou l'aménagement hydraulique
A	Population > 30 000 personnes
B	3 000 < population < 30 000 personnes
C	30 < population < 3 000 personnes

**Tableau 4 : Classe des digues et des aménagements hydrauliques en fonction de la population protégée**

La population protégée correspond à la population maximale exprimée en nombre d'habitants qui résident et travaillent dans la zone protégée, en incluant notamment les populations saisonnières.

Dans le cas présent, le classement est à minima C. Elle est présentée dans le cadre de la présentation de la zone protégée au paragraphe 3.1.5.

#### **1.4. Remise de l'étude de dangers au préfet**

L'étude de dangers est officiellement remise au préfet des Hauts-de-France le .....

## 2. Objet de l'étude

### 2.1. Contexte réglementaire de l'étude

Le présent document constitue l'Étude De Dangers (EDD) de l'aménagement hydraulique de la vallée de la Verse de Beaugies constitué par le barrage projeté, conformément :

- aux articles R214-115 à R214-117 du décret n°2015-526 du 12 mai 2015 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au CTPBOH et modifiant le Code de l'Environnement (sous-section 2 "Étude de dangers"),
- à l'arrêté du 7 avril 2017 définissant le plan de l'étude de dangers des aménagements hydrauliques et en précisant le contenu.

Le projet d'aménagement hydraulique de l'ouvrage de Beaugies entre dans le cadre d'une demande d'autorisation initiale avec travaux (cas n° 3 selon le tableau ci-dessous, issu l'arrêté du 7 avril 2017).

	Cocher la case, en rappelant, pour les cas 2, 4 et 5, la référence et la date de l'étude de dangers précédente. Dans le cas 4, préciser en outre la nature de la modification à l'origine de la mise à jour de l'étude de dangers.
<input type="checkbox"/> Cas 1	Autorisation initiale du système d'endiguement, sans travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 2 du présent arrêté.
<input type="checkbox"/> Cas 2	Modification d'un système d'endiguement existant, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 3 du présent arrêté.
<input checked="" type="checkbox"/> Cas 3	Autorisation initiale du système d'endiguement, avec travaux. Le contenu de l'étude de dangers, qui fait partie du dossier de demande d'autorisation, est conforme aux dispositions de l'article 4 du présent arrêté.
<input type="checkbox"/> Cas 4	Mise à jour de l'étude de dangers du système d'endiguement exigée par arrêté préfectoral de prescription complémentaire en application de l'article R. 214-117-III en raison d'une modification du système d'endiguement. La mise à jour de l'étude de dangers est conforme aux dispositions de l'article 5 du présent arrêté.
<input type="checkbox"/> Cas 5	Actualisation d'une étude de dangers en application du II de l'article R. 214-117. Cette actualisation est réalisée conformément aux dispositions de l'article 6 du présent arrêté.

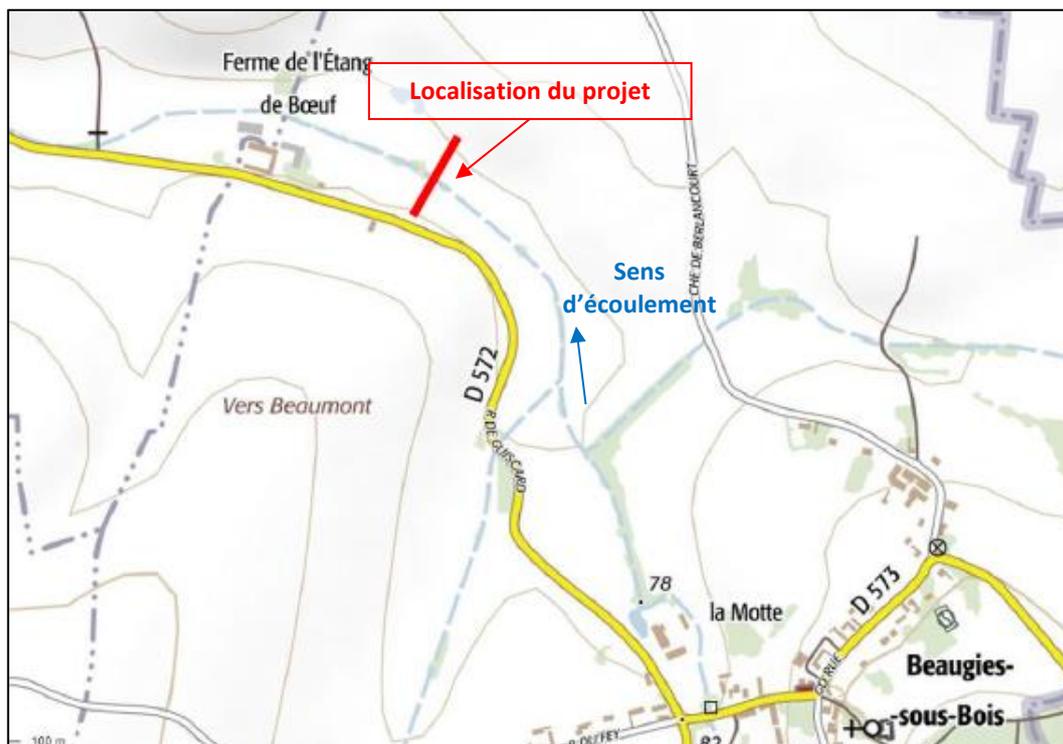
**Tableau 5 : Cadre de la demande d'autorisation de l'aménagement hydraulique**

### 2.2. Périmètre de l'étude

Le périmètre de l'étude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies est défini par :

- Le barrage en lui-même, ses fondations, les retenues qu'il va créer, les ouvrages de sécurité (évacuateurs de crue et ouvrages de régulation),
- le bassin versant amont,
- la zone protégée associée à l'aménagement hydraulique.

La figure ci-après localise le projet d'aménagement hydraulique de Beaugies. Il est situé au niveau du lieu-dit « La Ferme de l'Etang de Bœuf », à la limite communale de Guiscard et Beaugies-sous-Bois.



**Figure 8 : Localisation du projet d'aménagement hydraulique de Beaugies**

La figure ci-après présente le projet d'aménagement hydraulique de Beaugies constitué d'un barrage situé en travers de la vallée de la Verse de Beaugies.

ENTENTE OISE AISNE  
Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement de deux ouvrages écrêteurs des crues de la Verse  
Etude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies  
A96200D

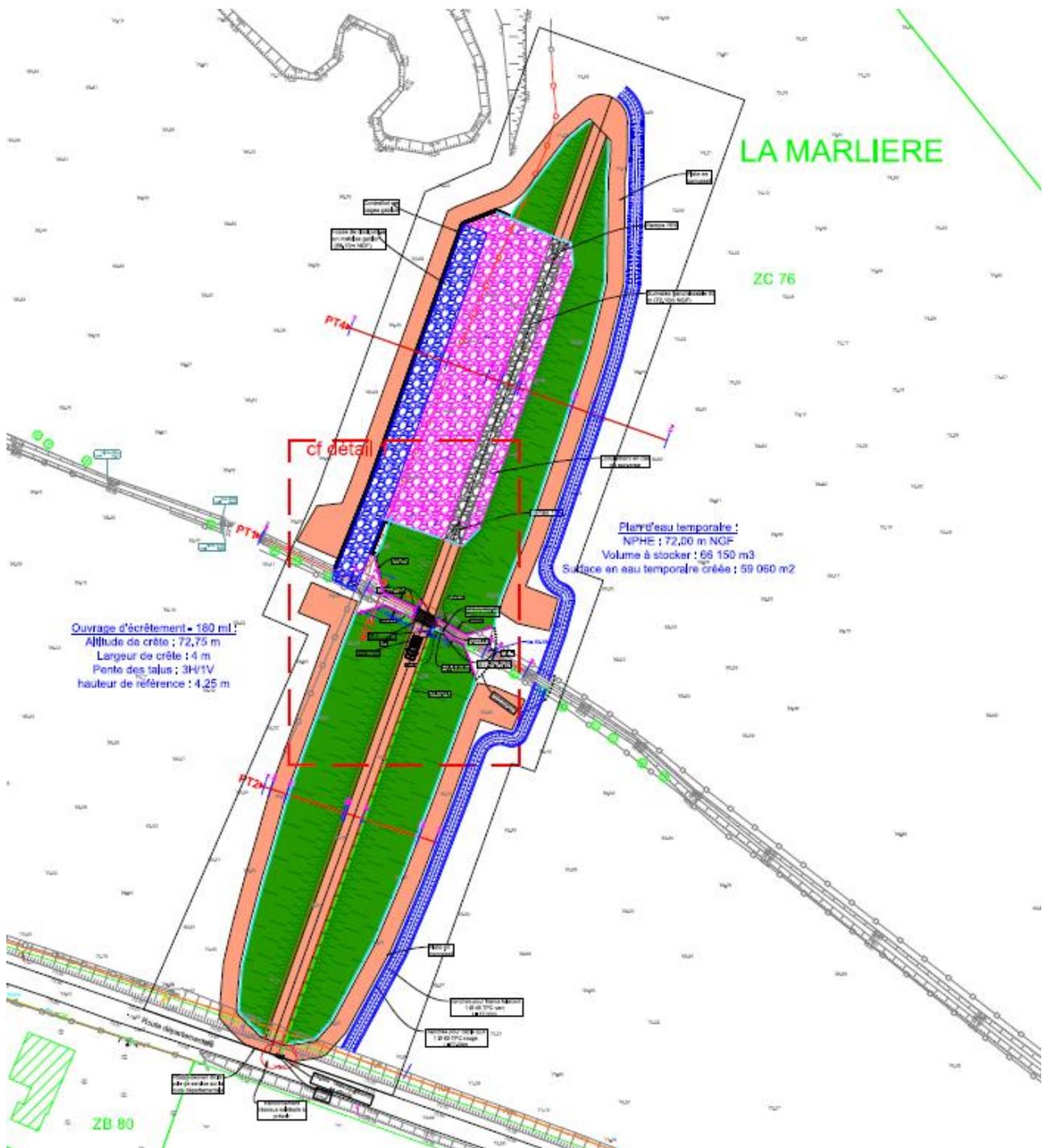
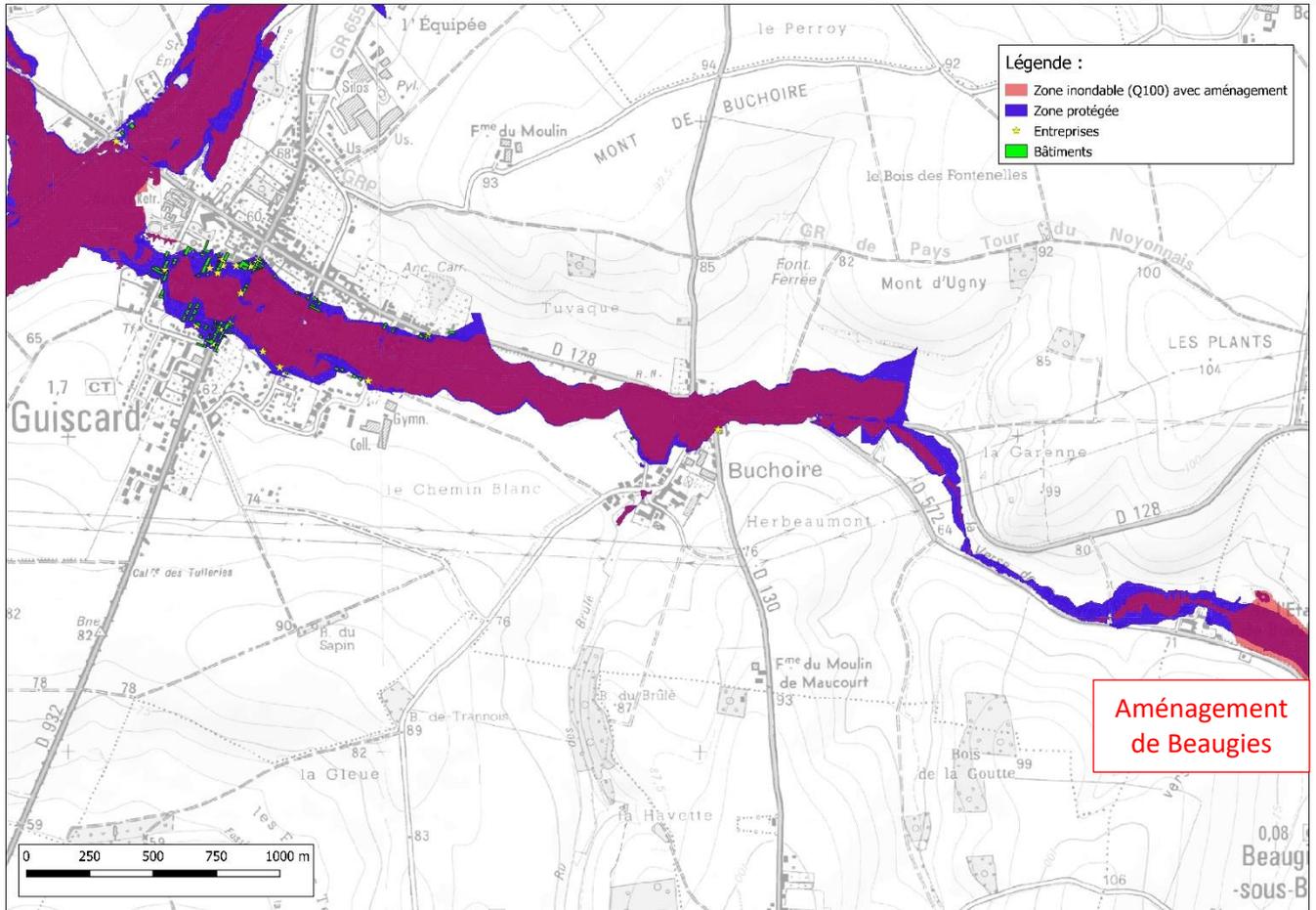


Figure 9 : Projet d'aménagement hydraulique de Beaugies

La zone protégée est présentée sur la figure ci-après. Elle se situe principalement sur la commune de Guiscard et pour une petite partie sur la commune de Beaugies-sous-Bois. Par ailleurs, dans une moindre mesure, en complément de l'ouvrage de Berlancourt (Etude de dangers séparée), la zone protégée s'étend jusqu'à Noyon. La méthodologie mise en œuvre pour définir cette zone est présentée au paragraphe 3.1.1.



**Figure 10 : Zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies**

Les communes concernées par le projet sont :

- Beaugies-sous-Bois,
- Berlancourt,
- Guiscard,
- Muirancourt,
- Crisolles,
- Bussy,
- Sermaize,
- Genvry,
- Beaurains-les-Noyon,
- Noyon.

La carte ci-dessous présente l'ensemble de la zone protégée et les communes concernées.

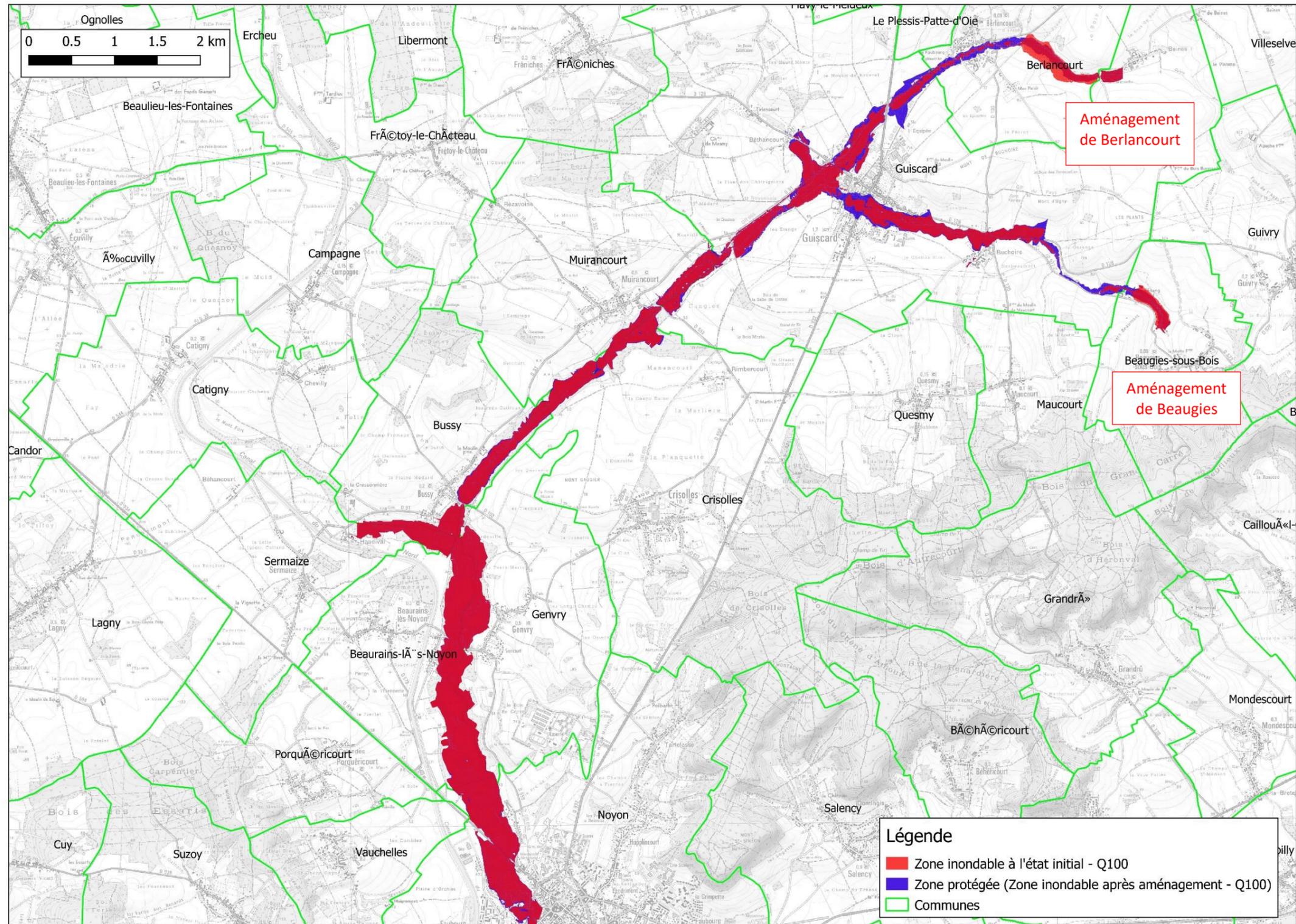


Figure 11 : Zone protégée par les aménagements et communes concernées

## **3. Description précise de la zone protégée, de l'aménagement hydraulique et de ses fonctions de protection contre les inondations**

### **3.1. Zone protégée**

#### *3.1.1. Définition de la zone protégée*

La zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies est définie comme la zone inondée en l'absence de l'aménagement hydraulique pour la période de retour de protection et qui ne l'est plus en état futur avec ce dernier. La zone protégée est ainsi déterminée par la différence entre les enveloppes d'inondation de l'événement relatif à la période de retour de protection avec et sans aménagement hydraulique.

#### *3.1.2. Niveau de protection*

##### *3.1.2.1. Contexte du projet*

Le projet d'aménagement de la vallée de la Verse de Beaugies est situé en amont du hameau de Buchoire (commune de Guiscard), il s'inscrit dans une démarche partagée avec les divers acteurs du territoire ; les études préalables ayant été portées par l'Entente Oise-Aisne.

Suite à plusieurs crues catastrophiques de la Verse, et en particulier suite à la crue de juin 2007, l'Entente Oise-Aisne a défini un programme d'aménagements sur le bassin versant afin de réduire le risque inondation. Ces différents ouvrages entrent dans le cadre du Programme d'Actions de Prévention contre les Inondations (PAPI) de la Verse. Ce PAPI a été labellisé par la CMI (Commission Mixte Inondation) en 2013.

Le programme de travaux s'appuie sur 2 axes :

- Des actions de lutte contre les inondations et de renaturation, intégrant à la fois la réduction de l'aléa par des ouvrages structurants et des techniques d'hydraulique douce, et des actions de réduction de la vulnérabilité ;
- Des actions de renaturation et d'entretien des milieux aquatiques (reméandrage, remise en fond de vallée ...).

Plus spécifiquement, les actions prévues sont les suivantes :

- Réouverture de la Verse dans Guiscard, actuellement busée, avec un débit limité ;
- Réalisation de 3 ouvrages écrêteurs de crues, de type barrage perpendiculaire aux axes des vallées :

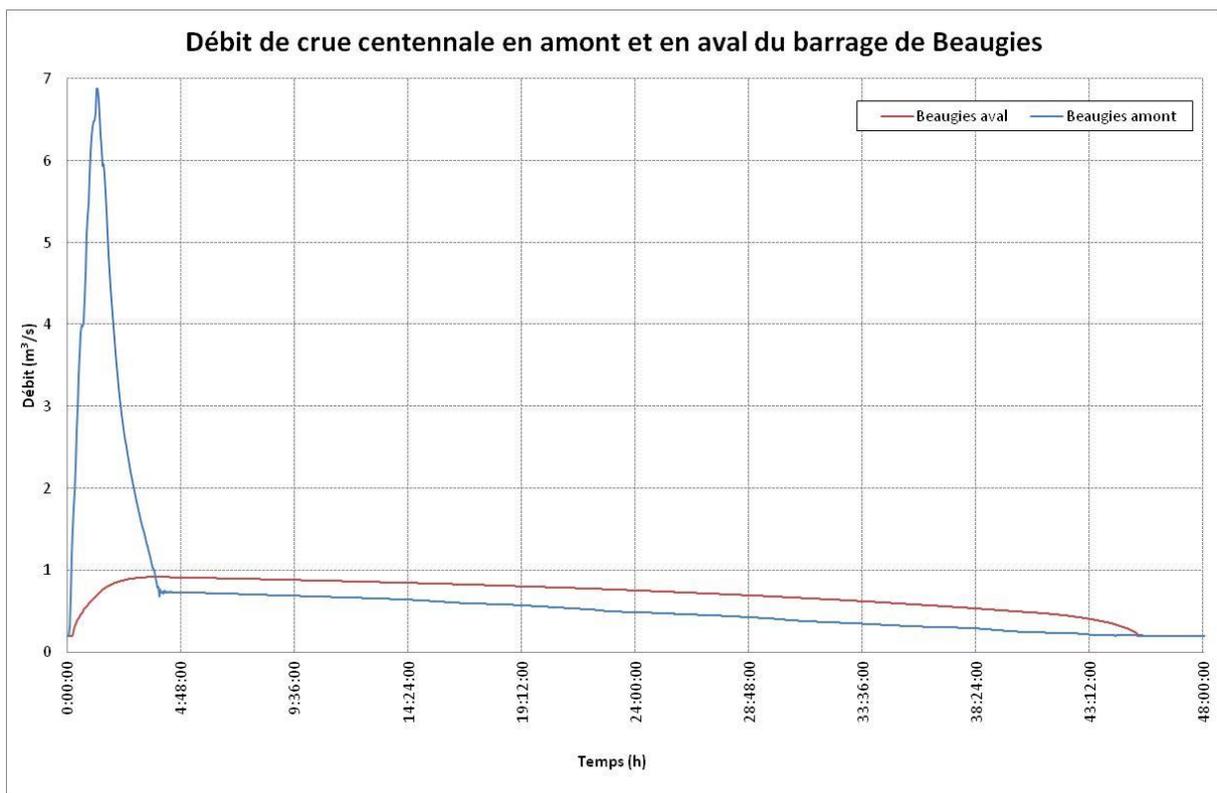
- ✓ Un ouvrage en amont de Buchoire, sur la Verse de Beaugies qui doit limiter les débits en entrée de Guiscard ;
- ✓ Un ouvrage en amont de Berlancourt sur la Verse de Guivry ;
- ✓ Un ouvrage en amont de Muirancourt sur la Verse.

Suite aux différentes études techniques, le programme concernant les 3 ouvrages écrêteur a été revu à la baisse. Il n'est finalement prévu que 2 ouvrages : celui de Beaugies et celui de Berlancourt.

### 3.1.2.2. Objectif de protection

Le niveau de protection défini par l'Entente Oise-Aisne est fixé à 100 ans, tout en s'assurant que les plans d'eau créés par les ouvrages n'impliquent pas de surinondation sur les enjeux situés en amont.

Concernant l'aménagement de Beaugies, le volume d'eau retenu pour le niveau de protection est de 66 150 m<sup>3</sup> et le débit en sortie est de 0,92 m<sup>3</sup>/s.



**Figure 12 : Hydrogrammes en amont et en aval de l'ouvrage de Beaugies pour la crue de protection – Q100 (Source : Antea Group)**

### 3.1.3. Méthodologie de définition de la zone protégée

La définition de la zone protégée s'appuie sur une modélisation hydraulique de la Verse de Beaugies depuis Beaugies-sous-Bois jusqu'à Muirancourt et de la Verse depuis Berlancourt jusqu'à Noyon. La crue modélisée est la crue centennale et la zone protégée a été déterminée en traçant les zones inondables à l'état initial et après aménagement.

#### 3.1.3.1. Structure du modèle réalisé

Pour cela, nous avons réalisé une modélisation hydraulique des écoulements avant et après aménagements.

Nous avons utilisé le logiciel MIKE 11, développé par DHI. Le type de modèle utilisé est un modèle 1D :

- Les lits mineurs et majeurs des cours d'eau ont été représentés par des profils en travers. Le lit majeur a été décrit spécifiquement lorsqu'un axe d'écoulement indépendant du lit mineur existe. Dans ce cas, la connexion entre les deux lits modélisés se fait par des lois de seuil (liaisons entre les 2 verses en amont de Muirancourt, le passage des eaux dans Guiscard, par exemple).
- Les ouvrages sont intégrés en tenant compte de l'ouvrage et de la structure supérieure afin de prendre en compte la mise en charge de l'ouvrage et l'inondation potentielle de l'infrastructure supportée. En particulier, il a été intégré les ouvrages de la Verse de Beaugies dans Guiscard et le Ø2000 dans Noyon.
- L'hydrologie de chaque sous-bassin versant a fait l'objet d'un point d'entrée dans le modèle.

Les profils en travers et la définition des ouvrages ont été définis sur la base des données topographiques existantes (cf. étude HYDRATEC-ASCONIT). Pour les 2 ouvrages écrêteurs de crue, des levés topographiques complémentaires ont été réalisés au droit et en amont des futurs ouvrages. Nous nous sommes appuyés sur cette topographie pour la définition des barrages et de leurs ouvrages annexes.

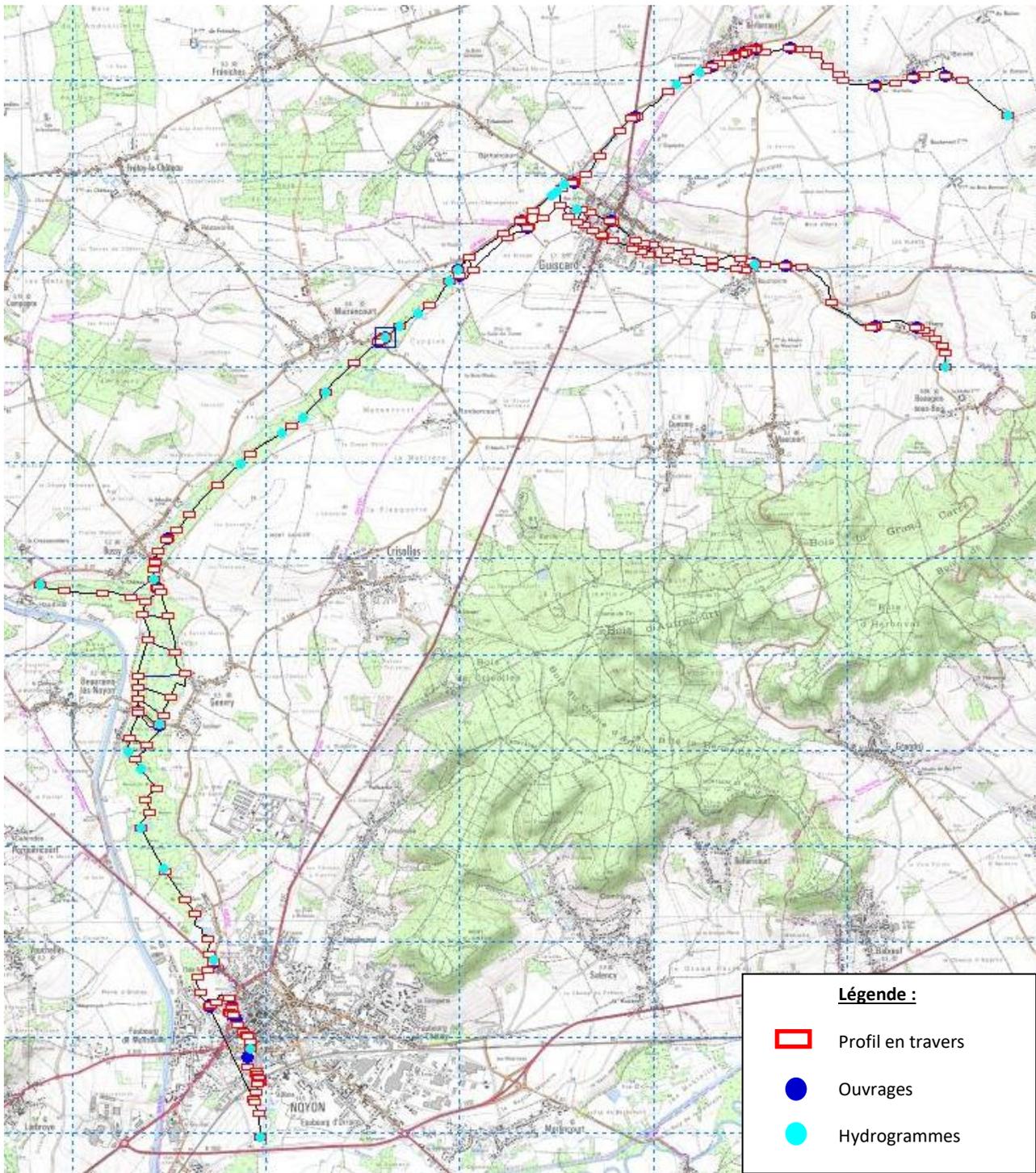


Figure 13 : Présentation du modèle MIKE 11

### 3.1.3.2. Calage du modèle

Le modèle a été calé sur la base de la crue de juin 2007. Pour le calage, nous nous sommes appuyés sur les laisses de crues données dans l'étude Hydratec. Nous avons calé le modèle en différents profils correspondant aux laisses de crues mesurées. Le calage a permis de

déterminer les coefficients de Strickler et de caler l'hydrologie de l'évènement de juin 2007.

L'écart moyen entre les valeurs mesurées et les valeurs calculées est de 1,8 cm.

Commune	Cours d'eau	N° repère	Adresse - Localisation	Cote repère	Cote calcul	Ecart calcul-mesure (cm)	Commentaire
Beaugies sous Bois	Verse de Beaugies	BEAUG_1-1	Ferme de l'Etang de Bœuf	68.92	69.04	12	
Guiscard	Verse de Beaugies	GUISC_1-1	Complexe sportif	58.68	58.74	6	
Guiscard	Verse de Beaugies	GUISC_7-1	135 rue du Chemin Blanc	58.58	58.67	9	
Guiscard	Verse de Beaugies	GUISC_13-1	Chemin de l'Etang	56.66	56.77	11	
Berlancourt	Verse de Guivry	BERL_4-1	117 rue Puits Paul	63.27	63.13	-14	
Berlancourt	Verse de Guivry	BERL_3-1	127 rue St Martin	61.79	61.77	-2	
Guiscard	Verse de Guivry	GUISC_14-1	rue Hélène Versepuy	57.66	57.99	33	Laisse de crue située en amont d'un ouvrage d'art qui a pu être obstrué par des embâcles pendant la crue
Bussy	Verse	BUSSY_3-1	Salle du jeu d'Arc	46.98	46.93	-5	
Bussy	Verse	BUSSY_1-1	233 rue du Marais Guilin	46.79	46.47	-32	
Beaurain-les-Noyon	Verse / Mève	BEAUR_1-1	Réserve incendie	43.02	43.19	17	Repère approximatif
Noyon	Verse	NOY_21-1	75 ch. Du Chatelain	42.61	42.25	-36	Repère correspondant à une inondation par ruissellement des coteaux
Noyon	Verse	NOY_12-1	437 rue du Faubourg d'Amiens	41.93	42.12	19	
Noyon	Verse	NOY_5-1	Rue Maurice Ravel	42.05	42.1	5	
Noyon	Verse	NOY_7-1	125 allée de la Verse	42.13	42.1	-3	
Noyon	Verse	NOY_6-1	rue des Sansonnets	42.07	42.08	1	
Noyon	Verse	NOY_8-2	96 impasse des Potiers	42.03	42.07	4	
Noyon	Verse	NOY_3-1	Entrée jardin des tanneurs	40.95	40.81	-14	
Noyon	Verse	NOY_2-1	Rue de la Poterne	39.48	39.56	8	

**Tableau 6 : Repères de crue de juin 2007 – Résultats de calage**

Les coefficients de Strickler appliqués varient de 15 à 25 dans le lit mineur des cours d'eau et de 10 à 15 dans les lits majeurs. Le choix de ces coefficients de Strickler a été fait en fonction du calage et de l'analyse morphologique des cours d'eau et de leurs lits majeurs.

### 3.1.3.3. Réouverture de la Verse dans Guiscard

Il existe un projet de réouverture de la Verse dans Guiscard. En effet, actuellement, la Verse est entièrement canalisée avec une section limitante de diamètre 1500 mm.

Le projet prévoit :

- D'élargir le lit de la Verse de Beaugies sur 400 m en amont de la partie canalisée, en créant un lit d'étiage et un lit moyen renaturé. Cette modification du profil en travers s'accompagnera d'une reprise du profil en long.
- Certains busages (square Jean Moulin et installations sportives) seront remplacés par des structures de type passerelle.
- Dans la traversée de Guiscard, la buse Ø1500 sera remplacée par un chenal à ciel ouvert de 3 m d'ouverture avec la reconstitution d'un lit mineur renaturé.
- La chute existant à l'aval sera supprimée.

Ces modifications du lit de la Verse ont été prises en compte dans le modèle à l'état aménagé.

Pour la définition des profils-type, nous nous sommes appuyés sur l'étude INGETEC de septembre 2014.

### 3.1.4. Détermination de la zone protégée

#### 3.1.4.1. Inondations engendrées par la crue centennale

Les enveloppes d'inondation engendrées par la crue liée à la pluie de dimensionnement (période de retour 100 ans) avec et sans aménagement hydraulique sont présentées sur les cartes ci-dessous. La première carte présente les inondations avant et après aménagement en aval immédiat de l'ouvrage de Beaugies et la carte suivante présente les zones inondables avant et après les aménagements de Beaugies et de Berlancourt à l'échelle du bassin versant.

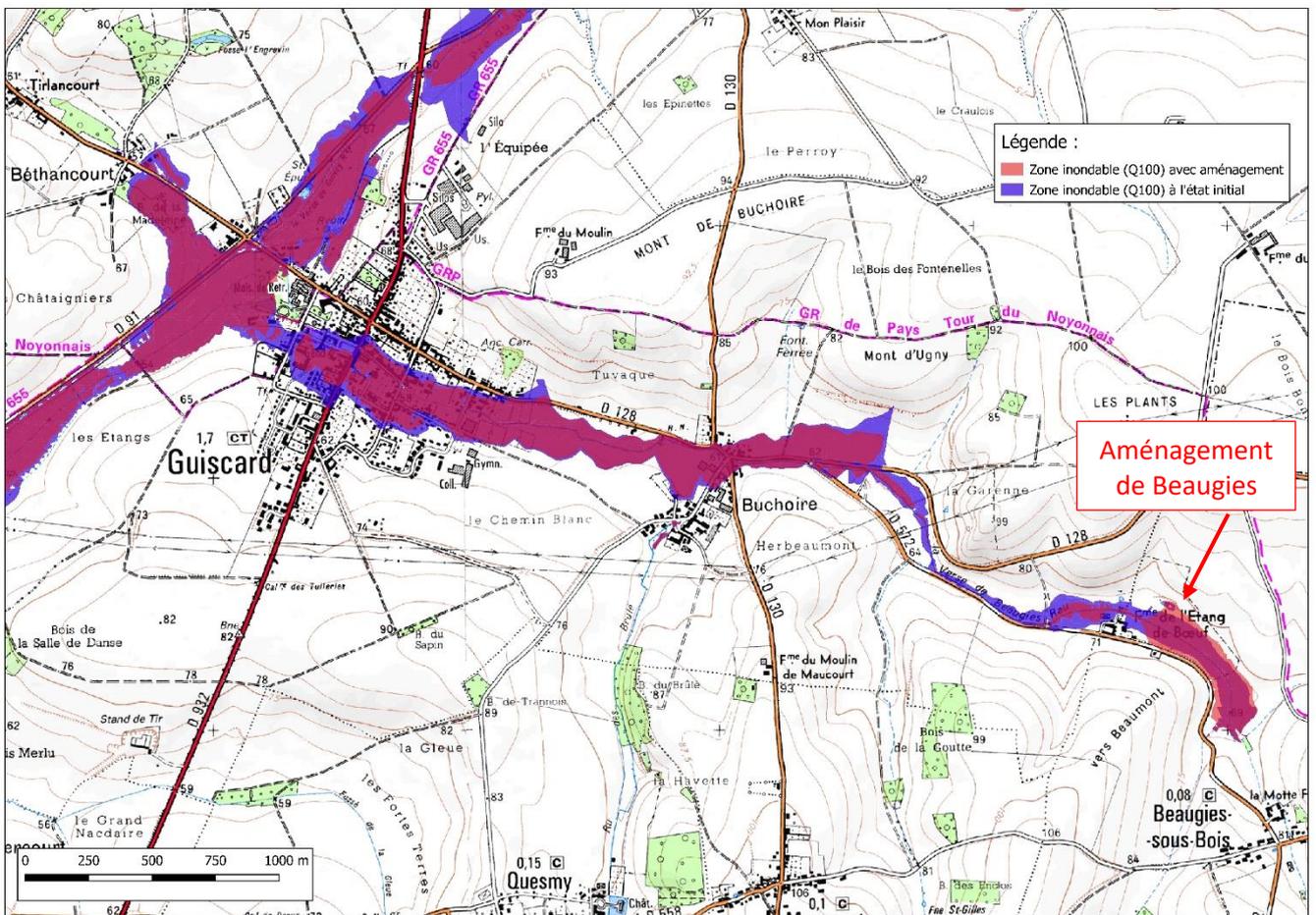


Figure 14 : Emprise des zones inondables en aval de l'aménagement de Beaugies avant et après aménagement, pour Q100

ENTENTE OISE AISNE  
Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement de deux ouvrages écreteurs des crues de la Verse  
Etude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies  
A96200D

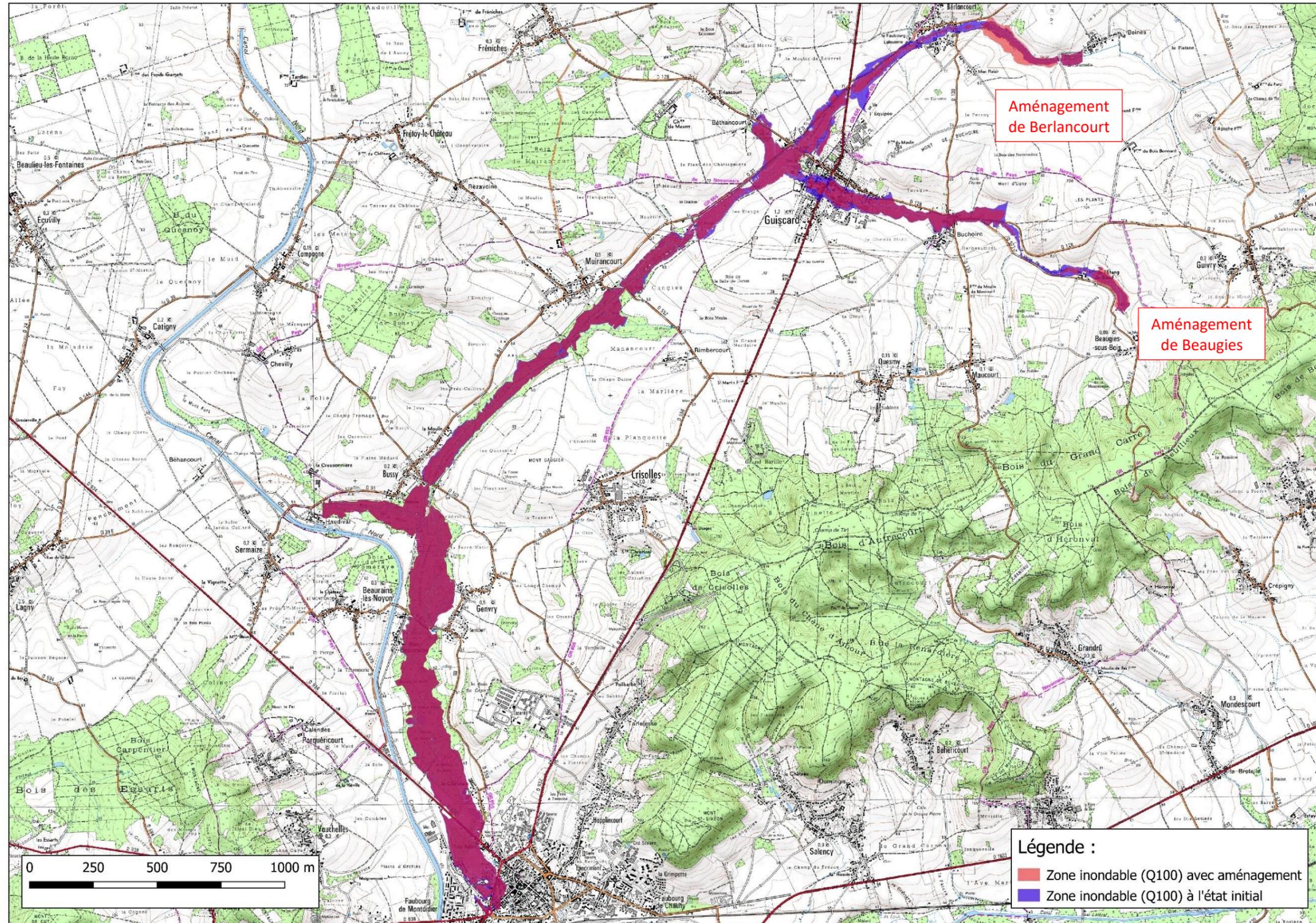


Figure 15 : Emprise des zones inondables de la vallée de la Verse avant et après aménagements, pour Q100



Il n'y a par ailleurs aucun bâtiment sensible (école, collège, lycée, hôpital, maison de retraite, SDIS, etc.) situés dans la zone protégée.

Le nombre de personnes résidant dans la zone protégée est estimé à 403 personnes, soit un ratio de 2,5 habitants par bâtiment.

Pour les entreprises, la base de données SIREN a été utilisée. Nous avons pris comme ratio le nombre de salariés maximum. Le nombre de salariés est alors estimé à 82 personnes.

Enfin, il n'existe pas d'infrastructure touristique et saisonnière (camping, parc d'attraction, etc.).

La population totale située dans la zone protégée est estimée à 485 personnes.

**La population protégée dans cette zone est ainsi estimée entre 30 et 3000 personnes.**

### *3.1.6. Conclusion sur le classement de l'aménagement hydraulique*

La rubrique 3.2.6.0, dans le décret n° 2015-526 du 12 mai 2015, s'applique dorénavant aux aménagements hydrauliques au sens de l'article R.562-18. Le classement de l'aménagement hydraulique est fonction de sa population protégée, selon le tableau suivant

L'article R.214-113 du Code de l'Environnement, créé par le décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007, définit les classes de digue et d'aménagement hydraulique comme suit :

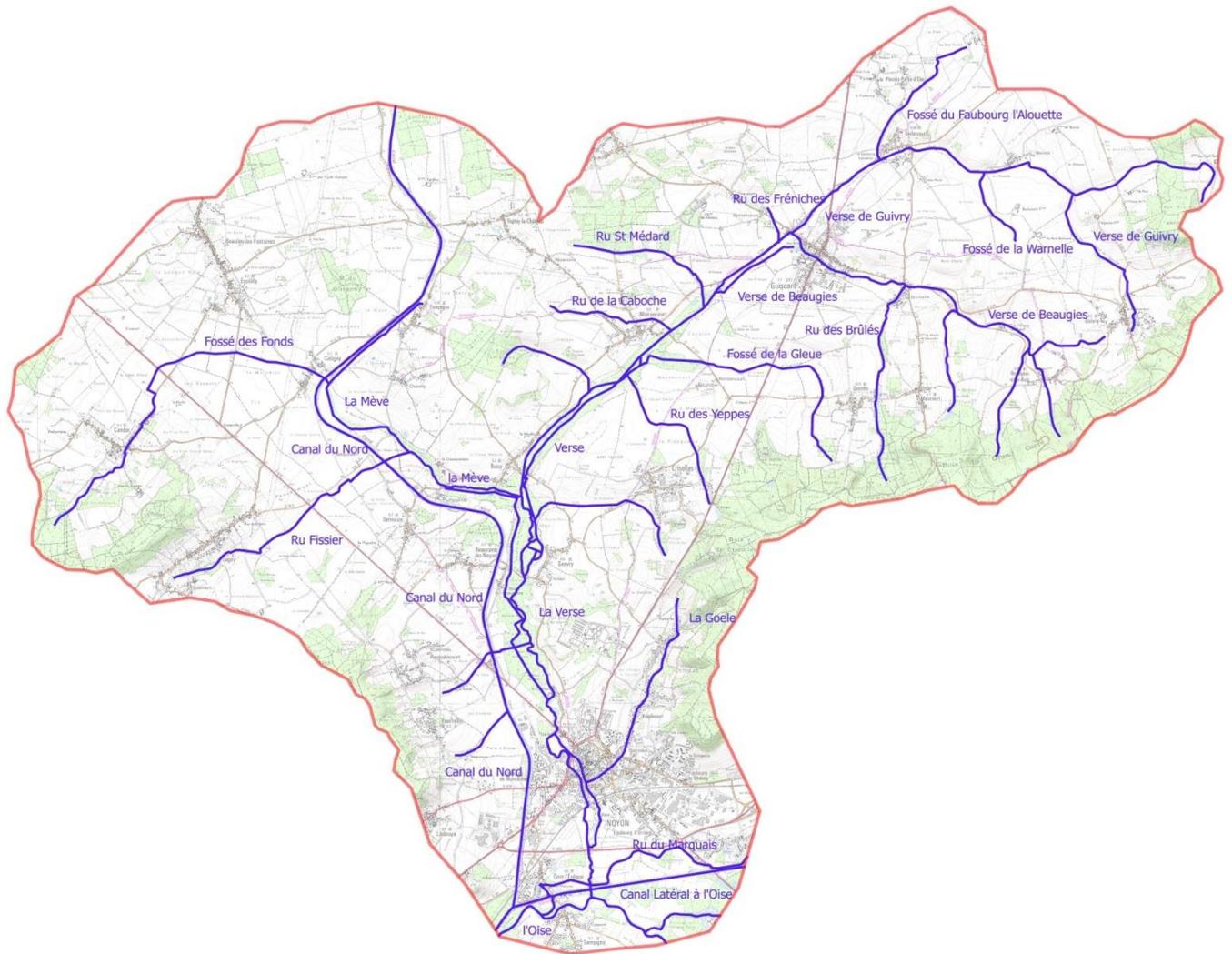
Classe	Population protégée par le système d'endiguement ou l'aménagement hydraulique
A	$P \geq 30\ 000$ personnes
B	$3\ 000 \leq P < 30\ 000$ personnes
C	$30 \leq P < 3\ 000$ personnes

**Tableau 7 : Définition des classes de digue et aménagement hydraulique selon le décret n°2015-526 du 12 mai 2015**

**En conséquence, l'analyse menée dans le cadre de la présente étude de dangers confirme le classement de l'aménagement hydraulique de Beaugies en classe C au titre du décret du 12 mai 2015.**

## 3.2. Description des conditions naturelles pouvant conduire à des crues

### 3.2.1. Structure hydrographique du bassin versant



**Figure 17 : Réseau hydrographique de la Verse en amont de Noyon**

La Verse prend sa source à La Neuville-en-Beine à 106 mètres d'altitude. Elle s'écoule ensuite jusqu'à l'Oise sur environ 23 km de long. Elle traverse, entre autres, les communes de Guiscard et de Noyon avant de confluer avec l'Oise après passage sous le canal latéral à l'Oise.

En amont de Guiscard, la Verse est séparée en 2 bras : la Verse de Guivry au nord et la Verse de Beaugies à l'est. Cette dernière traverse la ville de Guiscard en souterrain. Les deux cours d'eau confluent en aval de Guiscard, au lieu-dit "La Faisanderie" pour former la Verse. Cette dernière traverse ensuite une zone de marais entre Bussy et Noyon.

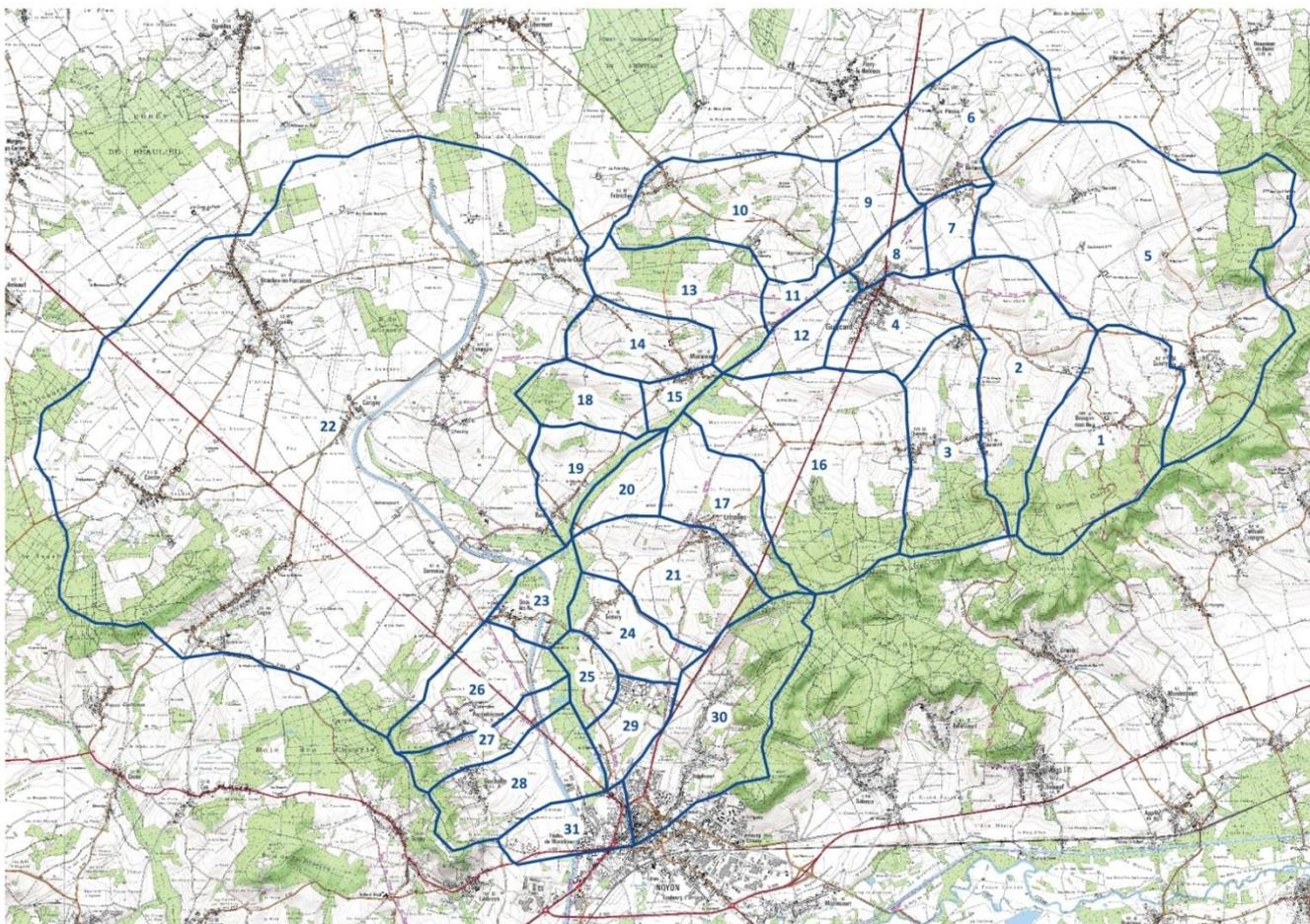
Dans la traversée de Noyon, la Verse est fortement contrainte avec de nombreux passages enterrés. Suite aux différentes crues historiques, une dérivation du cours d'eau a été réalisée à l'ouest via une conduite Ø2000.

La Verse compte de nombreux affluents, parmi lesquels :

- La Mève, affluent principal, situé en rive droite, rejoint la Verse en amont de Noyon, au niveau des marais,
- Les rus de Fréniche et de la Fontaine Caboche en rive droite,
- Les rus du Brûlé et de la Gleue en rive gauche.

### 3.2.2. Caractéristiques morphologiques des bassins versants de la Verse et de ses affluents

Nous avons découpé le bassin versant de la Verse en 31 sous-bassins versants localisés ci-dessous :



**Figure 18 : Carte des sous bassins versants de la Verse**

Les caractéristiques physiques de chaque bassin versant sont données dans le tableau suivant. La ligne en bleue précise le bassin versant drainé par l'ouvrage de Beaugies.

Bassin versant	Cours d'eau	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longueur (km)	Pente (%)	Temps de concentration (min)
1	Verse de Beaugies (Ferme de l'Etang de Bœuf)	5,46	3	3,9%	75
2		4,89	3,9	3,5%	80
3	Ru du Brûlé	4,1	3,6	2,7%	84
4		2,47	2,08	1,3%	94
5	Verse de Guivry	14,83	6,7	2,0%	166
6	Fossé du Faubourg l'Alouette	3,76	3	1,0%	129
7		0,94	1,3	1,5%	60
8		0,82	1,8	1,5%	60
9		1,87	2,3	1,5%	81
10	Ru des Fréniches	4,82	4	1,0%	146
11		0,55	1,4	2,1%	43
12		1,4	2,7	2,1%	64
13	Ru St Médard	3,47	3,9	1,6%	104
14	Ru de la Fontaine Caboche	2,16	2,4	2,1%	72
15		0,66	1,1	2,1%	45
16	Fossé de la Gleue	8,17	5,3	2,5%	117
17	Ru des Yeppes	2,75	3,9	3,4%	67
18		1,67	2,3	1,3%	83
19		1,72	1,9	2,7%	58
20		1,18	2,7	2,7%	54
21		3,76	3,1	3,3%	72
22	Mève	53,4	10,3	1,0%	390
23		1,35	2,2	1,0%	88
24		1,86	2,4	1,5%	81
25		0,93	1,7	1,5%	62
26		2,78	3	3,0%	68
27		1,37	2,9	4,0%	48
28		3,15	3,7	4,0%	64
29		1,35	2,1	2,8%	53
30	La Goële	5,4	5,3	2,4%	104
31		1,61	2,3	4,0%	48

**Tableau 8 : Caractéristiques morphologiques des sous bassins-versants de la Verse**

### 3.2.3. Hydrologie

Pour la détermination des débits de pointe de chaque sous-bassin versant, nous nous sommes appuyés sur les études précédentes et en particulier, l'étude HYDRATEC/ASCONIT d'avril 2012 concernant la faisabilité des aménagements hydrauliques de réduction du risque inondation.

L'hydrologie de référence s'appuie sur une pluie synthétique, synthèse des pluies longues d'hiver, correspondant à des crues plus marquées sur l'aval du bassin versant, et des pluies courtes d'été, correspondant à des crues plus marquées sur l'amont du bassin versant.

Nous avons ajusté par itérations les débits afin d'obtenir les débits de période de retour 10, 50 et 100 ans en différents points de la Verse tels que définis dans les études hydrologiques de 2010 et 2012. L'ajustement s'est fait via le modèle hydraulique décrit plus loin.

Les hydrogrammes obtenus pour les crues de période de retour 10, 50 et 100 ans, en différents points le long de la Verse sont les suivants :

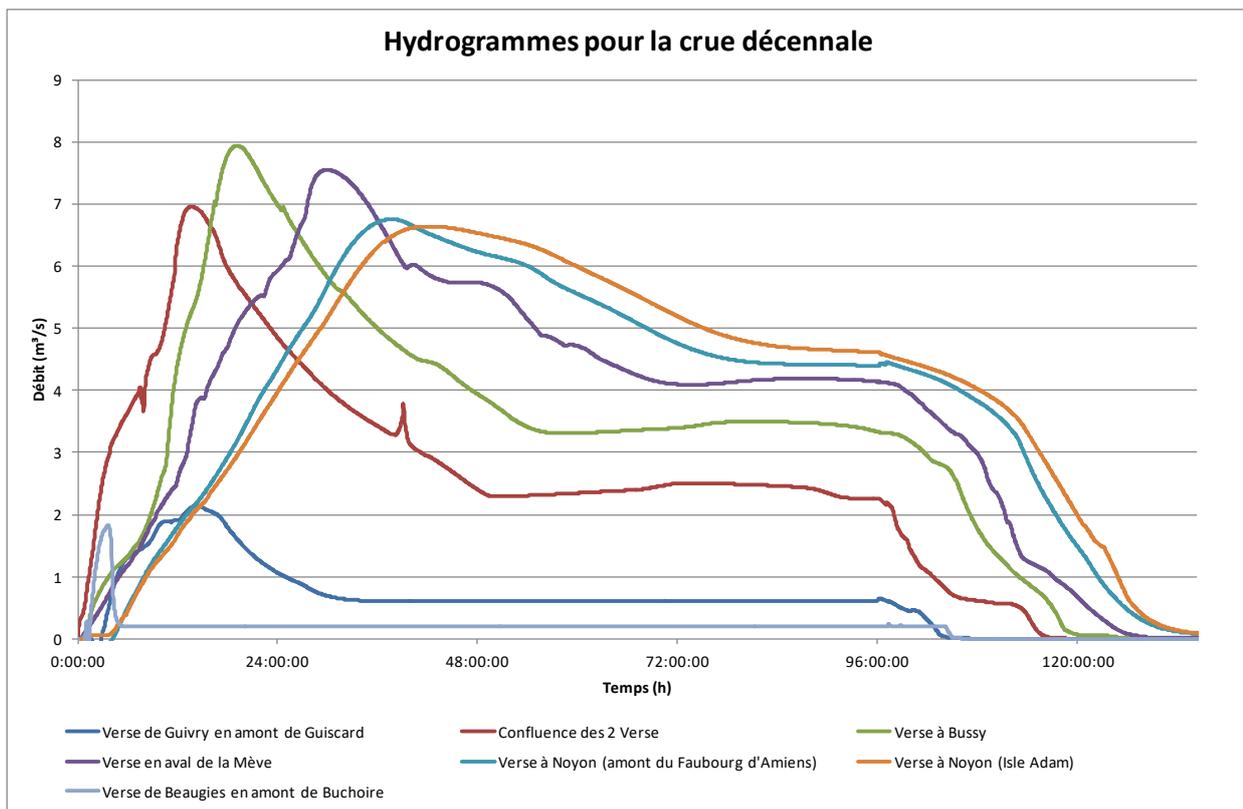
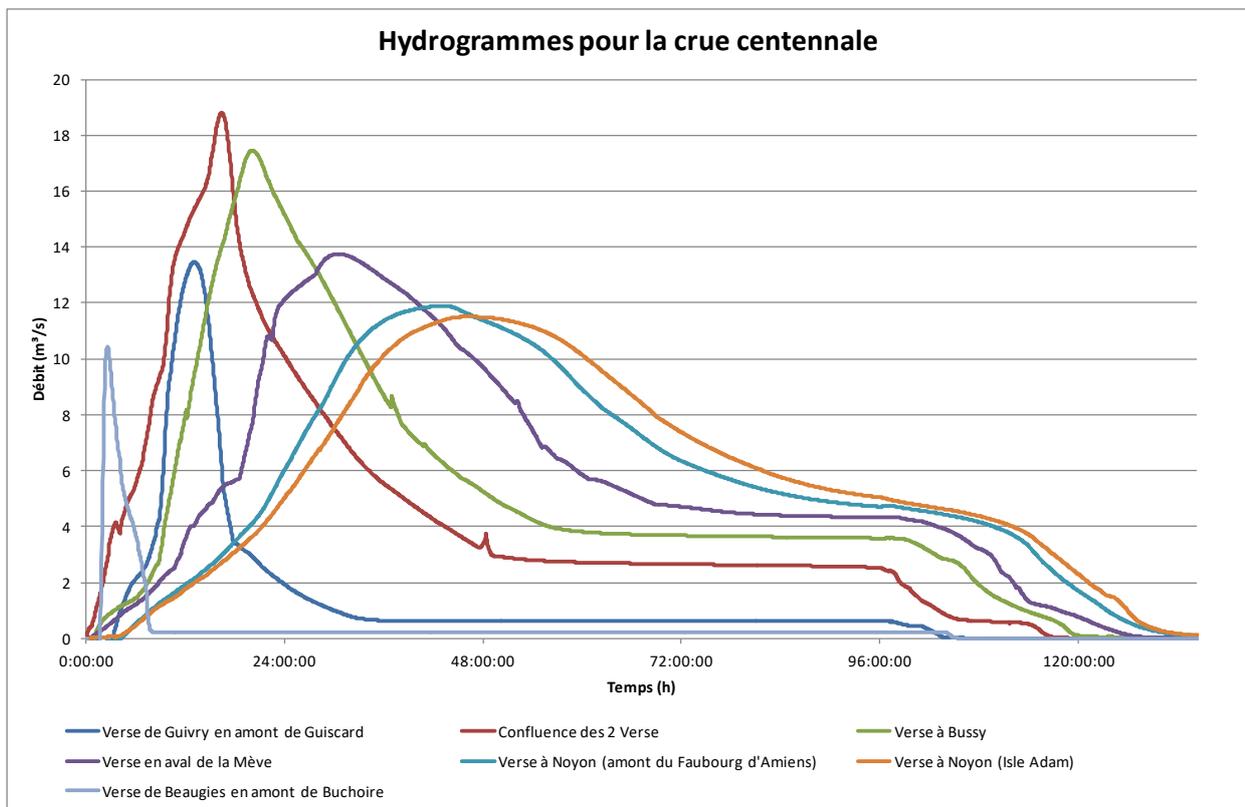
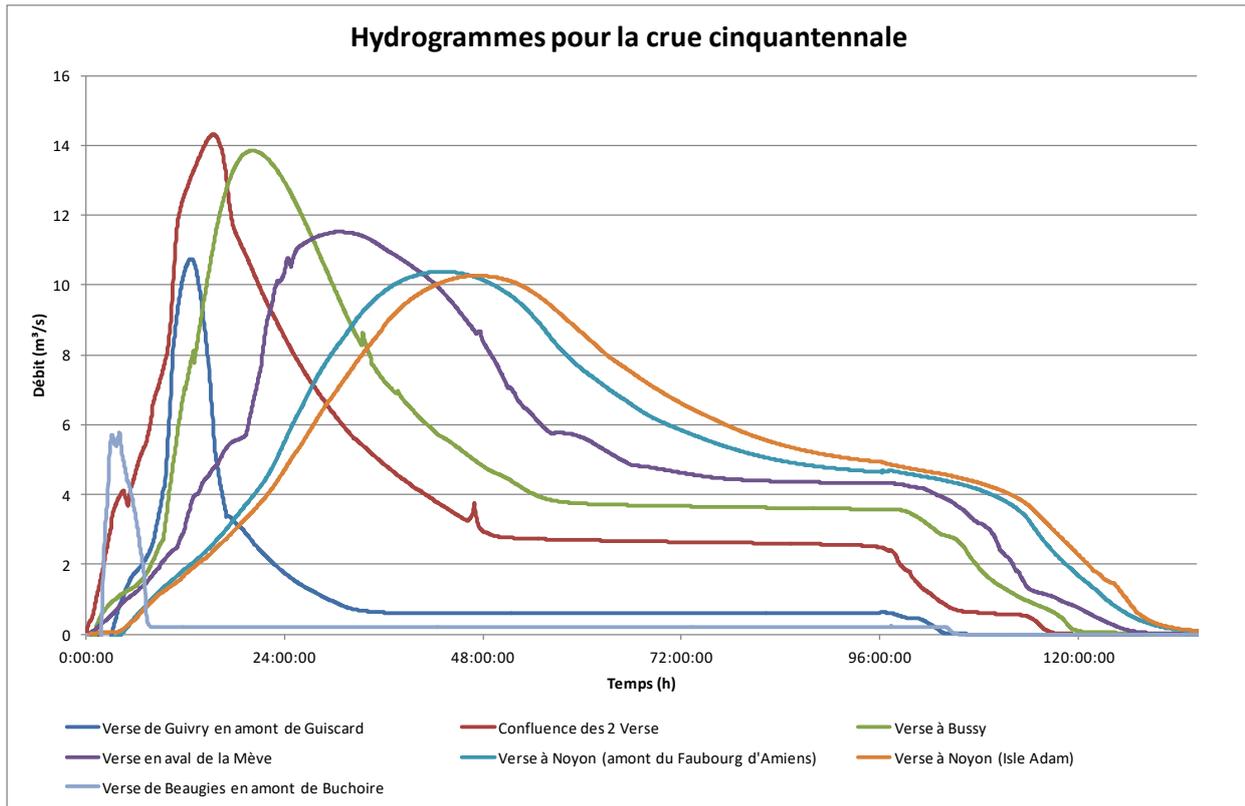


Figure 19 : Hydrogrammes le long de la Verse pour Q10



**Figure 20 : Hydrogrammes le long de la Verse pour Q50 et Q100**

Par ailleurs, les débits de crues exceptionnelles ont été estimés sur la base du GRADEX Progressif.

Les débits de pointe en amont de l'ouvrage de Beaugies sont les suivants :

Période de retour	Débit en amont (m <sup>3</sup> /s)
Q2	0,92
Q10	1,7
Q20	3,1
Q30	3,9
Q50	5,0
Q100	6,9
Q500	12,6
Q1000	13,4
Q5000	22,6

Tableau 9 : Débits de pointe en amont de l'aménagement de Beaugies

### 3.3. Description de l'aménagement hydraulique

#### 3.3.1. Dimensions et caractéristiques générales

L'ouvrage est positionné, au niveau du lieu-dit « la Ferme de l'étang à bœufs », à la limite communale de *Guiscard* et *Beaugies-sous-Bois*. L'ouvrage n'a pas fait l'objet de remarques particulières au terme de l'AVP.

Ce site présente une topographie favorable, avec une vallée assez longue en amont et une section étroite au niveau de l'implantation envisagée.

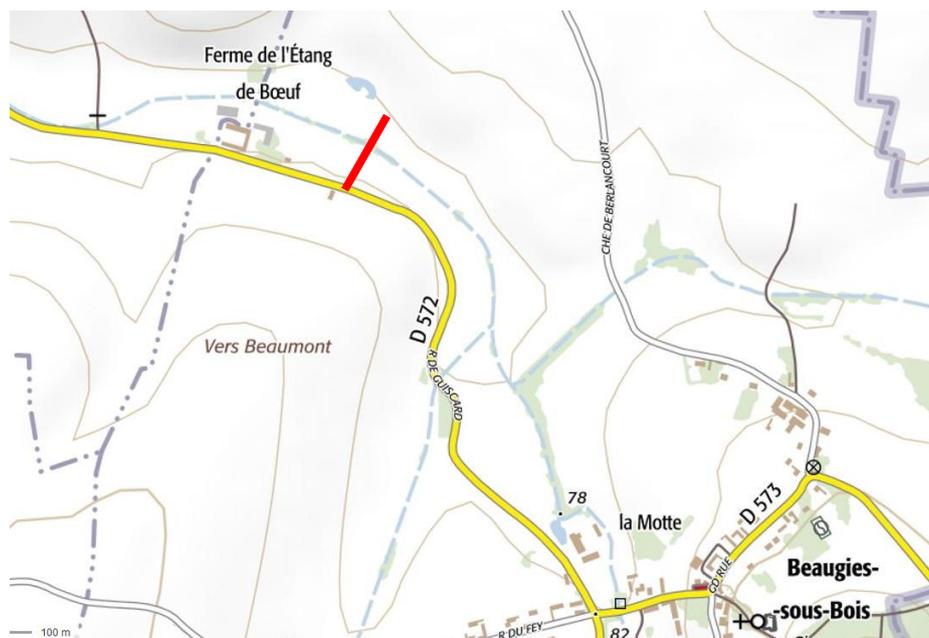


Figure 21 : Implantation prévisionnelle de l'ouvrage de Beaugies-sous-Bois

3.3.1.1. Parcellaire

Les parcelles concernées par les travaux d'aménagements sont les suivantes :

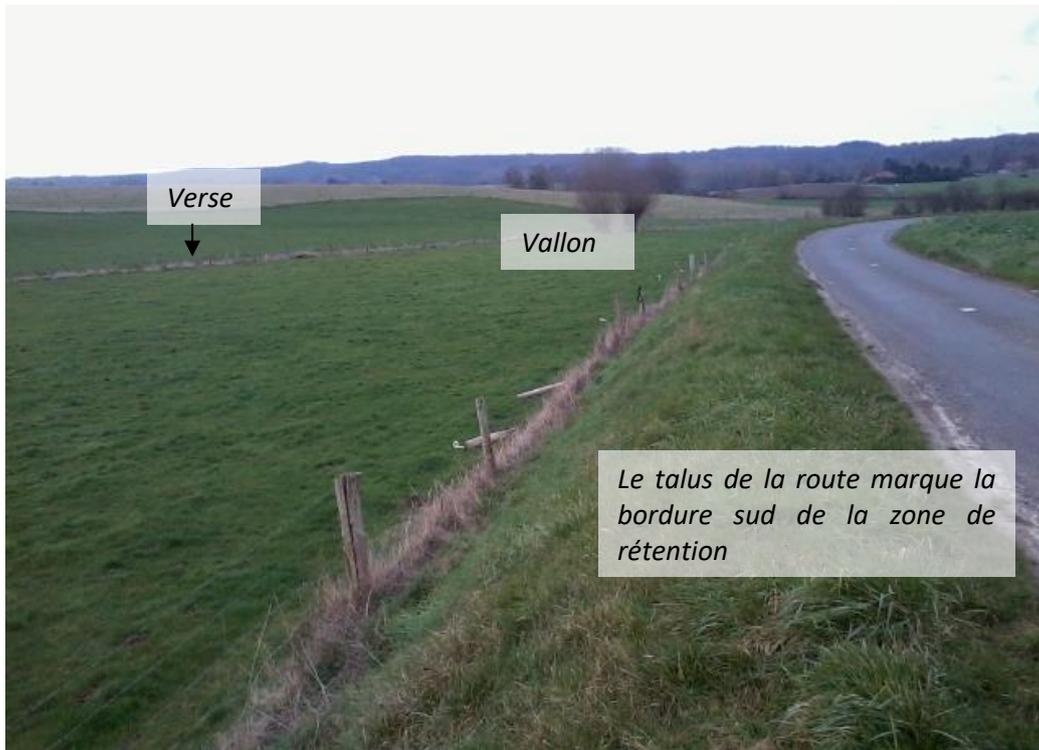
Réf. parcelle	Surface projet estimée (m <sup>2</sup> )	Surface débord estimée (m <sup>2</sup> )	Surface totale estimée (m <sup>2</sup> )
76	6 280	2 491	8 771
RD	53	106	159
Total	6 333	2 597	8 930

**Tableau 10 : Parcelles concernées par l'ouvrage de Beaugies sous-bois**

La surface fournie pour la parcelle 76 prend en compte l'acquisition d'une bande de quelques mètres autour de l'ouvrage pour les besoins en phase chantier.



**Figure 22 : Localisation de l'ouvrage sur fond parcellaire**



**Photo 1 : Beaugies - Vue vers l'amont depuis la RD572**

#### 3.3.1.2. Caractéristiques générales

L'ouvrage a les caractéristiques suivantes :

- Longueur prévisionnelle de **180 m** environ,
- Cote ouvrage de surverse à **72,1 m NGF**, pour un TN à 69,5 m environ,
- Ouvrage en **remblai**, talus 3/1,
- **Pertuis** en partie centrale, au niveau du lit mineur actuel, **débit sortant écrêté à 0,92 m<sup>3</sup>/s pour Q100** (au-delà de ce débit max, l'ouvrage monte en charge), réglable par **vanne guillotine**,
- **Chemin de service** en crête pour accès aux vannes,
- Volume de rétention estimé à **66 150 m<sup>3</sup>** (crue centennale)

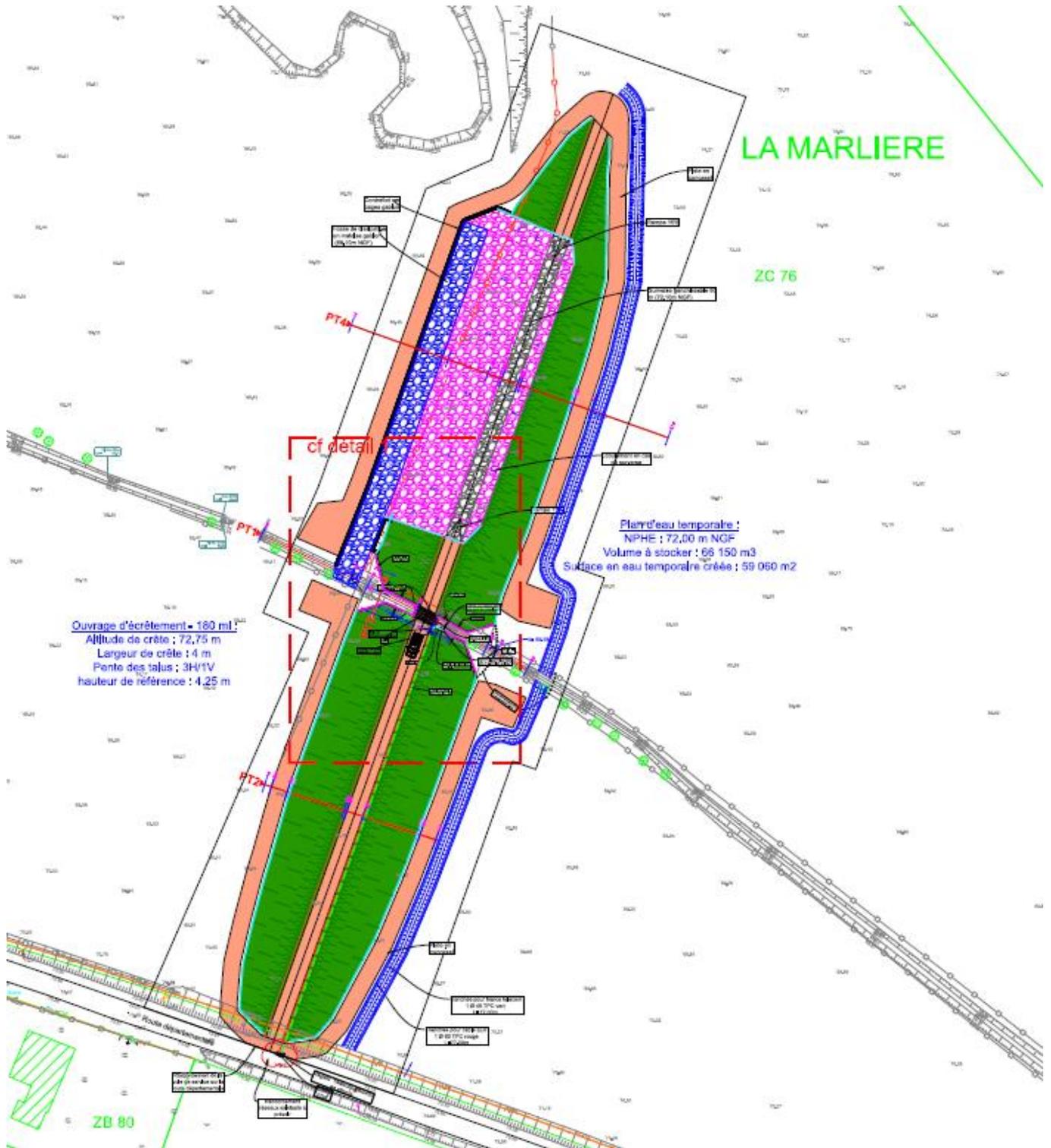
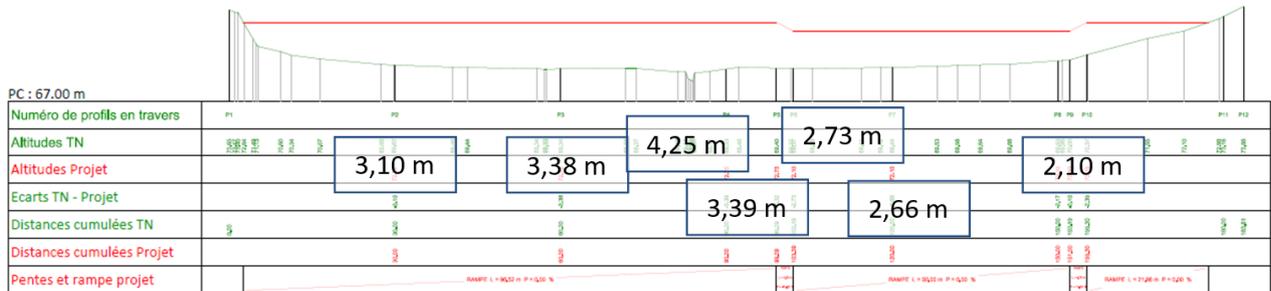


Figure 23 : Vue en plan du projet de digue de Beaugies

### 3.3.2. Corps de digue

#### 3.3.2.1. Géométrie

La cote de crête est fixée à 72,75 mNGF pour une longueur de déversoir de 50 m. La hauteur de digue est fonction du TN avant travaux. Le profil en long de l'ouvrage est présenté en Figure 24.



**Figure 24 : Profil en long de l'ouvrage de Beaugies**

*En encadré, les hauteurs de digues en différents points du profil*

Les talus seront pentés à 3H / 1V, et stabilisés par engazonnement (type prairie fleurie), sans accroche terre.

La largeur de digue sera variable, comprise entre 15 et 25 m suivant la hauteur /TN.

#### 3.3.2.2. Chemins de service

Des voies de service de largeur 3,0 m seront réalisées en crête et pied de barrage pour permettre l'entretien du corps de digue et du dispositif de vannage. Le raccordement se fera par la départementale RD572.

La voie de service sera dimensionnée pour le passage de véhicules légers uniquement (*voirie légère*). Un accotement de 0,5 m a été prévu de chaque côté de la voie de service en crête de digue.

Le franchissement du lit mineur sera assuré par une dalle en béton armé. La faible largeur du passage à cette hauteur ne crée pas de zone obscure pour le passage de la faune au niveau du cours d'eau – le caillebotis n'est pas obligatoire.

Des aires de retournement (*demi-tour*) sont prévues sur les chemins inférieurs, de part et d'autre du lit mineur.

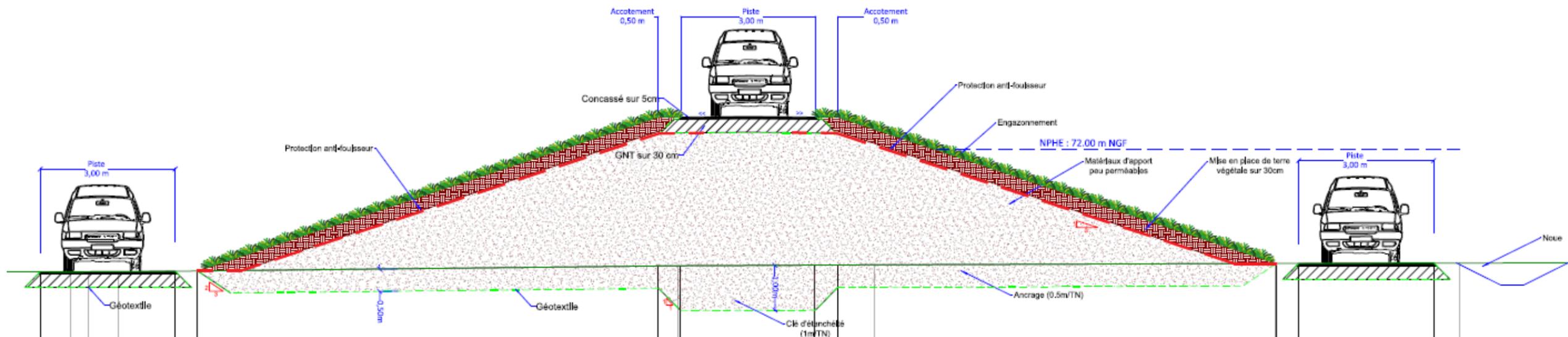


Figure 25 : coupe type de l'ouvrage de Beaugies, section courante

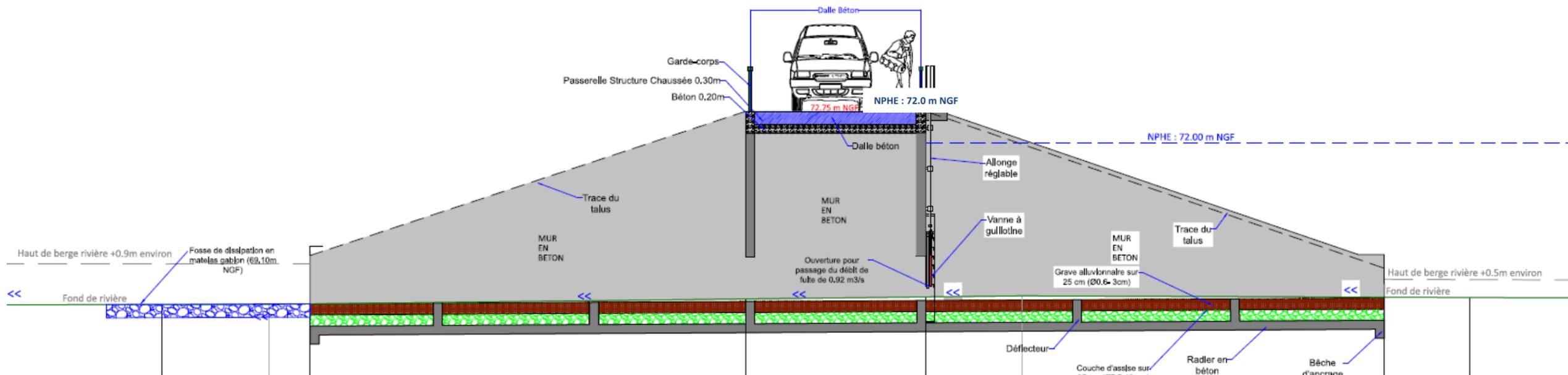


Figure 26 : Coupe type de l'ouvrage de Beaugies, section lit mineur

### 3.3.3. Ouvrage de surverse

#### 3.3.3.1. Déversoir

La cote d'arase supérieure du déversoir est issue de l'étude hydraulique Antea Group. Elle correspond à la cote de rétention de la crue centennale +0,1 m, soit **72,1 m NGF**.

<b>Longueur déversoir</b>	<b>Niveau d'eau</b>	<b>Niveau crête</b>	<b>Hauteur ouvrage /TN</b>
50 m	72,40 m NGF	72,75 m NGF	≈ 3,2 m

*(La revanche de sécurité est de 30 cm au-dessus du niveau d'eau max)*

La surverse aura une longueur de **50 m** (*hypothèse validée lors du stade AVP*).

Le dimensionnement de l'évacuateur a été fait sur la base d'une double-pluie centennale, supérieure à la crue recommandée dans le guide des Petits Barrages du CFBR (crue centennale pour un ouvrage tel que celui de Beaugies).

#### 3.3.3.2. Seuil et surverse gabion

Pour l'ouvrage de Beaugies, l'arase supérieure de la longrine en béton armé constituant le seuil sera à 72,1 m/NGF, soit 0,1 m au-dessus de la cote de retenue centennale (72,0m).

La crête devant rester traficable, il est nécessaire d'aménager une rampe entre la crête et la surverse.

La hauteur à rattraper au niveau de la surverse de Beaugies est de 0,65 m, soit une rampe de 4,3 m de long environ pour une pente à 15%. Cette rampe sera aménagée dans le débord de la surverse (c.à.d. que les 50 m de longueur de surverse s'entendent *depuis le pied de rampe*).

#### 3.3.3.3. Fosse de dissipation

Les dimensions de la fosse de dissipation de la digue de Beaugies sont les suivantes :

- longueur **50 m**  
*Equivalente à la largeur de surverse ;*
- largeur **4,50 m**;
- profondeur **0,3 m < prof. < 0,5 m environ**  
*0,3 m min, pente 2%.*

#### 3.3.3.4. Raccordement de la fosse de dissipation au ruisseau

Sur Beaugies, le raccord sera constitué d'un lit mineur en matelas gabion de largeur **4,5 m** et d'une longueur d'environ **18,0 m**.

Ce raccord permet la vidange de la fosse de dissipation et la chenalisation partielle des eaux issues de la surverse. Il n'a pas vocation à éviter sur le long terme les inondations en aval de la digue : lorsque la surverse fonctionne, l'ouvrage est déjà en limite de capacité de rétention (fonctionnement dégradé).

### 3.3.4. Ouvrage de régulation de la Verse

Pour cet ouvrage, le dispositif de régulation consistera en une ouverture de largeur **1,90 m**, centrée sur la position actuelle du ruisseau, et de longueur **24 m** environ.

La régulation du débit se fera via une vanne guillotine de dimensions **1m x 1m**, implantée perpendiculairement aux écoulements.

Le lit mineur a une largeur de 1,0 m au fond du lit et de 1,90 m en haut de berges. Ces dimensions sont conservées sauf au niveau de la vanne qui sera réglée avec une ouverture de **0,5x0,4 m**. Le débit sera ainsi limité à **0,92 m<sup>3</sup>/s** pour une crue centennale.

Une passerelle sera disposée au-dessus du cours d'eau pour le franchissement par les véhicules d'entretien à environ 4 m de hauteur, sur une longueur de 3,8 m. Elle sera constituée d'une **dalle béton** reposant sur les bajoyers.

Le dispositif de franchissement envisagé pour l'ouvrage de Beaugies est présenté en figures Figure 26, Figure 27 et Figure 28.

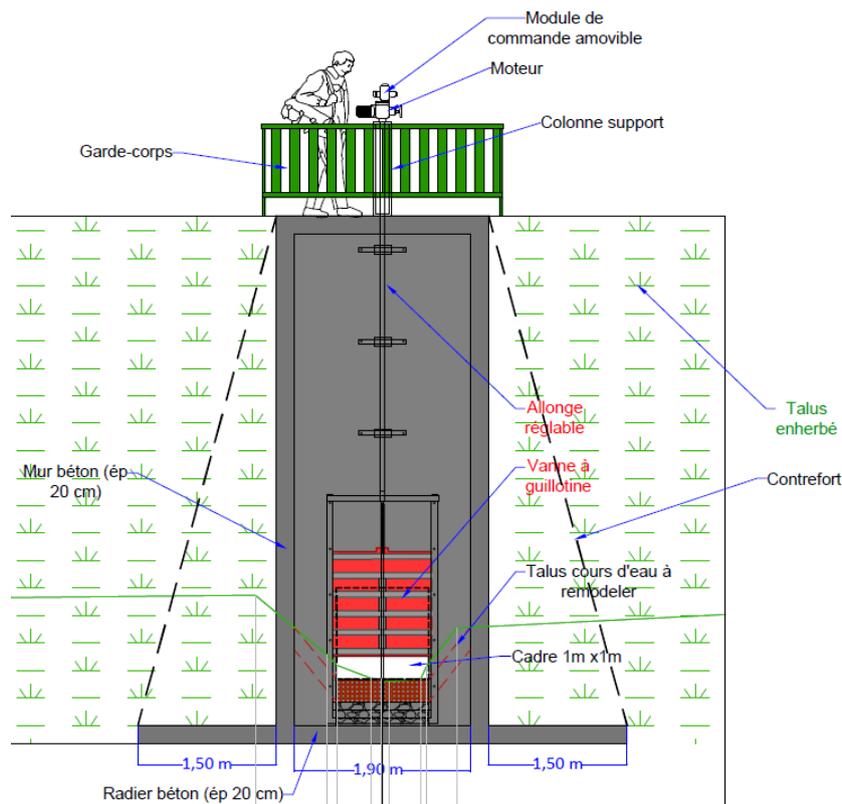
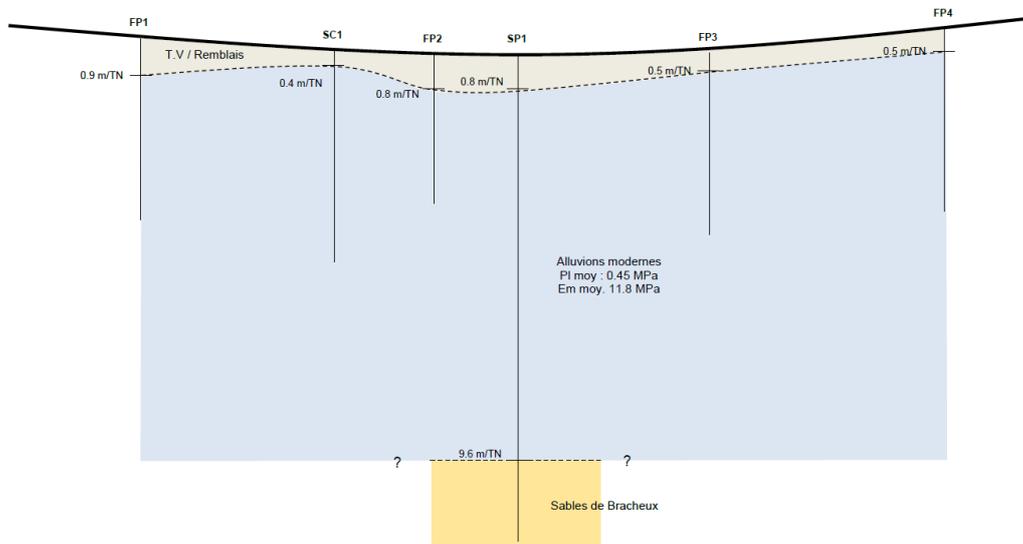


Figure 27 : Dispositif de régulation de la digue de Beaugies – Vue de face





**Figure 29 : Profil géotechnique de synthèse pour l'ouvrage de Beaugies-sous-Bois (Source : AVP – SEMOFI)**

### 3.3.5.2. Vérification du non poinçonnement

Dans le cas d'un remblai réalisé sur sol frottant, le coefficient de sécurité au poinçonnement est donné par la relation suivante :

$$F = \frac{q_{max}}{q} = \frac{q_{max}}{\gamma r \times Hr}$$

Avec :

- $q$  = charge appliquée par le remblai sur le sol d'assise,
- $\gamma r$  = poids volumique du matériau de remblai (pris égal à 20 kN/m<sup>2</sup>),
- $Hr$  = Hauteur du remblai (4 m maximum),
- $q_{max}$  = charge maximale que peut supporter le sol d'assise. Elle est calculée à partir des essais pressiométriques (cf. § 3.3.5) :

On considère la condition de non poinçonnement vérifiée lorsque **F ≥ 1,5**.

Le remblai de digue est considéré comme une fondation superficielle d'encastrement « De » nul.

<b>Ple* (MPa)</b>	0,25
<b>k<sub>p</sub></b>	0,8
<b>i<sub>δ</sub></b>	1
<b>i<sub>β</sub></b>	1
<b>q<sub>NET</sub> (MPa) = Ple* . k<sub>p</sub> . i<sub>δ</sub> . i<sub>β</sub></b>	0,2

**Tableau 12 : Estimation de la portance des sols - Beaugies**

Le calcul de la charge maximale a été réalisé dans le cas le plus défavorable, à savoir au niveau des sols mous. Les valeurs retenues pour Ple\* sont celles proposées par Semofi dans leur rapport G2 AVP géotechnique.

On obtient donc, pour un remblai de hauteur de 3,5 m et une surcharge de 10 kPa en tête, le coefficient de sécurité minimum suivant vis-à-vis du poinçonnement :

$$F = \frac{200}{(20 \times 3.5) + 10} F = \frac{200}{20 \times 3.5} = 2,5$$

Le coefficient de sécurité obtenu vis-à-vis du poinçonnement est supérieur au coefficient de sécurité usuellement recherché, à savoir 1,5. Par conséquent, la stabilité des remblais des digues vis-à-vis du poinçonnement est satisfaisante.

*Note : Suivant les méthodes de calcul, et comme indiqué par Semofi dans l'étude AVP, la hauteur prévisionnelle de l'ouvrage implique des descentes de charges dans la même gamme de valeurs que les contraintes admissibles à l'ELS. C'est pourquoi il a été nécessaire de limiter au maximum cette hauteur, justifiant ainsi le choix d'une surverse de longueur 50,0 m.*

Concernant les points singuliers :

- Au niveau de la surverse gabion, les gabions ont un poids équivalent, voire plus faible que le remblai limoneux, et la hauteur à considérer est plus faible, de l'ordre de 2,7 m/TN. La contrainte au niveau de la surverse est donc plus faible qu'au droit de la plus grande hauteur de digue.
- Au niveau du bajoyer central, pour une longueur de franchissement de 25,0 m environ, une hauteur maximale de 4,5 m, une épaisseur des murs et radiers de 0,2 m et un  $\gamma_{\text{béton}} = 22 \text{ kN/m}^3$ , le poids est estimé à :
  - ✓ 700 kN environ pour les deux flancs et leurs contreforts,
  - ✓ 50 kN pour le cadre central,
  - ✓ 600 kN pour le radier béton,
  - ✓ 250 kN pour les graves de fond.

Soit 1600 kN au total, qui rapportés à la surface du radier, représentent une contrainte de l'ordre de 12 kPa.

La contrainte liée à l'ouvrage de franchissement béton est donc faible. Toutefois, en pratique, une partie de la charge de remblai sera reprise par le radier central, à l'endroit où la hauteur sera maximale (> 4,0 m).

Un renforcement local de la fondation sera donc vraisemblablement nécessaire. Il pourra s'agir de micropieux placés au droit des bajoyers bétons et descendus à la craie, ou d'une substitution de sols sous le radier.

- **A priori, on pourra recourir à un mode de fondations superficielles pour la digue de Beaugies.**
- Pour la partie centrale, il sera nécessaire d'améliorer l'assise sous le radier béton. La fondation du radier sera dimensionnée dans une note séparée.

## 3.3.5.3. Perméabilité des alluvions – stabilité hydraulique

Même si l'ouvrage n'est pas sensé rester en charge sur de longues périodes, la mise en place de circulation « rapides » sous l'ouvrage est potentiellement préjudiciable à sa stabilité. Il était donc nécessaire de caractériser la perméabilité du sol d'assise.

Un essai de perméabilité en laboratoire a été réalisé sur échantillon intact (EI du carotté SCO1 des investigations Semofi, profondeur 2,5 m).

La perméabilité mesurée est de **1.1x10<sup>-9</sup>m/s**.

La perméabilité des alluvions est *faible* à *très faible* ; Cette gamme de valeur correspond à des **limons argileux**.

- **La faible perméabilité du matériau d'assise confirme qu'il ne sera pas nécessaire de réaliser un écran d'étanchement en pied du talus amont, ni une clé imperméable en partie centrale.**

## 3.3.5.4. Estimation des tassements

**Avec la méthode pressiométrique**

C'est la méthode utilisée par *Semofi* dans le rapport géotechnique G2 AVP.

Le tassement prévisionnel estimé par cette méthode est calculé en considérant le remblai comme une semelle de longueur infinie, par application de la formule suivante :

$$W = \int_0^z \frac{\alpha(z) \cdot \sigma(z)}{E(z)}$$

Avec :

- $\sigma(z)$  : contrainte verticale à la profondeur  $z$  due au remblai et à la surcharge d'exploitation de 10 kPa prise en compte dans le calcul,
- $\alpha(z)$  : coefficient rhéologique du sol à la profondeur  $z$ ,
- $E(z)$  : module pressiométrique du sol à la profondeur  $z$ .

Les tassements sont estimés **entre 30 et 50 mm** au droit de l'épaisseur maximale du remblai.

**Avec Cc et Cs**

Un essai œdométrique a été réalisé sur l'échantillon intact prélevé à 2,5 m/TN. Cet essai permet de caractériser la compressibilité des matériaux.

Considérant une couche compressible d'épaisseur 8,0 m et une surcharge appliquée de 91 kPa (*en cohérence avec la valeur retenue par Semofi dans leur calcul*), les tassements prévisionnels sont estimés à **26 cm**.

- *En fonction de la méthode de calcul, les tassements obtenus diffèrent significativement.*

- *Par retour d'expérience, la méthode pressiométrique sous-estime en général les valeurs de tassement (d'un ordre 2 environ), alors que la méthode œdométrique les surestime.*  
**Des tassements de l'ordre 10 à 15 cm sont attendus au droit de l'ouvrage de Beaugies.**
- La mise en œuvre progressive des remblais permettra une évolution lente des tassements et donc d'éviter l'apparition de fissures dans l'ouvrage.
- Si possible, une mise en œuvre échelonnée dans le temps serait idéale pour limiter le risque de tassement différentiel, notamment au niveau des raccords du remblai sur les dalles des ouvrages de régulation (voir possibilités de préchargement des ouvrages).

#### 3.3.5.5. Stabilité

##### Méthode de calcul

La justification de la stabilité des talus se fait suivant la méthode des **états limites ultimes** (ELU) avec application de coefficients partiels de sécurité aux valeurs caractéristiques des matériaux et de pondération des actions.

Les calculs de stabilité ont été menés suivant l'Eurocode 7 en **combinaison fondamentale** à l'aide du logiciel de calculs TALREN 5<sup>®</sup>, utilisant la **méthode des tranches** suivant la **formulation de Bishop simplifiée**, qui considère des surfaces de rupture à section circulaire, et pour laquelle le rapport des moments des forces motrices au moment des forces résistantes développées le long de la surface de rupture potentielle définit le coefficient de sécurité  $F_{min}$  pour chaque cercle étudié.

Pour les différents cas de calculs étudiés, les coefficients partiels sont tous pris égaux à 1 et le coefficient de sécurité global recherché est le suivant selon les cas :

- Situation courant (nappe courante) :  $F_{min} \geq 1,5$  ;
- Ouvrage en charge (eau au NPHE à l'amont de l'ouvrage) :  $F_{min} \geq 1,2$  ;
- Vidange rapide :  $F_{min} \geq 1,2$  ;
- Sollicitations sismiques :  $F_{min} \geq 1,2$ .

##### Hypothèses de calcul

- Les caractéristiques mécaniques des matériaux sont celles mentionnées par Semofi dans leur modèle de sol. Pour les matériaux non caractérisés, des hypothèses sécuritaires basées sur le retour d'expérience ont été retenues.
- Une surcharge de 10 kPa a été appliquée en crête dans le cas de situation courant.
- Pour chaque ouvrage le calcul de stabilité a été réalisé sans eau, en pleine charge et en situation de **vidange rapide**.  
 Seul ce dernier cas de figure présente un gradient hydraulique dans le corps de digue.
- En zone de sismicité 1, les calculs parasismiques ne sont pas nécessaires. Toutefois, à titre indicatif, les calculs sous sollicitations sismiques ont été réalisés pour l'ouvrage. Les coefficients sismiques pris en compte dans le calcul sont calculés comme suit :

D'après le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, la commune de Beaugies est en zone de

sismicité 1 (aléa très faible), ce qui nécessite de prendre en compte le règlement sismique dans la justification de la stabilité du remblai, avec une accélération au rocher  $a_{gr} = 0,4 \times g$ .

Par référence aux termes de l'arrêté du 26 octobre 2011 fixant les règles de construction parasismiques applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal », les données prises en compte sont les suivantes :

- catégorie d'importance : III,
- coefficient d'importance  $\gamma_1 = 1,2$ .

Au regard du profil stratigraphique du modèle retenu, les sols concernés sont de classe sismique E avec  $S = 1,8$  au sens de l'Eurocode 8 ; les coefficients sismiques horizontal et vertical à prendre en compte dans l'analyse pseudo-statique de stabilité, déterminés suivant l'Eurocode 8 - Partie 5, sont les suivants :

- $k_h = 0,5 \times \frac{a_g}{g} \times S = 0,5 \times \frac{\gamma_1 \times a_{gr}}{10m/s^2} \times S = 0,043$  ( $\rightarrow a_h/g$  dans TALREN 5<sup>®</sup>) ;
- $k_v = \pm 0,5 \times k_h = \pm 0,022$  ( $\rightarrow a_v/g$  dans TALREN 5<sup>®</sup>).

### Résultats

Les calculs sont présentés en *Annexe 4*. Les résultats sont les suivants :

Beaugies		
Situation	Fs calculé	F <sub>min</sub> objectif
Sans eau	<b>1,96</b>	<b>≥ 1,5</b>
En charge	<b>2,55</b>	<b>≥ 1,2</b>
Vidange rapide	<b>1,41</b>	<b>≥ 1,2</b>
Sismique	<b>1,79</b>	<b>≥ 1,2</b>

- Pour ces hypothèses de calcul, la stabilité de la digue est assurée avec des talus 3/1.

### 3.3.6. Dispositif d'auscultation de l'ouvrage

Le programme d'auscultation donnée ci-après est indicatif, il pourra être adapté par l'entreprise en charge du suivi.

L'instrumentation envisagée pour l'ouvrage de Beaugies est la suivante :

- **3 inclinomètres** (profondeur 10m) :
  - un **sur le corps de digue (partie sud)**, en partie courante ;
  - un en partie centrale, à proximité **du bajoyer béton** ;
  - un **en bordure de surverse** (partie nord).

*Une profondeur de 10m permet de recouper la totalité de la hauteur de digue, de la clé d'ancrage et du TN sous-jacent.*

- **4 plots et 3 cibles topographiques**, pour permettre un suivi topographique périodique. Les plots devront être répartis sur le linéaire de la crête de digue, pour mesurer les tassements différentiels. Les cibles pourront être placées au niveau des points singuliers : deux sur le bajoyer (crête et pied d'ouvrage) et une sur la surverse *par exemple*.

*Pour le suivi on pourra partir sur un pas de temps mensuel, à espacer ensuite si les déplacements sont faibles. Le maintien d'un suivi annuel est recommandé, de même qu'un levé après les épisodes majeurs de mise en charge des ouvrages.*

- **1 dispositif de mesure de la hauteur d'eau à distance**. Il sera composé de :
  - une armoire électrique posée en bordure de voirie ;
  - fourreaux rouge Ø63 mm pour le câblage électrique et vert Ø45 mm pour le câblage télécom, y compris leur raccordement aux réseaux amont ;
  - un regard 40 x 40 mm, avec mise en place d'une station de collecte de données du capteur ultrason, avec transmission filaire ADSL ;
  - un capteur à ultrason, mis en place au niveau du regard et permettant de suivre le niveau d'eau dans l'ouvrage et raccordé à la station de collecte ;
  - une pige de type échelle limnimétrique, calée altimétriquement au regard et visible depuis la passerelle.

*Les seuils d'alerte seront à définir avec l'Entente Oise Aisne.*

### 3.3.7. Dispositif anti embâcles

Les pieux anti embâcles constituent une solution économique et efficace pour piéger les matériaux grossiers en amont avant qu'ils n'endommagent l'ouvrage. Aucun autre ouvrage de piégeage n'est envisageable considérant le caractère linéaire du cours d'eau et la fonction pastorale du lit majeur (hors inondation).

Sur Beaugies, deux lignes successives de pieux anti embâcles seront placées en travers du lit mineur de l'ouvrage ; leur disposition a été définie pour permettre un entretien aisé hors épisode de crue :

- Une ligne en amont immédiat du bajoyer central,
- Une ligne 10 m en amont (*en bordure amont de la zone de retournement des véhicules*).

- Cette solution permettra d'intercepter les flottants arrivant sur l'ouvrage en fonctionnement classique (hors crue).
- En début de crue, les flottants issus du lit majeur ne seront pas forcément interceptés par la première ligne, mais le seront par les pieux à l'entrée du bajoyer.
- Au-delà de la cote de tête des pieux (pic de crue), la fonction anti-embâcles ne sera plus assurée.

La longueur libre sera de 1,5 m et les pieux seront battus jusqu'au refus ; la longueur totale estimée des pieux bois est donc de 3,0 m.

### 3.4. Organisation du gestionnaire de l'aménagement hydraulique

La gestion des ouvrages sera assurée par l'Entente Oise-Aisne. Les ouvrages font l'objet d'un règlement d'eau dont sont issues les consignes suivantes.

#### 3.4.1. Niveaux d'inspection

Différents niveaux d'inspection sont préconisés, comme définis dans le tableau suivant :

Nature de l'intervention	Objet
Tournée Simplifiée (TS) (1/trimestre)	Surveillance visuelle des ouvrages, intérieur et extérieur : <ul style="list-style-type: none"> <li>• manœuvre des ouvrages de contrôle</li> <li>• ouvrages d'alimentation</li> <li>• contrôle des équipements</li> <li>• verrous, serrures, cadenas</li> </ul>
Tournée Complète (TC) (1/semestre)	Surveillance visuelle des ouvrages concernés par tournée simplifiée, plus : <ul style="list-style-type: none"> <li>• éléments de sécurité extérieurs garde-corps, portails</li> <li>• berges, abords de la retenue (érosion, effondrements)</li> <li>• parements et pieds de barrage (érosion, piétinements)</li> <li>• nettoyage des ouvrages (déversoir, ouvrage limitant)</li> <li>• verrous, serrures, cadenas, etc.</li> </ul>
Visite Détaillée (VD1) (2/an)	Tournée complète : <ul style="list-style-type: none"> <li>• inspection crête de digue</li> <li>• inspection des dispositifs de drainage (si existants)</li> <li>• inspection végétation (croissance, sapes, chutes)</li> </ul>
Visite d'observation événementielle (suite à une crue par exemple)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entretien des ouvrages</li> <li>• surveillance des embâcles</li> <li>• recherche d'éléments dysfonctionnels et/ou facteurs de risque</li> <li>• acquittement des défauts</li> <li>• validation des niveaux</li> </ul>
Fauchage (1 à 2/an)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• contrôle de la végétation : tontes, faucardages, élagages, enlèvement des déchets</li> <li>•</li> </ul>

Nature de l'intervention	Objet
Entretien Spécifique (selon besoin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abattages sélectifs</li> <li>• semis, recouvrements</li> <li>• campagnes d'éradications des nuisibles</li> <li>• entretiens des métalleries et équipements : corrosion, resserrages, joints, pièces d'usure</li> <li>• entretien électrique : resserrages, colliers, joints, etc.</li> <li>• entretien GC : mousses, nettoyages intérieurs ouvrages</li> </ul>
Réparations (selon besoin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ragréages, colmatage de fissures, traitement armatures à nu</li> <li>• petits confortements de berges et parements, recharges ponctuelles remblais</li> <li>• dessouchages et comblements</li> <li>• remplacements métalleries et équipements endommagés</li> </ul>
Travaux Spécialisés (selon besoin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• remplacements complets organes de contrôle</li> <li>• réfections de génie civil, réfections d'émissaires</li> <li>• poses de drains, travaux d'étanchéité des parements</li> <li>• confortements et rehaussement de digues, créations de risbermes</li> <li>• injections de comblements de cavités et renards</li> </ul>

**Tableau 13 : Présentation des différents niveaux d'inspection**

Afin de faciliter le suivi des barrages, un relevé d'observation pourra être mis en place pour chaque ouvrage. Ceux-ci seront remplis après chaque visite (en indiquant la date et les éventuels désordres observés).

L'Entente Oise-Aisne, en tant que maître d'ouvrage, est susceptible de nouer un partenariat, contracter un marché ou conventionner avec un acteur local (communes, syndicat de rivière, EPCI) pour la surveillance des ouvrages et l'alerte.

#### *3.4.2. Dispositions relatives à la surveillance et à l'exploitation du barrage en période de crue*

L'objectif premier est de constater le phénomène de remplissage, le fonctionnement de l'ouvrage et les éventuels désordres ou risques encourus.

Les ouvrages sont dimensionnés pour évacuer jusqu'à la crue de période de retour 10 000 ans avec les vannes ouvertes en section limitante.

Un système de surveillance du niveau d'eau est prévu sur l'ouvrage :

- Mise en place d'une échelle limnimétrique,
- Mise en place d'une sonde de niveau avec transmission automatique des données à l'Entente Oise-Aisne,
- Bornes topographiques permettant de suivre l'évolution du barrage dans le temps.

En fonction des niveaux d'eau mesurés par la sonde, des niveaux d'alerte sont prévus (cf. §3.4.4). Ils seront couplés à un suivi météorologique local basé sur la stations pluviométriques installées sur le territoire de la Verse.

3.4.2.1. Contraintes

Les zones urbanisées sont principalement présentes à l'aval des ouvrages. Tout risque de rupture et/ou de débordement aura alors un impact sur la sécurité des personnes.

En période de crue, la situation est fixée lorsque l'ouvrage de fuite se met en charge et que le niveau d'eau monte en amont du barrage.

3.4.2.2. Objectifs

En période de crue, les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Ne pas augmenter le débit en aval des ouvrages pour des crues inférieures ou égales à la crue centennale,
- Avoir des ouvrages transparents et stables pour des crues supérieures à la crue centennale,
- Stabiliser le niveau de la retenue à une cote maximale de 72,70 mNGF pour le barrage de Beaugies (cotes de retenue pour une crue de période de retour 10 000 ans),
- La cote du plan d'eau ne doit pas dépasser ces cotes de retenue pour une crue de période de retour 10 000 ans (cote des Plus Hautes Eaux).

3.4.3. Services et autorités à prévenir

Les services et autorités à prévenir évoluent en fonction des seuils d'alertes : dans un premier temps, la direction de l'Entente Oise-Aisne sera prévenue, puis, lorsque le niveau d'alerte augmentera, la Préfecture devra être tenue informée de l'évolution de la crue.

Les informations à fournir seront, au minimum, la cote du plan d'eau, sa tendance (montante/descendante) et l'état des ouvrages de décharge (obstrués/sains).

3.4.4. Consignes

Les consignes et les modes de gestion préconisés l'ouvrage de Beaugies sont résumés ci-dessous.

	Surveillance / Prévention	Consignes
Situation normale d'exploitation, hors crue	Visites régulières de surveillance	Vannes ouvertes respectant les sections limitantes prescrites
Niveau d'eau dans la retenue inférieur à la mi-hauteur du barrage <b>N &lt; 70,33 mNGF</b>	Visites régulières de surveillance	Vannes ouvertes respectant les sections limitantes prescrites
Niveau d'eau dans la retenue à mi-hauteur du barrage (Q10 < Q < Q30) <b>N = 70,33 mNGF</b>	Augmentation du nombre de visites de surveillance  Visites de surveillance et suivi de l'évolution de la crue  Alerte auprès des communes aval	Vannes ouvertes respectant les sections limitantes prescrites

	Surveillance / Prévention	Consignes
Niveau d'eau atteignant la cote de surverse (Q>Q100) <b>N=72,1 mNGF</b>	Mise en place de personnel au niveau du barrage pour la surveillance en direct  Alerte auprès des communes aval  Informer la Préfecture du niveau d'alerte atteint	Vannes ouvertes respectant les sections limitantes prescrites
Niveau d'eau atteignant la cote de crue 10 000 ans <b>N=72,70 mNGF</b>	Alerte auprès des communes situées en aval de l'ouvrage  Informer la Préfecture du niveau d'alerte atteint	Ouverture totale des vannes des ouvrages de fuite
Après une crue	Visite de surveillance et entretien des ouvrages	Retour à l'ouverture normale (section limitante prescrite) des vannes, le cas échéant.

**Tableau 14 : Tableaux des consignes et modes de gestion préconisés**

Les PCS (Plans Communaux de Sauvegarde) devront intégrer l'aménagement et son fonctionnement.

En complément, la sonde de mesure du niveau d'eau sera reliée à un système automatique d'envoi de messages téléphoniques à destination de la population volontaire. Les messages contiendront des informations sur l'évolution de la mise en fonctionnement de l'ouvrage.

### 3.5. Performances de l'aménagement hydraulique

Les modélisations décrites au paragraphe 3.1.3 ont permis d'étudier les scénarios de performance et de limites de performance décrits dans le présent paragraphe.

Pour chaque scénario, le modèle filaire a permis d'extraire :

- Les débits en amont et en aval des ouvrages,
- Les hauteurs d'eau atteintes en aval des ouvrages.

La dangerosité des écoulements a été qualifiée de la façon suivante, conformément à l'arrêté du 7 avril 2017, en fonction des classes d'aléa issues du PPRI de la Verse. Sur le bassin versant de la Verse, l'aléa a été déterminé uniquement suivant le critère des hauteurs d'eau :

Classes de Hauteurs d'eau	Hauteurs d'eau suivant 3 classes	Aléa en 3 niveaux
0-25 cm	0-50 cm	Faible (Eaux non dangereuses)
25-50 cm		
50 cm – 1 m	50 cm – 1 m	Moyen (Eaux dangereuses)
1-2 m	+ de 1 m	Fort (Eaux particulièrement dangereuses)
+ de 2 m		

**Tableau 15 : Critères de définition de la dangerosité des venues d'eau**

### 3.5.1. Fonctionnement nominal de l'aménagement hydraulique

Pour rappel, l'objectif de l'aménagement hydraulique de la vallée est de tamponner les ruissellements en provenance du bassin versant amont avant de les restituer au milieu naturel avec un débit régulé de l'ordre de 0,92 m<sup>3</sup>/s.

#### ❖ Fonctionnement hors événement

En fonctionnement hors événement, la retenue est vide. L'ouvrage de régulation laisse transiter le débit s'écoulant dans la Verse de Beaugies jusqu'à un débit maximal de 0,92 m<sup>3</sup>/s, pour une mise en charge maximale. Pour un débit de crue biennal de 0,92 m<sup>3</sup>/s en entrée du barrage, le débit en aval est de 0,49 m<sup>3</sup>/s.

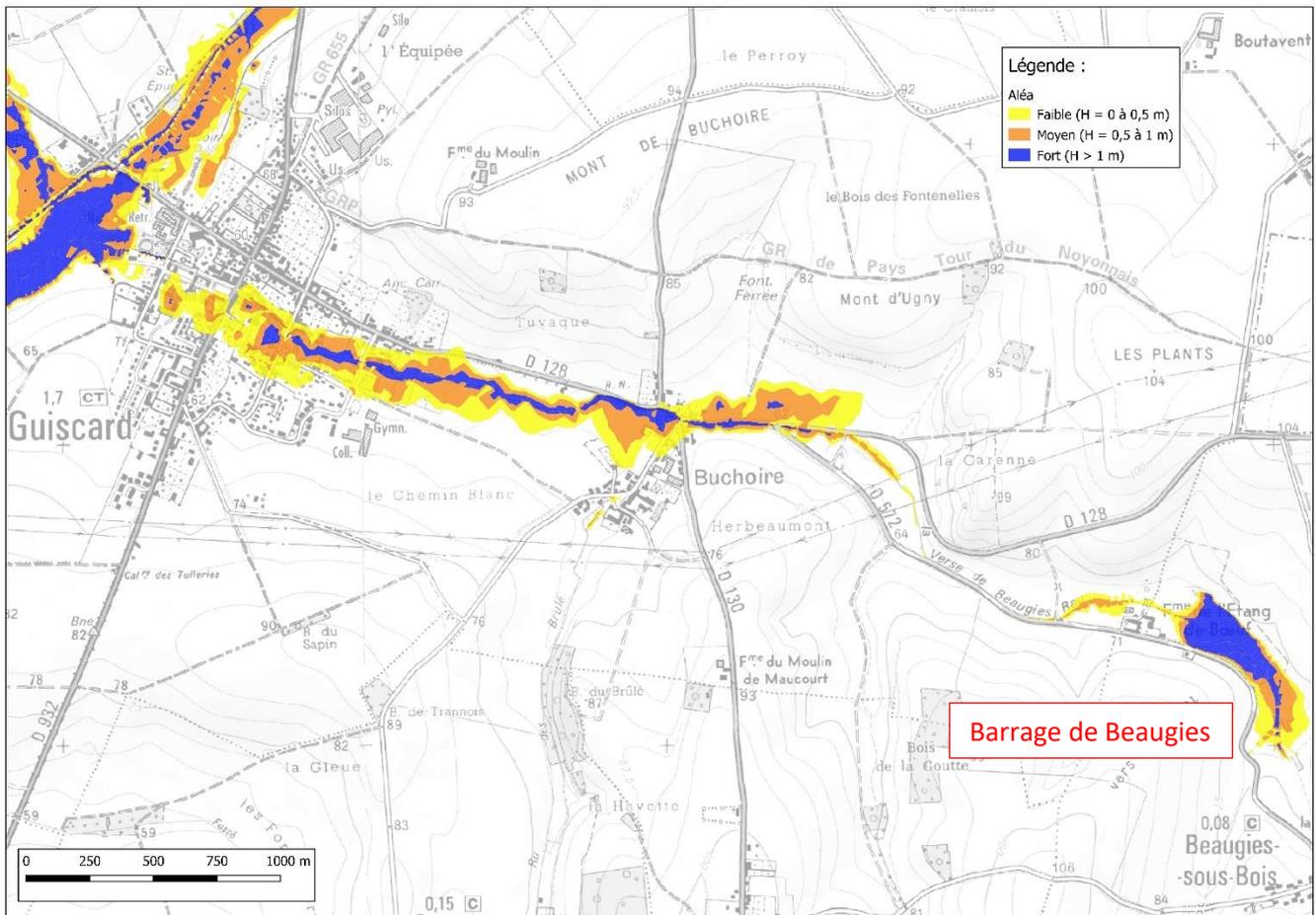
#### ❖ Fonctionnement en période de pluie

En période de pluie, le barrage de Beaugies, commence à se remplir dès que le débit de la Verse de Beaugies dépasse 0,92 m<sup>3</sup>/s. Lorsque le niveau d'eau dans la retenue atteint la cote de retenue normale (ici 72,1 mNGF), le barrage surverse vers l'aval. Le volume de stockage du barrage de Beaugies a été dimensionné de façon à ce qu'il ne déborde pas avant une pluie de période de retour de 100 ans. Le volume de stockage amont dans le barrage est de 66 150 m<sup>3</sup>.

L'évacuateur de crue a été dimensionné pour une pluie d'occurrence équivalente à la double pluie-centennale (période de retour d'environ 2000 ans), correspondant à la crue de sûreté. Ainsi, l'évacuateur de crue permet de faire transiter l'occurrence 2000 ans, estimé à 12,7 m<sup>3</sup>/s et la durée de la surverse est estimée à 4h.

Au-delà d'un épisode de pluie de 2000 ans, une revanche supplémentaire de 30 cm est prévue au-delà du niveau des PHE, de façon à prendre en compte la crue de danger (période de retour 10 000 ans). Une fois ce niveau atteint, le barrage surverse par-dessus sa crête.

En aval de l'ouvrage de Beaugies, sur le secteur de Guiscard, dès la crue décennale, l'aménagement de Beaugies couplé à la réouverture de la Verse ont un impact significatif puisqu'ils permettent de diminuer le niveau d'eau jusqu'à 84 cm. L'abaissement atteint 1,5 m en crue centennale. Pour cette dernière crue, le centre-ville de Guiscard reste inondé mais avec des hauteurs d'eau moins importantes.



**Figure 30 : Crue de période de retour 100 ans avec barrage en fonctionnement nominal – Dangers des venues d'eau**

### 3.5.2. Limites de performance de l'aménagement hydraulique

L'étude de scénarios de limite de performance vise à examiner les conséquences d'un niveau de service plus ou moins dégradé de l'aménagement hydraulique.

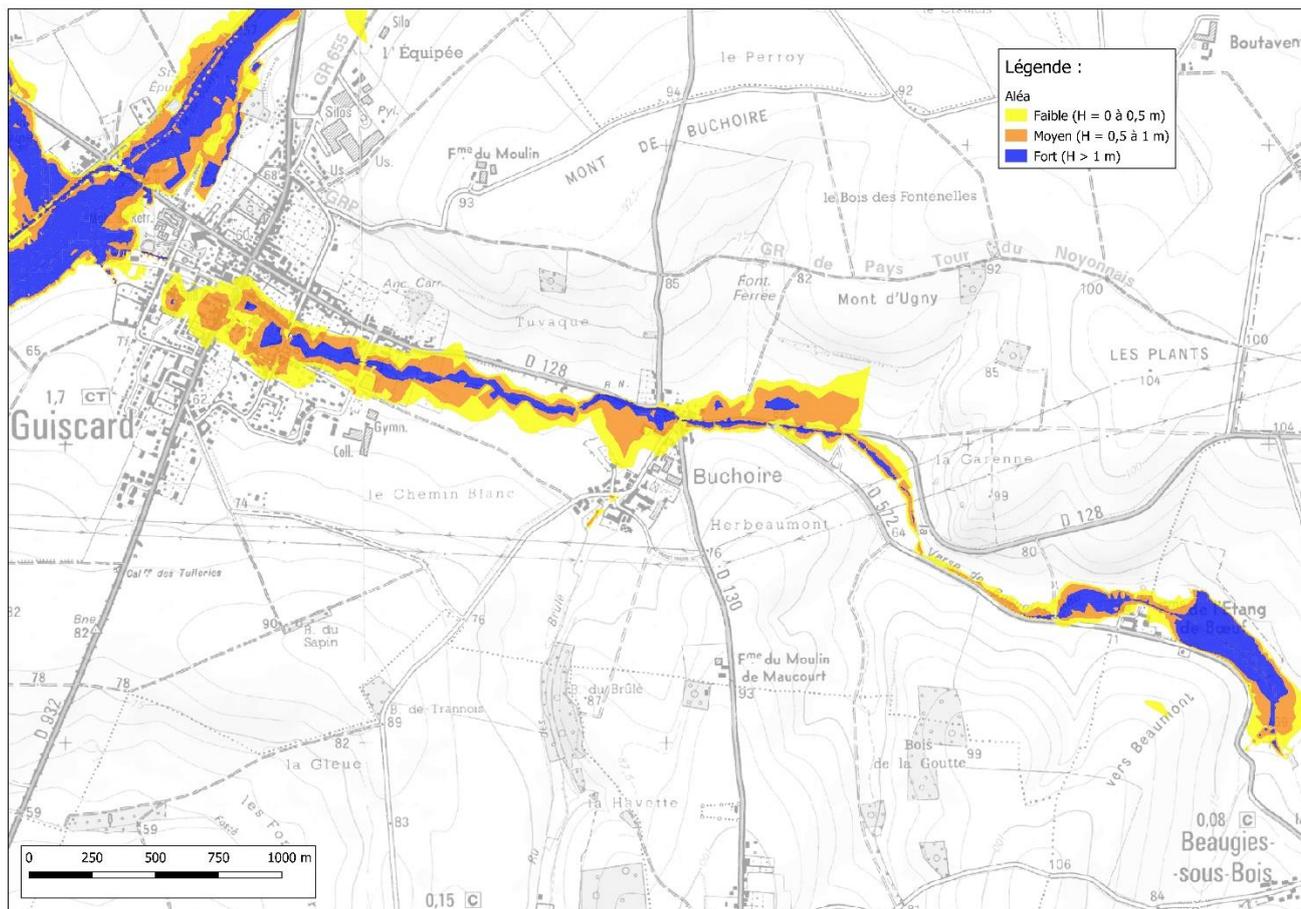
#### 3.5.2.1. Scénario 1 : Indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique

Ce scénario considère la survenue d'une crue de période de retour de 100 ans, correspondant au niveau de protection de l'aménagement, alors que la capacité de stockage du barrage est indisponible. Celui-ci est plein et fonctionne normalement.

Dans ce cas, le niveau en amont du barrage, à l'état initial, avant que la crue n'arrive, est pris égal à 72 mNGF.

Dans le cadre de ce scénario, le débit surversant par l'évacuateur est de 8,7 m<sup>3</sup>/s. Le niveau d'eau en amont du barrage est de 72,35 mNGF.

En aval du barrage de Beaugies, le niveau de dangerosité des venues d'eau est décrit sur la carte suivante :



**Figure 31 : Crue de 100 ans avec barrage plein – Dangerosité des venues d'eau**

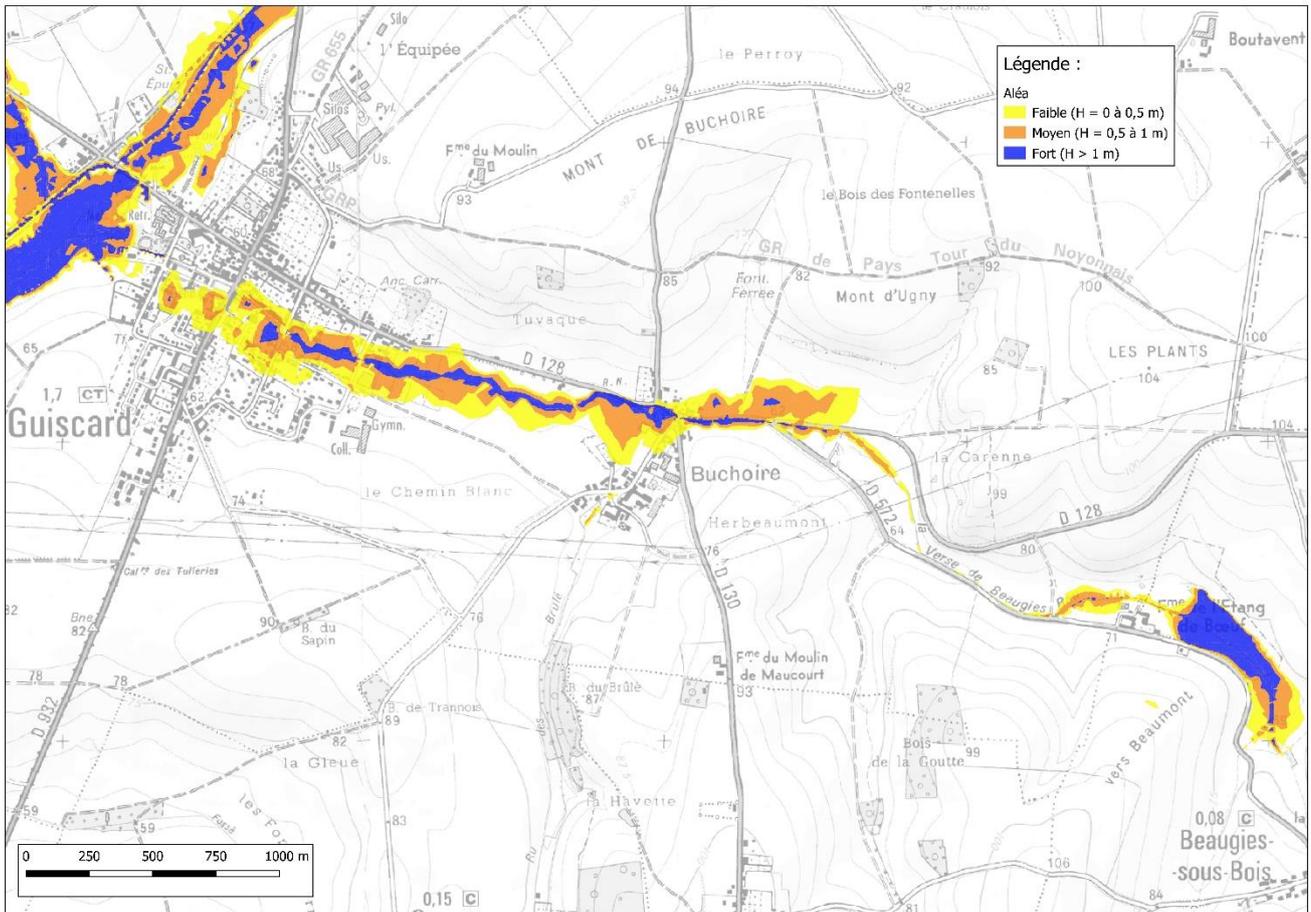
### 3.5.2.2. Scénario 2 : Indisponibilité partielle de l'aménagement hydraulique

Ce scénario considère la survenue d'une crue de période de retour de 100 ans, correspondant au niveau de protection de l'aménagement, avec un remplissage partiel de la retenue.

Dans ce cas, le niveau en amont du barrage, à l'état initial, avant que la crue n'arrive, est pris égal à 70,33 mNGF.

Dans le cadre de ce scénario, le débit surversant par l'évacuateur est de 0,69 m<sup>3</sup>/s. Le niveau d'eau en amont du barrage est de 72,14 mNGF.

En aval du barrage de Beaugies, le niveau de dangerosité des venues d'eau est décrit sur la carte suivante :



**Figure 32 : Crue de 100 ans avec barrage partiellement indisponible – Dangerosité des venues d'eau**

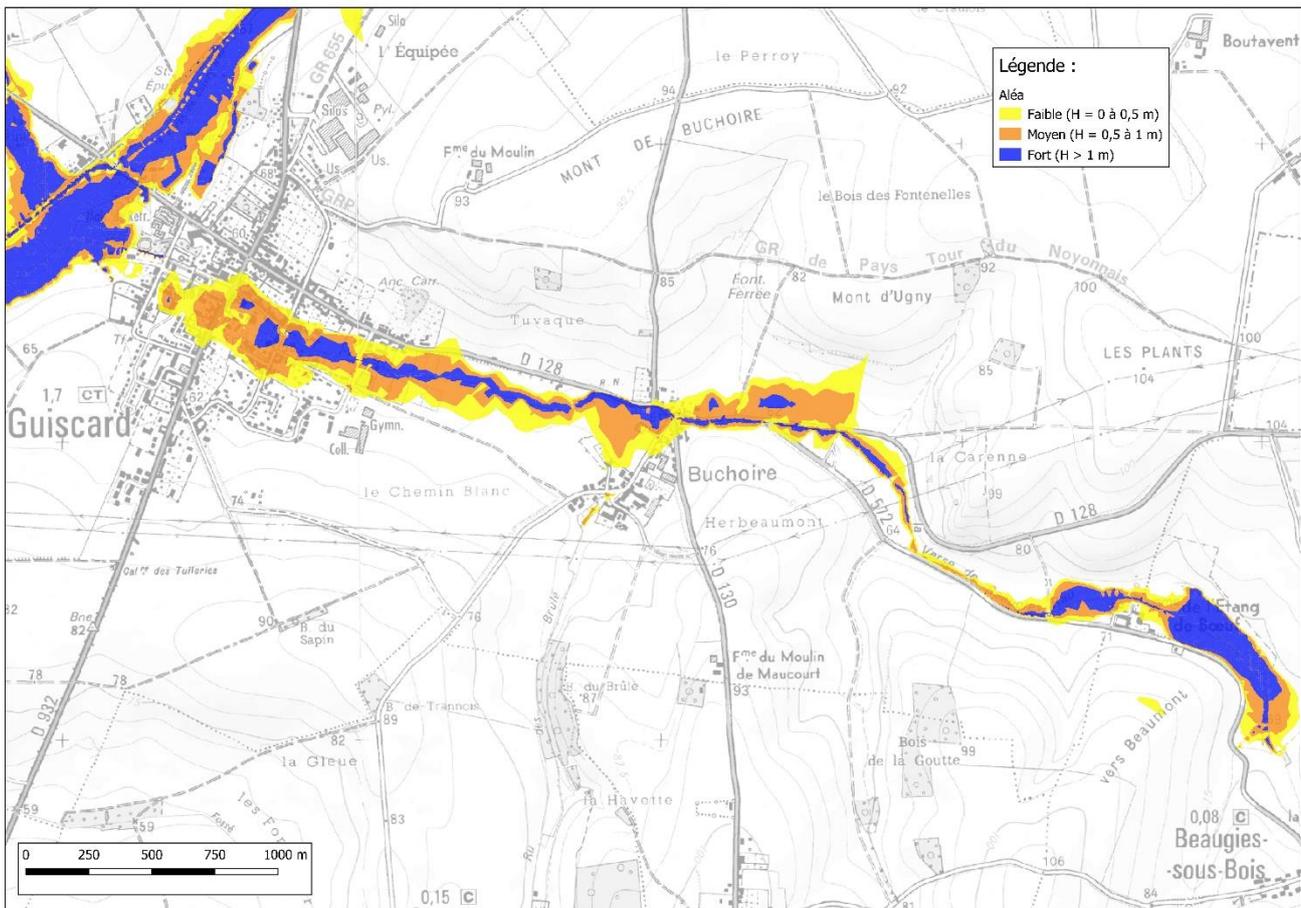
### 3.5.2.3. Scénario 3 : Dépassement du niveau de protection de l'aménagement hydraulique

Ce scénario considère la survenue d'une crue de période de retour de 500 ans, dépassant largement la capacité de stockage de l'aménagement hydraulique, alors que le barrage est initialement disponible. Il est vide et fonctionne normalement.

La crue de protection étant la crue centennale, il a été fait le choix de prendre une crue de période de retour 500 ans pour ce scénario.

Dans le cadre de ce scénario, le débit surversant par l'évacuateur est de 11,64 m<sup>3</sup>/s. Le niveau d'eau en amont du barrage est de 72,4 mNGF.

En aval du barrage de Beaugies, le niveau de dangerosité des venues d'eau est décrit sur la carte suivante :



**Figure 33 : Crue de 500 ans avec barrage disponible – Dangerosité des venues d'eau**

#### 3.5.2.4. Scénario 4 : Phénomène de rupture du barrage par érosion interne

Un scénario complémentaire a été étudié : il s'agit du phénomène d'érosion interne conduisant à la formation d'une brèche dans le barrage.

La modélisation de ce phénomène a été réalisée à l'aide du module DAMBREAK du logiciel MIKE Flow.

Le module DAMBREAK permet de simuler plusieurs types de ruptures de l'ouvrage en remblai :

- rupture instantanée,
- rupture dont l'évolution de la géométrie est définie au cours du temps,
- rupture par érosion régressive à partir d'une brèche initiale et surverse ou d'un renard hydraulique.

Le logiciel permet de calculer l'hydrogramme généré par une brèche dont la section augmente au cours du temps. Le développement de la brèche peut être décrit :

- soit par une série temporelle (surface et cote de la brèche au cours du temps),
- soit à l'aide d'un module d'érosion qui détermine la quantité de sédiments emportés par l'écoulement.

Le calcul de l'hydrogramme de rupture se fait ensuite automatiquement en fonction de la charge amont. Le logiciel calcule l'érosion à l'intérieur de la brèche à l'aide de la formule d'Engelung-Hansen (formule d'érosion par charriage), adaptée aux particules rencontrées dans les ouvrages en remblai.

De même que pour l'état hydraulique initial, le mode de rupture et la cinétique associée ne sont, a priori, pas complètement connus. Les principes retenus sont décrits ci-dessous, ils ont été choisis de façon à constituer des « hypothèses conservatives ».

L'expérience montre que les ouvrages en remblais de tous types sont supposés se rompre de façon « progressive ». Deux types de ruptures pourraient être envisagés : par déversement érosif ou par phénomène de renard. Le mode de rupture retenu comme le plus souvent critique est une rupture par renard se formant au pied de la zone où l'ouvrage a la plus grande hauteur (généralement dans l'axe du thalweg).

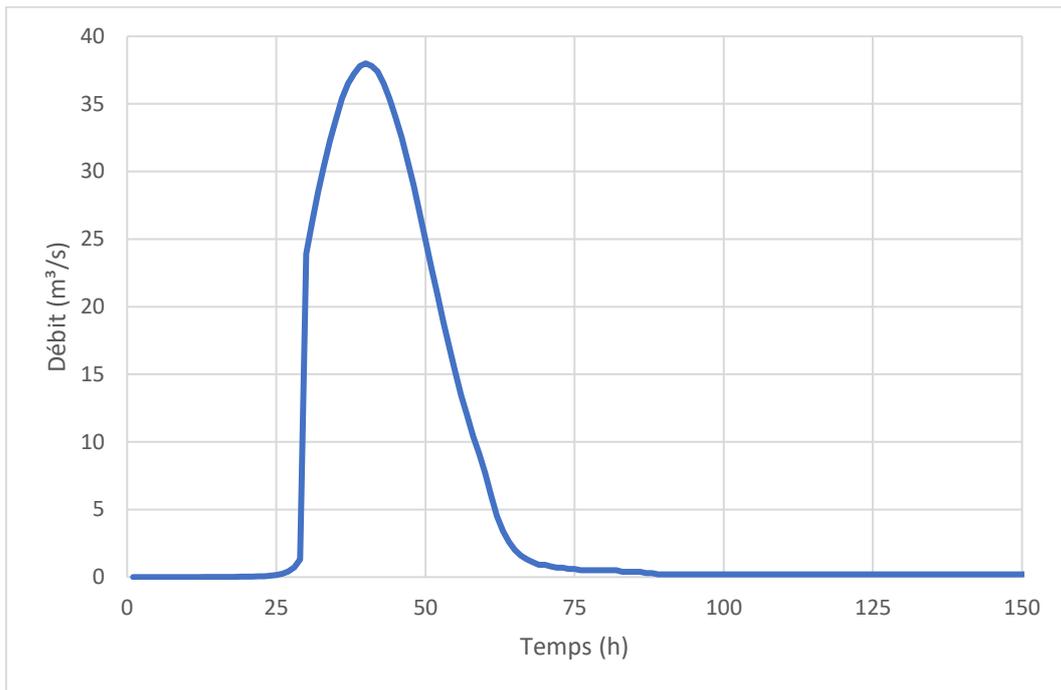
C'est ce dernier mode de rupture qui a été retenu dans le cas de la présente étude.

L'hydrogramme de rupture se déduit de l'état initial de la retenue, de l'hydrologie entrante et du mode de rupture de l'ouvrage. Il sera déterminé à l'aide du module DAMBREAK du logiciel MIKE FLOOD.

La modélisation de la rupture s'est appuyée sur :

- Les différentes caractéristiques du barrage : type de matériaux, caractéristiques dimensionnelles, etc.
- Les caractéristiques de l'érosion interne : cote d'apparition et typologie (renard hydraulique),
- Les caractéristiques maximales de la brèche formée (largeur maximale de 20 m, pente de 1H/1V),
- Les caractéristiques hydrauliques en amont :  $N(Q100) = 72,00$  mNGF

Le débit de pointe maximal transitant par la brèche formée est de  $38 \text{ m}^3/\text{s}$ . L'hydrogramme est donné sur la figure suivante.



**Figure 34 : Hydrogramme de rupture du barrage de Beaugies**

La configuration de la vallée de la Verse à l'aval de l'ouvrage de Beaugies conduit à une propagation lente de l'onde de rupture et à une atténuation du débit de pointe de celle-ci. En effet, de nombreux remblais transversaux (RD572, chemins agricoles par exemple) et la configuration du lit majeur provoquent un écrêtement de l'onde de rupture et en freinent la propagation.

De ce fait, l'impact de l'onde de crue cesse d'être ressentie à partir de Muirancourt. On retrouve alors un niveau d'inondation semblable à celui existant à l'état actuel, sur Noyon en particulier.

L'onde de rupture arrivera dans le centre-ville de Guiscard en environ 1h30. L'onde aura une vitesse de 2,1 m/s maximum et induira une hauteur d'eau maximale d'environ 1,4 m. 183 bâtiments sont présents dans la zone potentiellement impactée par l'onde de rupture sur la commune de Guiscard.

Concernant la Ferme de l'Etang de Bœuf, la hauteur d'eau maximale attendue en cas de rupture est de 80 cm au droit des bâtiments et la vitesses sera de 2 m/s maximum.

La carte suivante présente, en aval du barrage de Beaugies, le niveau de dangerosité des venues d'eau (hauteurs d'eau attendues) et la durée de propagation de l'onde de rupture :

ENTENTE OISE AISNE  
 Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement de deux ouvrages écrêteurs des crues de la Verse  
 Etude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies  
 A96200D

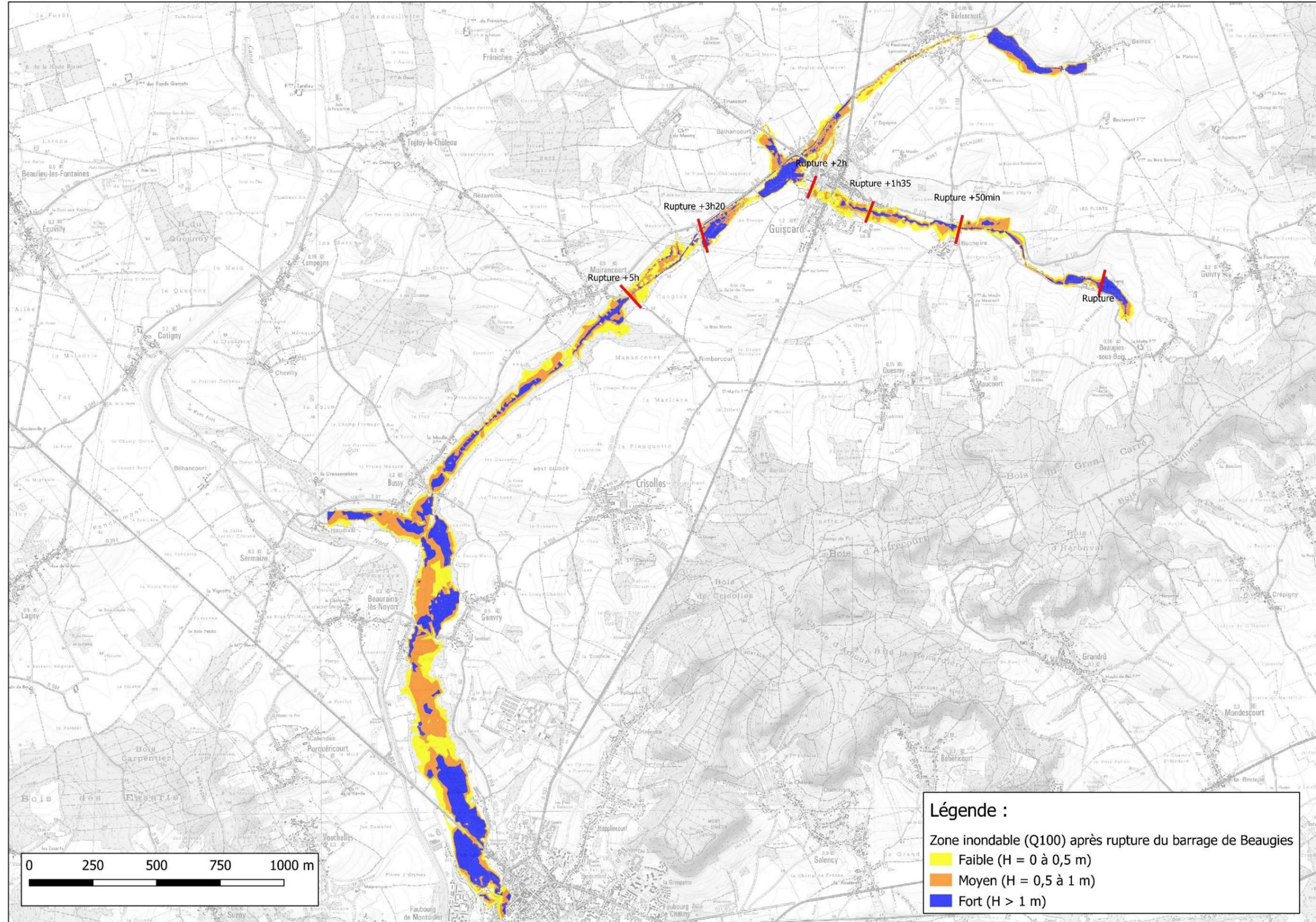


Figure 35 : Rupture du barrage de Beaugies – Dangerosité des venues d'eau et durée de propagation de l'onde de rupture

## **4. Cartographie**

### **4.1. Carte administrative**

La carte administrative représentant les communes et la zone protégée est présentée en Figure 10 en page 20.

### **4.2. Cartes des venues d'eau dans la zone protégée**

Les cartes des venues d'eau dans la zone protégée qualifiant la dangerosité des venues d'eau pour chaque scénario du paragraphe 3.5 sont présentés sur les figures suivantes :

- Figure 30 en page 56 pour le scénario prenant en compte l'aléa qui correspond au niveau de protection quand l'aménagement hydraulique fonctionne nominalement,
- Figure 31 en page 57 pour le scénario prenant en compte l'aléa qui correspond au niveau de protection quand l'aménagement hydraulique fonctionne nominalement et examine les conséquences de l'indisponibilité totale de l'aménagement hydraulique,
- Figure 32 en page 58 pour le scénario prenant en compte l'aléa qui correspond au niveau de protection quand l'aménagement hydraulique fonctionne nominalement et examine les conséquences d'une réduction significative de la capacité de stockage de l'aménagement hydraulique (indisponibilité partielle),
- Figure 33 en page 59 pour le scénario supposant que l'aménagement hydraulique n'est plus efficace en raison de la saturation de sa capacité de stockage sous l'effet d'un aléa significativement plus important que celui correspondant au niveau de protection.
- Figure 35 en page 62 pour le scénario de rupture du barrage par érosion interne en cas de crue de période de retour 100 ans.

### **4.3. Format des cartes**

La carte administrative et les cartes des venues d'eau dans la zone protégée sont disponibles au format papier A3 dans les pages suivantes ainsi qu'en format numérique (format .jpg) par les fichiers numériques accompagnant la présente étude de dangers.

ENTENTE OISE AISNE  
 Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement de deux ouvrages écrêteurs des crues de la Verse  
 Etude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies  
 A96200D

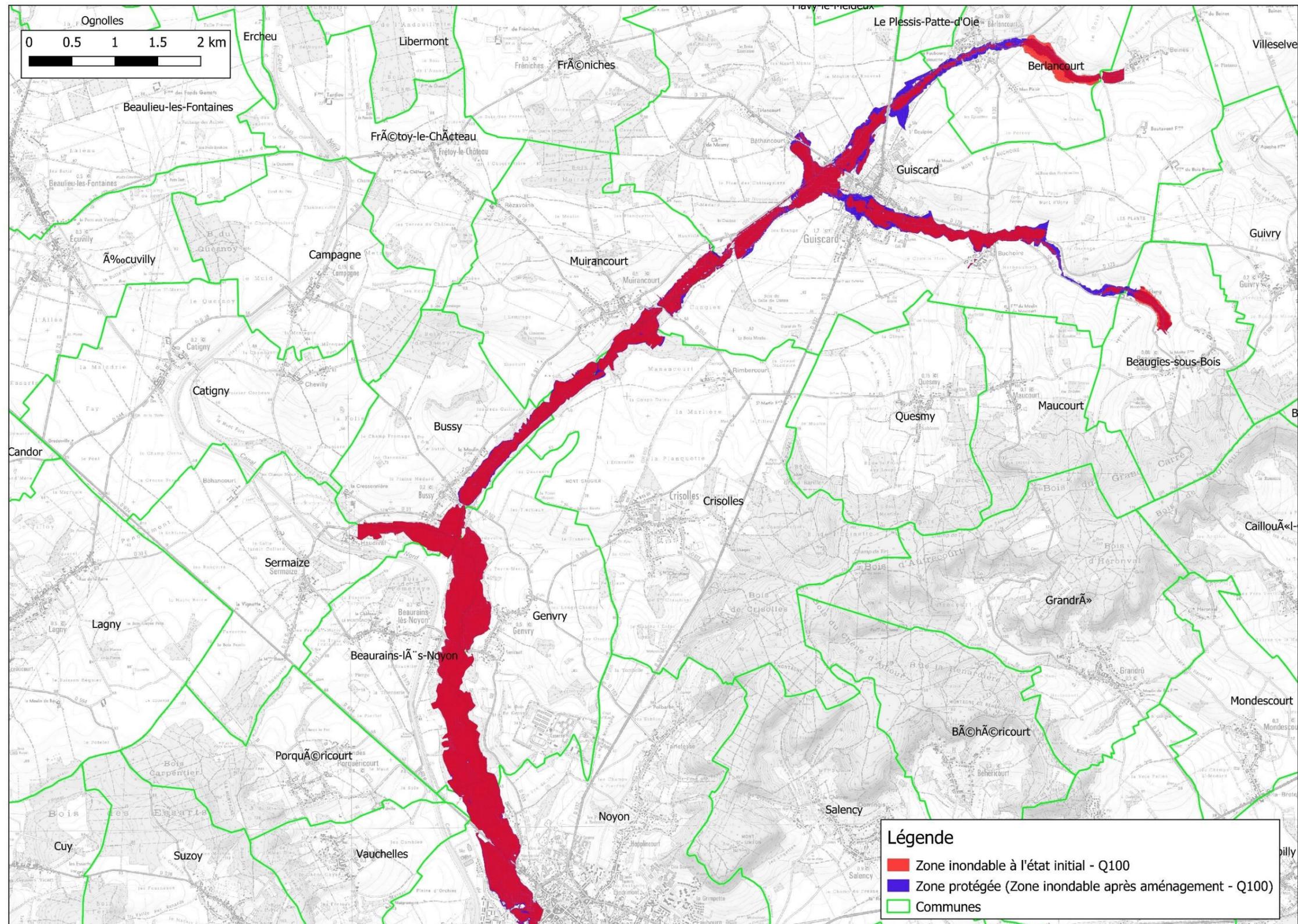


Figure 36 : Communes et zone protégée par l'aménagement hydraulique de Beaugies

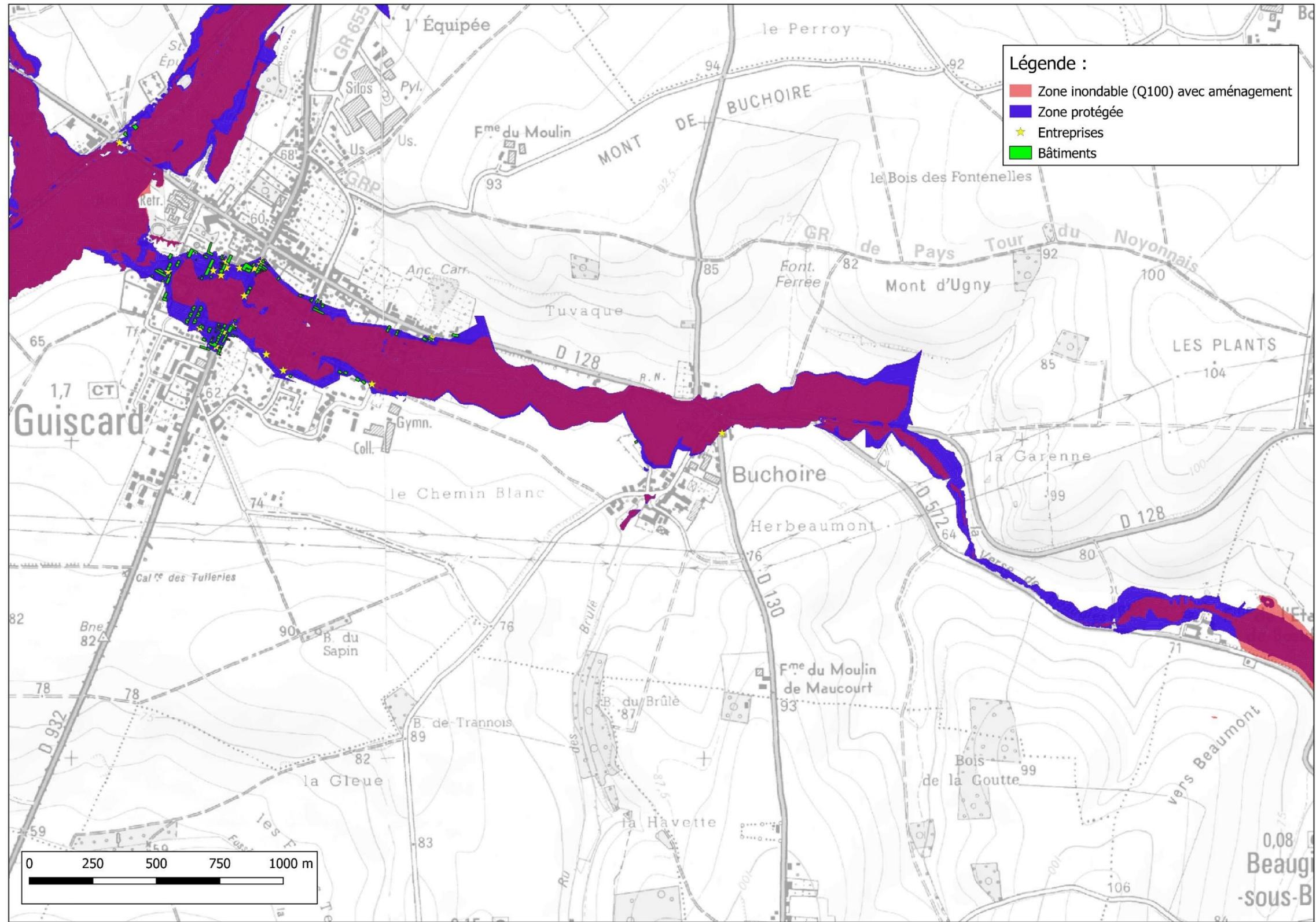


Figure 37 : Zone protégée en aval de l'aménagement hydraulique de Beaugies

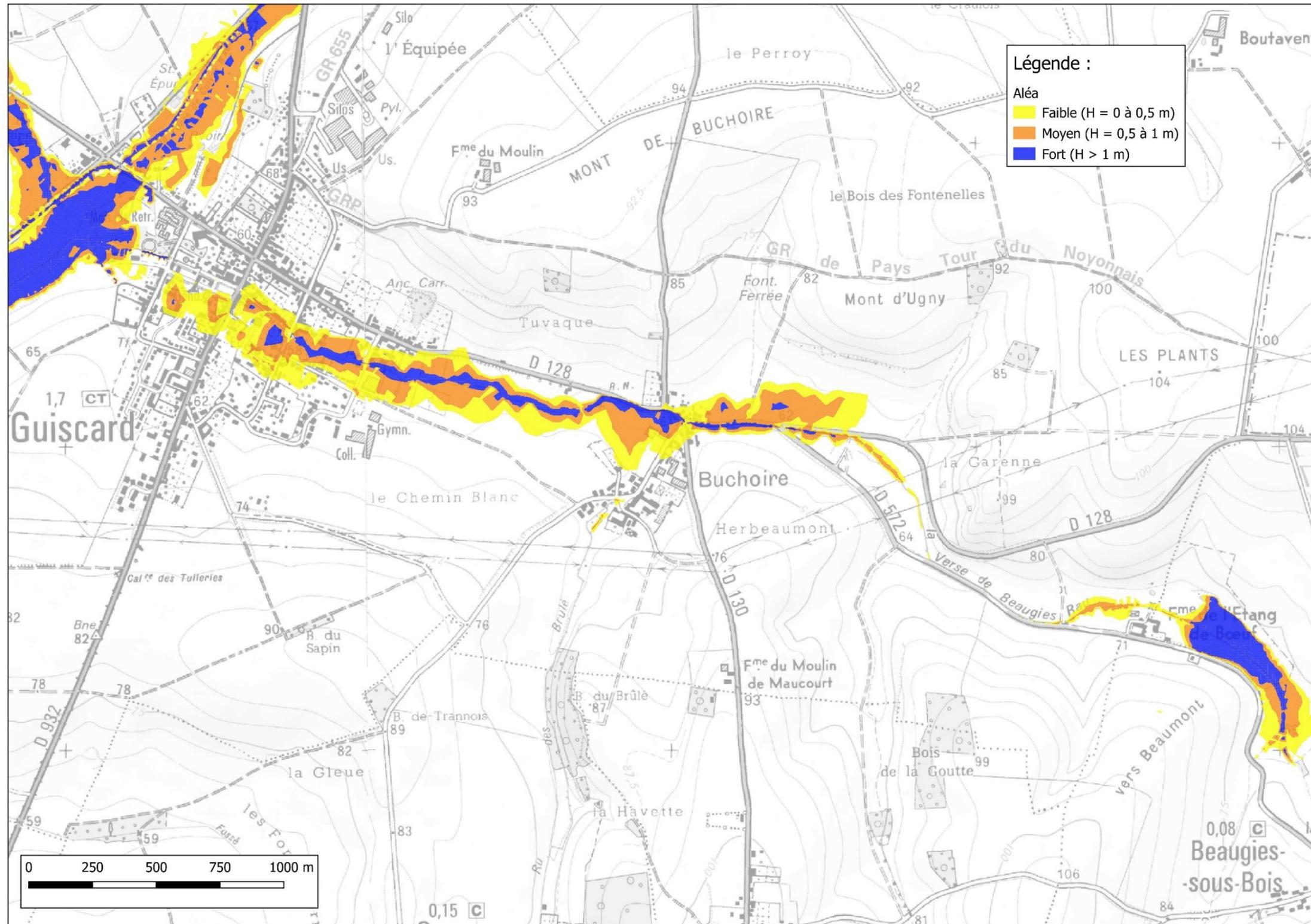


Figure 38 : Crue de 100 ans avec barrage en fonctionnement nominal – Dangersité des venues d'eau

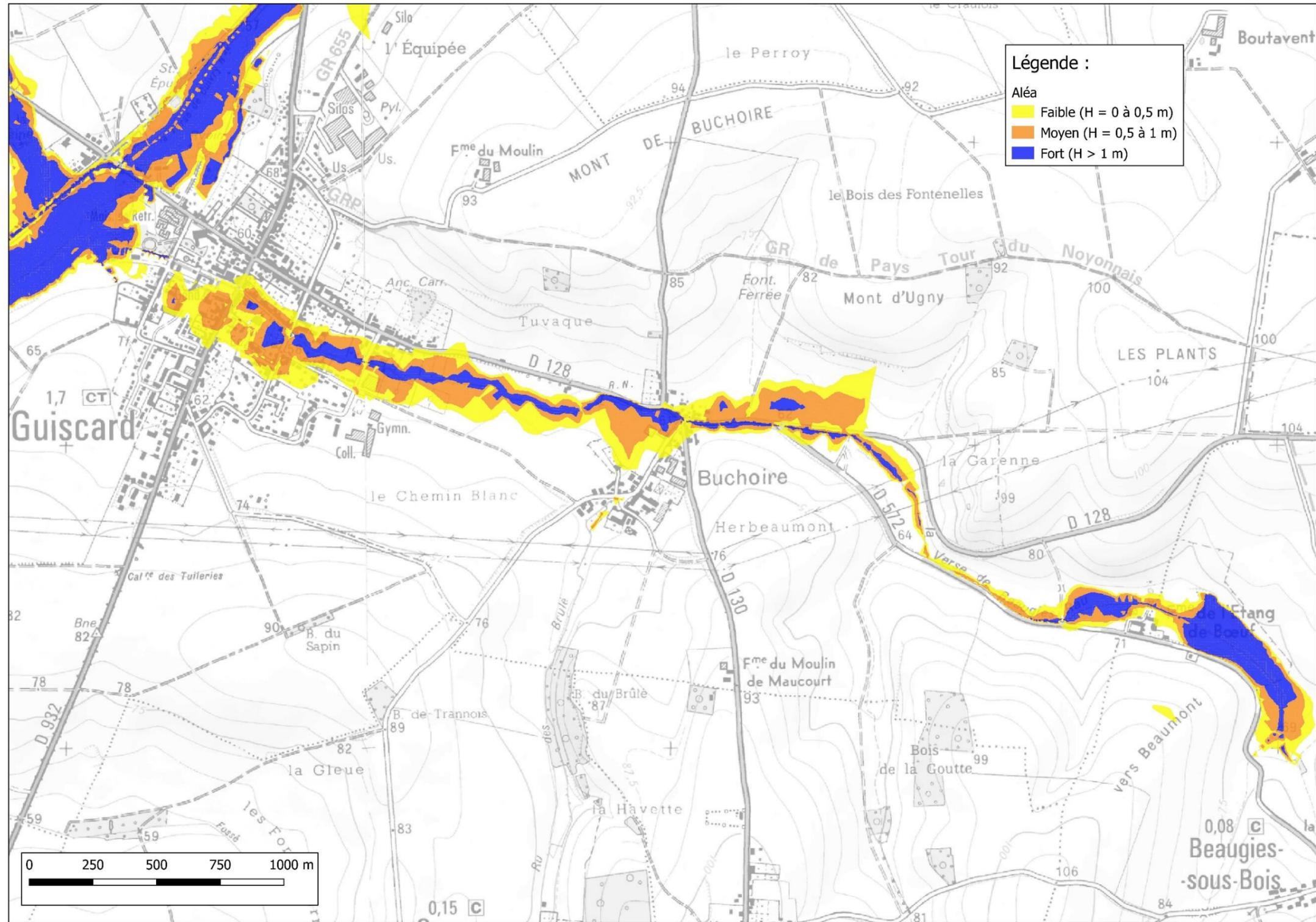


Figure 39 : Crue de 100 ans avec barrage plein – Dangers des venues d'eau

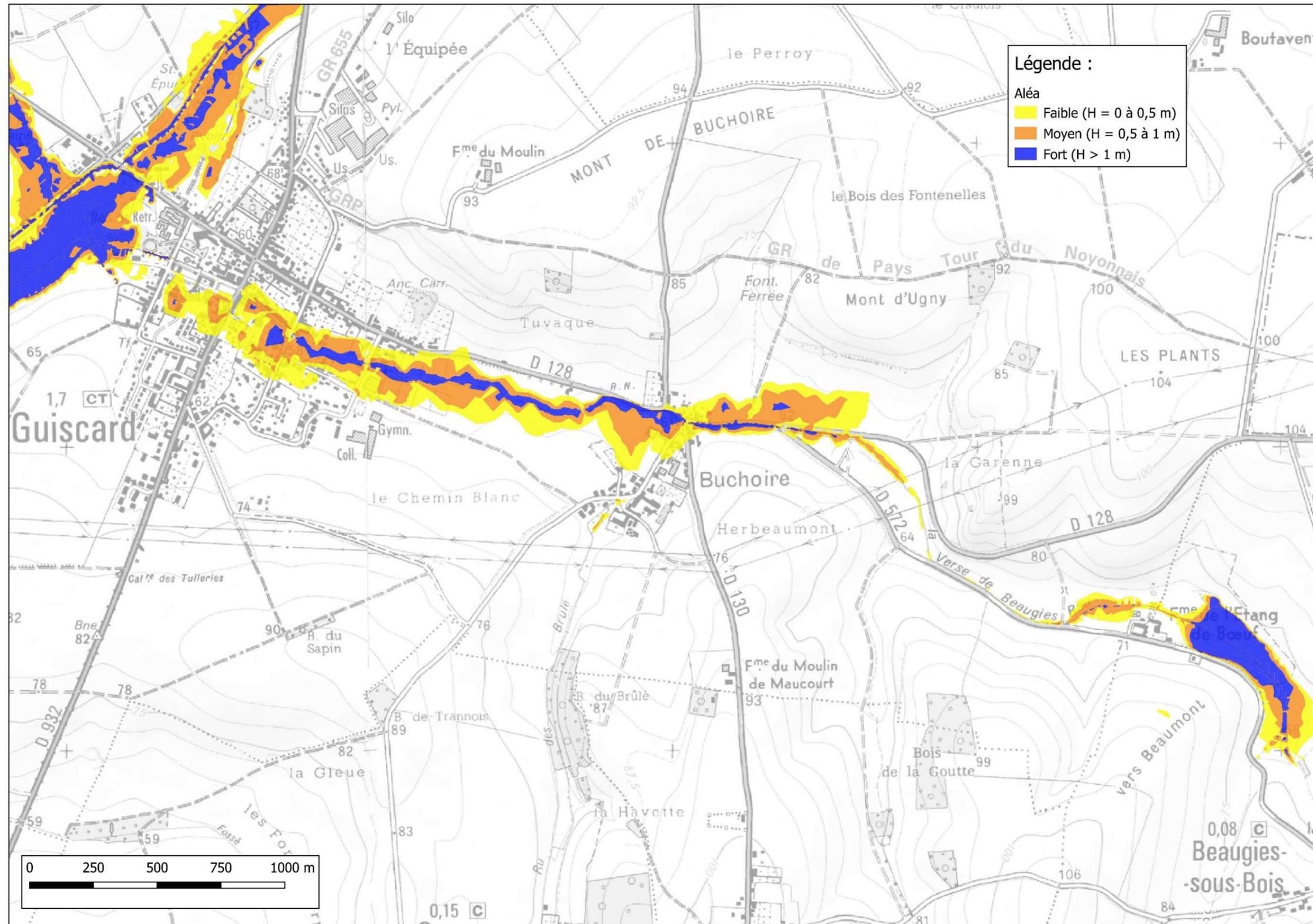


Figure 40 : Crue de 100 ans avec barrage partiellement indisponible – Dangérosité des venues d'eau

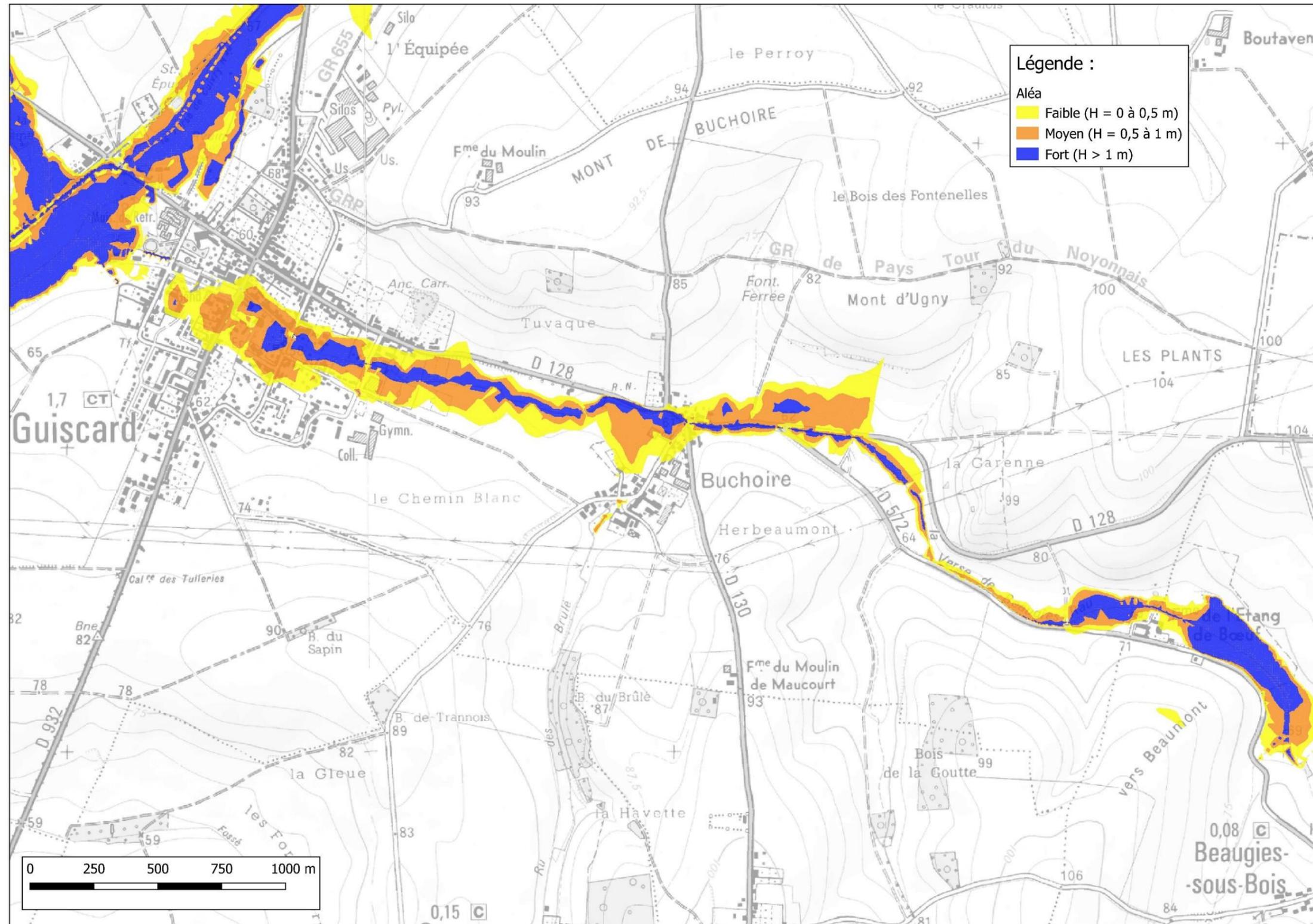


Figure 41 : Crue de 500 ans avec barrage disponible – Dangersité des venues d'eau

ENTENTE OISE AISNE  
 Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement de deux ouvrages écrêteurs des crues de la Verse  
 Etude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies  
 A96200D

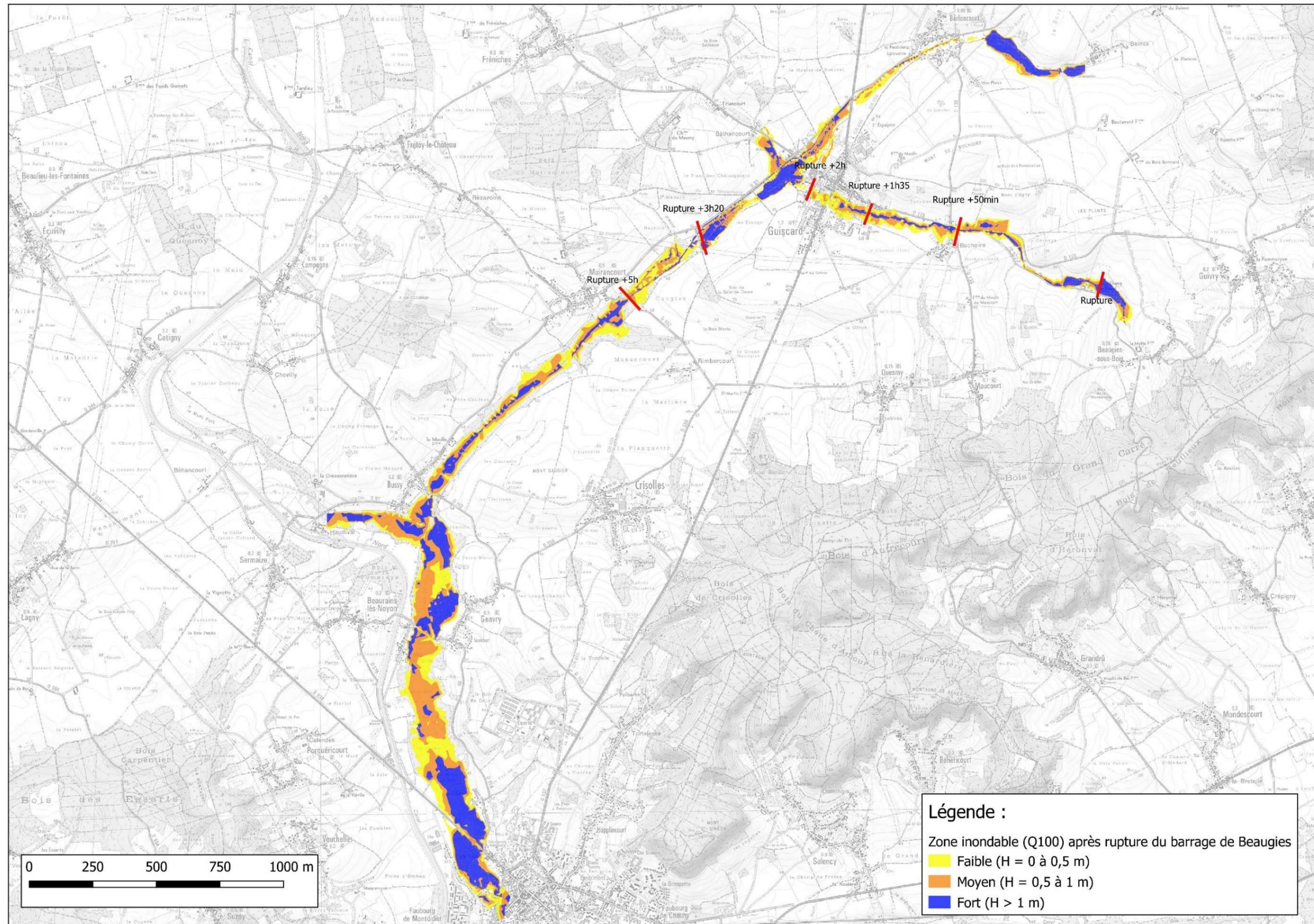


Figure 42 : Rupture du barrage de Beaugies – Dangers des venues d'eau et durée de propagation de l'onde de rupture

### **Observations sur l'utilisation du rapport**

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne saurait engager la responsabilité de celle-ci, Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

## **Rapport**

---

Titre : Mission de maîtrise d'œuvre relative à l'aménagement d'ouvrages écrêteurs de crues de la Verse (60) - Étude de dangers de l'aménagement hydraulique de Beaugies

Numéro et indice de version : A96200/vD

Date d'envoi : Janvier 2019

Nombre d'annexes dans le texte : 0

Nombre de pages : 70

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. *client*

1 ex. *service de documentation*

## **Client**

---

Coordonnées complètes : Entente Oise-Aisne  
11 cours Guynemer  
60200 COMPIEGNE  
Téléphone : 03.44.38.83.83

Nom et fonction des interlocuteurs : *Marjorie ANDRE, Directrice de l'appui aux territoires*

## **Antea Group**

---

Unités réalisatrices : NINF/IEAU

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

*Interlocuteur commercial : Stéphane HEUDE*

*Responsable du projet : Stéphane HEUDE*

*Auteur : Bénédicte MANGEZ*

## **Qualité**

---

Contrôlé par : *Stéphane HEUDE*

Date : Novembre 2018 - version A

Décembre 2018 – Version B

Janvier 2019 – Version C

Février 2019 – version D

N° du projet : PICP140182

Références et date de la commande :

**Mots-clés** : ETUDE DE DANGERS, BARRAGE, AMENAGEMENT HYDRAULIQUE, MODELISATION