



Etablissement public du Ministère chargé du développement durable

Etude co-financée par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie

## Etude hydraulique sur le bassin versant topographique amont au captage d'alimentation en eau potable à Holnon

### RAPPORT D'ETUDE



24 MAI 2019



➤ **Chargé de projet et rédacteur d'étude à V2R Ingénierie & Environnement :**

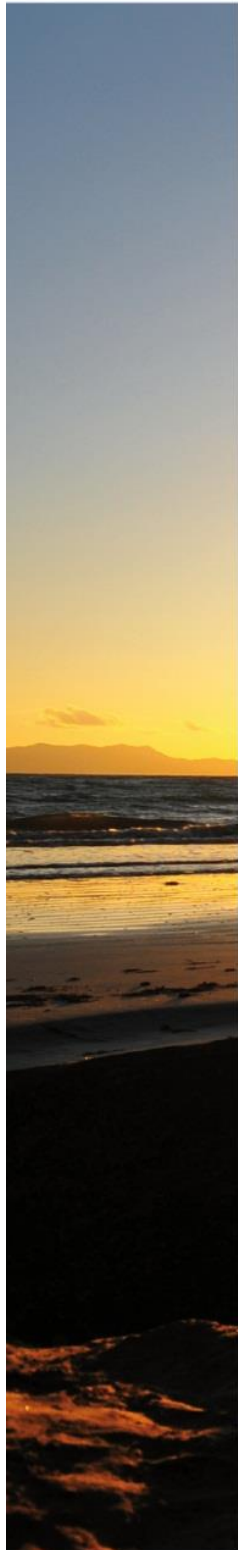
- Mickaël LOOTENS – Ingénieur hydraulicien / environnement
- Numéro de dossier : 888-1/ENV



INGÉNIERIE & ENVIRONNEMENT

48BIS Route de Desvres  
BP950  
62280 Saint-Martin-Boulogne Cédex

Tél. : 03 21 10 42 42  
Fax. : 03 21 10 42 43  
Courriel : [contact@v2r.fr](mailto:contact@v2r.fr)



<b>1. NOM DU MAÎTRE D'OUVRAGE .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJET DU DOSSIER.....</b>	<b>7</b>
<b>3. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>9</b>
<b>4. ETAT DES LIEUX GENERAL .....</b>	<b>11</b>
4.1 Données d'ordre général concernant le bassin versant étudié.....	11
4.1.1 Généralités .....	11
4.1.2 Topographie.....	12
4.1.3 Géologie .....	14
4.1.4 Hydrogéologie.....	16
4.1.5 Données hydrographiques générales : qualité et objectifs de qualité des eaux superficielles ...	20
4.1.6 Débits caractéristiques sur les bassins versants étudiés .....	22
4.1.7 Risques d'inondations.....	22
<b>4 CLIMATOLOGIE.....</b>	<b>23</b>
4.1 Généralités .....	23
4.2 Evolution des pluies depuis 20 ans .....	25
4.3 Pluies journalières et coefficients de Montana .....	30
4.4 Perspectives à long terme liées au changement climatique .....	31
<b>5 ANALYSE DE L'OCCUPATION DES SOLS.....</b>	<b>34</b>
5.1 Photographies aériennes de différentes époques .....	34
5.2 Documents d'urbanismes .....	37
5.3 Analyse des données Corine Land Cover .....	38
5.4 Analyse de l'occupation du sol actuelle (2018).....	39
<b>6. ANALYSE HYDROGRAPHIQUE DETAILLEE .....</b>	<b>41</b>
6.1 Localisation des ouvrages hydrauliques existants sur le bassin versant .....	41
6.2 Réseau de collecte des eaux pluviales.....	47
6.3 Observations des problèmes d'érosion et de ruissellement sur le bassin versant.....	47
<b>7. CALCULS DES TEMPS DE CONCENTRATION ET COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENTS.....</b>	<b>49</b>
<b>8. MODELISATION HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE .....</b>	<b>51</b>
8.1 Méthodologie d'élaboration du modèle.....	51
8.1.1 Généralités sur le modèle utilisé.....	51
8.1.2 Données techniques utilisées pour la construction du modèle d'écoulement .....	52

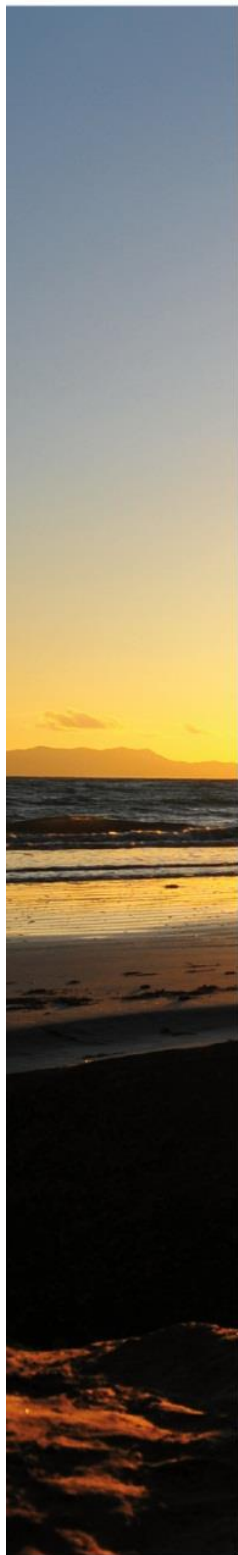
8.1.3	Données pluviométriques utilisées pour le calage du modèle et pluies de projet .....	53
8.1.4	Principe de la modélisation hydrologique.....	55
8.1.5	Principe de la modélisation hydraulique .....	56
8.1.6	Risques d'erreur et paramètres de calage .....	56
8.2	Construction du modèle.....	57
8.3	Résultats de la modélisation.....	59
<b>9.</b>	<b>PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS .....</b>	<b>68</b>
9.1	Premier niveau d'action : lutte contre l'érosion et le ruissellement à l'échelle agronomique et parcellaire .....	68
9.2	Deuxième niveau d'action : hydraulique douce et lutte contre l'érosion et le ruissellement à l'échelle du sous-bassin versant .....	69
9.3	Troisième niveau d'action : rétention/infiltration des ruissellements pluviaux le plus en amont possible.....	73
9.3.1	Généralités .....	73
9.3.2	Optimisation du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles.....	73
9.3.3	Création d'un bassin de décantation/infiltration à l'exutoire du réseau pluvial d'Holnon .....	76
9.4	Quatrième niveau d'action : éviter la stagnation d'eau dans le PPR du captage.....	78
9.5	Résultats de la simulation du scénario d'aménagement proposé.....	79
<b>10.</b>	<b>ESTIMATION DU COÛT DU SCENARIO PROPOSE / SUBVENTIONS .....</b>	<b>83</b>
<b>11.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>86</b>



# LISTE DES DOCUMENTS

## LISTE DES DOCUMENTS :

<b>Document n° 1</b> : Localisation du bassin versant objet de l'étude hydraulique .....	8
Document n° 2 : Carte du périmètre du SAGE de la Haute Somme .....	11
<b>Document n° 3</b> : Carte topographique du bassin versant étudié .....	12
<b>Document n° 4</b> : Pentés des versants au sein du bassin versant du captage d'Holnon .....	13
<b>Document n° 5</b> : Carte géologique du BRGM au 1/50000 <sup>ème</sup> .....	14
<b>Document n° 6</b> : Localisation et coupe lithologique de l'essai de perméabilité au nord d'Holnon (source : FONDASOL) .....	15
<b>Document n° 7</b> : Carte piézométrique de la nappe de la Craie (source : SB2O) .....	16
<b>Document n° 8</b> : Masse d'eaux souterraines de la craie de la Valle de la Somme Amont et objectifs de qualité inscrits au S.D.A.G.E. (extrait du S.D.A.G.E.) .....	17
<b>Document n° 9</b> : Implantation cadastrale du captage d'eaux souterraines d'Holnon .....	18
<b>Document n° 10</b> : Localisation et périmètres de protection proposés en 1996 par l'hydrogéologue agréé M. Caudron pour le captage d'eaux souterraines d'Holnon .....	19
<b>Document n° 11</b> : Bassin versant de la Somme Amont : masse d'eau de surface (extrait du S.D.A.G.E.) .....	20
<b>Document n° 12</b> : Bilan de la masse d'eau de surface « l'Omignon » (source : Agence de l'Eau Artois-Picardie) .....	21
<b>Document n° 13</b> : Qualité de la masse d'eau de surface « l'Omignon » à Devise, en 2015 (source : Agence de l'Eau Artois-Picardie) .....	22
<b>Document n° 14</b> : Températures moyennes mensuelles à Saint-Quentin (norme 1981-2010) 23	
<b>Document n° 15</b> : Occurrences de chaleur à Saint-Quentin (période 1973-2018) – source : www.infoclimat.fr .....	23
<b>Document n° 16</b> : Régime pluviométrique moyen mensuel à Saint-Quentin (norme 1981-2010) .....	24
<b>Document n° 17</b> : Occurrences de précipitations à Saint-Quentin (période 1975-2018) – source : www.infoclimat.fr .....	24
<b>Document n° 18</b> : Evolution des cumuls mensuels à Saint-Quentin depuis 1999. ....	25
<b>Document n° 19</b> : Evolution des cumuls maximum sur 24 heures à Saint-Quentin depuis 1999. ....	26
<b>Document n° 20</b> : Evolution des cumuls maximum sur 5 jours glissants à Saint-Quentin depuis 1999. ....	27
<b>Document n° 21</b> : Evolution des fréquences d'apparition de pluies modérées à Saint-Quentin depuis 1999. ....	28
<b>Document n° 22</b> : Evolution des fréquences d'apparition de pluies intenses à Saint-Quentin depuis 1999. ....	29
Document n° 23 : Projection d'indicateurs climatiques – précipitations moyennes mensuelles en été à long terme (source : SRCAE Picardie 2020-2050).....	32
<b>Document n° 24</b> : Photographie aérienne du secteur étudié en 1965 .....	34
<b>Document n° 25</b> : Photographie aérienne du secteur étudié en 2006 .....	35
<b>Document n° 26</b> : Photographie aérienne du secteur étudié en 2013 .....	36
<b>Document n° 27</b> : Photographie aérienne du secteur étudié en 2018 .....	37
<b>Document n° 28</b> : Présentation du Corine Land Cover .....	38
<b>Document n° 29</b> : Principaux types d'occupation du sol en 2018 sur les sous-bassins versants étudiés.....	40
<b>Document n° 30</b> : Emplacement du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles et zone de collecte pluviale concernée.....	42



<b>Document n° 31</b> : Bassin versant naturel en amont du busage sous la route départementale, au nord-ouest d’Holnon.....	44
<b>Document n° 32</b> : Zone dépressionnaire inondable en amont du captage d’eau potable .....	46
<b>Document n° 33</b> : Carte de synthèse du réseau d’assainissement pluvial de la partie Nord d’Holnon .....	48
<b>Document n° 34</b> : Pluies de projet utilisées dans le modèle hydrologique .....	53
<b>Document n° 35</b> : Pluie réelle utilisée dans le modèle hydrologique .....	54
Document n° 36 : Schéma du modèle hydraulique. ....	57
Document n° 37 : Schéma du modèle hydraulique : zoom sur la partie urbanisée. ....	58
<b>Document n° 38</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 10 ans .....	60
<b>Document n° 39</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 10 ans – zoom sur la partie urbanisée.....	61
<b>Document n° 40</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 20 ans .....	62
<b>Document n° 41</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 20 ans – zoom sur la partie urbanisée.....	63
<b>Document n° 42</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 100 ans .....	64
<b>Document n° 43</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 100 ans – zoom sur la partie urbanisée.....	65
<b>Document n° 44</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue du 16 août 2010.....	66
<b>Document n° 45</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue du 16 août 2010 – zoom sur la partie urbanisée .....	67
<b>Document n° 46</b> : Mise en place de dispositifs d’hydraulique douce en amont du captage du côté de la Vallée Ranaudière.....	69
<b>Document n° 47</b> : Mise en place de bnahdes enherbées en bordure du fossé de fond de vallée (solution de base). ....	70
<b>Document n° 48</b> : Remplacement du fossé par une bande enherbée parcourant le fond de vallon au sein du PPE du captage (solution variante). ....	71
Document n° 49 : Travaux d’optimisation du fonctionnement du bassin de rétention de l’Allée des Hirondelles. ....	75
Document n° 50 : Création d’un complexe bassin de décantation / infiltration à l’exutoire du réseau pluvial d’Holnon.....	76
Document n° 51 : Schéma du complexe bassin de décantation / infiltration proposé à l’exutoire du réseau pluvial d’Holnon.....	77
Document n° 52 : Création d’un réseau de fossés et busages au sein du PPR du captage d’Holnon. ....	78
<b>Document n° 53</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 10 ans : comparaison avant / après aménagements.....	80
<b>Document n° 54</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 100 ans : comparaison avant / après aménagements.....	81
<b>Document n° 55</b> : Synoptique des débits caractéristiques de la crue du 16 août 2010 : comparaison avant / après aménagements.....	82

## 1. NOM DU MAÎTRE D'OUVRAGE

---



### MAIRIE D'HOLNON

Place de Vouvray

02 760 HOLNON

Tél. : 03 23 09 61 51

<http://www.mairie-holnon.fr/>

Courriel : [mairie-holnon2@wanadoo.fr](mailto:mairie-holnon2@wanadoo.fr)

## 2. OBJET DU DOSSIER

---

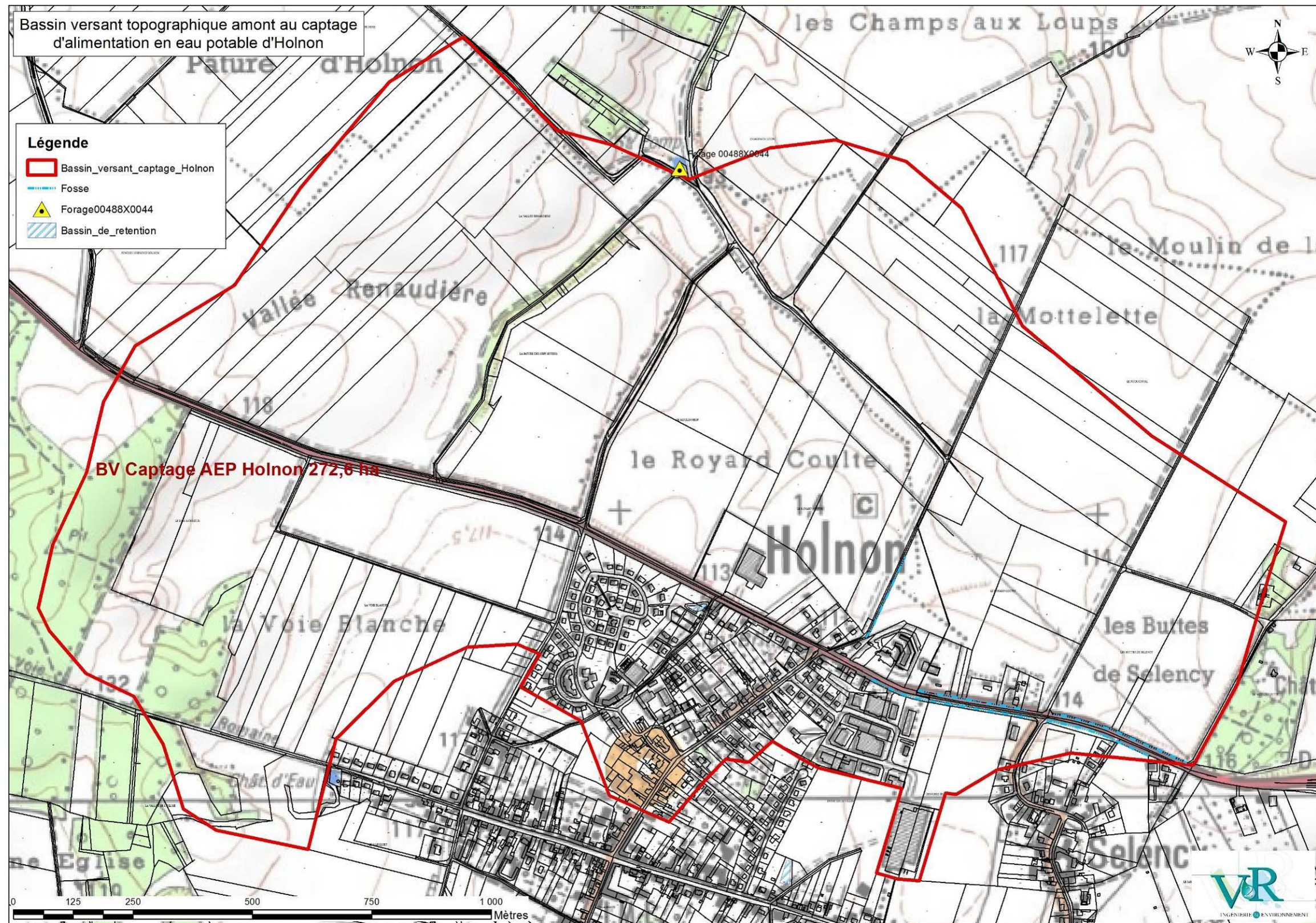
Le présent marché concerne la réalisation d'une étude hydraulique de lutte contre les inondations et le ruissellement sur le bassin versant topographique situé en amont du captage d'alimentation en eau potable d'Holnon. Le bassin versant s'étend sur environ 273 ha.

L'objectif final est d'aboutir à un programme de protection du captage par rapport aux risques de pollution des eaux souterraines.

### L'étude hydraulique comprend :

- considérer l'ensemble des apports amont (d'origine agricole, routiers, urbains,...) des bassins versants amont au captage,
- prendre en compte les ouvrages déjà réalisés sur les bassins versants,
- identifier les réseaux de collecte des eaux urbaines (fossés, canalisations...) à partir des données existantes et de visite de terrain,
- identifier les désordres hydrauliques de ces réseaux de collecte (les inspections télévisées éventuellement nécessaires ne sont pas comprises dans notre offre),
- proposer des scénarios de gestion des ruissellements,
- vérifier la conformité des exutoires des réseaux pluviaux avec les aménagements proposés,
- cartographier les cheminements des ruissellements pluviaux urbains existants et des cheminements projetés.





Document n° 1 : Localisation du bassin versant objet de l'étude hydraulique

### 3. BIBLIOGRAPHIE

✓ **ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE**

*Une étude hydrogéologique relative à l'exploitation du captage et la mise en place de ses périmètres de protection est en cours de réalisation par la société SB2O :*

INGÉNIERIE ENVIRONNEMENT

---

Demande d'autorisation : de dérivation des eaux, d'utilisation d'eau en vue de la consommation humaine, d'instauration des périmètres de Protection – Demande de déclaration d'utilité publique de l'ouvrage : 00488X0044/F.AEP à 1 000 m<sup>3</sup>/j sur la commune de

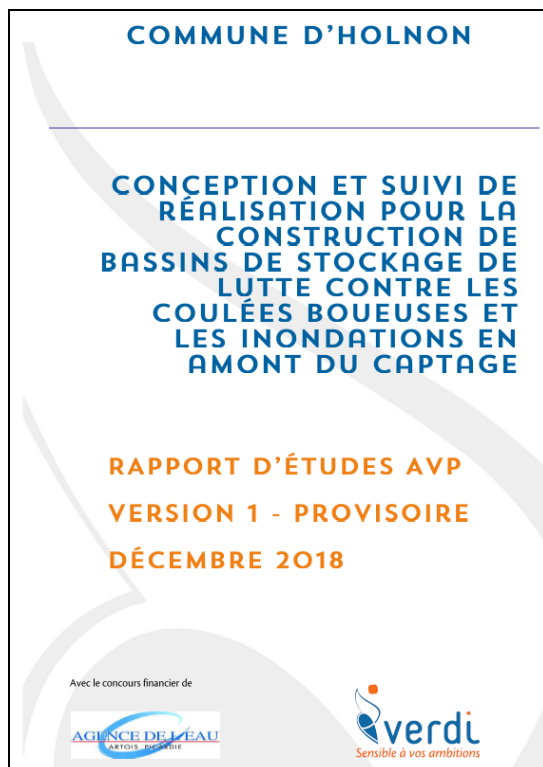
**HOLNON (02)**

Janvier 2019, R19\_178\_version2

---

✓ **RAPPORT D'ETUDES AVP – CONSTRUCTION D'UN BASSIN DE STOCKAGE DES EAUX PLUVIALES A HOLNON**

Etude hydraulique réalisée par VERDI jusqu'à l'AVP – version provisoire décembre 2018.



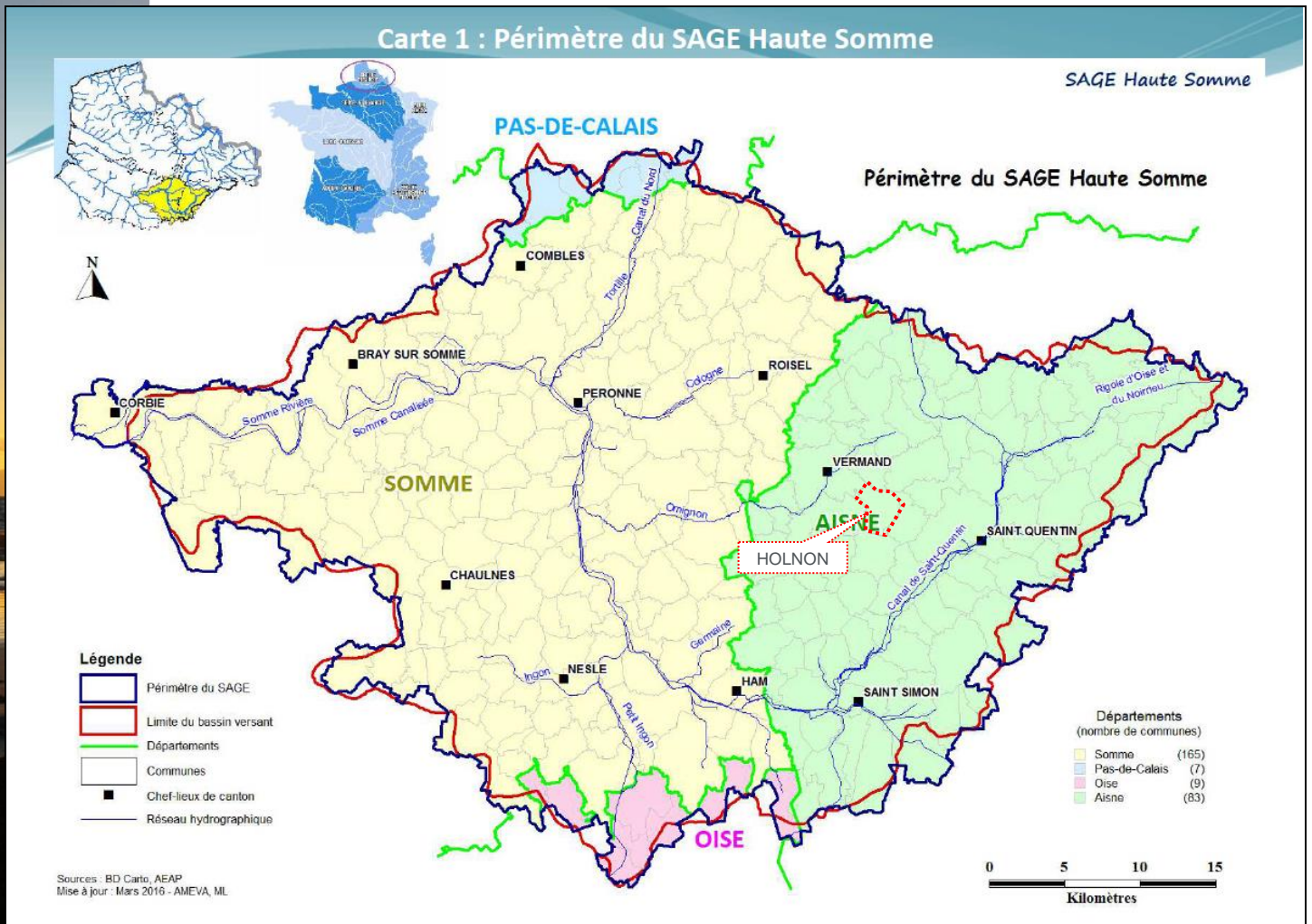
## 4. ETAT DES LIEUX GENERAL

### 4.1 Données d'ordre général concernant le bassin versant étudié

#### 4.1.1 Généralités

Situé dans le département de l'Aisne, le bassin versant étudié s'étend en amont du bassin versant de la Somme, à l'ouest de St-Quentin, et occupe une surface de 0,27 km<sup>2</sup>.

La partie nord de la commune d'Holnon s'étend au sein du sous-bassin versant de l'Omignon.



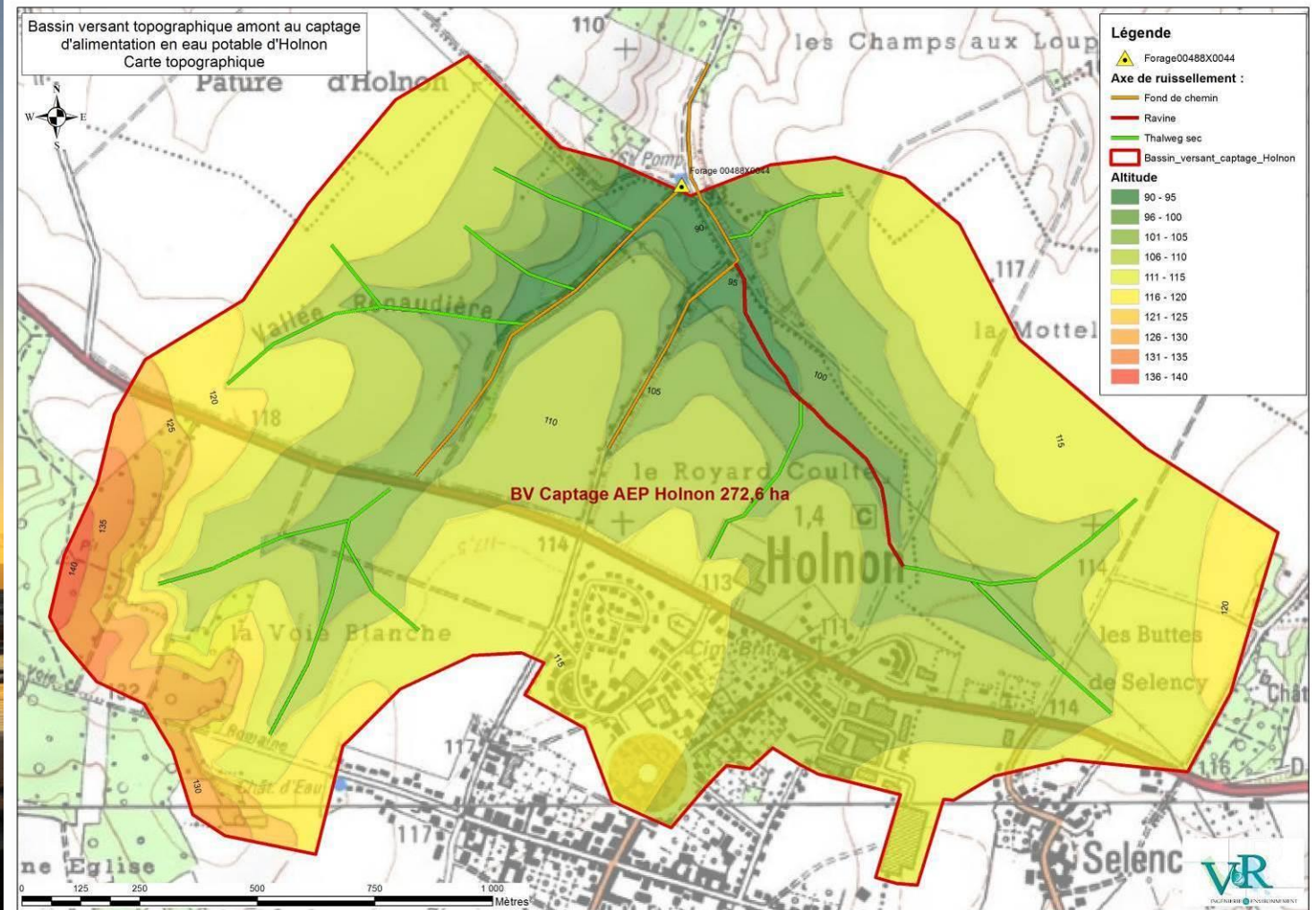
Document n° 2 : Carte du périmètre du SAGE de la Haute Somme

## 4.1.2 Topographie

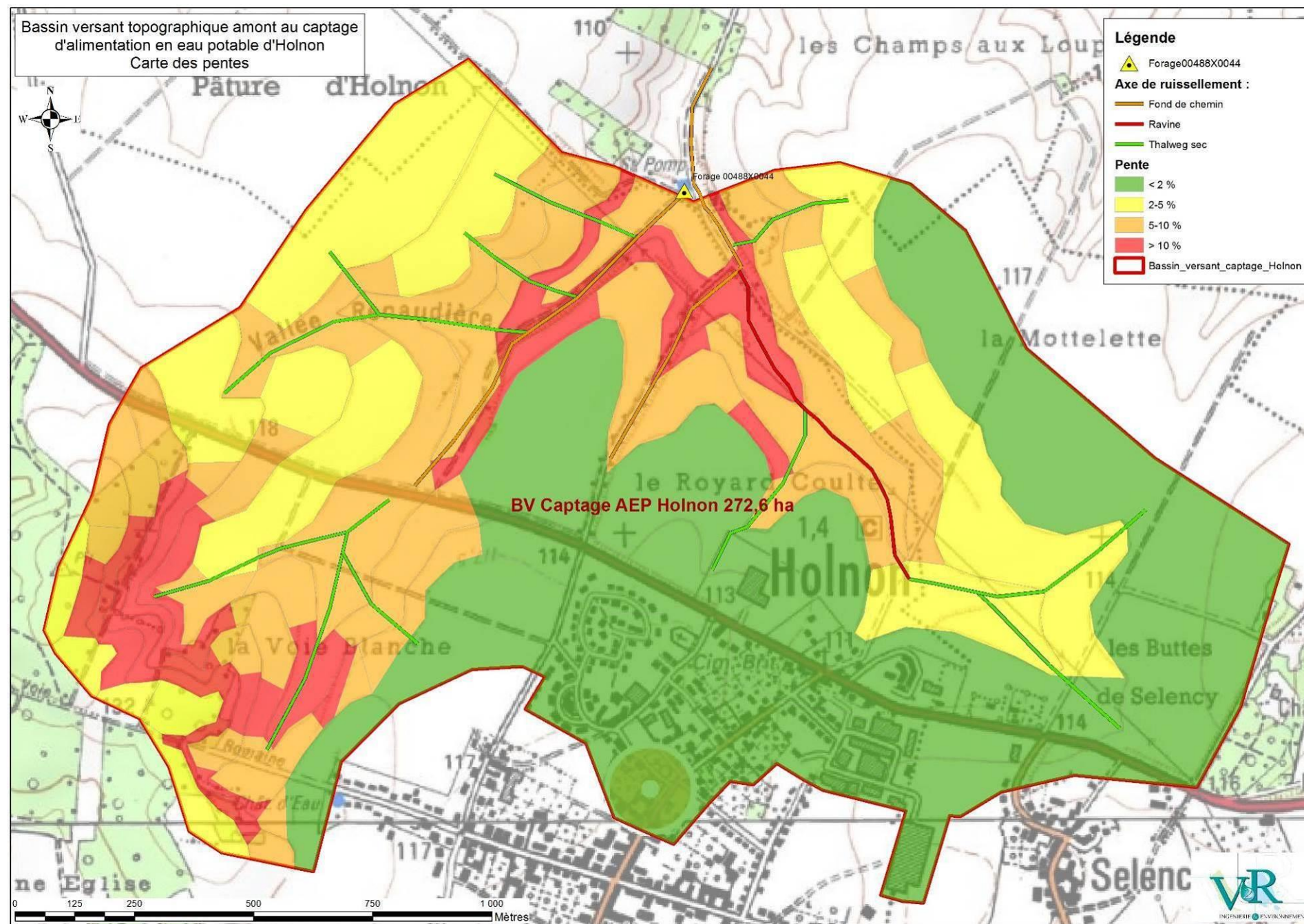
Les documents suivants présentent la topographie du bassin versant étudié.

La vallée de l'Omignon s'étend d'est en ouest et coupe le plateau crayeux, en une vallée avec des pentes modérées sur les parties basses, plutôt faibles sur les hauteurs.

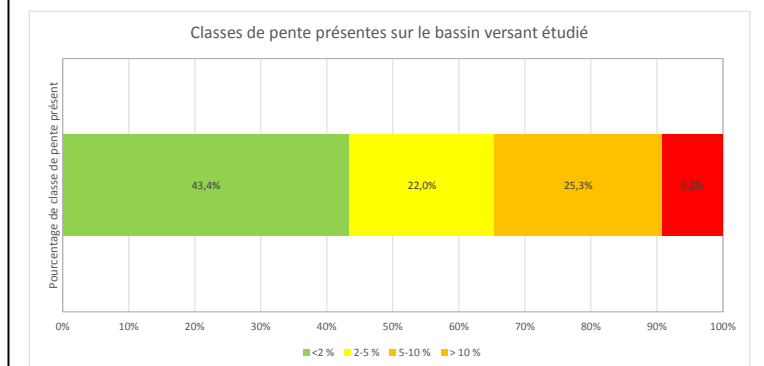
Le bassin versant étudié s'y étend en rive gauche (sud), sur une surface cumulée d'environ 273 ha.



Document n° 3 : Carte topographique du bassin versant étudié



**Synthèse des classes de pentes de terrains sur le bassin versant étudié :**



On remarque que près de la moitié du bassin versant est concernée par des pentes de terrain inférieures à 2%.

Les pentes situées au nord-ouest du bassin versant (Vallée Renaudière, Voie Blanche notamment) et les fonds de vallée ont une pente modérée (de l'ordre de 5 à 10% en moyenne). **Cette pente est théoriquement propice à l'amorçage de phénomènes d'érosion des sols et au ruissellement, mais d'autres facteurs entrent en compte tels que l'occupation du sol et la nature du sol.**

Sur la partie sud-est du bassin versant (qui comprend notamment toute la partie urbanisée), les pentes sont nettement plus faibles (inférieures à 2%). Ces pentes ne sont pas propices à la genèse de phénomènes d'érosion sur les terres cultivées.

*De manière générale, le témoignage de la commune indique qu'il n'y a pas (ou très peu) de phénomènes de ravinage sur les versants étudiés.*

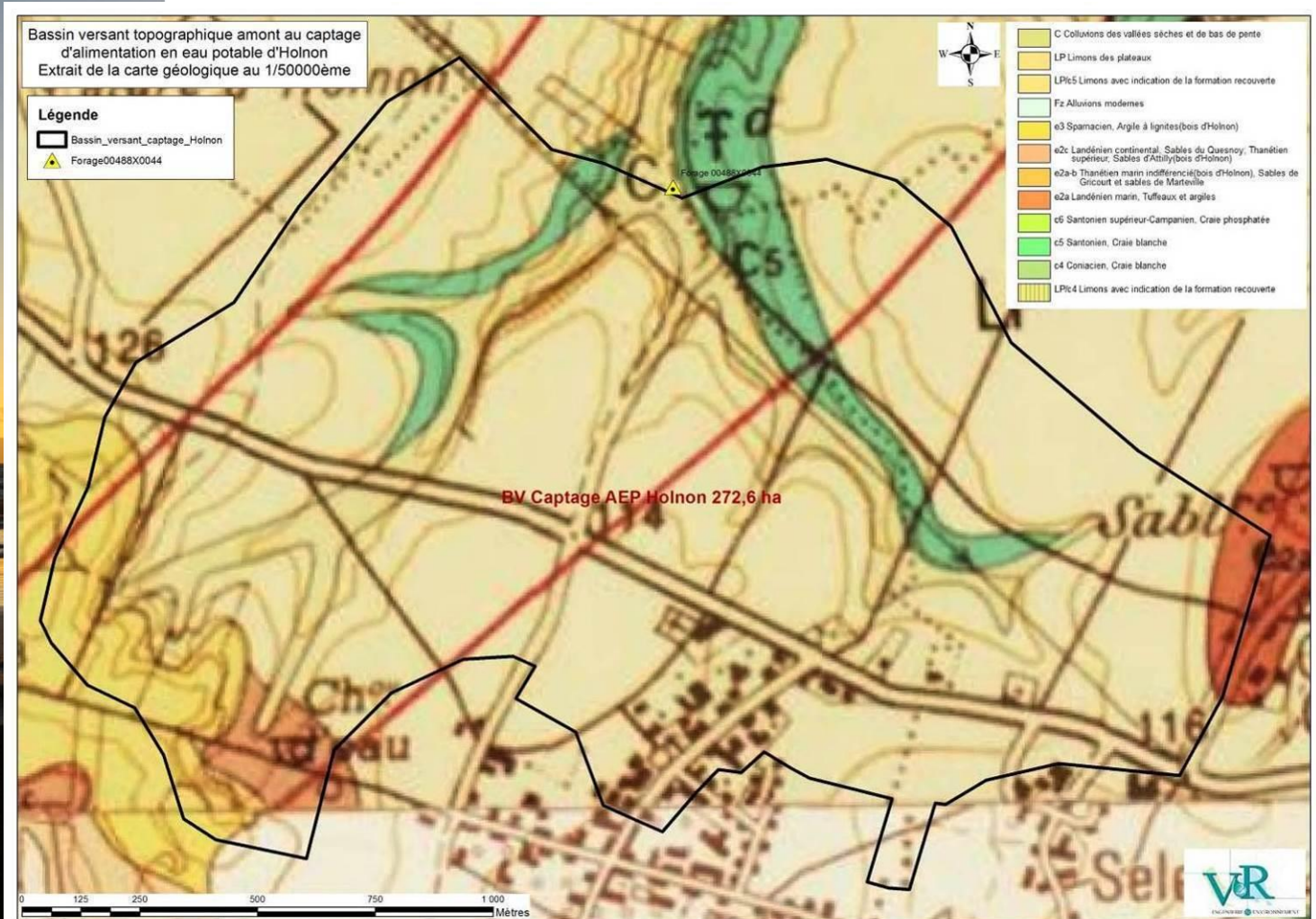
**Document n° 4 :** Pentes des versants au sein du bassin versant du captage d'Holnon

### 4.1.3 Géologie

Les documents ci-dessous présentent la carte géologique régionale au 1/50000<sup>ème</sup> du BRGM sur le secteur de Péronne, sur laquelle figurent le bassin versant étudié.

Au droit de ce secteur, affleurent les colluvions des vallées sèches et de bas de pente sur quelques mètres d'épaisseur. Cette formation repose sur la Craie du Séno-Turonien. Le substratum de la région du Vermandois est constitué par les marnes du Turonien moyen et inférieur : Dièves bleues ou vertes.

**La nature limoneuse des sols associée à une pente faible à modérée des terrains rend le secteur assez peu propice à la formation de phénomènes d'érosion et de ruissellement.**



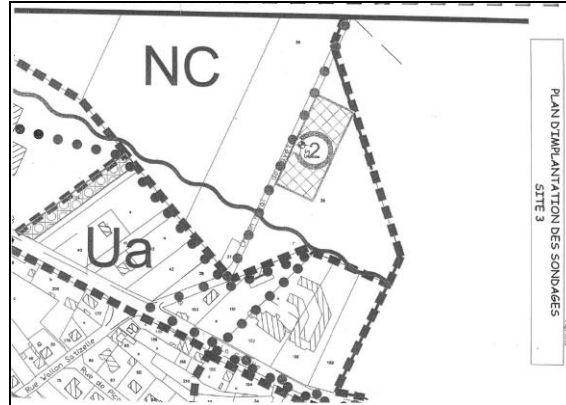
**Document n° 5 : Carte géologique du BRGM au 1/50000<sup>ème</sup>.**

**-> Perméabilités**

Les perméabilités sont supposées assez bonnes lorsqu'il s'agit de limons reposant sur de la craie. Elles peuvent cependant présenter de grandes variabilités selon le niveau de présence d'argiles dans les limons (poches de dissolutions par exemple).

Des essais de perméabilité ont été réalisés dans le cadre d'études hydrauliques préalables à l'aménagement de bassins de rétention d'eaux pluviales sur la partie urbanisée d'Holnon. Les perméabilités sont assez faibles entre 4 et 5 mètres de profondeur (entre  $1.10^{-6}$  m/s/m<sup>2</sup> et  $5.10^{-6}$  m/s/m<sup>2</sup>, ou encore entre 3,6 et 18 mm/h/m<sup>2</sup>), mais c'est suffisant pour contribuer à l'infiltration massive des eaux de pluie sauf dans le cas des rares événements très intenses ou des pluies longues hivernales qui ont préalablement saturés les sols. Ceci explique le peu de cours d'eau sur les vallons qui restent des « vallées sèches ». Nous considérerons ces valeurs comme représentatives du secteur étudié.

*Résultats des essais de perméabilité (extrait de l'étude FONDASOL) :*



Page 18/18

		<b>Essais d'eau à HOLNON</b>		n° affaire MR.060311		
		Date : 08/02/2007		Angle : 0		
				Profondeur : 0 - 6 m		
1/50		<b>Sondage : S3</b>		EXGTE 1.27.1		
Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Echantillons	Observations
0	Terre végétale silto-argileuse avec cailloutis, brique					
0.4 m						
0.8 m	Limon silto-argileux gris-brun					
1						
2	Limon silto-argileux brun-beige avec concrétions noires					
2.5 m						
3						
4	Craie blanchâtre					
5						
eau en fin de forage à 4.70m		4.7 m	Tailant à eau			

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

**Document n° 6** : Localisation et coupe lithologique de l'essai de perméabilité au nord d'Holnon (source : FONDASOL)



## 4.1.4 Hydrogéologie

La seule nappe exploitable sur le secteur correspond à la nappe de la craie.

Dans les rapports précédents (Bureaux d'études et expertises d'Hydrogéologues agréés), une confusion certaine est apparue relative au sens d'écoulement de la nappe et à la position de son dôme piézométrique sur le territoire de la commune d'HOLNON.

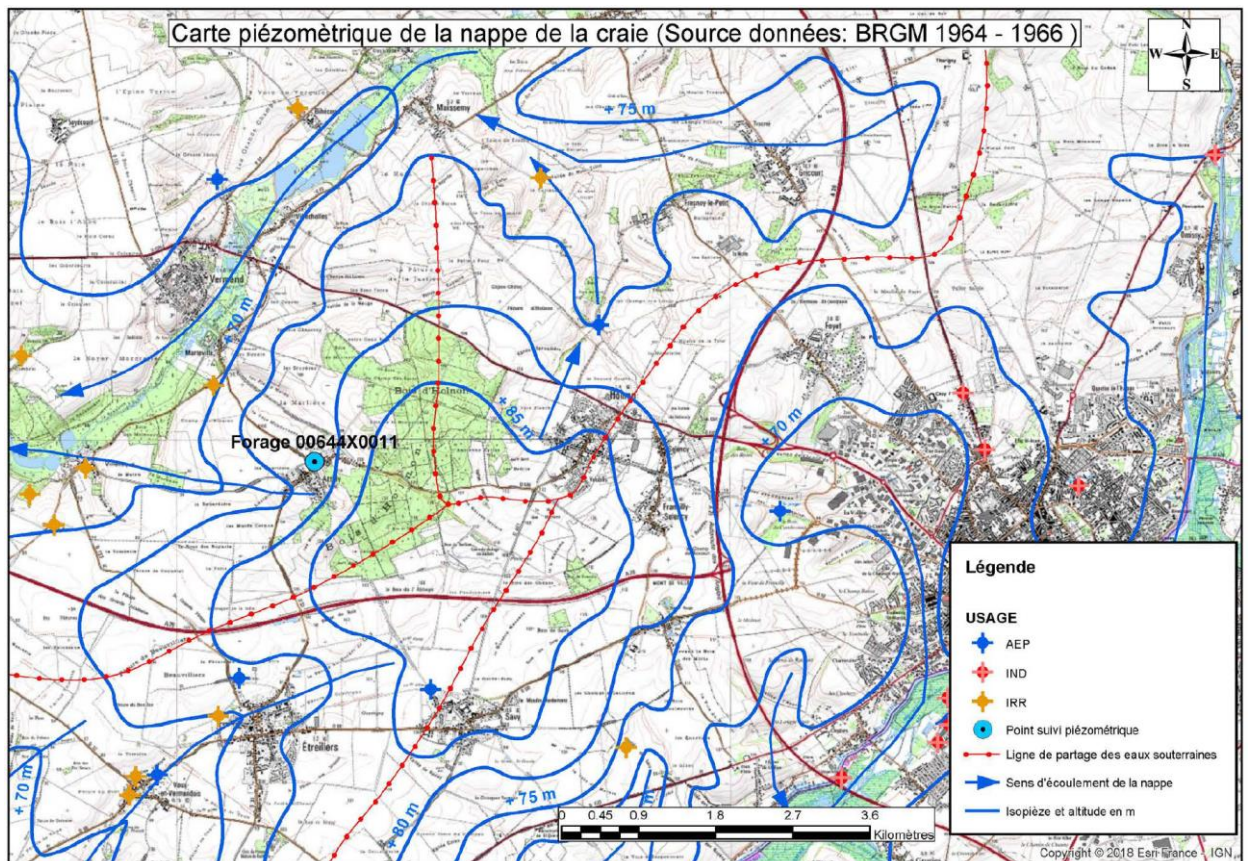
Nous reproduisons ci-après la carte piézométrique de la nappe de la craie – Carte de moyennes eaux a priori – reconstituée à partir des données mesurées par les services du BRGM de 1964 à 1966, fournies dans les rapports suivants :

- ↳ Données géologiques et hydrogéologiques sur la feuille topographique de Saint-Quentin – 65DGSR A 043,
- ↳ Données géologiques et hydrogéologiques sur la feuille topographique de Bohain-En-Vermandois – 72 SGN 003 PNO,
- ↳ Données géologiques et hydrogéologiques sur la feuille topographique de Ham – DSGR.67.A28,
- ↳ Données géologiques et hydrogéologiques sur la feuille topographique de Péronne et Cambrai – D.S.G.R. 67A65.

Nous avons préféré ces cartes à la carte piézométrique de la nappe de la craie – Hautes eaux 2001 fournie par l'Agence de l'Eau Artois Picardie trop imprécise dans le secteur qui nous intéresse en particulier (manque de points de mesure).

La cote piézométrique de la nappe de la craie en moyennes eaux est de l'ordre de + 75 m NGF au droit du champ captant d'HOLNON.

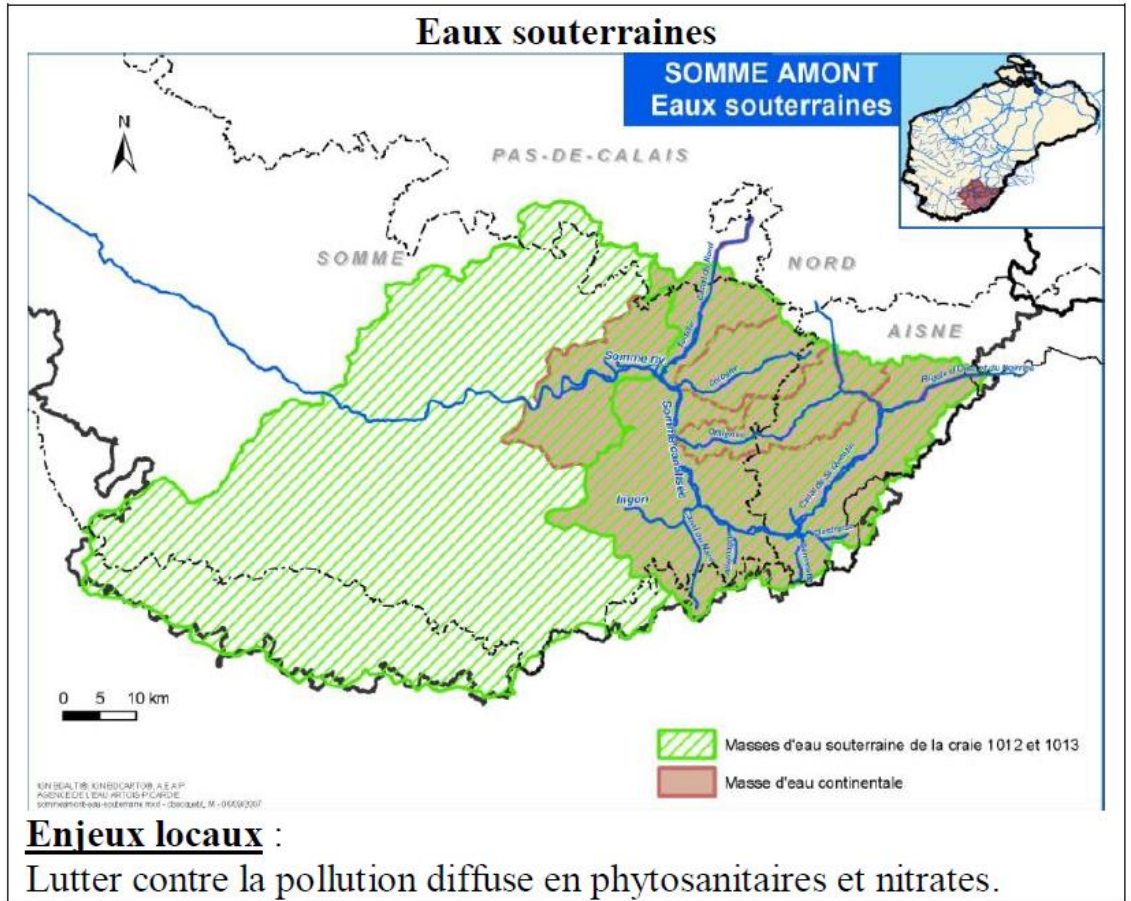
La nappe de la craie est en régime libre au droit de la commune d'HOLNON (02).



**Document n° 7 : Carte piézométrique de la nappe de la Craie (source : SB20)**

*Le tableau ci-dessous synthétise l'état des lieux pour la masse d'eau souterraine du secteur d'étude, telle que transcrite dans le S.D.A.G.E. Artois-Picardie, ainsi que les objectifs de qualité requis :*

	Etat des eaux pour la masse d'eau de la craie de la Moyenne Vallée de la Somme (AG12) et de la craie de la Vallée de la Somme Amont (AG13)
Etat quantitatif	Bon
Etat qualitatif chimique	Mauvais
Objectif de bon état quantitatif	Bon état atteint en 2015
Objectif de bon état qualitatif chimique	2027



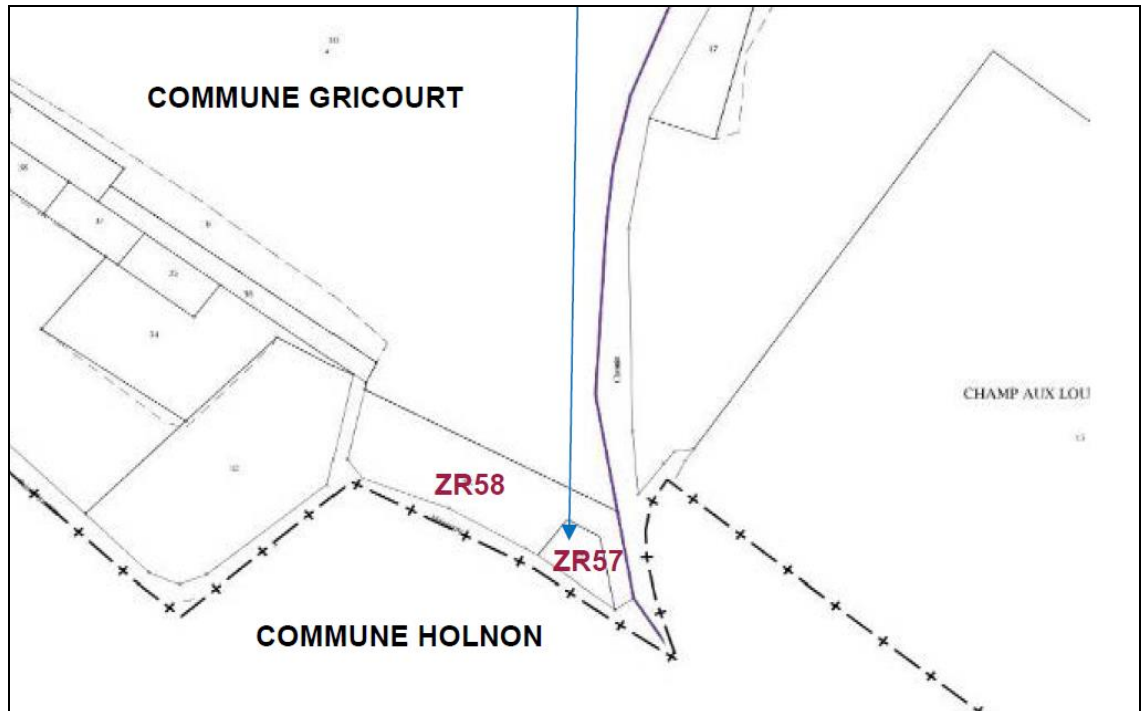
**Document n° 8 :** Masse d'eaux souterraines de la craie de la Vallée de la Somme Amont et objectifs de qualité inscrits au S.D.A.G.E. (extrait du S.D.A.G.E.)

- IL EXISTE UN CAPTAGE EN AVAL DU BASSIN VERSANT ETUDIE : LE CHAMP CAPTANT D'HOLNON (N°00488X0044)

Ce captage est situé sur le territoire de la commune de GRICOURT (02), dans le bassin versant de l'Omignon, dans la Vallée de la Renaudière au lieu-dit « Le Bois Pied Loup », à l'intersection du chemin rural n°3 de HOLNON à GRICOURT et du Chemin de Maissemy (cf. plan d'implantation de la page suivante).

Le forage a été réalisé sur la parcelle désignée ZR 57 du cadastre de GRICOURT (02).

Forage Fe1	Indice BRGM		
	BSS000EEHR (00488X0044/F.AEP)		
	Système de coordonnées		
	RGF 1993 CC49	Lambert II étendue	Lambert 93
X	1 715 429.0 m	663 210.0 m	715 441.0 m
Y	8 296 978.0 m	2 542 059.0 m	6 974 805.0 m
Zsol (Géoportail)	94.48 m	94.48 m	94.48 m
Zmargelle	94.78 m	94.78 m	94.78 m



**Document n° 9 : Implantation cadastrale du captage d'eaux souterraines d'Holnon**

- BILAN DE LA RESSOURCE EN EAU POTABLE :

Les besoins ont été estimés pour la commune d'HOLNON et les UDI de Vermand et Francilly-Selency à :

65 m <sup>3</sup> /h – 1 000 m <sup>3</sup> /j – 195 000 m <sup>3</sup> /an
-----------------------------------------------------------------------------

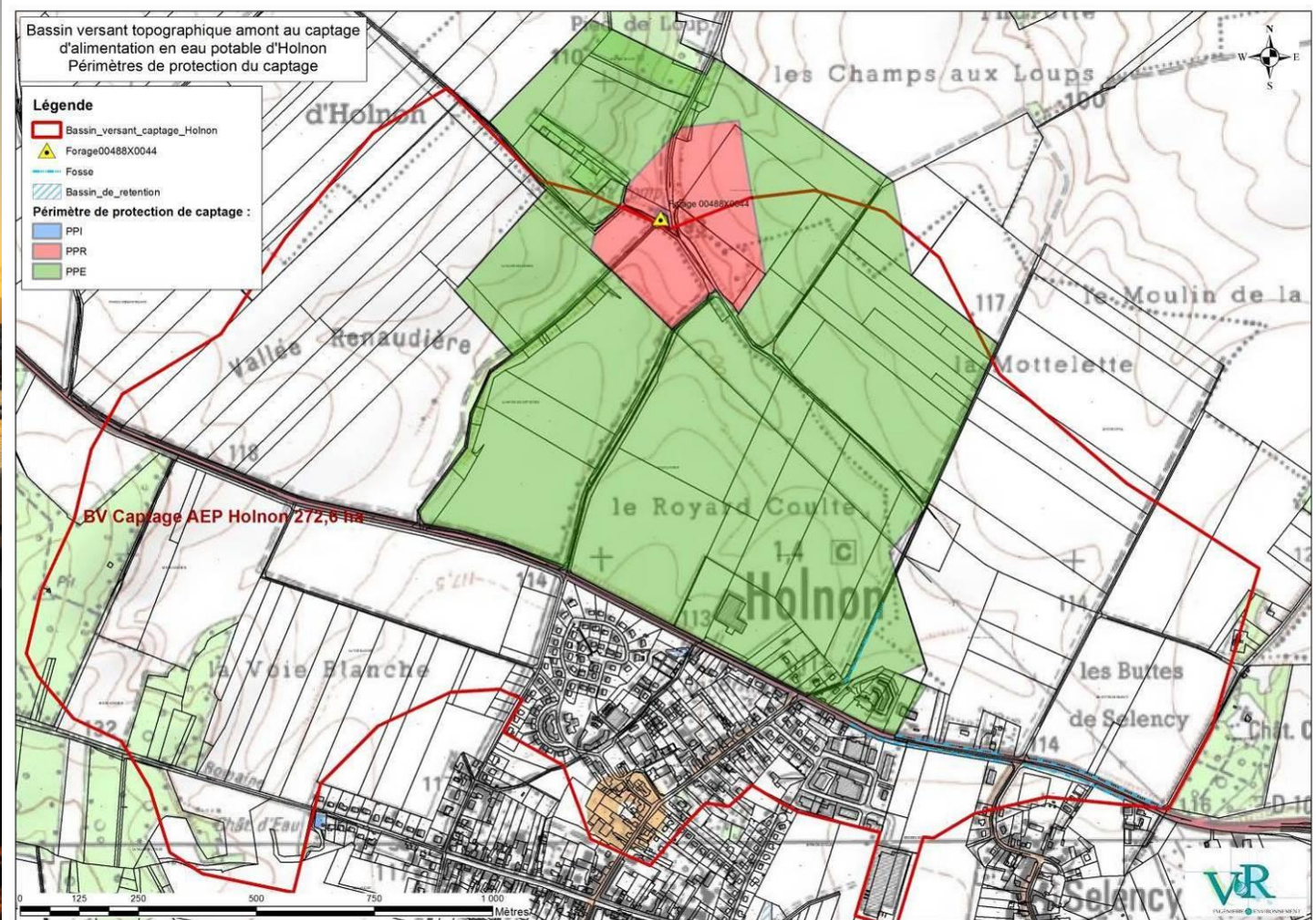
Les tests de productivité à la création de l'ouvrage ont montré que la ressource au droit de ce champ captant était de 64,4 m<sup>3</sup>/h, 1 280 m<sup>3</sup>/j au maximum.

La demande de mise en exploitation repose sur le volume nécessaire à l'alimentation de la commune d'HOLNON à laquelle sont ajoutés les besoins de la commune de FRANCILLY-SELENCY et la sécurisation de l'UDI de Vermand.

Le volume journalier demandé représente 35 % de la productivité d'origine pour les communes d'Holnon et de Francilly-Selency et 78 % si l'on rajoute l'UDI de Vermand, elle devrait donc être satisfaite.

**En conséquence, la ressource est suffisante pour assurer les 1 000 m<sup>3</sup>/j demandés par la commune d'HOLNON.** La commune d'HOLNON demande la mise en place des périmètres de protection au droit de ce champ captant pour le volume de prélèvement suivant : 65 m<sup>3</sup>/h – 1 000 m<sup>3</sup>/j – 195 000 m<sup>3</sup>/an.

La carte ci-dessous présente les périmètres de protection qui ont été proposés en 1996 par l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique (M. Caudron) avec un volume autorisé de 960 m<sup>3</sup>/j :

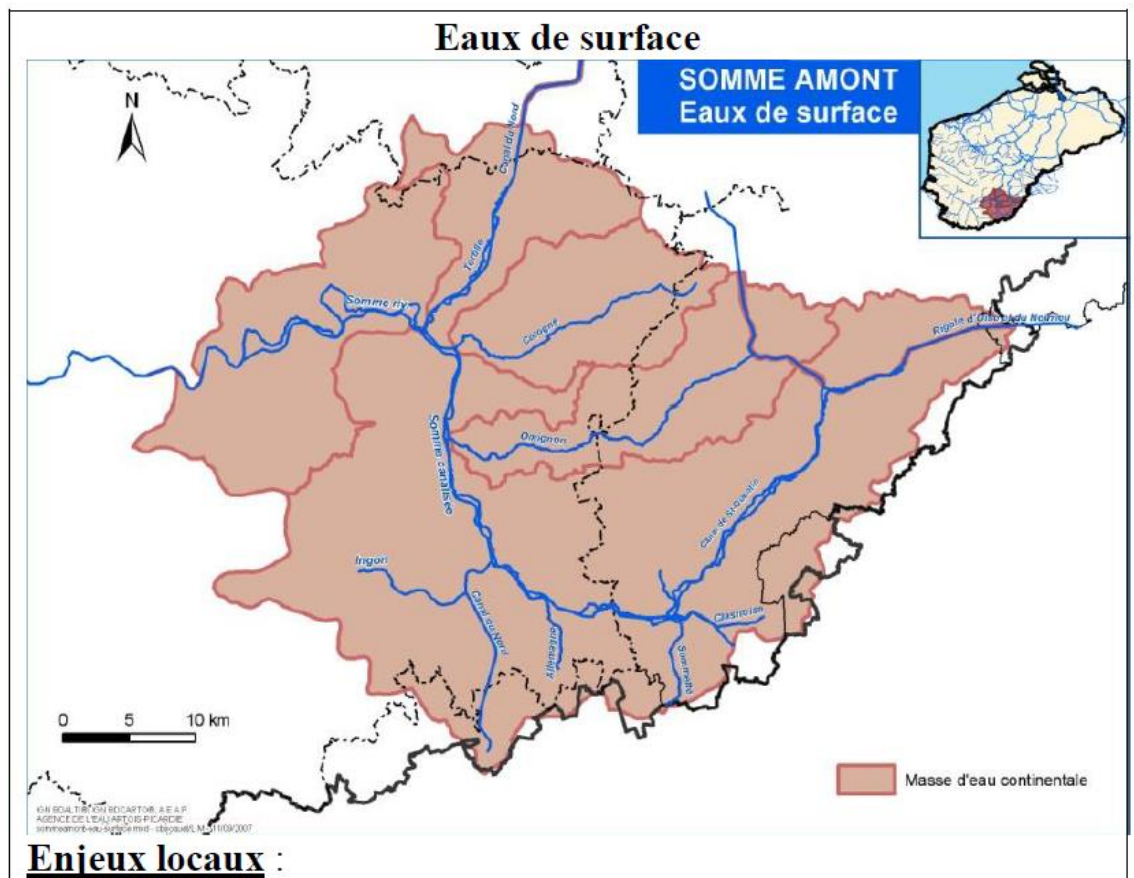


**Document n° 10 :** Localisation et périmètres de protection proposés en 1996 par l'hydrogéologue agréé M. Caudron pour le captage d'eaux souterraines d'Holnon

#### 4.1.5 Données hydrographiques générales : qualité et objectifs de qualité des eaux superficielles

*Etat qualitatif de la masse d'eau superficielle, et objectifs de qualité, transcrits dans le S.D.A.G.E. Artois-Picardie :*

	Etat des eaux pour l'Omignon (FRAR40)
Etat ou Potentiel écologique	Bon état écologique
Etat des lieux chimique sans substance ubiquiste	Bon état chimique
Objectif bon état écologique	Bon état en 2015
Objectif bon état chimique sans substance ubiquiste	Bon état en 2015



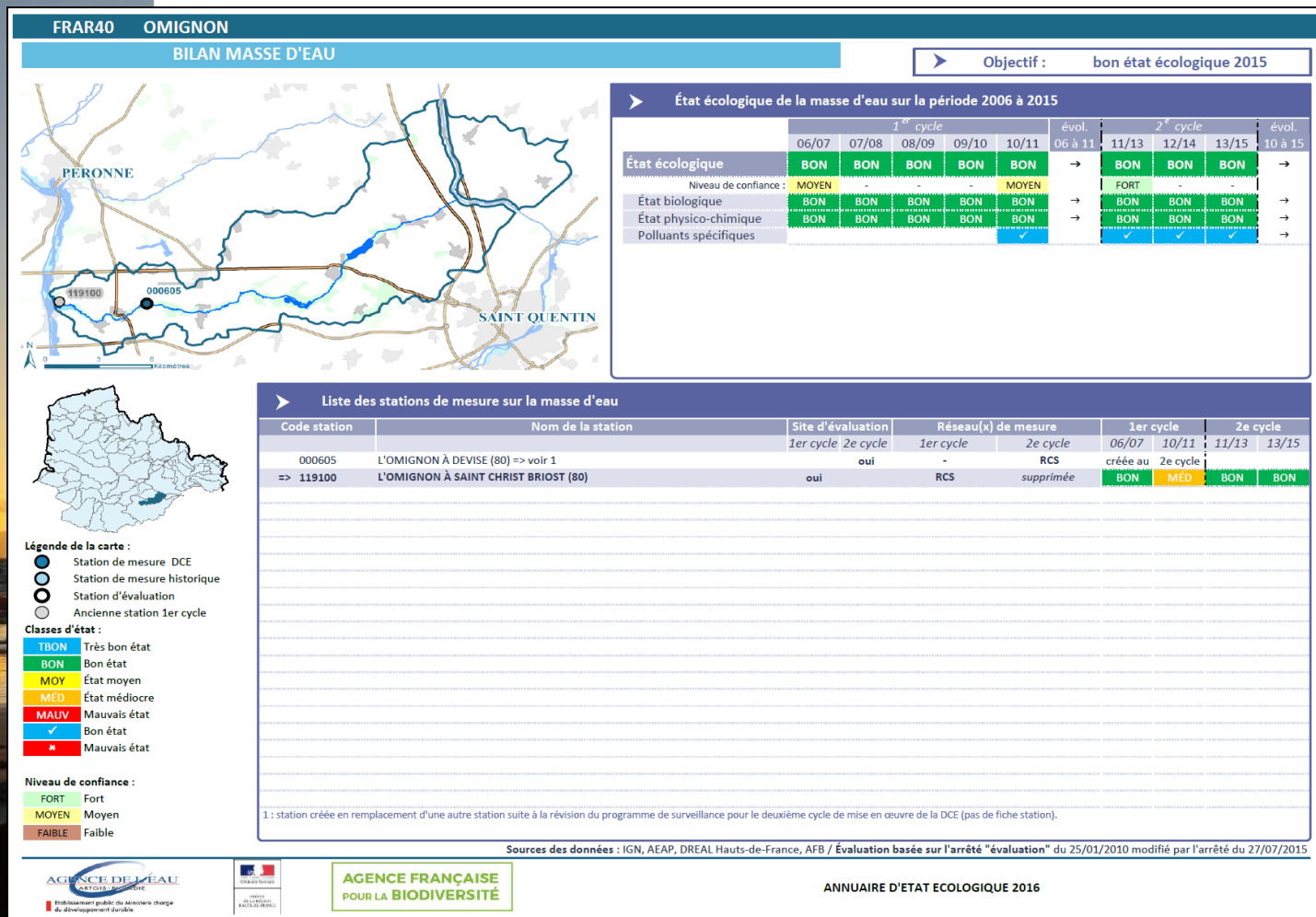
**Document n° 11 : Bassin versant de la Somme Amont : masse d'eau de surface (extrait du S.D.A.G.E.)**

Il n'y a pas de cours d'eau sur le secteur étudié.

Le ruissellement parcourt un vallon sec en direction de la basse vallée de l'Omignon (Marais de Vadancourt). L'Omignon est un affluent de la Somme, en amont de Péronne.

Il existe une station de mesure de la qualité des eaux superficielles de l'Omignon à Devise (80).

Les relevés de qualité de l'eau superficielle effectués par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie indiquent un bon état chimique et écologique en 2015 pour la masse d'eau de l'Omignon à Devise, en aval du bassin versant. Ces états étaient conformes aux objectifs de qualité requis.



Document n° 12 : Bilan de la masse d'eau de surface « l'Omignon » (source : Agence de l'Eau Artois-Picardie).

### Objectif : Bon état en 2015

L'état d'une masse d'eau est évalué actuellement dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), selon des critères fixés par arrêté. L'état des cours d'eau est évalué selon deux types de critères :

- Etat écologique : fonctionnement des écosystèmes,
- Etat chimique : respect des normes de qualité (valeurs-seuils) sur les substances chimiques dangereuses et/ou prioritaires.

L'évaluation de l'état est réalisée par le groupe DCE-Eaux de surface du bassin Artois-Picardie : Agence de l'eau Artois-Picardie, DREAL Nord Pas-de-Calais Picardie, ONEMA.

Pour en savoir plus sur les méthodes d'évaluation de l'état

#### Classes de l'état écologique

T Bon	Etat très bon
Bon	Etat bon
Moy	Etat moyen
Med	Etat médiocre
Mauv	Etat mauvais
	Non disponible

#### Classes de l'état chimique et polluants spécifiques

Bon	Etat bon
Mauv	Etat mauvais
	Non disponible

### ETAT ECOLOGIQUE DE LA MASSE D'EAU

Période d'évaluation	Cycle 1 de la DCE							Cycle 2 de la DCE			
	2006 2007	2007 2008	2008 2009	2009 2010	2010 2011	2011 2012	2012 2013	2011 2013	2012 2014	2013 2015	2014 2016
Etat biologique	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Etat physico-chimique	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Polluants spécifiques		Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Etat/Potentiel écologique	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon

Objectif de la masse d'eau OMIGNON [AR40] : atteinte du bon état écologique en 2015

### ETAT CHIMIQUE DE LA MASSE D'EAU

Période d'évaluation	Cycle 1 de la DCE		Cycle 2 de la DCE
	2007	2011	2014
Etat chimique	Bon	Mauv	Mauv
Substances déclassantes		HAP	HAP

Objectif de la masse d'eau OMIGNON [AR40] : atteinte du bon état chimique en 2027

**Document n° 13 : Qualité de la masse d'eau de surface « l'Omignon » à Devise, en 2015 (source : Agence de l'Eau Artois-Picardie).**

## 4.1.6 Débits caractéristiques sur les bassins versants étudiés

**Il n'y a pas de points de mesures de débit sur le fossé de fond de vallée du bassin versant étudié. Les débits seront donc estimés via la modélisation hydrologique et hydraulique faite dans le cadre de cette étude, à partir de données bibliographiques pour les coefficients de ruissellements.**

## 4.1.7 Risques d'inondations

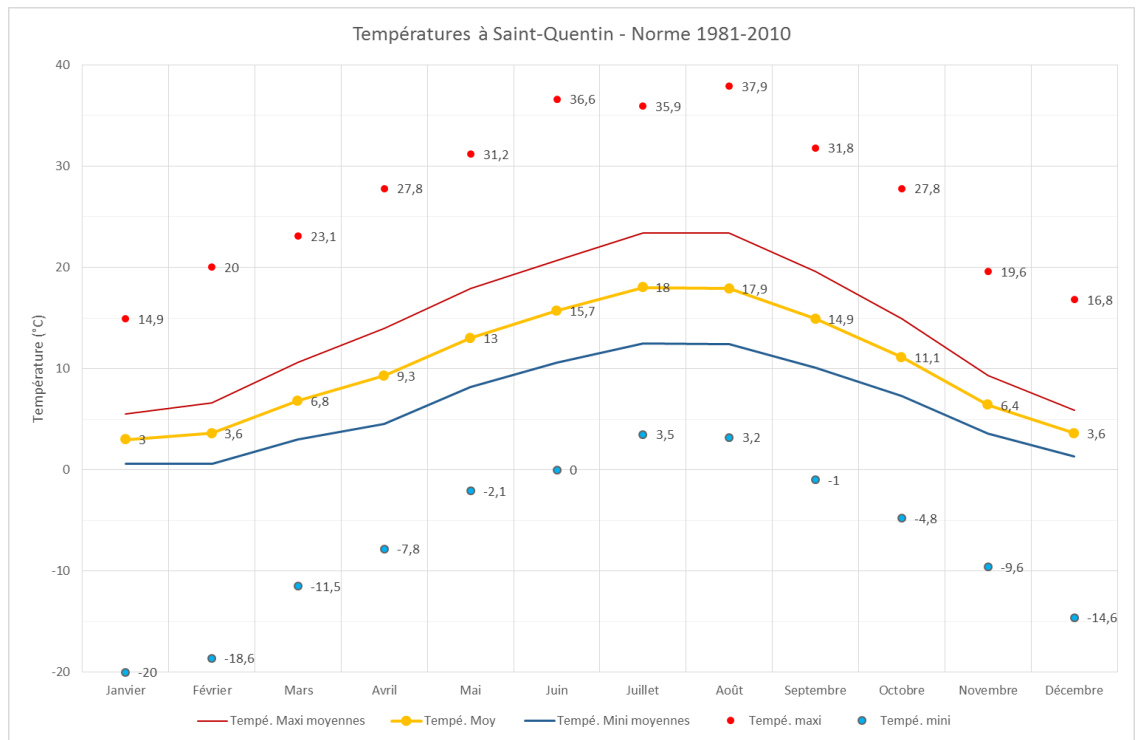
*La commune d'Holnon s'est vue prescrire 5 arrêtés de catastrophe naturelle depuis 1984 :*

Holnon	Inondations et coulées de boue	07 octobre 2008 11 janvier 1994 21 septembre 1984 25 août 1986
	Inondations et coulées de boue et mouvements de terrain	29 décembre 1999

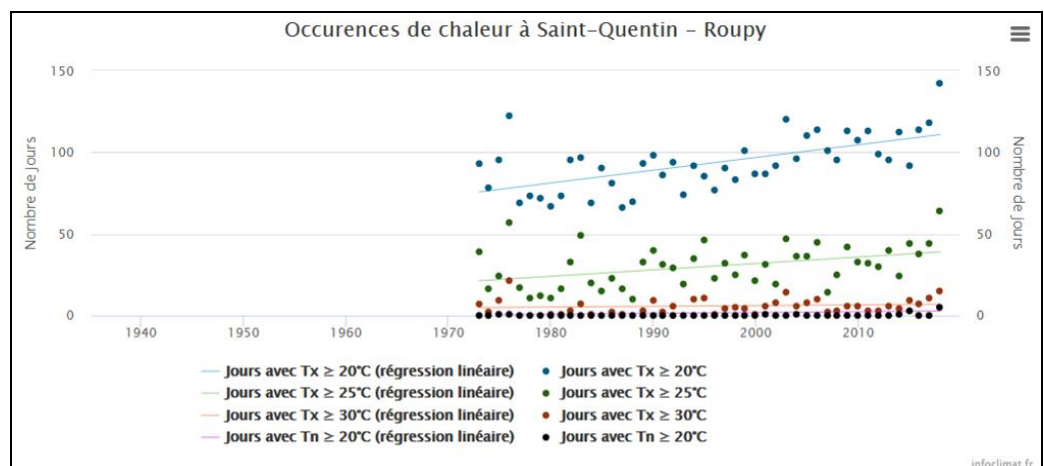
## 4 CLIMATOLOGIE

### 4.1 Généralités

Dans les Hauts-de-France, nous pouvons observer des tendances climatiques nord-ouest / sud-est. L'influence océanique s'estompe dans l'intérieur des terres et le climat est davantage continental au niveau de Saint-Quentin, avec un climat moins venté, plus froid en hiver et plus chaud en été :



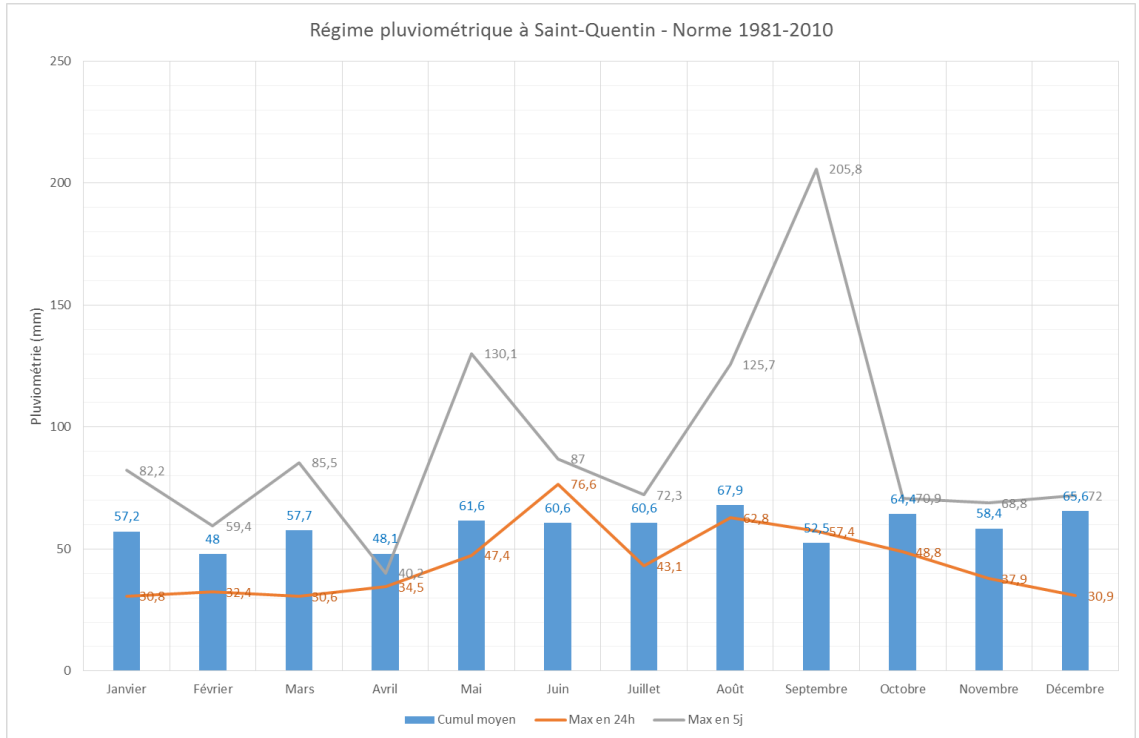
Depuis 1973, on observe une tendance à l'augmentation du nombre de jours de chaleur. A l'époque proche de 75 jours / an, aujourd'hui plus proche de 110 jours / an pour les journées à plus de 20°C :



**Document n° 15** : Occurrences de chaleur à Saint-Quentin (période 1973-2018) – source : [www.infoclimat.fr](http://www.infoclimat.fr)

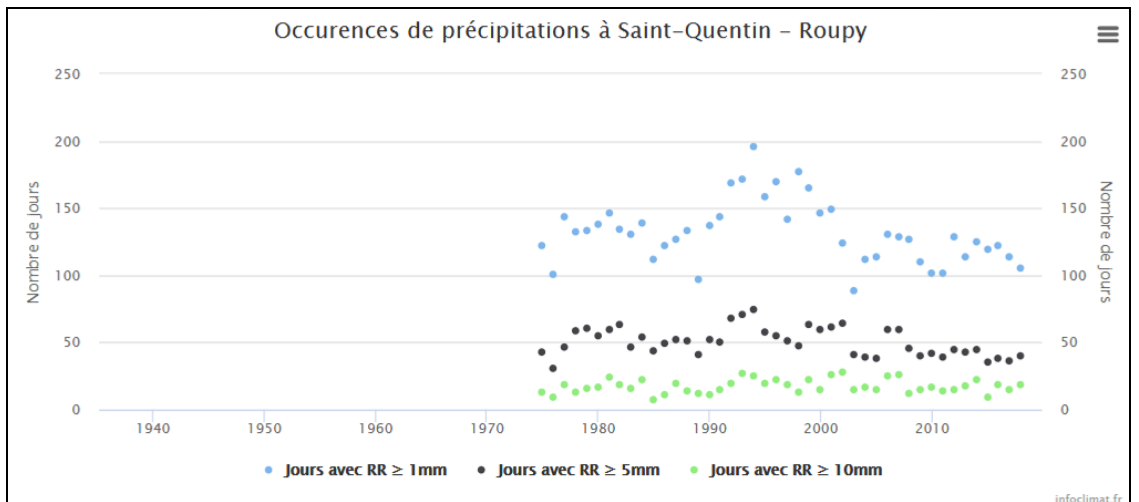


Le régime pluviométrique à Saint-Quentin montre des pluies assez homogènes tout au long de l'année, en termes de cumul mensuels (entre 50 et 70mm/mois). Cela masque des différences importantes dans les types de pluies : elles sont d'intensités faibles à modérées et de longue durée en saison froide, et plutôt isolées et intenses en saison chaude (averses, orages) :



**Document n° 16** : Régime pluviométrique moyen mensuel à Saint-Quentin (norme 1981-2010)

Globalement, depuis 1975, on observe une tendance à la diminution du nombre de jours de précipitations. A l'époque plus proche de 140 jours / an, aujourd'hui plus proche de 110 jours / an :



**Document n° 17** : Occurrences de précipitations à Saint-Quentin (période 1975-2018) – source : [www.infoclimat.fr](http://www.infoclimat.fr)

## 4.2 Evolution des pluies depuis 20 ans

Il est souvent cité une « augmentation » des intensités et fréquences de fortes pluies depuis ces dernières années, tant par les médias que les interlocuteurs locaux.

**Qu'en est-il réellement ?**

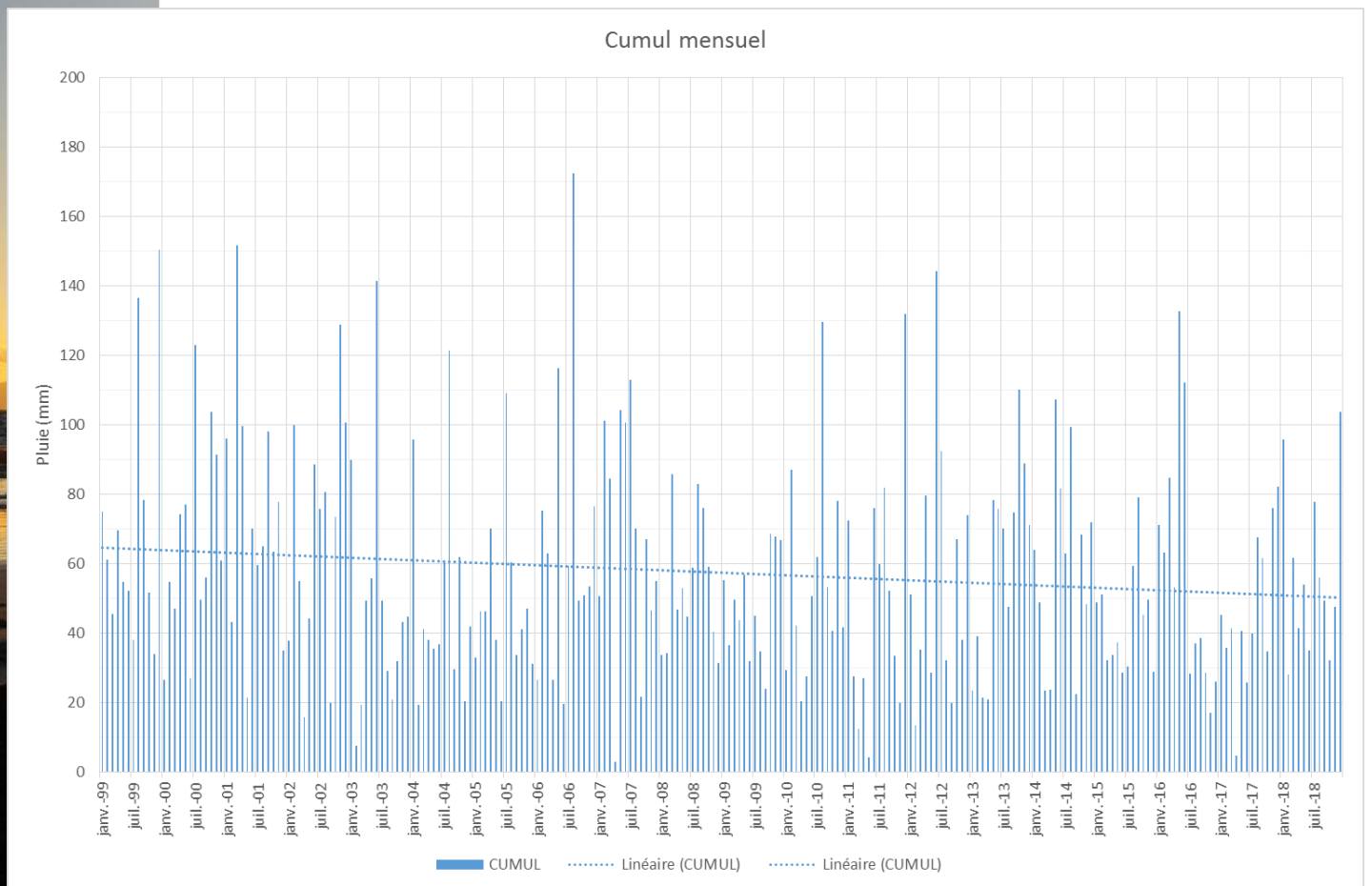
Nous avons analysé en détail les données pluviométriques de Saint-Quentin Roupy entre 1999 et 2018 (20 années) afin d'observer s'il y a une augmentation du régime pluviométrique.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans les graphiques suivants.

Le terme « linéaire » définit la droite de régression linéaire (donc la tendance).

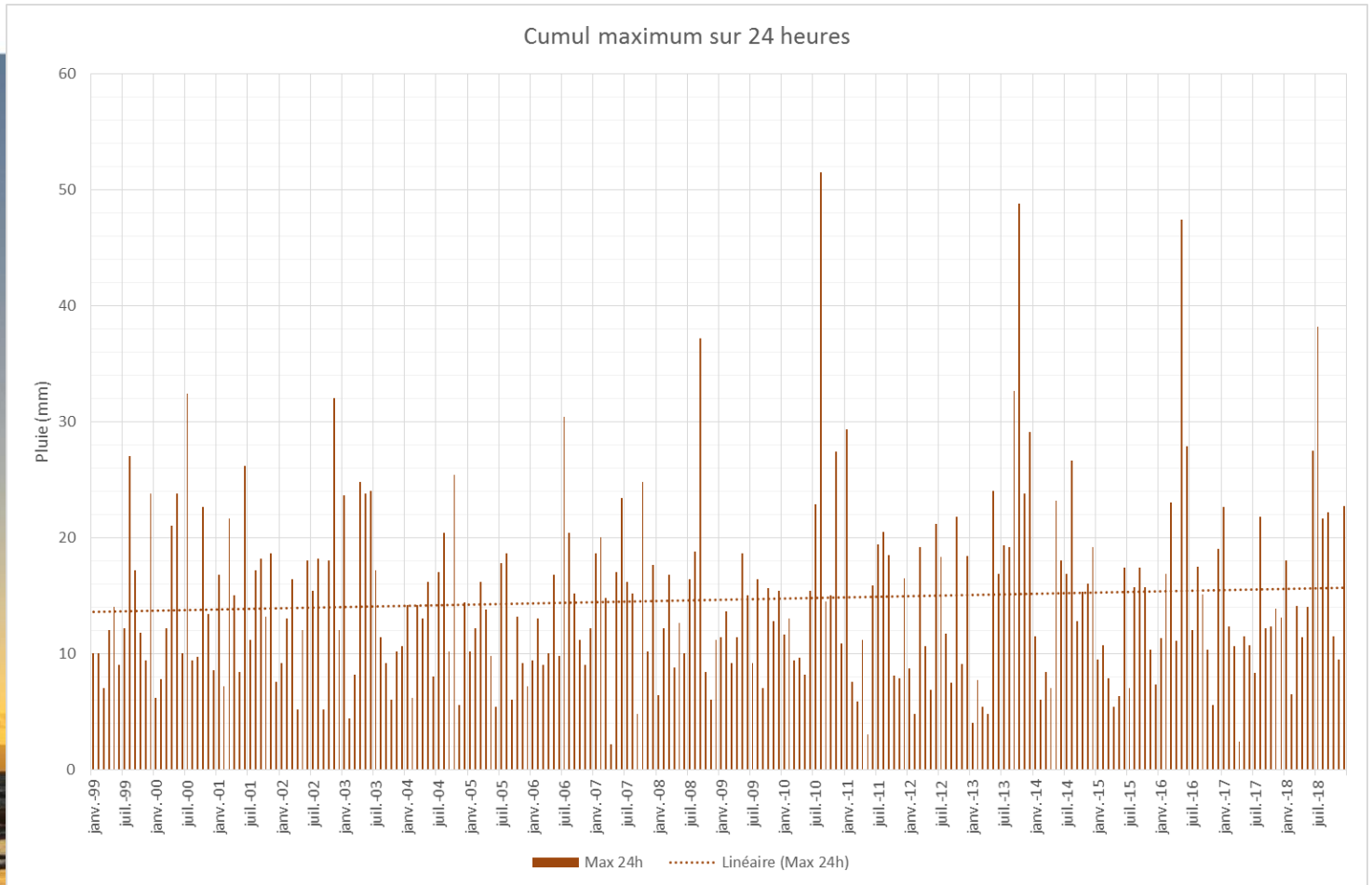
### ✓ EVOLUTION DES CUMULS MENSUELS :

Les cumuls mensuels présentent une évolution à la **baisse** (-30%) depuis 1999 (de 65 à 50 mm environ en moyenne / mois) :



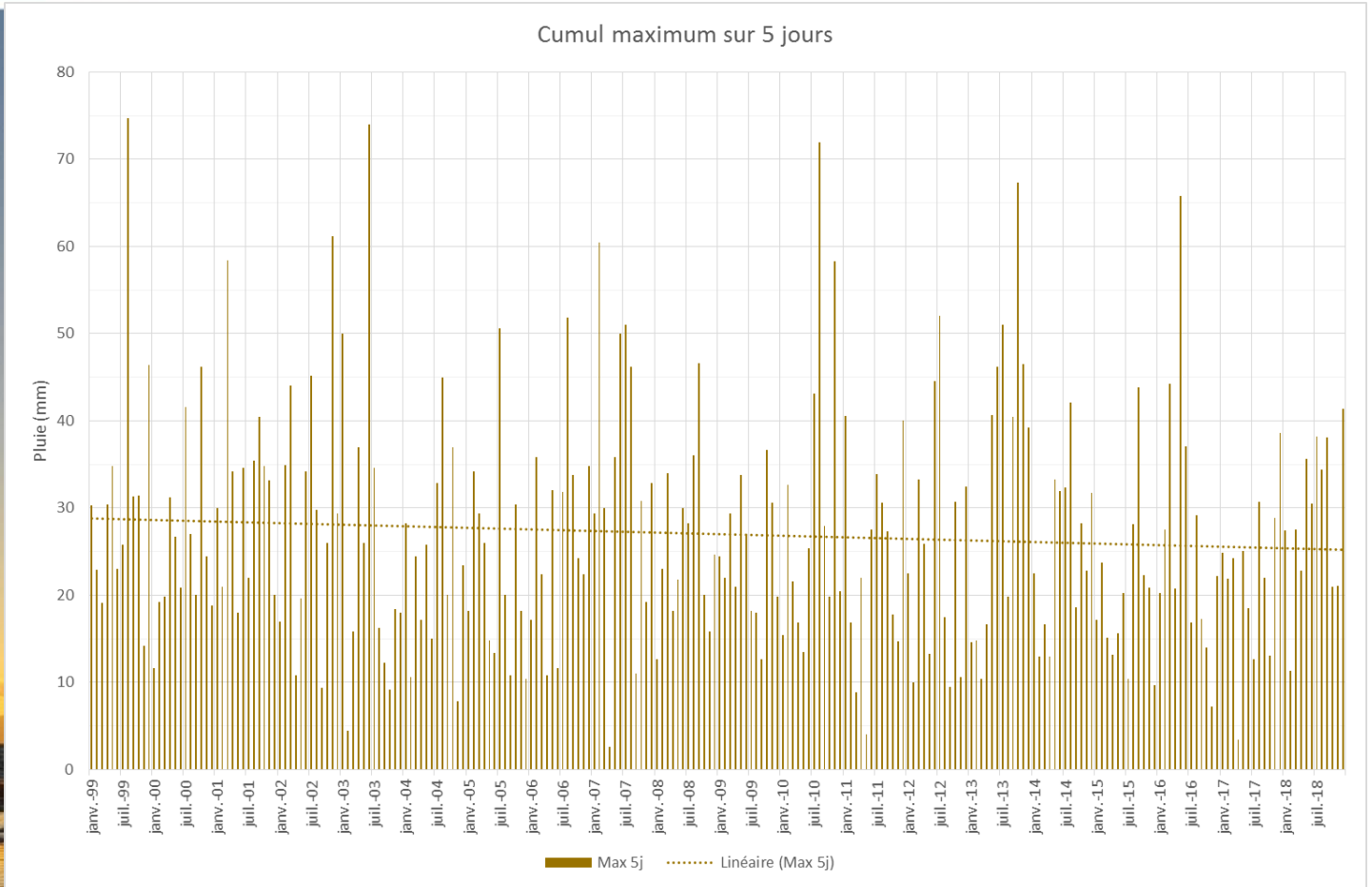
✓ **EVOLUTION DES CUMULS MAXIMUM JOURNALIERS :**

Les cumuls pluviométriques maximum sur 24 heures (typiques de pluies intenses estivales) sont **en très légère hausse (+10%)** depuis 1998 (en moyenne de 14 mm à 16 mm) :



✓ **EVOLUTION DES CUMULS MAXIMUM SUR 5 JOURS GLISSANTS :**

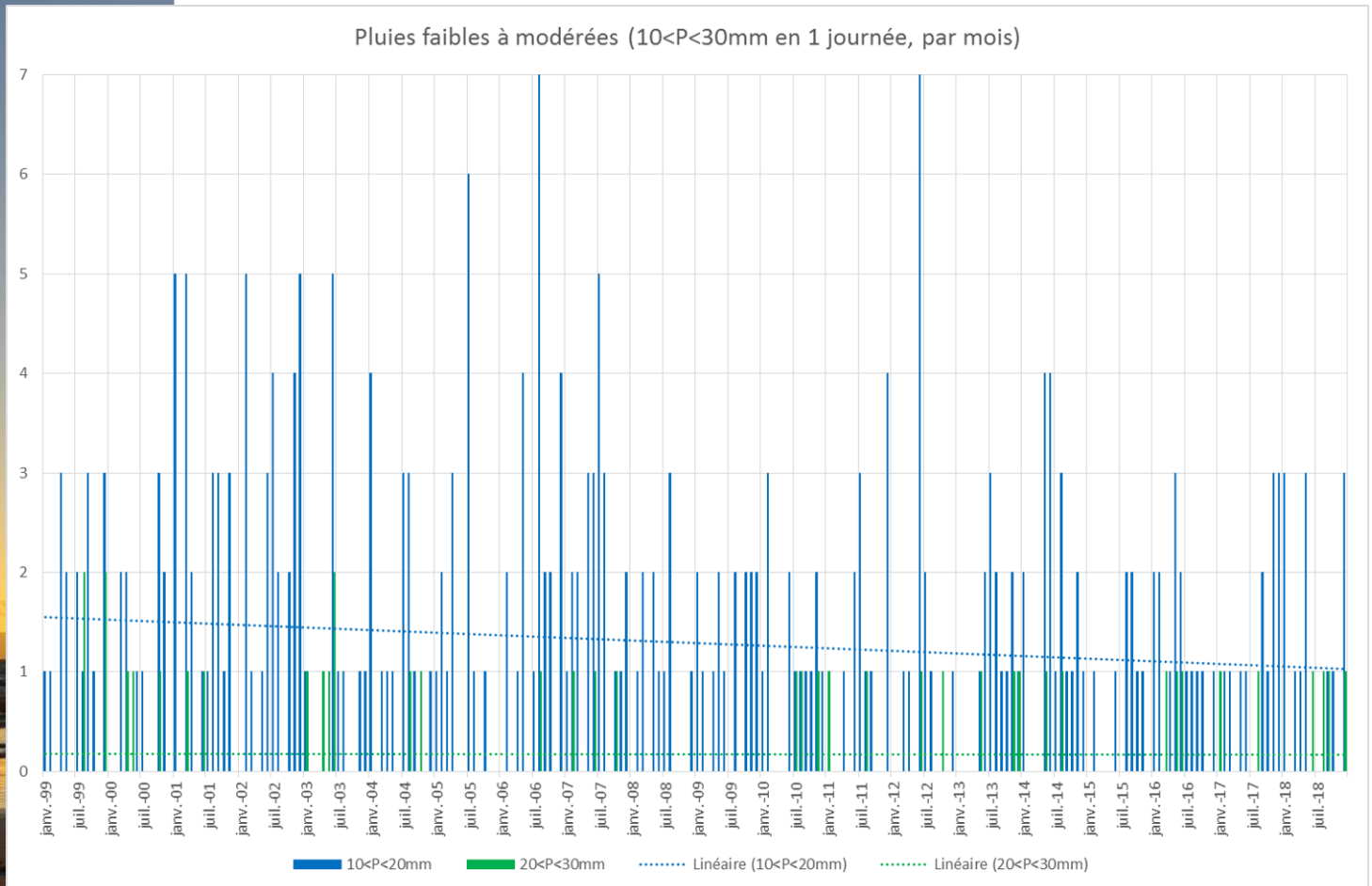
Les cumuls pluviométriques maximum sur 5 jours glissants (typique de pluies hivernales) sont **en légère baisse (-15%)** depuis 1999 (en moyenne de 29 mm à 25 mm) :



✓ EVOLUTION DES FREQUENCES D'APPARITION DE PLUIES MODEREMENT INTENSES :

Considérons les pluies dites « modérément » intenses comme celles de période de retour inférieures ou égales à 2 ans, n'occasionnant – en général – pas de problèmes d'inondations.

L'analyse statistique sur les 20 dernières années ne montre pas d'augmentation du nombre de pluies modérément intenses, **l'évolution est même à la baisse** pour les épisodes de 10 mm à 20 mm précipités en 24 heures et à la stabilité pour ceux de 20 à 30mm en 24 heures :



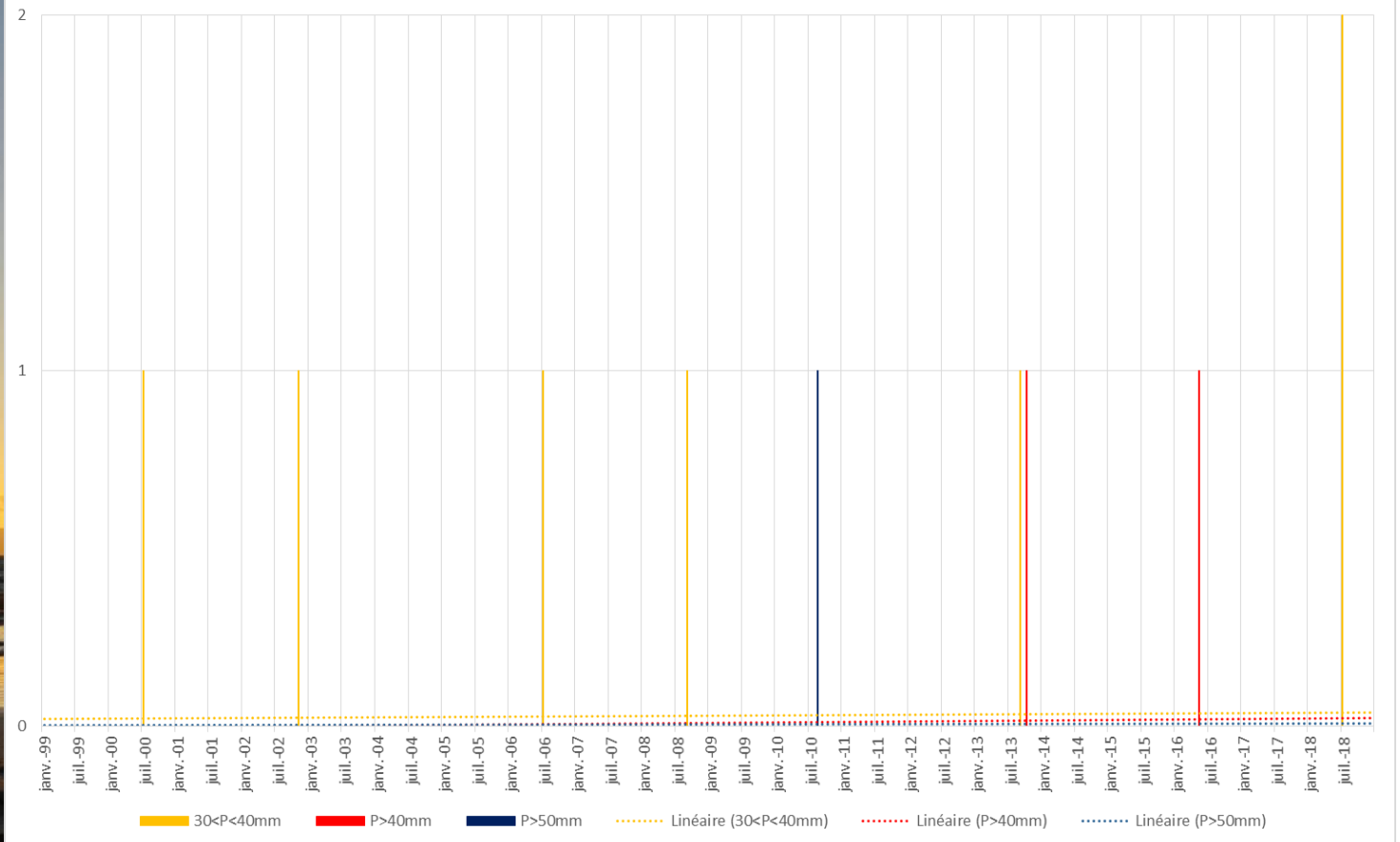
✓ **EVOLUTION DES FREQUENCES D'APPARITION DE PLUIES INTENSES :**

Considérons les pluies dites « intenses » comme celles de période de retour supérieures 2 ans, pouvant occasionner des problèmes d'inondations.

L'analyse statistique sur les 20 dernières années montre :

- **une stabilité** du nombre d'événements pluvieux forts (cumuls compris entre 30 et 40mm / 24 heures).
- **une apparition de 3 événements pluvieux intenses** (cumuls > 40mm / 24 heures) sur depuis 2010, mais leur nombre est trop faible pour retirer une quelconque conclusion statistique. En effet, l'anomalie n'est peut-être pas leur présence entre 2010 et 2018, mais bien leur absence entre 2000 et 2009.

Fortes pluies (P>30mm en 1 journée, par mois)



### 4.3 Pluies journalières et coefficients de Montana

Les pluies de courte durée sont caractérisées statistiquement par les coefficients de Montana.

Sur St-Quentin, pour différentes durées et périodes de retour les coefficients de Montana sont les suivants (statistiques sur la période 1982-2016) :

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 48 heures :

Période de retour	A	B
5 ans	6,469	0,735
10 ans	7,909	0,739
20 ans	9,234	0,739
30 ans	10,032	0,738
50 ans	10,991	0,735
100 ans	12,24	0,730

La formule de Montana permet de manière théorique de calculer la quantité de pluie tombée pendant une durée donnée :

$$H(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Avec H en millimètres et t en minutes.

A titres d'exemples, cela représente pour quelques cas de pluies les cumuls suivants (mm) :

<b>R</b> <b>Durée</b>	<b>1 mois</b>	<b>5 ANS</b>	<b>10 ANS</b>	<b>20 ANS</b>	<b>30 ANS</b>	<b>50ANS</b>	<b>100 ANS</b>
<b>6 mn</b>	1,46	10,40	<b>12,18</b>	14,74	16,04	17,67	<b>19,86</b>
<b>15 mn</b>	1,82	13,26	<b>15,19</b>	18,72	20,39	22,53	<b>25,43</b>
<b>30 mn</b>	2,15	15,93	<b>17,95</b>	22,43	24,46	27,07	<b>30,66</b>
<b>60 mn</b>	2,55	19,14	<b>21,22</b>	26,88	29,33	32,53	<b>36,97</b>
<b>2 heures</b>	3,01	23,00	<b>25,07</b>	32,21	35,17	39,09	<b>44,58</b>
<b>6 heures</b>	3,92	30,78	<b>32,67</b>	42,91	46,90	52,29	<b>59,98</b>
<b>12 heures</b>	4,63	36,99	<b>38,61</b>	51,42	56,24	62,84	<b>72,32</b>
<b>24 heures</b>	5,48	44,44	<b>45,63</b>	61,62	67,43	75,51	<b>87,20</b>
<b>48 heures</b>	6,47	53,40	<b>53,93</b>	73,84	80,86	90,74	<b>105,15</b>

## 4.4 Perspectives à long terme liées au changement climatique

Les projections climatiques du GIEC transcrites à l'échelle de la région laissent penser que le territoire, hormis le littoral, connaîtra des changements localement problématiques mais de portée plutôt limitée comparée à d'autres régions françaises et surtout à d'autres parties du globe.

La région Hauts de France est sensible au changement climatique avec des conséquences pour les aspects suivants (Sources : SRCAE Picardie 2020-2050 et étude MEDCIE Nord Pas-de-Calais - Picardie) :

- ▶ La hausse des phénomènes de submersions marines et d'inondations continentales ;
- ▶ La hausse de fréquence des vagues de chaleur impliquant en milieu urbain notamment des aléas de chaleur extrême ;
- ▶ L'accroissement de la fréquence et de la durée des sécheresses estivales tendant à concentrer la pollution dans les cours d'eau et les milieux aquatiques et impliquant la diminution/dégradation de la ressource en eau de surface ;
- ▶ La pollution de l'air qui, à émissions constantes par rapport à aujourd'hui, devrait augmenter sous l'effet du réchauffement climatique, favorisant la formation d'ozone et de particules ;
- ▶ La vulnérabilité des forêts à l'évolution des températures et des conditions hydriques, notamment pour certaines espèces particulièrement sensibles ;
- ▶ La forte sensibilité des milieux humides à l'évolution des températures et des conditions hydriques. Ces zones sensibles, déjà soumises à de nombreuses pressions, verront leur vulnérabilité augmenter avec le changement climatique, notamment celles qui dépendent essentiellement des eaux de pluie ;
- ▶ La vulnérabilité des constructions (logements et infrastructures) au phénomène de retrait/gonflement des argiles, sous l'effet de l'accroissement des périodes sèches en durée et en intensité.

L'évolution des précipitations est envisagée comme telle :

Pour les précipitations, on assiste, d'après les projections, à **une faible évolution du cumul mensuel moyen jusqu'à l'horizon 2050**. Toutefois, une tendance forte apparaît pour 2080, avec une baisse des précipitations pour les trois scénarios étudiés. Son intensité est de l'ordre de 10 mm de pluies mensuelles en moins pour les scénarios les plus pessimistes, soit environ 15 % du cumul total.

Cette baisse se fait sentir sur l'ensemble de la région et notamment le plateau picard. Mais ce constat cache en fait de larges disparités entre les saisons.

**En hiver, aux horizons 2030 et 2050, les scénarios sont relativement proches entre eux et ne diffèrent que très légèrement de la climatologie actuelle.** La tendance est à une légère augmentation des cumuls, d'environ 5 mm mensuellement. Les précipitations hivernales pour 2080 sont à la baisse par rapport à 2050 d'après les projections des trois scénarios. Cette baisse amène le cumul de pluies légèrement en-dessous de la climatologie 1971/2000, de 5 mm mensuellement environ.

**La tendance en été est plus marquée. Elle est visible dès l'échéance 2030 pour les trois scénarios. Les précipitations sont à la baisse de presque 10 mm mensuellement,** et plus particulièrement à l'Ouest, dans la Somme et l'Oise. Sur ces deux départements, les cumuls vont de 40 à 50 mm environ. La baisse des précipitations estivales s'accroît encore à l'horizon 2050. On observe de légères différences entre les scénarios et les zones géographiques. En effet, la diminution est encore une fois de plus marquée pour la Somme et l'Oise que sur l'Aisne. Elle apparaît supérieure à 10 mm mensuellement pour les scénarios pessimistes (A2 et A1B). A l'échéance 2080 les trois scénarios s'accordent sur une diminution des précipitations de l'ordre de 10 mm mensuellement au moins, par rapport à la climatologie actuelle sur la majeure partie de la région Picardie. Pour les scénarios pessimistes, le phénomène est encore plus marqué, notamment dans la Somme et l'Oise, avec des cumuls mensuels moyens en-dessous de 40 mm par endroits.



Synthèse des précipitations mensuelles estivales selon les différents scénarios B1, A1B et A2 du GIEC :

Famille de scénario A1 :

Elle postule une croissance économique très rapide et répartie de façon homogène sur la planète. La population mondiale atteint un maximum de 9 milliards d'individus au milieu du siècle pour décliner ensuite. De nouvelles technologies énergétiquement efficaces sont introduites rapidement. Les variantes viennent de l'utilisation plus ou moins intense des combustibles fossiles. Par exemple, la variante A1B suppose une utilisation des différentes sources énergétiques sans en privilégier une en particulier (scénario médian).

Famille de scénario A2 :

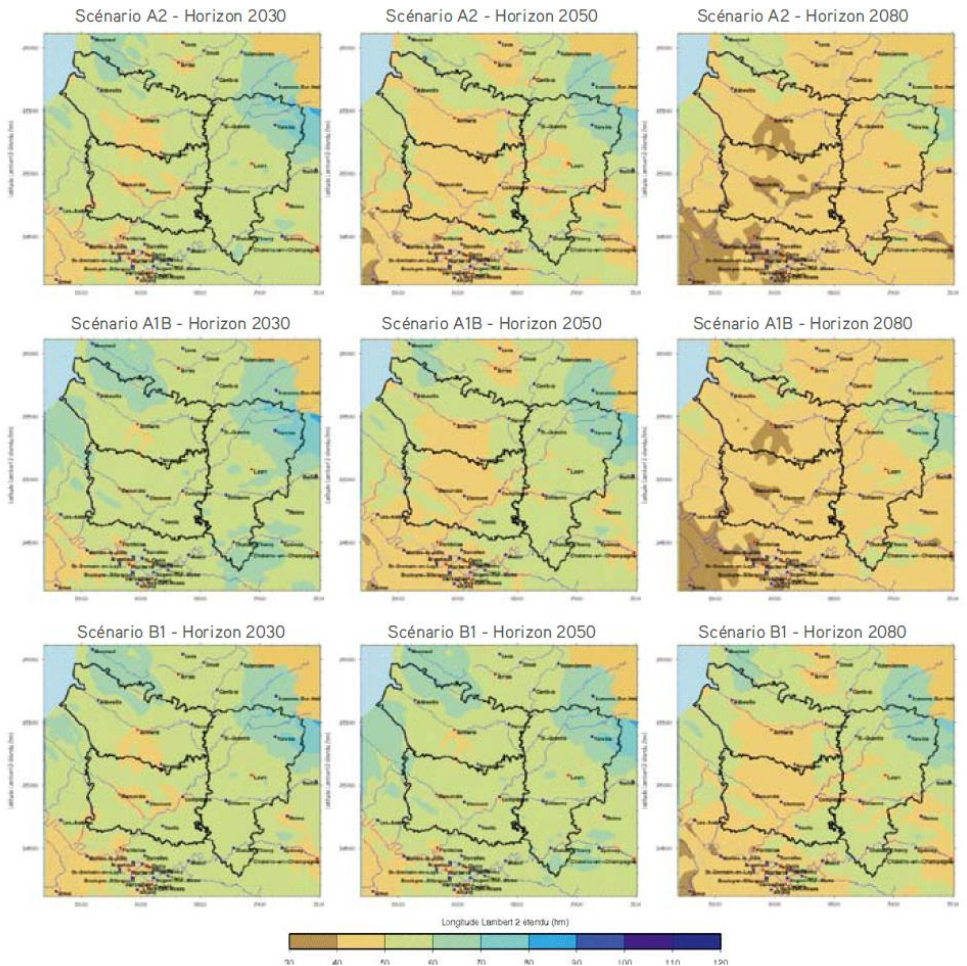
Elle prévoit un monde beaucoup plus hétérogène : la croissance économique et le développement des technologies énergétiquement efficaces sont très variables selon les régions et la population atteint 15 milliards d'habitants à la fin du siècle sans cesser de croître.

Famille de scénario B1 :

Elle décrit la même hypothèse démographique que la famille A1 mais avec une économie rapidement dominée par les services, les « techniques de l'information et de la communication » et dotée de technologies énergétiquement efficaces. Mais sans initiatives supplémentaires par rapport à aujourd'hui pour gérer le climat. Ce scénario est le plus optimiste.

Pluies moyennes mensuelles (mm) en été  
2030 – 2050 – 2100, pour trois scénarios du GIEC  
(A2, A1B, B1)

(Source : Météo-France)



**Document n° 23 : Projection d'indicateurs climatiques – précipitations moyennes mensuelles en été à long terme (source : SRCAE Picardie 2020-2050).**

#### Paramètres extrêmes :

Le nombre de pluies supérieures à 10 mm reste proche des normales actuelles au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle. A noter que ce paramètre est légèrement au-dessus de la climatologie actuelle en 2030 et 2050 pour tous les scénarios. Mais l'ampleur de l'anomalie reste peu significative, autour de +1 jours par an sur une vingtaine au total. Par conséquent, le cumul de précipitations total baissant, la part relative de fortes pluies augmenterait.

La diminution des précipitations, notamment estivales, s'accompagne d'une augmentation du nombre de jours connaissant une sécheresse. Une sécheresse est définie comme un déficit en eau au cours du cycle hydrologique modélisé. Le paramètre étudié est la proportion de temps passé à subir un état de sécheresse en une année.

La proportion de jours secs augmente très fortement au cours du siècle, d'après les projections climatiques, de 8% aujourd'hui à 40 à 75% en 2080. Plus le scénario est pessimiste, plus la tendance est marquée. On peut s'attendre à ce que ces périodes de sécheresse aient lieu principalement en été.

En conclusion, les projections climatiques à long terme ne montrent qu'une très légère augmentation des pluies hivernales (+5%), et la tendance s'inverserait à l'horizon 2080 avec une diminution des quantités précipitées. Il n'y a donc pas d'évolution significative attendue à long terme concernant les cumuls de précipitations ou les intensités pluvieuses.

Les techniques de dimensionnement utilisées actuellement pour les ouvrages de rétention des eaux pluviales intègrent un coefficient de sécurité de 20% qui permet de prendre en compte l'hypothèse de la faible augmentation de quantités précipitées à court/moyen terme.



## 5 ANALYSE DE L'OCCUPATION DES SOLS

### 5.1 Photographies aériennes de différentes époques

✓ **En 1965 :**

La partie urbanisée d'Holnon se limitait à des constructions le long de la RD681, et des rues Clémenceau et Foch.

Le parcellaire agricole était beaucoup plus fractionné que dans les années récentes.

Les surfaces boisées n'étaient pas plus étendues qu'à ce jour.



Document n° 24 : Photographie aérienne du secteur étudié en 1965

✓ **En 2006 :**

L'occupation des sols en 2006 sur le bassin versant de 273 ha était quasiment identique à celle actuelle. Le fond de vallée était constitué par un fossé/ravine comme aujourd'hui.



**Document n° 25 :** Photographie aérienne du secteur étudié en 2006

✓ **En 2013 :**

En 2013, il n'y a eu pas d'évolution notable par rapport à 2006.



**Document n° 26 :** Photographie aérienne du secteur étudié en 2013

✓ **En 2018 :**

En 2018, il n'y a pas eu d'évolution notable par rapport à 2013.

En synthèse, l'occupation des sols de 2018 est presque la même que celle de 2006.



**Document n° 27 :** Photographie aérienne du secteur étudié en 2018

## 5.2 Documents d'urbanismes

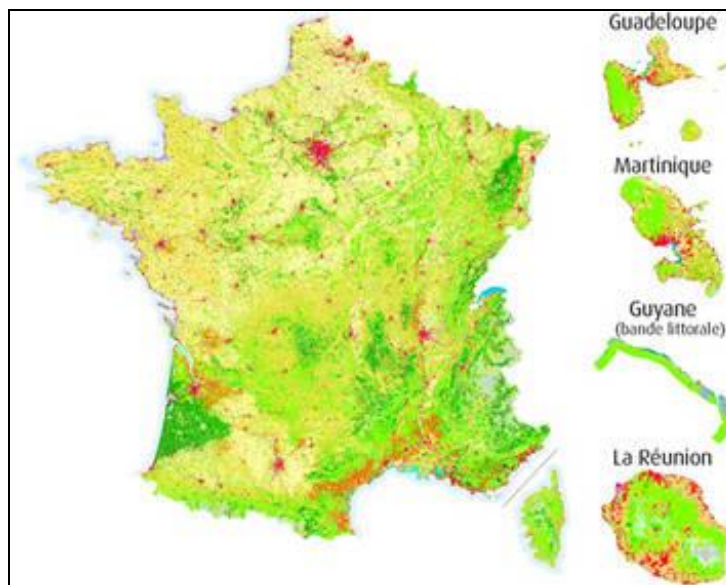
La commune d'Holnon ne dispose pas de document d'urbanisme.

Un Plan Local d'Urbanisme Intercommunal est en cours d'élaboration à l'échelle de la Communauté de Communes du Vermandois.

### 5.3 Analyse des données Corine Land Cover

L'occupation du sol a été étudiée à partir de la Corine Land Cover et des données d'occupations de la base de données SIGALE. La base de données géographique CORINE Land Cover est produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement CORINE.

Cet inventaire biophysique de l'occupation des terres fournit une information géographique de référence pour 38 états européens. La continuité du programme et la diffusion des données CORINE Land Cover sont pilotées par l'Agence européenne pour l'environnement. Le producteur pour la France est le Service de l'observation et des statistiques du ministère chargé de l'environnement.



**Document n° 28 : Présentation du Corine Land Cover**

CORINE Land Cover est issue de l'interprétation visuelle d'images satellitaires, avec des données complémentaires d'appui. L'échelle de production est le 1/100 000. Il existe 3 millésimes de la base CORINE Land Cover en Europe : 1990, 2000 et 2012.

Source : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/li/1825/1097/occupation-sols-corine-land-cover.html>

La méthodologie de production de ces bases de données géographiques est disponible sur le site : [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/t/methode-production-base-donnees.html?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=11268&c](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/t/methode-production-base-donnees.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=11268&c).

**Les données de 2013 ont été actualisées à l'année 2018 par compléments liés aux observations de terrain et sur les photographies satellites plus récentes (Googlemap, 2018).**

## 5.4 Analyse de l'occupation du sol actuelle (2018)

La cartographie en page suivantes présente la répartition des occupations des sols, regroupés par grandes familles.

*Tableau de synthèse des surfaces par types d'occupation du sol en 2018 (en hectares) :*

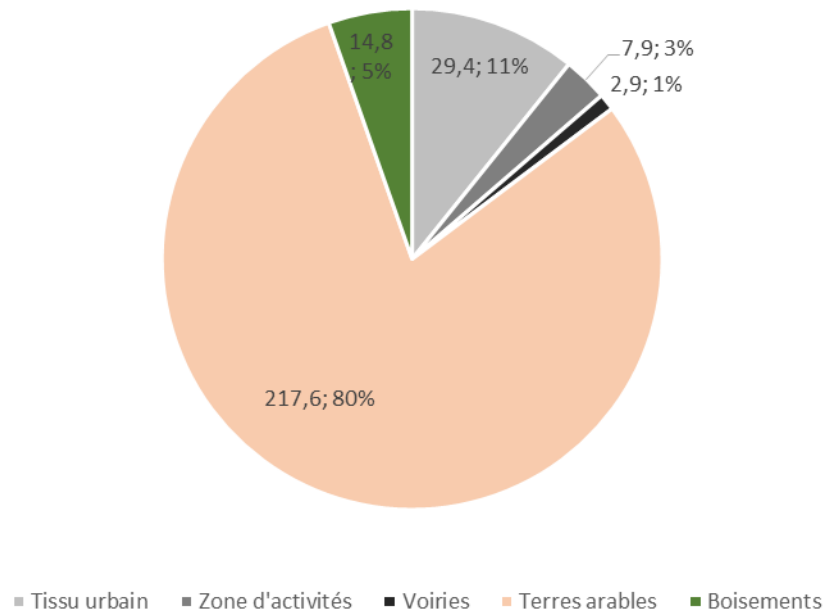
Type d'occupation	Surface (ha)	Proportion
Tissu urbain discontinu	29,4	10,8%
ZI ou Zcommerciale	7,9	2,9%
Route ou voie ferrée	2,9	1,1%
Terres arables	217,6	79,8%
Boisement ou forêt	14,8	5,4%
TOTAL	272,6	

Le bassin versant amont au captage d'Holnon comporte 80% de surfaces de terres arables.

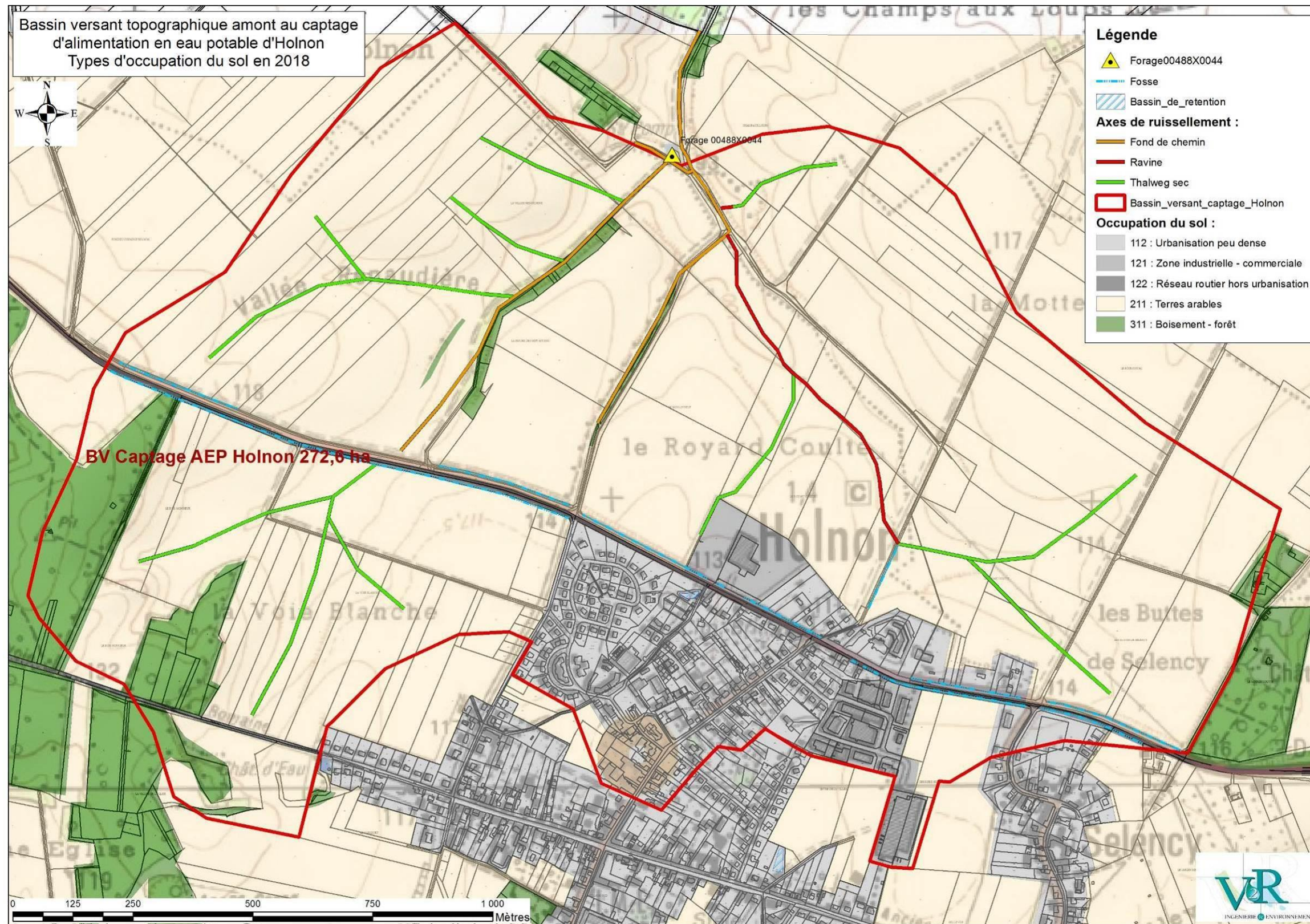
La partie urbanisée représente près de 15%.

Les surfaces boisées sont très peu étendues, à peine 5% du bassin versant étudié.

Typologie de l'occupation du sol sur le bassin versant amont au captage d'Holnon







Le bassin versant est très majoritairement occupé par des sols cultivés (terres arables). Les proportions de boisements sont faibles, situées en amont du bassin versant.

Les surfaces urbanisées ne sont pas négligeables, et s'étendent aussi sur l'amont du bassin versant du captage. La partie bâtie d'Holnon joue donc un rôle important dans la genèse du ruissellement.

Document n° 29 : Principaux types d'occupation du sol en 2018 sur les sous-bassins versants étudiés

## 6. ANALYSE HYDROGRAPHIQUE DETAILLEE

### 6.1 Localisation des ouvrages hydrauliques existants sur le bassin versant

Plusieurs ouvrages de rétention existent sur le bassin versant étudié :

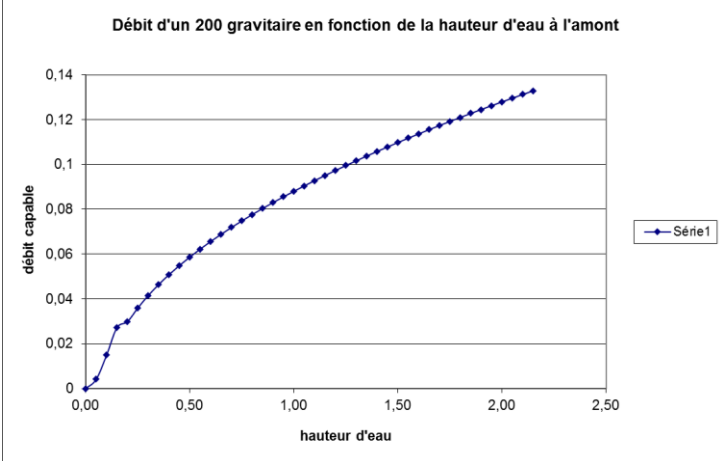
Ouvrage	Localisation	Dimension et fonctionnement
<p>Bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles, à côté du cimetière anglais.</p> <p>Ce bassin de rétention s'étend sur environ 70 m<sup>2</sup> au fond et 400 m<sup>2</sup> au niveau du TN, avec 1m90 de profondeur pour une capacité utile estimée à 450 m<sup>3</sup> avant surverse.</p> <p>L'exutoire du bassin de rétention est un collecteur Ø300mm avec une limitation de débit par une vanne manuelle réglée pour laisser 10cm de hauteur ouverte sur la canalisation (section ouverte équivalente à un Ø200mm. Le débit de pointe sous 1m00 de charge d'eau atteint donc théoriquement 90 l/s et 130 l/s sous 2m00 d'eau, lorsque le bassin est plein :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Le bassin est très facile d'accès et non sécurisé (clôture en grillage maille simple, fortement dégradé, portail non verrouillé).</p>	<p>A côté du cimetière anglais d'Holnon, au nord de l'Allée des Hirondelles.</p>	<p>Volume estimé à 450 m<sup>3</sup>.</p> <p>Débit de fuite avec 1m d'eau dans le bassin estimé à 90 l/s. Débit maximal avec bassin rempli estimé à 130 l/s.</p> <p>Ce bassin de rétention régule les eaux pluviales provenant du quartier de la rue des Mésanges / Allée des Hirondelles (environ 1,5 ha de surface urbanisée collectée).</p>

Photo :



Photos – suite :

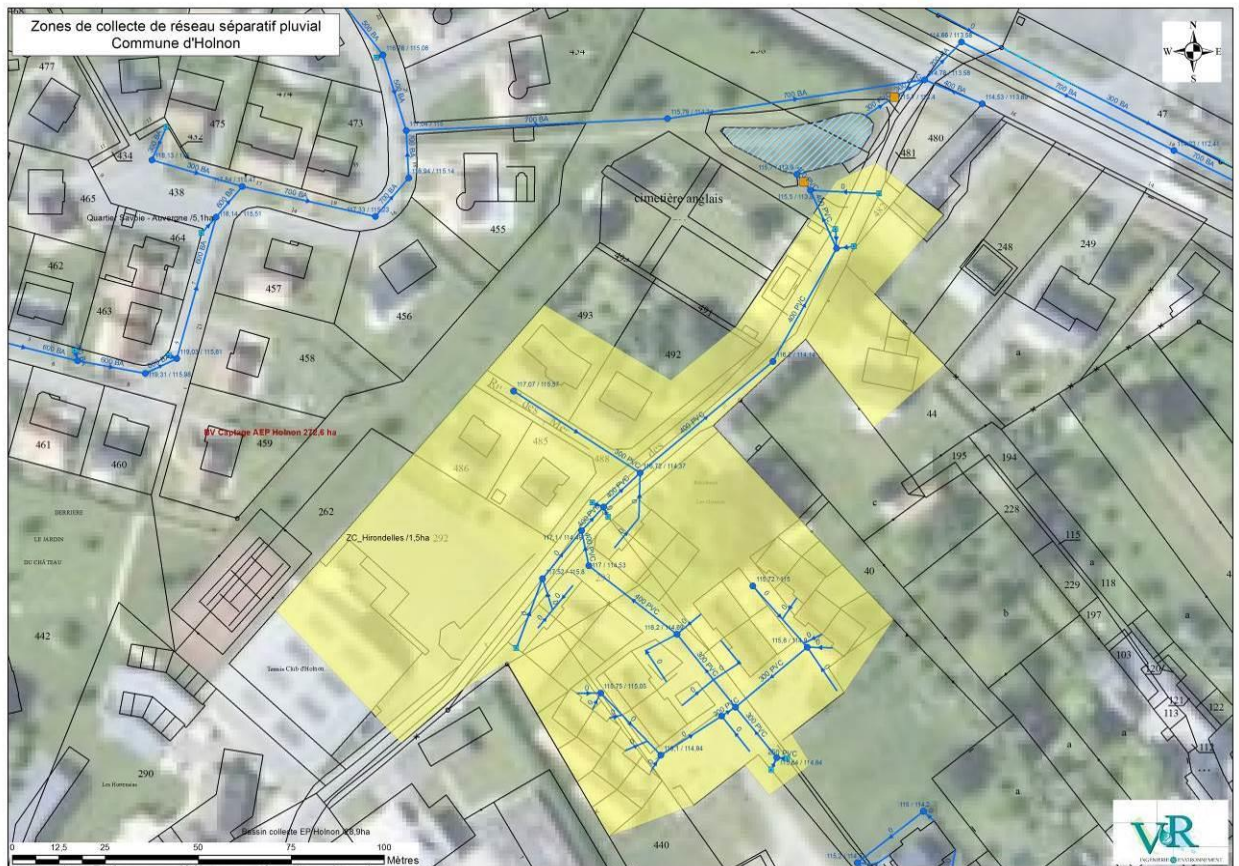


Exutoire du bassin de rétention et vanne manuelle de régulation du débit de fuite



Canalisation de 400mm en entrée de bassin

Zone de collecte pluviale contrôlée par le bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles :



**Document n° 30** : Emplacement du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles et zone de collecte pluviale concernée

**Ce ne sont pas des ouvrages de rétention à proprement parler, mais nous avons identifié deux zones dépressionnaires faisant office de zone de stockage du ruissellement avec infiltration :**

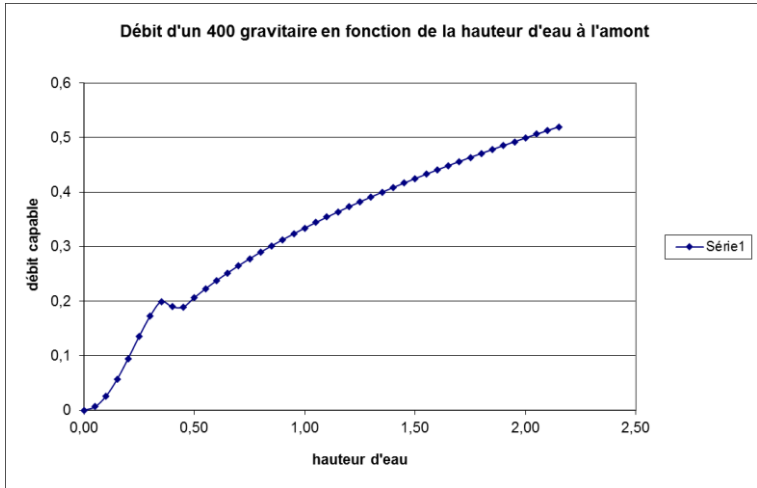
Zone dépressionnaire inondable	Localisation	Dimension et fonctionnement																
<p>Amont de la RD1029, côté nord-ouest de la commune, en bas du Bois d'Holnon.</p> <p>La route est en remblai d'environ 1m par rapport au terrain naturel et l'unique ouvrage hydraulique de traversée est une canalisation de 40cm de diamètre.</p> <p>Le débit d'une canalisation de 400mm de diamètre varie en fonction de la charge hydraulique en amont. Tant que la canalisation n'est pas en charge, le débit de fuite augmente jusqu'à 200 l/s, puis, avec par exemple 1m de charge, il atteint 330 l/s :</p> <div data-bbox="108 658 868 1144" data-label="Figure">  <table border="1"> <caption>Approximate data from the graph</caption> <thead> <tr> <th>hauteur d'eau (m)</th> <th>débit capable (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>0.10</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>0.52</td></tr> <tr><td>2.25</td><td>0.55</td></tr> </tbody> </table> </div> <p>Le bassin versant contrôlé en amont du busage s'étend sur environ 62 ha.</p>	hauteur d'eau (m)	débit capable (l/s)	0.00	0.00	0.25	0.10	0.50	0.20	1.00	0.35	1.50	0.45	2.00	0.52	2.25	0.55	<p>Amont de la RD1029, côté nord-ouest de la commune.</p>	<p>Collecteur de 400mm de diamètre pour unique exutoire (débit de fuite de l'ordre de 200 l/s en général).</p> <p>La zone inondable en amont s'étend potentiellement sur 0,5 m de profondeur moyenne et plus de 3 000 m<sup>2</sup> de surface, soit un volume de rétention mobilisable d'au moins 1 500 m<sup>3</sup>.</p> <p>La surface disponible pour l'infiltration est élevée.</p> <p>Avec 1m de charge d'eau (ce qui ne s'est jamais produit de mémoire locale), l'étendue inondable dépasserait les 5000 m<sup>2</sup> et plus de 2500 m<sup>3</sup> de volume.</p>
hauteur d'eau (m)	débit capable (l/s)																	
0.00	0.00																	
0.25	0.10																	
0.50	0.20																	
1.00	0.35																	
1.50	0.45																	
2.00	0.52																	
2.25	0.55																	

Photo :

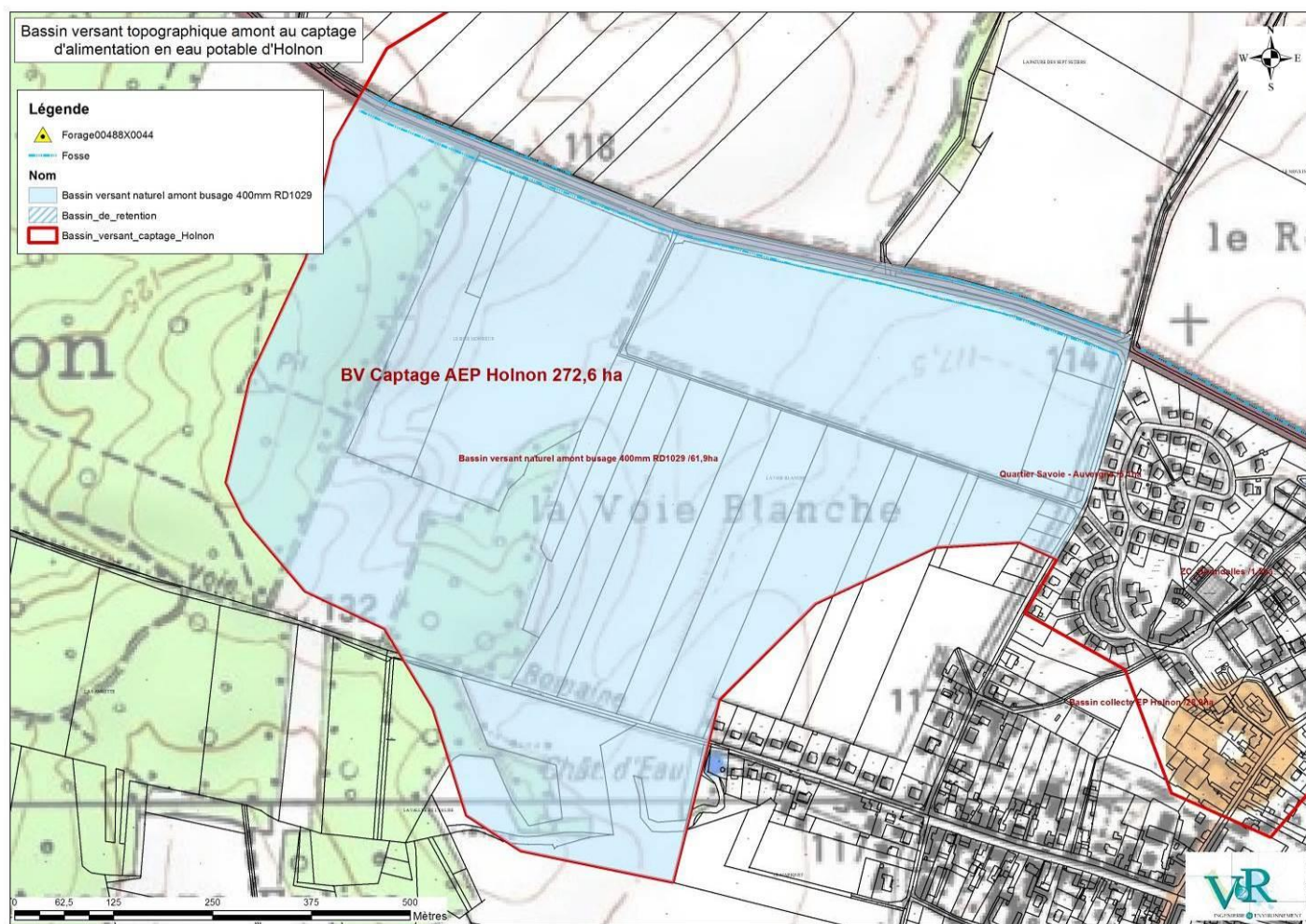


Bassin versant en amont du busage sous la RD1029 (versants à gauche de la photo)



Busage d400mm sous la RD1029

*Bassin versant naturel contrôlé par le busage sous la route départementale :*



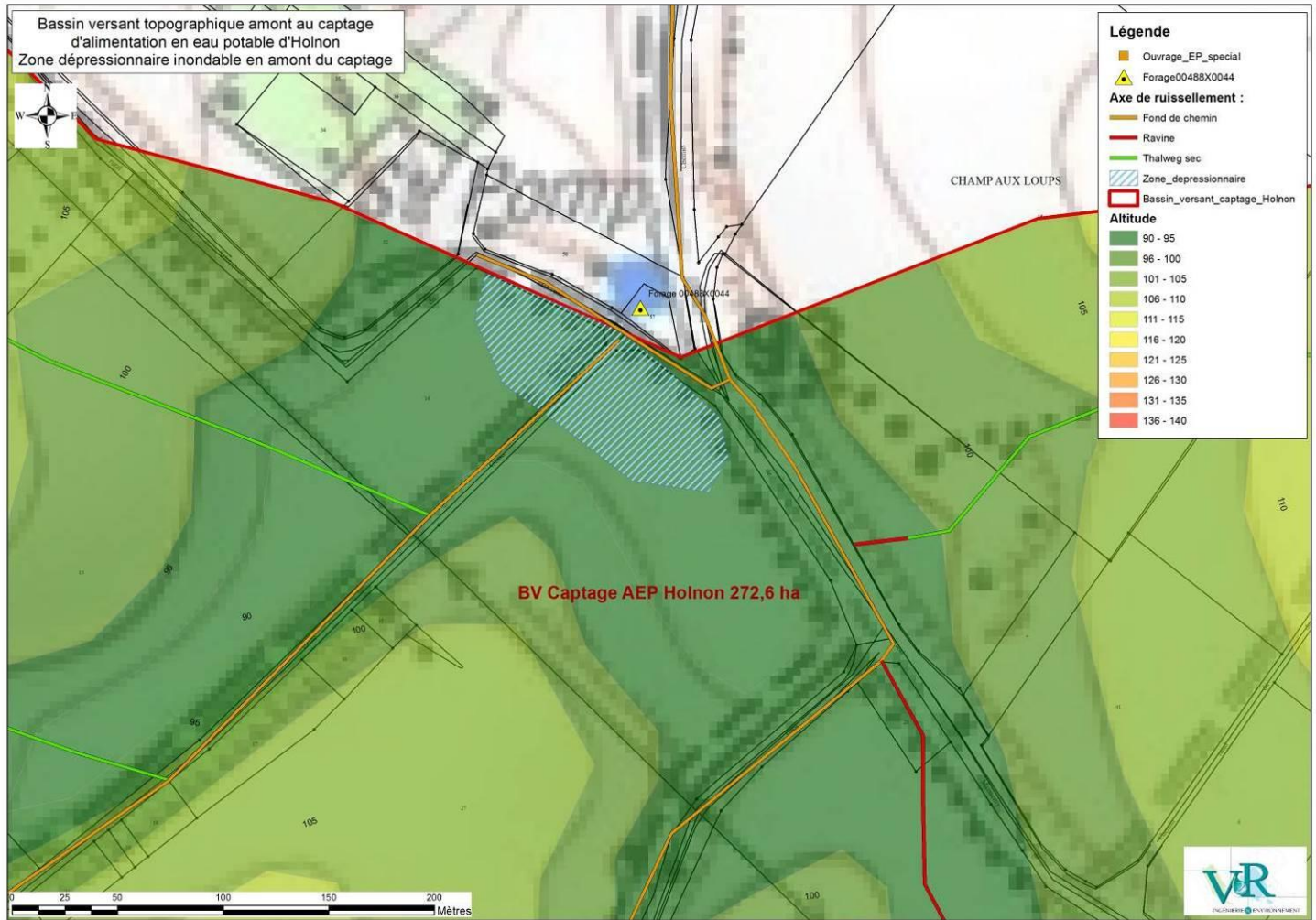
**Document n° 31** : Bassin versant naturel en amont du busage sous la route départementale, au nord-ouest d'Holnon

Zone dépressionnaire inondable	Localisation	Dimension et fonctionnement
<p><b>Amont du captage d'Holnon</b></p> <p>Le chemin rural est en léger remblai par rapport au terrain naturel, ce qui engendre un étalement des eaux dans les champs en amont.</p> <p>L'étendue potentiellement inondable s'étale sur environ 5000 m<sup>2</sup>, avec 20/30cm de lame d'eau en moyenne.</p>	<p>Amont du captage d'Holnon</p>	<p>La zone inondable en amont s'étend potentiellement sur 30 cm de profondeur et 5000 m<sup>2</sup> de surface, soit un volume de rétention mobilisable d'au moins 1500 m<sup>3</sup>.</p> <p>La surface d'infiltration est élevée.</p>

Photos :



Localisation de la zone dépressionnaire située en amont du captage :



**Document n° 32 : Zone dépressionnaire inondable en amont du captage d'eau potable**

## 6.2 Réseau de collecte des eaux pluviales

La commune nous a communiqué plusieurs plans imprimés sur papiers des reports des réseaux d'assainissement pluviaux.

Ils ont été reportés sur cartographie géoréférencée (SIG, Autocad).

Les parties manquantes du réseau ont été relevées par relevés de terrain réalisés début mars 2019, par temps sec (repérage du tracé du réseau depuis la surface : ouvertures des regards, mesure de profondeur et de diamètre). Ces compléments ont aussi été cartographiés.

Le plan joint représente l'ensemble du réseau d'assainissement pluvial de la partie de la commune d'Holnon située dans le bassin versant topographique du captage.

De manière générale, on remarque un faible écoulement clair par temps sec (le réseau pluvial draine un peu la nappe superficielle). Quelques apports d'eaux usées ont été localisés.

Il existe des tronçons de réseau qui passent en domaine privé, voire sous des bâtiments.

Quelques grilles-avaloir étaient bouchées lors de la visite début mars (dépôts de feuilles / terre).

**Le plan détaillé du réseau d'assainissement pluvial est annexé en grand format à ce rapport.**

**Une synthèse au format A3 de ce plan est reprise en page suivante.**

## 6.3 Observations des problèmes d'érosion et de ruissellement sur le bassin versant

Les observations de terrain et le témoignage des élus locaux ont permis de localiser les principales zones sujettes aux inondations, à l'érosion et au ruissellement.

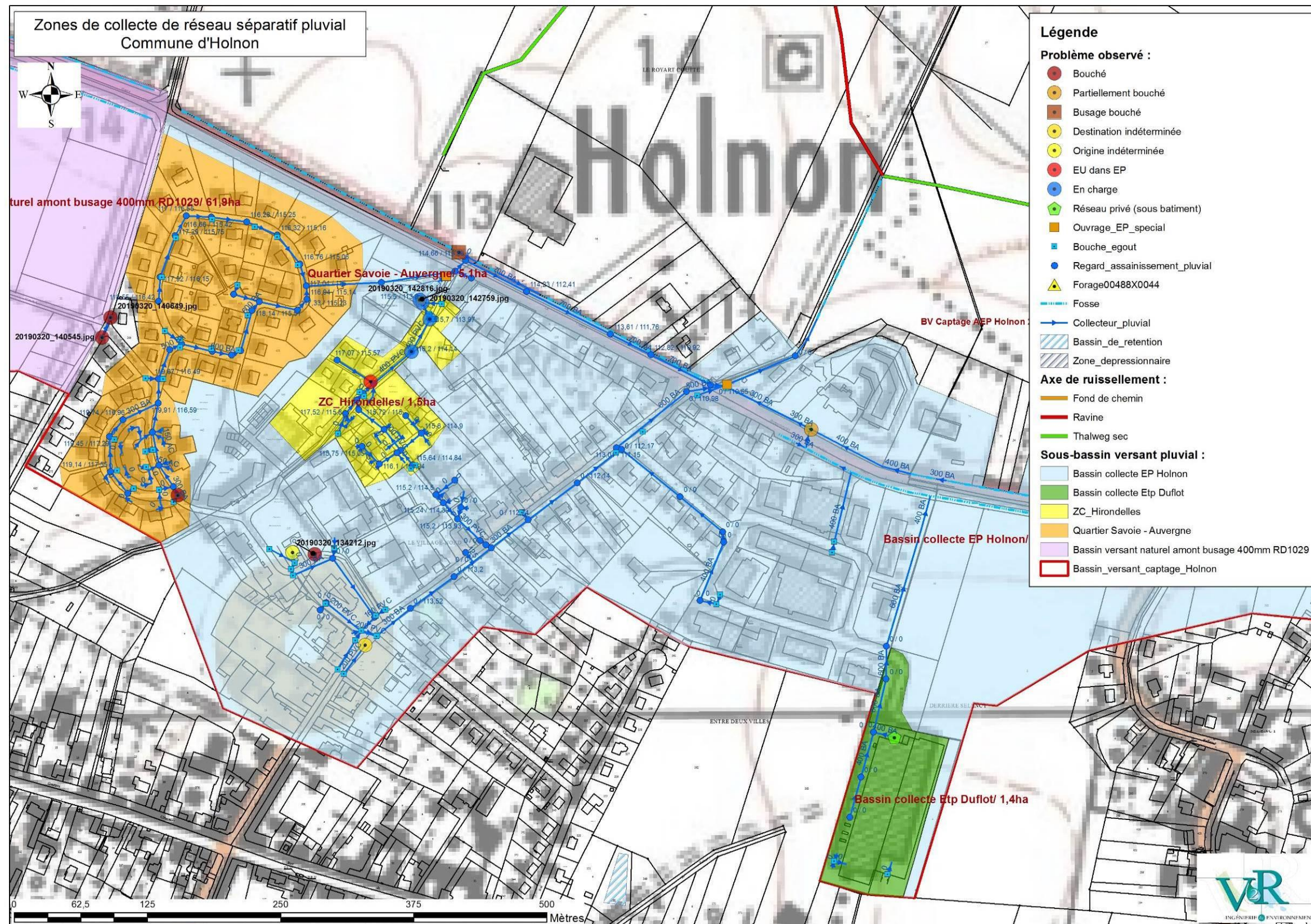
Ont été signalés et observés sur ce bassin versant :

- très peu de problèmes d'érosion (très peu de ravines ou traces d'érosion observées) ;
- un exutoire final du réseau d'eau pluvial d'Holnon non maîtrisé (fossé qui disparaît rapidement au profit d'une simple noue bordant le chemin, écoulement qui passe par-dessus et par-dessous le gué béton du chemin rural avant de se jeter dans un fossé en fond de vallon) ;



- une zone dépressionnaire engendrant la stagnation d'un volume important d'eaux de ruissellement et son infiltration immédiatement en amont du captage d'alimentation en eau potable (problème exposé au paragraphe 6.1).





Document n° 33 : Carte de synthèse du réseau d'assainissement pluvial de la partie Nord d'Holnon

## 7. CALCULS DES TEMPS DE CONCENTRATION ET COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENTS

### ✓ Généralités sur l'occupation des sols des bassins versants étudiés :

L'occupation des sols a été déterminée de manière précise via analyse des orthophotoplans et observations de terrain pour l'année 2018.

Le paramètre ruisselant déterminant est lié à la nature même du sol, plus ou moins imperméable.

Nous avons vu au chapitre concernant la géologie que la très grande majorité des sols affleurants sont limoneux, avec une perméabilité assez faible.

Les versants les plus pentus, en aval, voient la craie, perméable, affleurer.

### ✓ Choix des coefficients de ruissellement (R) :

Hypothèses des coefficients de ruissellement retenus pour la modélisation :

Type occupation des sols	Coefficient de ruissellement typique en bibliographie	Coefficient de ruissellement R retenu
Voiries – parkings – trottoirs - toitures	95 %	<b>95 %</b>
Surface urbanisée d'Holnon – partie nord	30 à 50 %	<b>47 %<sup>(1)</sup></b>
Cultures annuelles sur sols limoneux sur sols perméables	20-30 %	<b>25 %<sup>(2)</sup></b>
Forêts – Boisements sur sols perméables	10-20 %	<b>15 %<sup>(2)</sup></b>

(1) : Le coefficient de ruissellement de la partie urbanisée est calculé ici de manière détaillée grâce à l'outil SIG. Les surfaces de toitures, voiries, trottoirs et parkings seront mesurées précisément. Ainsi, sur les 36,9 ha de surface cumulés on mesure 18,32 ha de surface imperméabilisée. Les surfaces naturelles (jardins, espaces verts) sont considérés comme n'apportant pas de ruissellement (bonne perméabilité, présence de gazon et d'arbustes, et très faible pente de terrain). **On obtient donc un coefficient d'apport global sur la surface urbaine de 47,1 %.**

(2) : Les valeurs retenues sont hautes dans les fourchettes d'estimation. Ce choix est justifié par l'incertitude liée à l'occupation du sol sur les terres arables, très largement dominantes sur le bassin versant étudié (80% de 273 ha). De plus, les pluies de l'étude ayant une période de retour rare à très rare (30 et 100 ans), le ruissellement sera plus important, même si la perméabilité du sol est assez bonne.

### ✓ Temps de concentration :

Temps de concentration (Tc) : C'est le temps que met une particule d'eau provenant de la partie du bassin versant la plus éloignée "hydrologiquement" de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. On peut estimer « Tc » en mesurant la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement direct (c'est-à-dire la fin de l'écoulement de surface).

Le temps de concentration dépend de nombreux paramètres tels que la topographie, la géologie, la pente des terrains, l'occupation des sols,...

Il existe de nombreuses formules empiriques pour calculer le temps de concentration d'un bassin. Les formules ont souvent un domaine de validité limité défini par des conditions d'utilisation des formules. Dans le cadre de cette étude, nous allons utiliser la formule de SOGREAH car elle intègre le paramètre du ruissellement dans le calcul :

Désignation	Formule	Validité
SOGREAH (Tc en minutes) ( S en ha, R sans dim, I en m/m)	$Tc = 0,90 \times S^{0,35} \times R^{-0,35} \times I^{-0,5}$	Petit bassin versant (quelques km <sup>2</sup> )

Avec :

*S* : surface du bassin versant

*R* : coefficient de ruissellement du bassin versant

*I* : pente moyenne du plus long cheminement hydraulique sur le bassin versant

(défini par  $(\text{altitude maximum} - \text{altitude minimum}) / L$ ) (*L*=plus long cheminement hydraulique sur le bassin versant)

Calcul des temps de concentration (mn) sur les zones de collecte étudiées :

<u>Zones de collecte</u>	S (ha)	R	Alt.maxi (m)	Alt.mini (m)	I (%)	L (m)	Temps de concentration (mn)
<b>BV global captage Holnon</b>	<b>278,7</b>	<b>28</b>	<b>140</b>	<b>93</b>	<b>2,8</b>	<b>1700</b>	<b>60</b>
<b>Sous-BV urbain Holnon</b>	36,9	47	117	111	1,0	620	<b>40</b>
Zone de collecte du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles	1,5	45	118	116	1,3	150	<b>12</b>
Zone de collecte du quartier des rues de Savoie et d'Auvergne	5,1	35	119	117	0,5	370	<b>33</b>

Les temps de concentration pour le bassin versant est court, et correspond à des pluies de type orageuses intenses.

La partie urbaine d'Holnon qui s'étend sur environ 37 ha présente un temps de concentration plus court, de 40mn.

**Pour l'étude, nous retiendrons donc une pluie de projet avec un pic d'intensité d'1 heure de durée (plus pénalisant en volume à l'échelle du bassin versant global que celle de 40mn).**

Le tableau suivant présente les cumuls de pluies critiques sur une durée d'une heure pour différentes périodes de retour (secteur pluviométrique de Saint-Quentin) :

Période de retour en années	40 mn de durée Cumuls en mm	60 mn de durée Cumuls en mm
5	17,1	19,1
<b>10</b>	19,2	<b>21,2</b>
<b>20</b>	24,2	<b>26,9</b>
50	29,2	32,5
<b>100</b>	33,1	<b>37,0</b>

**Concrètement, une forte pluie critique d'une heure de durée (37mm pour la pluie centennale) va mobiliser pleinement la capacité de concentration des débits sur le bassin versant global en amont d'Holnon, et sera déterminante pour le dimensionnement du bassin de rétention/infiltration de la partie urbaine au nord de la commune.**

## 8. MODELISATION HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

### 8.1 Méthodologie d'élaboration du modèle

#### 8.1.1 Généralités sur le modèle utilisé

L'objectif du modèle à mettre en œuvre dans le cadre de cette étude est multiple :

- La description précise du fonctionnement hydraulique pour des événements de crues ;
- La confirmation des dysfonctionnements observables sur le terrain et la quantification des débits et volumes ;
- La validation des aménagements imaginés en réponse aux dysfonctionnements mis en évidence lors des phases précédentes de l'étude, l'élaboration d'un programme de travaux et la hiérarchisation de ces travaux en fonction de leur efficacité et de leurs coûts.

**Nous allons utiliser le logiciel MIKE URBAN version 2018 pour la réalisation du modèle d'écoulement en crues.**

Le **logiciel MIKE URBAN 2018** est un logiciel de calcul permettant l'évaluation, pour une pluie et un bassin versant donnés, des débits et des flux polluants en tout point d'un réseau d'assainissement unitaire ou séparatif, ou d'un réseau hydrographique complexe de surface (fossés, cours d'eau, bassins de rétention,...). Il intègre la technologie du Système d'Information Géographique (S.I.G.) pour les cartographies.

Il tient compte d'une succession de phénomènes allant de la prise en compte du ruissellement sur les bassins versants naturels en fonction de l'urbanisation, à la simulation de l'ensemble des ouvrages susceptibles de se trouver sur un réseau d'assainissement (déversoirs d'orages, postes de refoulement, clapets, siphons, ...) ou un bassin versant (bassin de rétention, bassin d'infiltration, fossés,...), tout en permettant d'inclure les conditions en aval (influence du niveau des rivières, ...).

Les principaux phénomènes simulés sont les suivants :

- \* Les apports en eaux météoriques.
- \* En chaque nœud du réseau, le bilan des débits entrants et sortants en fonction des caractéristiques de chacun de ces nœuds (déversoir, station de refoulement, orifice, clapet, réservoir,...).
- \* La propagation, dans chaque tronçon de conduite ou de fossé, des débits.
- \* Le calcul de la hauteur d'eau dans les différents collecteurs permettant une prise en compte des mises en charge du réseau et des débordements.
- \* Il permet d'obtenir des résultats sous forme de plans présentant les zones d'insuffisances hydrauliques, de profils en long, de courbes de débits, de volumes, de niveau d'eau, ...

**Notons que nous ne disposons pas de mesures de débits permettant le calage du modèle.**

#### **Construction du modèle**

Durant cette phase d'étude, la réflexion sur la construction du modèle hydraulique permet d'obtenir le synoptique général du système, ainsi que la définition des zones de collecte.

La construction du modèle hydraulique du réseau comprendra :

- La reconnaissance des principaux points caractéristiques du réseau hydrographique (busages, sections de fossés, ouvrages hydrauliques),
- L'intégration des conditions aux limites aval du modèle.

### **Description de l'outil informatique utilisé dans la modélisation**

Le logiciel utilisé permet de construire le synoptique général du réseau hydrographique et de simuler son fonctionnement par temps sec ou pluvieux. Dans ce logiciel, tous les points singuliers (regards, bassins, exutoires, ...) sont représentés par des nœuds. Tout le reste (conduites, trop-pleins, fossés, busages,...) constitue des liens entre les différents nœuds du réseau. Cette pratique permet de construire tous les réseaux par l'association d'éléments de base (des nœuds et des liens).

### **La construction du modèle du réseau d'assainissement**

Le modèle du réseau reprend les conduites principales des réseaux d'eaux pluviales (supérieures ou égales au diamètre 300mm), afin de permettre une bonne représentativité de la réalité du terrain (utilisation des levés topographiques).

Concernant le réseau de fossés et cours d'eau, le modèle reprend le maillage principal, associé aux données topographiques précises lorsqu'elles existent (levés par géomètre), à défaut les données topographiques de la carte IGN au 1/25000<sup>ème</sup>.

### **Le découpage en sous-bassins versants**

Ce découpage prendra en compte les sous-bassins versants pluviaux, ce qui permet une meilleure précision par l'obtention de mesures en sortie de chaque bassin. Le modèle sera affiné sur les secteurs présentant des dysfonctionnements connus, de manière à accroître la fiabilité du modèle aux endroits présentant des anomalies.

## **8.1.2 Données techniques utilisées pour la construction du modèle d'écoulement**

### **Les données d'entrée sont :**

- Les différents nœuds correspondent aux busages, fossés et regards d'assainissement observés et relevés lors des investigations de terrain et reportés sur les plans de levés topographiques. Ils comprennent les intersections de fossés et les entrées/sorties de busages.
- La topographie, évaluée à partir de la carte IGN au 1/25000<sup>ème</sup> et des levés topographiques existants sur les plans de réseaux pluviaux fournis par la commune.
- Les données concernant les diamètres des canalisations et les dimensions des fossés sont issues des observations de terrain et des plans de réseaux pluviaux fournis par la commune.

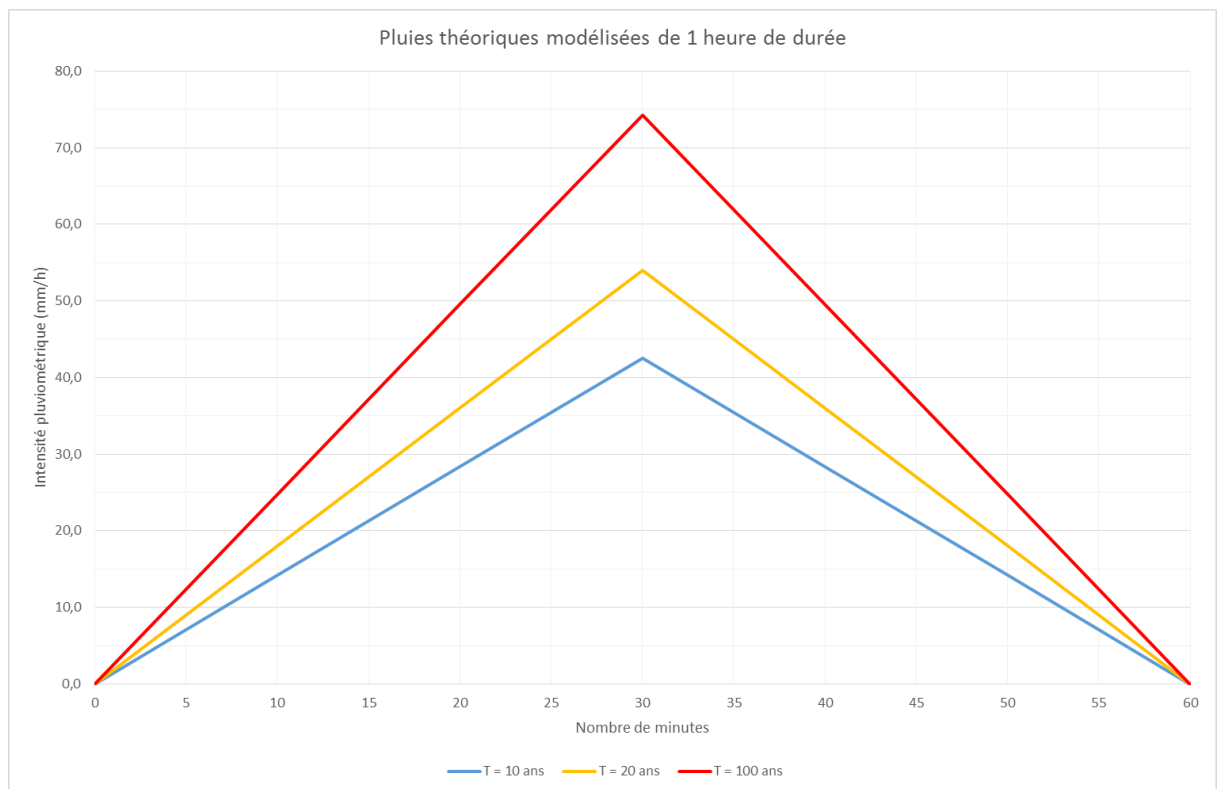
### 8.1.3 Données pluviométriques utilisées pour le calage du modèle et pluies de projet

**Nous allons modéliser les pluies de période de retour 10, 20 ans et 100 ans les plus critiques pour le bassin versant étudié (1 heure de durée intense).**

*Schéma des pluies entrées dans le modèle hydrologique (intensité en mm/h) :*

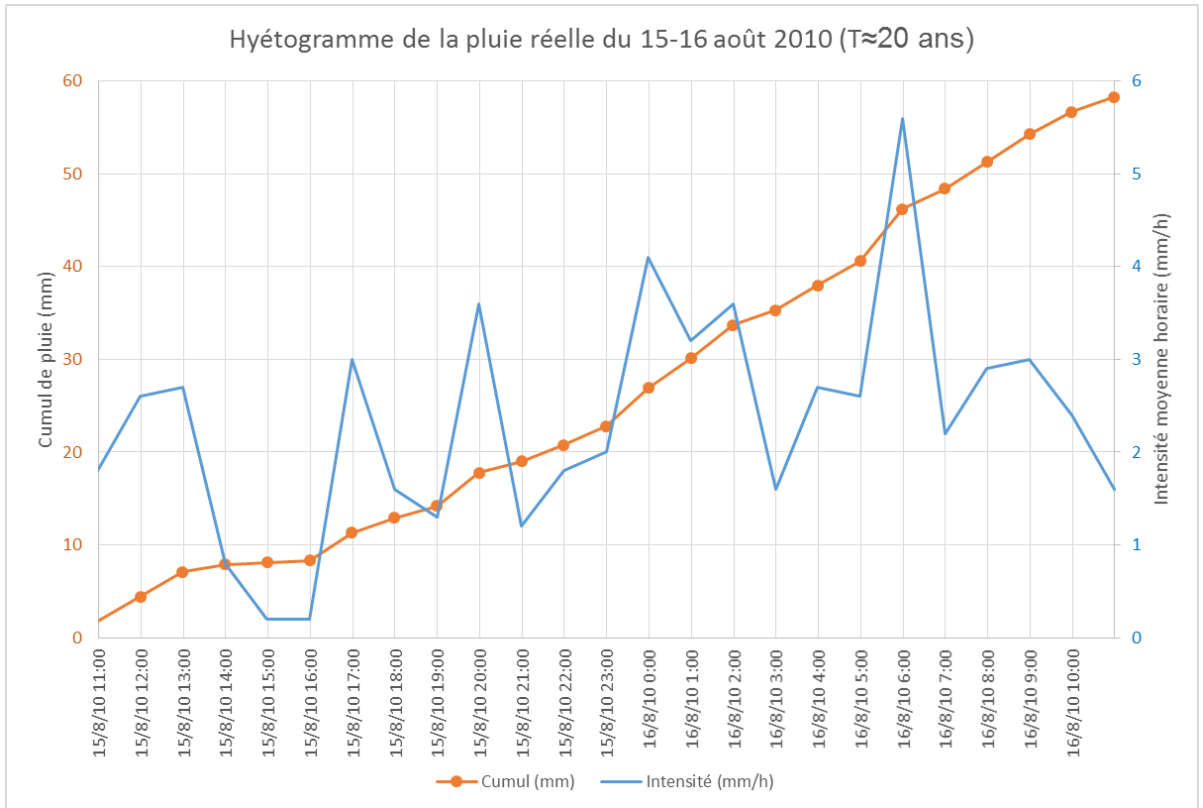
-> 3 pluies de projet de période de retour 10, 20 ans et 100 ans avec un pic d'intensité de 1h00mn de durée, sur la station météorologique de Saint-Quentin, considérée comme représentative du secteur pluviométrique étudié :

Période de retour	Cumuls en mm	Intensité maximale (mm/h)
10 ans	21,2	21,2 mm/h
30 ans	29,3	29,3 mm/h
100 ans	37,0	37,0 mm/h



**Document n° 34 : Pluies de projet utilisées dans le modèle hydrologique**

-> 1 vérification avec une pluie réelle, qui s'est produite entre le 15 et le 16 août 2010, avec un période de retour de près de 20 ans (58,3mm précipités en 24 heures) (c'est d'ailleurs le plus fort cumul en 24 heures depuis plus de 20 ans de mesures à St-Quentin) :



**Document n° 35 : Pluie réelle utilisée dans le modèle hydrologique**

## 8.1.4 Principe de la modélisation hydrologique

Une modélisation hydrologique représente la transformation de la pluie en débit ruisselé vers le réseau de collecte. La simulation hydrologique des écoulements nécessite les valeurs des paramètres suivants sur chaque zone de collecte : coefficient de ruissellement, temps de concentration, intensité et durée de la pluie de projet.

Une fois ces paramètres connus, le modèle calcule les hydrogrammes de débit à l'exutoire de chaque sous-bassin versant en fonction de la pluie utilisée.

Pour la modélisation du réseau, nous avons retenu une formule similaire à la formule rationnelle généralisée, mais qui s'applique non plus à tout le bassin versant et en permanence, mais à une série de bassins élémentaires déterminés pas de temps par pas de temps, par utilisation d'une courbe Aire-Temps.

### Formule rationnelle généralisée : $Q = \mu C I A$

Avec :

- $Q$  : débit de ruissellement, d'apport au réseau,
- $\mu$  : coefficient de réduction (= 95%)
- $C$  : coefficient d'imperméabilisation,
- $I$  : intensité de la pluie,
- $A$  : surface du bassin versant.

### Cela se traduit par :

- ⇒ un découpage en pas de temps  $\Delta t$  de la période à simuler,
- ⇒ une détermination du débit par pas de temps :
  - calcul des pertes initiales : tant que l'intensité cumulée n'a pas atteint la valeur de ces pertes initiales, il n'y a pas de ruissellement
  - utilisation de la formule rationnelle à chaque pas de temps :
 
$$Q(n\Delta t) = C \mu S(n\Delta t) I(n\Delta t)$$

$Q(n\Delta t)$  : débit à l'exutoire du bassin versant à l'instant  $n\Delta t$   
 $C$  : coefficient d'imperméabilisation du bassin  
 $\mu$  : coefficient de réduction  
 $S(n\Delta t)$  : surface participant à l'écoulement à l'instant  $n\Delta t$   
 déterminée par la courbe Aire-Temps  
 $I(n\Delta t)$  : intensité de la pluie à l'instant  $n\Delta t$

### Hypothèses :

- ⇒ Les pluies efficaces sont obtenues en retranchant les pertes initiales.
- ⇒ Le coefficient de réduction  $\mu$  s'applique aux surfaces imperméables, et traduit le fait que toute l'eau parvenant sur ces surfaces, mêmes imperméables, n'atteint pas l'exutoire (coefficient pris en général à 95%).
- ⇒ Les surfaces perméables (telles que déterminées par le coefficient d'imperméabilisation) participent à l'écoulement, même retardé.
- ⇒ Il faut estimer les temps de concentration (temps mis pour une goutte d'eau tombant sur la partie la plus lointaine du bassin versant pour parvenir à l'exutoire) pour définir les courbes Aire-Temps. Ce temps de concentration varie entre **5 et 40 minutes** pour l'ensemble des sous-bassins de collecte pluviaux raccordés au réseau hydrographique. C'est ce cumul de sous-bassins versants et le temps de propagation de l'onde de crue qui va déterminer le temps de concentration global du bassin versant étudié.



## 8.1.5 Principe de la modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique consiste à réaliser un maillage du réseau : le réseau est discrétisé en tronçons successifs sur lesquels sont résolues les équations complètes de Barré-de-Saint-Venant (conservation de la matière et de la quantité de mouvement). Ils sont délimités en fonction des paramètres suivants :

- \* *homogénéité des dimensions ;*
- \* *intersection avec un autre tronçon ;*
- \* *rencontre avec une singularité hydraulique (seuil, autre collecteur, ...).*

Les résultats de la modélisation, en cas de régime non-permanent, permettent de suivre l'évolution des paramètres suivants : côtes des niveaux d'eau, vitesses d'écoulement, débits de chaque tronçon discrétisé, durée de submersion des zones inondées.

Les conditions aux limites sont de deux types :

- Les conditions aux limites « amont » correspondent aux hydrogrammes de débit introduits dans le modèle dus aux apports zones d'apport diffus le long du réseau (hydrogrammes pluie/débit et débits d'apports plus ou moins variables d'eaux de nappe). Ces hydrogrammes résultent directement de la modélisation hydrologique, interfacée avec la modélisation hydraulique. Dans le cadre de la modélisation, les hydrogrammes de la modélisation pluie/débit sont intégrés au niveau des sous-bassins versants pluviaux.
- Les conditions aux limites « aval » correspondent par exemple au niveau d'eau dans la canalisation à son exutoire : nous avons considéré dans le cadre de la modélisation qu'il n'y avait pas d'influence hydraulique aval au niveau de l'exutoire du fossé.

## 8.1.6 Risques d'erreur et paramètres de calage

**Rappelons qu'il n'y a pas de mesures de débits disponibles pour permettre le calage du modèle.**

Pour la modélisation hydrologique, il existe plusieurs paramètres qui présentent un risque d'erreur :

- La morphologie des zones de collecte (surface, longueur, pente) et l'occupation des sols, qui permettent de déterminer les temps de concentration ;
- Le ruissellement de la pluie relatif à l'occupation des sols sur chaque zone de collecte ;
- Les débits initiaux dans les tronçons de collecte (débits de base), c'est-à-dire au début de l'événement pluviométrique simulé.

**Nous allons donc :**

- o Nous baser sur l'occupation des sols détaillée analysée en phase 1 de l'étude (base SIG) pour déterminer les surfaces imperméabilisées, les surfaces cultivées, les surfaces en pâtures, boisées, ... ;
- o Utiliser un coefficient de ruissellement basé sur la bibliographie et ce qui est couramment utilisé dans les études hydrauliques sur le territoire. La valeur de ce coefficient de ruissellement sera modifiée en fonction de la crédibilité des résultats obtenus pour la modélisation hydraulique, par rapport aux témoignages de hauteur d'eau aux exutoires des bassins versants.

Pour la modélisation hydraulique, il existe aussi plusieurs paramètres qui présentent un risque d'erreur, mais moins significatives que celles concernant les aspects hydrologiques :

- La discrétisation du réseau elle-même, par le fait qu'elle simplifie un tronçon complet alors qu'il y comporte des singularités diverses qui créent toutes des pertes de charge (obstacles nés d'effondrements, objets dans le réseau hydrographique, encombrement des fossés par la végétation, ...);
- Les coefficients de rugosité des tronçons (20 pour un fossé, 70 pour une canalisation béton, ...).

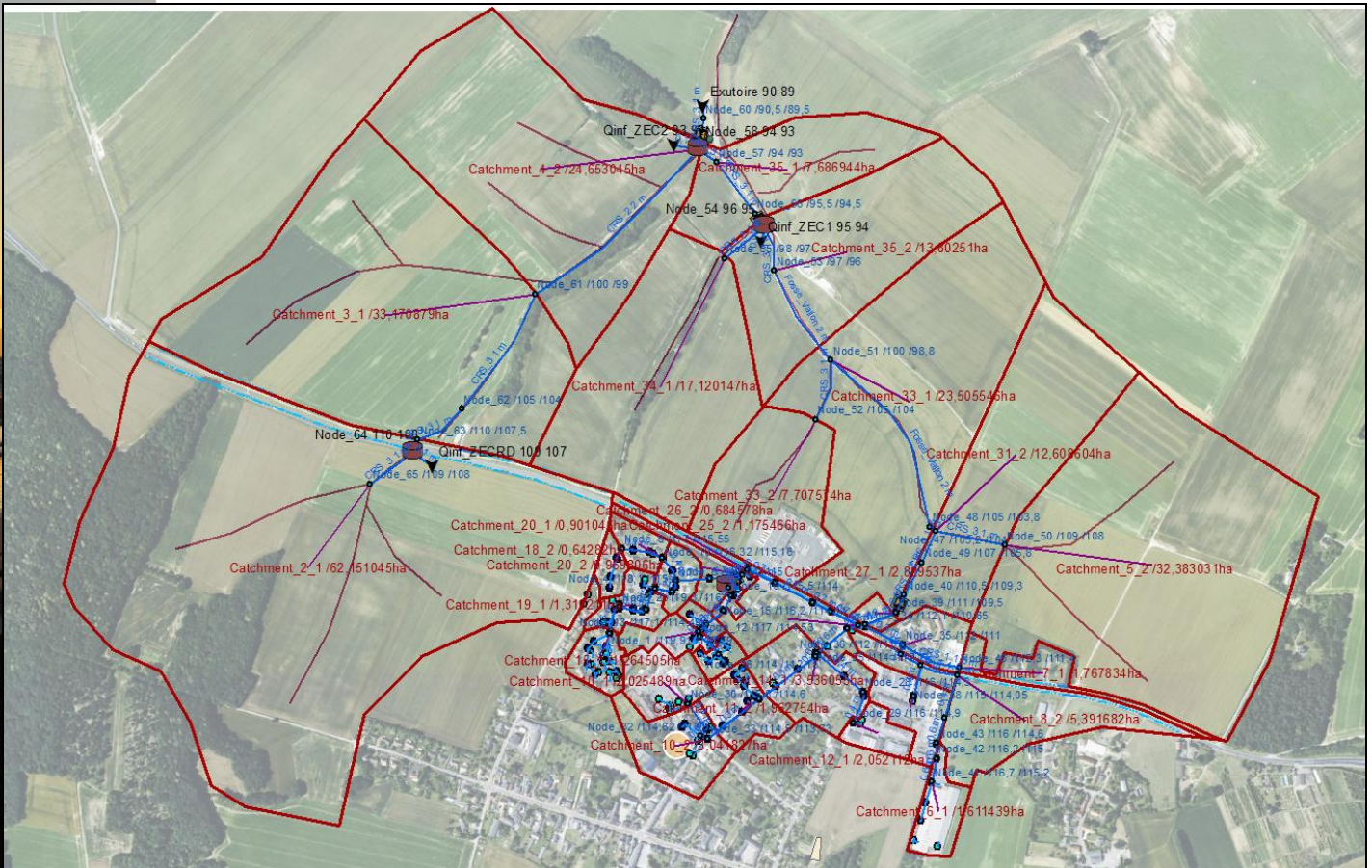
Les risques d'erreur d'évaluation existent pour chacun de ces paramètres, compte tenu de la précision relative de l'enquête de terrain, de la modélisation elle-même, ainsi que des particularités locales difficiles à appréhender. En effet, la discrétisation du réseau comporte de nombreux tronçons qui correspondent tous à des changements de capacité hydraulique significatifs : changements de section, chute d'eau.

Pour simplifier, les petites singularités (obstacles divers,...) ont été intégrées au modèle en réglant le coefficient de rugosité moyen du tronçon. Les coefficients de rugosité des tronçons constituent le paramètre essentiel de calage hydraulique du modèle.

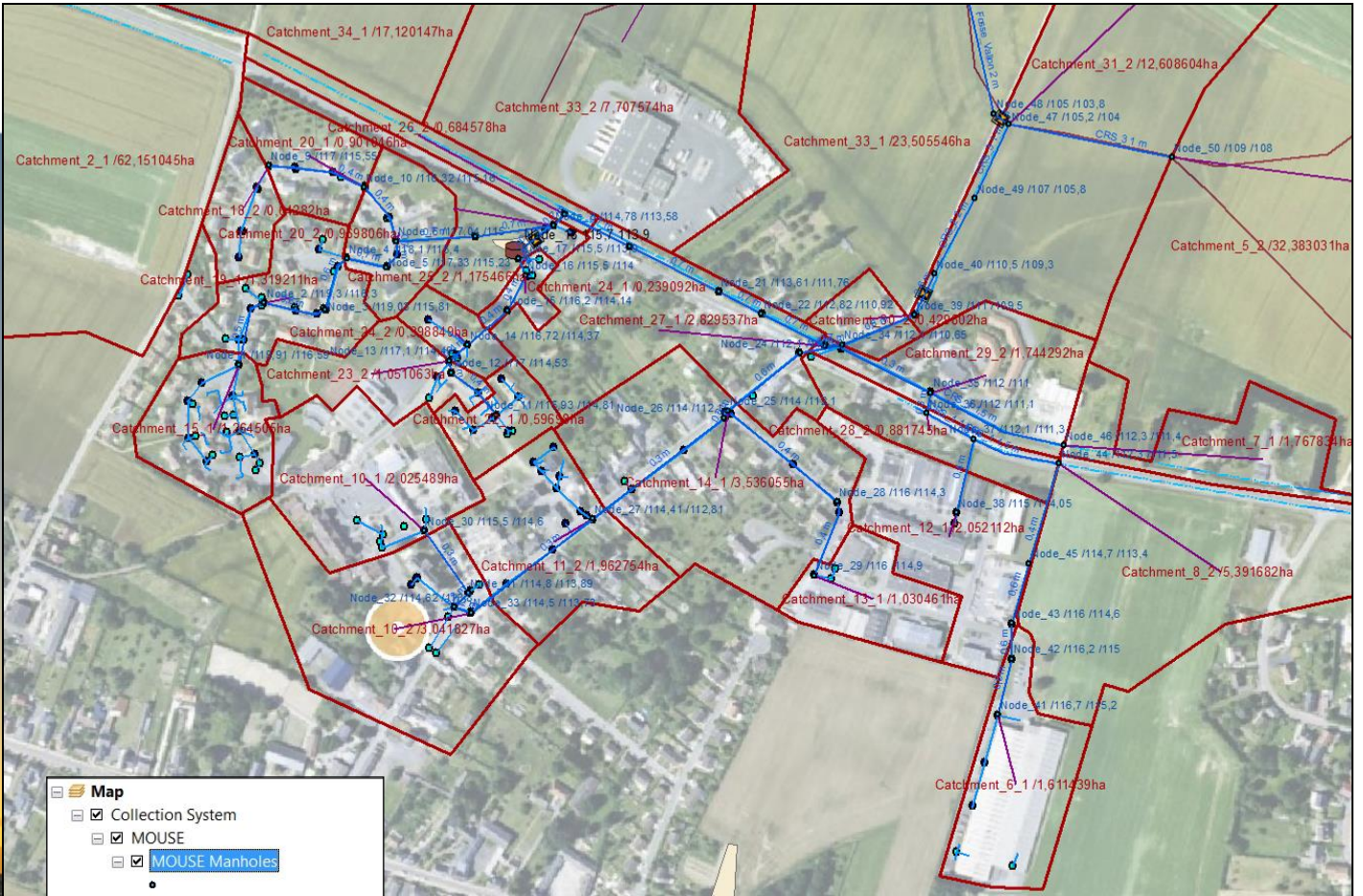
## 8.2 Construction du modèle

- Le modèle hydrologique/hydraulique du bassin versant comprend :

34 sous-bassins versants.  
 68 nœuds, 1 exutoire principal.  
 3 zones d'expansion de crue (amont de la RD à l'ouest + deux zones successives en amont du captage).  
 1 ouvrage de rétention (bassin de l'Allée des Hirondelles).  
 5,1 km de fossés, cours d'eau et canalisations modélisés  
 5 zones de déversements (déversement des ouvrages de rétention/infiltration, au-dessus de chemins)



Document n° 36 : Schéma du modèle hydraulique.



- Map**
- Collection System
  - MOUSE
    - MOUSE Manholes
    - MOUSE Basins
    - MOUSE Outlets
    - MOUSE Soakaways
    - MOUSE Storage Nodes
    - MOUSE Links
    - MOUSE Weirs
    - MOUSE Orifices
    - MOUSE Curb Inlets
    - MOUSE Pumps
    - MOUSE Valves
    - 2D Overland Group
    - MOUSE Boundaries
  - Load Allocation Group
  - Catchment Group
    - Catchment Processing Group
    - Catchments

**Document n° 37 : Schéma du modèle hydraulique : zoom sur la partie urbanisée.**

Le fond de plan est constitué par l'orthophotoplan datant de 2013.

Sont notamment figurés sur cette carte et les suivantes :

- « Mouse Regards » : les nœuds correspondant aux regards des réseaux ;
- « Mouse Exutoires » : les exutoires ;
- « Mouse Conduites » : les canalisations ;
- Et les contours de bassins versants de collecte en couleur marron.

## 8.3 Résultats de la modélisation

Les résultats de la modélisation montrent (voir cartographies en pages suivantes) :

- Les débits en sortie de la zone urbanisée d'Holnon sont assez importants, variant entre 0,7 m<sup>3</sup>/s et 1,1 m<sup>3</sup>/ pour les crues décennales et centennales ;
- Les volumes ruisselés sur la partie urbanisée d'Holnon représentent environ 30 % des volumes ruisselés totaux sur le bassin versant étudié de 273 ha ;
- Le bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles ne fonctionne que peu dans le cadre des pluies critiques modélisées. Son débit de fuite et la surface imperméabilisées collectée trop petite ne lui permettent pas de se remplir à plein même pour une pluie centennale ;
- Le busage sous la RD à l'ouest de l'urbanisation (en aval du Bois d'Holnon) joue un rôle capital pour réduire les débits de pointe. L'expansion de crue fonctionne bien en amont de la RD et les ruissellements s'infiltrent massivement.
- Les zones d'expansion de crue mobilisées par le chemin en remblai en amont du captage fonctionnent à plein et débordent pour toutes les crues modélisées. Les volumes stockés et infiltrés y sont très importants à l'échelle du bassin versant.

Les synoptiques en pages suivantes synthétisent les résultats de la modélisation (débits caractéristiques, volumes ruisselés) pour les crues modélisées.

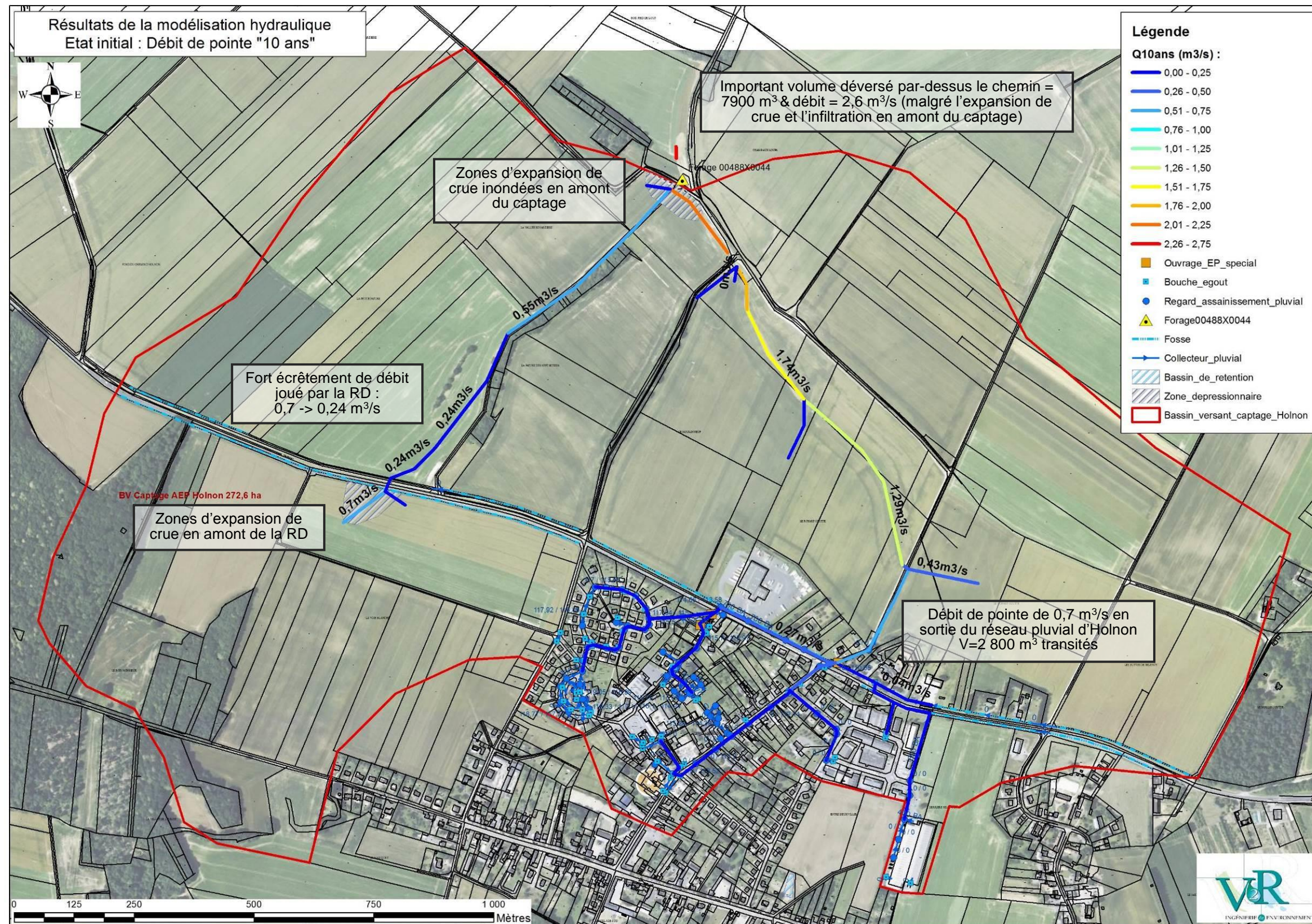
Les ouvrages de rétention et zones d'expansion de crues existants fonctionnent comme ceci pendant les crues modélisées :

Zone de rétention concernée :	Hmax de stockage (m)	H(m) stockée pour Q10ans :	H(m) stockée pour Q100ans :	Volume de rétention estimé avant surverse (m <sup>3</sup> )	V10ans (m <sup>3</sup> ) et pourcentage remplissage		V100ans (m <sup>3</sup> ) et pourcentage remplissage	
ZEC RD « ouest »	1m00	0m50	0m80	2 500	1 250	50 %	2 000	80 %
BR Hirondelles	1m90	0m65	1m15	450	150	33 %	290	64 %
ZEC Amont captage	0m50	0m50	0m50	1 500	> 1 500	100 %	> 1 500	> 100 %

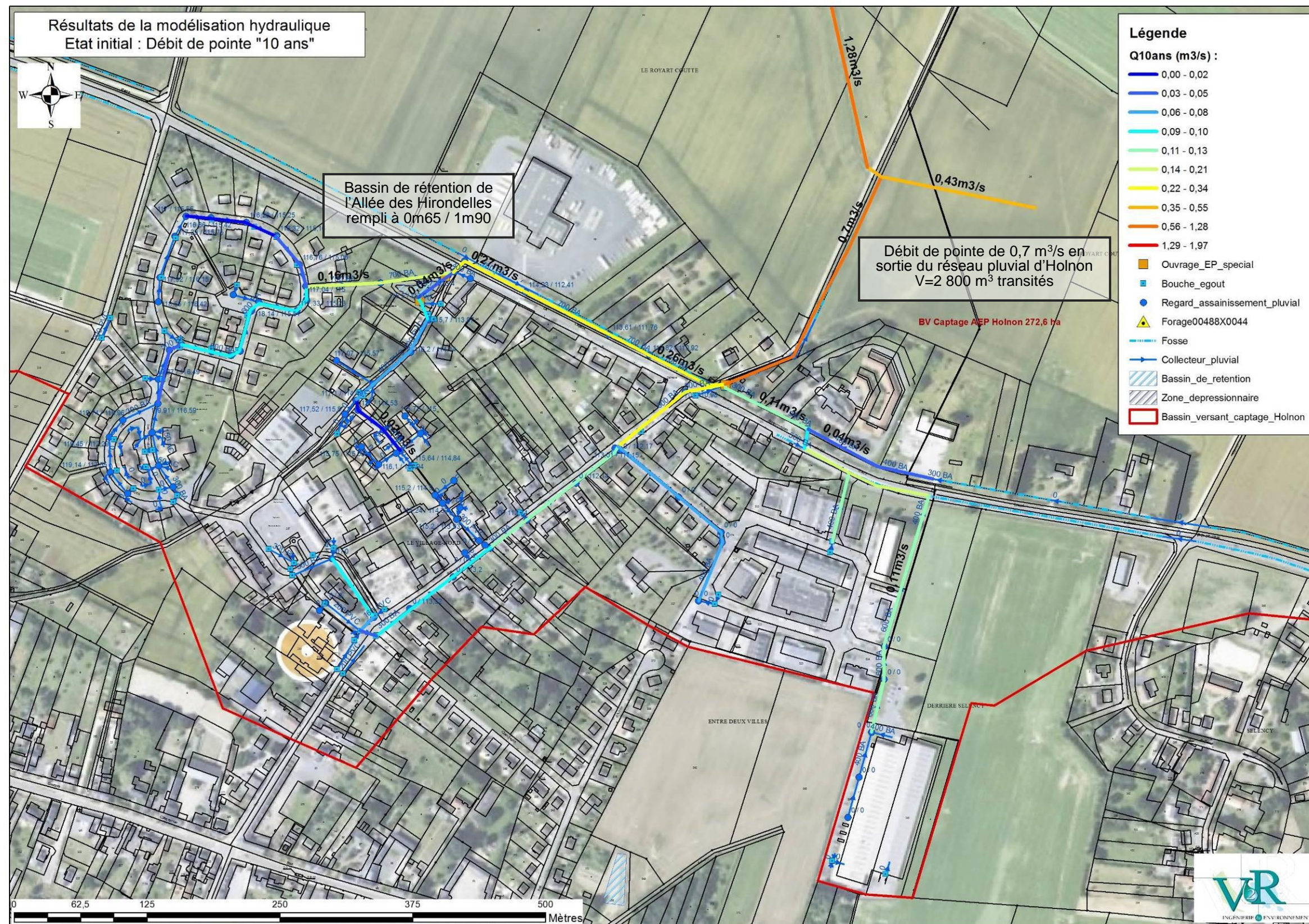
Les zones d'expansion de crues existantes sont mobilisées à plein. Il y a surverse au-dessus du chemin bordant le captage.

Le bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles apparaît comme sous-utilisé pour les pluies modélisées. Cela s'explique notamment par la faible surface collectée et un débit de fuite trop élevé. La commune a d'ailleurs confirmé que le bassin se remplissait très peu, même en période de forte pluie.

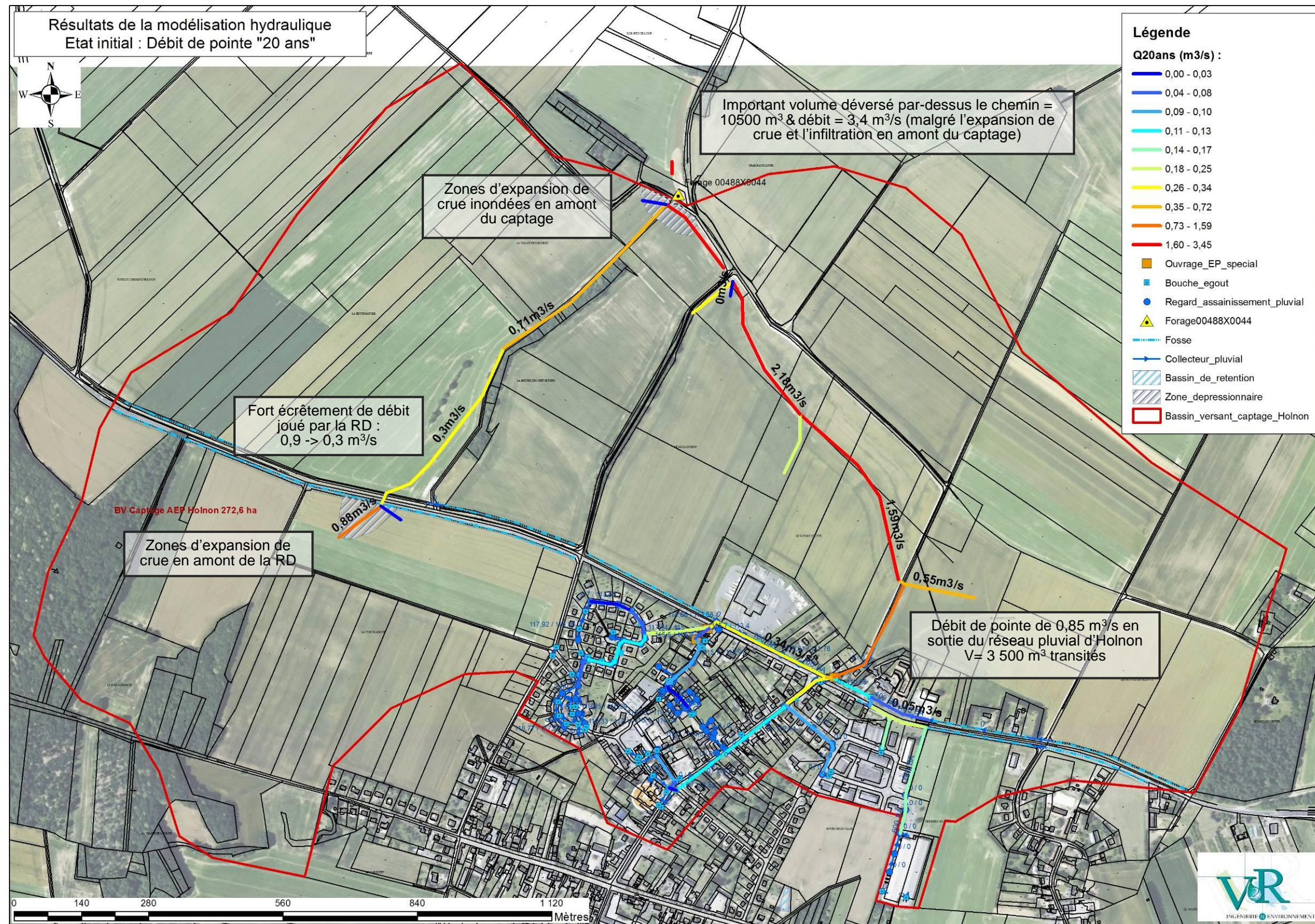
Les résultats de la modélisation semblent correspondre au fonctionnement réel sur la base des témoignages obtenus lors de l'étude.



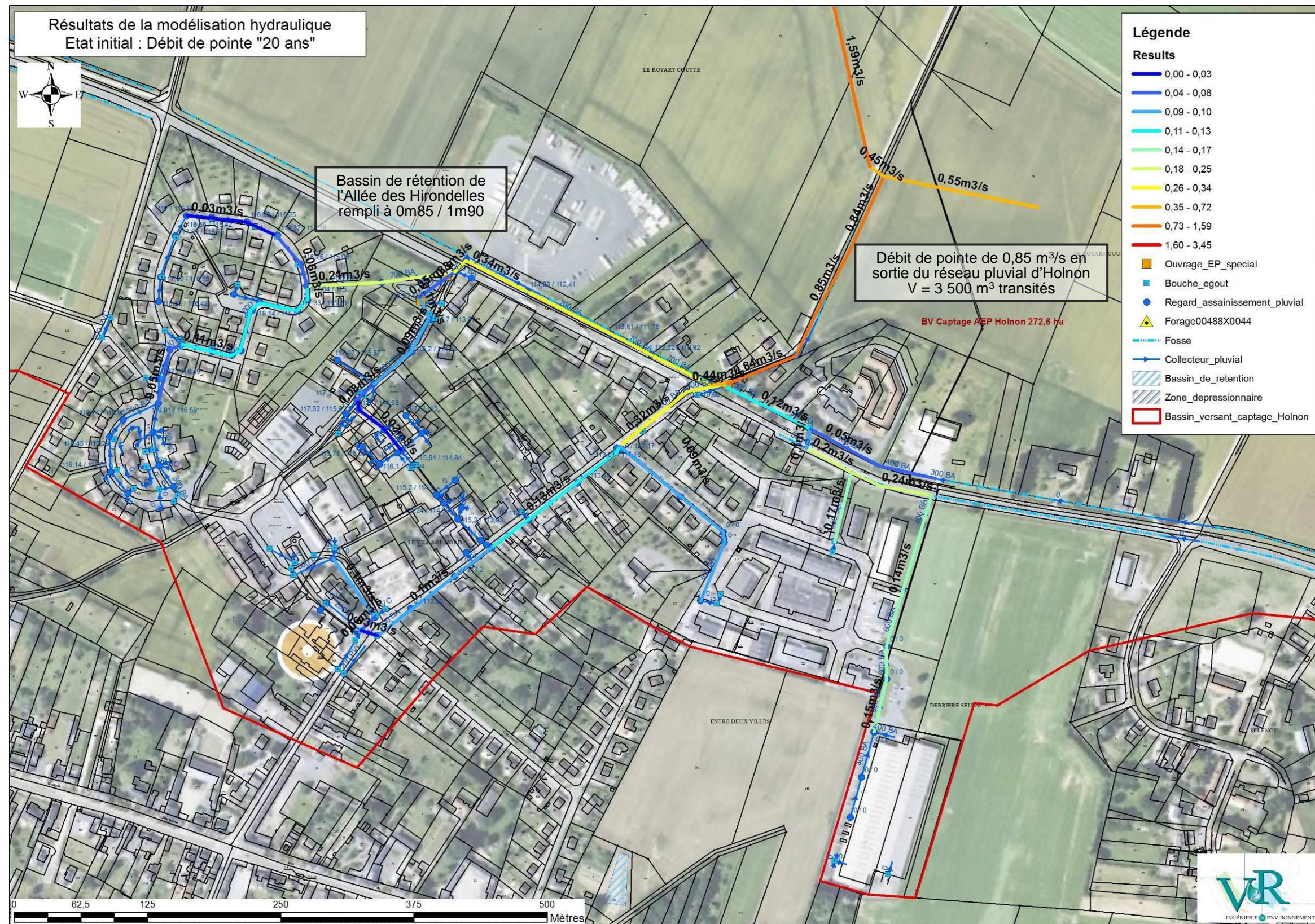
Document n° 38 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 10 ans



Document n° 39 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 10 ans – zoom sur la partie urbanisée

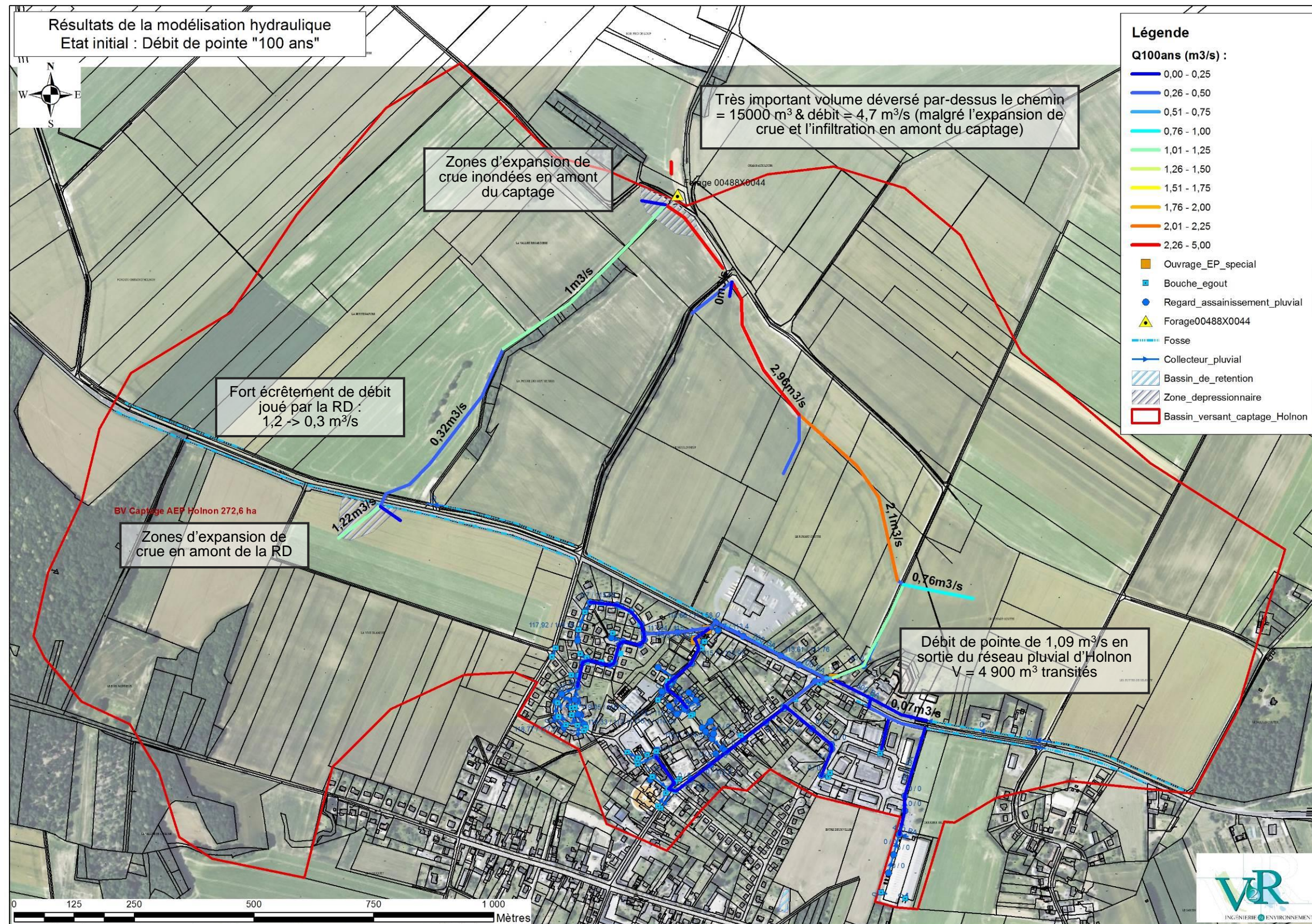


Document n° 40 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 20 ans

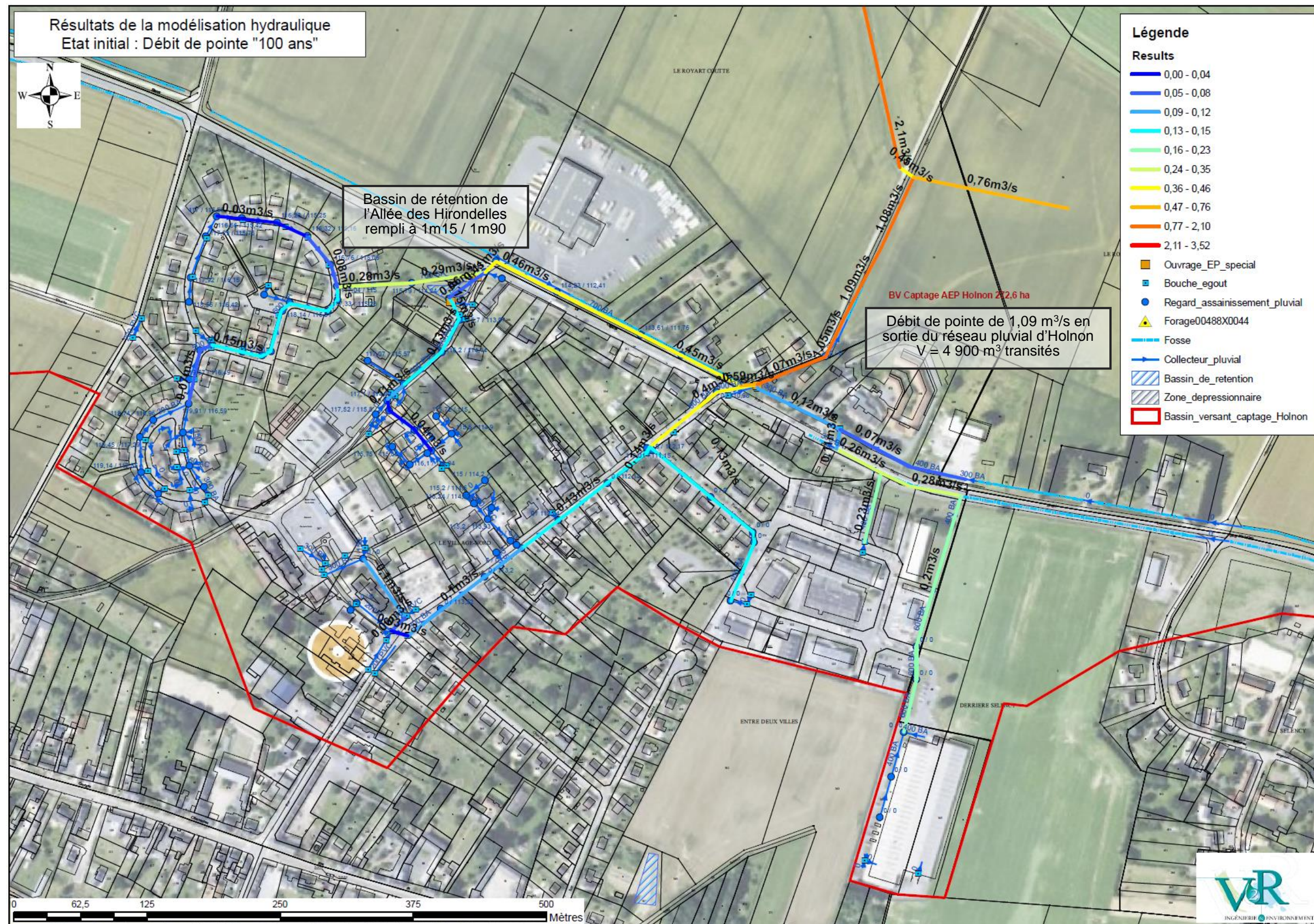


Document n° 41 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 20 ans – zoom sur la partie urbanisée

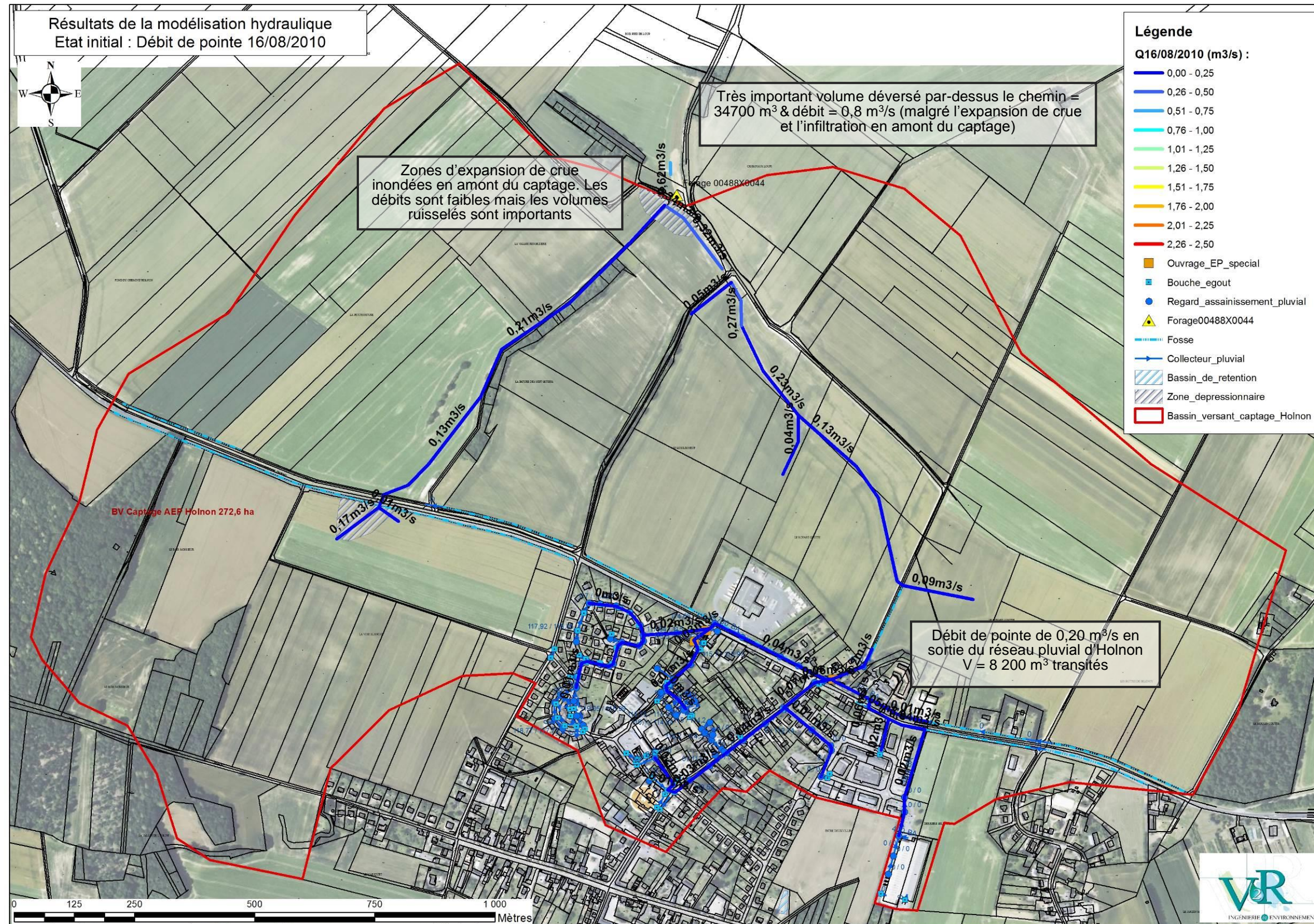




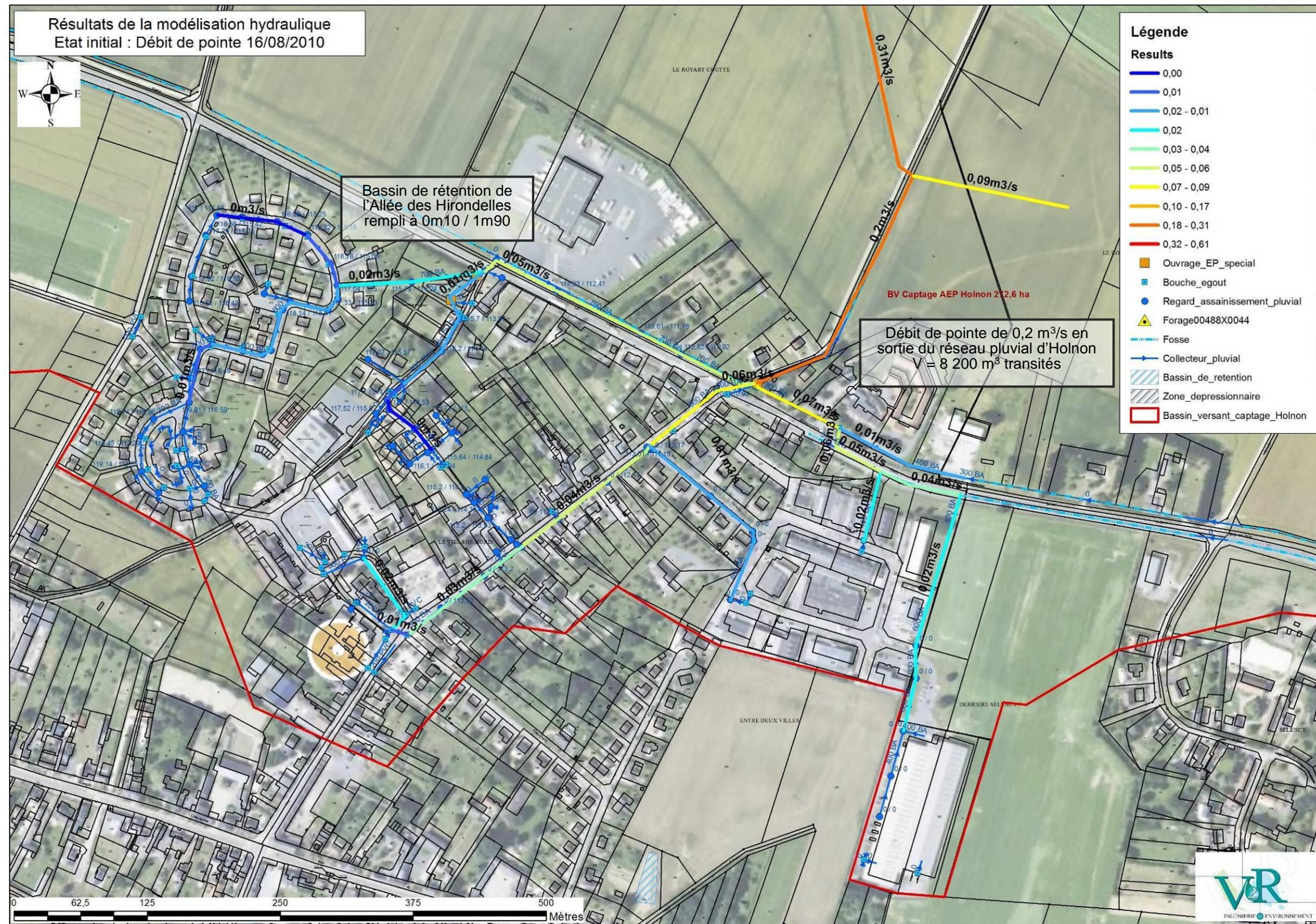
Document n° 42 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 100 ans



Document n° 43 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 100 ans – zoom sur la partie urbanisée



Document n° 44 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue du 16 août 2010



Document n° 45 : Synoptique des débits caractéristiques de la crue du 16 août 2010 – zoom sur la partie urbanisée

## 9. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

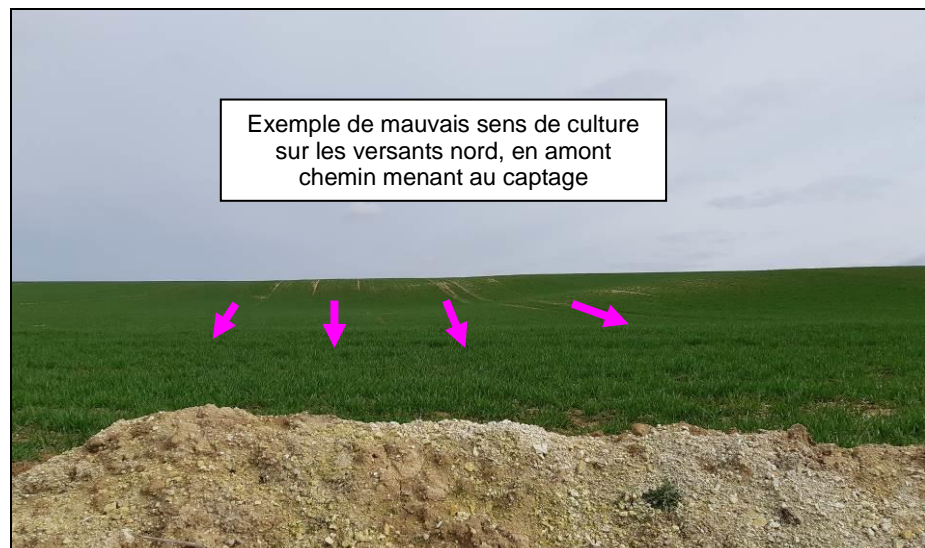
Compte tenu des résultats exposés précédemment, les aménagements proposés suivent trois orientations :

- 1 Améliorer la capacité d'écoulement en aval en intervenant sur la section des fossés, la section des canalisations pluviales et les ponts de capacités insuffisantes.
- 2 Favoriser l'expansion de crue et la rétention à débit de fuite régulé en amont dans les secteurs non contrôlés actuellement par des ouvrages hydrauliques.

### 9.1 Premier niveau d'action : lutte contre l'érosion et le ruissellement à l'échelle agronomique et parcellaire

Ce niveau d'action se déroule à l'échelle de la pratique agricole, de la parcelle : pratiques culturales, sens de cultures, maintien du maillage bocager actuel (haies, prairies, talus, fossés).

Exemple :



**Ce niveau d'intervention ne fait pas partie du cahier des charges de cette étude.**

Les actions à mener impliquent d'intervenir directement auprès des agriculteurs pour optimiser leurs pratiques culturales et limiter au maximum les risques d'érosion et de ruissellement.

Les pratiques peuvent concerner le sens de culture en fonction de la pente, les assolements, les rotations, le labour ou non-labour,...

**La Chambre d'Agriculture peut être sollicitée sur le sujet.**

**Globalement, le risque d'érosion est faible à moyen sur le bassin versant étudié. Il n'y a presque pas de traces de ravinage. La sensibilité à l'érosion et au ruissellement y est donc moyenne. Le changement de sens des labours n'est donc pas une priorité dans le cadre des propositions d'aménagements et d'actions.**

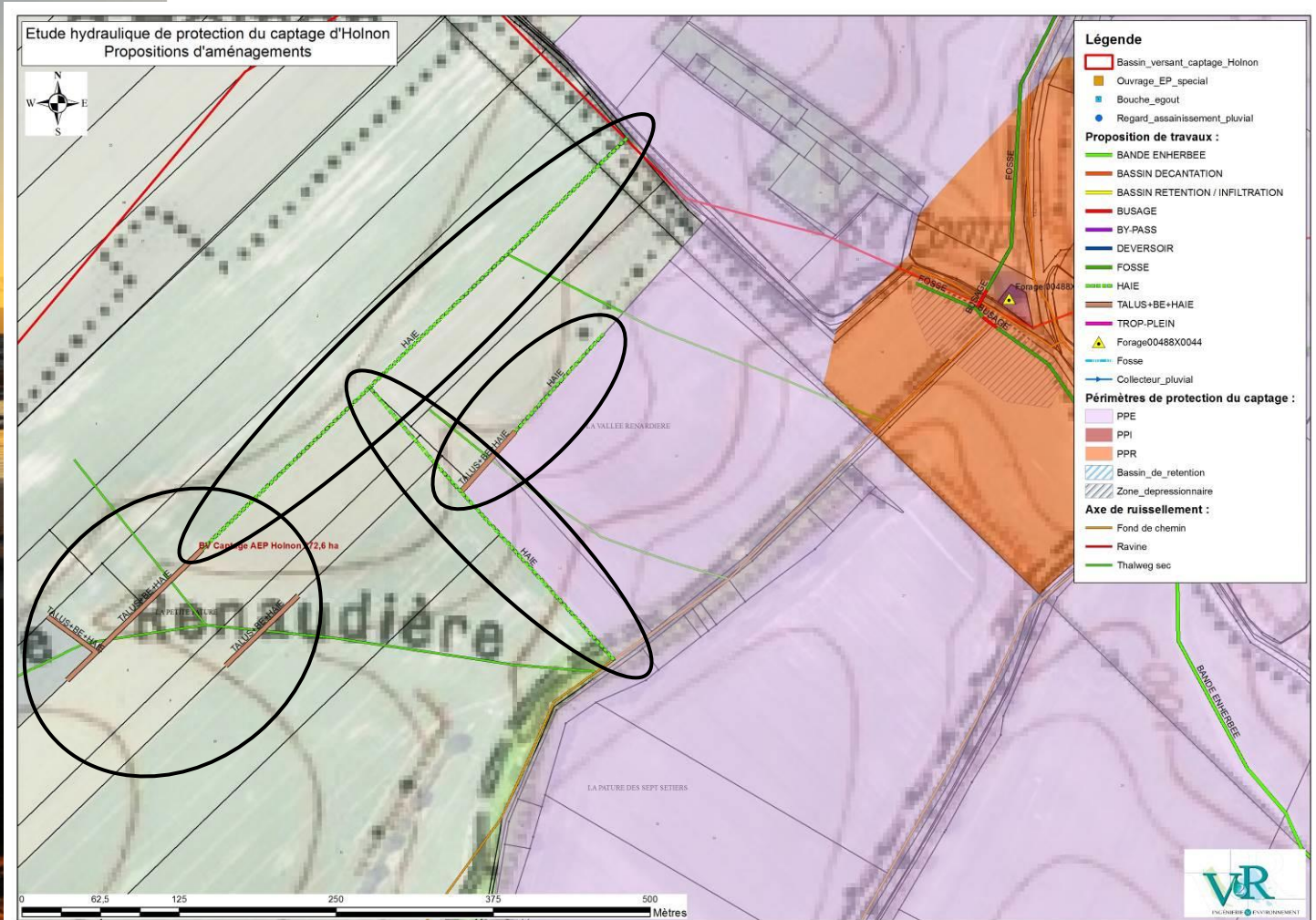
*A titre d'exemple, l'augmentation de perméabilité par le travail du sol de 1mm/heure permet d'éviter le ruissellement de 10 m<sup>3</sup>/ha, soit de 10 000 m<sup>3</sup> pour un bassin versant de la taille de ceux étudiés. Cela représente un gros ouvrage de rétention ou d'expansion de crue évité.*

## 9.2 Deuxième niveau d'action : hydraulique douce et lutte contre l'érosion et le ruissellement à l'échelle du sous-bassin versant

Il s'agit ici d'intervenir à l'échelle interparcellaire pour réduire l'érosion et le ruissellement, et réduire les effets de concentration des débits en retardant les écoulements au plus près de leur source. Compte tenu de l'absence d'enjeux majeurs relatifs à l'érosion des sols sur le bassin versant étudié, les propositions peuvent se limiter aux actions agronomiques décrites au chapitre précédent.

Cependant, quelques aménagements d'hydraulique douce sont proposés pour les secteurs les plus sensibles :

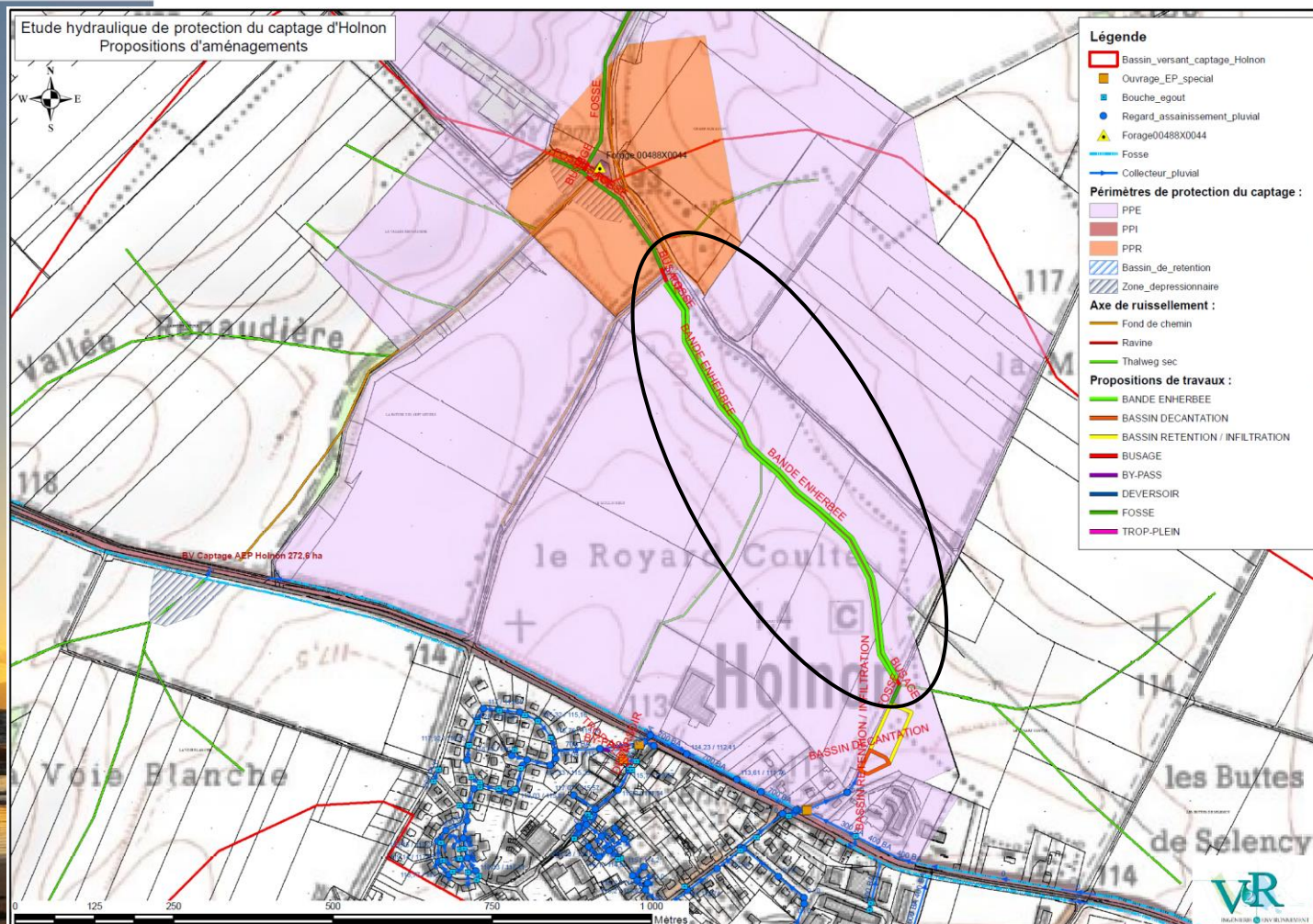
- créer des talus enherbés et plantés de haies dans le fond de la Vallée Renaudière pour ralentir les écoulements (425 ml) ;
- créer des haies hydrauliques parallèles aux lignes de niveau topographiques en complément pour ralentir les écoulements (575 ml) ;
- créer une haie davantage écologique qu'hydraulique de maillage entre les haies hydrauliques précitées et le chemin boisé en fond de vallée (290 ml, vocation de corridor écologique).



**Document n° 46 :** Mise en place de dispositifs d'hydraulique douce en amont du captage du côté de la Vallée Renaudière.

Autre aménagement proposé dans le fond de vallée :

- l'intérêt de mettre en place des bandes enherbées de part et d'autre du fossé parcourant le fond de vallon au sein du périmètre de protection éloigné pour fixer en partie (par décantation) les matières en suspensions et les charges polluantes (engrais, pesticides), avant qu'elles ne transitent dans le fossé :



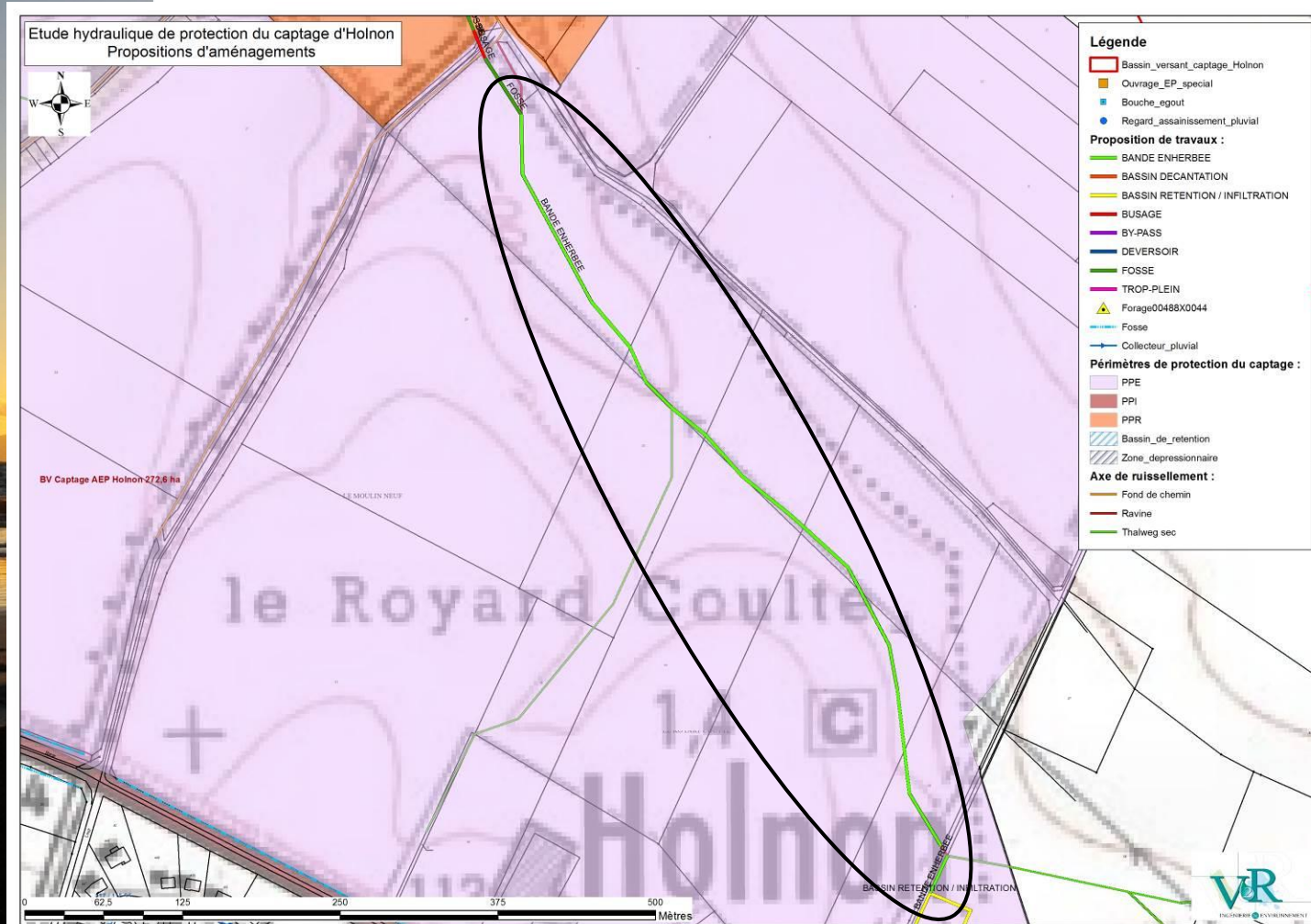
**Document n° 47 :** Mise en place de bandes enherbées en bordure du fossé de fond de vallée (solution de base).

**REMARQUE :**

Si le complexe bassin de décantation / infiltration est mis en œuvre en amont (voir chapitre 9.3.3), le fossé existant peut être comblé et remplacé avantageusement par une bande enherbée de 6m de largeur parcourant tout le fond de vallée au sein du PPE du captage.

Cette variante présente plusieurs avantages :

- Piéger davantage grâce à la décantation les polluants qui accompagnent le ruissellement ;
- Réduire l'emprise foncière nécessaire par rapport à la solution présentée précédemment de 2 bandes enherbées situées de part et d'autre du fossé (6m de largeur nécessaire au lieu de 13) ;
- Permettre ponctuellement le franchissement agricole d'une parcelle à l'autre à travers le fond de vallée.



**Document n° 48 :** Remplacement du fossé par une bande enherbée parcourant le fond de vallon au sein du PPE du captage (solution variante).



Exemple de bande enherbée « classique » en fond de vallon :



Exemple de bande enherbée « avec fascines » en fond de vallon (c'est ce type de fascine que nous préconisons sur le secteur étudié :



## 9.3 Troisième niveau d'action : rétention/infiltration des ruissellements pluviaux le plus en amont possible

### 9.3.1 Généralités

Il s'agit ici d'intervenir à l'échelle du bassin versant pour réduire les ruissellements et quantités d'eaux infiltrées au sein des périmètres de protection du captage.

**L'état des lieux et la modélisation ont montré qu'il existait des zones d'expansion de crues fortement mobilisées juste en amont du captage (le chemin rural en remblai fait office de petit « barrage » aux écoulements qui sont stockés et infiltrés dans les champs en amont).**

**Nous proposons donc l'aménagement d'un complexe de bassins de rétention / infiltration qui est situé préférentiellement à l'exutoire du réseau pluvial d'Holnon, juste en limite du périmètre de protection éloignée.**

**Rappelons que la RD joue un rôle important dans la rétention des eaux de ruissellement grâce au busage de 400mm situé sous la voie et qui contrôle plus de 60 ha de versants boisés et agricoles. La zone de rétention étant située au sud de la RD, en dehors des périmètres de protection du captage, il est nécessaire de conserver cette régulation de débit EN L'ETAT. Si des modifications devaient être faites, elles ne doivent pas aller dans le sens de l'augmentation du débit pouvant traverser la RD.**

### 9.3.2 Optimisation du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles

Nous avons vu précédemment que le bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles ne fonctionne que peu dans le cadre des pluies critiques modélisées. Son débit de fuite et la surface imperméabilisées collectée trop petite ne lui permettent pas de se remplir à plein même pour une pluie centennale :

Zone de rétention concernée :	Hmax de stockage (m)	H(m) stockée pour Q10ans :	H(m) stockée pour Q100ans :	Volume de rétention estimé avant surverse (m <sup>3</sup> )	V10ans (m <sup>3</sup> ) et pourcentage remplissage		V100ans (m <sup>3</sup> ) et pourcentage remplissage	
BR Hirondelles	1m90	0m65	1m15	450	150	33 %	290	64 %

*Il existe deux possibilités pour optimiser son fonctionnement :*

- réduire son débit de fuite (actuellement équivalent à ce qui peut transiter par une canalisation de 200mm de diamètre, soient entre 90 et 130 l/s selon le niveau de remplissage) ;
- augmenter les surfaces imperméabilisées qui y sont raccordées sans modifier son débit de fuite.

*C'est la deuxième possibilité que nous allons étudier, car le réseau pluvial provenant du quartier des Rue de Savoie et d'Auvergne passe juste à côté du bassin et pourrait y être connecté facilement.*

*Un des intérêts majeurs d'intervenir sur cet ouvrage et l'optimiser est qu'il est aussi situé en dehors des périmètres de protection du captage d'Holnon.*

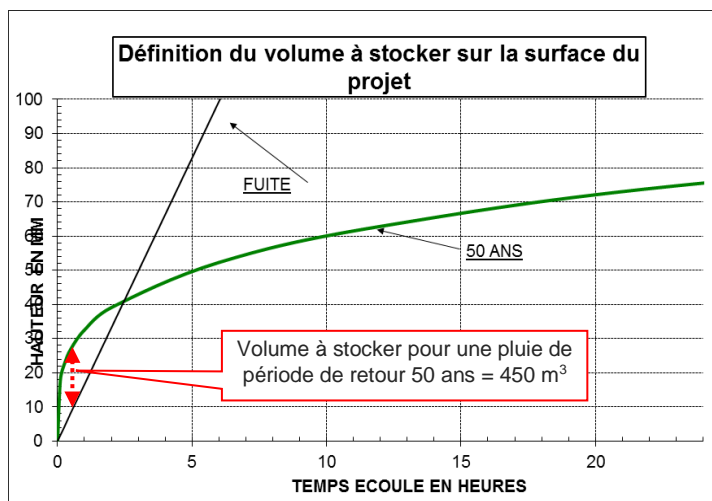
*Synthèse de l'état actuel du système de régulation de débit :*

<u>Zones de collecte</u>	S (ha)	R	Alt.maxi (m)	Alt.mini (m)	I (%)	L (m)	Temps de concentration (mn)
Zone de collecte du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles => RACCORDE AU BASSIN (Vol = 450 m <sup>3</sup> , débit de fuite moyen = 110 l/s)	1,5	45	118	116	1,3	150	12
Zone de collecte du quartier des rues de Savoie et d'Auvergne => <u>NON</u> RACCORDE AU BASSIN	5,1	35	119	117	0,5	370	33

*Synthèse de l'état PROJETE du système de régulation de débit :*

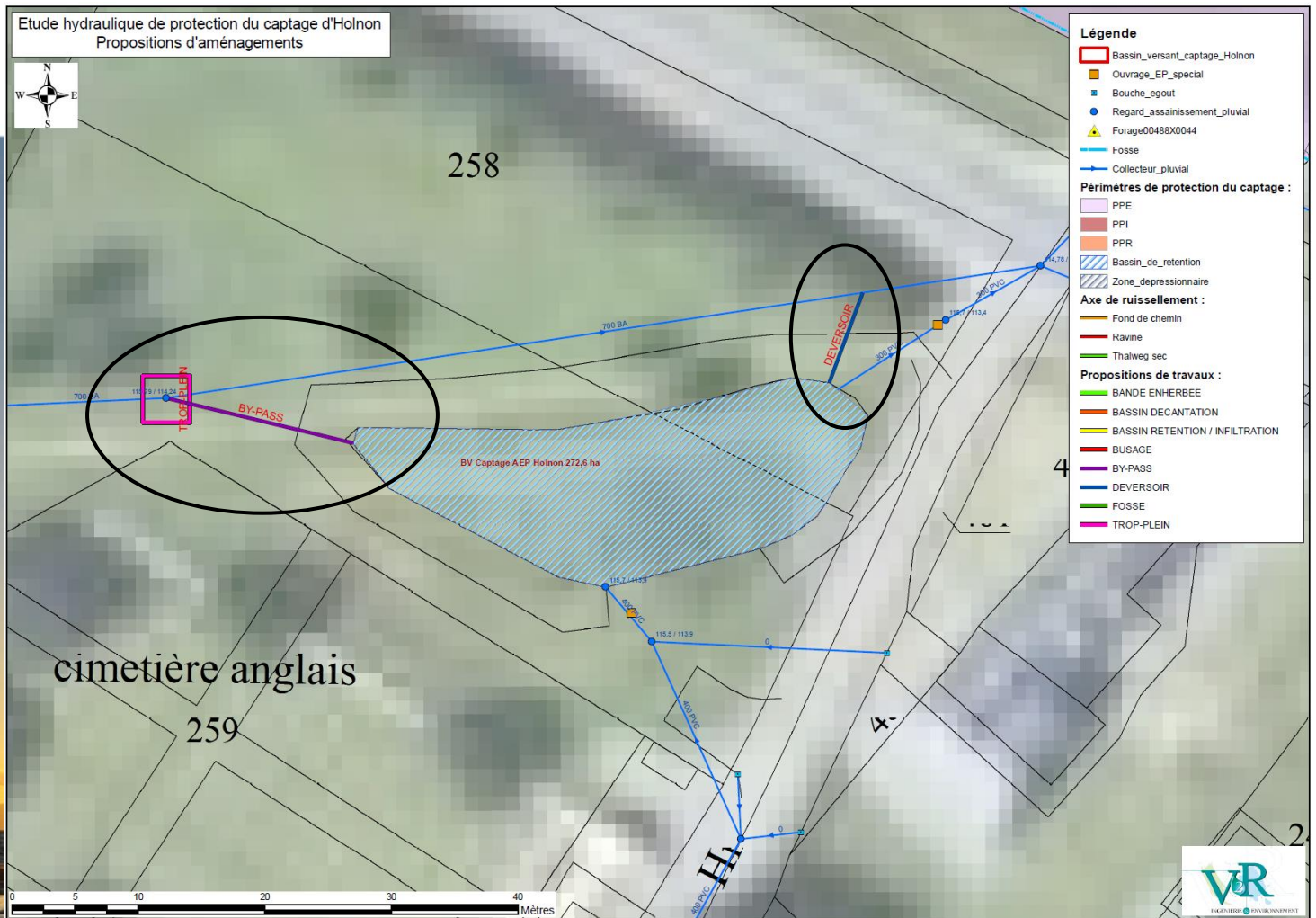
<u>Zones de collecte</u>	S (ha)	R	Alt.maxi (m)	Alt.mini (m)	I (%)	L (m)	Temps de concentration (mn)
Zone de collecte du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles + Quartier des rues de Savoie et d'Auvergne => RACCORDE AU BASSIN (Vol = 450 m <sup>3</sup> , débit de fuite moyen = 110 l/s)	6,6	37	119	116	0,8	370	28

*Vérification du volume du bassin avec la méthode des pluies appliquée au secteur pluviométrique de Saint-Quentin :*



**Le volume maximal à stocker dans le bassin de l'Allée des Hirondelles à l'état projeté serait de 450 m<sup>3</sup> pour une crue de période de retour 50 ans. C'est compatible avec le volume actuel du bassin.**

**Il sera nécessaire de mettre en place un déversoir de sécurité sur le bassin.**



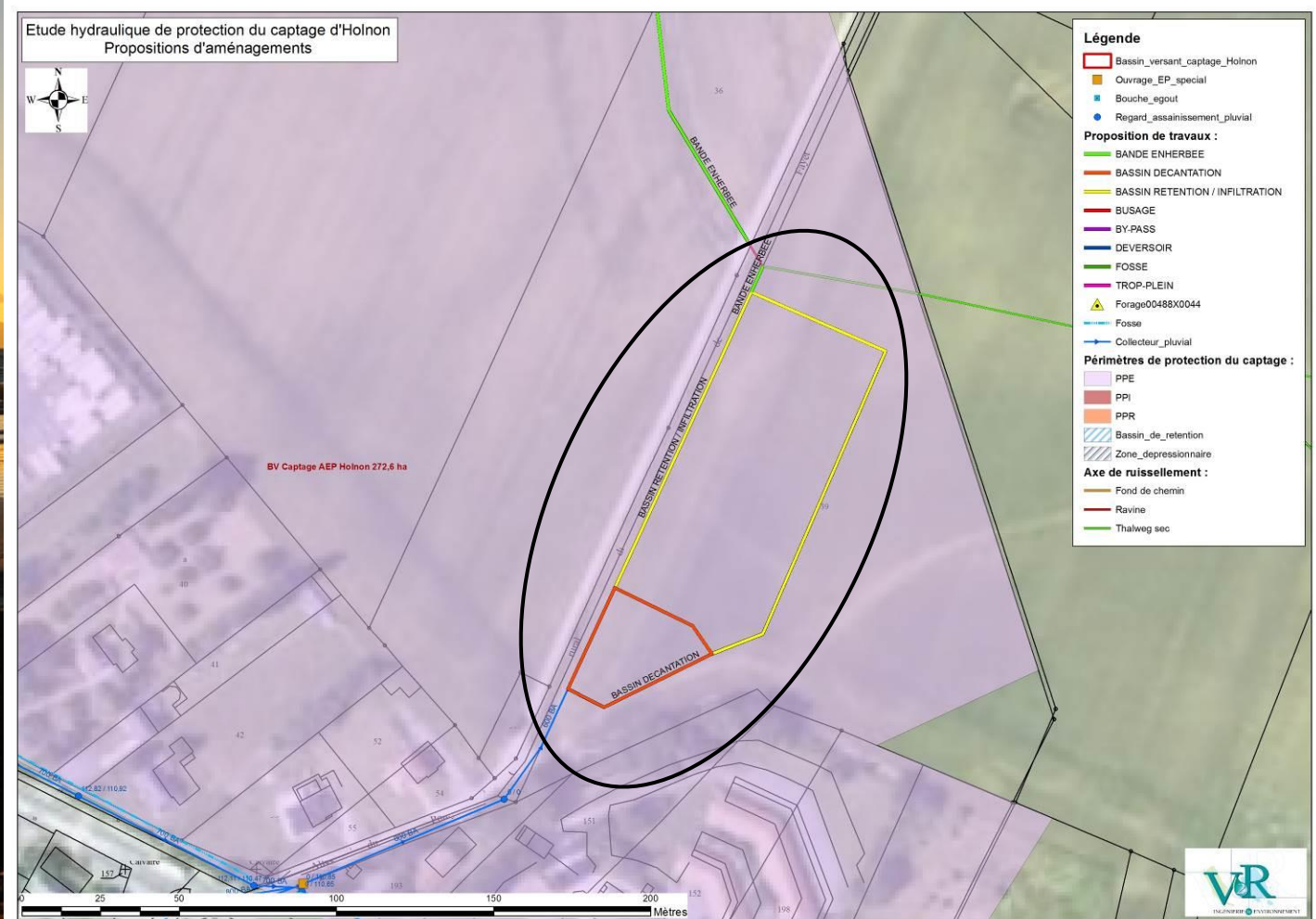
**Document n° 49 : Travaux d'optimisation du fonctionnement du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles.**

### 9.3.3 Création d'un bassin de décantation/infiltration à l'exutoire du réseau pluvial d'Holnon

Nous avons vu précédemment que les débits et volumes ruisselés à l'exutoire du réseau pluvial d'Holnon étaient :

Période de retour :	Volume ruisselé	Débit de pointe
10 ans	2 800 m <sup>3</sup>	0,70 m <sup>3</sup> /s
20 ans	3 500 m <sup>3</sup>	0,85 m <sup>3</sup> /s
100 ans	4 900 m <sup>3</sup>	1,09 m <sup>3</sup> /s
16 août 2010	8 200 m <sup>3</sup>	0,20 m <sup>3</sup> /s

Nous proposons la mise en œuvre d'un ouvrage complexe de décantation / infiltration au niveau de l'exutoire pluvial de la commune d'Holnon, sur les terrains situés le plus en amont possible du périmètre de protection éloigné du captage :



**Document n° 50 :** Création d'un complexe bassin de décantation / infiltration à l'exutoire du réseau pluvial d'Holnon.

Schéma du complexe bassin de décantation / bassin d'infiltration proposé (le dimensionnement est calculé au chapitre 9.5) :

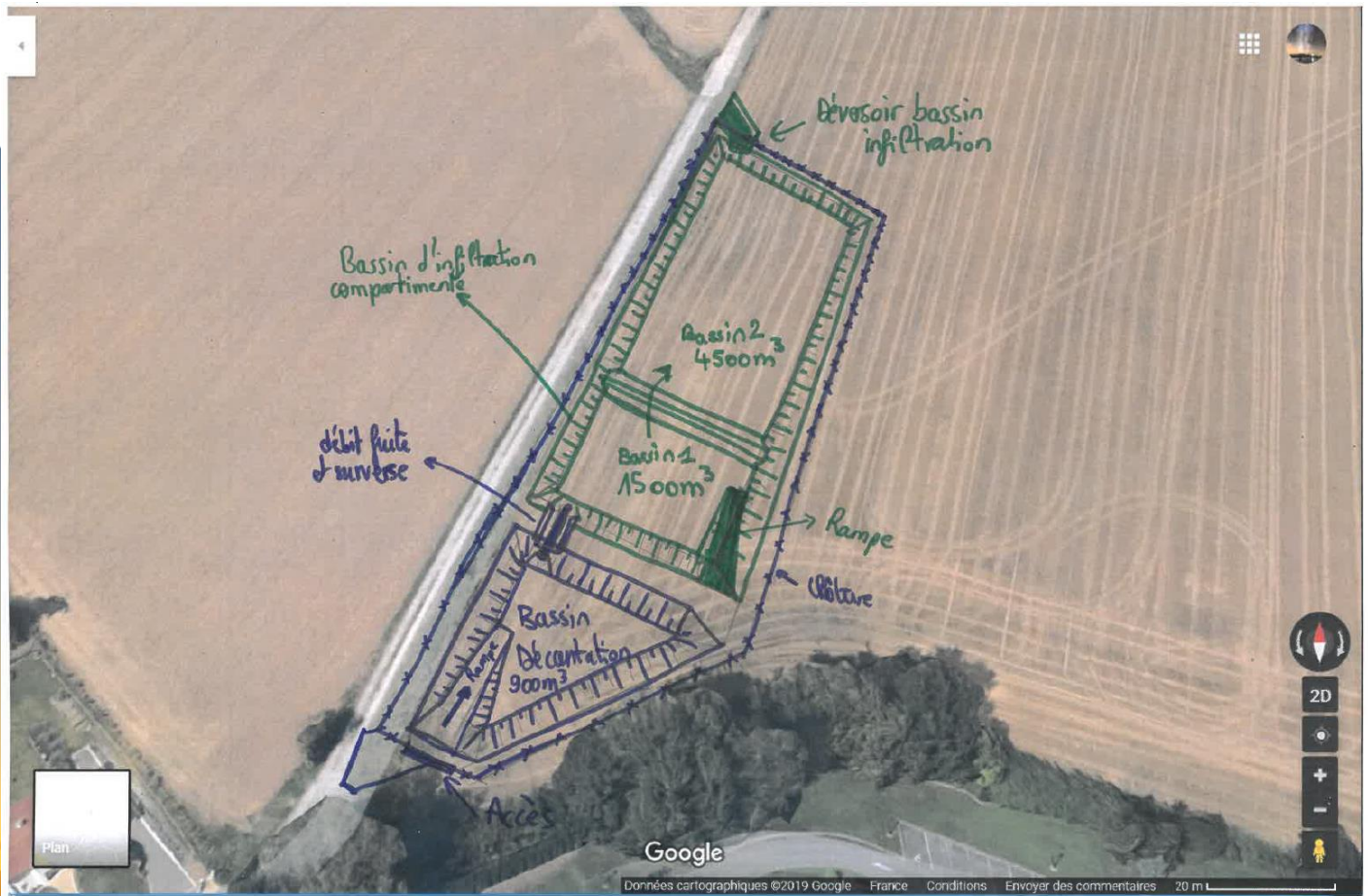


Photo exemple de bassin d'infiltration planté d'hélophytes :



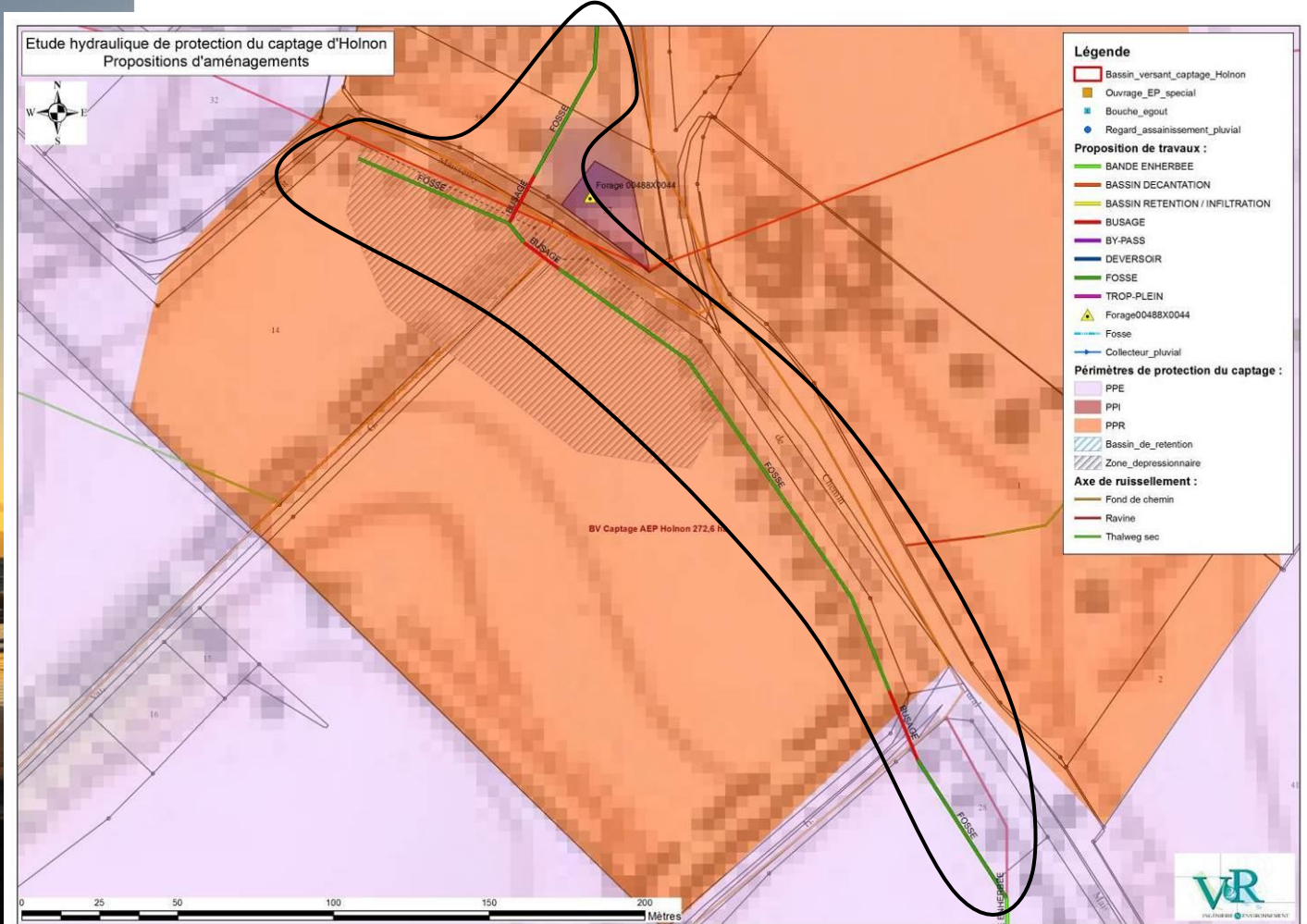
**Document n° 51 :** Schéma du complexe bassin de décantation / infiltration proposé à l'exutoire du réseau pluvial d'Holnon.

## 9.4 Quatrième niveau d'action : éviter la stagnation d'eau dans le PPR du captage

L'objectif de ces propositions d'aménagements consiste à éviter la stagnation et l'infiltration massive d'eaux de ruissellement au sein du PPR du captage.

Rappelons qu'à l'état actuel les chemins ruraux sont situés en remblai par rapport au terrain du fond de vallon et engendrent l'expansion de crue et l'infiltration d'un grand volume d'eau de ruissellement juste en amont du captage (plusieurs milliers de m<sup>3</sup> pour les crues les plus fortes et les plus longues).

L'aménagement de fossés et de passages busés de 800mm de diamètre sous les chemins permettra d'évacuer sans stagnation d'eau les débits transitant dans ce fond de vallon :



**Document n° 52 :** Création d'un réseau de fossés et busages au sein du PPR du captage d'Holnon.

## 9.5 Résultats de la simulation du scénario d'aménagement proposé

Le scénario modélisé reprend l'ensemble des propositions exposées précédemment.

**Les résultats sont exploités pour les pluies de période de retour 10 ans, 100 ans et de la crue réelle du 16 août 2010.** La crue « 20ans » donnant des résultats très proches de la crue « 10ans », elle n'est pas reprise dans la présentation des résultats.

Les résultats de la modélisation montrent en synthèse :

- L'optimisation du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles donne les résultats suivants :
  - \* Pour une crue de période de retour 10 ans, le bassin ne déborde pas.
  - \* Pour une crue de période de retour 100 ans, le bassin déborde. Le réseau pluvial est en charge en amont, il s'agira de surveiller s'il y a un impact sur les branchements des maisons les plus proches du bassin en termes de risques de remontées d'eau dans leur raccordement au réseau pluvial.
- Le complexe bassin de décantation / bassin d'infiltration proposé en aval du réseau pluvial d'Holnon est efficace pour toutes les pluies modélisées.

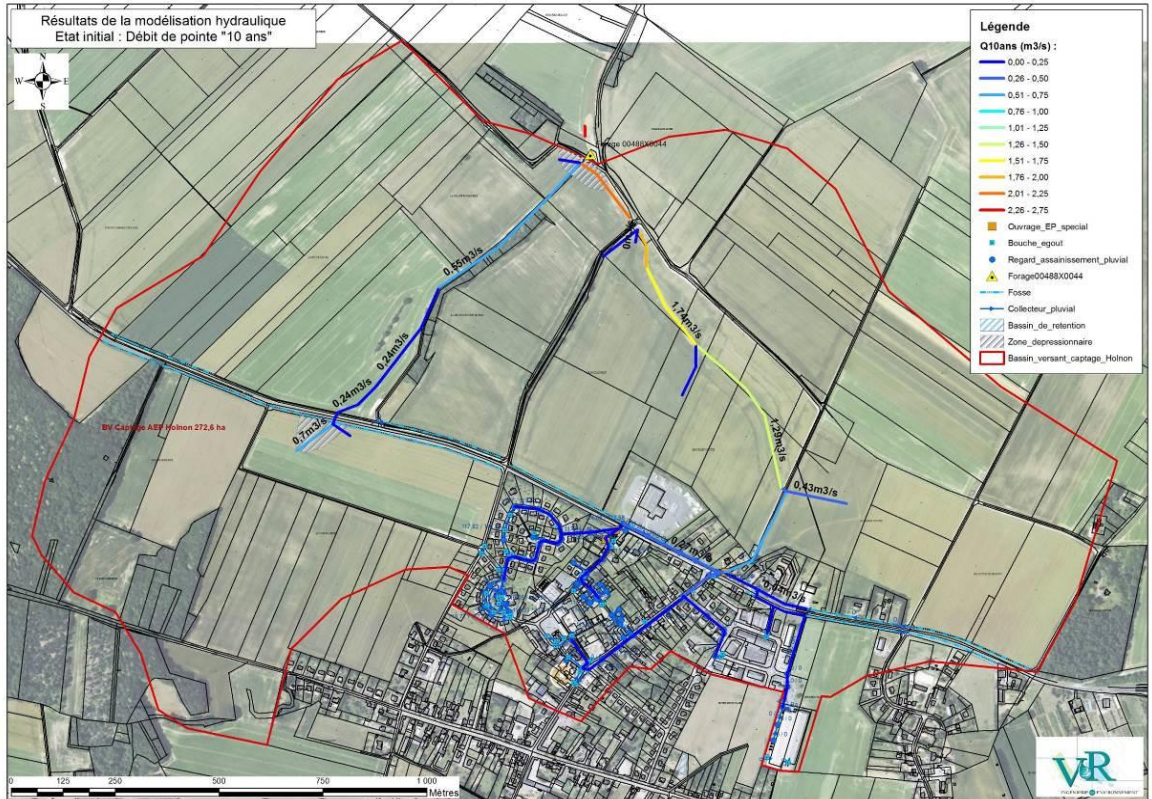
Le bassin de décantation est dimensionné à 900 m<sup>3</sup> de volume utile avec un débit de fuite gravitaire par une canalisation de 200mm de diamètre vers le bassin d'infiltration en aval. Le bassin de décantation déborde vers le bassin d'infiltration dès la crue de période de retour 2 ans. Notons aussi que pour que la décantation soit efficace, il faut une lame d'eau permanente dans le bassin d'environ 1m de profondeur.

Le bassin d'infiltration est dimensionné à 1m20 de profondeur pour 6 000 m<sup>3</sup> de volume utile avec un débit d'infiltration estimé à 18 l/s (perméabilité de 1.10<sup>-6</sup> m/s rapportée à 5 000 m<sup>2</sup> de surface d'infiltration). Il ne déborde pour aucune pluie modélisée.
- Le complexe de fossés et busages de 800mm de diamètre en aval du bassin versant, au sein du périmètre de protection rapproché du captage, permet d'évacuer les débits de pointe de toutes les crues modélisées.

**Tableau de synthèse des caractéristiques des ouvrages de rétention/infiltration proposés :**

Nom	Lieu	Description	Volume utilisé (m <sup>3</sup> ) *		
			T=10ans	T=100ans	16 août 2010
BR Hirondelles	Allée des Hirondelles / Cimetière	Optimisation du fonctionnement du bassin par extension de la surface collectée connectée.	120	> 450 (déborde peu)	50
Bassin de décantation	Chemin de Fayet	Bassin de décantation de 900 m <sup>3</sup> en amont du bassin d'infiltration. Débit régulé par une canalisation de 200 mm de diamètre.	> 900 (déborde peu)	> 900 (déborde)	> 900 (déborde peu)
Bassin de rétention / infiltration	Chemin de Fayet	Bassin de rétention-infiltration de 6000 m <sup>3</sup> . Débit d'infiltration estimé à 18 l/s. Surverse aménagée avec une de dissipation d'énergie vers le gué béton en aval.	1 500	3 400	6 000
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>) :</b>			<b>2 570</b>	<b>4 750</b>	<b>5 950</b>

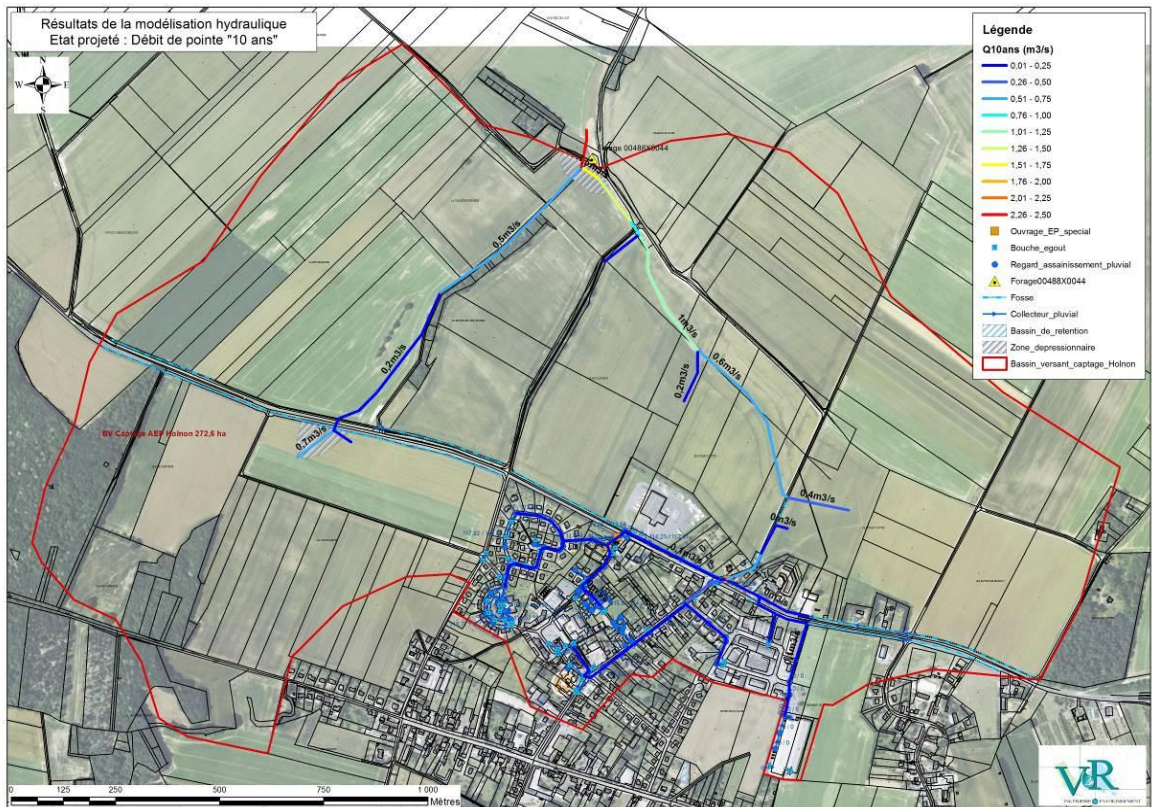




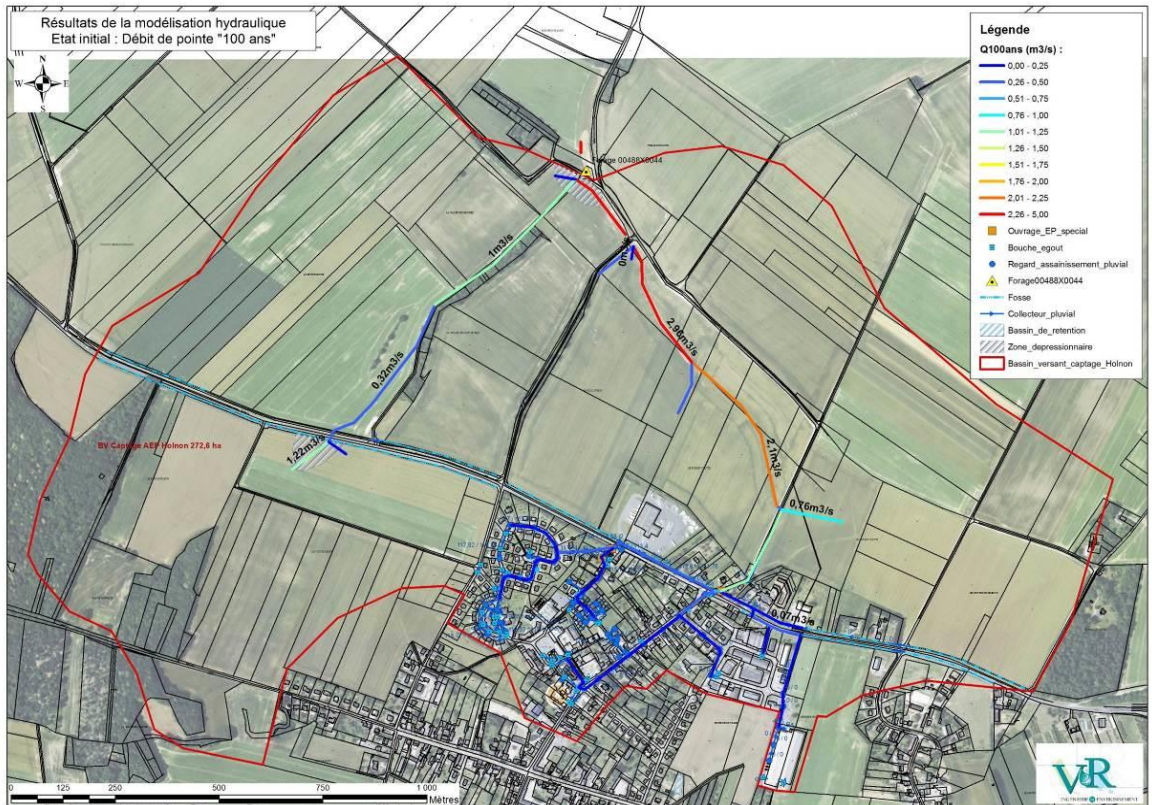
Le débit de pointe du ruissellement à l'exutoire du bassin versant étudié (en aval du captage), est diminué de 2,6 m<sup>3</sup>/s à 2,4 m<sup>3</sup>/s.

La suppression des zones d'expansion de crue située dans le PPR est donc compensée par la réalisation du bassin de décantation/infiltration en amont.

Le risque d'inondation en aval du captage est diminué, pour ce cas de pluie orageuse de période de retour 10 ans.



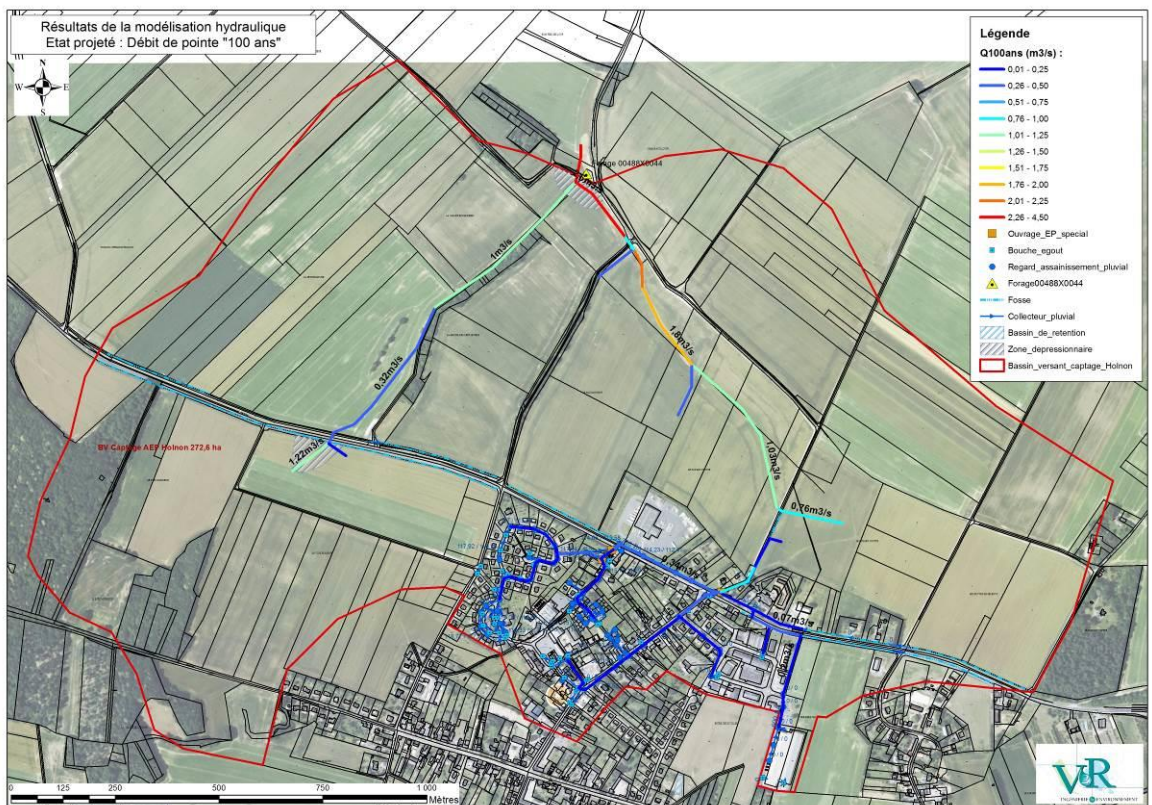
**Document n° 53** : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 10 ans : comparaison avant / après aménagements



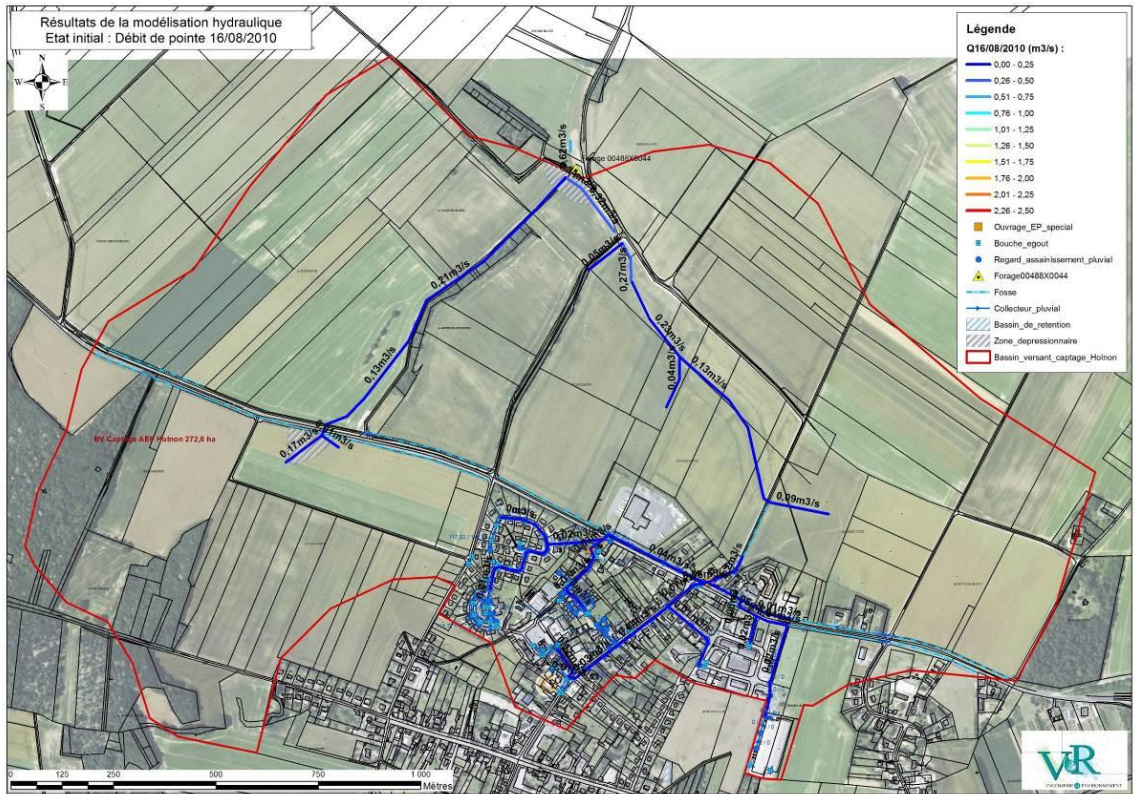
Le débit de pointe du ruissellement à l'exutoire du bassin versant étudié (en aval du captage), est diminué de 4,7 m<sup>3</sup>/s à 4,14 m<sup>3</sup>/s.

La suppression des zones d'expansion de crue située dans le PPR est donc compensée par la réalisation du bassin de décantation/infiltration en amont.

Le risque d'inondation en aval du captage est diminué, pour ce cas de pluie orageuse de période de retour 100 ans.



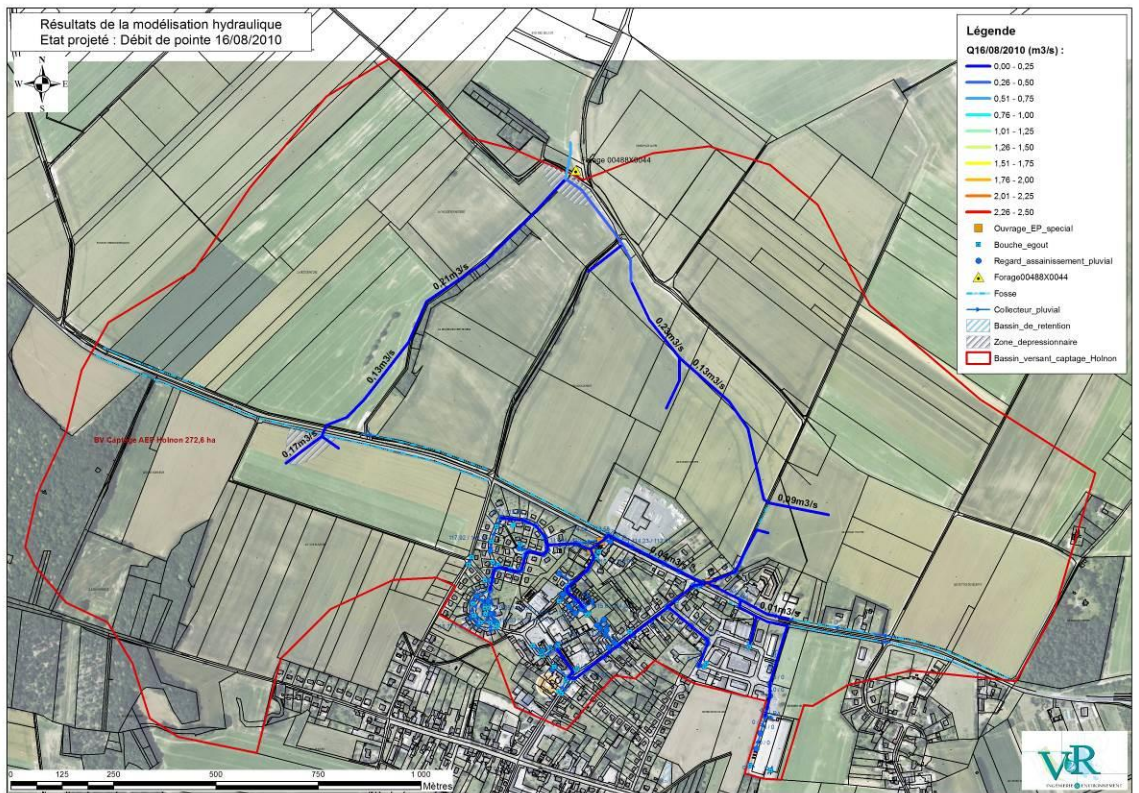
**Document n° 54** : Synoptique des débits caractéristiques de la crue de période de retour 100 ans : comparaison avant / après aménagements



Le débit de pointe du ruissellement à l'exutoire du bassin versant étudié (en aval du captage), est diminué de 0,8 m<sup>3</sup>/s à 0,62 m<sup>3</sup>/s.

La suppression des zones d'expansion de crue située dans le PPR est donc compensée par la réalisation du bassin de décantation/infiltration en amont.

Le risque d'inondation en aval du captage est diminué, pour ce cas de pluie de longue durée (24 heures) de période de retour 20 ans.



**Document n° 55 :** Synthétique des débits caractéristiques de la crue du 16 août 2010 : comparaison avant / après aménagements

## 10. ESTIMATION DU COÛT DU SCENARIO PROPOSE / SUBVENTIONS

*Estimation du coût d'investissement des travaux proposés (au niveau faisabilité) :*

Nom	Lieu	Description	Coût estimé (€ HT)
<b>1/ Propositions d'actions agronomiques :</b>			
Actions agronomiques	Bassin versant – zones cultivées	Mise en œuvre d'actions agronomiques pour optimiser la gestion du risque de ruissellement et d'érosion de sols – Culture préférentielle perpendiculaires au sens des pentes	Etude à mener hors projet
<b>SOUS-TOTAL 1 « Actions agronomiques » en € HT :</b>			-
<b>2/ Propositions d'aménagement d'hydraulique douce :</b>			
Maillage bocager de haies et talus	Vallée Renaudière	425 ml de talus doublé de bande enherbée + haie hydraulique 575 ml de haie hydraulique 290 ml de haie de maillage écologique	21 250.00 8 625.00 2 900.00
Bande enherbée	Le long du fossé du fond de vallon	Bande enherbée de 6m de largeur parcourant le fond de vallon au sein du PPE du captage d'Holnon : 750 ml (45 000 m <sup>2</sup> ). Implantation régulière de fascines tous les 100 ml dans la bande enherbée (7 u.). Le comblement du fossé est assuré avec les matériaux de creusement des bassins de décantation / infiltrations proposé en amont.	40 000.00
<b>SOUS-TOTAL 2 « Bande enherbée » en € HT :</b>			<b>72 775.00</b>
<b>3/ Propositions d'aménagement de zones de rétention :</b>			
BR Hironnelles	Allée des Hironnelles / Cimetière	Optimisation du fonctionnement du bassin par extension de la surface collectée connectée : - Pose d'un nouveau collecteur de 600mm de diamètre (15 ml) - Mise en œuvre d'un trop-plein amovible dans le regard existant en amont du bassin (1 Ft.) - Mise en œuvre d'un déversoir sur le bassin (1 Ft.)	6 750.00 3 000.00 2 000.00
Bassin de décantation	Chemin de Fayet	- Bassin de décantation étanche de 900 m <sup>3</sup> en amont du bassin d'infiltration. - Débit régulé par une canalisation de 200mm de diamètre (10 ml). - Traitement paysager / clôture / portail (voir « ci-après »)	45 000.00 2 000.00 -
Bassin de rétention / infiltration	Chemin de Fayet	- Bassin de rétention / infiltration de 6 000 m <sup>3</sup> – plantation de plantes héliophytes. - Création d'une bande enherbée le long du chemin du Fayet jusqu'au gué béton (10 ml). - Réfection du gué béton (1 Ft.) - Traitement paysager / clôture / portail	240 000.00 400.00 3 000.00 20 000.00
<b>SOUS-TOTAL 3 « Zones de rétention » en € HT :</b>			<b>319 450.00</b>
<b>4/ Propositions d'aménagement pour améliorer l'écoulement au sein du PPR :</b>			
Fossés	Amont du captage	4 fossés étanches de 1m de profondeur avec des berges pentées à 2m horizontaux pour 1m vertical (175 ml + 330 ml + 60 ml + 55 ml = 620 ml).	46 500.00
Busages	3 chemins en amont du captage	- 1 busage ø800mm sous le Chemin Vallée Gleudaine (15 ml). - 1 busage ø800mm sous le Chemin de St-Quentin à Maissemy (20 ml). - 1 busage ø800mm sous le Chemin du Catelet à Harn (25 ml). - Têtes d'aqueduc (6 u.) (Inclus réfection des chemins).	7 200.00 9 600.00 12 000.00 6 000.00
<b>SOUS-TOTAL 4 « Amélioration des écoulements » en € HT :</b>			<b>81 300.00</b>
<b>TOTAL EN € HT :</b>			<b>473 525.00</b>

*Estimation du coût d'entretien des travaux proposés (au niveau faisabilité) :*

Nom	Lieu	Description	Coût d'entretien estimé par an (€ HT)
<b>1/ Propositions d'actions agronomiques :</b>			
Actions agronomiques	Bassin versant – zones cultivées	Mise en œuvre d'actions agronomiques pour optimiser la gestion du risque de ruissellement et d'érosion de sols – Culture préférentielle perpendiculaires au sens des pentes	-
<b>SOUS-TOTAL 1 « Actions agronomiques » en € HT :</b>			<b>-</b>
<b>2/ Propositions d'aménagement d'hydraulique douce :</b>			
Maillage bocager de haies et talus	Vallée Renaudière	425 ml de talus doublé de bande enherbée + haie hydraulique <i>Entretien annuel estimé à 2,5% du coût d'investissement.</i>	531.25
		575 ml de haie hydraulique	431.25
		290 ml de haie de maillage écologique <i>Entretien annuel estimé à 5% du coût d'investissement.</i>	145.00
Bande enherbée	Le long du fossé du fond de vallon	Bande enherbée de 6m de largeur parcourant le fond de vallon au sein du PPE du captage d'Holnon : 750 ml (45 000 m²). Implantation régulière de fascines tous les 100 ml dans la bande enherbée (7 u.). <i>Entretien annuel estimé à 5% du coût d'investissement.</i>	2 000.00
<b>SOUS-TOTAL 2 « Bandes enherbées » en € HT :</b>			<b>3 107.50</b>
<b>3/ Propositions d'aménagement de zones de rétention :</b>			
BR Hironnelles	Allée des Hironnelles / Cimetière	Optimisation du fonctionnement du bassin par extension de la surface collectée connectée.	Sans objet (bassin existant)
Bassin de décantation	Chemin de Fayet	Bassin de décantation étanche de 900 m³ en amont du bassin d'infiltration. <i>Entretien annuel estimé à 5% du coût d'investissement.</i>	2 350.00
Bassin de rétention / infiltration	Chemin de Fayet	Bassin de rétention-infiltration de 6 000 m³. <i>Entretien annuel estimé à 2,5% du coût d'investissement.</i>	6 585.00
<b>SOUS-TOTAL 3 « Zones de rétention » en € HT :</b>			<b>8 935.00</b>
<b>4/ Propositions d'aménagement pour améliorer l'écoulement au sein du PPR :</b>			
Fossés	Amont du captage	4 fossés étanches de 1m de profondeur avec des berges pentées à 2m horizontaux pour 1m vertical (175 ml + 330 ml + 60 ml + 55 ml = 620 ml). <i>Entretien annuel estimé à 2,5% du coût d'investissement.</i>	1 162.50
Busages	3 chemins en amont du captage	- 1 busage ø800mm sous le Chemin Vallée Gleudaine (15 ml). - 1 busage ø800mm sous le Chemin de St-Quentin à Maissemy (20 ml). - 1 busage ø800mm sous le Chemin du Catelet à Harn (25 ml). - Têtes d'aqueduc (6 u.) <i>Entretien annuel estimé à 1% du coût d'investissement.</i>	348.00
<b>SOUS-TOTAL 4 « Amélioration des écoulements » en € HT :</b>			<b>1 510.50</b>
<b>TOTAL EN € HT :</b>			<b>13 553.00</b>

*Au total, le coût d'exploitation du programme de travaux est donc estimé à environ 2,9 % du coût total d'investissements, tous types de travaux confondus.*

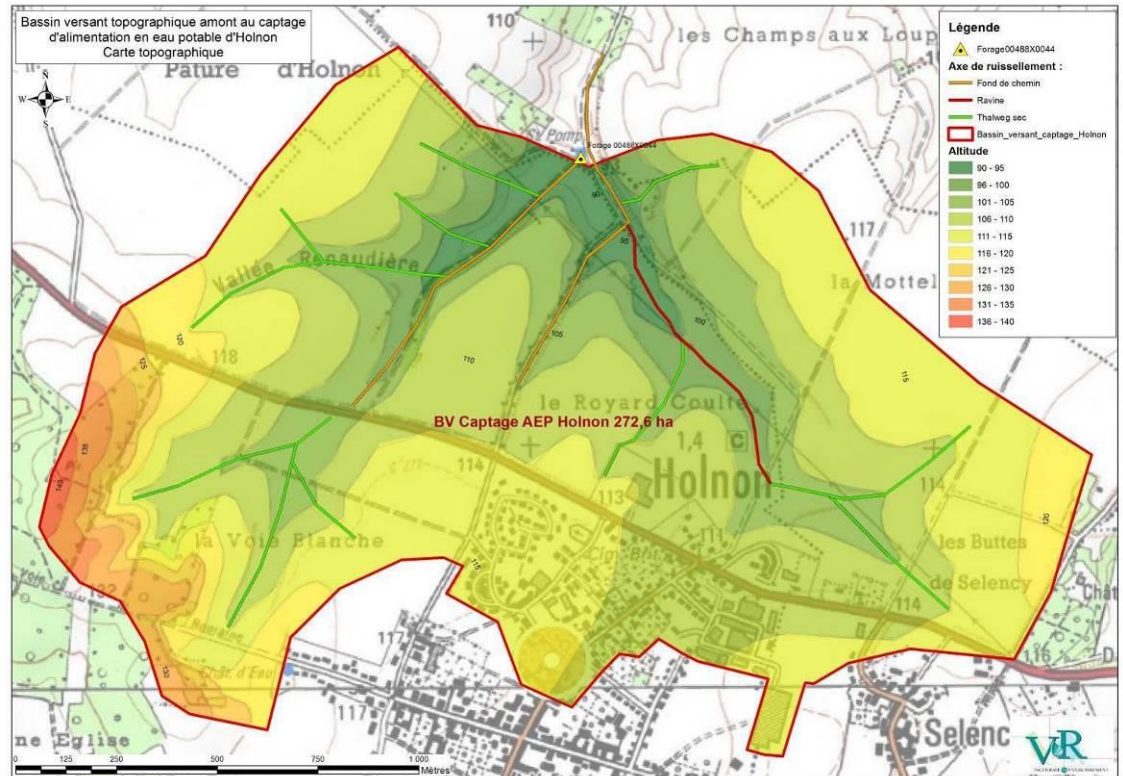
**Bilan dépenses / recettes tenant compte des subventions possibles (sous réserve d'éligibilité de l'AEAP) :**

Nom	Lieu	Description	TOTAL DEPENSES (€ HT)	RECETTES : Subvention AEAP (% et € HT)	AUTRE RECETTES (autres subventions)	RESTE A CHARGE DU MO
<b>1/ Propositions d'actions agronomiques :</b>						
Actions agronomiques	Bassin versant – zones cultivées	Mesures agronomiques	Etude à mener hors projet	A définir en fonction du type d'action	?	?
<b>SOUS-TOTAL 1 « Actions agronomiques » en € HT :</b>			<b>-</b>			
<b>2/ Propositions d'aménagement de bande enherbée :</b>						
Maillage bocager de haies et talus	Vallée Renaudière	425 ml de talus doublé de bande enherbée + haie hydraulique 575 ml de haie hydraulique 290 ml de haie de maillage écologique	32 775.00	(50 %) 16 387.50		16 387.50
Bande enherbée	Le long du fossé du fond de vallon	Bande enherbée de 6m de largeur et 750 ml de longueur (45 000 m²). 7 fascines tous les 100 ml dans la bande enherbée (7 u.).	40 000.00	(50 %) 20 000.00	-	20 000.00
<b>SOUS-TOTAL 2 « Bande enherbée » en € HT :</b>			<b>72 775.00</b>	<b>36 387,50</b>	<b>-</b>	<b>36 387,50</b>
<b>3/ Propositions d'aménagement de zones de rétention :</b>						
BR Hirondelles	Allée des Hirondelles / Cimetière	Optimisation du fonctionnement du bassin existant : 15ml de collecteur EP 600mm, trop-plein & by-pass amont, déversoir sur le bassin.	11 750.00	-	-	11 750.00
Bassin de décantation	Chemin de Fayet	Bassin de décantation étanche de 900 m³.	47 000.00	(40% plafonné à 15€ / m³) 13 500.00	A définir	33 500.00
Bassin de rétention / infiltration	Chemin de Fayet	Bassin de rétention / infiltration de 6 000 m³.	263 400.00	90 000.00	A définir	173 400.00
<b>SOUS-TOTAL 3 « Zones de rétention » en € HT :</b>			<b>319 450.00</b>	<b>103 500.00</b>	<b>A définir</b>	<b>206 900.00</b>
<b>4/ Propositions d'aménagement pour améliorer l'écoulement au sein du PPR :</b>						
Fossés	Amont du captage	4 fossés étanches sur 620 ml cumulés.	46 500.00	(50 %) 23 250.00	-	23 250.00
Busages	3 chemins en amont du captage	- 60 ml busage ø800mm. - Têtes d'aqueduc (6 u.)	34 800.00	(50 %) 17 400.00	-	17 400.00
<b>SOUS-TOTAL 4 « Amélioration des écoulements » en € HT :</b>			<b>81 300.00</b>	<b>40 650.00</b>	<b>-</b>	<b>40 650.00</b>
<b>TOTAL EN € HT :</b>			<b>473 525.00</b>	<b>180 537.50</b>	<b>A définir</b>	<b>293 987.50</b>

## 11. CONCLUSION

### ETAT DES LIEUX :

Le bassin versant topographique amont au captage d'Holnon s'étend en rive gauche de la Vallée de l'Omignon, sur une surface cumulée d'environ 273 ha, entre 90 et 140 mètres d'altitude environ.



On remarque que près de la moitié du bassin versant est concernée par des pentes de terrain inférieures à 2%.

Les versants situés au nord-ouest (Vallée Renaudière, Voie Blanche notamment) et les fonds de vallée ont une pente plutôt modérée (de l'ordre de 5 à 10% en moyenne). **Cette pente est théoriquement propice à l'amorçage de phénomènes d'érosion des sols et au ruissellement, mais d'autres facteurs entrent en compte tels que l'occupation du sol et la nature du sol.**

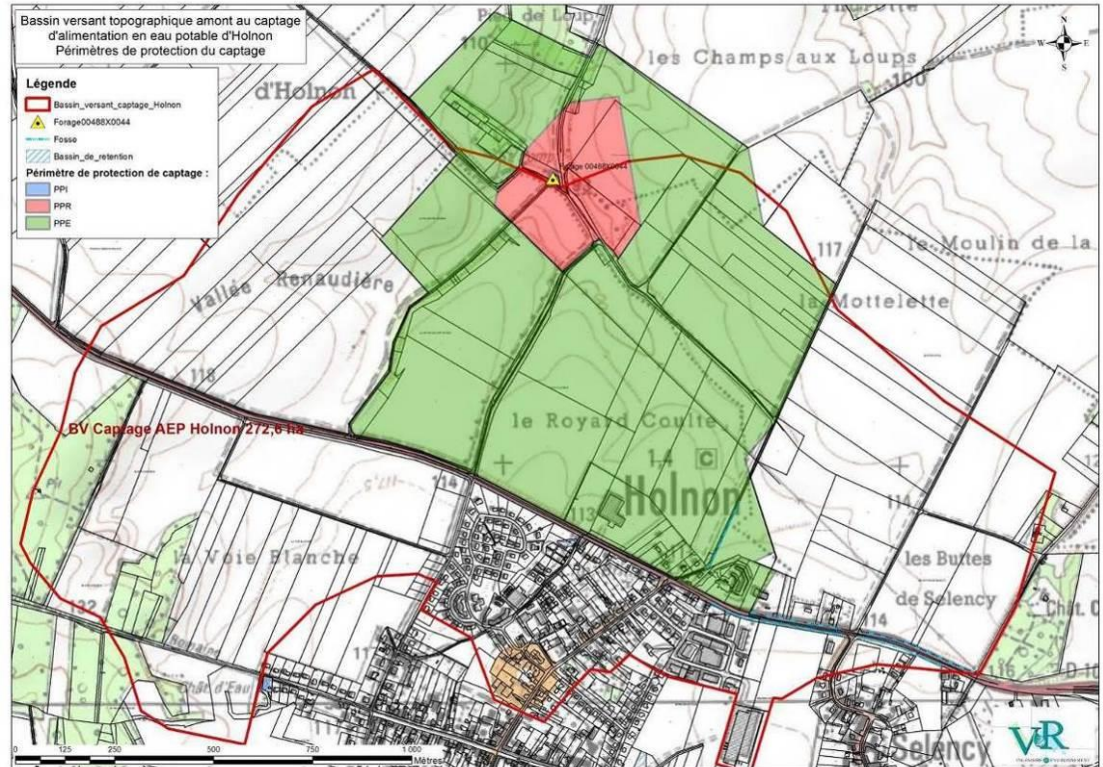
Sur la partie sud-est du bassin versant (qui comprend notamment toute la partie urbanisée), les pentes sont nettement plus faibles (inférieures à 2%). **Ces pentes ne sont pas propices à la genèse de phénomènes d'érosion sur les terres cultivées.**

*De manière générale, le témoignage de la commune indique qu'il n'y a pas (ou très peu) de phénomènes de ravinage sur les versants étudiés.*

**La nature limoneuse des sols associée à une pente faible à modérée des terrains rend le secteur assez peu propice à la formation de phénomènes d'érosion et de ruissellement.**

Le captage d'Holnon dispose de périmètres de protection qui s'étendent (selon la proposition faite par l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique en 1996) en grande partie à l'intérieur du bassin versant topographique étudié, jusqu'aux limites avec la route départementale et la partie urbanisée d'Holnon au sud.

Cette situation géographique rend le captage vulnérable aux ruissellements issus des 273 ha de versants agricoles et bâtis en amont :



*Tableau de synthèse des surfaces par types d'occupation du sol en 2018 (en hectares) :*

Type d'occupation	Surface (ha)	Proportion
Tissu urbain discontinu	29,4	10,8%
ZI ou Zcommerciale	7,9	2,9%
Route ou voie ferrée	2,9	1,1%
Terres arables	217,6	79,8%
Boisement ou forêt	14,8	5,4%
<b>TOTAL</b>	<b>272,6</b>	

Le bassin versant amont au captage d'Holnon comporte 80% de surfaces de terres arables.

La partie urbanisée représente près de 15% de la surface totale.

Les surfaces boisées sont très peu étendues, à peine 5% du bassin versant étudié.

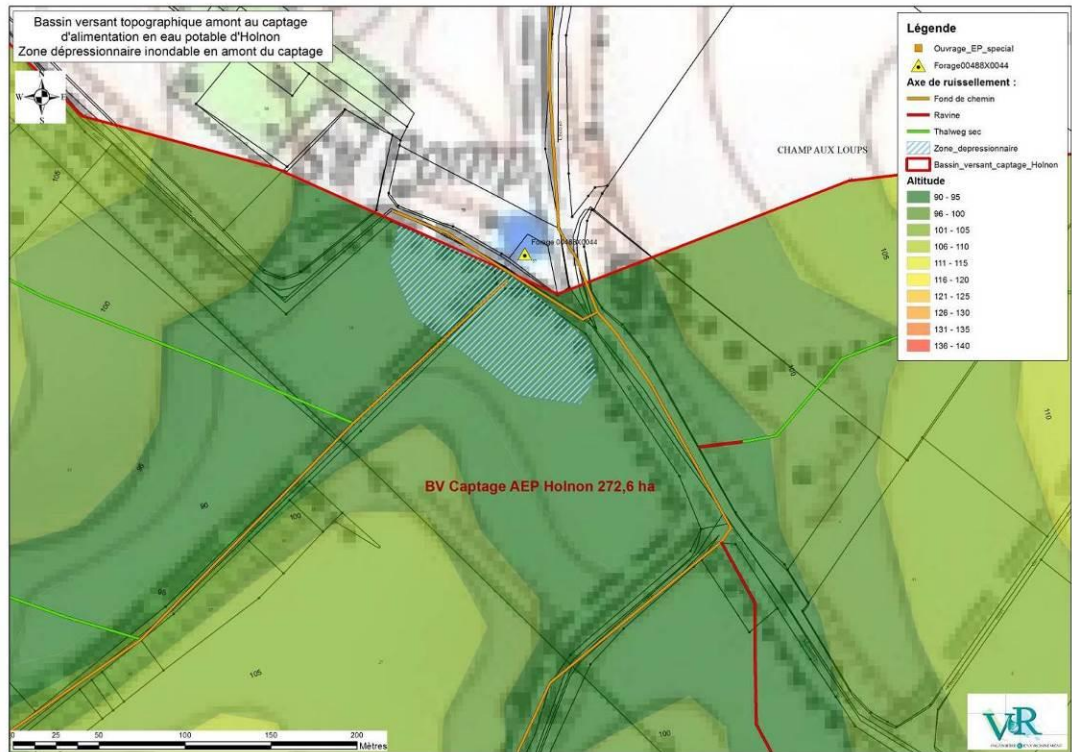


En amont du captage, on remarque l'existence d'une zone dépressionnaire inondable créée par la situation en remblai des chemins ruraux traversant la vallée, ce qui engendre un étalement des eaux dans les champs en amont.

L'étendue potentiellement inondable s'étale sur environ 5000 m<sup>2</sup>, avec 20/30cm de lame d'eau en moyenne, soit un volume de rétention mobilisable pour l'infiltration d'au moins 1500 m<sup>3</sup>. La surface d'infiltration est élevée.



*Localisation de la zone dépressionnaire située en amont du captage :*



La commune nous a communiqué plusieurs plans sur support papier des réseaux d'assainissement pluviaux. Ils ont été reportés sur cartographie géoréférencée (SIG, Autocad).

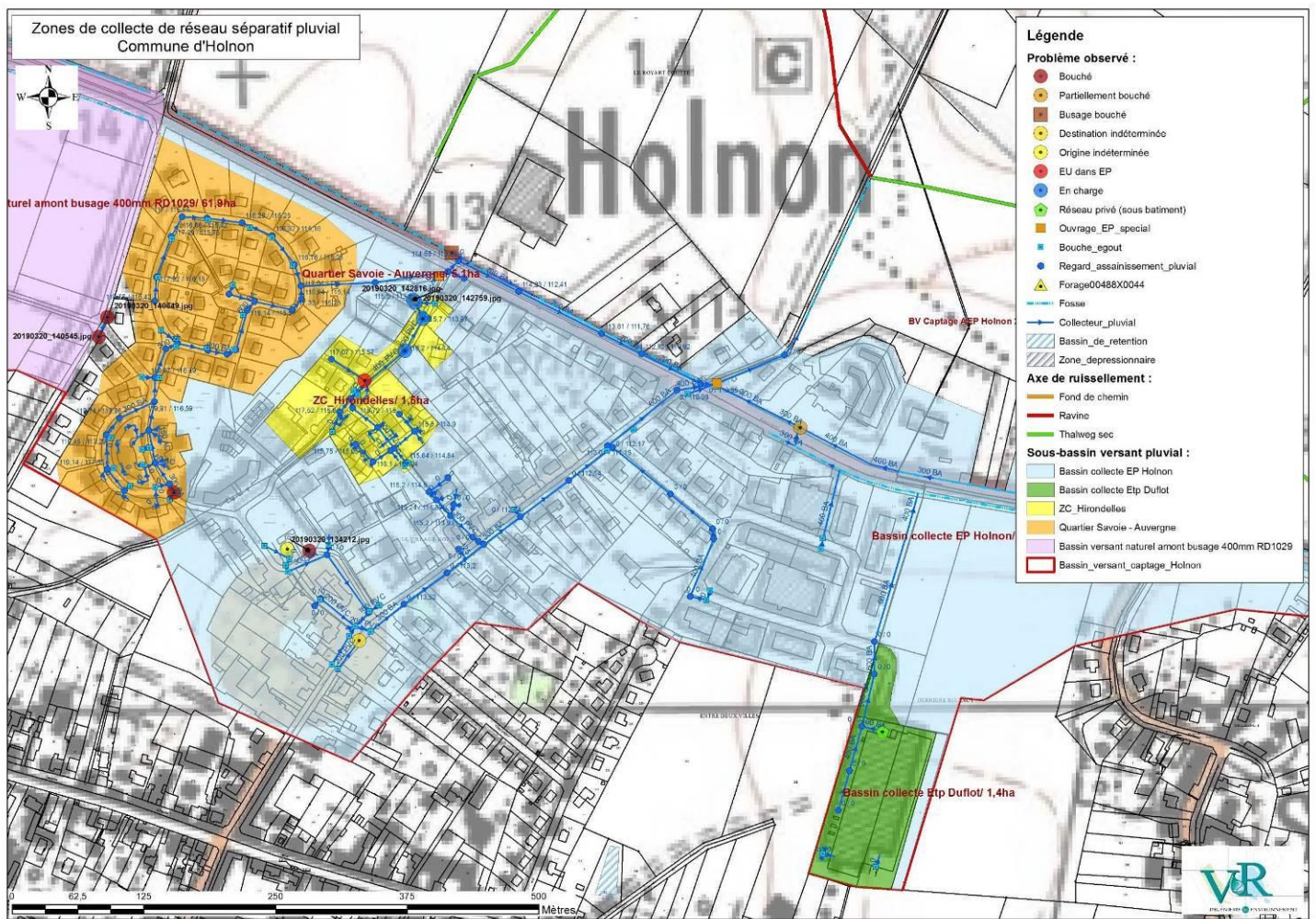
Les parties manquantes du réseau ont été relevées par relevés de terrain réalisés début mars 2019, par temps sec (repérage du tracé du réseau depuis la surface : ouvertures des regards, mesure de profondeur et de diamètre). Ces compléments ont aussi été cartographiés.

Le plan joint représente l'ensemble du réseau d'assainissement pluvial de la partie de la commune d'Holnon située dans le bassin versant topographique du captage.

De manière générale, on remarque un faible écoulement clair par temps sec (le réseau pluvial draine un peu la nappe superficielle). Quelques apports d'eaux usées ont été localisés.

Il existe des tronçons de réseau qui passent en domaine privé, voire sous des bâtiments.

Quelques grilles-avaloir étaient bouchées lors de la visite début mars (dépôts de feuilles / terre).



## ETAT HYDRAULIQUE INITIAL - MODELISATION :

### Les résultats de la modélisation montrent :

- Les débits en sortie de la zone urbanisée d'Holnon sont assez importants, variant entre 0,7 m<sup>3</sup>/s et 1,1 m<sup>3</sup>/ pour les crues décennales et centennales ;
- Les volumes ruisselés sur la partie urbanisée d'Holnon représentent environ 30 % des volumes ruisselés totaux sur le bassin versant étudié de 273 ha ;
- Le bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles ne fonctionne que peu dans le cadre des pluies critiques modélisées. Son débit de fuite et la surface imperméabilisées collectée trop petite ne lui permettent pas de se remplir à plein même pour une pluie centennale ;
- Le busage sous la RD à l'ouest de l'urbanisation (en aval du Bois d'Holnon) joue un rôle capital pour réduire les débits de pointe. L'expansion de crue fonctionne bien en amont de la RD et les ruissellements s'infiltrent massivement.
- Les zones d'expansion de crue mobilisées par le chemin en remblai en amont du captage fonctionnent à plein et débordent pour toutes les crues modélisées. Les volumes stockés et infiltrés y sont très importants à l'échelle du bassin versant.

### Les ouvrages de rétention et zones d'expansion de crues existants fonctionnent comme ceci pendant les crues modélisées :

Zone de rétention concernée :	Hmax de stockage (m)	H(m) stockée pour Q10ans :	H(m) stockée pour Q100ans :	Volume de rétention estimé avant surverse (m <sup>3</sup> )	V10ans (m <sup>3</sup> ) et pourcentage remplissage		V100ans (m <sup>3</sup> ) et pourcentage remplissage	
ZEC RD « ouest »	1m00	0m50	0m80	2 500	1 250	50 %	2 000	80 %
BR Hirondelles	1m90	0m65	1m15	450	150	33 %	290	64 %
ZEC Amont captage	0m50	0m50	0m50	1 500	> 1 500	100 %	> 1 500	> 100 %

Les zones d'expansion de crues existantes sont mobilisées à plein. Il y a surverse au-dessus du chemin bordant le captage.

Le bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles apparaît comme sous-utilisé pour les pluies modélisées. Cela s'explique notamment par la faible surface collectée et un débit de fuite trop élevé. La commune a d'ailleurs confirmé que le bassin se remplissait très peu, même en période de forte pluie.

Les résultats de la modélisation semblent correspondre au fonctionnement réel sur la base des témoignages obtenus lors de l'étude.

## ETAT HYDRAULIQUE PROJETE – MODELISATION :

Les résultats sont exploités pour les pluies de période de retour 10 ans, 100 ans et de la crue réelle du 16 août 2010. La crue « 20ans » donnant des résultats très proches de la crue « 10ans », elle n'est pas reprise dans la présentation des résultats.

### Les résultats de la modélisation montrent en synthèse :

- L'optimisation du bassin de rétention de l'Allée des Hirondelles donne les résultats suivants :
  - \* Pour une crue de période de retour 10 ans, le bassin ne déborde pas.
  - \* Pour une crue de période de retour 100 ans, le bassin déborde. Le réseau pluvial est en charge en amont, il s'agira de surveiller s'il y a un impact sur les branchements des maisons les plus proches du bassin en termes de risques de remontées d'eau dans leur raccordement au réseau pluvial.
- Le complexe bassin de décantation / bassin d'infiltration proposé en aval du réseau pluvial d'Holnon est efficace pour toutes les pluies modélisées.

Le bassin de décantation est dimensionné à 900 m<sup>3</sup> de volume utile avec un débit de fuite gravitaire par une canalisation de 200mm de diamètre vers le bassin d'infiltration en aval. Le bassin de décantation déborde vers le bassin d'infiltration dès la crue de période de retour 2 ans.

Notons aussi que pour que la décantation soit efficace, il faut une lame d'eau permanente dans le bassin d'environ 1m de profondeur.

Le bassin d'infiltration est dimensionné à 1m20 de profondeur pour 6 000 m<sup>3</sup> de volume utile avec un débit d'infiltration estimé à 18 l/s (perméabilité de 1.10<sup>-6</sup> m/s rapportée à 5 000 m<sup>2</sup> de surface d'infiltration). Il ne déborde pour aucune pluie modélisée.

- Le complexe de fossés et busages de 800mm de diamètre en aval du bassin versant, au sein du périmètre de protection rapproché du captage, permet d'évacuer les débits de pointe de toutes les crues modélisées.

**Tableau de synthèse des caractéristiques des ouvrages de rétention/infiltration proposés :**

Nom	Lieu	Description	Volume utilisé (m <sup>3</sup> ) *		
			T=10ans	T=100ans	16 août 2010
BR Hironnelles	Allée des Hironnelles / Cimetière	Optimisation du fonctionnement du bassin par extension de la surface collectée connectée.	120	> 450 (déborde peu)	50
Bassin de décantation	Chemin de Fayet	Bassin de décantation de 900 m <sup>3</sup> en amont du bassin d'infiltration. Débit régulé par une canalisation de 200 mm de diamètre.	> 900 (déborde peu)	> 900 (déborde)	> 900 (déborde peu)
Bassin de rétention / infiltration	Chemin de Fayet	Bassin de rétention-infiltration de 6000 m <sup>3</sup> . Débit d'infiltration estimé à 18 l/s. Surverse aménagée avec une de dissipation d'énergie vers le gué béton en aval.	1 500	3 400	6 000
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>) :</b>			<b>2 570</b>	<b>4 750</b>	<b>5 950</b>

**REMARQUES :**

Le débit de pointe du ruissellement à l'exutoire du bassin versant étudié (en aval du captage), est diminué de 2,6 à 2,4 m<sup>3</sup>/s pour une crue de période de retour 10 ans, et de 4,7 à 4,14 m<sup>3</sup>/s pour une crue de période de retour 100 ans.

Le débit de pointe du ruissellement à l'exutoire du bassin versant étudié (en aval du captage), est aussi diminué de 0,8 m<sup>3</sup>/s à 0,62 m<sup>3</sup>/s pour une pluie de plus longue durée, comme celle du 16 août 2010 (24 heures, 20 ans de période de retour).

La suppression des zones d'expansion de crue située dans le PPR est donc compensée par la réalisation du bassin de décantation/infiltration en amont.

**Le risque d'inondation en aval du captage est diminué pour les cas de pluies orageuses et pour les pluies plus longues (de type hivernales principalement, ou bien d'intensité modérée sur plus d'une demi-journée en saison estivale) dans le cadre du programme d'aménagement proposé.**

Cela s'explique par l'infiltration de la totalité des ruissellements urbains d'Holnon en amont du bassin versant (jusqu'à 6 000 m<sup>3</sup> de volume infiltré).

**Le programme de travaux proposé vise à la protection de la qualité des eaux du captage :**

- en réduisant les débits transitant dans la vallée (par mise en œuvre de techniques agronomiques et d'hydraulique douce pour réduire le ruissellement agricole et par création d'ouvrages d'infiltration des eaux pluviales issues de la commune d'Holnon ;
- en réduisant fortement les zones d'expansion de crue qui infiltrent actuellement massivement les eaux de ruissellement potentiellement polluées au sein du PPR du captage.

Nom	Lieu	Description	Coût estimé (€ HT)
<b>1/ Propositions d'actions agronomiques :</b>			
Actions agronomiques	Bassin versant – zones cultivées	Mise en œuvre d'actions agronomiques pour optimiser la gestion du risque de ruissellement et d'érosion de sols – Culture préférentielle perpendiculaires au sens des pentes	Etude à mener hors projet
<b>SOUS-TOTAL 1 « Actions agronomiques » en € HT :</b>			<b>-</b>
<b>2/ Propositions d'aménagement d'hydraulique douce :</b>			
Maillage bocager de haies et talus	Vallée Renaudière	425 ml de talus doublé de bande enherbée + haie hydraulique 575 ml de haie hydraulique 290 ml de haie de maillage écologique	21 250.00 8 625.00 2 900.00
Bande enherbée	Le long du fossé du fond de vallon	Bande enherbée de 6m de largeur parcourant le fond de vallon au sein du PPE du captage d'Holnon : 750 ml (45 000 m²). Implantation régulière de fascines tous les 100 ml dans la bande enherbée (7 u.). Le comblement du fossé est assuré avec les matériaux de creusement des bassins de décantation / infiltrations proposé en amont.	40 000.00
<b>SOUS-TOTAL 2 « Bande enherbée » en € HT :</b>			<b>72 775.00</b>
<b>3/ Propositions d'aménagement de zones de rétention :</b>			
BR Hirondelles	Allée des Hirondelles / Cimetière	Optimisation du fonctionnement du bassin par extension de la surface collectée connectée : - Pose d'un nouveau collecteur de 600mm de diamètre (15 ml) - Mise en œuvre d'un trop-plein amovible dans le regard existant en amont du bassin (1 Ft.) - Mise en œuvre d'un déversoir sur le bassin (1 Ft.)	6 750.00 3 000.00 2 000.00
Bassin de décantation	Chemin de Fayet	- Bassin de décantation étanche de 900 m³ en amont du bassin d'infiltration. - Débit régulé par une canalisation de 200mm de diamètre (10 ml). - Traitement paysager / clôture / portail ( <i>voir « ci-après »</i> )	45 000.00 2 000.00 -
Bassin de rétention / infiltration	Chemin de Fayet	- Bassin de rétention / infiltration de 6 000 m³ – plantation de plantes héliophytes. - Création d'une bande enherbée le long du chemin du Fayet jusqu'au gué béton (10 ml). - Réfection du gué béton (1 Ft.) - Traitement paysager / clôture / portail	240 000.00 400.00 3 000.00 20 000.00
<b>SOUS-TOTAL 3 « Zones de rétention » en € HT :</b>			<b>319 450.00</b>
<b>4/ Propositions d'aménagement pour améliorer l'écoulement au sein du PPR :</b>			
Fossés	Amont du captage	4 fossés étanches de 1m de profondeur avec des berges pentées à 2m horizontaux pour 1m vertical (175 ml + 330 ml + 60 ml + 55 ml = 620 ml).	46 500.00
Busages	3 chemins en amont du captage	- 1 busage ø800mm sous le Chemin Vallée Gludaine (15 ml). - 1 busage ø800mm sous le Chemin de St-Quentin à Maissemy (20 ml). - 1 busage ø800mm sous le Chemin du Catelet à Harn (25 ml). - Têtes d'aqueduc (6 u.) (Inclus réfection des chemins).	7 200.00 9 600.00 12 000.00 6 000.00
<b>SOUS-TOTAL 4 « Amélioration des écoulements » en € HT :</b>			<b>81 300.00</b>
<b>TOTAL EN € HT :</b>			<b>473 525.00</b>

*Au total, le coût d'exploitation du programme de travaux est donc estimé à environ 2,9% du coût total d'investissements, tous types de travaux confondus (13553 € HT / an).*

**Bilan dépenses / recettes tenant compte des subventions possibles (sous réserve d'éligibilité de l'AEAP) :**

Nom	Lieu	Description	TOTAL DEPENSES (€ HT)	RECETTES : Subvention AEAP (% et € HT)	AUTRE RECETTES (autres subventions)	RESTE A CHARGE DU MO
<b><u>1/ Propositions d'actions agronomiques :</u></b>						
Actions agronomiques	Bassin versant – zones cultivées	Mesures agronomiques	Etude à mener hors projet	A définir en fonction du type d'action	?	?
<b>SOUS-TOTAL 1 « Actions agronomiques » en € HT :</b>			<b>-</b>			
<b><u>2/ Propositions d'aménagement de bande enherbée :</u></b>						
Maillage bocager de haies et talus	Vallée Renaudière	425 ml de talus doublé de bande enherbée + haie hydraulique 575 ml de haie hydraulique 290 ml de haie de maillage écologique	32 775.00	(50 %) 16 387.50		16 387.50
Bande enherbée	Le long du fossé du fond de vallon	Bande enherbée de 6m de largeur et 750 ml de longueur (45 000 m²). 7 fascines tous les 100 ml dans la bande enherbée (7 u.).	40 000.00	(50 %) 20 000.00	-	20 000.00
<b>SOUS-TOTAL 2 « Bande enherbée » en € HT :</b>			<b>72 775.00</b>	<b>36 387,50</b>	<b>-</b>	<b>36 387,50</b>
<b><u>3/ Propositions d'aménagement de zones de rétention :</u></b>						
BR Hironnelles	Allée des Hironnelles / Cimetière	Optimisation du fonctionnement du bassin existant : 15ml de collecteur EP 600mm, trop-plein & by-pass amont, déversoir sur le bassin.	11 750.00	-	-	11 750.00
Bassin de décantation	Chemin de Fayet	Bassin de décantation étanche de 900 m³.	47 000.00	(40% plafonné à 15€ / m³) 13 500.00	A définir	33 500.00
Bassin de rétention / infiltration	Chemin de Fayet	Bassin de rétention / infiltration de 6 000 m³.	263 400.00	90 000.00	A définir	173 400.00
<b>SOUS-TOTAL 3 « Zones de rétention » en € HT :</b>			<b>319 450.00</b>	<b>103 500.00</b>	<b>A définir</b>	<b>206 900.00</b>
<b><u>4/ Propositions d'aménagement pour améliorer l'écoulement au sein du PPR :</u></b>						
Fossés	Amont du captage	4 fossés étanches sur 620 ml cumulés.	46 500.00	(50 %) 23 250.00	-	23 250.00
Busages	3 chemins en amont du captage	- 60 ml busage ø800mm. - Têtes d'aqueduc (6 u.)	34 800.00	(50 %) 17 400.00	-	17 400.00
<b>SOUS-TOTAL 4 « Amélioration des écoulements » en € HT :</b>			<b>81 300.00</b>	<b>40 650.00</b>	<b>-</b>	<b>40 650.00</b>
<b>TOTAL EN € HT :</b>			<b>473 525.00</b>	<b>180 537.50</b>	<b>A définir</b>	<b>293 987.50</b>

Schéma du complexe bassin de décantation / bassin d'infiltration proposé :

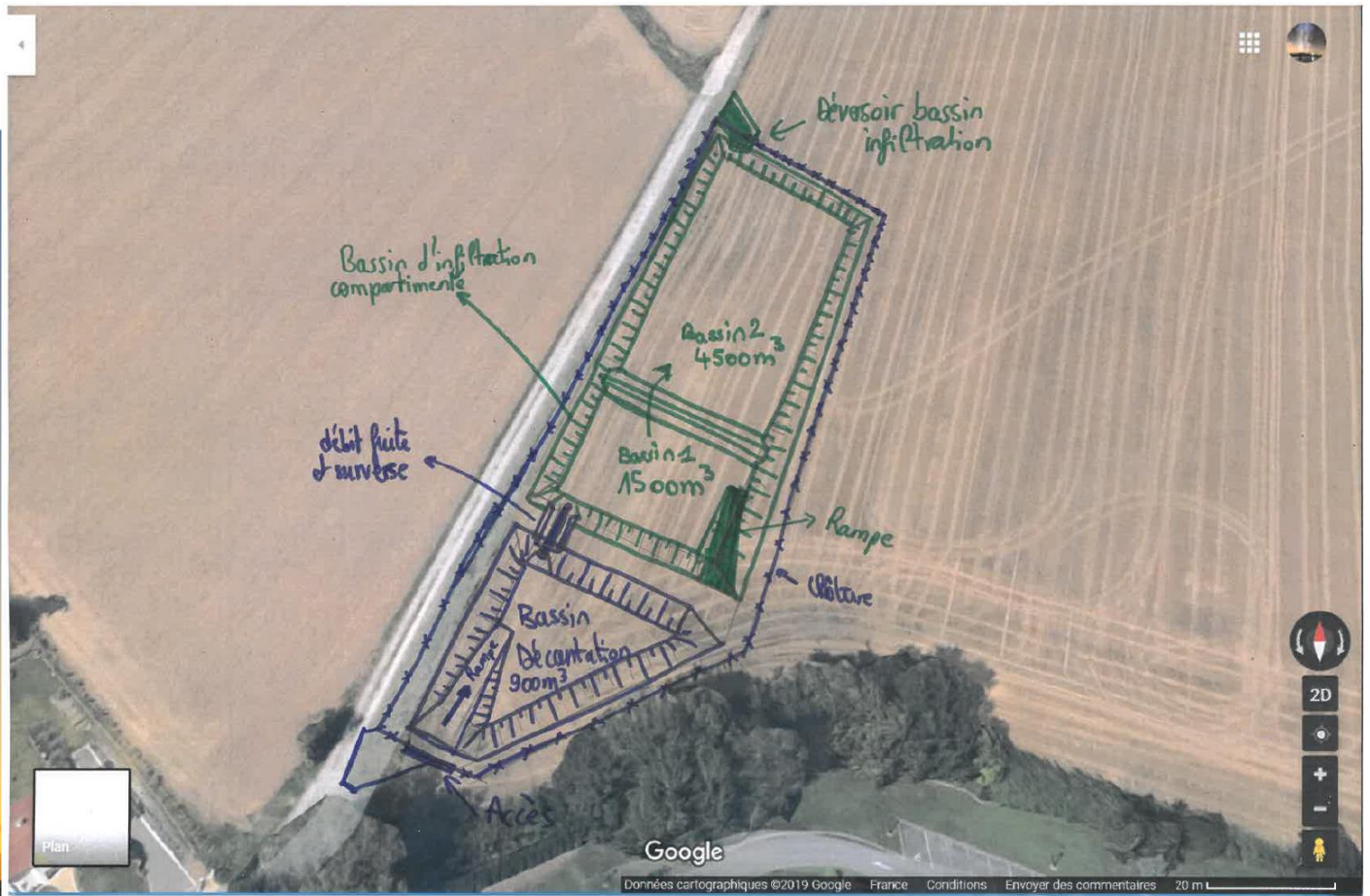


Photo exemple de bassin d'infiltration planté d'hélophytes :



Carte de synthèse de l'ensemble des aménagements hydrauliques proposés dans le cadre de la protection du captage d'Holnon :

