



Commune de Berneuil-sur-Aisne



Communauté de Communes
des Lisières de l'Oise

Plan Local d'Urbanisme

Pièce n°5c : Schéma de gestion des eaux pluviales

ARRET du Projet

Dossier annexé à la délibération du conseil
communautaire en date du : 8 juillet 2021

APPROBATION

Dossier annexé à la délibération du conseil
communautaire en date du :

Rendu exécutoire le :



Cabinet de conseils, projets et formations en urbanisme M.T. Projets
9 Rue du Château Mouzin - 51420 Cernay-les-Reims

ARVAL

Agence d'Urbanisme ARVAL - SARL MATHIEU - THIMONIER - CARRAUD
3 bis, Plance de la République - 60800 CREPY-EN-VALOIS
Téléphone : 03 44 94 72 16 courriel : nicolas.thimonier@arval-archi.fr

Équipe d'études : N. Thimonier (Géographe-urbaniste) et M. Louërat (Urbaniste)

Participation financière du Conseil Départemental de l'Oise



**Schéma de gestion des eaux pluviales
Rapport complet**

Version provisoire



Verdi Ingénierie Seine
Siège Social
99 rue de Vaugirard
75006 Paris

Tél: 01 42 22 61 22
Fax: 09 72 13 45 65
seine@verdi-ingenierie.fr

Agence Oise
PAE du Haut Villé
2 Rue Jean-Baptiste Godin
60000 Beauvais

Tél : 03 44 48 26 50
Fax : 09 72 13 45 65
seine@verdi-ingenierie.fr

Agence Nord Ile de France
5 chemin de la Dime
95700 Roissy

Tél : 01 39 94 03 40
Fax : 09 72 13 45 65
seine@verdi-ingenierie.fr

Partenaire financier



Établi par : T. Sorel/N. Heller
Vérifié par : N. Heller
Approuvé par : S. D'Alençon
Date : 18/02/2019

GRILLE DE RÉVISION

2	Fév. 2019	Mises à jour après réunion	NH	NH	SDA
1	Oct. 2018	Mises à jour avant réunion	NH	NH	SDA
0	Août 2018	Version provisoire « SDGEP de la commune Berneuil-sur-Aisne – rapport complet	TS	NH	SDA
Indice de révision.	Date édition	Commentaires	Émis par	Vérifié par	Approuvé par

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	7
2. Présentation de la commune et de son environnement.....	8
2.1. La situation géographique.....	8
2.2. Contraintes de sol.....	9
2.2.1. Relief.....	9
2.2.2. Occupation des sols.....	10
2.2.3. Contexte géologique et hydrogéologique.....	10
2.2.4. Le réseau hydrographique.....	13
2.2.5. Qualité des eaux de surface.....	14
2.2.6. Point de captage d'eau potable.....	16
2.2.7. Zones humides.....	17
2.3. Risques naturels.....	18
2.3.1. Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle.....	18
2.3.2. Risque d'inondation.....	18
2.3.3. Risque de retrait-gonflement des argiles.....	23
2.3.4. Risques de cavités souterraines.....	23
2.3.5. Risque de coulées de boue.....	25
2.4. Les espaces naturels.....	26
2.5. Urbanisme.....	28
2.5.1. Évolution de la population.....	28
2.5.2. Révision du PLU.....	28
2.6. Données générales.....	29
3. Gestion des eaux pluviales.....	30
3.1. Aménagements existants dans Berneuil-sur-Aisne.....	30
3.1.1. Réseaux et ouvrages EP.....	30
3.1.2. Éléments paysagers.....	34
3.2. Historique des problèmes de gestion pluviale sur la commune.....	38
3.2.1. Localisation.....	38
3.2.2. Analyse des problèmes survenus.....	39
4. Analyse du ruissellement et étude capacitaire des réseaux.....	45
4.1. Description du fonctionnement hydrologique.....	45
4.1.1. Découpage en bassins versants ruraux.....	45
4.1.2. Découpage en bassins versants urbains.....	47
4.2. Méthodologie des calculs hydrauliques.....	51
4.2.1. Définitions des paramètres hydrologiques.....	51
4.2.2. Choix des pluies de projet.....	53
4.2.3. Choix des méthodes de calculs.....	54
4.3. Caractéristiques retenues.....	56
4.3.1. Bassins versants naturels et agricoles.....	56
4.3.2. Bassins versants urbains.....	57
4.4. Analyse quantitative des écoulements.....	59
4.4.1. Calcul des débits de pointe.....	59
4.4.2. Estimation des débits capacitaires des réseaux pluviaux.....	66
4.4.3. Synthèse des résultats.....	80
5. Propositions d'aménagement.....	83

5.1. Propositions techniques en milieu urbain.....	83
5.1.1. Gestion du ruissellement dans la rue du Centre.....	83
5.1.2. Gestion du ruissellement dans la rue de Rochefort.....	86
5.2. Propositions techniques en milieu non urbain.....	90
5.2.1. Mesures générales de gestion du ruissellement en domaine agricole.....	90
5.2.2. Gestion du ruissellement du chemin de la Virole / rue du Bourgain.....	92
5.2.3. Gestion du ruissellement amont sur le bassin versant N4.....	95
5.2.4. Gestion du ruissellement amont sur le bassin versant N6.....	97
5.2.5. Chiffrages.....	100
5.3. Récapitulatif.....	103
6. Définition des zones d'expansion du ruissellement	105
6.1. Objectifs.....	105
6.2. Méthodologie.....	105
6.3. Identification des zones d'expansion.....	106
7. Zonage d'assainissement des eaux pluviales et règlement associé.....	108
7.1. Objet du zonage d'assainissement pluvial.....	108
7.2. Dispositions réglementaires générales.....	108
7.2.1. Le Code Civil.....	108
7.2.2. Le Code de l'Environnement.....	109
7.2.3. Le Code Général des Collectivités Territoriales.....	109
7.2.4. Le Code de l'Urbanisme.....	109
7.2.5. Le Code de la Santé Publique.....	110
7.2.6. Le Code de la Voirie Routière.....	110
7.3. Zonage retenu.....	110
7.4. Règlement valable en cas d'aménagement des zones actuelles et pour tous les futurs projets urbains..	111
7.4.1. Sur l'ensemble du territoire communal.....	111
7.4.2. Zone d'expansion du ruissellement.....	112
7.5. Recommandation valable sur les bassins versants ruraux sensibles au ruissellement et à l'érosion.....	113
7.5.1. Prescriptions d'ordre général.....	113
7.5.2. Adaptation des pratiques agricoles.....	113
7.5.3. Inscription au PLU.....	114
7.6. Principes de dimensionnement des installations.....	115
7.6.1. Dimensionnement des installations pour les particuliers.....	115
7.6.2. Dimensionnement des installations dans les autres cas (hors particuliers).....	115
8. Conclusion.....	117
9. Annexes.....	118
9.1. Annexe 1 : Les techniques alternatives de gestion pluviale.....	119
9.1.1. Définition.....	119
9.1.2. Liste des techniques.....	120
9.1.3. Les techniques utilisables par les particuliers.....	121
9.1.4. Techniques utilisables en domaine public.....	126
9.2. Annexe 2 : Moyens de gestion du ruissellement amont.....	137
9.2.1. Gestion du ruissellement diffus.....	137
9.2.2. Gestion du ruissellement concentré.....	140
9.3. Annexe 3 : Techniques de prétraitement.....	144
9.3.1. Techniques enterrées : séparateur à hydrocarbures.....	144
9.3.2. Techniques aériennes.....	145
9.3.3. Autres ouvrages de pré-traitement.....	147

9.4. Annexe 4 : Méthode de réalisation des essais Porchet.....	148
9.5. Annexe 5 : Plan des reseaux d'eaux pluviales.....	150
9.6. Annexe 6 : Carte de zonage des eaux pluviales.....	151

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Carte de localisation de la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : Geoportail).....	8
Figure 2. Carte du relief de Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise).....	9
Figure 3. Carte d'occupation des sols de Berneuil-sur-Aisne (sources : Géoportail et Corine Land Cover 2012).....	10
Figure 4. Carte géologique de Berneuil-sur-Aisne (source : IGN et BRGM).....	11
Figure 5. Localisation du réseau hydrographique sur le territoire communal de Berneuil-sur-Aisne (source : Géoportail) 13	
Figure 6. Stations de mesure du cours d'eau de l'Aisne (source : Géoportail).....	15
Figure 7. Localisation du captage de Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise).....	16
Figure 8. Localisation des zones humides à Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise).....	17
Figure 9. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 4 (source : DDT Oise).....	20
Figure 10. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 5 (source DDT : Oise).....	20
Figure 11. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 6 (source : DDT Oise).....	21
Figure 12. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 7 (source : DDT Oise).....	21
Figure 13. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 8 (source : DDT Oise).....	22
Figure 14. Carte du risque de remontée de nappe sur la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise).....	22
Figure 15. Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles sur la commune.....	23
Figure 16. Localisation des cavités souterraines sur le territoire communal.....	24
Figure 17. Localisation du risque de coulées de boue sur le territoire communal.....	25
Figure 18. Carte de la Znieff de type I dans la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise).....	26
Figure 19. Localisation des zones Natura 2000 autour de la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : Géoportail).....	27
Figure 20. Localisation de la zone à urbaniser.....	28
Figure 21. Localisation de l'exutoire bouché et de l'habitation en zone inondable dans la rue Paillet.....	31
Figure 22. Schéma du réseau pluvial de Berneuil-sur-Aisne dans le secteur du hameau.....	32
Figure 23. Schéma du réseau pluvial de Berneuil-sur-Aisne dans le secteur de l'est.....	33
Figure 24. Photographie du fossé de la rue Raymond Faroux.....	34
Figure 25. Zone stagnante à proximité de la carrière Guinaut.....	36
Figure 26. Zone de stagnation au nord du territoire communal.....	36
Figure 27. Les zones stagnantes au nord du territoire communal.....	37
Figure 28. Localisation des problèmes de gestion du ruissellement à Berneuil-sur-Aisne.....	38
Figure 29. Schématisation des problèmes sur le secteur 1.....	39
Figure 30. Localisation du secteur 2.....	40
Figure 31. Localisation du secteur 3.....	40
Figure 32. Localisation du secteur 3.....	41
Figure 33. Localisation du secteur 4.....	41
Figure 34. Localisation du garage inondé.....	42
Figure 35. Photo du garage inondé.....	42
Figure 36. Localisation du champ cultivé inondé dans le secteur 4.....	43
Figure 37. Localisation du secteur 5.....	43
Figure 38. Localisation du secteur 6.....	44
Figure 40. Localisation des bassins versants ruraux et sens des écoulements sur le territoire communal (source : IGN).....	46
Figure 41. Synoptique de la gestion des eaux pluviales sur Berneuil-sur-Aisne.....	48
Figure 42. Découpage de Berneuil-sur-Aisne en bassins versants urbains dans le secteur de l'ouest.....	49
Figure 43. Découpage des BV urbains au secteur de l'est de Berneuil-sur-Aisne.....	50
Figure 44. Exemple de calcul de capacité par la formule de Manning-Strickler par la note utilisée.....	55
Figure 45. Localisation des débits de pointe sur les bassins versants amont pour la pluie d'occurrence 20 ans.....	60

Figure 46.	Synthèse de l'étude capacitaire sur le secteur Ouest de la commune.....	70
Figure 47.	Synthèse de l'étude capacitaire dans le secteur de l'est de la commune.....	71
Figure 48.	Capacités pluviales au niveau du secteur U1 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	72
Figure 49.	Capacités pluviales au niveau du secteur U2 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	73
Figure 50.	Capacités pluviales au niveau du secteur U3 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	74
Figure 51.	Capacités pluviales au niveau du secteur U4 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	75
Figure 52.	Capacités pluviales au niveau du secteur U5 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	76
Figure 53.	Capacités pluviales au niveau du secteur U6 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	77
Figure 54.	Capacités pluviales au niveau du secteur U7 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	78
Figure 55.	Capacités pluviales au niveau du secteur U8 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans.....	79
Figure 56.	Synthèse des résultats dans les BV U1, U2 et U3.....	81
Figure 57.	Synthèse des résultats dans les BV U4, U5, U6, U7 et U8.....	82
Figure 58.	Schéma de la noue avec tranchée d'infiltration.....	83
Figure 59.	Calcul du volume de bassin.....	84
Figure 60.	Exemple de jardin pluvial implanté en bord de route (www.nwrm.eu).....	84
Figure 61.	Schéma de réaménagement de la place pour la gestion du ruissellement au niveau de l'église.....	85
Figure 62.	Calcul du volume retenu en amont de la réduction de section.....	86
Figure 63.	Limitation de débit par un Ø 500 en amont de la rue de Rochefort.....	87
Figure 64.	Aménagements proposés au niveau de la rue de Rochefort.....	89
Figure 65.	Exemple de technique de gestion hydraulique douce.....	90
Figure 66.	Comparaison du ruissellement entre deux différentes organisation de culture sur un bloc de parcelles (source : AREAS)	91
Figure 67.	Aménagement dans le champ en amont du chemin de la Virole.....	92
Figure 69.	Aménagement d'un cassis d'interception et d'un bassin d'infiltration dans la rue du Bourgain et la rue Raymond Faroux.....	94
Figure 70.	Localisation des aménagements proposés et surfaces inondées pour la gestion amont du BV N4.....	95
Figure 71.	Localisation des aménagements proposés et surfaces inondées pour la gestion amont du BV N6.....	98
Figure 72.	Aménagements à proximité de l'aire urbaine.....	104
Figure 73.	Aménagements en amont de l'aire urbaine.....	104
Figure 74.	Exemple de talwegs avec différents aspects d'écoulement.....	105
Figure 75.	Calcul de la hauteur d'eau pour la route drainant le BV N3.....	107
Figure 76.	Exemple de technique de gestion hydraulique douce.....	113
Figure 77.	Schéma de plantation d'une haie.....	138
Figure 78.	Schéma d'un talus.....	139
Figure 79.	Schéma de fossés.....	140
Figure 80.	Schéma de fonctionnement d'une mare tampon.....	141
Figure 81.	Exemple de bassin d'infiltration réalisé par Verdi Ingénierie Seine.....	142
Figure 82.	Schéma d'un séparateur à hydrocarbures.....	144
Figure 83.	Coupe type des filtres plantés (source : « Les filtres plantés de roseaux : application au traitement d'eaux pluviales », NOVATEC'2004).....	145

1. INTRODUCTION

La commune de Berneuil-sur-Aisne a décidé de réaliser un schéma directeur de gestion des eaux pluviales afin d'une part d'améliorer la connaissance de la gestion du ruissellement sur son territoire et de proposer des solutions d'amélioration et d'autre part de se mettre au niveau des exigences règlementaires avec l'élaboration du zonage pluvial.

L'étude comprend les éléments suivant :

- **État des lieux** : recueil des données, analyse du contexte général, visites et constats de terrain, recensements des problèmes connus liés à la gestion pluviale.

- **Analyse quantitative des écoulements** : cartographie des bassins versants sur le territoire, étude capacitaire hydraulique.

- **Proposition d'actions et établissement du zonage des eaux pluviales** : définition des solutions techniques et d'actions d'amélioration, programme de travaux pluriannuel, dossier de zonage, dossier d'enquête publique.

Le présent rapport présente l'ensemble de l'étude.

Comité de pilotage :

Le déroulement de cette étude est suivi par la commune de Berneuil-sur-Aisne (Maître d'Ouvrage).

Est également concernée l'Agence de l'Eau Seine Normandie.

2. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE ET DE SON ENVIRONNEMENT

2.1. LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La commune de Berneuil-sur-Aisne est située dans le département de l'Oise, à 66 km à l'est de Beauvais, à 13 km à l'est de Compiègne et à 25 km à l'ouest de Soissons. Le territoire est traversé par deux routes départementales : la D335 et la D81.

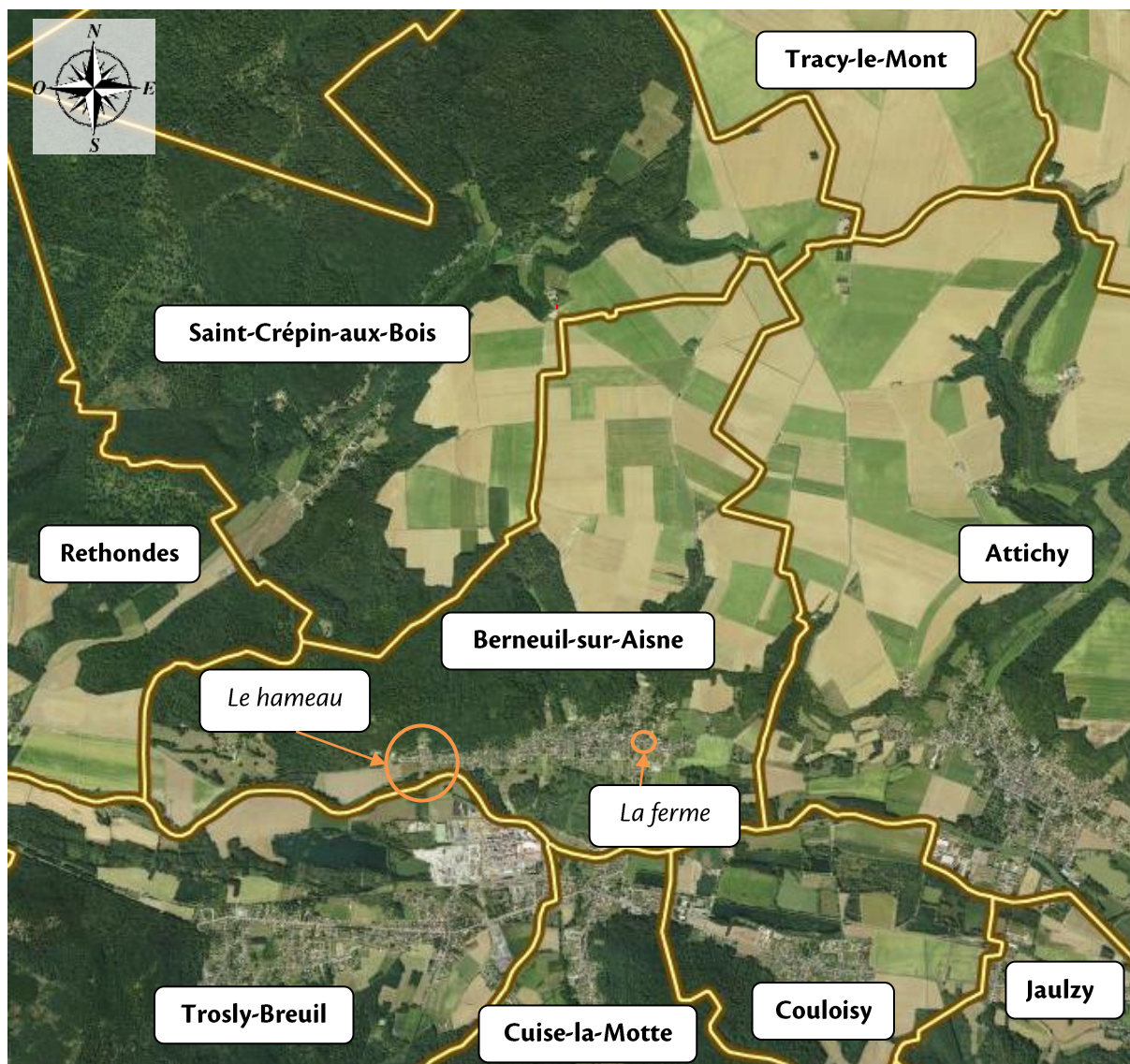


Figure 1. Carte de localisation de la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : Geoportail)

L'ensemble du territoire communal s'étend sur une superficie de 10,61 km² et possède une population de 1011 habitants pour 426 habitations (Insee 2015).

Un hameau est situé dans la partie sud-ouest du territoire communal. On recense aussi la présence d'une ferme. Le bourg de Berneuil est localisé dans la partie sud de la commune, avec une activité économique industrielle dominante dans la rue Marcel Rinn. Le cœur de la commune se situe au centre vers l'église et la mairie. Le reste du territoire est occupé par des forêts et des zones agricoles, principalement au nord.

2.2. CONTRAINTES DE SOL

2.2.1. Relief

Les pentes constituent un paramètre très important dans le ruissellement et l'érosion des sols. Les phénomènes sont corrélés positivement. Des faibles pentes favoriseront l'infiltration sur place des eaux pluviales et limiteront les vitesses d'écoulement du ruissellement, à l'inverse des fortes pentes qui entraîneront une part de débit ruisselé plus importante ainsi que des vitesses plus fortes pouvant occasionner une érosion des sols et des ravines en cas de concentration du ruissellement.

Le phénomène d'érosion sera également fortement corrélé à la couverture des sols, un couvert végétal pouvant limiter fortement le ruissellement généré et le phénomène d'érosion.

La topographie du centre vers le sud du territoire communal présente des fortes pentes avoisinant 6 %. On note cependant des pentes modérées au nord de la commune, avoisinant 1 à 1,5 %.

Le point le plus bas, à 35 m NGF, est situé au sud de la commune. Le point le plus haut est à 142 m NGF d'altitude et se trouve au nord de la commune. L'altitude au sud du territoire est relativement basse mais on constate que le niveau s'élève progressivement du centre vers le nord du territoire. Ainsi, le sens de ruissellement de l'eau pluviale s'effectue du nord vers le sud.

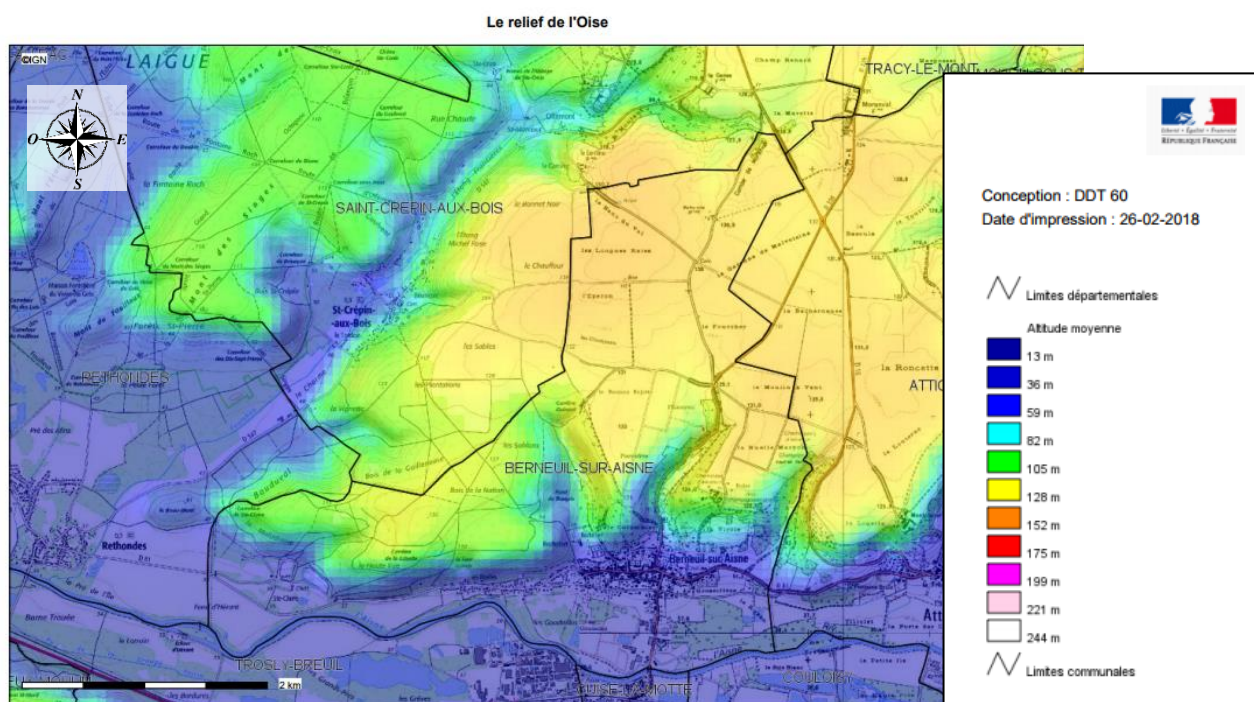


Figure 2. Carte du relief de Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise)

2.2.2. Occupation des sols

L'occupation du sol conditionne fortement le ruissellement et l'érosion. L'influence de l'occupation du sol est ainsi déterminante dans l'aggravation des phénomènes d'inondation.

La carte ci-dessous représente l'occupation des sols de la ville de Berneuil-sur-Aisne (d'après Corine Land Cover 2012).

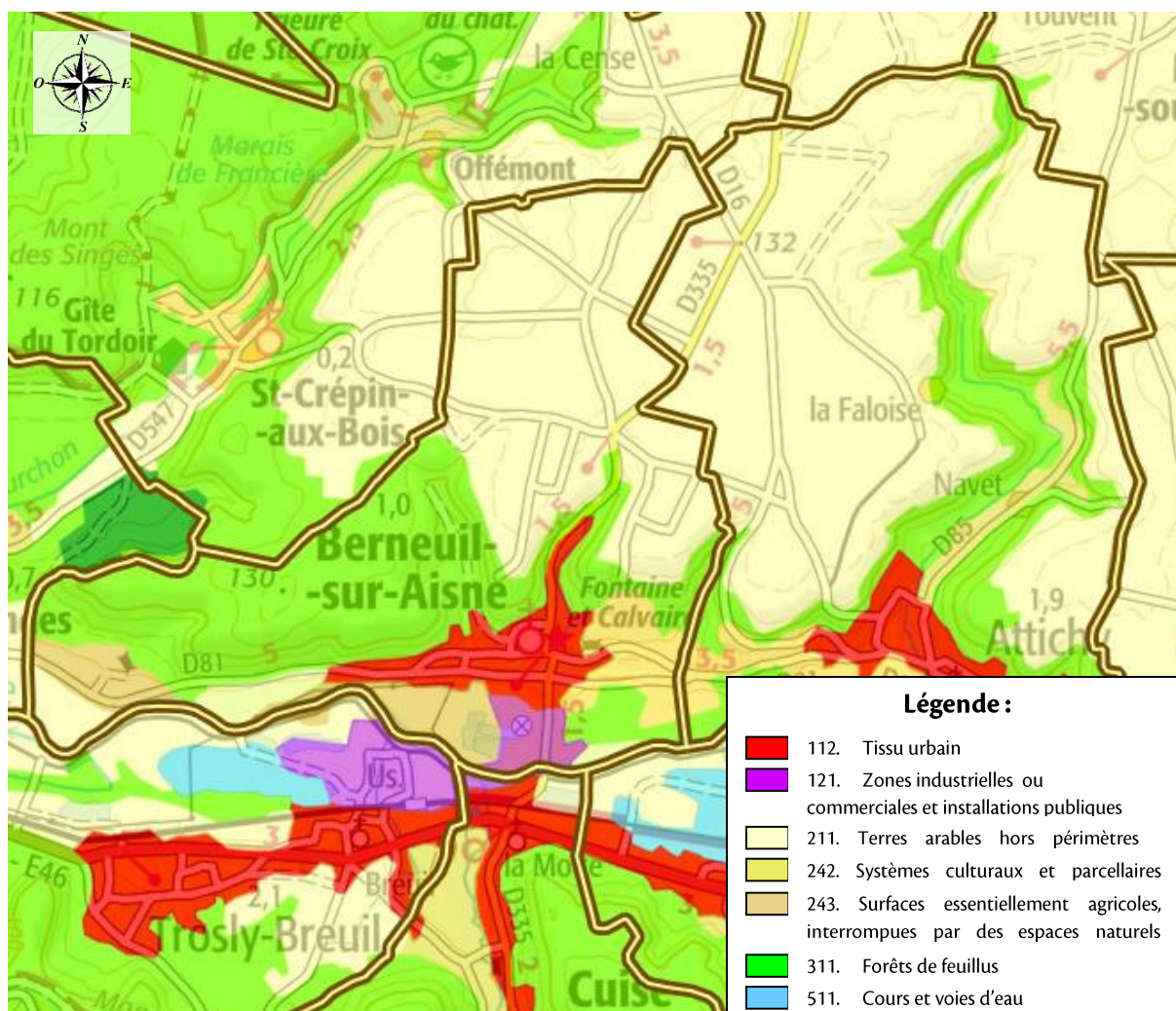


Figure 3. Carte d'occupation des sols de Berneuil-sur-Aisne (sources : Géoportail et Corine Land Cover 2012)

Le territoire de la commune présente une importante zone de culture, occupant environ la moitié du territoire. On note cependant des surfaces forestières presque équivalentes aux zones de culture. La zone urbanisée se situe au sud du territoire. Une légère portion de territoire, au sud de la ville, est associée à des zones industrielles.

2.2.3. Contexte géologique et hydrogéologique

Le ruissellement et l'érosion des sols sont liés au milieu physique du bassin versant. Le substrat est un facteur important jouant sur la capacité d'infiltration et la structure du sol, et donc influant sur le ruissellement et l'érosion.

La carte ci-après est extraite de la carte géologique d'Attichy au 1/50 000^{ème} du BRGM.

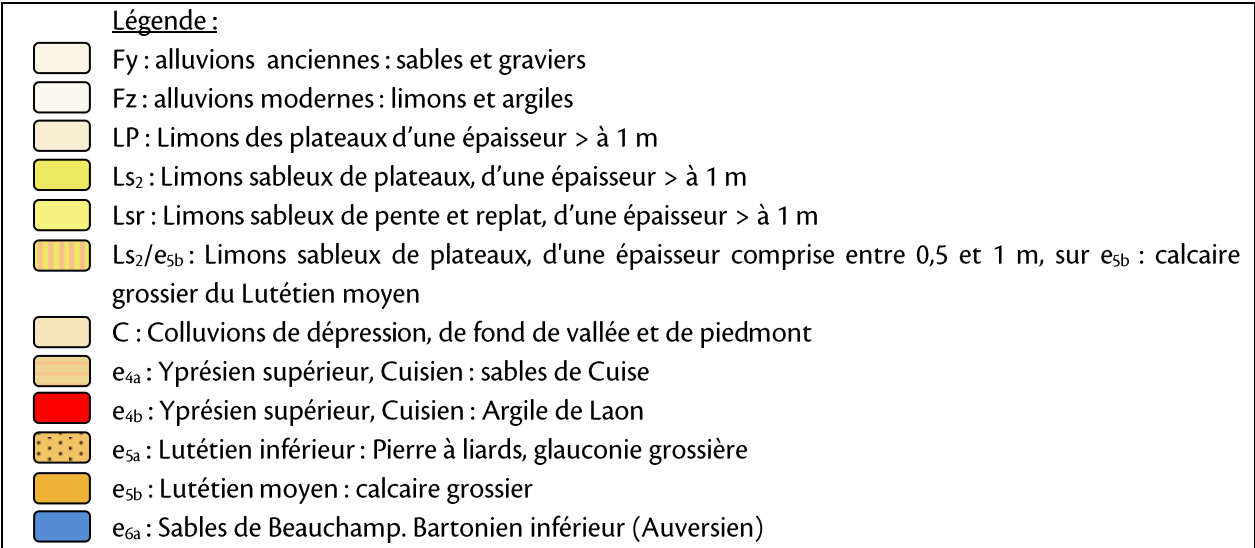
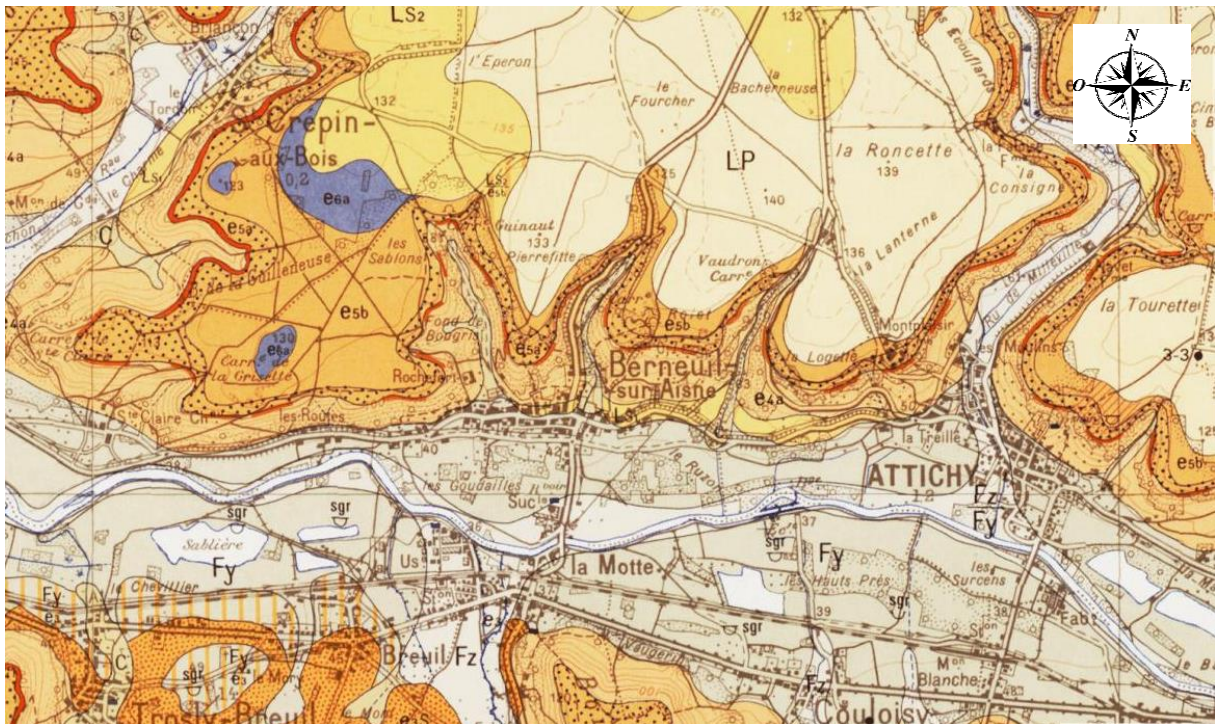


Figure 4. Carte géologique de Berneuil-sur-Aisne (source : IGN et BRGM)

Du nord au sud, Berneuil-sur-Aisne est situé dans des limons de plateaux (LP), sur du calcaire grossier (e_{5b}), du sable de Cuise (e_{4a}) et des limons sableux de pente et replat (Lsr).

• Alluvions anciennes : sables et graviers (Fy)

Sables (50 cm à 3 m) reposant sur des grès caillouteuses et graveleuses à passées sableuses. Ces grès sont formés principalement d'éclats de silex à la craie, de granules calcaires, de débris de Cyrènes et Huîtres ainsi que de quelques fragments de grès sparnaciens.

• Alluvions modernes : limons et argiles (Fz)

Ces alluvions contiennent une proportion importante d'éléments fins, les textures allant des limons peu ou pas sableux aux argiles. La teneur en calcaire y est comprise entre 5 et 40 %. Elles comportent parfois des passées de tourbes.

- **Limons des plateaux (LP)**

Limons bruns argilo-sableux, à composante loessique d'aspect jaunâtre, ocre, brun ou de teinte claire. Elles sont constituées de très fines particules siliceuses, argileuses et calcaires. Leur épaisseur varie en général de 0,50 à 5 m, mais peut atteindre 10 m.

- **Yprésien supérieur, Cuisien : Argile de Laon (e_{4b})**

Argile assez sableuse, gris verdâtre, ou noire, feuilletée, azoïque, peu épaisse (0,50 m en moyenne) le plus souvent interstratifiée dans des sables glauconieux assez grossiers, parfois à stratification oblique, enrichie en calcaire de néoformation masquant leur couleur. Elle détermine sur les versants des plateaux un niveau humide (sources) marqué par une végétation hygrophile.

- **Limons sableux de plateaux (L₅₂)**

Limons de plateaux enrichis en sables auversiens lors du dépôt ou par un remaniement postérieur.

- **Colluvions de dépression, de fond de vallée et de piedmont (C)**

Alluvions provenant du remaniement des limons et s'accumulant dans les dépressions des plateaux crayeux. Composition limono-argileuse, pouvant contenir des silex brisés et des grains de sables quartzeux.

- **Yprésien supérieur, Cuisien : sables de Cuise (e_{4a})**

Cette formation se compose des sables de Cuise. Il s'agit d'une formation essentiellement sableuse et détritique. Les sables sont généralement fins et azoïques, généralement verdâtres ou jaunes par altération.

- **Lutétien inférieur : Pierre à liards, glauconie grossière (e_{5a})**

Au sommet, calcaire, aussi appelé « Pierre à liards », formé d'un amoncellement de *Nummulites laevigatus* avec, aussi de rares *N. variolarius*. Les tests des nummulites sont, soit très cimentés entre eux, donnant des moellons cohérents, soit libres dans un sable calcaire.

- **Lutétien moyen : calcaire grossier (e_{5b})**

Il forme avec le Lutétien supérieur l'ossature principale du plateau soissonnais

- **Sables de Beauchamp. Bartonien inférieur (Auversien) (e_{6a})**

Sables gris à jaunâtres, azoïques et podzolisés quand ils ont plus de 80 cm d'épaisseur. La tourmaline (60 à 75%) supplante largement les autres minéraux lourds et la staurotide est prédominante dans le groupe des minéraux de métamorphisme. Ce sont les caractères généraux des sables de Beauchamp au Nord du bassin de Paris. De texture sableuse à sablo-limoneuse, ils reposent toujours sur le calcaire lutétien par l'intermédiaire d'un sable argileux ou d'une argile sableuse.

Les limons de plateaux (LP) au nord de la commune ont une perméabilité relativement faible, ce qui a tendance à favoriser le ruissellement de l'eau vers le sud du territoire. Les argiles de Laon (e_{4b}) provoquent des résurgences d'eau. En aval de la vallée, on retrouve des limons sableux (L₅₂) ce qui permet une infiltration de l'eau et peu de ruissellement.

2.2.4. Le réseau hydrographique

Le territoire communal entre dans le domaine d'application :

- du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), élaboré par le Comité de Bassin Seine-Normandie. Les dispositions et recommandations de ce SDAGE visent à permettre une gestion équilibrée de la ressource en eau souterraine et superficielle, à protéger cette ressource contre toute pollution et à préserver les écosystèmes aquatiques ;

- du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Aisne aval, il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection à la fois qualitative et quantitative de la ressource en eau qui doivent être compatibles avec le SDAGE sur le territoire concerné.

Le territoire communal est délimité au sud par la rivière de l'Aisne, qui est un affluent de l'Oise en rive gauche. On retrouve également le ru de Berneuil et un ru asséché à la frontière du territoire communal entre Berneuil-sur-Aisne et Attichy.

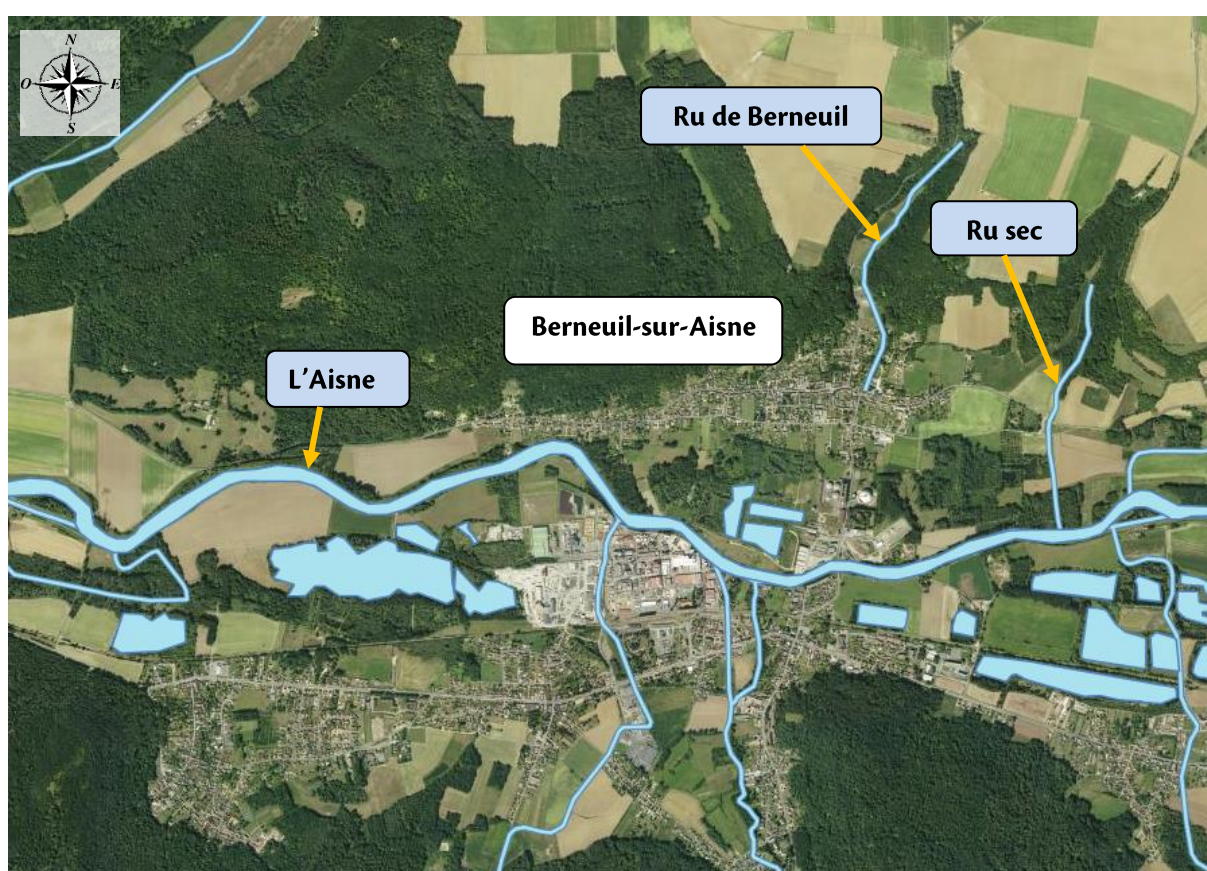


Figure 5. Localisation du réseau hydrographique sur le territoire communal de Berneuil-sur-Aisne (source : Géoportail)

Le ru de Berneuil est localisé dans un fossé communal. Il est une conditionnalité de cours d'eau, qui se définit par un cours d'eau ou portion de cours d'eau devant être bordé par des bandes enherbées au titre des bonnes conditions agricoles et environnementales selon la circulaire interministérielle Map-Medd DFGAR/SDSTAR/C2005-5046 du 27 septembre 2005, en application de l'arrêté du 12 janvier 2005 pris pour l'application des articles R. 615-10 et R. 615-12 du Code rural et relatif aux règles de couvert environnemental et d'assolement.

L'ensemble du réseau hydrographique se trouve en deuxième catégorie piscicole.

2.2.5. Qualité des eaux de surface

D'après la note d'enjeux du bassin versant de l'Aisne rédigé par la DREAL, l'objectif est d'atteindre le bon état chimique des eaux à l'horizon 2021 ou 2027 en cas de report de délai.

L'eau qui ruisselle se rejette dans l'Aisne en passant par les différents fossés.

Le tableau suivant présente les qualités biologiques, physico-chimiques et des polluants spécifiques de l'Aisne.

	Station de l'Aisne à Choisy-au-Bac (03156000)	Station de l'Aisne à Trosly-Breuil (03155470)	Station de l'Aisne à Vic-sur-Aisne (03154470)	Station de l'Aisne à Fontenoy (03154000)
Situation par rapport à Berneuil-sur-Aisne	Aval	Aval	Amont	Amont
Cours d'eau	L'Aisne	L'Aisne	L'Aisne	L'Aisne
Eléments de qualité biologiques	Bon	Bon	Bon	Bon
Eléments de qualité physico-chimiques	Moyen (déclassant : nitrates et pesticides)	Moyen (déclassant : nitrates et pesticides)	Moyen (déclassant : nitrates et pesticides)	Moyen (déclassant : nitrates et pesticides)
Eléments de qualité polluants spécifiques	Bon	Bon	Bon	Bon

Source : Agence de l'Eau Seine-Normandie – L'Etat des cours d'eau du bassin Seine-Normandie

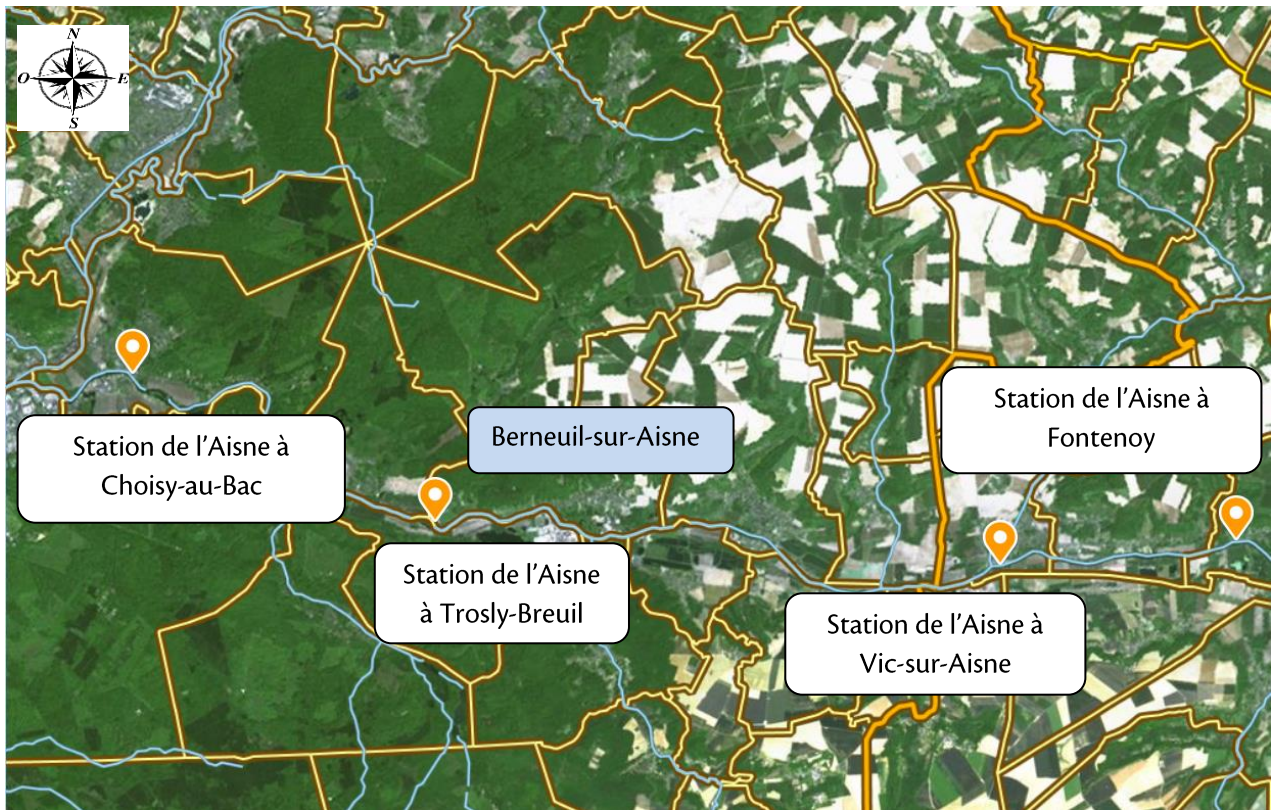
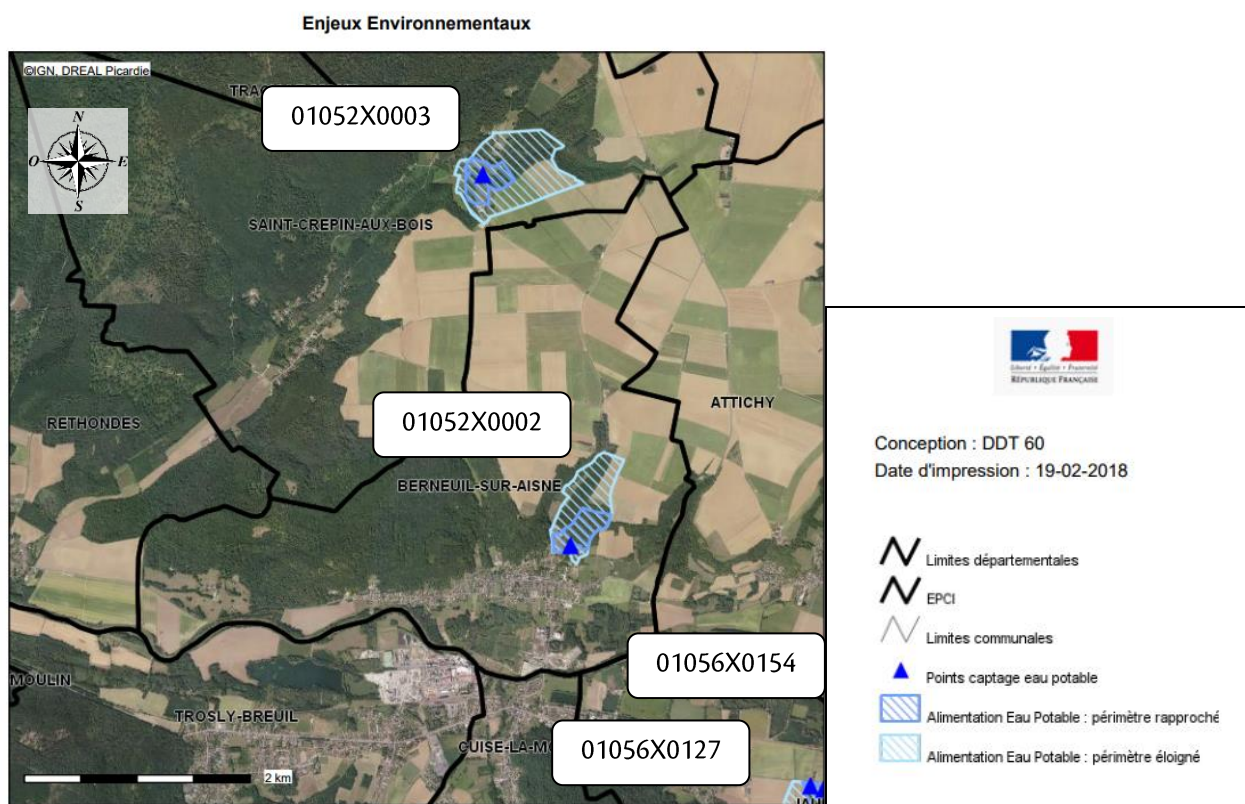


Figure 6. Stations de mesure du cours d'eau de l'Aisne (source : Géoportail)

2.2.6. Point de captage d'eau potable

On recense un point de captage d'eau potable sur l'ensemble du territoire communal, situé au nord-est du bourg.



En outre du captage de Berneuil-sur-Aisne, il est tout de même à noter la présence aux alentours de la limite communale de trois captages situés sur le territoire de Saint-Crépin-aux-Bois et Couloisy. En cas de ruissellement, le captage de Berneuil-sur-Aisne peut être impacté car il se situe en basse vallée, proche du ru de Berneuil.

2.2.7. Zones humides

Selon l'article 2 de la loi sur l'Eau du 3 janvier 1992 : « on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». Ces zones sont protégées par le Code de l'environnement : l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation et les remblais sont réglementés.

Le cours d'eau de l'Aisne est situé en zone à dominante humide.

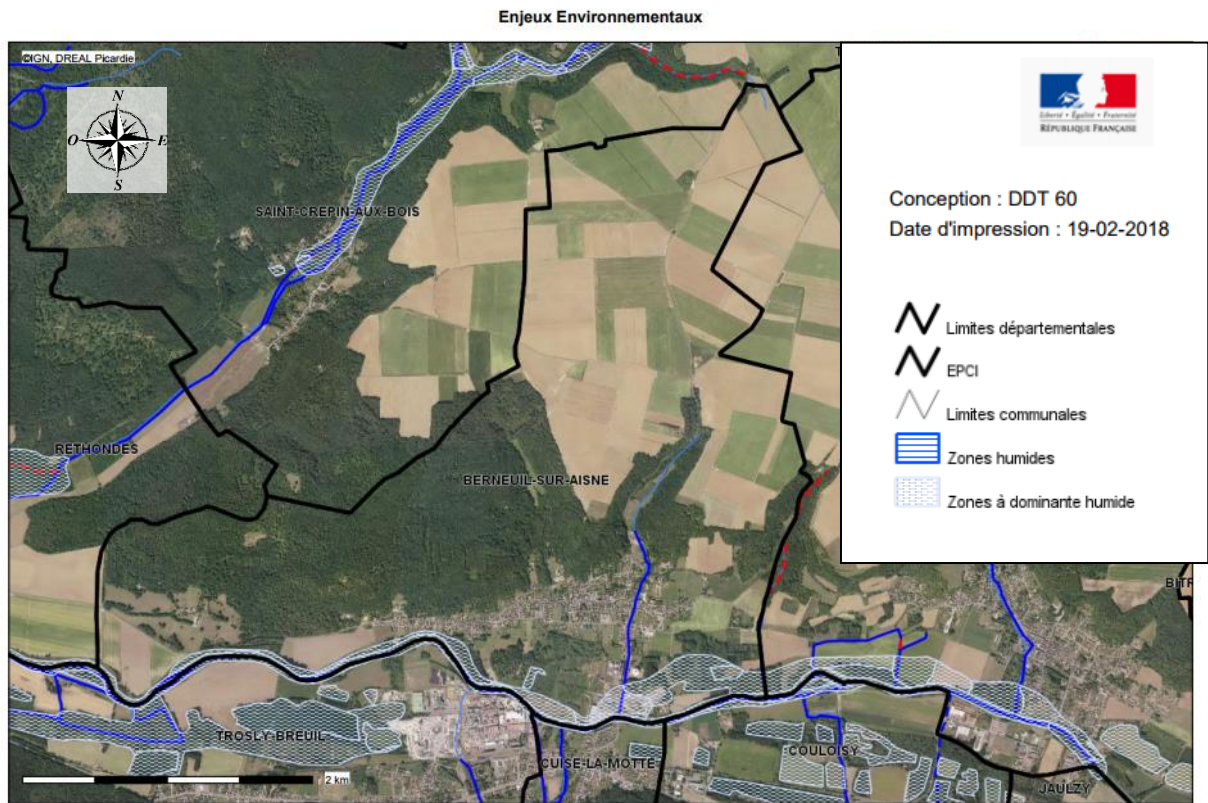


Figure 8. Localisation des zones humides à Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise)

2.3. RISQUES NATURELS

2.3.1. Inventaire des arrêtés de catastrophe naturelle

La commune a été concernée par 4 arrêtés de catastrophe naturelle depuis 1985, le dernier remontant à 1999.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	19/12/1993	02/01/1994	11/01/1994	15/01/1994
Inondations et coulées de boue	17/01/1995	05/02/1995	06/02/1995	08/02/1995
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	28/05/2018	28/05/2018	09/07/2018	27/07/2018

L'arrêté de 1999 consécutif à la tempête du 25 décembre 1999 n'est pas spécifique à la commune mais concerne tout le Nord de la France.

Les arrêtés de 1994 et 1995 sont dus à un orage violent qui a provoqué des inondations et des coulées de boue dans plusieurs départements dont celui de l'Oise.

Lors de l'épisode de 1999, la tempête qui a touché le nord de la France a provoqué le débordement de l'Aisne et des mouvements de terrain.

2.3.2. Risque d'inondation

a) Par débordement de cours d'eau

La commune de Berneuil-sur-Aisne est concernée par le PPRI des rivières Oise et Aisne en amont de Compiègne. Une zone d'expansion des crues doit être réalisée dans les zones vertes au sud du territoire communal au bord des deux rives de l'Aisne. Derrières ces zones, la commune de Berneuil-sur-Aisne est délimitée par différents aléas, en zone urbaine (en rouge pour l'aléa fort, en bleu foncé pour l'aléa moyen et en bleu clair pour l'aléa faible) et en zone d'extension urbaine (en jaune pour l'aléa faible, en marron pour l'aléa moyen et en rouge pour l'aléa fort).

Au sein de la zone urbanisée (ZU), pour l'aléa fort, tout est interdit sauf la création de lieux de vie temporaires, la surélévation de maisons individuelles pour créer des zones refuge, en lien avec la réduction de la vulnérabilité et la gestion de crise. Les remblais sont interdits sauf pour les installations, ouvrages et équipements nécessaires au service public de distribution d'énergie et de fluides et les travaux et aménagements hydrauliques destinés à réduire les conséquences du risque inondation. Leur réalisation est conditionnée par la mise en œuvre d'une compensation hydraulique.

Pour l'aléa moyen de la ZU, il est possible de réaliser des opérations qui vont dans le sens de l'adaptation à une société plus résiliente. Les prescriptions concernent le recyclage foncier, c'est-à-dire, les opérations de renouvellement urbain mais aussi les projets de constructions ponctuelles. Les interdictions concernent les établissements recevant du public (ERP) et certaines ICPE (notamment celles soumises à déclaration).

L'aléa faible de la ZU prévoit peu d'interdictions. Des projets sont soumis à des prescriptions concernant le recyclage foncier d'ensemble et les projets ponctuels de constructions individuelles en transparence hydraulique (permis d'aménager et permis de construire). Les ICPE soumises à déclaration, autorisation et enregistrement sont rendues possibles sous conditions.

Dans la zone d'extension urbaine (ZEU), les prescriptions sont les mêmes pour l'aléa fort que dans la zone urbanisée. Pour l'aléa moyen, ces sites peuvent être urbanisés sous condition d'une opération d'ensemble uniquement, qui intègre en amont toutes les réflexions et surcoûts liés à la prise en compte du risque d'inondation. La possibilité de construire des opérations d'aménagements est portée jusqu'à 60 % de l'emprise du site de projet. La mise en œuvre de la compensation hydraulique des aménagements nécessitant d'y recourir, devra être réalisée au sein du périmètre de l'opération d'aménagements uniquement. Les remblais sont interdits sauf pour certains équipements de service public.

Pour l'aléa faible de la ZEU, les sites peuvent être urbanisés sous condition d'une opération d'ensemble ou projets ponctuels (maisons individuelles, immeubles collectifs, bâtiments d'activité, ...), qui intègrent en amont toutes les réflexions et surcoûts liés à la prise en compte du risque inondation. La possibilité de construire des opérations d'aménagements est portée jusqu'à 60 % de l'emprise du site de projet. La mise en œuvre de la compensation hydraulique des aménagements nécessitant d'y recourir, devra être réalisée au sein du périmètre de l'opération d'aménagements uniquement. Les remblais sont interdits sauf pour certains équipements de service public.

Pour les zones d'expansion des crues (ZEC), les prescriptions permettent le maintien des activités en place et autorisent la création sous condition des aménagements nécessaires à leur fonctionnement : l'usage agricole et forestier est valorisé ; les usages liés aux loisirs également : les pistes cyclables sont autorisées, les constructions liées aux usages de loisirs (dans un plafond de surface) sont autorisées. Les changements de destination pour des usages agricoles, forestiers ou de loisirs sont autorisés. L'ouverture de carrière est possible si elle respecte le schéma des carrières et sous condition de réalisation d'une étude hydraulique.

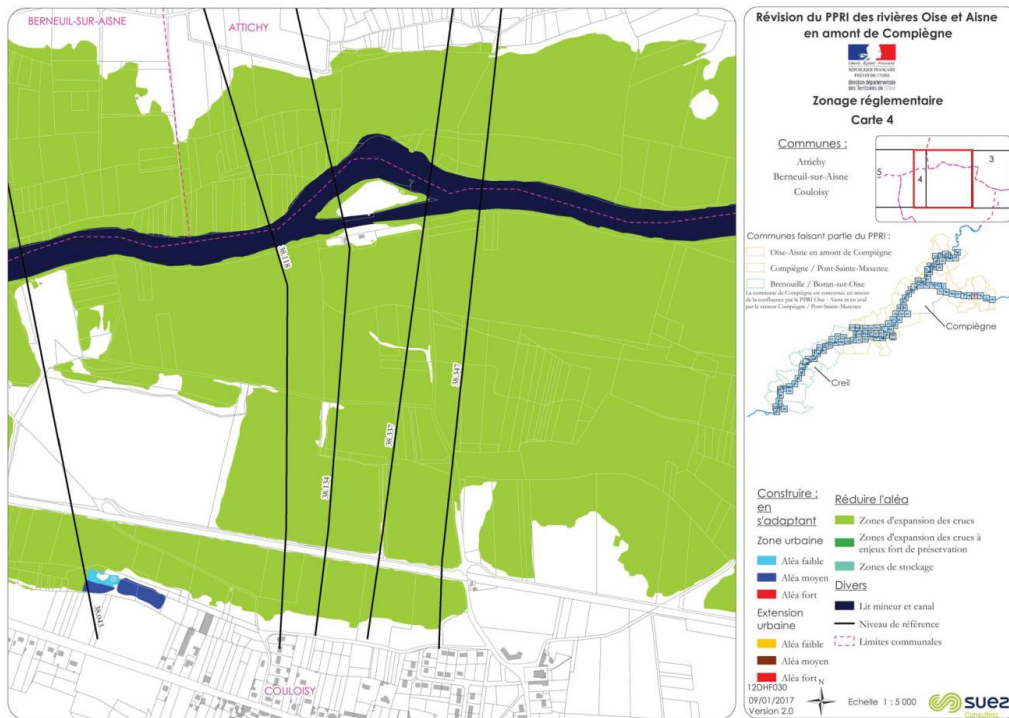


Figure 9. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 4 (source : DDT Oise)

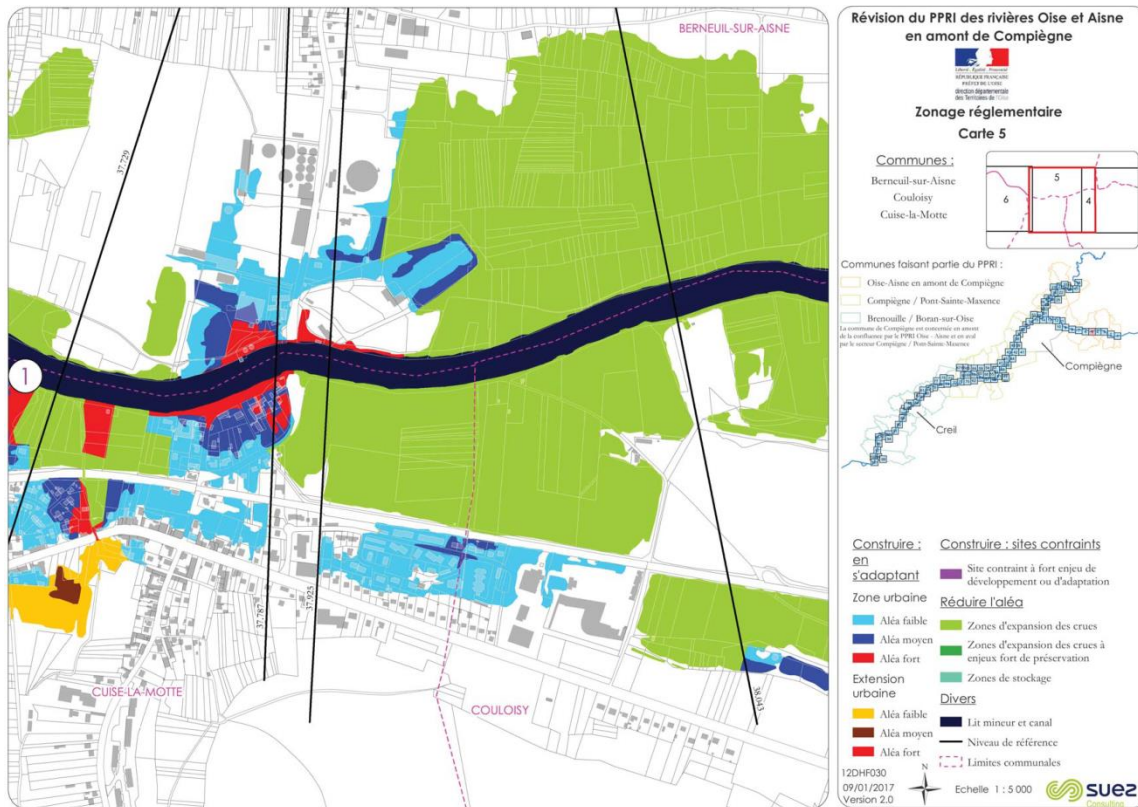


Figure 10. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 5 (source DDT : Oise)

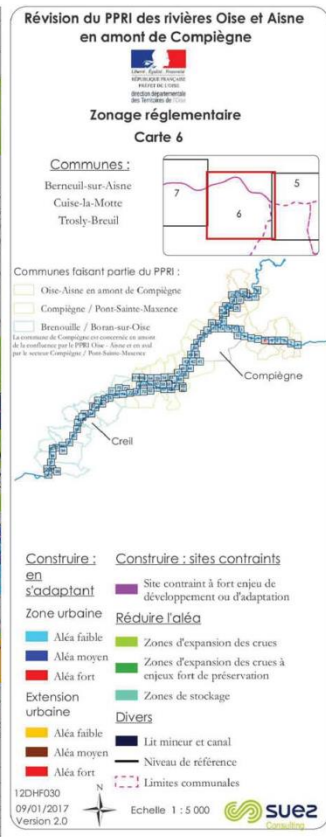
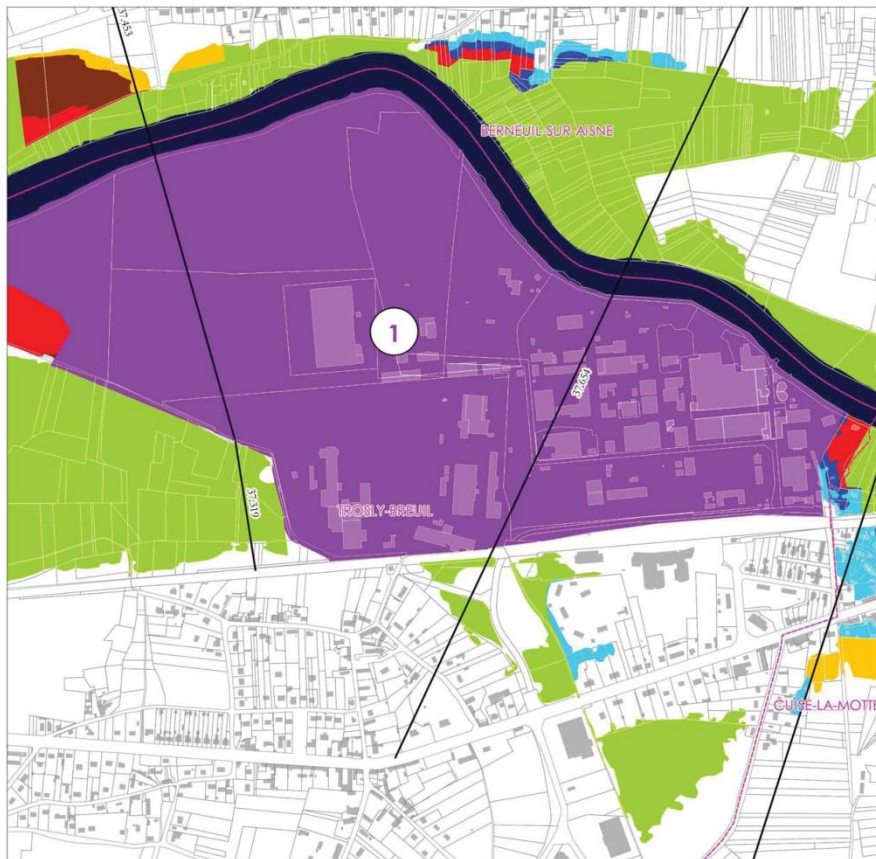


Figure 11. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 6 (source : DDT Oise)

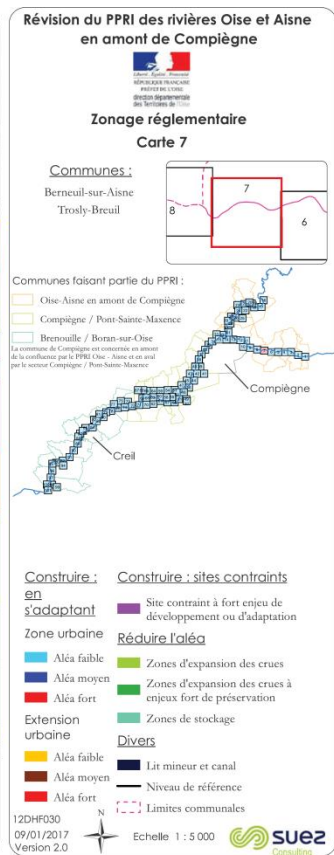
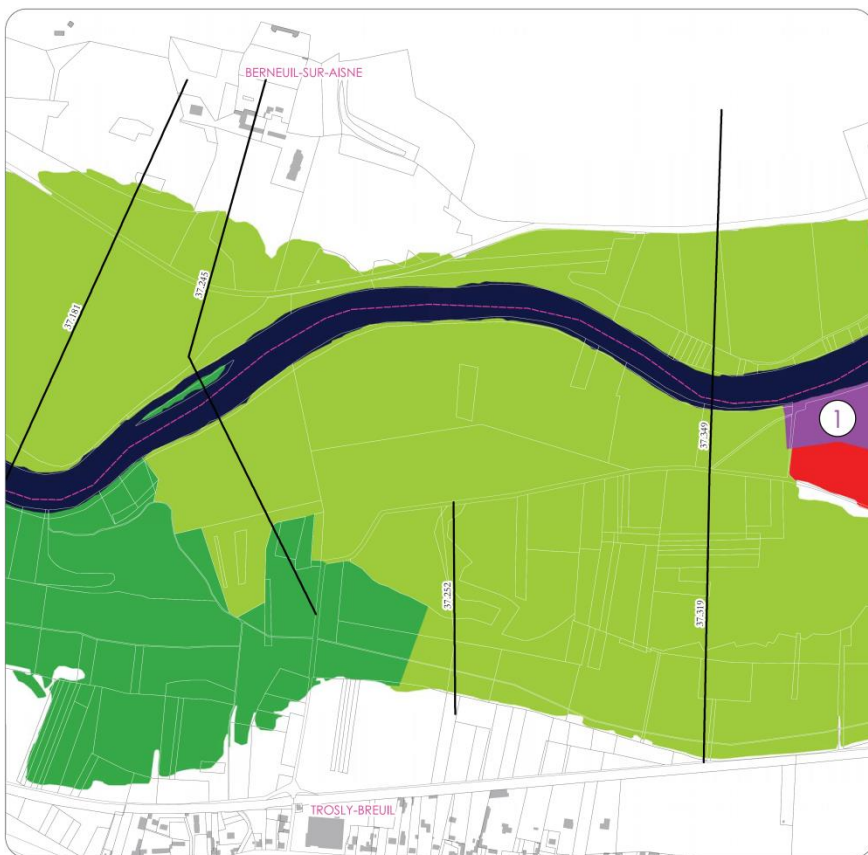


Figure 12. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 7 (source : DDT Oise)

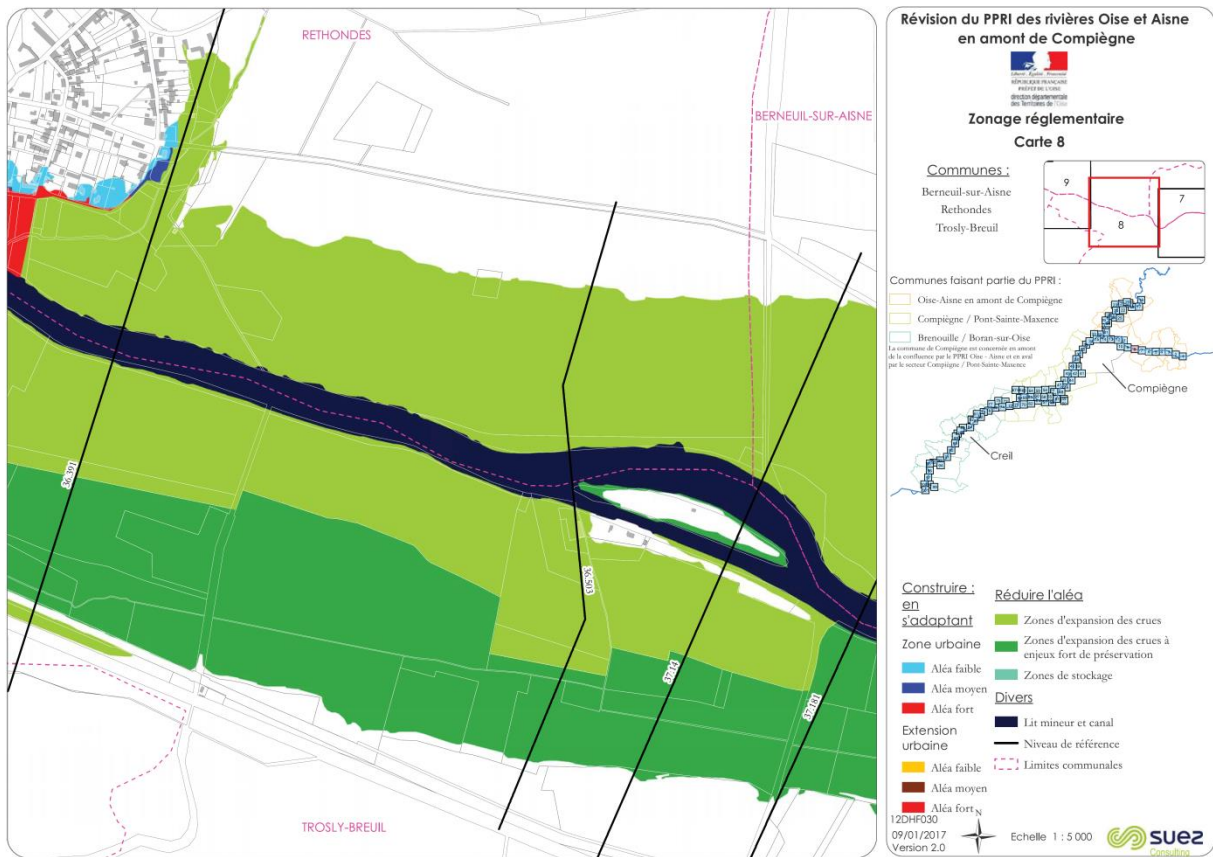


Figure 13. PPRI Oise et Aisne en amont de Compiègne de la commune carte 8 (source : DDT Oise)

b) Par remontée de nappe

Le sud-est du territoire communal se trouve en zone de nappe sub-affleurante. Elle est donc soumise à des risques d'inondations par remontée de nappe. Le centre et nord du territoire varient d'une sensibilité faible à nulle, et le sud du territoire est soumis à un risque faible.

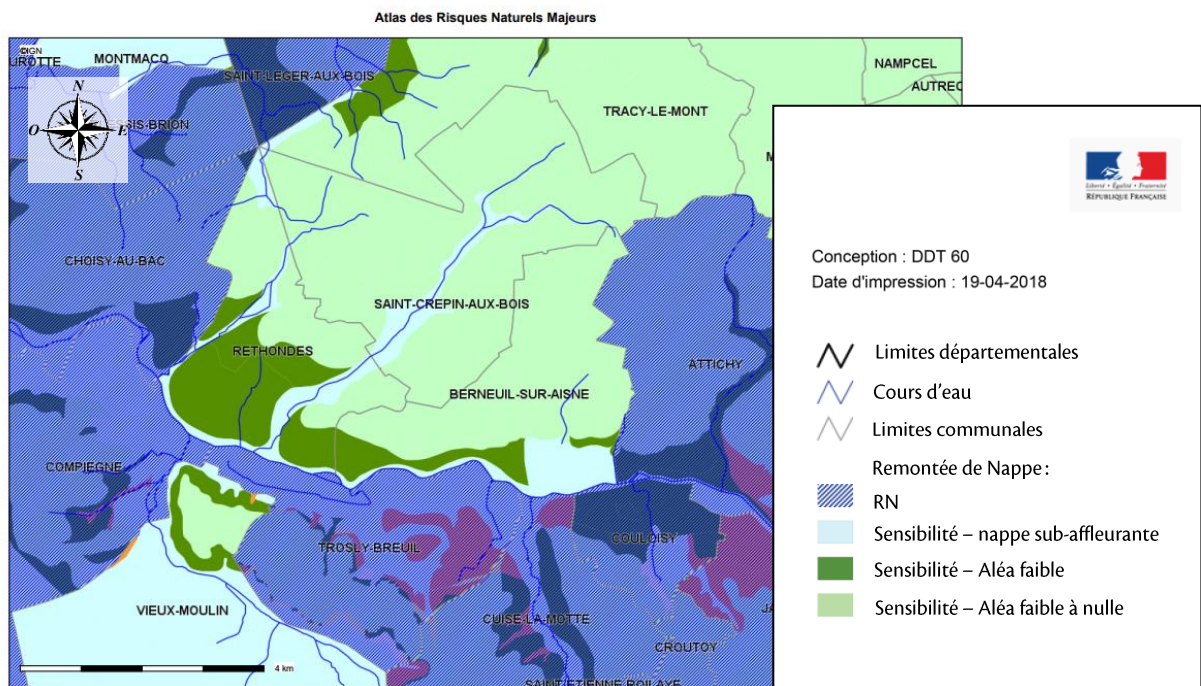
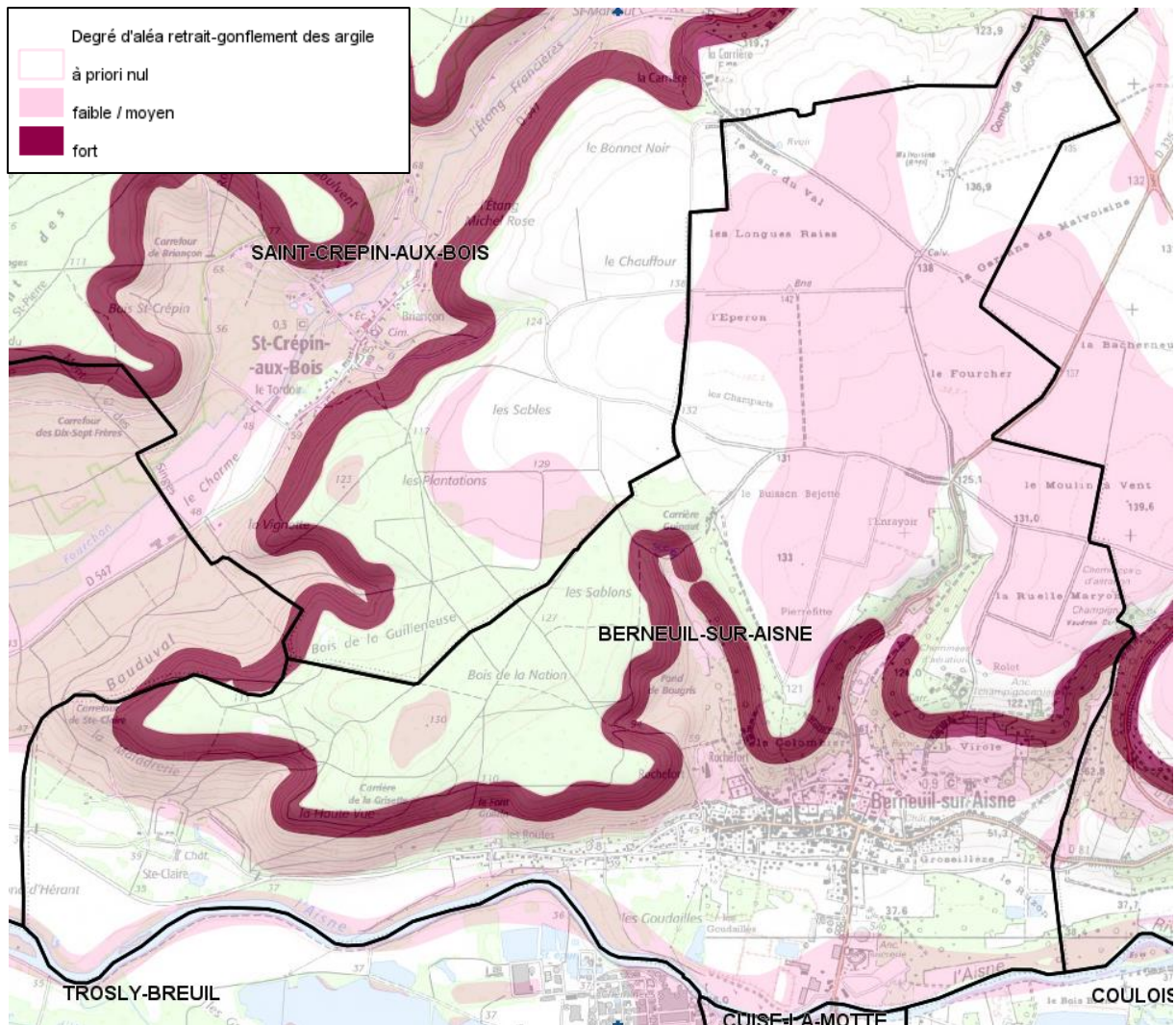


Figure 14. Carte du risque de remontée de nappe sur la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise)

2.3.3. Risque de retrait-gonflement des argiles

La carte ci-dessous indique le risque de retrait-gonflement des argiles sur le territoire communal.



Ce risque est fort sur le haut des coteaux et on ne recense qu'un risque faible à moyen sur le haut de la zone urbaine, l'essentiel étant en aléa a priori nul.

2.3.4. Risques de cavités souterraines

On recense 7 cavités souterraines sur le territoire communal liées à des carrières. Elles sont situées en limite de plateau, au nord de la zone urbanisée.

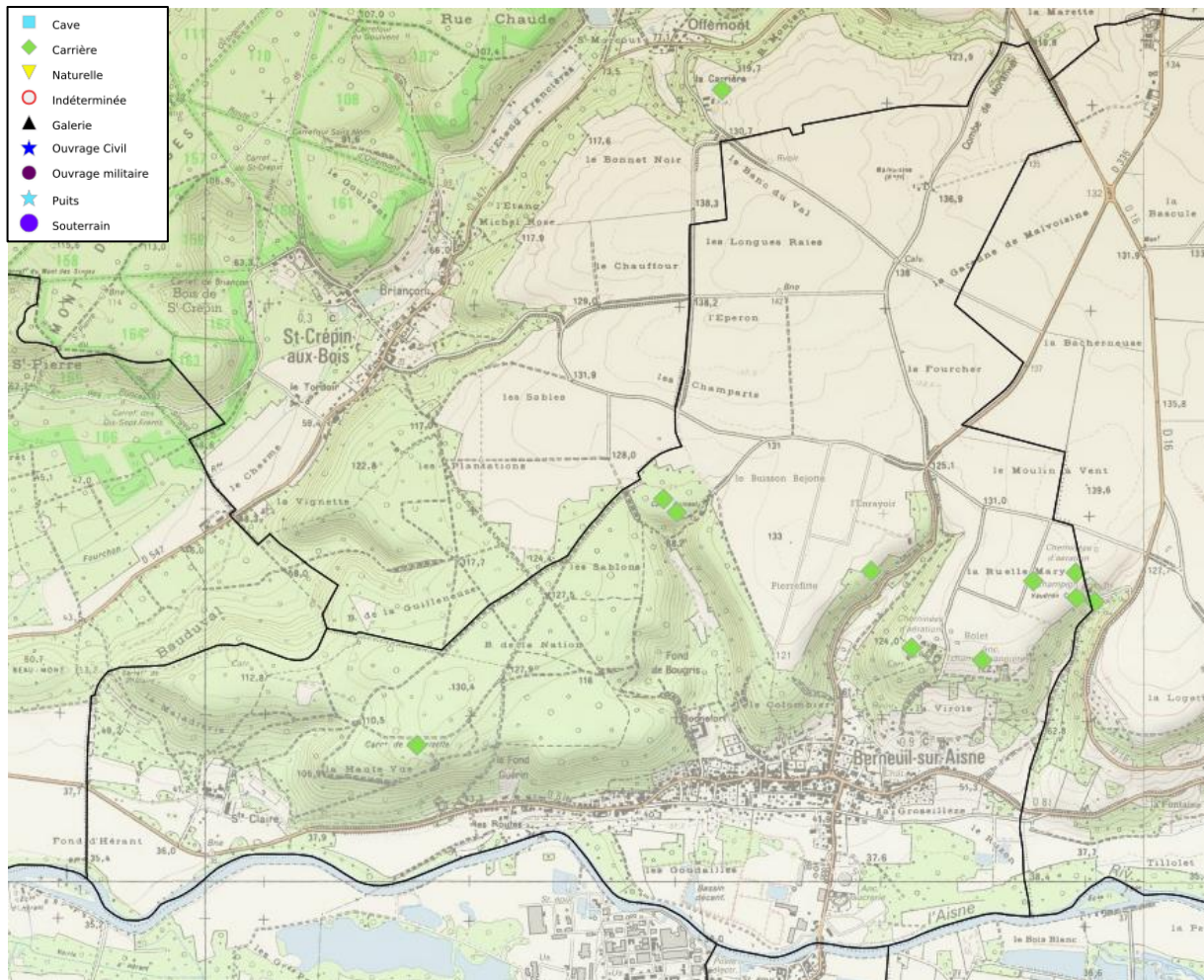


Figure 16. Localisation des cavités souterraines sur le territoire communal

2.3.5. Risque de coulées de boue

Le risque de coulée de boue recensé par la DDT de l'Oise est considéré fort à l'ouest de la zone urbaine et ponctuellement sur certaines zones du plateau agricole.

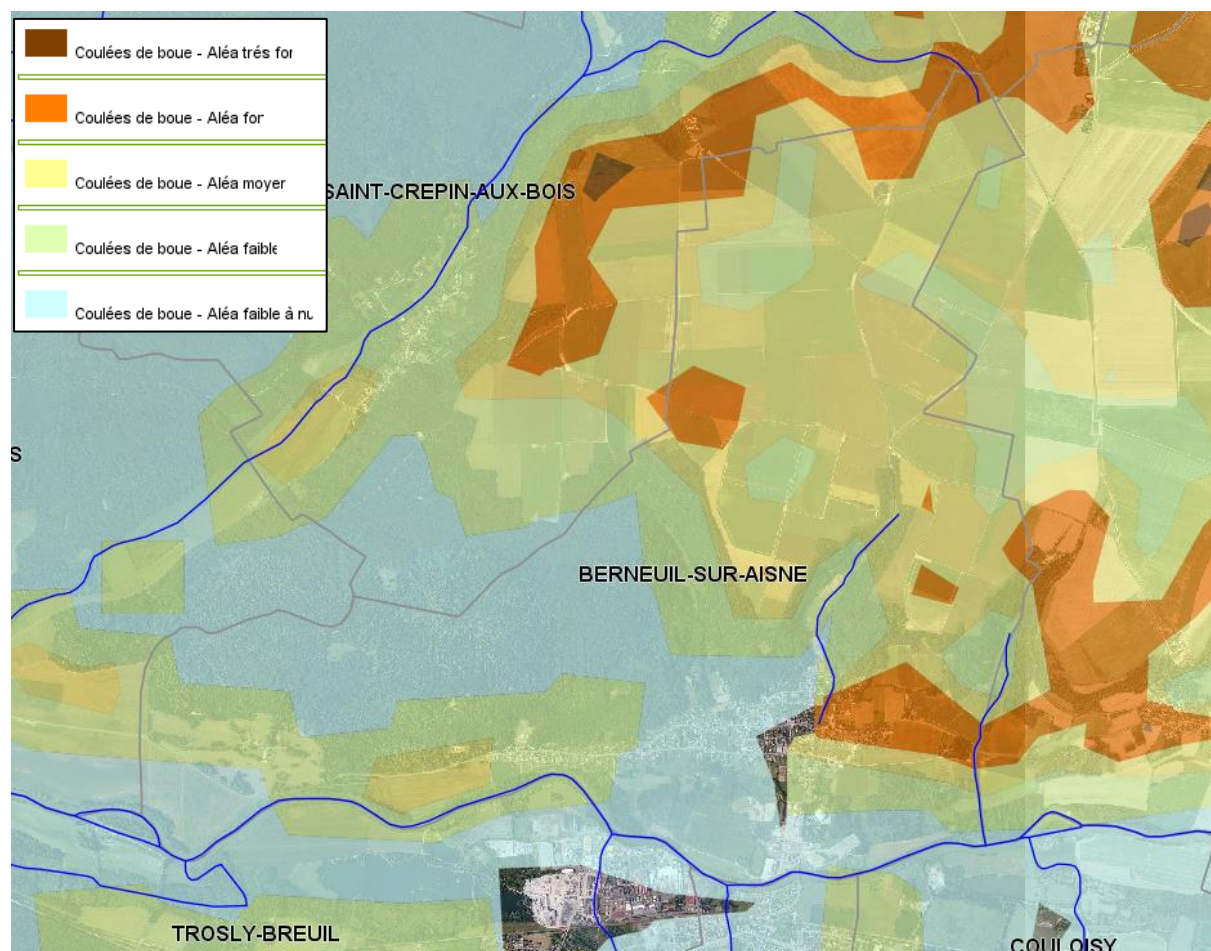


Figure 17. Localisation du risque de coulées de boue sur le territoire communal

2.4. LES ESPACES NATURELS

On recense plusieurs espaces d'inventaires naturels dans les alentours de Berneuil-sur-Aisne, mais une seule a une emprise sur le territoire communal. Il s'agit de la ZNIEFF de type I « Massif forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps-Carlepont (220014322) ». Elle s'étend du centre au sud-ouest du territoire communal.

On retrouve aussi entre autres aux alentours de la commune :

- La ZNIEFF de type 1 :
 - Massif Forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps-Carlepont (220014322) sur la commune ;
- Deux sites Natura 2000 – directive habitats :
 - Massif Forestier de Compiègne (2200382) situé à 7,5 km au sud-ouest de la commune ;
 - Prairies alluviales de l'Oise de la Fère à Sempigny (2200383) situé à 16 km au nord de la commune ;
- Un site Natura 2000 – directive oiseaux :
 - Forêts picardes : Compiègne, Laigue, Ourscamps (2212001) localisé dans la commune.

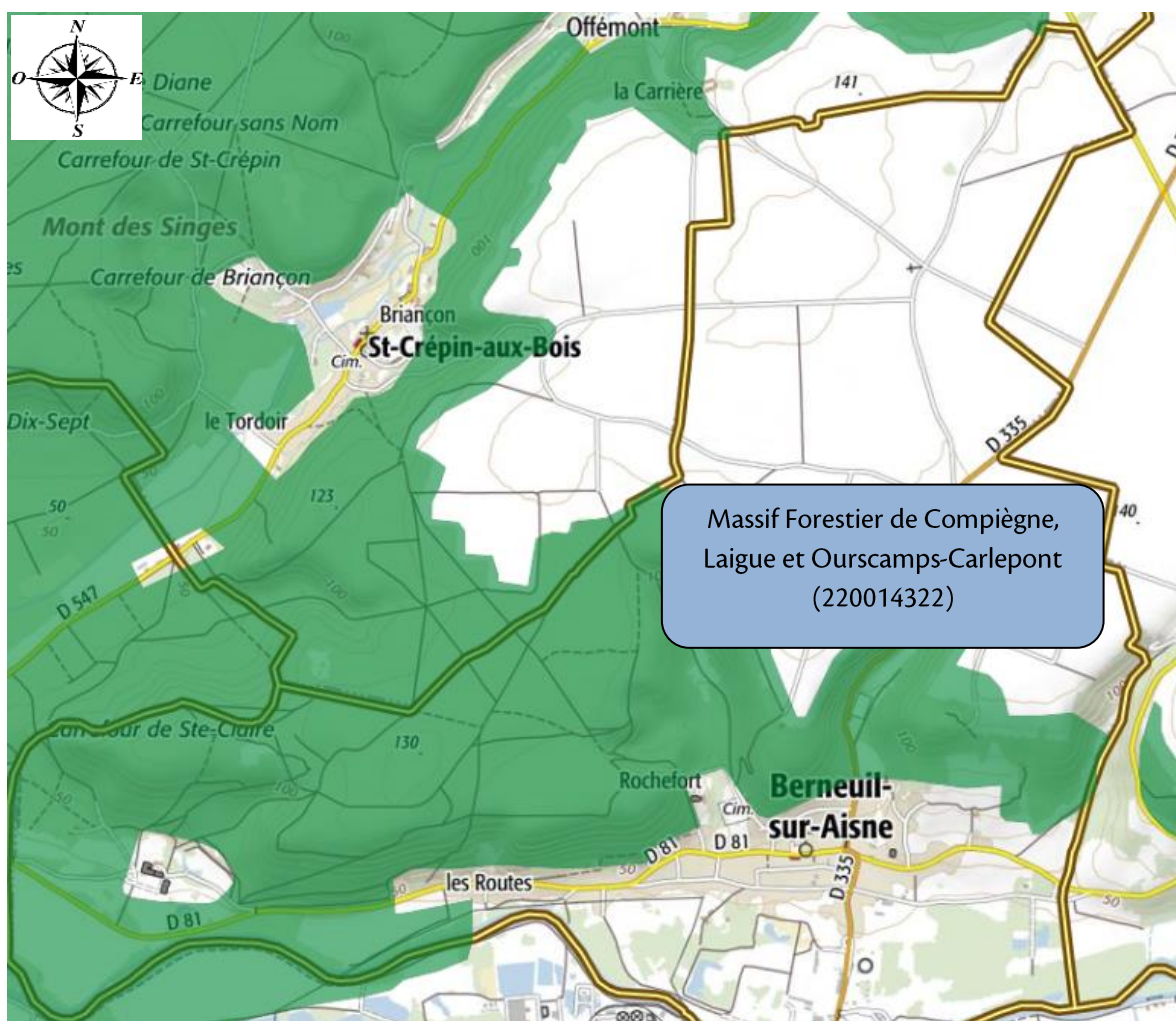


Figure 18. Carte de la Znieff de type I dans la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : DDT Oise)



Figure 19. Localisation des zones Natura 2000 autour de la commune de Berneuil-sur-Aisne (source : Géoportail)

2.5. URBANISME

2.5.1. Évolution de la population

L'évolution de la population et du nombre de logements est indiquée dans le tableau ci-dessous :

	1968	1975	1982	1990	1999	2009	2015
Population totale	697	700	811	875	922	1014	1011
Logements totaux	240	276	317	342	356	398	426

On constate une augmentation continue du nombre d'habitants entre 1975 et 2009 qui s'est depuis lors stabilisée. Le nombre de logements augmente de manière continue depuis 1968.

2.5.2. Révision du PLU

La mairie prévoit une révision du PLU (Plan Local d'Urbanisme), un travail sur les règlements et une finalisation pour l'année 2018.

Une zone à urbaniser, située entre les parcelles 131 et 127 est présente à l'ouest de la rue du Bourgain.

Entre 2018 et 2025, il est prévu un accroissement de 54 habitants, soit une augmentation d'environ 20 logements.

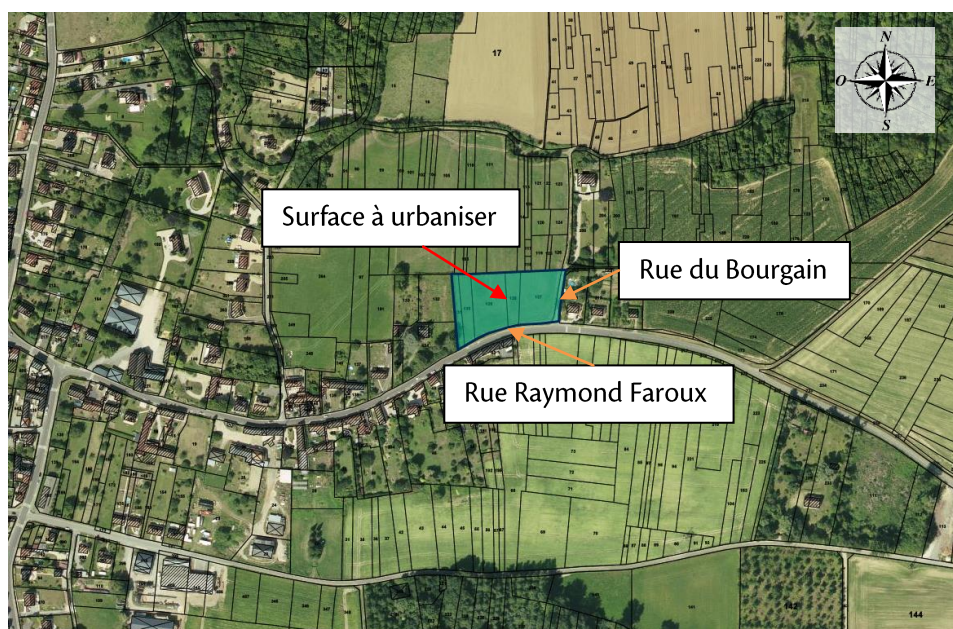


Figure 20. Localisation de la zone à urbaniser

2.6. DONNÉES GÉNÉRALES

Données	Berneuil-sur-Aisne
Population municipale	1011 (2015)
Logements	426 (2015)
Habitat	L'habitat s'est en grande partie développé le long de la RD 81. On recense à l'ouest le hameau « les Routes » dans la continuité du tissu urbain, et au sud une zone industrielle.
Activités	Il est recensé 36 activités sur l'ensemble du territoire communal. On note une importante zone industrielle au sud avec plusieurs entreprises présentant un enjeu pour les eaux pluviales : la sucrerie TEREOS, l'entreprise de nettoyage M2D Services, la Chaudronnerie Sotumo et un garage automobile.
Développement communal	Le PLU est en cours de révision pour fin 2018. Il est envisagé d'ici 2025 la construction d'environ 20 logements, notamment sur une zone à urbaniser à l'ouest du bourg.
Géologie et hydrogéologie	Limons, calcaires, argiles, sables et alluvions. Nappe des calcaires du Lutétien et des Sables de Cuise, présence de sources possible.
Réseau hydrographique dominant	L'Aisne présente une bonne qualité physico-chimique. Son objectif de qualité est le bon état écologique en 2021 et le bon état chimique en 2027. D'un point de vue piscicole, l'Aisne est classée en 2 ^{ème} catégorie à savoir à tendance cyprinicole. Le ru de Berneuil n'a pas été recensé dans les contrôles de qualité.
Espaces Naturels	Une ZNIEFF de type 1 est présente sur le territoire de la commune. Il s'agit du massif forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps-Carlepont (220014322). Il est à noter la présence d'un site Natura 2000 de la directive oiseaux sur le territoire communal : « Forêts picardes : Compiègne, Laigue, Ourscamps » (FR2212001). Autour de la commune, on recense deux sites Natura 2000 de la directive habitats (2200383 et 2200382). Un arrêté de Protection de Biotope couvre une partie du domaine forestier à l'ouest du territoire communal.
Risques	Dernier arrêté de catastrophe naturelle : « Inondations et coulées de boue » le 28/05/2018. Risque faible de retrait-gonflement des argiles sur l'aire urbaine, fort en haut des coteaux. Présence de plusieurs cavités sur le territoire communal. Risque fort de coulée de boue à l'ouest de la zone urbaine. La partie sud du territoire communal se trouve en zone de nappe sub-affleurante. Le PPRI Oise-Aisne concerne la partie basse de la commune.
Captage d'eau potable	Un captage est localisé sur le territoire communal à l'est de la D335 : 01052X0002

3. GESTION DES EAUX PLUVIALES

3.1. AMENAGEMENTS EXISTANTS DANS BERNEUIL-SUR-AISNE

3.1.1. Réseaux et ouvrages EP

a) Présentation du réseau

La commune a un réseau pluvial constitué de plusieurs tronçons présentant un linéaire total de 2855 ml.

On recense les tronçons suivants :

- Deux réseaux à l'ouest de la commune, dont un dans le hameau "les Routes". Ils ont pour exutoire la rivière de l'Aisne ;
- Un réseau plus important dans la rue des Mazures qui reprend trois canalisations principales, dans la rue du Courtil Pierrot, dans la rue des Chiens Rouges et une dans la ruelle Martine. C'est un fossé qui récupère l'ensemble de ce réseau ;
- Un tronçon court repris par des avaloirs dans la rue du Centre, traverse une petite portion de la rue des Chiens Rouges et une ruelle qui rejoint la rue des Mazures. Un fossé récupère les eaux du réseau ;
- Un long tronçon situé entre la rue Hyppolyte Beranger et la rue Marcel Rinn récupère les eaux de ruissellement d'un fossé et les eaux captées par les avaloirs. L'exutoire du réseau se trouve directement dans l'Aisne ;
- Deux très courts tronçons dans la rue Raymond Faroux récupérés par deux fossés.

b) Constats réalisés sur le terrain

Les indications de la mairie et les reconnaissances sur site ont permis de faire les constats suivants :

- Une grille dans la rue des Mazures est bouchée ;
- Quatre avaloirs sont en charge (rue Hyppolyte Béranger, rue de Rochefort, rue des Mazures) ;
- Le ru à la frontière communal avec Attichy est asséché ;
- L'exutoire du réseau dans la rue Paillet pour évacuer les eaux pluviales du hameau « Les Routes » est en partie bouché, ce qui peut créer un problème d'évacuation du ruissellement. On constate de plus la présence d'une habitation au bord de l'Aisne située en zone de risque important de montée des eaux.

Montée des eaux - Rue Paillet

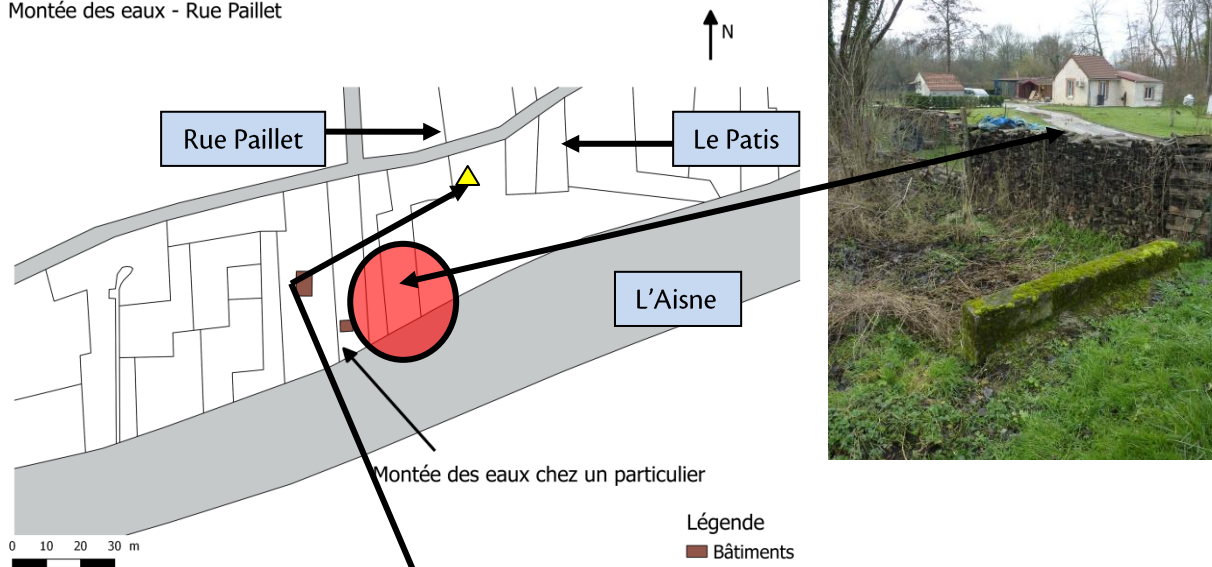


Figure 21. Localisation de l'exutoire bouché et de l'habitation en zone inondable dans la rue Paillet

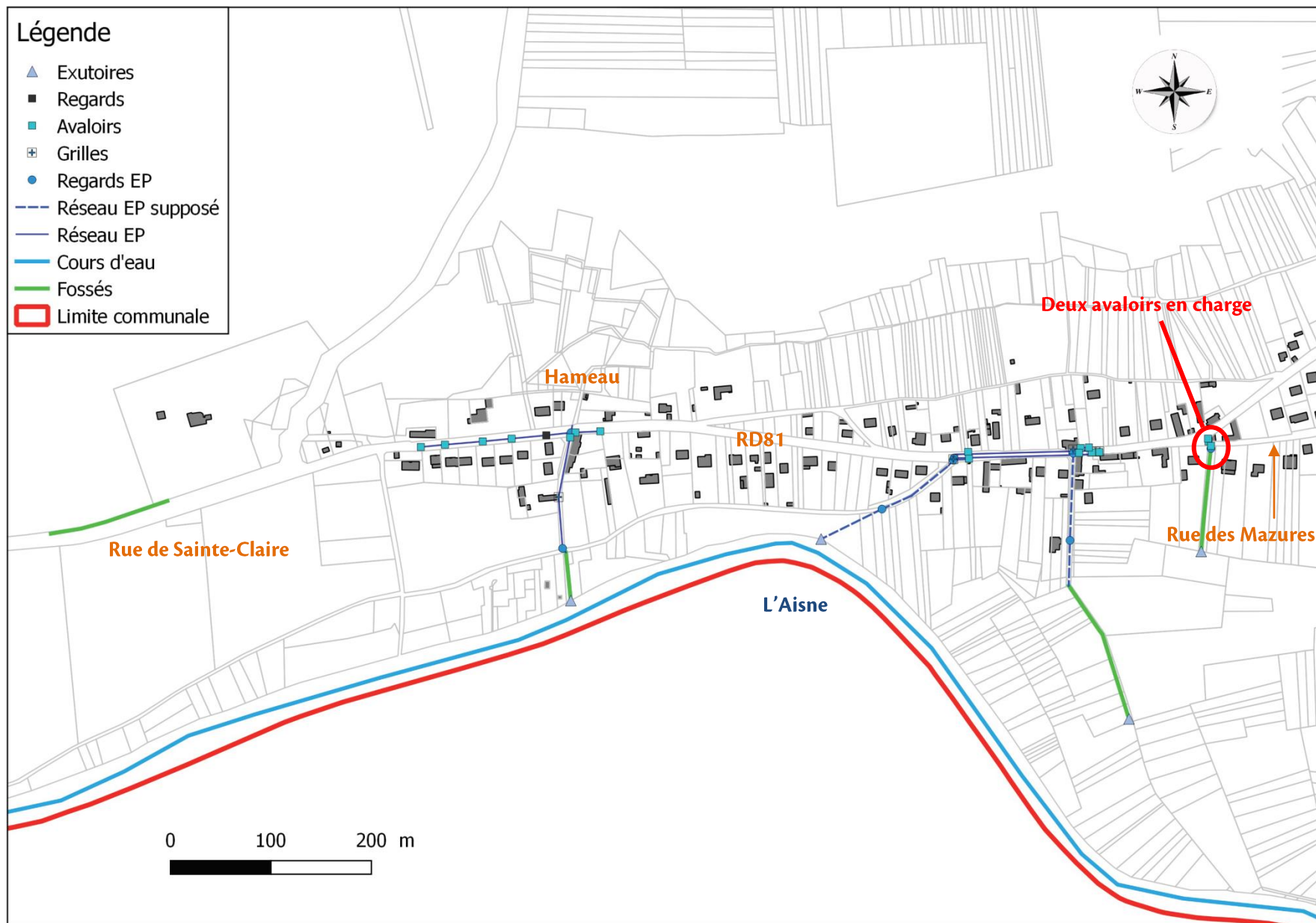


Figure 22. Schéma du réseau pluvial de Berneuil-sur-Aisne dans le secteur du hameau

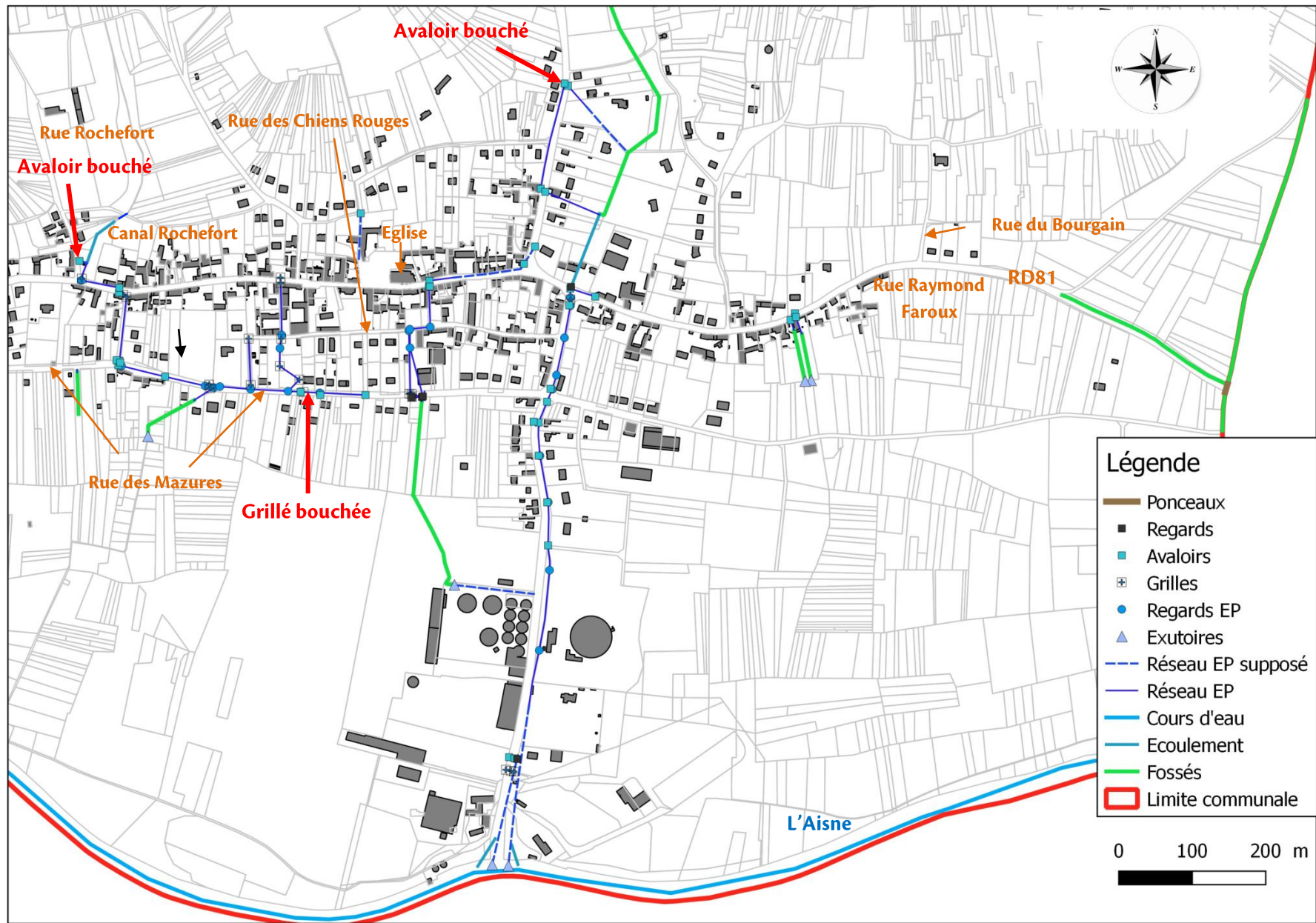


Figure 23. Schéma du réseau pluvial de Berneuil-sur-Aisne dans le secteur de l'est

3.1.2. Éléments paysagers

L'ensemble des aménagements et des éléments du paysage permettant de limiter le ruissellement a été recensé lors des investigations de terrain. Ils sont reportés sur le plan général des réseaux.

a) Les saignées

Sur le territoire communal, des saignées ont été principalement recensées dans le prolongement de la rue Hippolyte Béranger. Elles présentent une grande importance car elles permettent de ralentir les écoulements et favorisent ainsi l'infiltration de l'eau et le dépôt de la terre hors des zones vulnérables. Ces saignées ralentissent le risque de coulées de boue dans le village.

b) Les fossés

Les fossés sont des aménagements linéaires simples permettant de capter les ruissellements diffus pour les guider vers un endroit choisi et ainsi protéger une parcelle ou un site en aval.

Sur le territoire communal, on recense plusieurs fossés. Ils permettent de limiter les apports de ruissellement au niveau des zones urbanisées et de soulager le réseau pluvial.

Les principaux fossés se situent :

- Dans le chemin à côté de la rue Hippolyte Béranger, situé juste au nord du centre urbain ;
- À l'est du bourg dans la rue Raymond Faroux ;
- Au sud de la rue des Mazures dans la direction de l'Aisne ;
- À l'ouest du hameau dans la rue de Sainte-Claire.



Figure 24. Photographie du fossé de la rue Raymond Faroux

c) Les espaces boisés

Les espaces boisés jouent un rôle essentiel dans l'interception et la limitation du ruissellement.

On recense des espaces boisés au nord du territoire urbain, principalement au nord-ouest. Un espace boisé est également recensé sur une partie de la frontière communale à l'est.

d) Mares

Les mares constituent des points de stockage et de rétention du ruissellement qui permettent un tamponnement des apports des bassins versants ainsi qu'une décantation des particules en suspension.

Sur le territoire communal de Berneuil-sur-Aisne, nous avons recensé deux mares au sud de la rue des Mazures.

Ces bassins ont pour objectif de stocker l'eau pluviale pour ensuite l'infiltrer.

e) Zones stagnantes

On recense des zones stagnantes dans plusieurs secteurs du territoire communal, qui permettent un ralentissement, un tamponnement et un étalement du ruissellement.

- Une zone de stagnation des eaux vers la carrière Guinaut ;
- Une zone de stagnation dans la partie est de la rue entre la commune d'Attichy et la RD335.



Figure 25. Zone stagnante à proximité de la carrière Guinaut



Figure 26. Zone de stagnation au nord du territoire communal

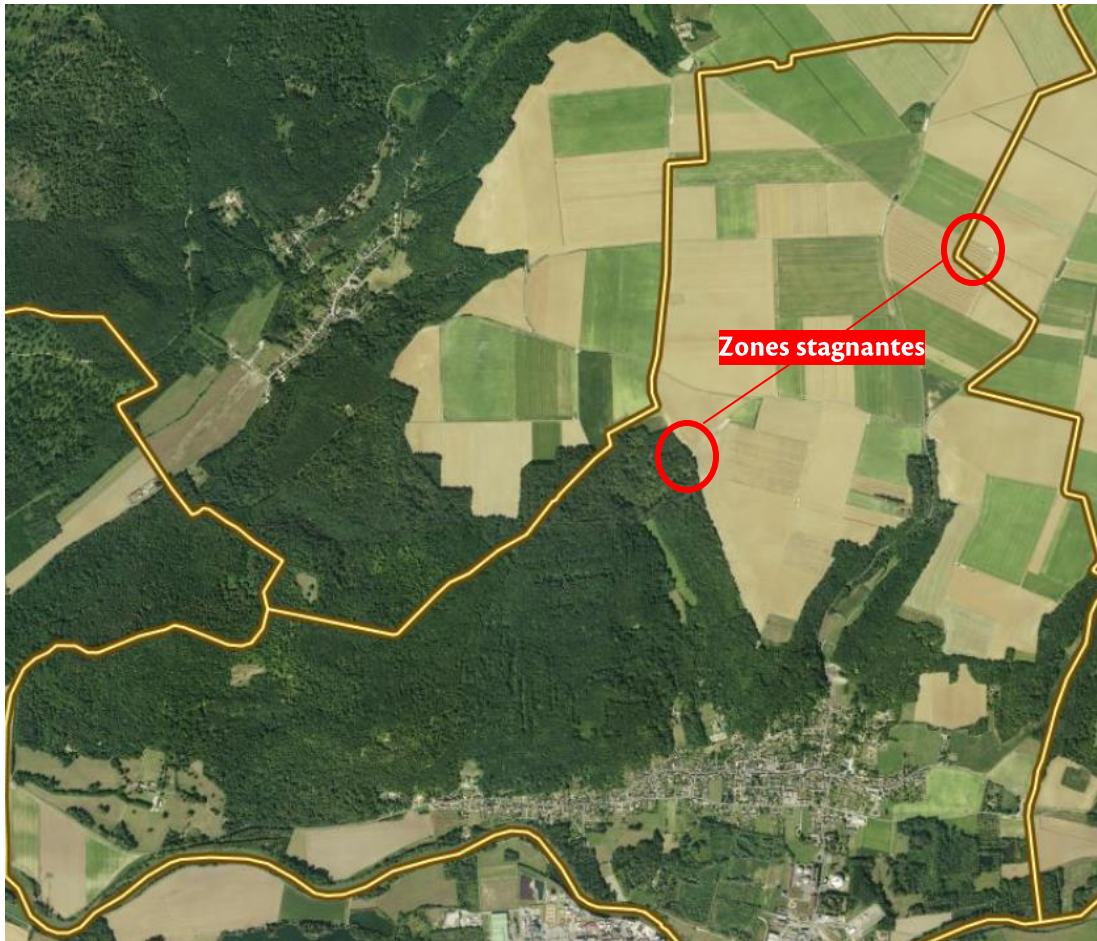


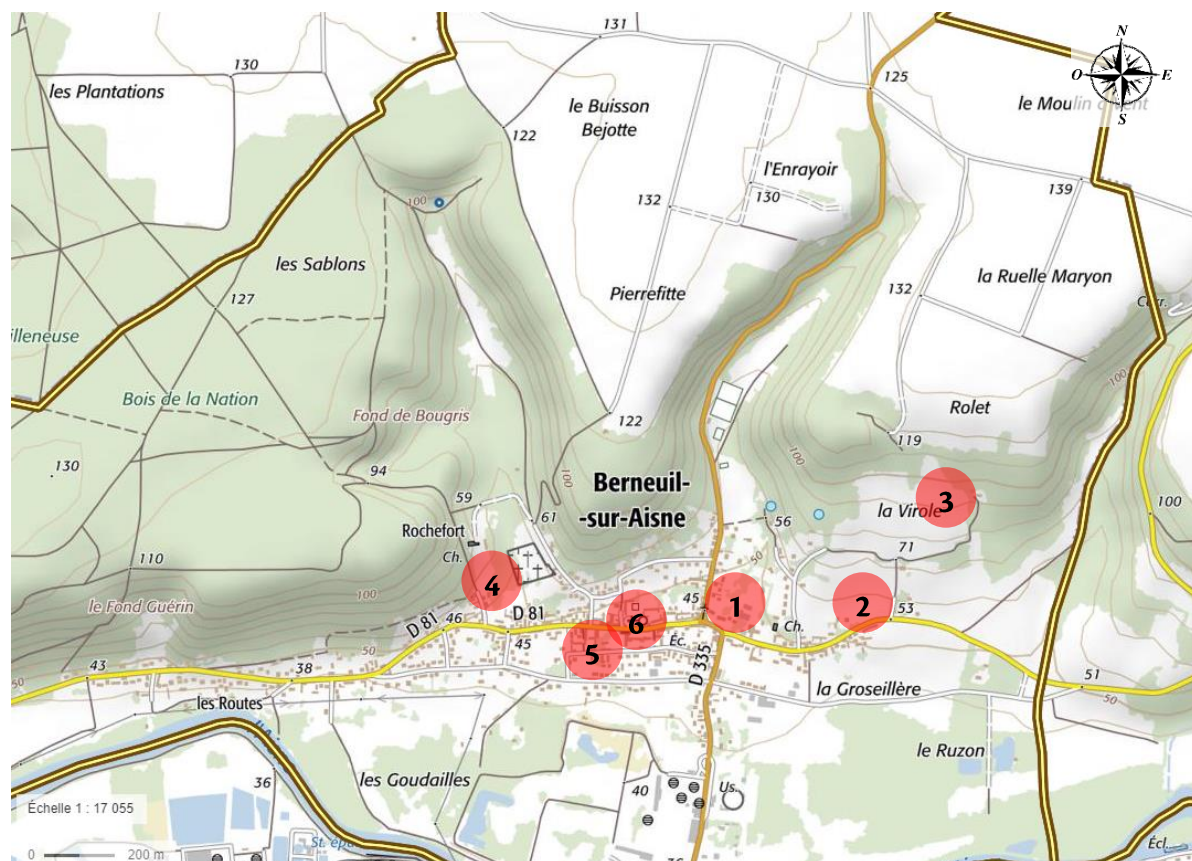
Figure 27. Les zones stagnantes au nord du territoire communal

3.2. HISTORIQUE DES PROBLÈMES DE GESTION PLUVIALE SUR LA COMMUNE

3.2.1. Localisation

D'après nos échanges avec les élus, les problèmes suivants liés à la gestion du ruissellement ont été recensés sur le territoire communal de Berneuil-sur-Aisne :

N°	Localisation	Description du désordre	Occurrence
1	Rue Raymond Faroux	Habitations inondées par le débordement du ru de Berneuil avant son busage vers l'Aisne	Évènement exceptionnel le 28 mai 2018
2	Rue Raymond Faroux / du Bourgain	Coulée de boue du champ en amont de la rue du Bourgain venant inonder la rue Raymond Faroux	Évènement exceptionnel en juin 2017
3	Chemin de la Virole	Coulées de boue posant un problème d'accès à une habitation isolée	Évènement exceptionnel en juin 2017
4	Secteur de Rochefort	Coulées de boue dans la rue et sur le champ cultivé dans le sens de la pente provoquant un risque pour la RD81. Bouchage de la bouche d'égout par le ruissellement de limons. Débordement du canal avec un garage inondé.	Environ tous les 5 ans, plus fréquent ces dernières années avec l'occurrence de plusieurs fortes pluies.
5	Rue des Chiens Rouges	Inondation de la voirie affectant les habitations	Fréquent avant travaux, plus constaté depuis 2015
6	Rue du Centre	Stagnation du ruissellement au niveau de l'église	Plusieurs fois par an



3.2.2. Analyse des problèmes survenus

- **Secteur 1** : le ru de Berneuil se retrouve busé en DN600 au niveau de la rue Raymond Faroux, juste en amont de la rue Marcel Rinn. Malgré ce diamètre important, l'important bassin versant drainé par le ru est venu saturer le réseau, ce qui a provoqué un débordement et l'inondation des habitations situées juste en amont.

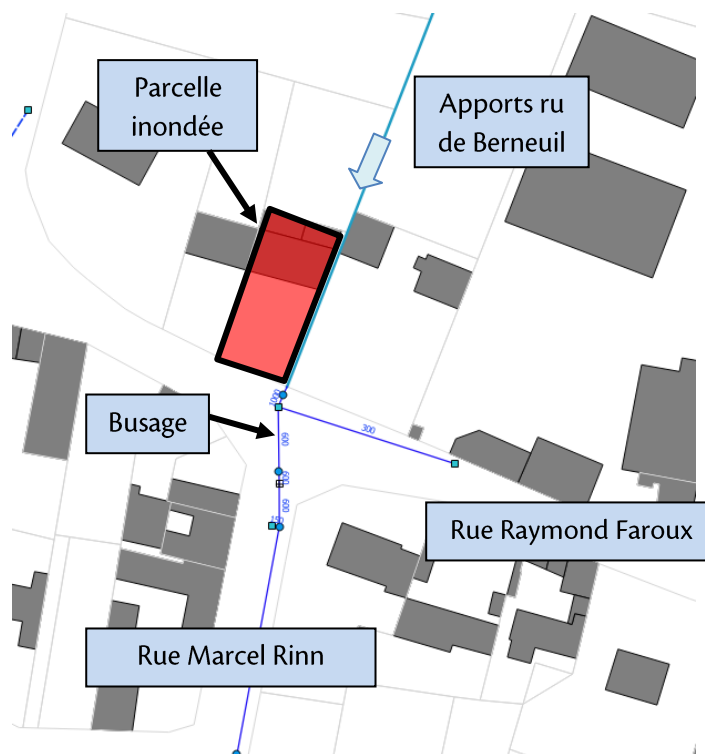


Figure 29. Schématisation des problèmes sur le secteur 1

- **Secteur 2** : la rue du Bourgain dans la partie est du territoire communal draine un champ vers la rue Raymond Faroux. Lors de gros orages, le ruissellement peut entraîner les graviers des accotements vers la zone urbaine. Le dernier événement s'est déroulé en mai 2017 et a entraîné une coulée de boue du champ en amont de la rue du Bourgain.

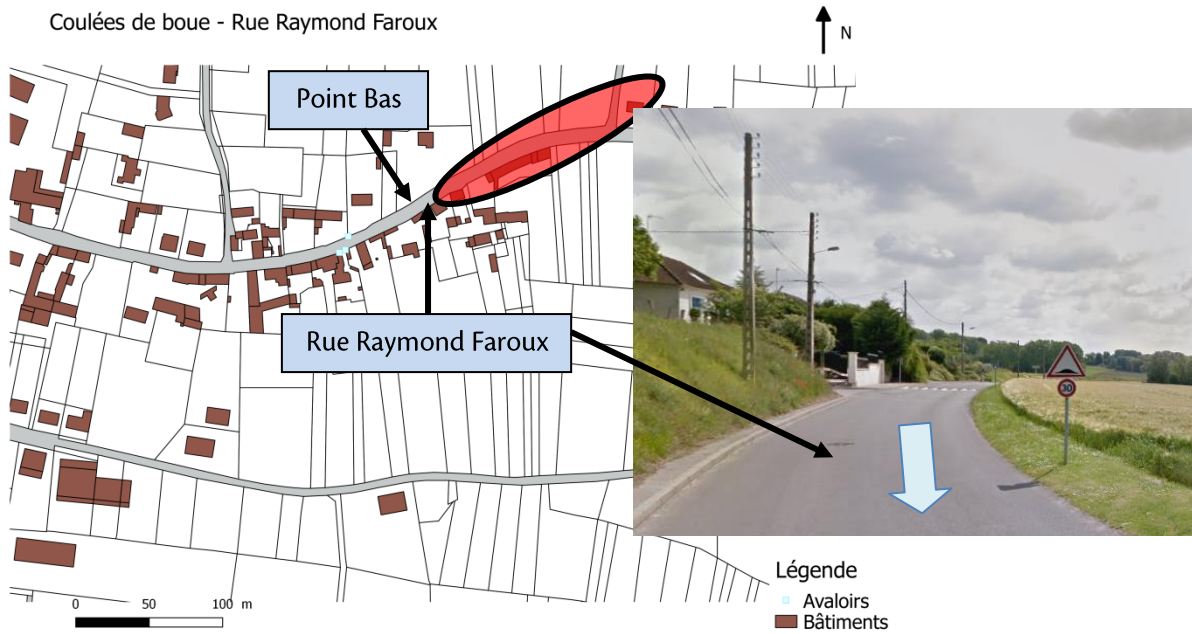


Figure 30. Localisation du secteur 2

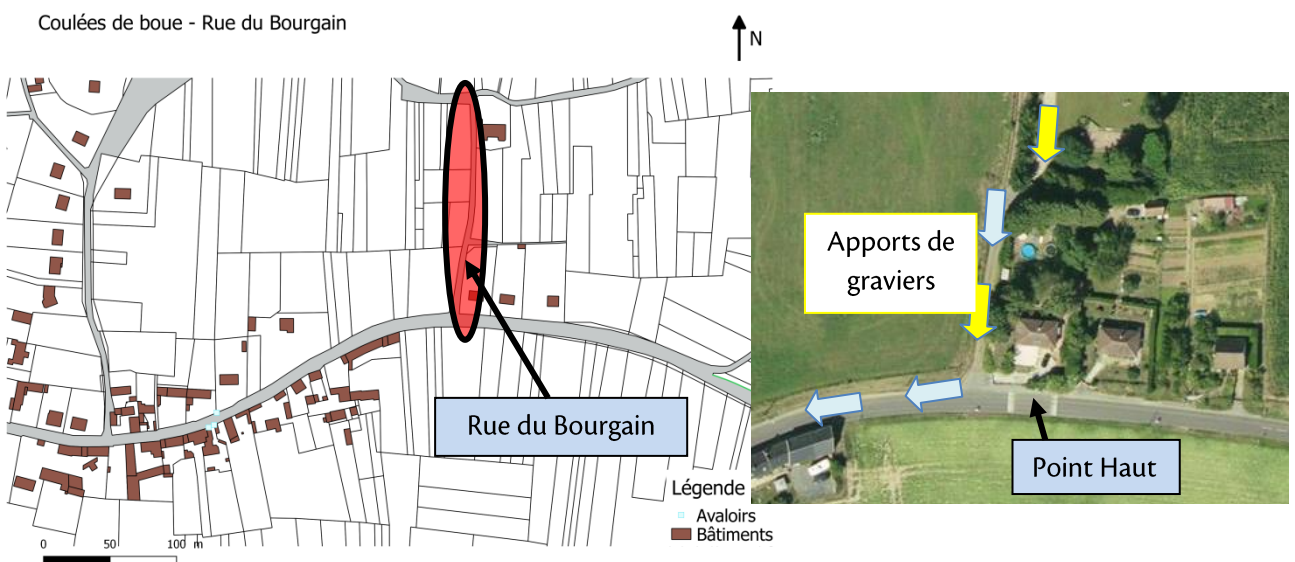


Figure 31. Localisation du secteur 3

Secteur 3 : on constate la présence d'une habitation isolée en amont du chemin de la Virole. Le ruissellement rend l'accès à l'habitation difficile. Des apports de graviers peuvent être notés en cas de gros orages.

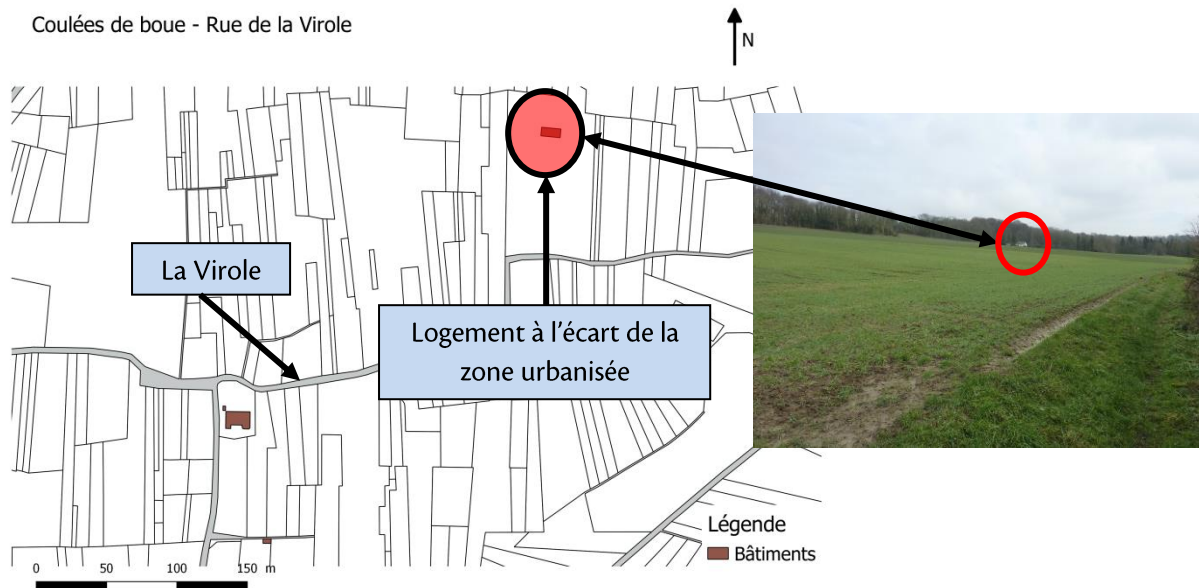


Figure 32. Localisation du secteur 3

- **Secteur 4 :** des chemins venant des zones agricoles de la partie nord du territoire communal présentent de fortes pentes. On constate également la saturation d'une bouche d'égout par les limons. Ce problème constitue un risque important pour la circulation sur la RD81 et pour les habitations en aval de la rue.

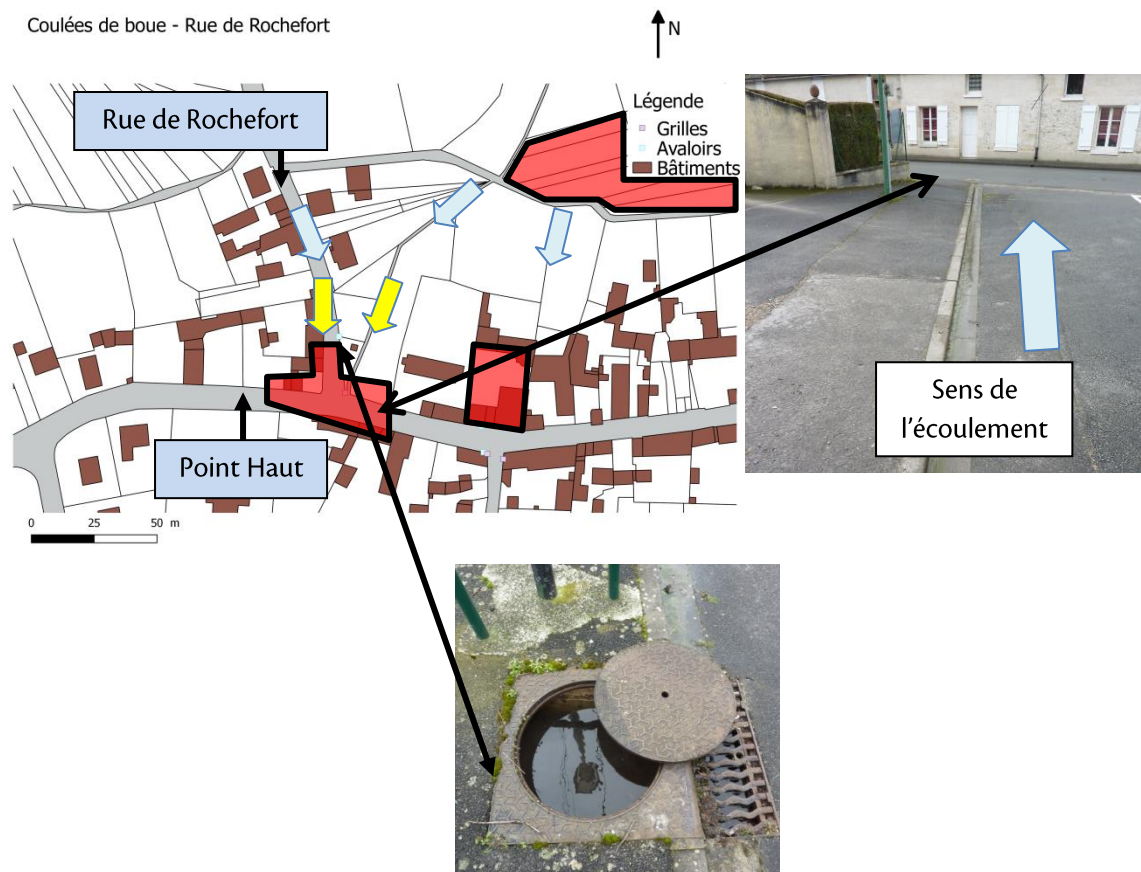


Figure 33. Localisation du secteur 4

On recense des débordements du canal sur le bord de la rue de Rochefort. En 2001, le débordement a provoqué l'inondation de la rue et la dégradation d'un garage situé au coin droit de la rue en aval. La hauteur d'eau dans le garage a atteint 60 cm. Une récente inondation a également eu lieu en mai 2018.

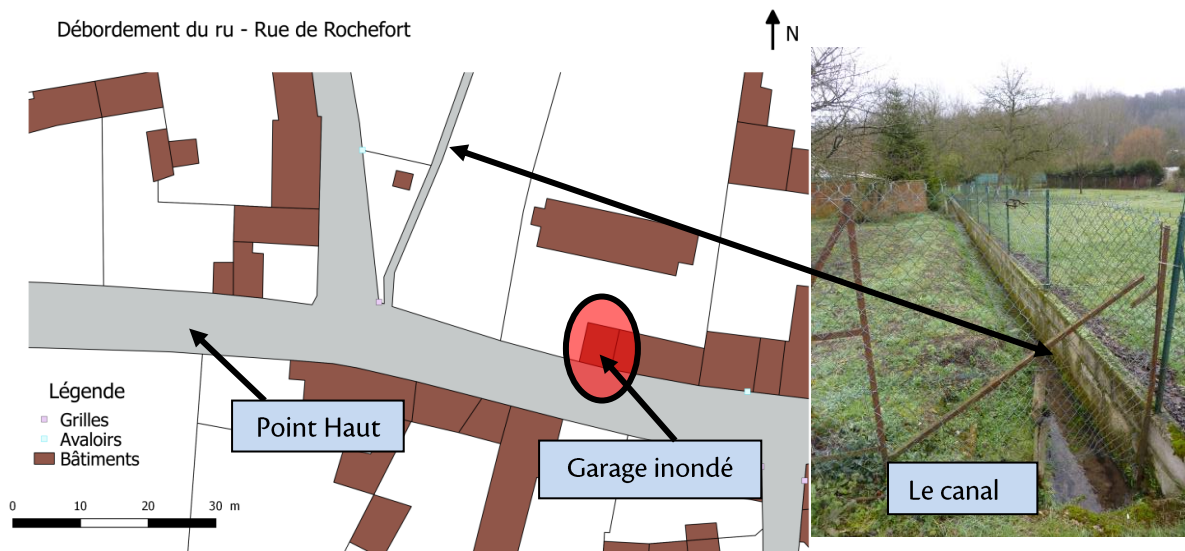


Figure 34. Localisation du garage inondé



Figure 35. Photo du garage inondé

En cas de gros orages, le champ cultivé à l'est de la rue de Rochefort est également inondé, probablement du fait de la limitation du busage en DN600 mm sur l'écoulement. Lors du 28 mai 2018, cette inondation a entraîné un écoulement vers une parcelle en contrebas qui a également été inondée.

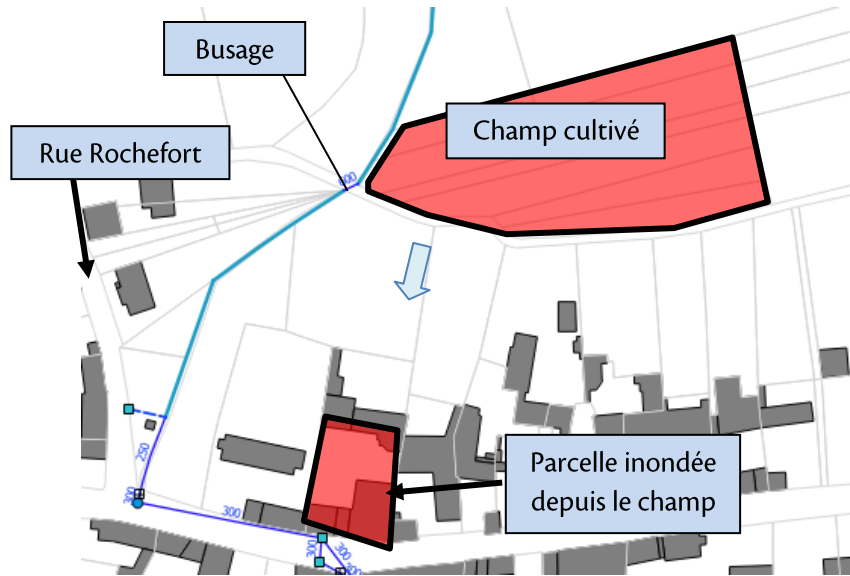


Figure 36. Localisation du champ cultivé inondé dans le secteur 4

- **Secteur 5 :** on recense des inondations ayant affecté plusieurs habitations dans la rue des Chiens Rouges. Les dispositifs de gestion et d'évacuation locaux sont limités (2 avaloirs au sud de la rue), mais des travaux de voirie ont été réalisés en 2015 et ont amélioré les écoulements en surface. Il n'a d'ailleurs pas été recensé de problème malgré les fortes pluies survenues depuis.

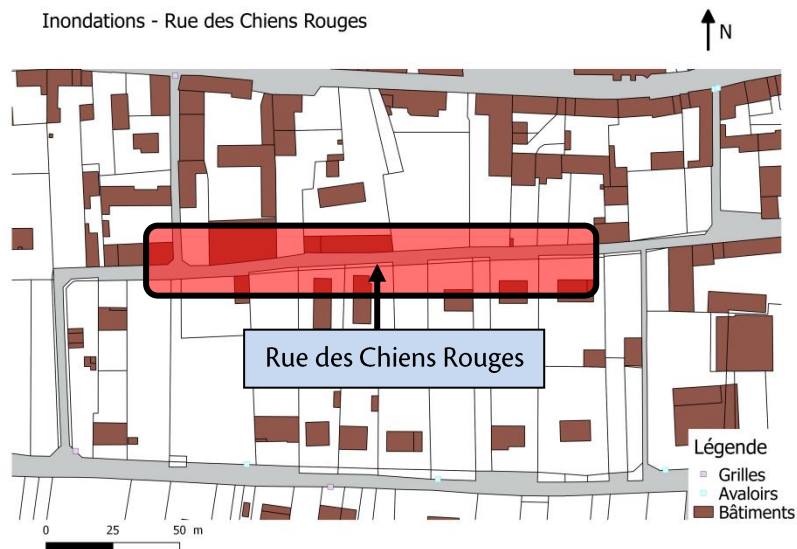
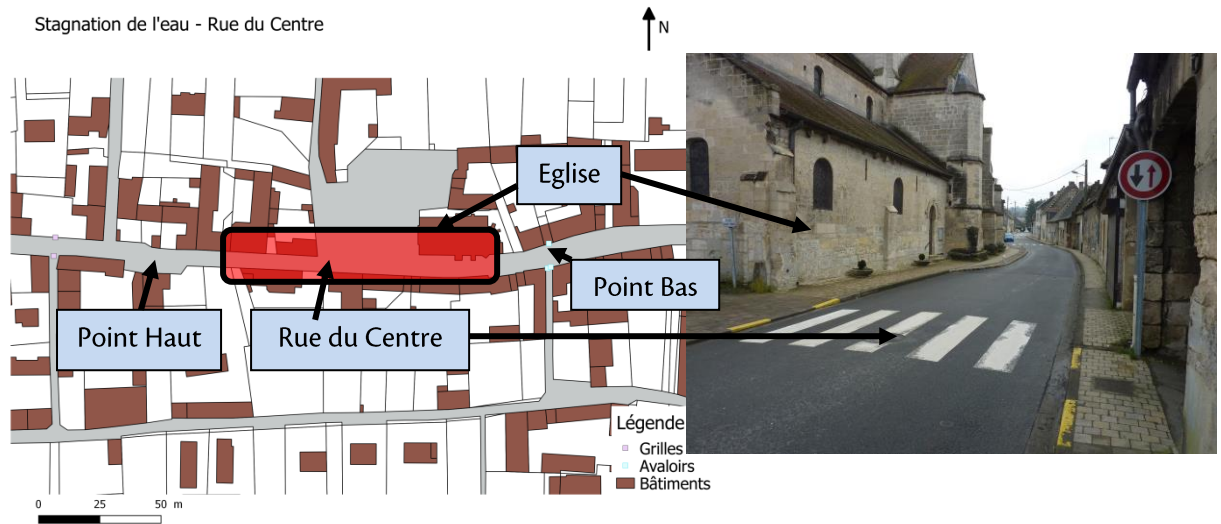


Figure 37. Localisation du secteur 5

- **Secteur 6** : on constate des apports de surfaces conséquentes avec des pentes fortes venant des rues de Guinant et du 8 mai 1945. Le ruissellement est drainé par la voirie vers l'église, ainsi que sur la place devant la mairie, et forme une zone stagnante dans la rue du Centre. Les dispositifs de gestion et d'évacuation locaux sont limités (3 avaloirs à l'est de l'église). Néanmoins, des travaux sur la voirie en 2014 ont amélioré la situation et ont permis d'éviter ces stagnations.



4. ANALYSE DU RUISSELLEMENT ET ÉTUDE CAPACITAIRE DES RÉSEAUX

4.1. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE

4.1.1. Découpage en bassins versants ruraux

Le territoire communal a été découpé en 10 bassins versants principaux à l'exutoire desquels le ruissellement est susceptible de se concentrer. Parmi ces bassins versants on distingue :

- 1 bassin versant orienté vers le château à l'ouest du hameau (N1) ;
- 1 bassin versant orienté vers le hameau pouvant impacter une route (N2) ;
- 4 bassins versants orientés vers le bourg (N3, N4, N5 et N6) et dangereux pour les habitations et les routes secondaires ;
- 2 bassins versants situés entre la commune de Berneuil-sur-Aisne et Attichy pouvant impacter la route départementale (N7 et N10).
- 2 bassins versants orientés vers le nord du territoire communal dont l'un s'écoule sur la route de la Ferme de la Carrière (N8) et le second sur la route située en aval de la D16 (N9).

Les surfaces résiduelles du territoire (hors surfaces urbaines, traitées spécifiquement) non comprises dans les bassins versants délimités sont considérées comme suffisamment peu impactantes vis-à-vis du ruissellement au niveau du territoire communal (surfaces petites et/ou avec un ruissellement de nature diffuse).

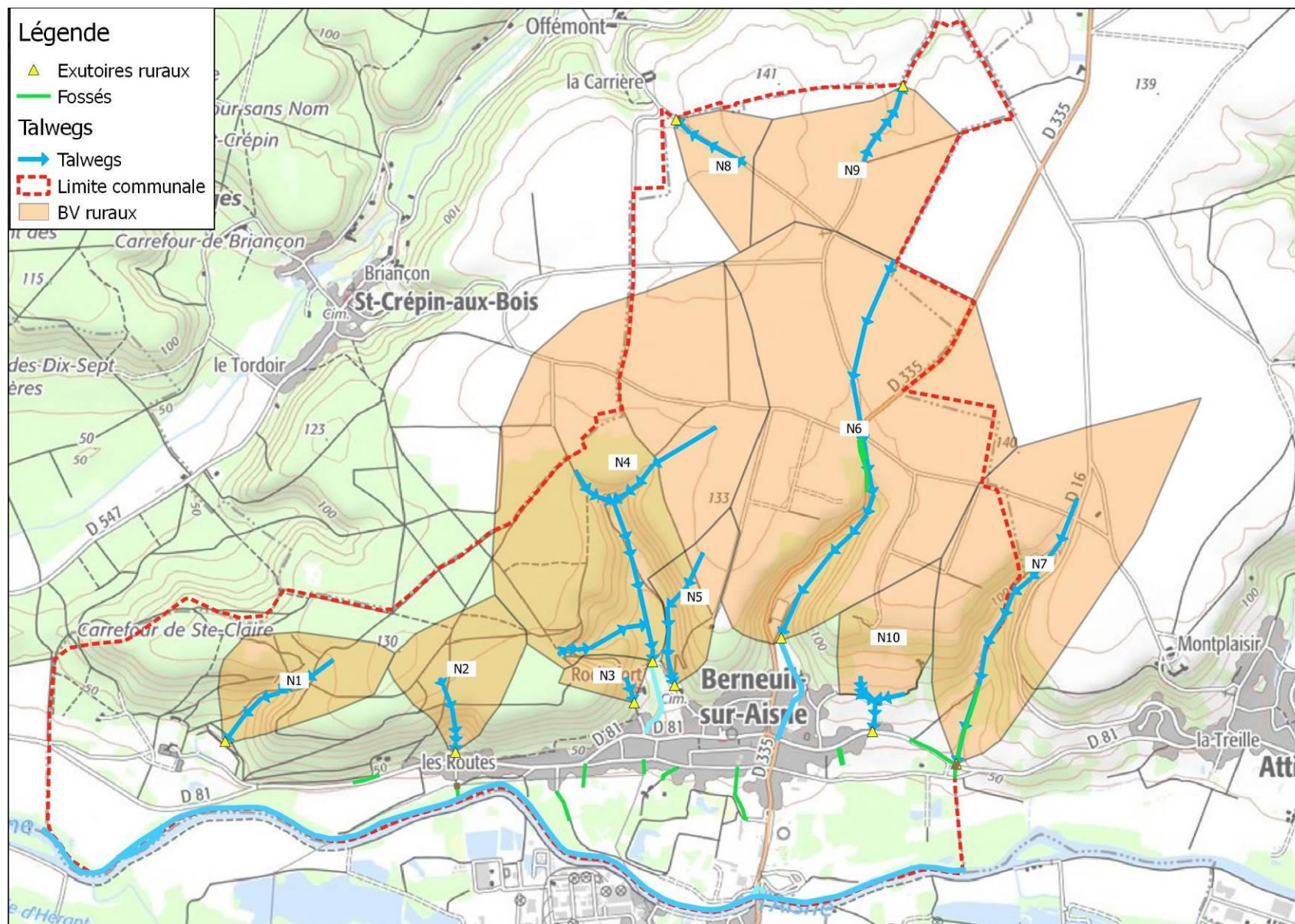


Figure 40. Localisation des bassins versants ruraux et sens des écoulements sur le territoire communal (source : IGN)

4.1.2. Découpage en bassins versants urbains

Les zones urbanisées du territoire communal ont été découpées en 8 bassins versants reprenant une surface totale de 17,3 ha.

Les surfaces urbanisées génèrent le ruissellement le plus courant pour lequel sont en général dimensionnés les ouvrages de gestion pluviale.

Le synoptique ci-après présente la gestion des eaux pluviales sur le territoire de Berneuil-sur-Aisne.

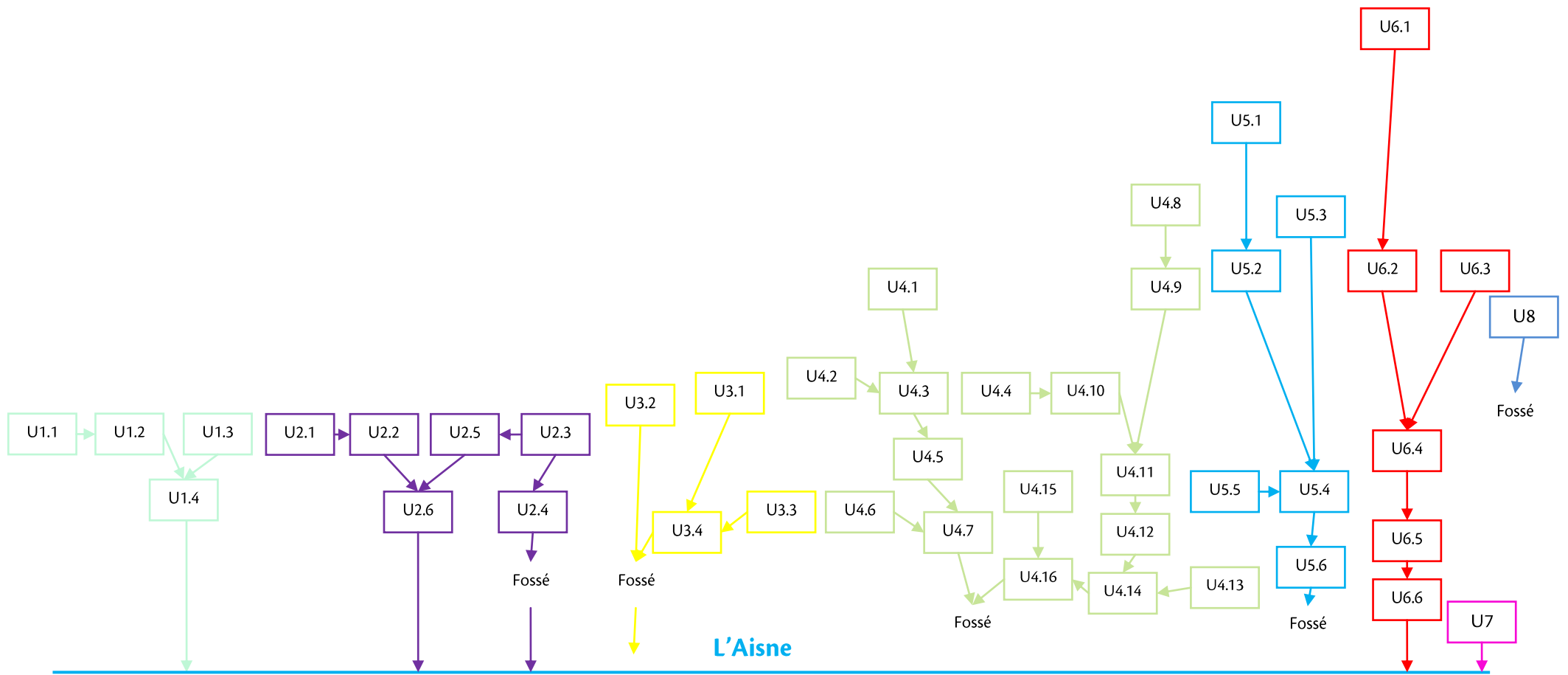


Figure 41. Synoptique de la gestion des eaux pluviales sur Berneuil-sur-Aisne

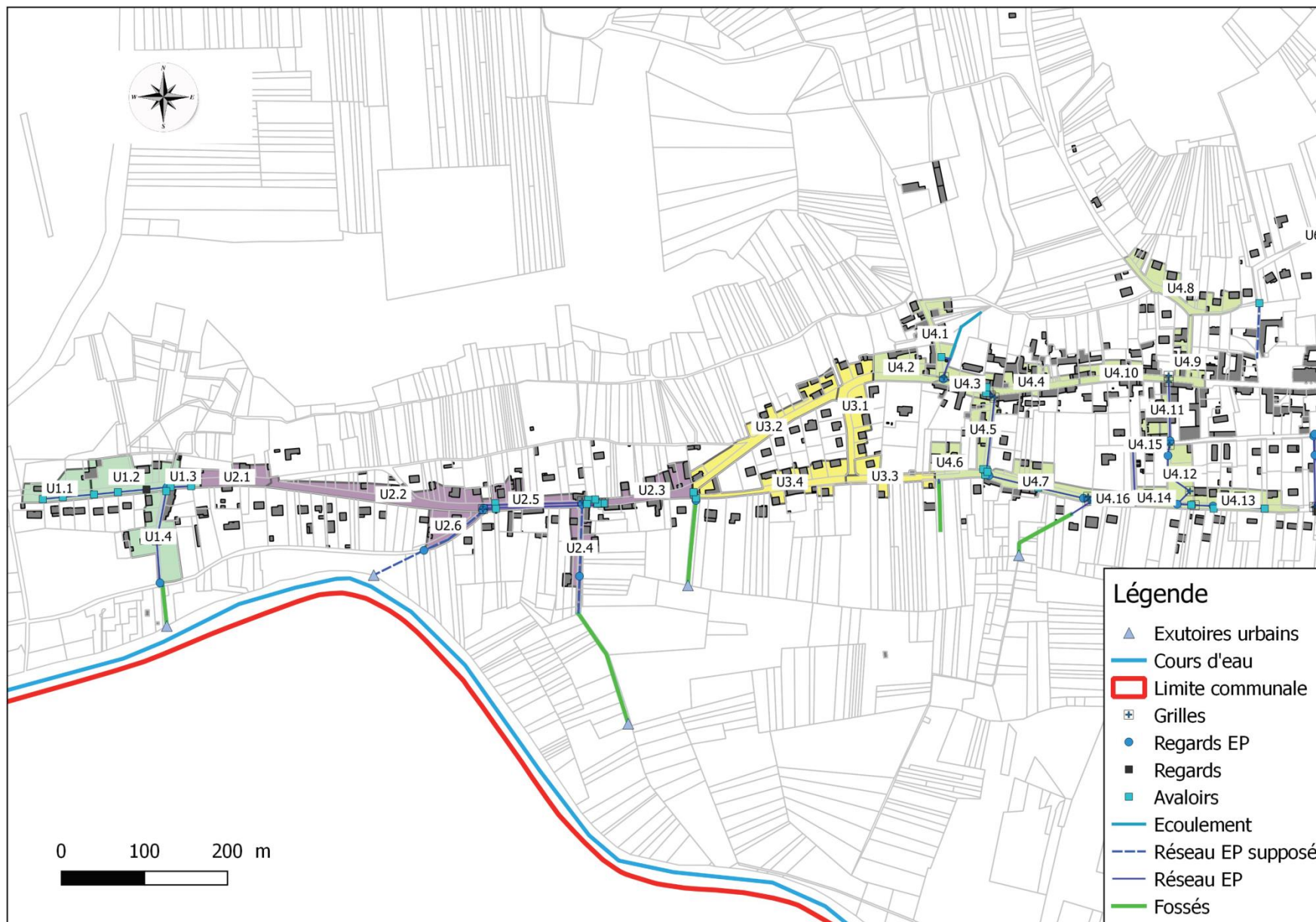


Figure 42. Découpage de Berneuil-sur-Aisne en bassins versants urbains dans le secteur de l'ouest

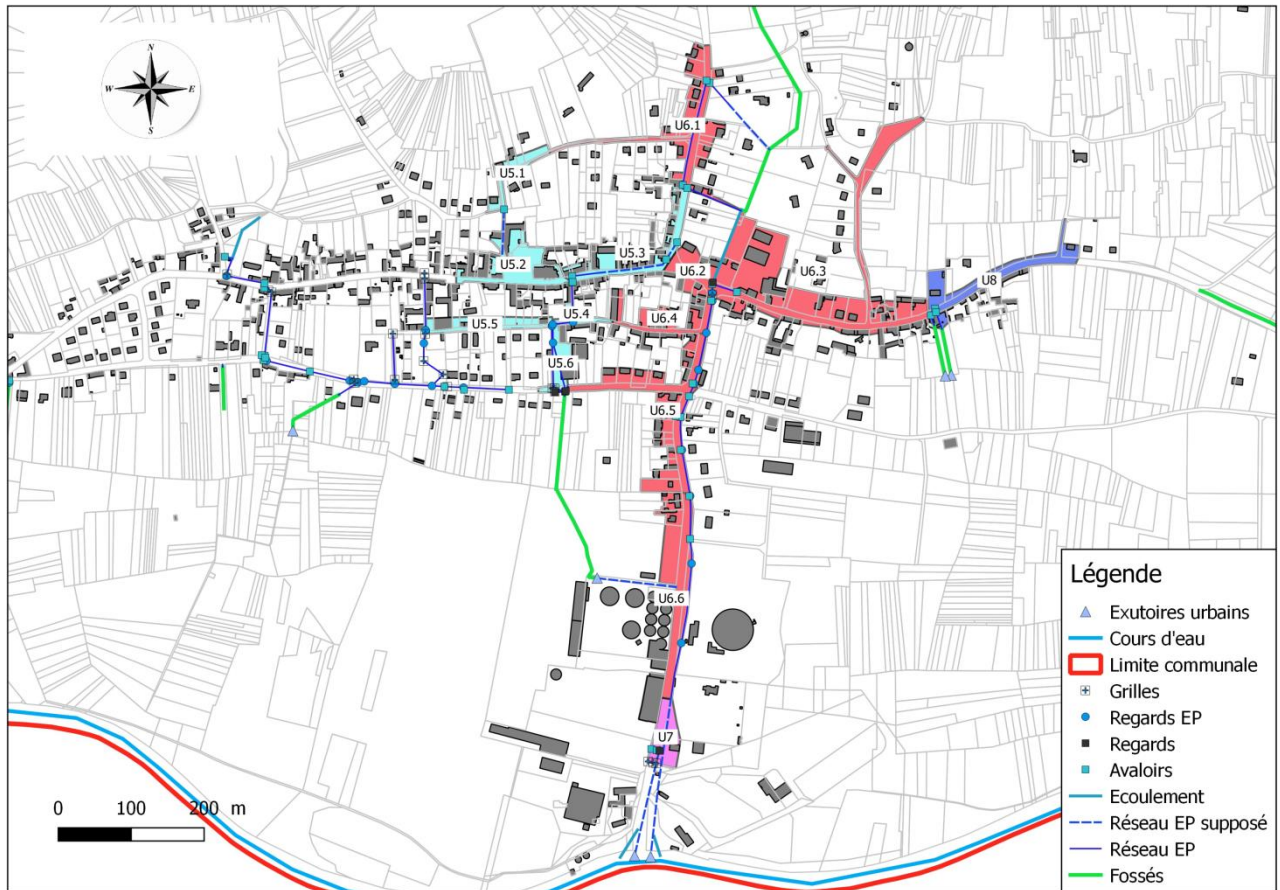


Figure 43. Découpage des BV urbains au secteur de l'est de Berneuil-sur-Aisne

4.2. MÉTHODOLOGIE DES CALCULS HYDRAULIQUES

4.2.1. Définitions des paramètres hydrologiques

Chaque bassin versant est défini par les paramètres suivants :

- **A** : sa surface ;
- **Cr** : son coefficient de ruissellement ;
- **L** : son plus long cheminement hydraulique ;
- **ΔZ** : son dénivelé.

Le calcul de chacun de ces paramètres est expliqué dans les paragraphes suivants.

- **Le coefficient de ruissellement CR**

Pour caractériser la capacité d'un bassin versant à ruisseler, on utilise le coefficient de ruissellement. Sa valeur reflète la capacité des sols à ruisseler en fonction de plusieurs paramètres que sont :

- La pente,
- L'occupation du sol,
- La pédologie, en particulier pour les sols végétalisés ou nus,
- L'état de saturation du sol...

Pour la définition des coefficients de ruissellement en milieux non urbanisés, nous nous basons sur les données du tableau ci-dessous pour les surfaces non imperméabilisées. Pour les surfaces imperméabilisées, nous considérons un coefficient de ruissellement de 0,9.

Terrain naturel et agricole selon la pente (Sautier, Guide du Service Fédéral des Améliorations foncières)				
Pente%	Forêts	Pré-champ	Culture dans le sens de la pente	Culture perpendiculaire à la pente
0.5	-	0.005	0.12	0.0625
1	0.01	0.02	0.13	0.075
2	0.02	0.04	0.18	0.11
4	0.04	0.07	0.23	0.15
6	0.05	0.09	0.27	0.18
8	0.06	0.11	0.31	0.21
10	0.07	0.13	0.34	0.235
15	0.08	0.17	0.4	0.285
20	0.1	0.19	0.45	0.32
25	0.12	0.22	0.5	0.36
30	0.13	0.25	0.55	0.4
35	0.14	0.27	0.59	0.43
40	0.15	0.29	0.62	0.455
45	0.16	0.31	0.65	0.48
50	0.17	0.33	0.69	0.51

Le coefficient de ruissellement retenu pour les bassins versants urbains correspond au taux d'imperméabilisation de chaque bassin versant. Étant donné la taille des bassins versants, ces surfaces vont en effet réagir très rapidement lors de la précipitation et générer la part essentielle du ruissellement urbain lors des pointes de débit.

- **Le plus long chemin hydraulique (L)**

Il s'agit de la plus longue distance que doit parcourir une goutte d'eau sur le bassin versant jusqu'à l'exutoire. Elle s'exprime en mètres.

- **Le dénivelé (ΔZ)**

Il s'agit de la différence d'altitude entre le début du plus long chemin hydraulique et l'exutoire.

- **Détermination du temps de concentration (t_c)**

Le temps de concentration des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydraulique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier.

Le temps de concentration peut être estimé par différentes formules :

- Formule de Kirpich ;
- Formule de Ventura ;
- Formule de Passini ;
- Formule de Turazza ;
- Etc. ...

Dans le cadre de la présente étude, nous calculerons le t_c selon les formules de Kirpich et de Passini. La formule de Passini est plutôt adaptée aux zones pentues alors que la formule de Kirpich est adaptée aux zones plates. Ainsi, il a été utilisé le t_c calculé par la formule de Kirpich pour les pentes jusqu'à 1 %, et par la formule de Passini pour les pentes supérieures à 5 %. Entre ces deux valeurs, la moyenne des deux a été retenue.

- **Formule de Kirpich :**

$$t_c = 32,5 \times 10^{-5} \times L^{0.77} \times I^{-0.385}$$

Avec :

t_c : temps de concentration (heures)

L : longueur du plus long cheminement hydraulique (m)

I : pente du bassin (m/m) = $\frac{\Delta Z}{l}$

- **Formule de Passini :**

$$t_c = 64,8 \frac{\sqrt[3]{L \times A}}{\sqrt{I}}$$

Avec :

t_c : temps de concentration (min)

A : surface du bassin versant (km²)

I : pente moyenne du bassin (%)

L : longueur du bassin (km)

4.2.2. Choix des pluies de projet

L'estimation des volumes et débits ruisselés à l'exutoire de chaque bassin versant élémentaire nécessite de connaître les pluies de projet pour différentes situations et pour différentes périodes de retour. Il s'agit ainsi, à partir des pluviométries enregistrées ces dernières années de réaliser une analyse statistique des données afin d'estimer la hauteur de pluie susceptible de tomber pour une période de retour donnée.

Ces calculs ont été effectués à partir des données de la station météorologique de Ribécourt, jugée représentative de la zone d'étude du fait de sa proximité (à environ 8 km).

Pour ce faire, nous avons utilisé les **coefficients de Montana** pour une pluie de période décennale et vicennale, donnés dans le tableau ci-après. Ces coefficients permettront de calculer les intensités de pluie et ainsi les pluies de projet pour différentes durées de pluie à partir des formules suivantes :

$$i_{(t)} = a \times tc^{-b}$$

Avec :

$i_{(t)}$: intensité de la pluie en mm/heure

tc : temps de concentration

a et b : coefficients de Montana

$$h_{(t)} = i_{(t)} \times tc$$

Avec :

$h_{(t)}$: hauteur de pluie en mm

$i_{(t)}$: intensité de la pluie en mm/heure

tc : temps de concentration

Pour les services de l'Etat, la commune est comprise dans le bassin versant de l'Aisne aval pour lequel une exigence de gestion de **l'occurrence de pluie 20 ans** et un **débit de fuite** vers le milieu naturel **de 2 l/s/ha** sont demandés.

Pour une pluie décennale et vicennale, les données de référence sur la station de Ribécourt-Dreslincourt (située à 8 km de Berneuil-sur-Aisne) sont les suivantes :

Occurrence	a	b	Domaine de validité (h)	
			min	max
5 ans	7,417	0,741	0,25	24
10 ans	8,117	0,734	0,25	24
20 ans	8,633	0,723	0,25	24
30 ans	8,767	0,714	0,25	24
50 ans	8,9	0,703	0,25	24

4.2.3. Choix des méthodes de calculs

a) Calcul des débits de pointe du ruissellement

Les débits de pointe générés sont calculés de deux manières différentes selon le type de bassin versant :

- Pour les bassins de type naturel ou agricole ($CR < 0,2$), la méthode rationnelle est utilisée ;
- Pour les bassins urbains ou pseudo-urbains ($CR \geq 0,2$), la méthode de Caquot (dite superficielle) est utilisée.

b) Méthode rationnelle

La **méthode rationnelle** consiste à calculer le débit de pointe sur la base du produit de la surface active et l'intensité de pluie pour le temps de concentration du bassin versant selon l'occurrence de pluie (pluies de références définies statistiquement pour différents temps de retour).

Sa formule est la suivante :

$$Q_{\max} = Cr \times i \times A$$

Avec :

- Q_{\max} : débit de pointe
- Cr : coefficient de ruissellement
- i : intensité de la pluie
- A : surface du bassin versant

L'application de la méthode rationnelle nécessite l'identification des différents paramètres qui la caractérisent : le coefficient de ruissellement et l'intensité de la pluie. Les calculs ont été effectués sur les bassins versants amont.

c) Méthode de Caquot

La **méthode de Caquot** repose sur le même principe, mais est enrichie d'un coefficient correctif dépendant de l'allongement du bassin versant.

Sa formule est la suivante :

$$Q_{\max} = m \times k^{1/u} \times i^{y/u} \times Cr^{1/u} \times A^{w/u}$$

Avec :

- Q_{\max} : débit de pointe
- $m = ((L\sqrt{A})/2)^{-0,84 \times b/(1-0,287 \times b)}$
- $k = (0,5^{-b} \times a)/6,6$
- $u = 1-0,287 \times b$
- $y = 0,41 \times b$
- $w = 0,95 - 0,0507 \times b$
- Cr : coefficient de ruissellement
- i : intensité de la pluie
- A : surface du bassin versant

Cette méthode a été appliquée pour les bassins versants urbains.

d) Calcul des volumes de tamponnement

Les volumes de tamponnement sont calculés par la **méthode des pluies** qui se base sur l'utilisation de pluies de références définies de manière statistique pour une station donnée et permet de calculer le volume nécessaire en fonction du débit de fuite défini, de la surface du bassin versant et de son coefficient d'apport Ca.

La formule utilisée est la suivante :

$$V = ha \times Sa \times 10$$

Avec :

- V : volume de tamponnement
- $ha = tr^{(1-b)} - tr/60 \times qf = (0,5^{-b} \times a)/6,6$
- $tr = (qf/(60 \times a \times (1-b)))^{(-1/b)} \times 0,41 \times b$
- $qf = Qf \times 0,36 / Sa$
- $Sa = Ca \times S$

e) Estimation des débits capacitaires des réseaux pluviaux

La formule de Manning-Strickler permet de calculer le débit capable d'une canalisation ou d'un fossé ou noue à ciel ouvert selon l'équation :

$$Q = K \times S \times Rh^{2/3} \times I^{1/2}$$

Avec :

- K : coefficient de rugosité de Manning-Strickler
- S : section mouillée de l'ouvrage coulant à plein
- Rh : rayon hydraulique de l'ouvrage coulant à plein, pl : pente longitudinale de l'ouvrage

Débit d'une canalisation circulaire

Coef de la conduite :	80	S a i s i e	
Diamètre de la conduite :	600 mm		
Hauteur d'eau :	375 mm		
Pente :	10 mm/m		
Section mouillée :		0.186 m ²	r e s u l t a t
Périmètre mouillé :		1.094 m	
Rayon hydraulique :		0.170 m	
vitesse :		2.454 m/s	
Débit :		0.456 m ³ /s	
		1642 m ³ /h	

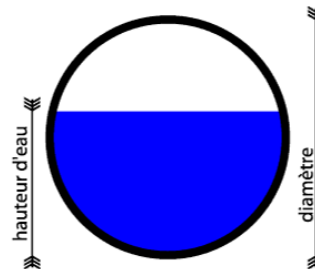


Figure 44. Exemple de calcul de capacité par la formule de Manning-Strickler par la note utilisée

4.3. CARACTÉRISTIQUES RETENUES

4.3.1. Bassins versants naturels et agricoles

Conformément à la méthodologie précédemment détaillée, les différents paramètres caractéristiques de chaque bassin versant, dont le coefficient de ruissellement moyen en fonction de la pente et du type de surface, ont été calculés dans le tableau ci-après.

BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ (m)	Pente i (m/m)	Forêts		Cultures (sens de la pente)		Cultures (perp. à la pente)		Prairies		Surf. Imperméables		CR global
					CR	S (ha)	CR	S (ha)	CR	S (ha)	CR	S (ha)	CR	S (ha)	
N1	33,78	988	79,68	0,081	0,060	32,78	0,310	0,00	0,210	0,00	0,110	1,01	0,9	0,00	0,061
N2	31,47	805	82,42	0,102	0,070	31,26	0,340	0,00	0,235	0,00	0,130	0,21	0,9	0,00	0,070
N3	7,26	400	62,00	0,155	0,080	84,90	0,400	0,00	0,285	0,00	0,170	0,34	0,9	0,02	0,122
N4	190,7	2139	84,74	0,040	0,040	93,58	0,228	49,00	0,148	52,99	0,069	3,22	0,9	0,66	0,118
N5	19,99	967	71,22	0,074	0,060	12,00	0,296	0,00	0,200	7,13	0,103	0,25	0,9	0,61	0,134
N6	209,00	2338	76,62	0,033	0,030	25,50	0,210	88,61	0,134	86,40	0,058	5,13	0,9	3,36	0,164
N7	120,60	2256	91,79	0,041	0,040	32,22	0,230	40,96	0,150	40,12	0,070	5,99	0,9	1,31	0,152
N8	19,98	737	13,72	0,019	0,020	0,00	0,170	9,52	0,103	10,32	0,036	0,00	0,9	0,14	0,141
N9	59,83	1100	18,00	0,016	0,020	0,30	0,160	24,59	0,096	29,02	0,032	5,51	0,9	0,41	0,122
N10	21,24	1115	66,00	0,059	0,05	9,04	0,268	6,40	0,179	5,80	0,089	0,00	0,9	0,00	0,151

4.3.2. Bassins versants urbains

Les caractéristiques des bassins versants urbains sont données dans le tableau ci-dessous.

- Secteur Ouest :

BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ	Pente i (m/m)	CR
U1.1	0,24	84	0,15	0,002	0,407
U1.2	0,39	92	0,81	0,009	0,320
U1.3	0,10	40	0,38	0,010	0,439
U1.4	0,42	117	7,73	0,066	0,258
U2.1	0,20	86	0,64	0,007	0,385
U2.2	0,52	257	4,32	0,017	0,489
U2.3	0,33	134	1,41	0,011	0,482
U2.4	0,23	132	2,48	0,019	0,447
U2.5	0,27	125	0,38	0,003	0,441
U2.6	0,20	85	1,3	0,015	0,434
U3.1	0,39	142	3,6	0,025	0,438
U3.2	0,50	225	5,89	0,026	0,436
U3.3	0,21	108	0,9	0,008	0,444
U3.4	0,43	181	2,1	0,012	0,469
U4.1	0,29	99	4,75	0,048	0,396
U4.2	0,23	85	0,32	0,004	0,499
U4.3	0,18	71	0,61	0,009	0,500
U4.4	0,34	105	2,04	0,019	0,427
U4.5	0,21	95	2,27	0,024	0,433
U4.6	0,19	57	0,61	0,011	0,429
U4.7	0,34	129	1,17	0,009	0,454
U4.8	0,36	107	7,48	0,070	0,370
U4.9	0,21	101	4,91	0,049	0,491
U4.10	0,26	108	1,23	0,011	0,465
U4.11	0,13	71	2,06	0,029	0,426
U4.12	0,22	97	1,85	0,019	0,271
U4.13	0,30	146	0,21	0,001	0,470
U4.14	0,09	51	0,10	0,002	0,472
U4.15	0,14	113	1,75	0,015	0,489
U4.16	0,09	51	0,25	0,005	0,494

- Secteur Est :

BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ	Pente i (m/m)	CR
U5.1	0,23	123	9,39	0,076	0,403
U5.2	0,78	185	7,37	0,040	0,473
U5.3	0,61	236	3,93	0,017	0,503
U5.4	0,18	86	1,73	0,020	0,484
U5.5	0,31	170	0,95	0,006	0,406
U5.6	0,26	112	1,48	0,013	0,306
U6.1	0,88	240	8,94	0,037	0,461
U6.2	0,36	345	4,2	0,012	0,471
U6.3	2,30	548	30,23	0,055	0,248
U6.4	0,51	135	1,87	0,014	0,452
U6.5	1,07	325	1,22	0,004	0,488
U6.6	1,01	281	2,45	0,009	0,499
U7	0,28	29	0,98	0,034	0,445
U8	0,58	265	3,56	0,013	0,438

4.4. ANALYSE QUANTITATIVE DES ÉCOULEMENTS

4.4.1. Calcul des débits de pointe

a) Bassins versants amont

Les débits de pointe calculés pour les occurrences de pluie 10, 20 et 50 ans sur les bassins versants amont sont présentés ci-après :

BV	A (Ha)	L(m)	ΔZ	P (m/m)	Coef. Ruis.	Tc (mn)	10 ans		20 ans		50 ans	
							Intensité (mm/mn)	Q pointe (m ³ /s)	Intensité (mm/mn)	Q pointe (m ³ /s)	Intensité (mm/mn)	Q pointe (m ³ /s)
N1	33,78	988	79,68	0,081	0,061	15,8	1,07	0,37	1,17	0,41	1,28	0,44
N2	31,47	805	82,42	0,102	0,070	12,8	1,25	0,46	1,37	0,50	1,48	0,55
N3	7,26	400	62	0,155	0,122	5,1	2,47	0,26	2,67	0,28	2,85	0,30
N4	190,7	2139	84,74	0,040	0,118	38,4	0,56	2,15	0,62	2,38	0,68	2,64
N5	19,99	967	71,22	0,074	0,134	13,8	1,18	0,53	1,29	0,58	1,41	0,63
N6	209,00	2338	76,62	0,033	0,164	44,6	0,50	2,86	0,55	3,17	0,62	3,52
N7	120,60	2256	91,79	0,041	0,152	35,2	0,59	1,82	0,66	2,01	0,73	2,22
N8	19,98	737	13,72	0,019	0,141	19,8	0,91	0,42	1,00	0,47	1,09	0,51
N9	59,83	1100	18	0,016	0,122	32,5	0,63	0,76	0,70	0,84	0,77	0,93
N10	21,24	1115	66	0,059	0,151	16,5	1,04	0,55	1,14	0,61	1,24	0,66

Ces calculs permettent les constats suivants :

- Le ruissellement du bassin versant (BV) N1 peut être impactant pour la route D81, mais son débit reste assez modeste ;
- Le BV N2 présente un débit de pointe non négligeable orienté directement vers le hameau ;
- Les BV N3, N4, N5 et N6 sont directement orientés vers le bourg communal et possèdent des débits de pointe importants, qui rend nécessaire le maintien d'un ou plusieurs aménagements pour intercepter et tamponner le ruissellement en amont des habitations ;
- Les BV N7 et 10 ruissellent entre la frontière d'Attichy et de Berneuil-sur-Aisne tandis que les BV N8 et N9 sont orientés vers le nord du territoire communal.

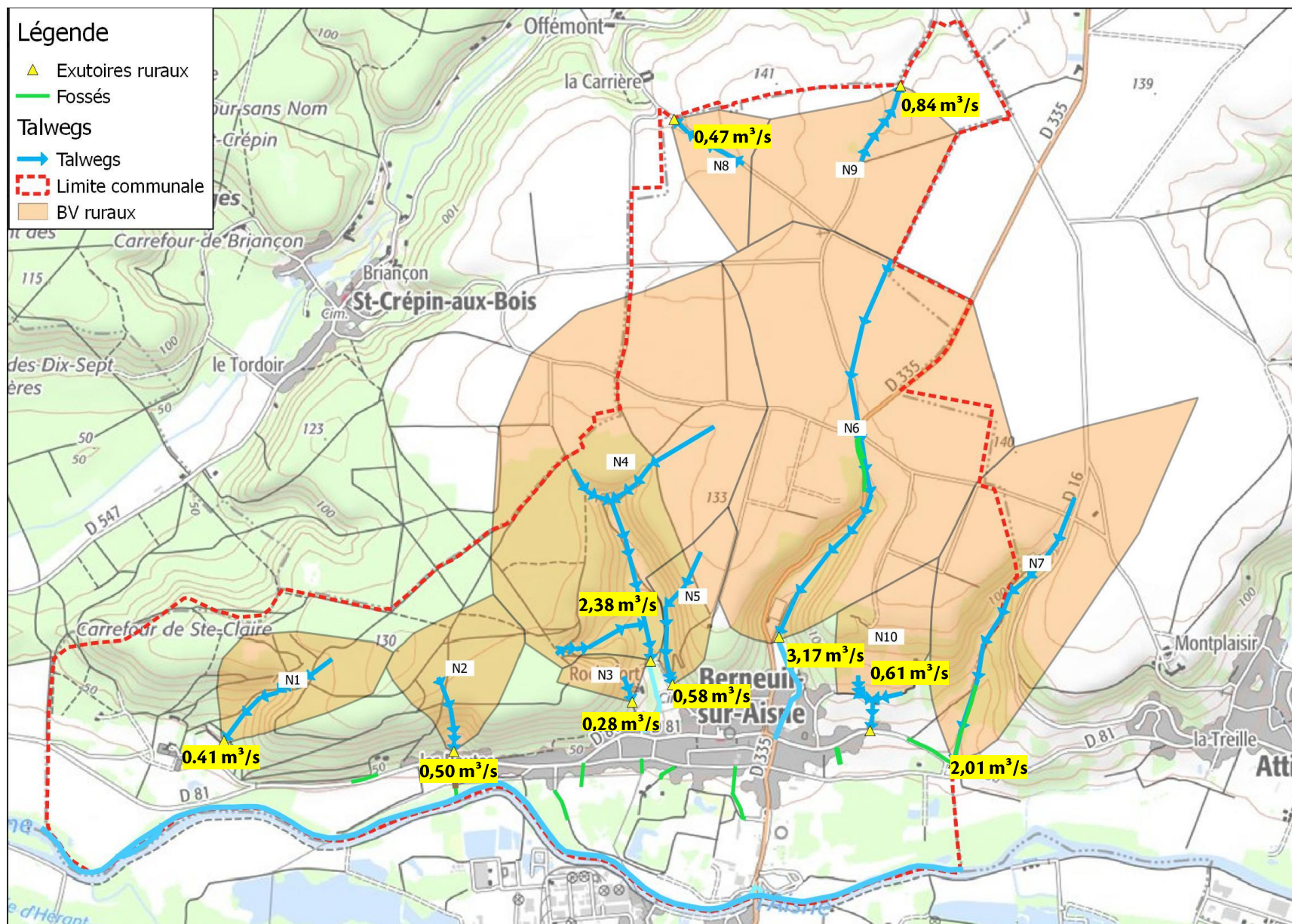


Figure 45. Localisation des débits de pointe sur les bassins versants amont pour la pluie d'occurrence 20 ans

b) Bassins versants urbains

Les débits de pointe à l'aval des bassins versants urbains ont été calculés. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

- Secteur Ouest :

BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ(m)	Pente i (m/m)	CR	M/2	m	1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
								Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)
U1.1	0,24	84	0,15	0,002	0,407	0,86	1,12	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04
U1.2	0,39	92	0,81	0,009	0,320	0,74	1,26	0,02	0,05	0,06	0,07	0,08
U1.3	0,10	40	0,38	0,010	0,439	0,62	1,44	0,01	0,04	0,04	0,04	0,05
U1.4	0,42	117	7,73	0,066	0,258	0,90	1,08	0,03	0,08	0,09	0,10	0,11
U2.1	0,20	86	0,64	0,007	0,385	0,96	1,03	0,01	0,03	0,04	0,04	0,05
U2.2	0,52	257	4,32	0,017	0,489	1,78	0,64	0,03	0,07	0,08	0,09	0,10
U2.3	0,33	134	1,41	0,011	0,482	1,17	0,88	0,02	0,06	0,07	0,07	0,08
U2.4	0,23	132	2,48	0,019	0,447	1,38	0,78	0,02	0,05	0,05	0,06	0,07
U2.5	0,27	125	0,38	0,003	0,441	1,19	0,87	0,01	0,03	0,03	0,04	0,05
U2.6	0,20	85	1,3	0,015	0,434	0,96	1,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,07
U3.1	0,39	142	3,6	0,025	0,438	1,13	0,91	0,03	0,09	0,10	0,11	0,12
U3.2	0,50	225	5,9	0,026	0,436	1,59	0,70	0,03	0,08	0,09	0,10	0,11
U3.3	0,21	108	0,9	0,008	0,444	1,17	0,89	0,01	0,03	0,04	0,04	0,05
U3.4	0,43	181	2,1	0,012	0,469	1,38	0,78	0,03	0,06	0,07	0,08	0,09
U4.1	0,29	99	4,75	0,048	0,396	0,91	1,07	0,03	0,09	0,11	0,11	0,12
U4.2	0,23	85	0,32	0,004	0,499	0,88	1,10	0,02	0,04	0,05	0,05	0,06
U4.3	0,18	71	0,61	0,009	0,500	0,84	1,14	0,02	0,05	0,06	0,06	0,07
U4.4	0,34	105	2,04	0,019	0,427	0,90	1,08	0,03	0,08	0,10	0,10	0,11
U4.5	0,21	95	2,27	0,024	0,433	1,04	0,97	0,02	0,06	0,07	0,07	0,08
U4.6	0,19	57	0,61	0,011	0,429	0,65	1,39	0,02	0,06	0,07	0,07	0,08
U4.7	0,34	129	1,17	0,009	0,454	1,11	0,92	0,02	0,06	0,07	0,07	0,08
U4.8	0,36	107	7,48	0,070	0,370	0,89	1,09	0,04	0,12	0,14	0,14	0,15
U4.9	0,21	101	4,91	0,049	0,491	1,10	0,93	0,03	0,08	0,09	0,10	0,11
U4.10	0,26	108	1,23	0,011	0,465	1,07	0,95	0,02	0,05	0,07	0,07	0,08
U4.11	0,13	71	2,06	0,029	0,426	1,00	1,00	0,02	0,04	0,05	0,05	0,06
U4.12	0,22	97	1,85	0,019	0,271	1,04	0,97	0,01	0,03	0,04	0,04	0,05
U4.13	0,30	146	0,21	0,001	0,470	1,33	0,80	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04
U4.14	0,09	51	0,10	0,002	0,472	0,87	1,11	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
U4.15	0,14	113	1,75	0,015	0,489	1,53	0,72	0,01	0,03	0,03	0,04	0,05
U4.16	0,09	51	0,25	0,005	0,494	0,85	1,13	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04

Cas particulier : le BV U2.3 se rejette dans le BV U2.4 et U2.5. On estimera que le débit à l'exutoire des BV U2.4 et U2.5 sera réparti de manière égale en effectuant une moyenne de ces débits, puis en divisant le résultat par 2. Ainsi, le débit Q pour l'occurrence de pluie 20 ans à l'exutoire des BV U2.4 et U2.5 est de 0,03 m³/s.

$$Q = ((0,07+0,05)/2)/2$$

Assemblage BV	Aire (ha)	L (m)	$\Delta Z(m)$	Pente i (m/m)	CR	M/2	m	1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
								Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)
U1.1+U1.2	0,63	176	0,62	0,004	0,353	1,11	0,92	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07
(U1.1+U1.2)/(U1.3)	0,73	176	1,08	0,006	0,365	1,03	0,98	0,03	0,07	0,08	0,09	0,10
((U1.1+U1.2)/(U1.3))+U1.4	1,15	293	3,45	0,012	0,326	1,37	0,79	0,04	0,08	0,10	0,11	0,12
U2.1+U2.2	0,72	343	4,55	0,013	0,460	2,02	0,58	0,03	0,07	0,08	0,09	0,10
U2.3+U2.4	0,56	266	3,65	0,014	0,468	1,78	0,64	0,03	0,07	0,08	0,08	0,09
U2.3+U2.5	0,60	259	1,36	0,005	0,463	1,67	0,67	0,02	0,05	0,06	0,06	0,07
(U2.1+U2.2)/(U2.3+U2.5)	1,32	343	3,1	0,009	0,461	1,49	0,74	0,06	0,12	0,14	0,15	0,17
((U2.1+U2.2)/(U2.3+U2.5))+U2.6	1,52	428	4,25	0,010	0,458	1,74	0,66	0,06	0,12	0,14	0,16	0,17
U3.1/U3.3	0,61	142	0,86	0,006	0,440	0,91	1,07	0,03	0,08	0,09	0,10	0,11
(U3.1/U3.3)+U3.4	1,03	323	2,76	0,009	0,452	1,59	0,70	0,04	0,09	0,11	0,12	0,13
U3.2/((U3.1/U3.3)+U3.4)	1,54	323	2,86	0,009	0,447	1,30	0,82	0,06	0,14	0,16	0,18	0,20
U4.1/U4.2	0,53	98	1,27	0,013	0,442	0,68	1,34	0,05	0,12	0,14	0,15	0,17
(U4.1/U4.2)+U4.3	0,71	170	1,83	0,011	0,457	1,01	0,99	0,05	0,11	0,13	0,14	0,15
((U4.1/U4.2)+U4.3)/U4.4	1,05	170	2,45	0,014	0,447	0,83	1,15	0,08	0,19	0,21	0,23	0,25
((((U4.1/U4.2)+U4.3)/U4.4))+U4.5	1,25	265	4,51	0,017	0,445	1,18	0,88	0,07	0,17	0,19	0,21	0,23
(((((U4.1/U4.2)+U4.3)/U4.4)+U4.5)/U4.6)	1,45	265	4,10	0,015	0,443	1,10	0,93	0,08	0,19	0,22	0,24	0,26
((((((U4.1/U4.2)+U4.3)/U4.4)+U4.5)/U4.6)+U4.7)	1,78	394	5,04	0,013	0,445	1,48	0,74	0,08	0,17	0,19	0,21	0,23

Assemblage BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ (m)	Pente i (m/m)	CR	M/2	m	1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
								Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)
U4.8+U4.9	0,57	208	12,09	0,058	0,415	1,38	0,78	0,05	0,13	0,14	0,16	0,17
(U4.8+U4.9)/U4.10	0,83	208	8,39	0,040	0,430	1,14	0,90	0,09	0,26	0,20	0,21	0,23
((U4.8+U4.9)/U4.10)+U4.11	0,95	279	10,29	0,037	0,429	1,43	0,76	0,06	0,15	0,18	0,19	0,21
((((U4.8+U4.9)/U4.10)+U4.11)+U4.12	1,17	376	11,44	0,030	0,399	1,74	0,66	0,06	0,13	0,15	0,17	0,18
(((((U4.8+U4.9)/U4.10)+U4.11)+U4.12)/U4.13	1,47	376	7,92	0,021	0,414	1,55	0,72	0,07	0,15	0,18	0,21	0,22
((((((U4.8+U4.9)/U4.10)+U4.11)+U4.12)/U4.13)+U4.14	1,56	427	5,56	0,013	0,417	1,71	0,66	0,06	0,12	0,14	0,16	0,17
((((((((U4.8+U4.9)/U4.10)+U4.11)+U4.12)/U4.13)+U4.14)/U4.15	1,70	427	5,76	0,013	0,423	1,64	0,68	0,06	0,14	0,16	0,18	0,20
(((((((((U4.8+U4.9)/U4.10)+U4.11)+U4.12)/U4.13)+U4.14)/U4.15)+U4.16	1,78	478	5,63	0,012	0,427	1,79	0,64	0,06	0,13	0,15	0,17	0,19
((((((((((U4.1/U4.2)+U4.3)/U4.4)+U4.5)/U4.6)+U4.7)/(((U4.8+U4.9)/U4.10)+U4.11)+U4.12)/U4.13)+U4.14)/U4.15)+U4.16	3,57	353	2,40	0,007	0,436	1,02	0,99	0,14	0,30	0,34	0,38	0,42

On constate sur le hameau et le reste du secteur à l'ouest des débits de pointe calculés généralement limités voire faibles du fait de bassins versants de petite taille.

Le débit de pointe le plus élevé se situe en aval du bassin versant urbain U4 dans la rue des Mazures.

- Secteur Est :

BV	Aire (ha)	L (m)	$\Delta Z(m)$	Pente i (m/m)	CR	M/2	m	1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
								Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)	Q pointe (m ³ /s)
U5.1	0,23	123	9,39	0,076	0,403	1,30	0,82	0,03	0,07	0,08	0,09	0,09
U5.2	0,78	185	7,37	0,040	0,473	1,05	0,96	0,08	0,20	0,22	0,25	0,26
U5.3	0,61	236	3,93	0,017	0,503	1,51	0,73	0,04	0,10	0,11	0,12	0,13
U5.4	0,18	86	1,73	0,020	0,484	1,02	0,99	0,02	0,06	0,06	0,07	0,07
U5.5	0,31	170	0,95	0,006	0,406	1,54	0,72	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04
U5.6	0,26	112	1,48	0,013	0,306	1,11	0,92	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04
U6.1	0,88	240	8,94	0,037	0,461	1,28	0,83	0,07	0,18	0,20	0,22	0,24
U6.2	0,36	345	4,2	0,012	0,471	2,90	0,44	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04
U6.3	2,30	548	30,23	0,055	0,248	1,81	0,64	0,06	0,14	0,16	0,18	0,20
U6.4	0,51	135	1,87	0,014	0,452	0,95	1,04	0,04	0,10	0,11	0,12	0,13
U6.5	1,07	325	1,22	0,004	0,488	1,57	0,71	0,05	0,08	0,09	0,10	0,11
U6.6	1,01	281	2,45	0,009	0,499	1,40	0,77	0,05	0,11	0,13	0,14	0,16
U7	0,28	29	0,98	0,034	0,445	0,27	2,71	0,08	0,24	0,27	0,29	0,30
U8	0,58	265	3,56	0,013	0,438	1,75	0,65	0,03	0,06	0,07	0,08	0,09

Assemblage des BV												
U5.1+U5.2	1,00	308	15,52	0,050	0,457	1,54	0,72	0,08	0,19	0,21	0,23	0,25
(U5.1+U5.2)/U5.3	1,61	308	7,46	0,024	0,474	1,21	0,86	0,10	0,25	0,28	0,31	0,34
((U5.1+U5.2)/U5.3)+ U5.4	1,79	394	9,15	0,023	0,475	1,47	0,74	0,10	0,23	0,26	0,29	0,31
((((U5.1+U5.2)/U5.3)+ U5.4)/U5.5	2,10	394	8,35	0,021	0,465	1,36	0,79	0,11	0,26	0,29	0,32	0,35
(((((U5.1+U5.2)/U5.3)+ +U5.4)/U5.5)+U5.6	2,35	506	9,56	0,019	0,448	1,92	0,61	0,10	0,10	0,12	0,13	0,15
U6.1+U6.2	1,24	585	10,48	0,018	0,464	2,63	0,48	0,05	0,10	0,11	0,12	0,14
(U6.1+U6.2)/U6.3	3,53	548	12,72	0,023	0,324	1,46	0,75	0,10	0,23	0,27	0,30	0,32
((U6.1+U6.2)/U6.3)+ U6.4	4,04	683	14,16	0,021	0,340	1,70	0,67	0,11	0,23	0,26	0,30	0,33
((((U6.1+U6.2)/U6.3)+ U6.4)+U6.5	5,11	1008	10,14	0,010	0,371	2,23	0,54	0,09	0,19	0,22	0,24	0,27
(((((U6.1+U6.2)/U6.3)+ +U6.4)+U6.5)+U6.6	6,11	1289	12,56	0,010	0,392	2,61	0,48	0,10	0,20	0,23	0,26	0,29

Certains bassins versants urbains dans le secteur de l'est possèdent des débits de pointe limités, comme dans le secteur à l'Ouest, à nouveau du fait de leur faible superficie.

Les débits de pointe les plus importants se situent dans le bassin versant urbain U5, au niveau de la rue du Centre proche de l'église et dans la rue des Chiens Rouges. C'est également à ces emplacements qu'ont été recensés des problèmes d'après les élus comme une importante zone de stagnation des eaux pluviales au niveau de l'église et des inondations dans la rue des Chiens Rouges.

On relève des débits tout aussi importants dans le bassin urbain versant U6.

4.4.2. Estimation des débits capacitaires des réseaux pluviaux

Les capacités de collecte (fonction des avaloirs et grilles) et d'évacuation (fonction de la pente et des caractéristiques géométriques du réseau) ont été calculées et comparées aux débits de pointe des bassins versants repris.

NB : en cas de cumul entre des apports de bassins versants urbains et amont, il faut considérer le plus important des deux apports mais ne pas les cumuler, ces deux types de ruissellement ayant des temps de réaction généralement très différents (ruissellement urbain plus rapide que le ruissellement amont).

Secteur	Localisation	BV repris	Nature du BV	Débits de pointe (m ³ /s) selon l'occurrence					Capacités d'évacuation			Capacités de collecte		
				1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	Dimensions	Pente	Capacité (m ³ /s)	nb avaloirs / grilles	Capacité (m ³ /s)	Occurrence gérée
Secteur du Hameau	Rue de Sainte-Claire	U1.1 ; U1.2 ; U1.3	urbain	0,03	0,07	0,08	0,09	0,10	Ø 300	1,2 %	0,103	6	0,30	50 ans
		N2	rural	-	-	0,46	0,50	0,55	-	10,2 %	-		0,30	< 10 ans
	Ruelle Paillet	U1.1 ; U1.2 ; U1.3 ; U1.4	urbain	0,04	0,08	0,10	0,11	0,12	Ø 400	2,1 %	0,250	8	0,4	50 ans
Secteur de la rue Sainte-Claire	Rue de Sainte-Claire	U2.3	urbain	0,02	0,06	0,07	0,07	0,08	Ø 300 x 2	0,5 %	0,134	7	0,35	50 ans
		U2.3 ; U2.5	urbain	0,02	0,05	0,06	0,06	0,07	Ø 500 x 2	0,3 %	0,404	10	0,50	50 ans
		U2.1 ; U2.2 ; U2.3 ; U2.5	urbain	0,06	0,12	0,14	0,15	0,17	Ø 500	0,9 %	0,350	10	0,50	50 ans
	Rue des Islettes	U2.3 ; U2.4	urbain	0,03	0,07	0,08	0,08	0,09	Ø 300	1,4 %	0,112	7	0,35	50 ans
	Rue du Galant	U2.1 ; U2.2 ; U2.3 ; U2.5 ; U2.6	urbain	0,06	0,12	0,14	0,16	0,17	Ø 500	0,9 %	0,350	10	0,50	50 ans
Secteur de la rue des Mazures	Rue du Centre	U3.2	urbain	0,03	0,08	0,09	0,10	0,11	Ø 300	1,1 %	0,099	3	0,15	20 ans
	Rue des Mazures	ΣU3	urbain	0,06	0,14	0,16	0,18	0,20	Ø 300 (estimé)	0,4 %	0,060	3	0,15	1 an

Secteur	Localisation	BV repris	Nature du BV	Débits de pointe (m³/s) selon l'occurrence					Capacités d'évacuation			Capacités de collecte		Occurrence gérée
				1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	Dimensions	Pente	Capacité (m³/s)	nb avaloirs / grilles	Capacité (m³/s)	
Secteur Rochefort	Rue du Centre	U4.1; U4.2	urbain	0,05	0,12	0,14	0,15	0,17	Ø 300	1,8 %	0,127	2	0,10	4 ans
		N3	rural	-	-	0,26	0,28	0,30				-	-	< 10 ans
		N4	rural	-	-	2,15	2,38	2,64				-	-	<< 10 ans
		U4.1; U4.2; U4.3; U4.4	urbain	0,08	0,19	0,21	0,23	0,25	Ø 300	1,3 %	0,108	6	0,30	1 an
	Rue du Courtil Pierrot	U4.1; U4.2; U4.3; U4.4; U4.5	urbain	0,07	0,17	0,19	0,21	0,23	Ø 500	1,6 %	0,476	10	0,50	50 ans
	Rue des Mazures	U4.1; U4.2; U4.3; U4.4; U4.5; U4.6	urbain	0,08	0,19	0,22	0,24	0,26	Ø 500	1,5 %	0,452	10	0,50	50 ans
		U4.1; U4.2; U4.3; U4.4; U4.5; U4.6; U4.7	urbain	0,08	0,17	0,19	0,21	0,23	Ø 500	1,2 %	0,404	13	0,65	50 ans
	Rue du 8 Mai 1945	N5	rural	-	-	0,53	0,58	0,63	-	7,4 %	-	2	0,10	< 10 ans
	Rue de Guinant	U4.8; U4.9; U4.10	urbain	0,09	0,26	0,20	0,21	0,23	Ø 300	3,3 %	0,171		0,10	1 an
	Ruelle Martine	U4.8; U4.9; U4.10; U4.11	urbain	0,06	0,15	0,18	0,19	0,21	Ø 300	3,2 %	0,169	2	0,10	3 ans
	Rue des Mazures	U4.8; U4.9; U4.10; U4.11; U4.12; U4.13	urbain	0,07	0,15	0,18	0,21	0,22	Ø 400	1,7 %	0,266	9	0,45	50 ans
		U4.8; U4.9; U4.10; U4.11; U4.12; U4.13; U4.14; U4.15	urbain	0,06	0,14	0,16	0,18	0,20	Ø 500	1,1 %	0,387	11	0,55	50 ans
		U4.8; U4.9; U4.10; U4.11; U4.12; U4.13; U4.14; U4.15; U4.16	urbain	0,06	0,13	0,15	0,17	0,19	Ø 500	1 %	0,369	11	0,55	50 ans
		ΣU4	urbain	0,14	0,30	0,34	0,38	0,42	Ø 800	0,9 %	1,218	24	1,20	50 ans

Secteur	Localisation	BV repris	Nature du BV	Débits de pointe (m³/s) selon l'occurrence					Capacités d'évacuation			Capacités de collecte		
				1 an	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	Dimensions	Pente	Capacité (m³/s)	nb avaloirs / grilles	Capacité (m³/s)	Occurrence gérée
Secteur Centre Bourg	Rue du Centre	U5.1; U5.2; U5.3	urbain	0,10	0,25	0,28	0,31	0,34	Ø 300	2,9 %	0,161	5	0,25	2 ans
	Rue des Chiens Rouges	U5.1; U5.2; U5.3; U5.4; U5.5	urbain	0,11	0,26	0,29	0,32	0,35	Ø 500	2,3 %	0,560	6	0,30	10 ans
	Rue des Mazures	ΣU5	urbain	0,10	0,10	0,12	0,13	0,15	Ø 400	1,4 %	0,241	9	0,45	50 ans
Secteur de la route principale	Rue Hippolyte Beranger	U6.1	urbain	0,07	0,18	0,20	0,22	0,24	Ø 250	3,7 %	0,111	4	0,20	3 ans
	Rue du Centre	U6.1; U6.2; U6.3	urbain	0,10	0,23	0,27	0,30	0,32	Ø 600	1,3 %	0,683	6	0,30	20 ans
		N6	rural	-	-	2,86	3,17	3,52				-	-	<< 10 ans
	Rue Marcel Rinn	U6.1; U6.2; U6.3; U6.4	urbain	0,11	0,23	0,26	0,30	0,33	Ø 600	1,4 %	0,709	8	0,40	50 ans
		U6.1; U6.2; U6.3; U6.4; U6.5	urbain	0,09	0,19	0,22	0,24	0,27	Ø 600	0,7 %	0,501	13	0,65	50 ans
		ΣU6	urbain	0,10	0,20	0,23	0,26	0,29	Ø 800	0,8 %	1,148	15	0,75	50 ans
Secteur au sud de la rue Marcelle Rinn	U7	urbain	0,08	0,24	0,27	0,29	0,30	Ø 400	3,4 %	0,376	5	0,25	7 ans	
Secteur de la rue Raymond Faroux	Rue Raymond Faroux	U8	urbain	0,03	0,06	0,07	0,08	0,09	Ø 200	9,4 %	0,096	3	0,15	50 ans

L'ensemble des grands bassins versants urbains sont équipés d'un réseau d'eaux pluviales excepté le bassin BV U3 qui ne possède qu'un tronçon de petite taille.

La plupart des bassins urbains ont un réseau qui se rejette dans des fossés avant rejet dans l'Aisne, sauf pour les BV U2, U6 et U7 où le réseau est déversé directement dans le cours d'eau au sud du territoire communal.

On note des apports des bassins versants ruraux N2, N3, N4, N5 et N6 repris par les réseaux en secteur urbain.

L'apport du BV N2 dans le hameau au niveau la rue de Sainte-Claire s'effectue dans le bassin urbain U1. L'apport du BV N3 s'écoule dans la rue Rochefort et le BV N4 jusque dans le canal de Rochefort qui rejoint le bassin urbain U4.3 tandis que le BV N5 présente des apports dans la rue de Guinant qui se rejette dans le bassin urbain U4.8.

Quelques secteurs ont des insuffisances de gestion (occurrence de pluie annuelle). Ces derniers se situent particulièrement dans la rue du Centre et en amont, il est donc nécessaire de conserver une vigilance particulière dans ces zones sensibles.

D'autres secteurs ont une très bonne capacité de gestion (occurrence de pluie de 50 ans), c'est par exemple le cas dans le hameau et toute la partie à l'ouest de la commune.

Par conséquent, on peut constater que le réseau principal est dimensionné de façon assez irrégulière. Les tronçons qui ont une capacité d'évacuation assez mauvaise peuvent être justifiés du fait des faibles sections des conduites principales.

Également, on remarque que le réseau sature rapidement en cas de fort ruissellement des bassins versants ruraux N4 et N6 en amont des bassins urbains pour lesquels les débits sont nettement supérieurs et des problèmes ont été recensés.

Les bassins versants ruraux N2, N3 et N5 présentent également des débits potentiellement importants par rapport aux réseaux urbains, mais les calculs sont probablement pessimistes, aucun problème n'ayant été signalés à l'aval de ces secteurs en grande partie forestiers et à l'aval desquels il n'y a pas une forte concentration du ruissellement.

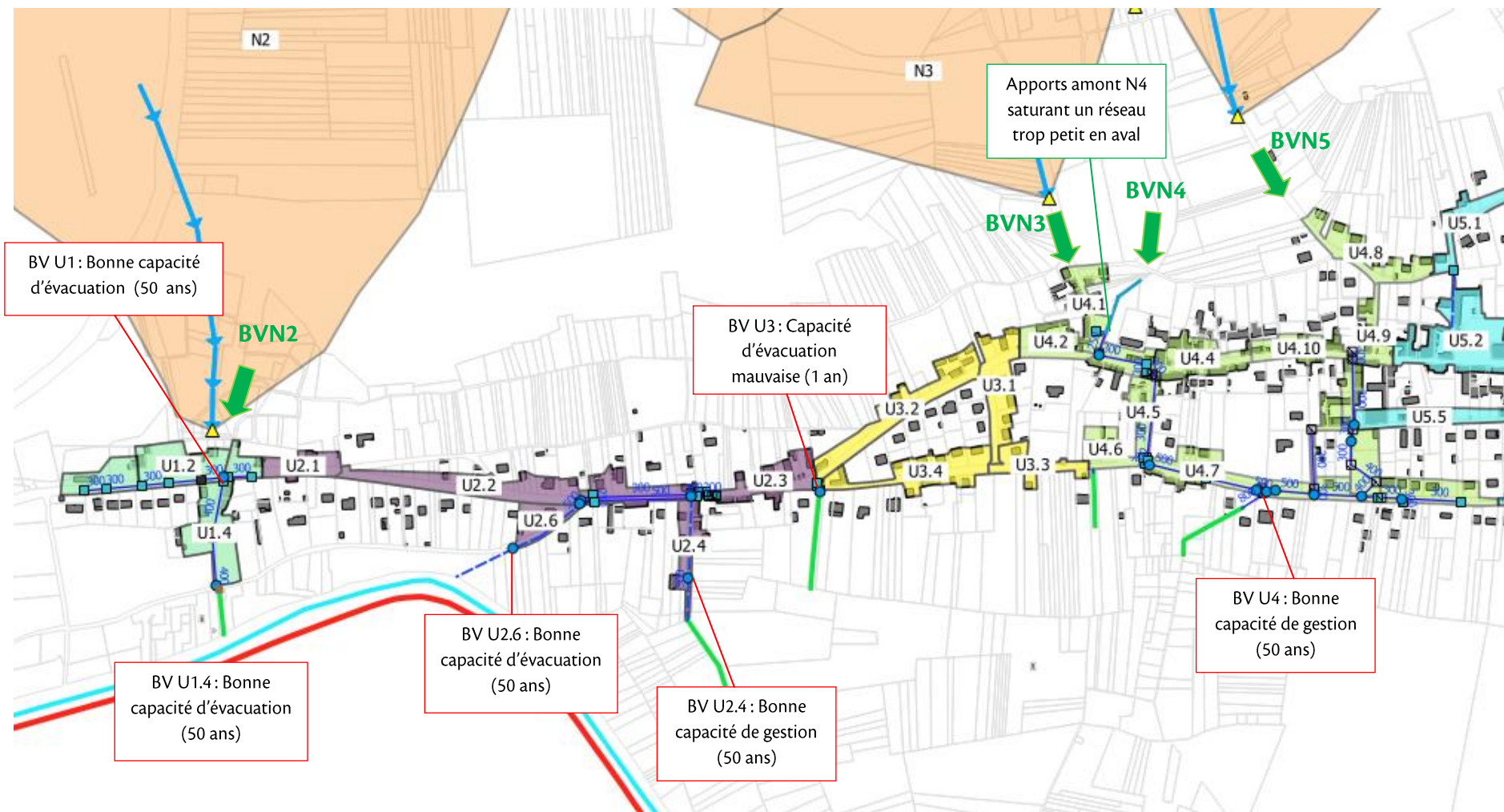


Figure 46. Synthèse de l'étude capacitaire sur le secteur Ouest de la commune

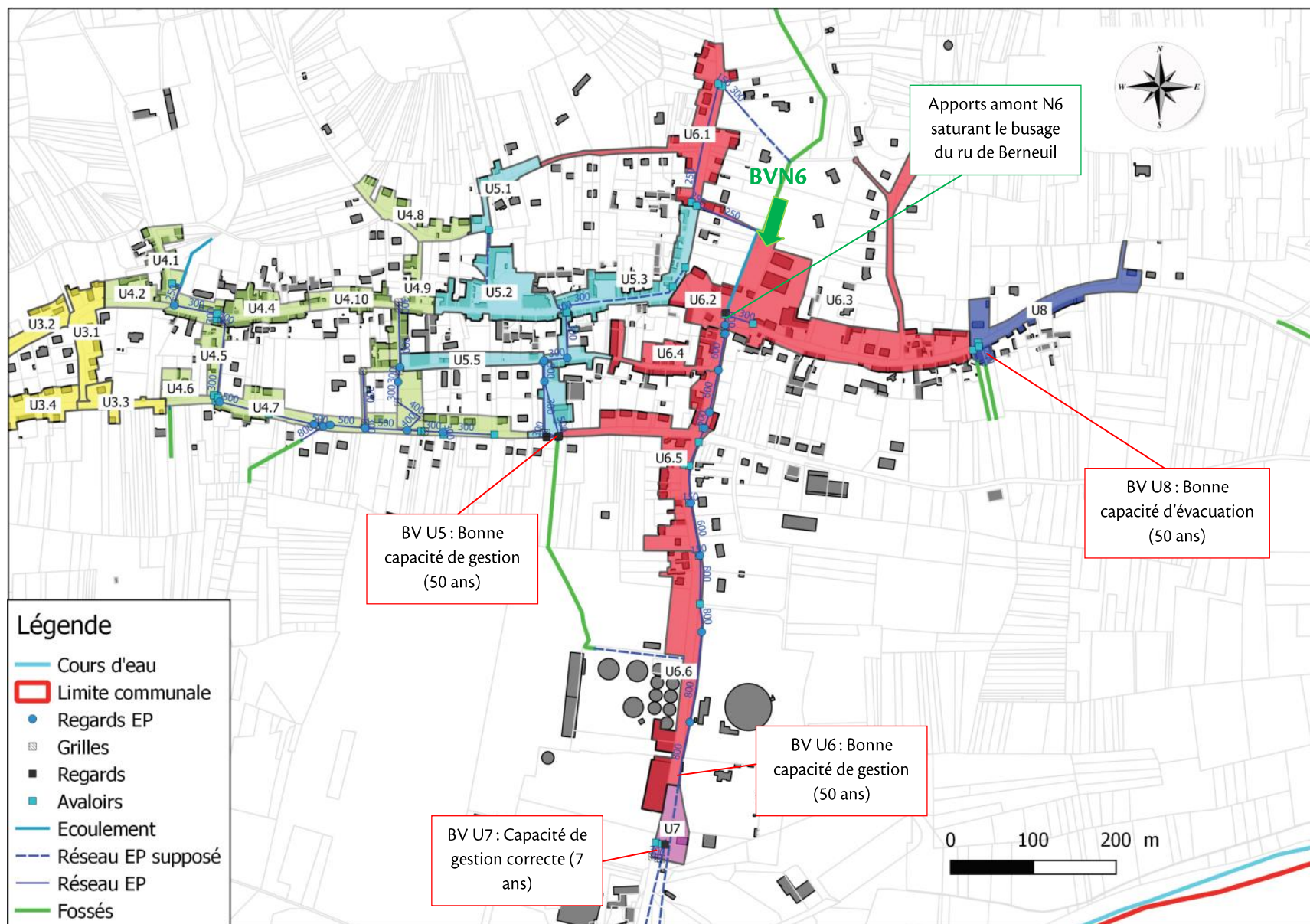


Figure 47. Synthèse de l'étude capacitaire dans le secteur de l'est de la commune

a) Secteur du hameau

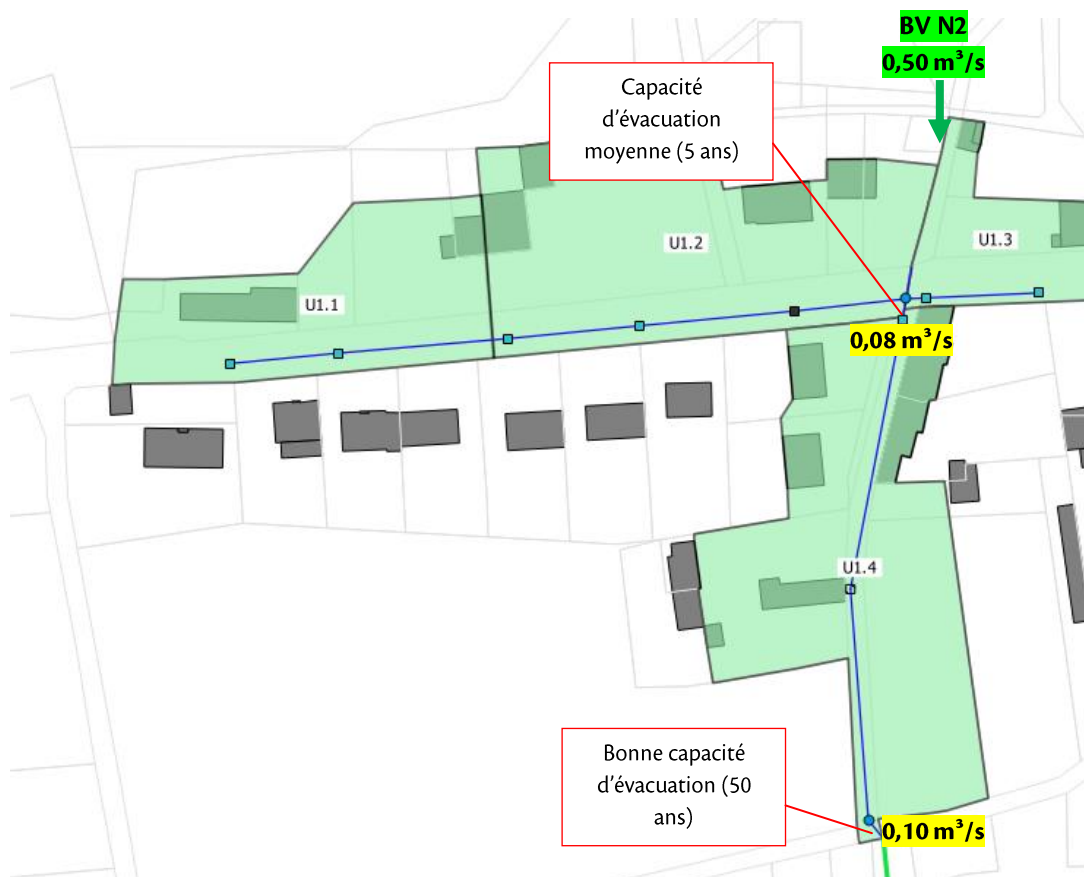


Figure 48. Capacités pluviales au niveau du secteur U1 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Le bassin versant urbain U1 est localisé dans le hameau de la commune. Le réseau pluvial est bien dimensionné et permet de gérer une occurrence de pluie de 50 ans.

La localisation géographique d'une habitation trop proche du cours d'eau posait problème sur ce secteur. De plus, la rue descendante ne possède pas d'avaloirs, ce qui peut engendrer des problèmes de ruissellement en cas de gros orages.

Le bassin versant rural N2, forestier et peu concentré à son exutoire, n'a pas causé de problème recensé malgré un débit calculé supérieur aux capacités d'évacuation locale.

En cas de fort ruissellement urbain dans la rue de Sainte-Claire, l'eau s'écoulera en direction de la ruelle Paillet avant d'être rejetée dans l'Aisne.

b) Secteur de la rue Sainte-Claire

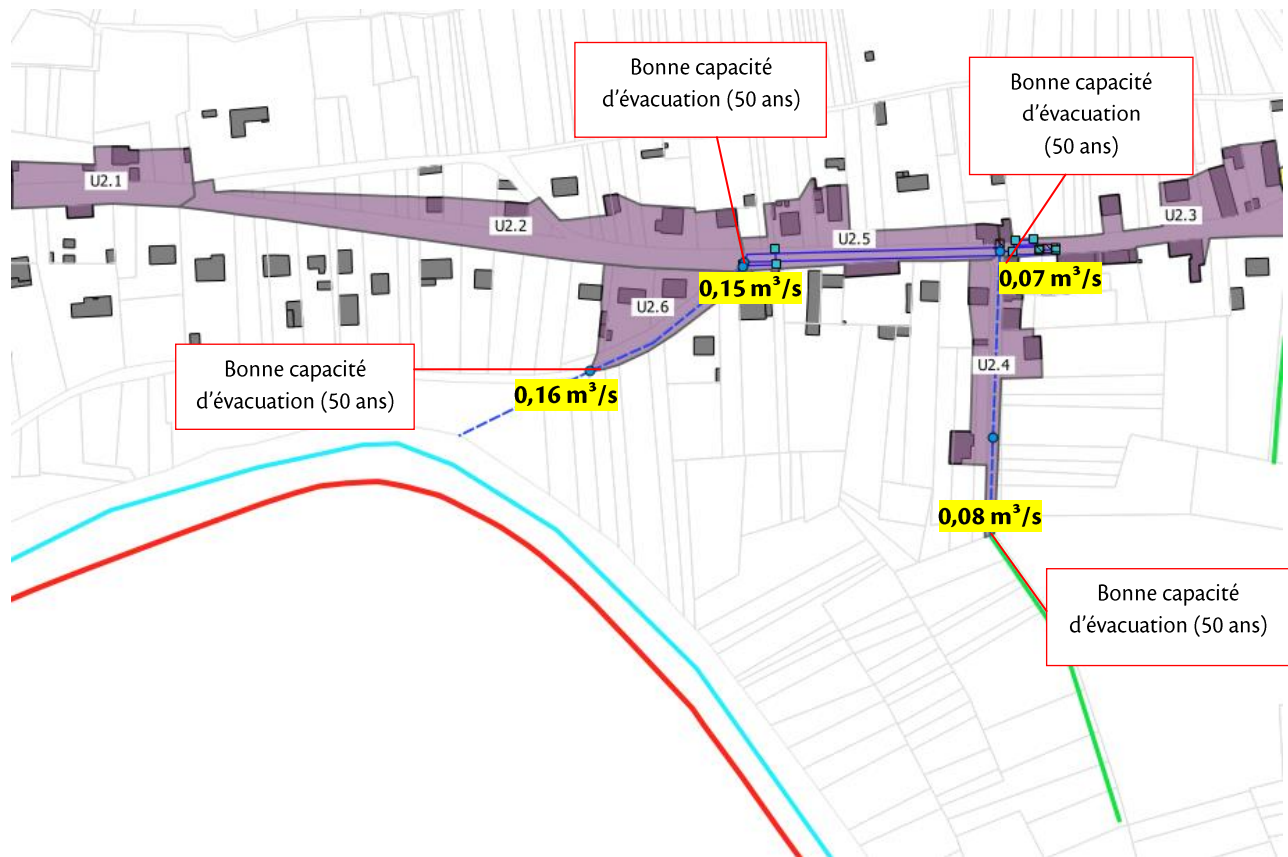


Figure 49. Capacités pluviales au niveau du secteur U2 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Dans le secteur 2, plus à l'est dans la rue Sainte-Claire, le réseau a une bonne capacité d'évacuation du fait de la pente élevée dans le bassin urbain U2.4 et de la section importante dans le bassin urbain U2.6.

On rappelle la présence de deux rejets pour ce bassin versant, un rejet direct dans l'Aisne (BV U2.6) et un rejet dans un fossé (U2.4).

En cas de saturation du réseau, l'eau sera drainée par les voiries et rejetée naturellement jusque dans l'Aisne grâce à une topographie favorable.

Aucun problème n'a été constaté dans cette zone.

c) Secteur de la rue des Mazures



Figure 50. Capacités pluviales au niveau du secteur U3 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Plus à l'est, au niveau du secteur U3, on constate un très petit tronçon de réseau constitué de 3 avaloirs. La capacité d'évacuation est mauvaise et ne permet pas de gérer une occurrence de pluie annuelle suite à la pente du réseau faible et à l'estimation de la petite section (300 mm) des conduites.

La topographie permet de drainer le ruissellement jusqu'au réseau, mais en cas de saturation de celui-ci, les eaux pluviales s'écouleront dans le bassin versant urbain U2.

d) Secteur de la rue Rochefort

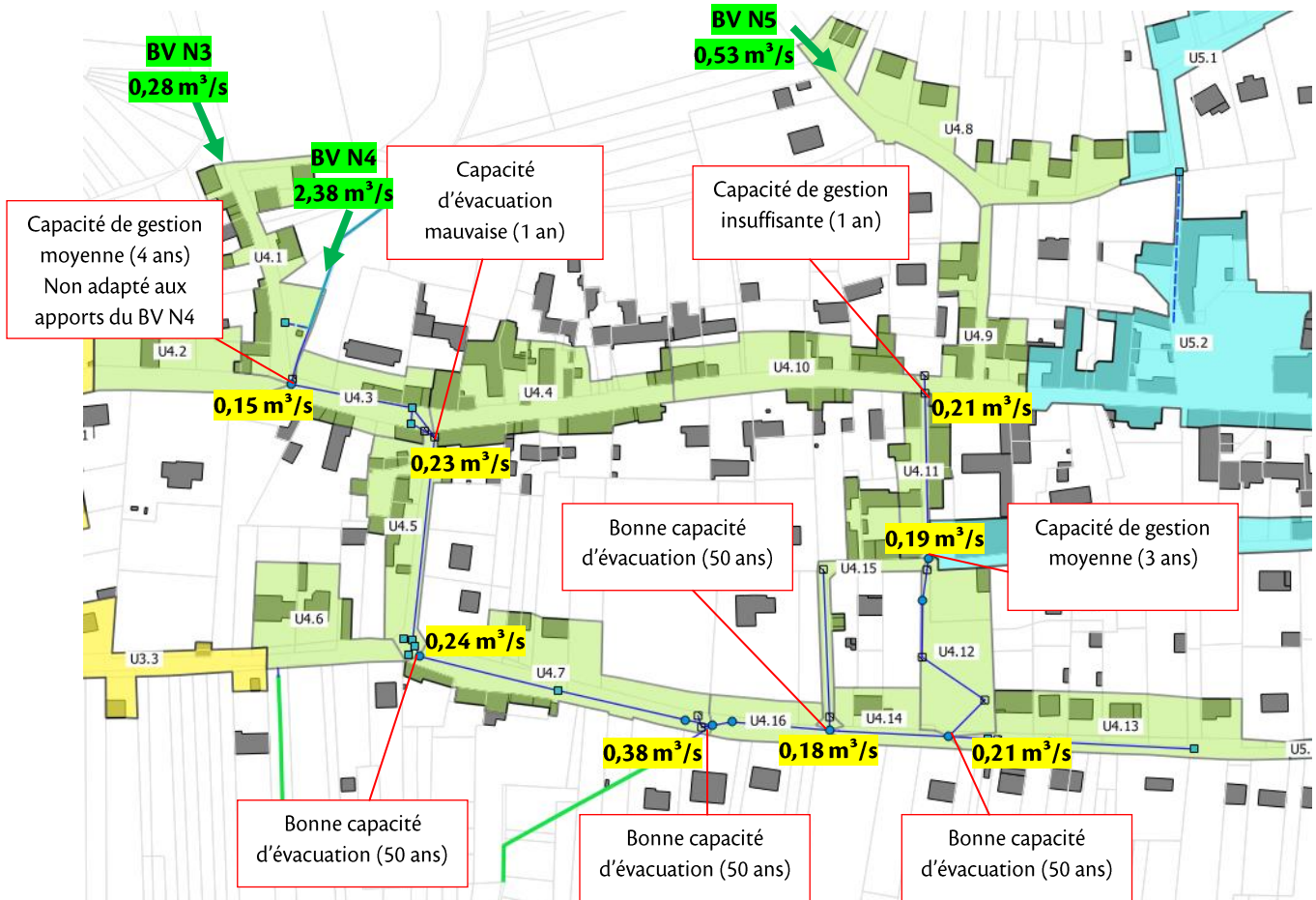


Figure 51. Capacités pluviales au niveau du secteur U4 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Le secteur U4, localisé à l'ouest du centre bourg, possède un réseau pluvial avec des capacités d'évacuation limitées dans la rue du Centre. Au niveau des bassins U4.8, U4.9 et U4.10, on dénombre un nombre insuffisant de grilles ou d'avaloirs (2).

Plusieurs problèmes ont pu être recensés. Un champ s'était retrouvé inondé en amont de la rue Rochefort. On retrouve également un apport de limons, ce qui a provoqué le bouchage d'un avaloir. Ensuite, on note la présence du débordement du canal de Rochefort provoquant une inondation d'un garage au niveau du croisement entre la rue du Centre et la rue Rochefort.

Ces problèmes se justifient par l'apport important du bassin versant rural N4, dont l'aval est canalisé. Les bassins versants N3 et N5, plus modestes sont principalement forestiers et ont une concentration moindre du débit à l'aval. Ils n'ont a priori pas occasionné de problème.

Les capacités d'évacuation ne permettent de gérer une occurrence de pluie courante (1 an) au niveau de la rue du Centre sauf au croisement de la rue Rochefort (4 ans). En aval, dans la rue des Mazures, les capacités d'évacuation sont bonnes du fait de la section importante des conduites (500 mm).

e) Secteur du centre bourg



Figure 52. Capacités pluviales au niveau du secteur U5 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Le secteur U5 est situé dans le centre bourg. En amont, le réseau possède une faible capacité d'évacuation du fait du faible diamètre des conduites (300 mm). Le réseau ne peut ainsi gérer une occurrence de pluie de plus de 2 ans.

En outre, des problèmes ont été recensés sur ce territoire, notamment des stagnations d'eau dans la rue du Centre à proximité de l'église ou encore des inondations dans la rue des Chiens Rouges. On constate une absence d'avaloirs dans cette partie de rue. Il convient d'en créer pour éviter de nouveaux problèmes.

En aval, la capacité d'évacuation est suffisante du fait du bon diamètre (400 mm) de la conduite.

f) Secteur de la route principale

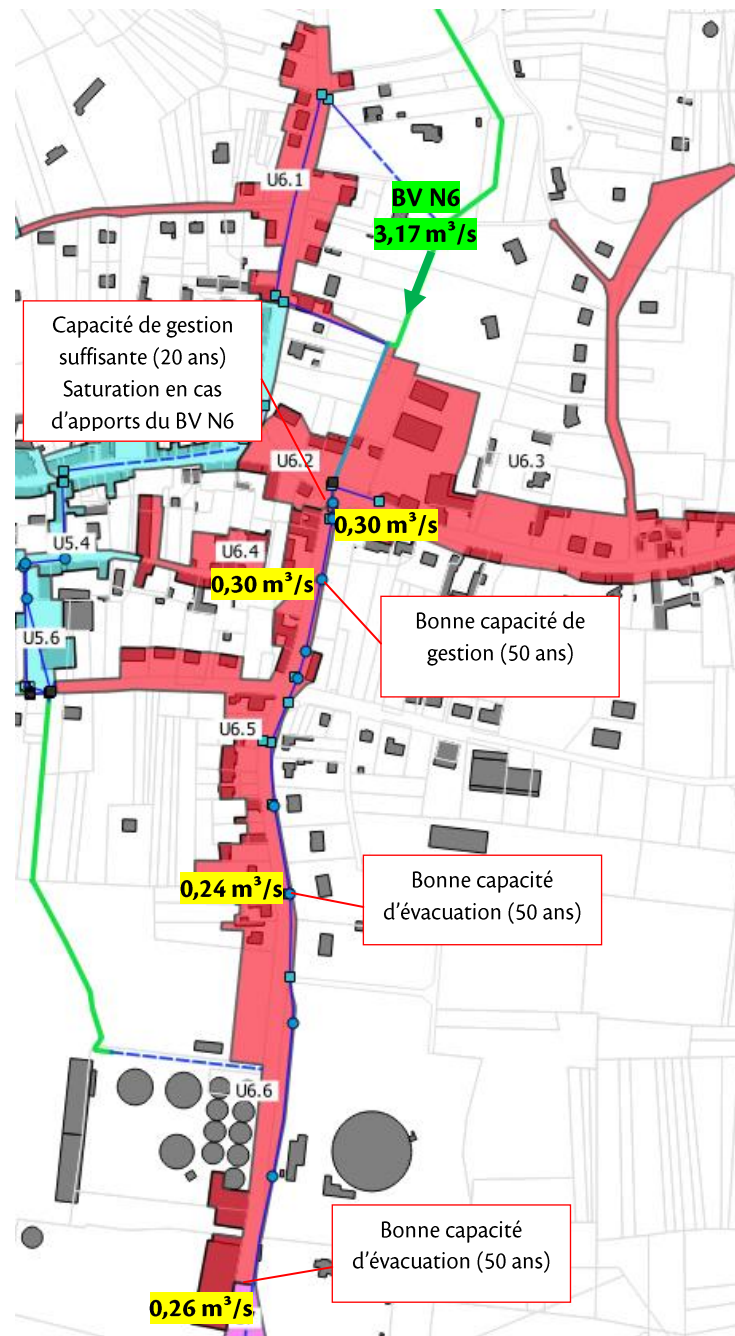


Figure 53. Capacités pluviales au niveau du secteur U6 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Le bassin urbain U6 est situé dans une zone urbaine dense qui longe la route principale. Les capacités d'évacuation du réseau sont suffisantes (occurrence de pluie de 20 ans et 50 ans) grâce au diamètre important des conduites en aval (800 mm).

Le bassin versant N6, repris par le ru de Berneuil, peut apporter des débits bien supérieurs aux capacités d'évacuation, et a occasionné l'inondation des habitations au niveau de son busage vers l'aval.

La gestion du ruissellement urbain est moins problématique en cas de saturation des réseaux, celui-ci étant drainé en surface par la rue Marcel Rinn avec une pente est favorable vers l'Aisne.

g) Secteur au sud de la rue Marcel Rinn

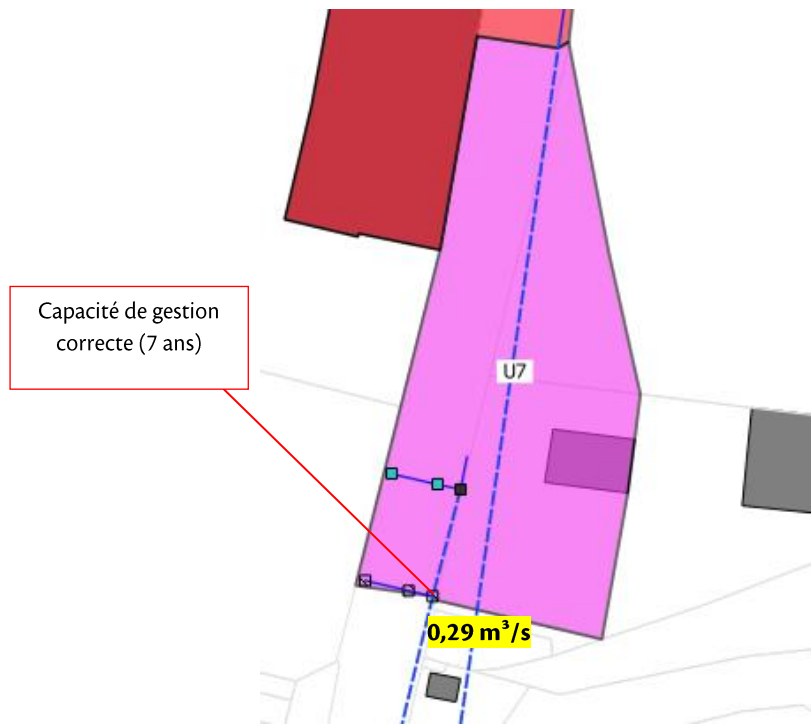


Figure 54. Capacités pluviales au niveau du secteur U7 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Ce secteur comprenant le bassin versant U7 est situé directement en aval du bassin versant U6, dans la zone industrielle. Celui-ci n'est pas destiné à collecter les eaux d'une occurrence de pluie supérieure à 5 ans du fait d'un nombre de grilles ou d'avaloirs insuffisant (5). On estime que le réseau se déverse directement dans l'Aisne en suivant la rue Marcel Rinn.

D'après nos échanges avec les élus, aucun phénomène n'a été recensé au sein de ce secteur. D'ailleurs le risque est plus faible dans cette zone compte tenu du ruissellement qui tendrait à s'écouler naturellement dans l'Aisne. Afin de permettre ce ruissellement naturel, il est nécessaire de veiller à ce qu'il n'y ait aucun obstacle qui puisse obstruer les écoulements vers les berges entre le pont plus en aval et la route.

h) Secteur de la rue Raymond Faroux

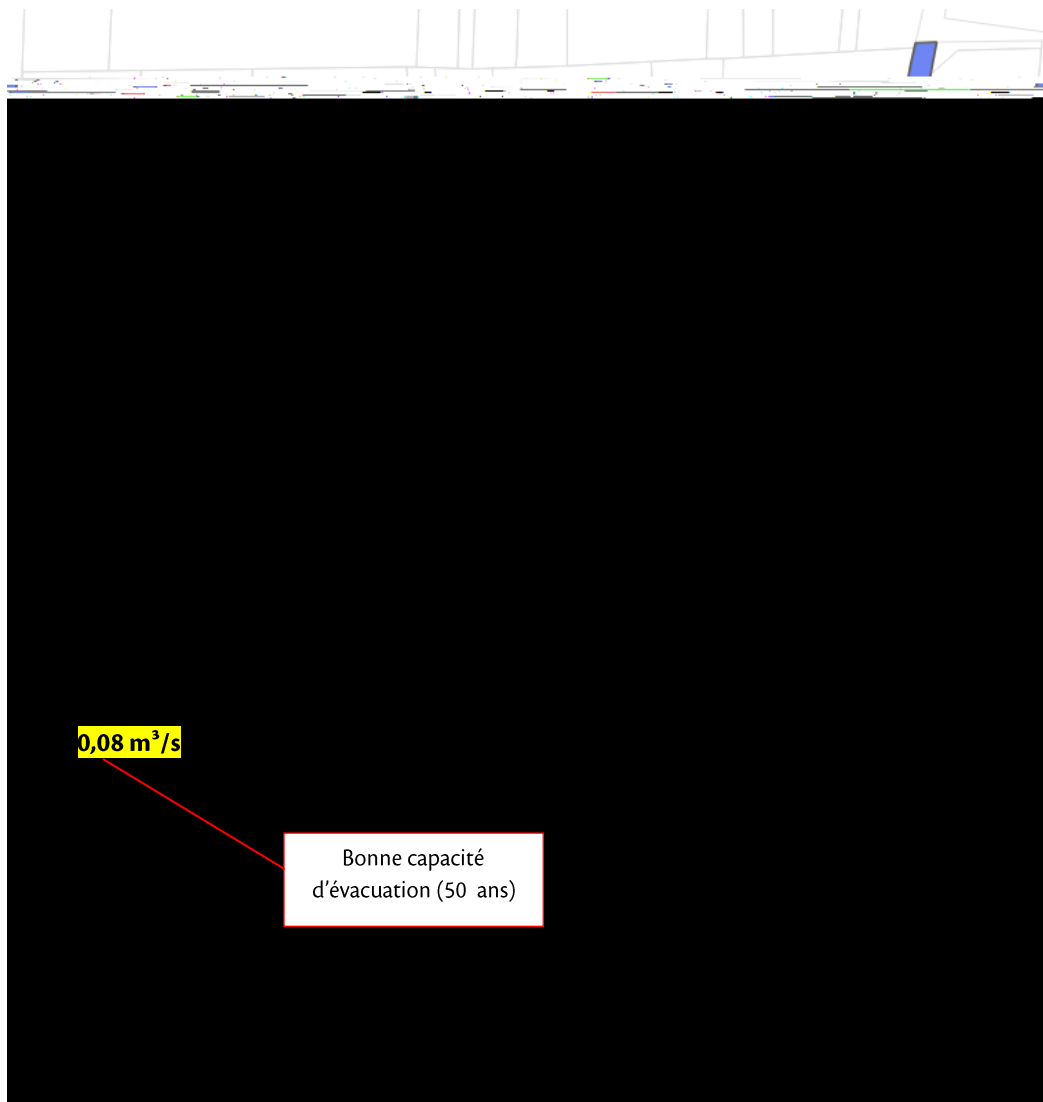


Figure 55. Capacités pluviales au niveau du secteur U8 et débits de pointe lors de l'occurrence de pluie de 20 ans

Le secteur U8 est localisé à l'est du bourg communal dans la rue Raymond Faroux. Des problèmes de coulées de boue ont déjà été recensés sur la zone, notamment dans la rue du Bourgain. La topographie présente une pente importante qui permet le drainage des eaux vers le réseau de faible taille.

En cas de saturation de ce réseau, les eaux sont rejetées dans le bassin urbain U6.3.

Au niveau du réseau, la capacité d'évacuation est bonne (occurrence de pluie de 50 ans).

Néanmoins, il est important de rester vigilant avec le ruissellement diffus en amont.

4.4.3. Synthèse des résultats

On constate que les **apports amont des bassins versants ruraux** sont importants au niveau du canal de Rochefort (BV N4) et de la rue Raymond Faroux (BV N6). Ces apports provoquent des débits importants pouvant inonder d'une part la rue du Centre et faire déborder le canal de Rochefort, et d'autre part les habitations juste en amont du busage du rue de Berneuil lors de la traversée de la rue Raymond Faroux.

On note un bon dimensionnement des canalisations dans le hameau, dans les BV U1, U2, U6, U7, U8 puis en aval des BV U4 et U5. En revanche, on retrouve des capacités d'évacuation faibles en amont des BV U4 et U5 puis dans le BV U3 ainsi que des mauvaises capacités de collecte aux emplacements qui ont déjà subi des problèmes en lien avec les eaux pluviales (au niveau de l'église dans le BV U5 et dans la rue des Chiens Rouges).

Par conséquent, plusieurs zones constituent un point sensible à surveiller (le centre du bourg, le secteur de Rochefort ou encore la rue Raymond Faroux).

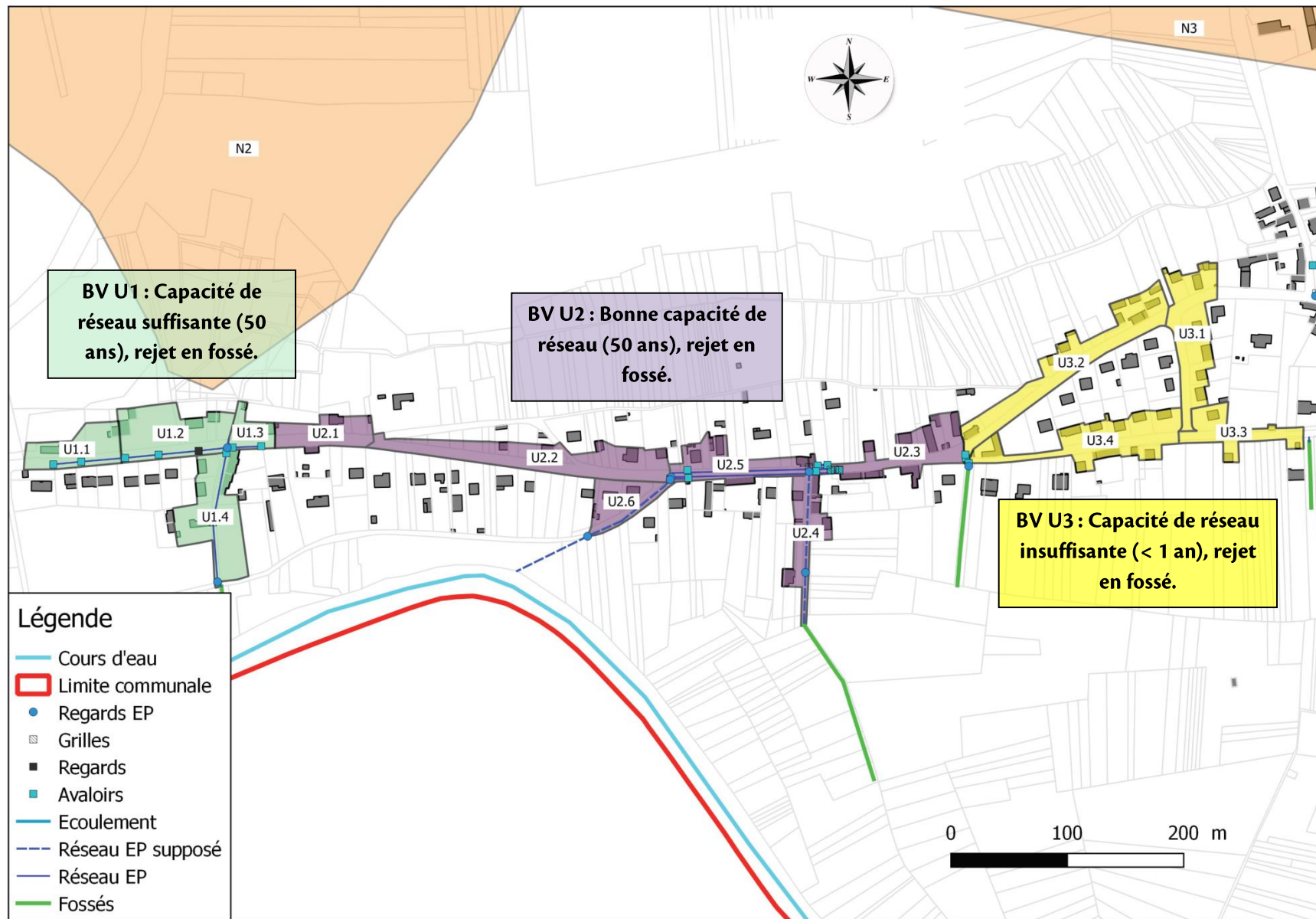


Figure 56. Synthèse des résultats dans les BV U1, U2 et U3

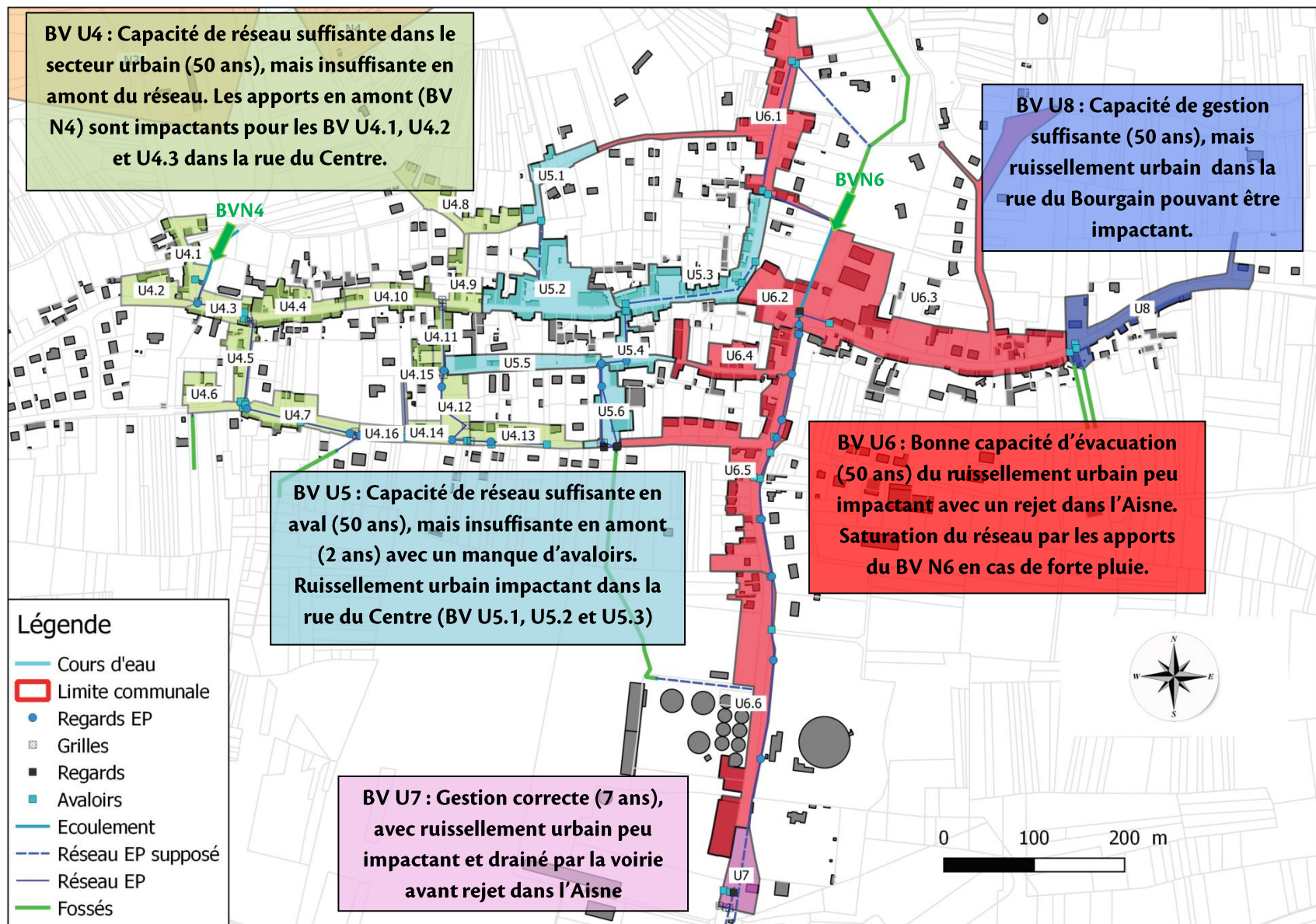


Figure 57. Synthèse des résultats dans les BV U4, U5, U6, U7 et U8

5. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENT

5.1. PROPOSITIONS TECHNIQUES EN MILIEU URBAIN

5.1.1. Gestion du ruissellement dans la rue du Centre

Objectifs : empêcher les stagnations d'eau régulièrement observées dans la rue du Centre à proximité de l'église. Ces stagnations sont notamment dues à l'apport du bassin versant amont (BV N5).

Aménagements proposés : ce secteur est concerné de manière courante par le ruissellement des eaux pluviales qui proviennent du bassin versant rural N5 et qui s'écoulent sur la place en face de la mairie avant de stagner dans la rue du Centre. Lors de gros orages, l'eau s'écoule dans la petite ruelle du Centre, ce qui provoque une inondation dans la rue des Chiens Rouges.

Il est proposé le réaménagement de la place avec :

- La désimperméabilisation des places de stationnement (revêtements perméables) sur 850 m²,
- L'aménagement de jardins de pluie entre les places de stationnement,
- La création de noues avec tranchée d'infiltration au bas de la place et autour de la fontaine,
- L'aménagement de caniveaux et de cassis d'interception pour orienter le ruissellement vers les noues.

Sur la place en face de la mairie, le sol est constitué de limons sableux ainsi que de sables et de graviers. Cette constitution du sol est perméable et permet l'infiltration de l'eau.

a) Dimensionnement des ouvrages

- **Les noues et tranchées d'infiltration :**

Le site présente actuellement 2 500 m² de voirie dont le ruissellement peut stagner au point bas de la route. La désimperméabilisation permettra de réduire à 1650 m² la surface à gérer au total. Une petite partie de 200 m² sera gérée dans le jardin pluvial

En considérant une vitesse d'infiltration de 5.10^{-6} m/s et une surface d'infiltration de 125 m² (noues de 2,5 m de large sur un linéaire total de 50 m), le volume nécessaire sera de 61 m³ pour gérer l'occurrence vicennale.

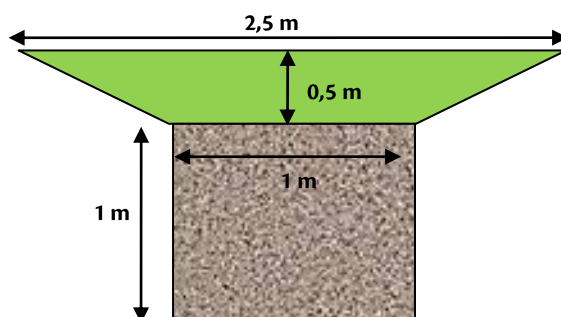


Figure 58. Schéma de la noue avec tranchée d'infiltration

Méthode des pluies linéarisée avec les coefficients de Montana			
dénomination	symbole	valeur	unité
Surface	S	0.165	ha
Coefficient d'apport	Ca	1	
Surface active	Sa	0.165	ha
$Sa = Ca \times S$			
Débit de fuite	Q_f	0.63	l/s
Débit de fuite spécifique	q_f	1.3745	mm/h
$q_f = Q_f \times 0,36 / Sa$			
durée de remplissage	t_r	619.48	min
$t_r = (q_f / (60 \times a \times (1-b)))^{1/b}$			
		10.32	h
capacité spécifique de stockage	ha	37.04	mm
$ha = t_r^{1-b} - t_r / 60 \times q_f$			
Volume bassin	V	61	m³
$V = ha \times Sa \times 10$			
"xx" valeur à renseigner			
Durée de vidange	t_v	1616.90	min
$t_v = t_r - (60 \times a / q_f)^{1/b}$			
		26.95	h
à partir du remplissage total			
		1.12	j

Figure 59. Calcul du volume de bassin

- **Jardin pluvial :**

Il s'agit d'un ouvrage essentiellement qualitatif à adapter aux contraintes locales. Un jardin de plantes ligneuses et herbacées d'une largeur de 30 cm à 50 cm encadré par des bordures de 10 cm de chaque côté (avec des saignées pour alimenter le jardin permet une implantation sans réduction significative des places de stationnement. L'aménagement de ces jardins pluviaux sur des linéaires de 18 et 25 ml et permettra d'intercepter 800 m² de surface imperméabilisée.



Figure 60. Exemple de jardin pluvial implanté en bord de route (www.nwrm.eu)

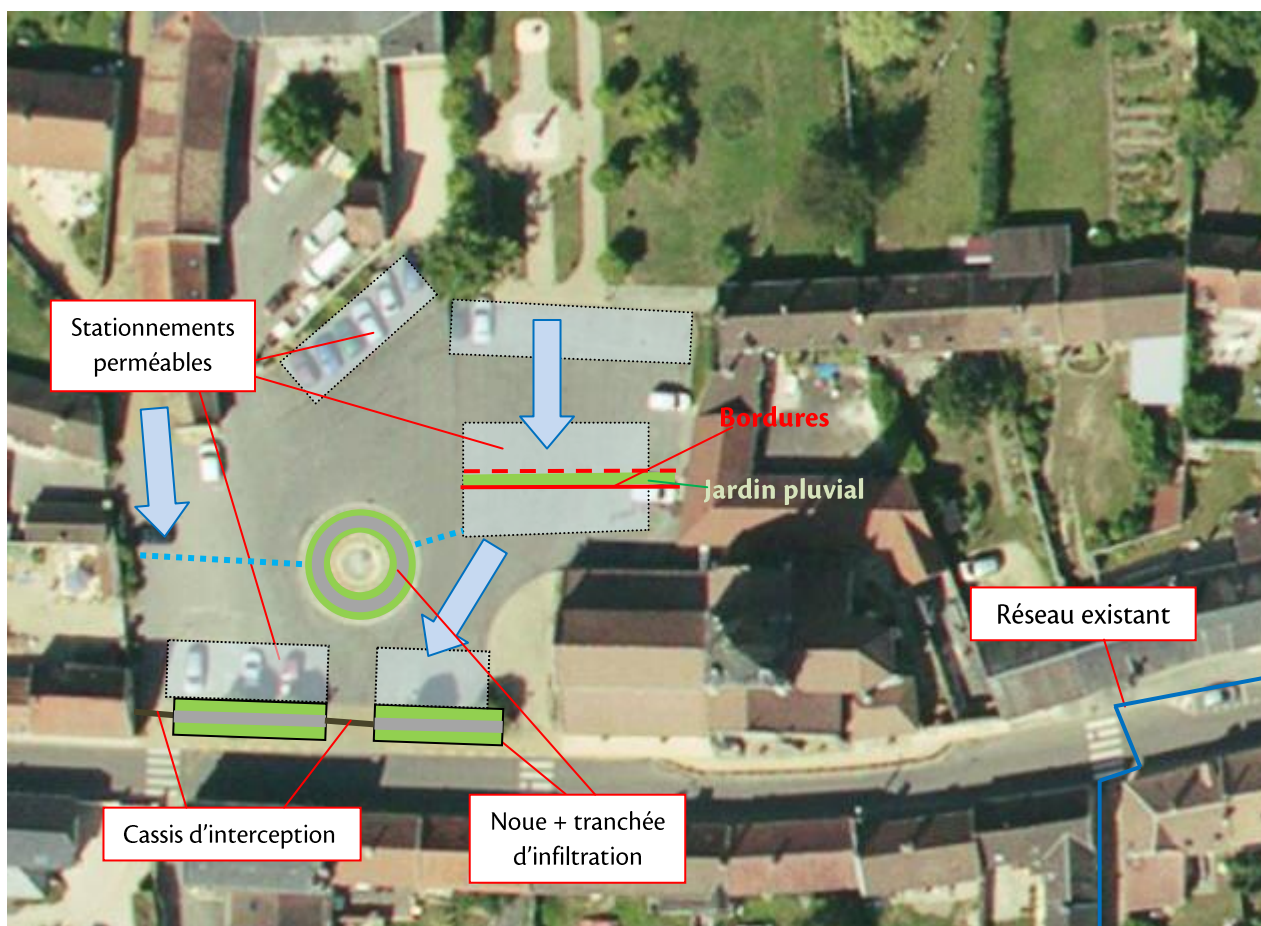


Figure 61. Schéma de réaménagement de la place pour la gestion du ruissellement au niveau de l'église

Chiffrage du bassin d'infiltration :

Cet aménagement est estimé à **69 180 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	2 500 €	2 500 € HT
Noues avec tranchées d'infiltration	50	ml	150 €	7 500 € HT
Cassis d'interception	2	F	1 000 €	2 000 € HT
Aménagement stationnement perméable	850	m ²	50 €	42 500 € HT
Caniveaux	30	ml	25 €	750 € HT
Jardin pluvial	20	ml	120 €	2 400 € HT
Montant de travaux				57 650 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20 %)				11 530 € HT
Montant total de l'opération				69 180 € HT

Entretien : un nettoyage et entretien périodique de la noue et du jardin pluvial sont nécessaires. Un entretien préventif pour le colmatage de la tranchée est des stationnements est à prévoir.

5.1.2. Gestion du ruissellement dans la rue de Rochefort

a) Limitation des débits en amont (priorité 1)

Objectifs : limiter les débits arrivant au canal de la rue de Rochefort pour diminuer la fréquence des débordements vers les particuliers en aval

Aménagements proposés : afin d'éviter des inondations et ne pas augmenter l'impact des débits en aval, nous proposons de diminuer la section de passage actuellement en Ø 800 sous un chemin par un Ø 500 ce qui permettra de tamponner de manière plus importante le ruissellement du bassin versant rural N4 en amont du secteur Rochefort. Cette mesure devra s'accompagner des mesures en amont visant à limiter les apports venant des bassins versants agricoles (cf. chapitre 5.2)

Impact : l'aménagement interceptera 190,7 hectares de bassin versant dont 72 ha de surface agricole interceptés et ne rejetant que 72 l/s vers l'aval. Avec un débit de fuite de **600 l/s** imposé par le Ø 500, une retenue de 1221 m³ sera générée en cas de pluie d'occurrence 20 ans.

Méthode des pluies linéarisée avec les coefficients de Montana			
dénomination	symbole	valeur	unité
Surface	S	118.7	ha
Coefficient d'apport	Ca	0.081	
Surface active	Sa	9.6147	ha
$Sa = Ca \times S$			
Débit de fuite	Q _f	600	l/s
Débit de fuite spécifique	q _f	22.4656	mm/h
$q_f = Q_f \times 0,36 / Sa$			
durée de remplissage	t _r	13.00	min
$t_r = (q_f / (60 \times a \times (1-b)))^{-1/b}$			
		0.22	h
capacité spécifique de stockage	ha	12.70	mm
$ha = t_r^{1-b} - t_r / 60 \times q_f$			
Volume bassin	V	1221	m³
$V = ha \times Sa \times 10$			

Figure 62. Calcul du volume retenu en amont de la réduction de section

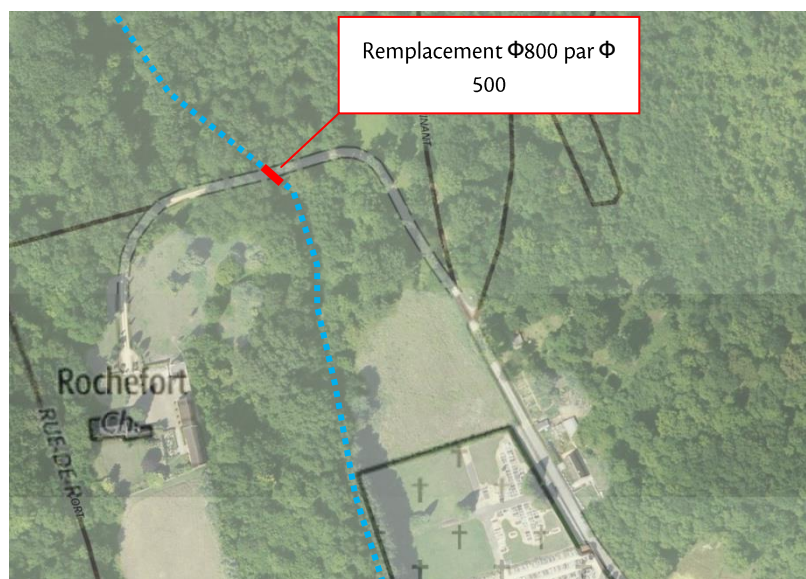


Figure 63. Limitation de débit par un Ø 500 en amont de la rue de Rochefort

Chiffrage :

Cet aménagement est estimé à **6 000 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	2 500 €	2 500 € HT
Canalisation Ø 500 béton	1	F	2 500 €	2 500 € HT
Montant de travaux				5 000 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				1 000 € HT
Montant total de l'opération				6 000 € HT

b) Aménagement d'une décharge vers la voirie (priorité 1)

Objectifs : éviter qu'en cas de saturation du canal de la rue de Rochefort, les surverses se fassent vers les habitations des particuliers en les orientant vers la voirie

Aménagements proposés : aménagement d'une surverse en surface vers la voirie de la rue de Rochefort sous la forme d'une saignée béton entre le canal et la voirie.

Chiffrage :

Cet aménagement est estimé à **4 320 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	2 500 €	2 500 € HT
Saignée béton	10	ml	60 €	600 € HT
Reprise bordure	1	F	500 €	500 € HT
Montant de travaux				3 600 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				720 € HT
Montant total de l'opération				4 320 € HT

c) Renforcement du réseau en aval du canal de la rue de Rochefort (priorité 2)

Objectifs : éviter la saturation et le débordement au niveau du busage du canal qui est actuellement complètement sous dimensionné par rapport aux capacités du canal et aux débits potentiels

Aménagements proposés : Remplacement de l'actuel réseau en Ø 300 sur 190 ml par une canalisation Ø 500 jusqu'au réseau de même dimension dans la rue des Mazures

Dimensionnement : Cet aménagement a pour but d'évacuer les débits de pointe drainés par le canal de la rue de Rochefort. Ces apports étant limités en amont par l'aménagement d'un Ø 500 et en aval par le réseau en Ø 500 existant, l'aménagement d'un diamètre similaire est retenu pour assurer la continuité hydraulique.

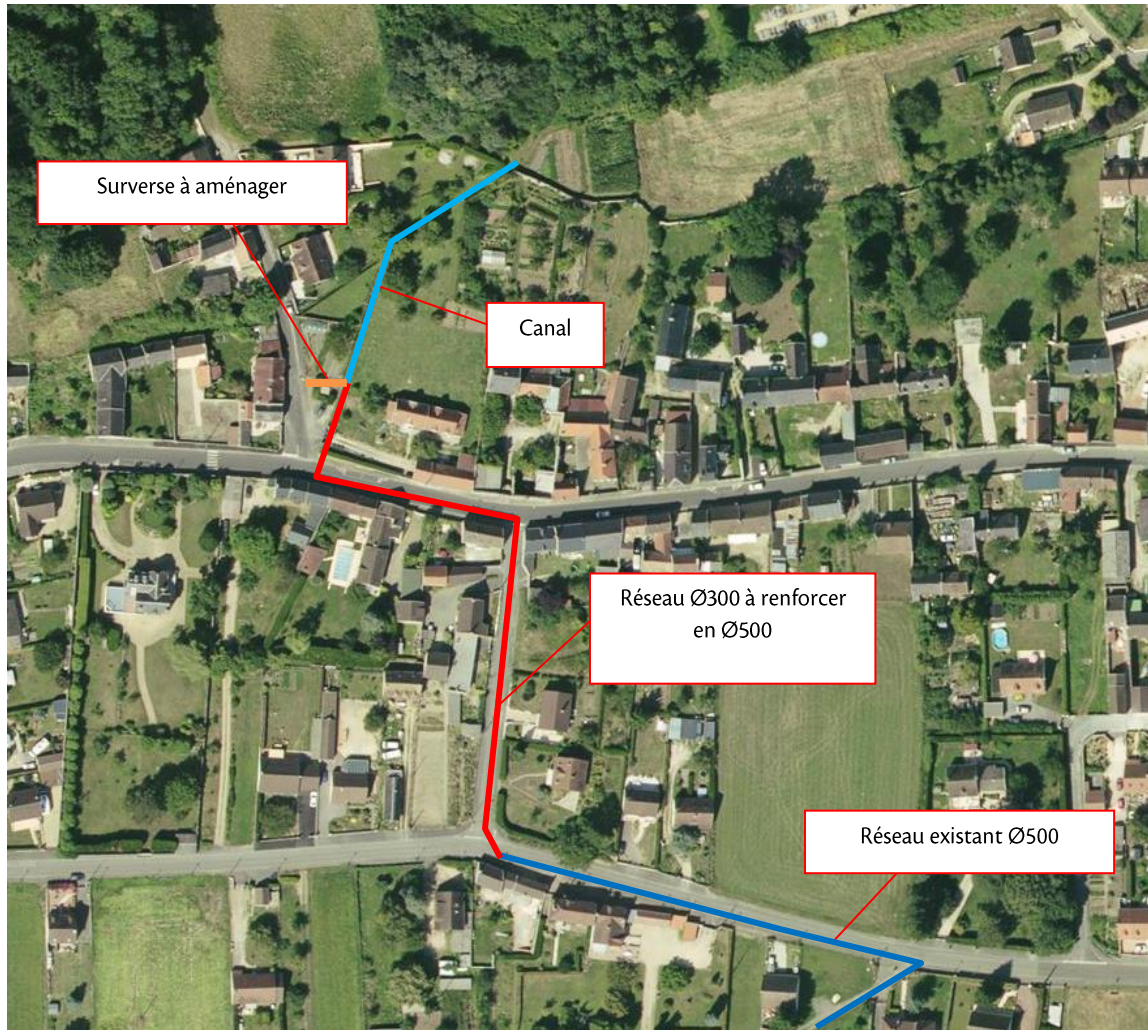


Figure 64. Aménagements proposés au niveau de la rue de Rochefort

Chiffrage :

Cet aménagement est estimé à **128 400 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	2 500 €	2 500 € HT
Canalisation Ø 500 béton sous voirie	500	MI	550 €	104 500 € HT
Montant de travaux				107 000 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				21 400 € HT
Montant total de l'opération				128 400 € HT

5.2. PROPOSITIONS TECHNIQUES EN MILIEU NON URBAIN

5.2.1. Mesures générales de gestion du ruissellement en domaine agricole

a) Conservation et entretien des éléments de gestion des eaux pluviales

L'ensemble des fossés, des saignées et des mares recensés lors de l'état des lieux sont à conserver et à entretenir afin de ne pas aggraver les ruissellements amont.

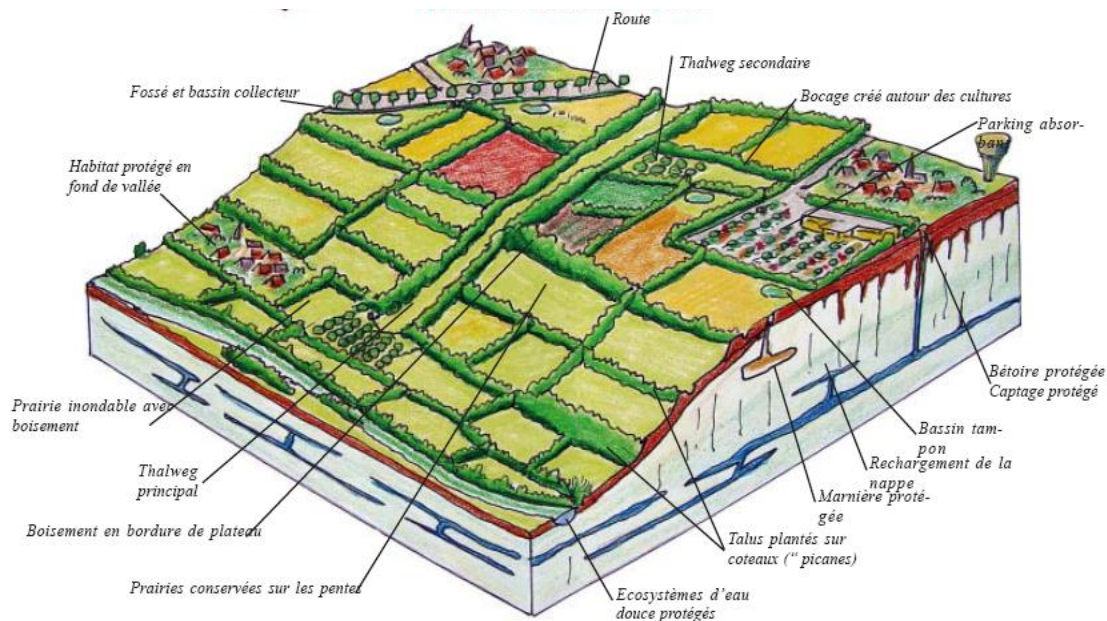


Figure 65. Exemple de technique de gestion hydraulique douce

b) Adaptation des pratiques agricoles

Après les récoltes, les parcelles sont nues, généralement très tassées, avec parfois des ornières. Le sol n'arrive plus à infiltrer l'eau même lors de faibles pluies. Les risques de ruissellement et d'érosion deviennent très importants, sur la parcelle et à l'aval de celle-ci.

Quelle que soit la durée entre la récolte et la culture suivante, il est nécessaire de travailler le sol pour casser la croûte de battance (couche peu perméable se formant en surface d'un sol nu après des précipitations et accentuant le ruissellement pour les pluies suivantes) et redonner une forte capacité d'infiltration à la parcelle.

L'implantation d'un couvert végétal permet de protéger le sol de la dégradation par les pluies grâce au feuillage. L'infiltration et la résistance du sol à l'arrachement sont augmentées grâce à la présence du système racinaire. Le ruissellement et l'érosion s'en trouvent très fortement réduits.

Nous préconisons aux agriculteurs de la commune d'adopter un travail perpendiculaire à la pente. En outre, nous conseillons de rechercher un labour très motteux (\varnothing 1 à 3 cm) pour retarder l'apparition de la battance et retenir l'eau, de briser la croûte de battance en hiver à l'aide d'une houe rotative pour rendre le sol poreux et d'utiliser un tracteur léger, tasse-avant roues jumelées, prépare-sol, rouleau barre pour ne pas tasser le sol et empêcher l'eau de s'infiltrer.

c) Optimisation de l'organisation des cultures sur un bloc de parcelles

Chaque culture a une période de fort risque d'érosion différente selon sa date de semis et selon la croissance du couvert végétal. Par exemple, la période à risque du blé est du semis jusqu'à fin mars alors que celle de la betterave se situe de mars à juin. Dès qu'un type de culture devient prépondérant sur un bloc de parcelles supérieur ou égale à 20 ha, le ruissellement répond à la loi du tout ou rien. Afin d'éviter cela et de réduire les risques d'érosion nous préconisons la polyculture sur les grandes parcelles de monoculture en alternant et diversifiant les différentes cultures. Il faut ainsi rechercher une occupation des sols moyenne correspondant à 50 % de culture de printemps et à 50 % de culture d'hiver. Ces différentes cultures pourraient être séparées par des fascines ce qui permettra de réduire considérablement les risques d'érosions, de coulées de boue et d'inondations.

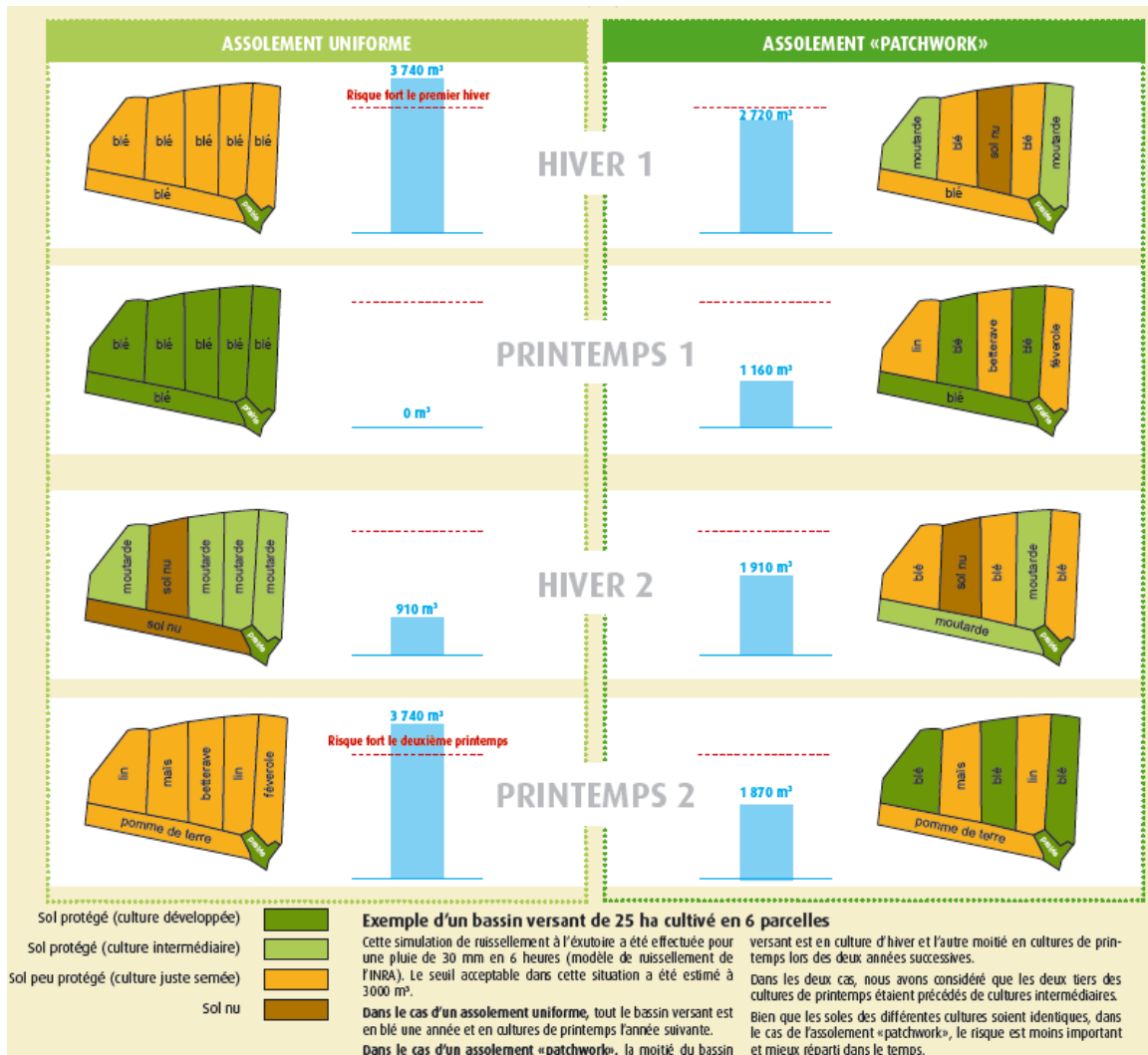


Figure 66. Comparaison du ruissellement entre deux différentes organisation de culture sur un bloc de parcelles (source : AREAS)

5.2.2. Gestion du ruissellement du chemin de la Virole / rue du Bourgain

Objectifs : Limiter le ruissellement des surfaces agricoles en amont du chemin de la Virole/rue du Bourgain et gérer les apports en aval au bas au niveau de la rue Raymond Faroux.

Aménagements proposés :

- On propose de manière prioritaire sur le secteur de limiter le ruissellement à l'aval des champs par l'aménagement d'une bande enherbée / fascine vivante.
- Dans un second temps, il est proposé d'orienter le ruissellement au bas de la rue vers un fossé à créer dans la rue Raymond Faroux.
- **Action dans le secteur de la Virole :** des coulées de boue se produisent dans ce secteur, provoquant le blocage de l'accès à la maison isolée. Une zone 1AU est de plus située à l'aval de la partie ouest du champ. On met en évidence la disposition d'un champ de blé en amont dans le sens de la pente, ce qui favorise l'accélération du ruissellement. Une orientation perpendiculaire à la pente permettrait donc de ralentir l'écoulement, mais aussi d'améliorer la production du blé grâce à une conservation de l'enrichissement du sol, composé de matière organique.

L'autre mesure est de freiner le ruissellement et provoquer la sédimentation de la terre en mettant en place des fascines le long du champ en aval pour éviter que l'eau bloque l'accès à la route. Les matériaux solides se retrouvent piégés et ne peuvent être charriés en aval. Le ralentissement du ruissellement permet en outre de diminuer l'érosion.

Le ruissellement dans le champ étant assez diffus, il convient d'ajouter une bande enherbée pour plus d'efficacité dans le piégeage des sédiments ainsi qu'une haie.

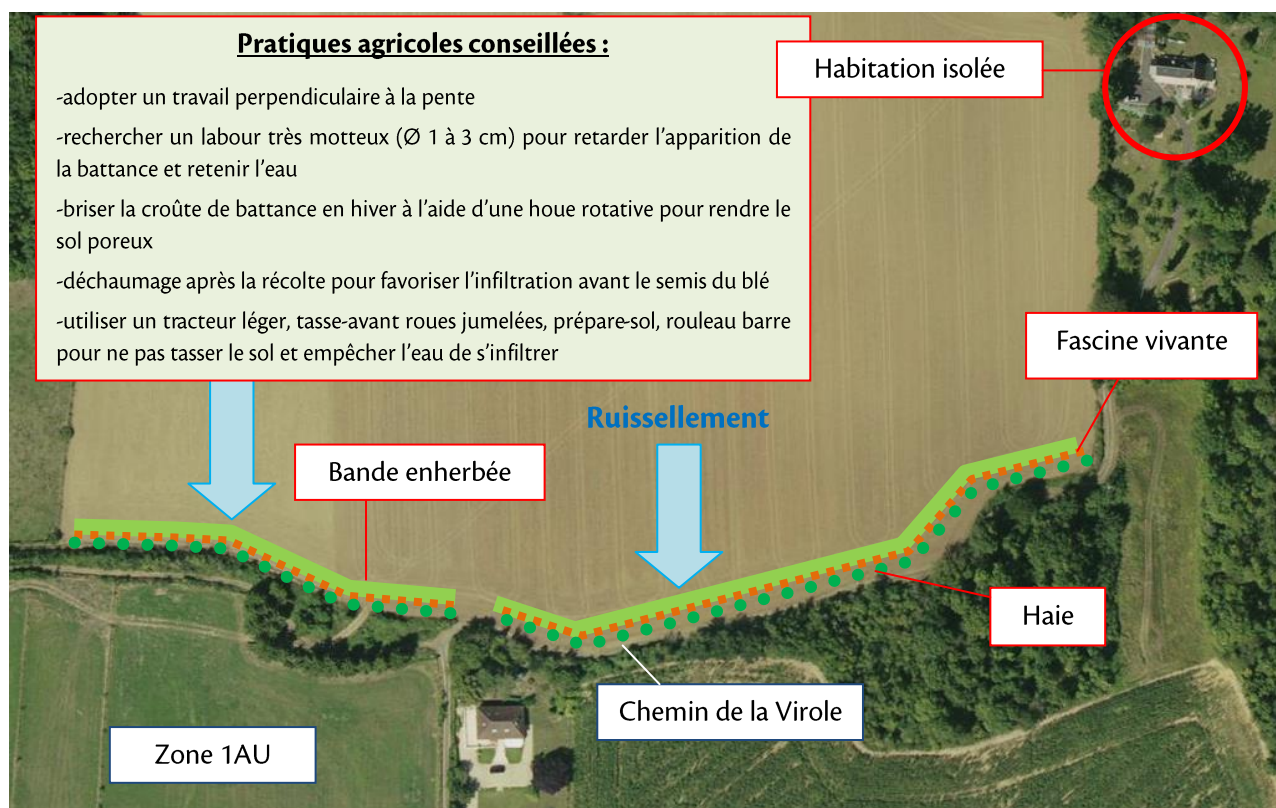


Figure 67. Aménagement dans le champ en amont du chemin de la Virole

Chiffrage :

Cet aménagement est estimé à **29 700 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	2 500 €	2 500 € HT
Création de la fascine	330	ml	60 €	19 800 € HT
Création de la haie	330	ml	15 €	4 950 € HT
Montant de travaux				24 750 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20 %)				4 950 € HT
Montant total de l'opération				29 700 € HT

Entretien : pour la fascine, réparer les possibles affouillements, vérifier et compléter le remplissage du caisson si besoin, tailler les arbres, surveillance des dépôts. Pour les bandes enherbées, coupage de l'herbe une fois par an au début de printemps ou à l'automne, ou broyage. En cas de fauche, l'herbe devra être enlevée rapidement pour éviter d'obstruer les ouvrages hydrauliques en aval. Pour la haie, taillage de manière à avoir une haie assez large au pied, contrôle des mauvaises herbes, regarnissage chaque hiver.

Actions préalables : Prévoir une acquisition foncière de l'espace d'aménagement ou une convention avec l'agriculteur.

Aménagement (rue du Bourgain et Raymond Faroux) :

Afin de gérer les coulées de boue qui se produisent dans ce secteur, il est proposé d'aménager :

- Un premier cassis d'interception dans le bas de la rue du Bourgain pour retenir notamment les apports en gravier, le ruissellement s'écoulant latéralement vers la rue Raymond Faroux.
- Un deuxième cassis orientera lui le ruissellement en surface vers un fossé.
- Le fossé permettra de gérer localement le ruissellement du chemin.



Figure 69. Aménagement d'un cassis d'interception et d'un bassin d'infiltration dans la rue du Bourgain et la rue Raymond Faroux

Chiffrage :

Cet aménagement est estimé à **9 240 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Coût unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	2 500 €	2 500 € HT
Cassis d'interception	2	F	2 000 €	4 000 € HT
Création de fossés	30	ml	40 €	1 200 € HT
Montant de travaux				7 700 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20 %)				1 540 € HT
Montant total de l'opération				9 240 € HT

5.2.3. Gestion du ruissellement amont sur le bassin versant N4

Objectifs : Limiter le ruissellement des surfaces agricoles vers le ru de Berneuil en amont de la rue Raymond Faroux qui provoquent des inondations affectant les riverains.

Aménagements proposés :

1. Aménagement d'un talus sur 100 ml sur une zone de prairie et remodelage du chemin à l'ouest pour orienter le ruissellement en amont du talus. Cet aménagement permettra d'intercepter 24 ha de surfaces agricoles ;
2. Aménagement sur 150 ml d'une bande enherbée / haie / talus à l'angle de 2 chemins. Cet aménagement permettra d'intercepter 23 ha de surfaces agricoles ;
3. Aménagement sur 120 ml d'une bande enherbée / haie / talus à l'angle de 2 chemins. Cet aménagement permettra d'intercepter 25 ha de surfaces agricoles.
4. Aménagement complémentaire d'une haie sur 125 ml (en amont de l'aménagement 1) pour limiter les apports boueux et ralentir les ruissellements vers l'aval. Cela renforcera l'efficacité du dispositif. Attention cet aménagement est situé hors du territoire communal, sur le territoire de Saint Crépin-aux-Bois ;
5. Aménagement complémentaire d'une haie sur 120 ml (en amont de l'aménagement 2) pour limiter les apports boueux et ralentir les ruissellements vers l'aval. Cela renforcera l'efficacité du dispositif.

Ces aménagements permettraient d'intercepter la majeure partie des surfaces agricoles en amont.

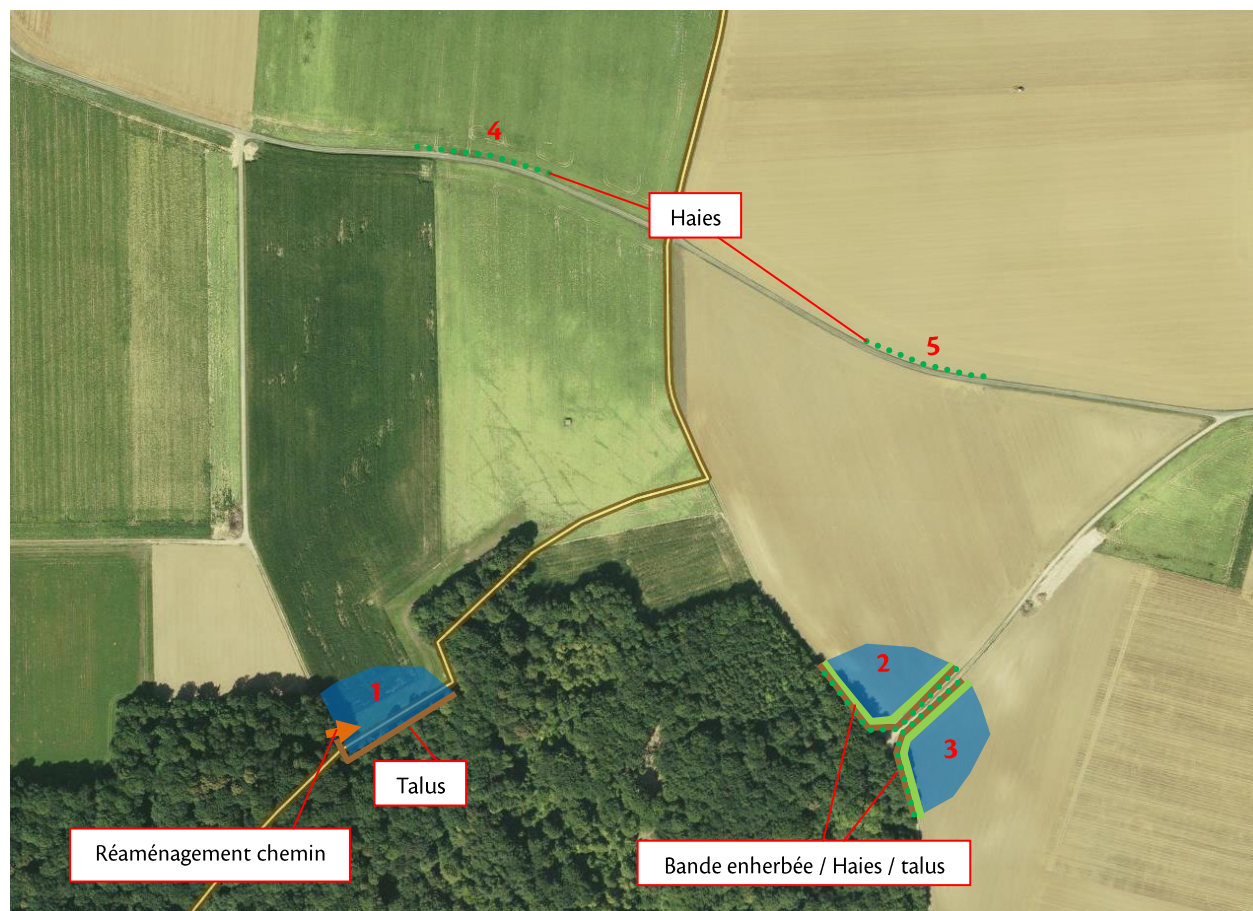


Figure 70. Localisation des aménagements proposés et surfaces inondées pour la gestion amont du BV N4

Dimensionnement :

Pour les aménagements structurels (1 à 3) créant une retenue du ruissellement, le volume généré a été calculé pour l'occurrence 20 ans et un débit de fuite de 1 l/s/ha qui sera assuré par une canalisation de fuite (une canalisation de diamètre Ø125 permet d'assurer environ 25 l/s).

Les aménagements 4 et 5 sont qualitatifs. Les retours d'expérience montrent qu'ils limitent les impacts du ruissellement en retenant les MES et en favorisant l'infiltration, mais sans pouvoir assurer une retenue totale du ruissellement.

Aménagement	Aire interceptée (ha)	Volume retenu max (m ³)	Surface inondée max (m ²)	Débit de fuite (l/s)	Longueur aménagements (ml)	Occurrence gérée
1 : talus avec réaménagement chemin	24	1922	5000	24	100	20 ans
2 : bande enherbée/talus/haie	23	1217	3500	23	150	20 ans
3 : bande enherbée/talus/haie	25	1670	5000	25	120	20 ans
4 : haie	5	-	-	-	125	-
5 : haie	10	-	-	-	120	-

Chiffrage :

L'aménagement du bassin versant N4 est estimé à **39 090 € HT** :

- 32 280 € HT pour les aménagements structurels en priorité 1
- 6 810 € HT pour les aménagements complémentaires en priorité 3

Aménagement	Coût	Priorité
N4-1	7 200 € HT	1
N4-2	13 800 € HT	1
N4-3	11 280 € HT	1
N4-4	3 450 € HT	3
N4-5	3 360 € HT	3

Entretien : Un fauchage annuel des côtés et un nettoyage du talus est nécessaire. Pour la haie, taillage de manière à avoir une haie assez large au pied, contrôle des mauvaises herbes, regarnissage chaque hiver.

Actions préalables : Prévoir une acquisition foncière des espaces aménagés ou une convention avec les agriculteurs. Un dossier d'autorisation est également à prévoir (surfaces interceptées > 20 ha).

5.2.4. Gestion du ruissellement amont sur le bassin versant N6

Objectifs : Limiter le ruissellement des surfaces agricoles en amont de la rue de Rochefort qui provoquent des inondations affectant un riverain, la voirie et un champ.

Aménagements proposés :

1. Aménagement sur 150 ml d'une bande enherbée / haie / talus à l'angle de 2 routes. Cet aménagement permettra d'intercepter 22 ha de surfaces agricoles ;
2. Aménagement sur 120 ml d'une bande enherbée / haie / talus et de 240 ml de fossé à l'angle de 2 routes. Cet aménagement permettra d'intercepter 21 ha de surfaces agricoles ;
3. Aménagement sur 120 ml d'une bande enherbée / haie / talus au bas d'un chemin. Cet aménagement permettra d'intercepter 8 ha de surfaces agricoles ;
4. Réaménagement du large fossé côté ouest de la RD335 à l'entrée de la forêt pour créer une zone de rétention (environ 300 m³) grâce à un talus de 1,9 m de haut afin de reprendre le ruissellement drainé par le côté ouest de la RD grâce à des saignées ;
5. Aménagement complémentaire d'une bande enherbée / haie / talus sur 100 ml (en amont de l'aménagement 2) et de 200 ml de fossé. Cet aménagement permettrait de reprendre 28 ha de surface agricole ;
6. L'orientation du ruissellement venant de l'est du chemin vers le fossé côté est de la RD 335 par l'aménagement d'un cassis en béton ;
7. Aménagement d'un talus dans un chemin forestier pour intercepter le ruissellement de 2,5 ha en amont.

Ces aménagements permettraient d'intercepter la majeure partie des surfaces agricoles drainées directement par la RD 335 en amont du coteau boisé.

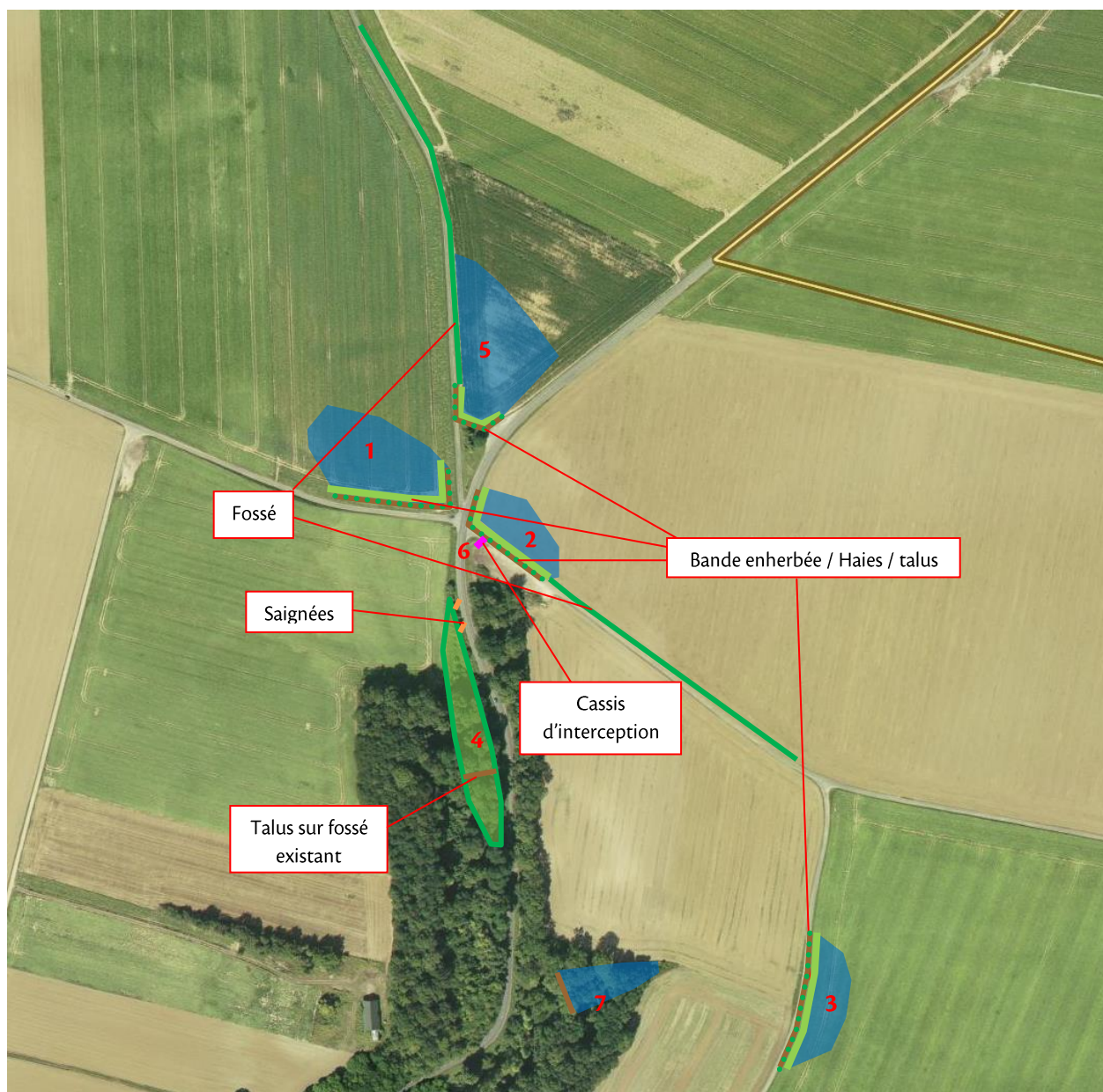


Figure 71. Localisation des aménagements proposés et surfaces inondées pour la gestion amont du BV N6

Dimensionnement :

Pour les aménagements structurels (1 à 3 et 5) créant une retenue du ruissellement, le volume généré a été calculé pour l'occurrence 20 ans et un débit de fuite de 1 l/s/ha qui sera assuré par une canalisation de fuite (une canalisation de diamètre Ø125 permet d'assurer environ 25 l/s, Ø75 pour 8 l/s).

L'aménagement 4 a pour but d'exploiter au mieux le fossé existant pour limiter les apports vers l'aval, son volume limité ne le destine pas à la gestion intégrale des grands bassins versants en amont, mais il diminuera néanmoins les apports en ruissellement apportés par la voirie. Il est préconisé pour en assurer le débit de fuite de mettre en place une canalisation Ø250 pour avoir un débit de fuite similaire à l'aval du fossé.

Aménagement	Aire interceptée (ha)	Volume retenu max (m ³)	Surface inondée max (m ²)	Débit de fuite (l/s)	Longueur aménagements (ml)	Occurrence gérée
1 : bande enherbée/talus/haie	22	1193	3500	22	150	20 ans
2 : bande enherbée/talus/haie	21	1217	3500	21	120	20 ans
3 : bande enherbée/talus/haie	8	434	1500	8	120	20 ans
4 : talus	-	300	-	-	5	-
5 : bande enherbée/talus/haie	28	1518	4500	28	100	20 ans
6 : cassis en béton	chemin	-	-	-	-	-
7 : talus	2,5	136	500	2	30	20 ans

Chiffrage :

L'aménagement du bassin versant N6 est estimé à **68 040 € HT** :

- 63 600 € HT pour les aménagements structurels en priorité 1
- 4 400 € HT pour les aménagements complémentaires en priorité 2

Aménagement	Coût	Priorité
N6-1	13 800 € HT	1
N6-2	19 920 € HT	1
N6-3	11 280 € HT	1
N6-4	1 800 € HT	1
N6-5	16 800 € HT	1
N6-6	1 800 € HT	2
N6-7	2 640 € HT	2

Entretien : Un fauchage annuel des côtés et un nettoyage du talus est nécessaire. Pour la haie, taillage de manière à avoir une haie assez large au pied, contrôle des mauvaises herbes, regarnissage chaque hiver.

Actions préalables : Prévoir une acquisition foncière des espaces aménagés ou une convention avec les agriculteurs. Un dossier d'autorisation est également à prévoir (surfaces interceptées > 20 ha).

5.2.5. Chiffrages

a) Gestion du bassin versant N4

- **Chiffrage aménagement N4-1 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus	100	ml	40 €	4 000 € HT
Réaménagement chemin	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Montant de travaux				6 000 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				1 200 € HT
Montant total de l'opération				7 200 € HT

- **Chiffrage aménagement N4-2 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus	150	ml	40 €	6 000 € HT
Création de haies	150	ml	15 €	2 250 € HT
Création de bande enherbée	150	ml	15 €	2 250 € HT
Montant de travaux				11 500 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				2 300 € HT
Montant total de l'opération				13 800 € HT

- **Chiffrage aménagement N4-3 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus	120	ml	40 €	4 800 € HT
Création de haies	120	ml	15 €	1 800 € HT
Création de bande enherbée	120	ml	15 €	1 800 € HT
Montant de travaux				9 400 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				1 880 € HT
Montant total de l'opération				11 280 € HT

- **Chiffrage aménagement N4-4 (priorité 3) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de haies	125	ml	40 €	1 875 € HT
Montant de travaux				2 875 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				575 € HT
Montant total de l'opération				3 450 € HT

- **Chiffrage aménagement N4-5 (priorité 3) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de haies	120	ml	40 €	1 800 € HT
Montant de travaux				2 875 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				560 € HT
Montant total de l'opération				3 360 € HT

b) Gestion du bassin versant N6

- **Chiffrage aménagement N6-1 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus	150	ml	40 €	6 000 € HT
Création de haies	150	ml	15 €	2 250 € HT
Création de bande enherbée	150	ml	15 €	2 250 € HT
Montant de travaux				11 500 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				2 300 € HT
Montant total de l'opération				13 800 € HT

- **Chiffrage aménagement N6-2 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus	120	ml	40 €	4 800 € HT
Création de haies	120	ml	1 000 €	1 800 € HT
Création de bande enherbée	120	ml		1 800 € HT
Création de fossé	240	ml	30 €	7 200 € HT
Montant de travaux				16 600 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				3 320 € HT
Montant total de l'opération				19 920 € HT

- **Chiffrage aménagement N6-3 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus	120	ml	40 €	4 800 € HT
Création de haies	120	ml	15 €	1 800 € HT
Création de bande enherbée	120	ml	15 €	1 800 € HT
Montant de travaux				9 400 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				1 880 € HT
Montant total de l'opération				11 280 € HT

- **Chiffrage aménagement N6-4 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus (haut)	5	ml	100 €	500 € HT
Montant de travaux				1 500 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				300 € HT
Montant total de l'opération				1 800 € HT

- **Chiffrage aménagement N6-5 (priorité 1) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Création de talus	100	ml	40 €	4 000 € HT
Création de haies	100	ml	1 000 €	1 500 € HT
Création de bande enherbée	100	ml		1 500 € HT
Création de fossé	200	ml	30 €	6 000 € HT
Montant de travaux				14 000 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				2 800 € HT
Montant total de l'opération				16 800 € HT

- **Chiffrage aménagement N6-6 (priorité 2) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Cassis enrobé	30	ml	500 €	500 € HT
Montant de travaux				1 500 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				300 € HT
Montant total de l'opération				1 800 € HT

- **Chiffrage aménagement N6-6 (priorité 2) :**

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Installation de chantier	1	F	1 000 €	1 000 € HT
Talus	1	F	40 €	1 200 € HT
Montant de travaux				2 200 € HT
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				440 € HT
Montant total de l'opération				26 40 € HT

5.3. RÉCAPITULATIF

Les aménagements proposés sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Nature	Localisation	Objectif	Aménagement proposé	Coût	Priorité	Remarques
Gestion urbaine	Rue du Centre	Limiter les stagnations d'eau au point bas de la voirie	Désimperméabilisation et noues avec tranchées d'infiltration	69 180 € HT	3	Essais de perméabilité nécessaires
Gestion urbaine	Secteur de Rochefort	Limiter les coulées de boue dans la rue Rochefort, le champ cultivé, puis le débordement du canal.	Limitation en amont par un Ø500	6 000 € HT	1	
			Aménagement d'une surverse vers la voirie	4 320 € HT	1	
			Renforcement du réseau en Ø500	128 400 € HT	2	
Gestion amont	Amont secteur de Rochefort (BV N4)	Limiter les apports du BV N4 vers l'aval	Aménagements de haie/talus/bande enherbée dans les talwegs	32 280 € HT	1	Achat foncier pouvant nécessiter une DUP ou effectuer une convention
		Interception de 72 ha de surfaces agricoles	Aménagements de haies dans les talwegs	6 810 € HT	3	
Gestion amont	Chemin de la Virole / Rue du Bourgain et Raymond Faroux	Limiter le ruissellement de l'eau sur le chemin d'accès de l'habitation isolée et protéger la zone 1 AU	Changement de sens de la culture et création d'une fascine associée à une haie et à bande enherbée	29 700 € HT	2	Achat foncier pouvant nécessiter une DUP ou effectuer une convention
Gestion urbaine		Limiter les coulées de boue sur la voirie	Cassis d'interception orientant le ruissellement vers un fossé	9 240 € HT	3	Aménagement sur RD
Gestion amont	Amont du ru de Berneuil et de la rue Marcel Rinn	Limiter les apports du BV N6 vers l'aval	Aménagements de haie/talus/bande enherbée dans les talwegs	63 600 € HT	1	Achat foncier pouvant nécessiter une DUP ou effectuer une convention
		Interception de 53,5 ha de surfaces agricoles	Aménagements secondaires destinés à dévier ou intercepter localement le ruissellement	4 400 € HT	2	
Total aménagements de gestion urbaine				10 320 € HT	1	
				132 800 € HT	2	
				69 180 € HT	3	
				212 300 € HT	Total	
Total aménagements de gestion amont				95 880 € HT	1	
				34 100 € HT	2	
				6 810 € HT	3	
				136 790 € HT	Total	
Total				106 200 € HT	1	
				166 900 € HT	2	
				75 990 € HT	3	
				349 090 € HT	Total	

L'ensemble des aménagements proposés comprenant l'aménagement d'un bassin nécessiteront la réalisation d'un dossier d'autorisation ou de déclaration au titre de l'ex loi sur l'eau.

Trois ordres de priorité ont été définis :

- La priorité 1 concerne les aménagements à envisager à court terme pour solutionner les problèmes graves ;
- La priorité 2 concerne les aménagements à envisager pour solutionner les problèmes moins urgents mais qui sont à traiter.
- La priorité 3 concerne les aménagements à envisager à plus long terme pour renforcer le système de gestion pluviale en cas d'évènement exceptionnel.

Les aménagements prioritaires sont évalués à **349 090 € HT**.

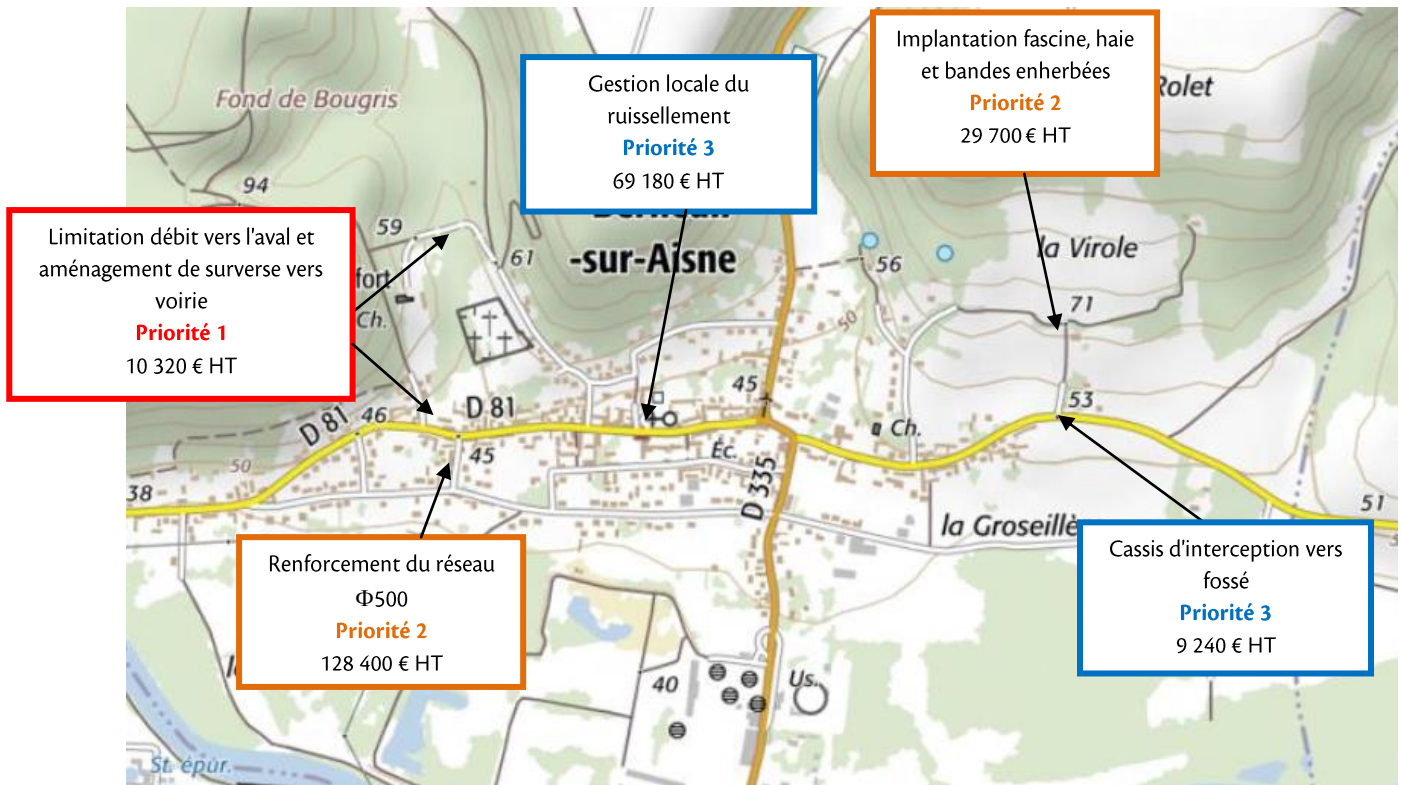


Figure 72. Aménagements à proximité de l'aire urbaine

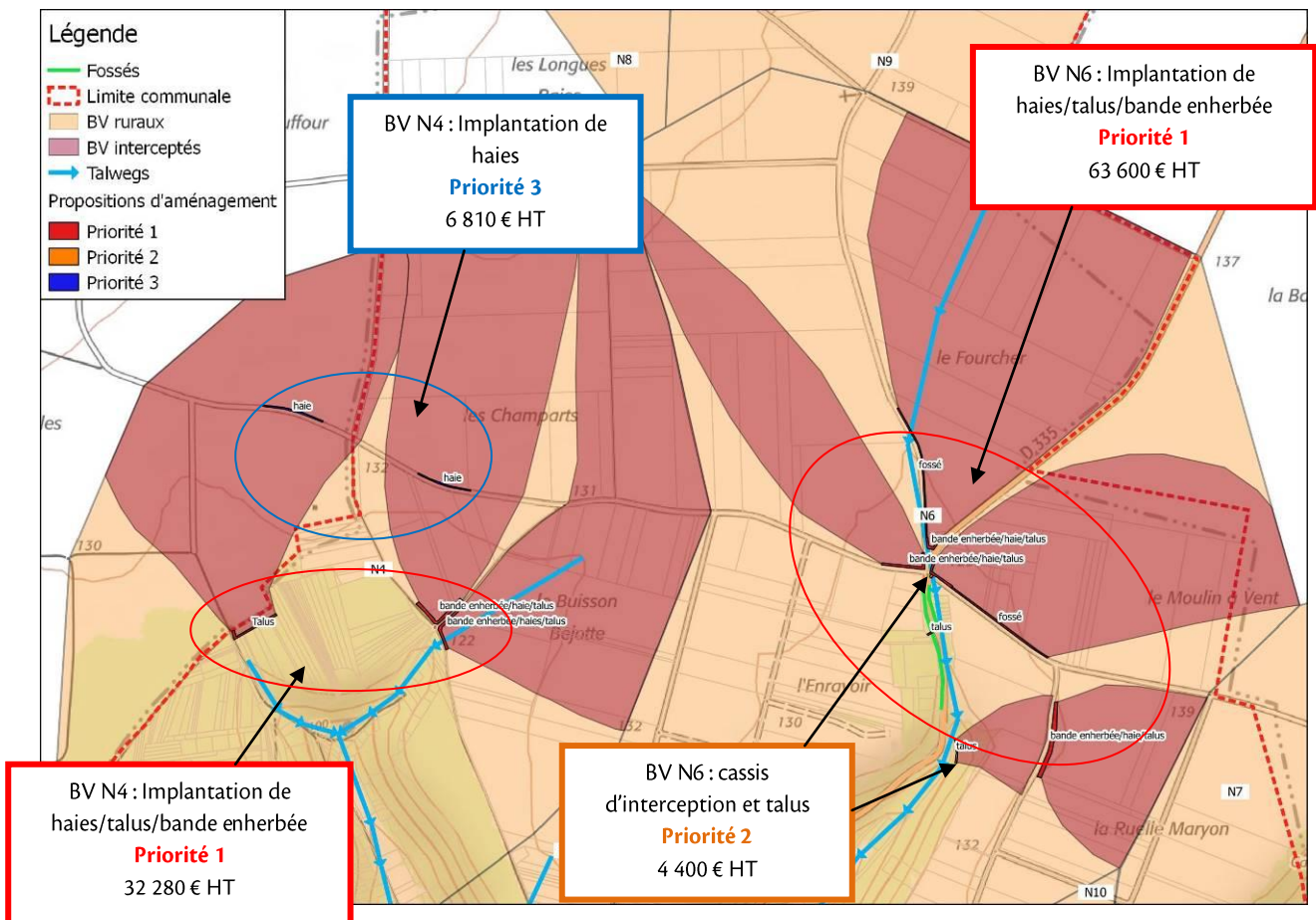


Figure 73. Aménagements en amont de l'aire urbaine

6. DÉFINITION DES ZONES D'EXPANSION DU RUISSELLEMENT

6.1. OBJECTIFS

La présente étude a pour objectif d'intégrer un volet hydrologique dans le Plan Local d'Urbanisme en cours d'élaboration.

Ce volet hydrologique a pour but :

- de recenser les secteurs pouvant faire l'objet de ruissellements naturels concentrés. Tout décideur devra ensuite faire procéder aux examens complémentaires du risque inondation, en préalable à l'implantation de toute nouvelle construction dans ces secteurs: l'objectif étant d'éviter toute construction en zone d'aléa ;
- de veiller à ne pas aggraver les risques en cartographiant les secteurs bâtis vulnérables connus.

6.2. MÉTHODOLOGIE

Pour ce faire, nous avons réalisé pour chaque bassin versant concerné, une carte identifiant les talwegs, les axes de ruissellements anthropiques et leurs **zones d'expansion**. Ces zones d'expansion sont définies selon 3 critères :

- Le débit de pointe calculé précédemment ;
- La pente ;
- L'aspect marqué ou non de l'axe d'écoulement.

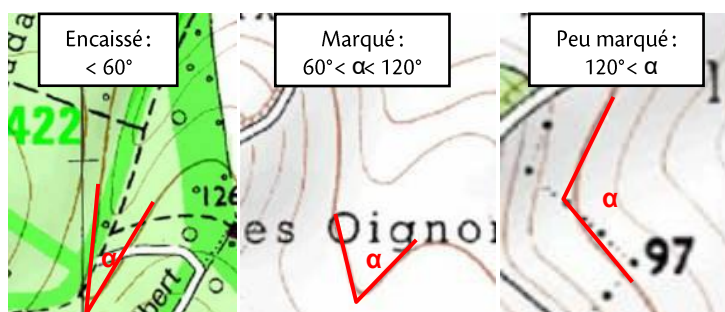


Figure 74. Exemple de talwegs avec différents aspects d'écoulement

Les secteurs d'expansion du ruissellement ont été établis sur la base des données disponibles sans levé topographique. Ils correspondent aux secteurs inondables lors d'épisodes pluvieux exceptionnels. Pour leur représentation cartographique, 5 classes de largeurs ont été attribuées aux axes de ruissellement suivant les critères définis dans le tableau ci-dessous :

Largeur d'expansion (m) en fonction du débit et de la topographie										
Débit (m³/s)	Pente Talweg	< 3%			3 - 6%			> 6%		
		Encaissé	Marqué	Peu marqué	Encaissé	Marqué	Peu marqué	Encaissé	Marqué	Peu marqué
<0,5		18	38	49	7	14	22	4	8	14
0,5-1		23	49	63	9	19	29	5	11	18
1-1,5		27	57	73	11	22	34	6	12	20
1,5-2		30	63	82	12	24	38	7	14	23
2-3		35	72	93	14	28	45	9	16	26
3-5		42	86	112	17	34	54	11	21	31

Zone d'expansion retenue :

15 m
25 m
50 m
75 m
100 m
125 m

Les zones ayant déjà été inondées sont identifiées : axes d'écoulements, points bas ainsi que voiries et habitations. Les informations retenues pour cartographier ces zones sont les déclarations de catastrophes naturelles, les déclarations des élus ainsi que des propriétaires eux-mêmes.

Par conséquent, il est possible que la détermination de la zone inondée ne soit pas exhaustive (selon la nature de l'inondation, la qualité des informations transmises...). Les habitations situées hors zone inondée ne sont pas exemptes de risque à l'avenir (avaloir bouché, retournement d'un herbage en amont ...).

6.3. IDENTIFICATION DES ZONES D'EXPANSION

La carte de localisation des zones d'expansion du ruissellement est intégrée à la carte de zonage des eaux pluviales, jointe au présent rapport.

Il est nécessaire de prendre en compte les bassins versants BV N1, N2, N4, N6, N7, N8 et N9 dans nos calculs, car ceux-ci présentent des talwegs concentrant le ruissellement de manière significative sur le territoire communal.

Le **tableau** ci-dessous reprend les données caractéristiques et largeurs des zones d'expansion :

BV	Angle du talweg (°)	I %	Q pointe (m³/s) Occurrence 50 ans	Largeur d'expansion (m)
N1	70° - marqué	8,1	0,44	15 m
N2	120° - peu marqué	10,2	0,55	25 m
N4	50° - encaissé	4,0	2,64	15 m
N6	70° - marqué	3,3	3,52	50 m
N7	50° - encaissé	4,1	2,22	15 m
N8	60° - marqué	1,9	0,51	50 m
N9	60° - marqué	1,6	0,93	50 m

Sur les bassins versants N3 et N5, le débit de ruissellement est essentiellement repris par la route sur laquelle est calculée la hauteur maximale de ruissellement.

BV	Largeur de la route	Pente des talus	I %	Q pointe (m ³ /s) Occurrence 50 ans	Hauteur d'eau (cm)
N3	5 m	30°	15,5	0,30	3,1
N5	5 m	30°	7,4	0,63	7,5

Débit d'une canalisation Trapezoïdale

Coef de la conduite :	50	s a i s i e
Largeur de la base :	5000 mm	
Hauteur d'eau :	31 mm	
Pente des berges :	30 degrés	
Pente de la canalisation :	155 mm/m	
r e s u l t a t		
Largeur du canal :	5107,387 mm	
Section mouillée :	0,157 m ²	
Périmètre mouillé :	5,124 m	
Rayon hydraulique :	0,031 m	
vitesse :	1,925 m/s	
Débit :	0,302 m ³ /s	
	1086 m ³ /h	

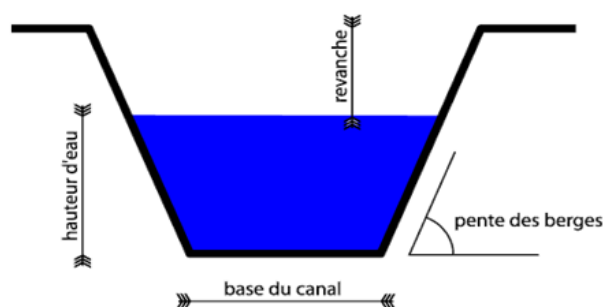


Figure 75. Calcul de la hauteur d'eau pour la route drainant le BV N3

7. ZONAGE D'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES ET RÉGLEMENT ASSOCIÉ

7.1. OBJET DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Conformément aux dispositions de l'article L.2224-10 du Code General des Collectivités Territoriales, le plan de zonage d'assainissement pluvial doit délimiter :

- les secteurs où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et maîtriser le débit et l'écoulement des eaux pluviales,
- les secteurs où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement.

Le zonage d'assainissement pluvial est un outil réglementaire obligatoire porté par la collectivité compétente en assainissement pluvial. Il permet de fixer des prescriptions à la fois sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif. Il devient opposable aux tiers dès lors qu'il est soumis à enquête publique puis approuvé.

Annexé au PLU, il donne des informations qui permettent d'instruire les demandes d'autorisation d'urbanisme en utilisant l'article R111-2 du Code de l'urbanisme.

7.2. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES GÉNÉRALES

Les prescriptions du zonage d'assainissement pluvial ne font pas obstacle au respect de l'ensemble des réglementations en vigueur. Les principales dispositions et orientations réglementaires relatives aux eaux pluviales sont rappelées ci-après.

7.2.1. Le Code Civil

Il institue des servitudes de droit privé, destinées à régler les problèmes d'écoulement des eaux pluviales entre terrains voisins :

Article 640 : « Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés, à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur. »

Le propriétaire du terrain situé en contrebas ne peut s'opposer à recevoir les eaux pluviales provenant des fonds supérieurs, il est soumis à une servitude d'écoulement.

Article 641 : « Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur. »

Un propriétaire peut disposer librement des eaux pluviales tombant sur son terrain à la condition de ne pas aggraver l'écoulement naturel des eaux pluviales s'écoulant vers les fonds inférieurs.

Article 681 : « Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin. »

Cette servitude d'égout de toits interdit à tout propriétaire de faire s'écouler directement sur les terrains voisins les eaux de pluie tombées sur le toit de ses constructions.

7.2.2. Le Code de l'Environnement

L'article R214-1 précise par ailleurs la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration. Sont notamment visées les rubriques suivantes :

2. 1. 5. 0. Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

- 1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;
- 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).

3. 2. 3. 0. Plans d'eau, permanents ou non :

- 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ;
- 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).

3. 2. 5. 0. Barrage de retenue et digues de canaux :

- 1° De classes A, B ou C (A) ;
- 2° De classe D (D).

3. 2. 6. 0. Digues à l'exception de celles visées à la rubrique 3. 2. 5. 0 :

- 1° De protection contre les inondations et submersions (A) ;
- 2° De rivières canalisées (D).

3. 3. 2. 0. Réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie :

- 1° Supérieure ou égale à 100 ha (A) ;
- 2° Supérieure à 20 ha mais inférieure à 100 ha (D).

7.2.3. Le Code Général des Collectivités Territoriales

Le zonage d'assainissement pluvial a pour but de réduire les ruissellements urbains, mais également de limiter et de maîtriser les coûts de l'assainissement pluvial collectif. L'article L.2224-10 du CGCT oriente clairement vers une gestion des eaux pluviales à la source, en intervenant sur les mécanismes générateurs et aggravants des ruissellements et tend à mettre un frein à la politique de collecte systématique des eaux pluviales.

7.2.4. Le Code de l'Urbanisme

Le droit de l'urbanisme ne prévoit pas d'obligation de raccordement à un réseau public d'eaux pluviales pour une construction existante ou future. De même, il ne prévoit pas de desserte des terrains constructibles par la réalisation d'un réseau public. La création d'un réseau public d'eaux pluviales n'est pas obligatoire. Une Commune peut interdire ou réglementer le déversement d'eaux pluviales dans son réseau d'assainissement. Si le propriétaire d'une construction existante ou future veut se raccorder au réseau public existant, la Commune peut le lui refuser (sous réserve d'avoir un motif objectif, tel que la saturation du réseau). L'acceptation de raccordement par la commune, fait l'objet d'une convention de déversement ordinaire.

7.2.5. Le Code de la Santé Publique

Le règlement sanitaire départemental contient des dispositions relatives à l'évacuation des eaux pluviales.

Toute demande de branchement au réseau public donne lieu à une convention de déversement, permettant au service gestionnaire d'imposer à l'usager les caractéristiques techniques des branchements, la réalisation et l'entretien de dispositifs de prétraitement des eaux avant rejet dans le réseau public, si nécessaire le débit maximum à déverser dans le réseau, et l'obligation indirecte de réaliser et d'entretenir sur son terrain tout dispositif de son choix pour limiter ou étaler dans le temps les apports pluviaux dépassant les capacités d'évacuation du réseau public.

7.2.6. Le Code de la Voirie Routière

Lorsque le fonds inférieur est une voie publique, les règles administratives admises par la jurisprudence favorisent la conservation du domaine routier public et de la sécurité routière. Des restrictions ou interdictions de rejets des eaux pluviales sur la voie publique sont imposées par le Code de la voirie routière (Articles L.113-2, R.116-2), et étendues aux chemins ruraux par le Code rural (articles R.161-14 et R.161-16).

7.3. ZONAGE RETENU

L'objectif principal du zonage est de ne pas aggraver la situation en matière d'inondation et de qualité des milieux récepteurs. Trois zones sont à distinguer :

- **Territoire communal** : le ruissellement sur le bourg est géré par un réseau éparse et peu développé avec des évacuations présentant des limites locales par rapport à l'objectif de gestion de la pluie d'occurrence 20 ans. Sur le hameau, le ruissellement est également géré par un réseau EP. Afin de ne pas créer de problème sur la partie urbanisée du territoire communal, pour toute extension ou nouvelle construction sur les secteurs urbanisés, une gestion des eaux pluviales à la parcelle est préconisée. En cas de difficulté à l'infiltration pour des sols peu perméables, un rejet à débit régulé de 2 l/s/ha (1 l/s pour les parcelles $\leq 5000 \text{ m}^2$) est imposé.
- **Zone d'expansion du ruissellement** : pour toute parcelle incluse dans la zone d'expansion des crues, aucune aggravation du ruissellement n'est autorisée. Par ailleurs tout aménagement susceptible de détourner le ruissellement vers d'autres constructions situées à l'aval ou latéralement est proscrit.
- **Zone d'enjeu vis à vis du ruissellement amont** : zone impactant l'aire urbaine en aval sur laquelle il faudra maintenir une vigilance particulière afin de ne pas aggraver le ruissellement vers l'aval et autant que possible le limiter. Cette zone n'est pas associée à un règlement contraignant mais est définie à titre indicatif et préventif.

Ces zones sont définies dans le plan situé en annexe.

7.4. RÉGLEMENT VALABLE EN CAS D'AMÉNAGEMENT DES ZONES ACTUELLES ET POUR TOUS LES FUTURS PROJETS URBAINS

7.4.1. Sur l'ensemble du territoire communal

a) Aspect quantitatif

- Il devra être étudié et mis en œuvre toutes les solutions susceptibles de limiter et/ou étaler les apports pluviaux. Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales (stockage/évacuation – stockage/infiltration) devront être mises en œuvre prioritairement quelle que soit la taille du projet.
- La gestion interne des eaux pluviales de toute nouvelle opération d'aménagement répondra à une approche globale et intégrée privilégiant l'infiltration in situ **lorsque localement la nature du sol et du sous-sol le permet. La possibilité ou l'impossibilité de recourir à l'infiltration devra être justifiée par des essais de perméabilité de type Porchet (voir annexe) :**
 - En cas de vitesse d'infiltration supérieure à 1.10^{-6} m/s, la perméabilité est jugée suffisante pour une gestion intégralement à la parcelle par infiltration de la totalité du ruissellement ;
 - Seulement dans le cas de vitesses d'infiltration inférieures à 1.10^{-6} m/s, le sol sera reconnu comme insuffisamment perméable et un rejet à débit régulé vers un exutoire devra être envisagé (2 l/s/ha et 1 l/s pour les parcelles ≤ 5000 m²).
- Seul l'excès de ruissellement peut être rejeté au collecteur public d'eaux pluviales quand il est en place, après qu'aient été mises en œuvre, sur la parcelle privée les techniques citées précédemment. Le raccordement devra être autorisé par le gestionnaire de l'exutoire (gestionnaire du réseau, de rivière, de voirie...). Le débit de fuite du raccordement est limité à un maximum variable selon la zone. Les eaux seront alors stockées dans un ouvrage de régulation qui devra pouvoir être vidangé sur une période comprise entre 24h et 48h.
- Le dimensionnement du dispositif doit prendre en compte la totalité de la surface du projet et être calculé pour recueillir efficacement tout événement pluviométrique de fréquence rare définie ici par une hauteur de précipitation de : 64,7 mm sur 24h (Occurrence 20 ans – station de Ribécourt) pour les lotisseurs, aménageurs, et maisons individuelles.
- La mise en place d'une surverse dimensionnée au minimum pour la pluie définie pourra être demandée.
- Pour tout projet, il devra être précisé le devenir des eaux pluviales en cas d'occurrence supérieure à celle demandée pour le dimensionnement (20 ans pour les lotisseurs, aménageurs et maisons individuelles).
- Toute imperméabilisation supplémentaire sera envisageable sous réserve d'associer au projet la réalisation d'une étude spécifique ; celle-ci permettra de définir les aménagements permettant de maîtriser et de traiter (cf. aspect qualitatif ci-après) autant que besoin les eaux pluviales et les eaux de ruissellement.
- Afin d'éviter l'inondation des pièces souterraines, les ouvertures et les accès seront disposés de sorte que le ruissellement ne puisse y pénétrer.

b) Aspect qualitatif

- Le gestionnaire de l'exutoire pourra demander la mise en place d'un système de dépollution des eaux pluviales avant raccordement.

- Les ouvrages de collecte (avaloirs) devront systématiquement être équipés d'une décantation afin de limiter les rejets polluants au milieu naturel.
- Les eaux de ruissellement provenant des voiries, des zones d'activités, d'axes majeurs de circulation, de parcs de stationnement dont la superficie dépasse 1000 m² devront subir un prétraitement (voir annexe) avant rejet au milieu récepteur (base de calcul : 20 % du débit de pointe vicennal). Le système de prétraitement devra être validé par le gestionnaire des réseaux.
- Les eaux de ruissellement provenant de stations-services, stations lavages, dépôts de carburants, ateliers de mécanique, garages, récupération ou démolition d'automobiles, chaufferies, transporteurs, dépôts d'autobus, dépôts SNCF, aires de stationnements d'autoroute, aéroports, héliports, ou tout autre installation susceptible de rejeter des eaux chargées en hydrocarbures devront être traitées par un séparateur à hydrocarbures (norme NF EN 858-1 / NF EN 858-2) avant rejet au milieu récepteur (base de calcul : 20 % du débit de pointe vicennal).
- L'entretien des ouvrages sera adapté selon le prétraitement choisi et le gestionnaire devra être informé de l'entretien prévu sur les ouvrages.

c) Entretien des ouvrages de stockage / infiltration

Tout ouvrage destiné à l'infiltration devra être conçu de manière à prévenir le colmatage, en particulier pour les ouvrages enterrés (massifs d'infiltration ou puits) et à être facile d'entretien.

Il est préconisé de mettre en place un filtrage ou une décantation préalable pour limiter le risque de colmatage (feuilles, particules de voirie). Dans le cas de la gestion d'une voirie (parking, voie d'accès), cet aménagement préalable sera obligatoire pour prévenir un risque de pollution ou un colmatage par des particules fines.

L'ouvrage devra rester accessible pour permettre son entretien. Cet entretien devra être réalisé périodiquement au minimum deux fois par an.

7.4.2. Zone d'expansion du ruissellement

a) Description

Il s'agit des secteurs définis le long des axes de ruissellement où celui-ci peut atteindre des débits importants. Ces zones d'expansion ont été définies pour les axes de ruissellement des BV N1, N2, N4, N6, N7, N8 et N9.

b) Règlement

L'aménagement de tout obstacle au ruissellement est proscrit sur ces zones où le libre écoulement du ruissellement devra être garanti par la conservation du cheminement de l'écoulement naturel actuel.

Toute urbanisation future d'une parcelle située dans cette zone devra faire l'objet d'une étude hydraulique précise comprenant des levés topographiques, afin de déterminer précisément le cheminement et l'emprise maximale du ruissellement en cas de pluie vicennale, pour y éviter toute construction. Par ailleurs, tout aménagement susceptible de détourner le ruissellement vers d'autres constructions situées à l'aval ou latéralement est proscrit.

7.5. RECOMMANDATION VALABLE SUR LES BASSINS VERSANTS RURAUX SENSIBLES AU RUISSELLEMENT ET À L'ÉROSION

Pour l'amélioration globale de la gestion des eaux pluviales, des recommandations particulières sont à prendre en compte :

7.5.1. Prescriptions d'ordre général

En règle générale, il convient :

- de conserver et d'entretenir l'ensemble des aménagements et éléments du paysage (haies, mares et fossés) permettant de limiter le ruissellement et de protéger les habitations.
- D'adapter les pratiques culturales en fonction de l'impact du ruissellement, par exemple de labourer et semer perpendiculairement au sens de la pente, d'assurer une couverture végétale toute l'année,...

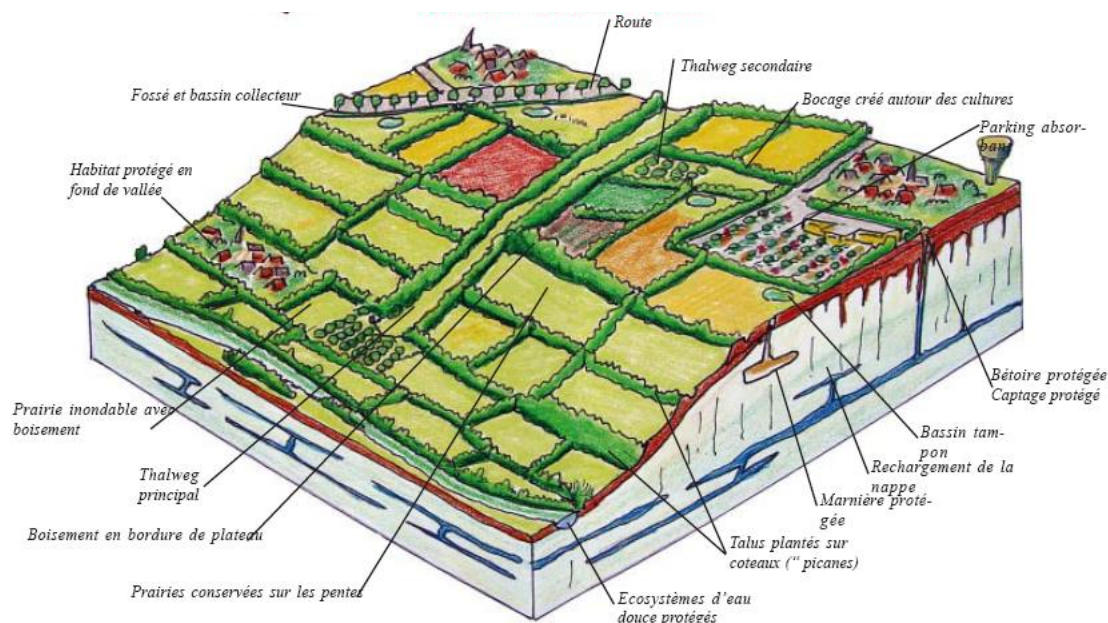


Figure 76. Exemple de technique de gestion hydraulique douce

Une liste non exhaustive d'actions possibles pour la gestion du ruissellement rural est présentée en annexe.

7.5.2. Adaptation des pratiques agricoles

Après les récoltes, les parcelles sont nues, généralement très tassées, avec parfois des ornières. Le sol n'arrive plus à infiltrer l'eau même lors de faibles pluies. Les risques de ruissellement et d'érosion deviennent très importants, sur la parcelle et à l'aval de celle-ci.

Quelle que soit la durée entre la récolte et la culture suivante, il est nécessaire de travailler le sol pour casser la croûte de battance (couche peu perméable se formant en surface d'un sol nu après des précipitations et accentuant le ruissellement pour les pluies suivantes) et redonner une forte capacité d'infiltration à la parcelle.

L'implantation d'un couvert végétal permet de protéger le sol de la dégradation par les pluies grâce au feuillage. L'infiltration et la résistance du sol à l'arrachement sont augmentées grâce à la présence du système racinaire. Le ruissellement et l'érosion s'en trouvent très fortement réduits.

Il est recommandé de manière générale de :

- Réaliser un seul déchaumage grossier : il réduit les frais de chantier, retarde la battance et favorise l'infiltration ;
- Ne pas générer trop de terre fine ;
- Ne pas créer de zone de lissage sous le déchaumage ;
- Travailler perpendiculairement à la pente ou en oblique ;
- Semer une culture intermédiaire.

7.5.3. Inscription au PLU

La commune peut adopter dans le règlement de son PLU des prescriptions sur les eaux pluviales opposables aux constructeurs et aménageurs.

Selon l'article L 123-1-5 du Code de l'Urbanisme, des prescriptions, peuvent être introduites dans différents articles du règlement.

Pour ce faire, les communes disposent des outils règlementaires suivants :

- Le classement « Espaces boisés classés » ;
- Le classement « Éléments de paysage à protéger et mettre en valeur ».

Il est ainsi possible de prendre en compte dans le PLU les éléments suivants : (Source: Préfecture de la Mayenne) :

Rôle de la haie ou du talus	Fonction de la haie ou du talus	Type de haies et talus
Environnemental	Anti-érosion et hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> • Ripisylve • Haie et talus en rupture de pente ayant une fonction de rétention de l'eau ou à mi-pente ayant une fonction de ralentissement de l'écoulement de l'eau. Ces haies ou talus répondront à ce critère de façon importante ou moyennement importante selon que la haie est positionnée perpendiculairement à la pente, ou plutôt en diagonale par rapport à la pente. La présence d'un talus renforce évidemment ce rôle
	Réservoir de biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> • Haie identifiée en corridors biologiques (faune chassable ou à protéger, flore) • Haies incluses dans une zone protégée (site classé, APPB : arrêté préfectoral de protection de biotope, Natura 2000) ou inventoriée (ZNIEFF)
Économique	Agronomique et agricole	<ul style="list-style-type: none"> • Protection troupeaux (du vent, du soleil, de la pluie, du froid, ...) • Protection cultures (abri des prédateurs de ravageurs, lutte contre verse)
	Production de bois	Potentiel pour la filière bois <ul style="list-style-type: none"> • Bois énergie • Bois d'œuvre
Social	Paysagère et patrimoniale	<ul style="list-style-type: none"> • Arbres remarquables • Chemins creux • Élément structurant du paysage (identité du territoire ; repère dans le paysage)

7.6. PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

7.6.1. Dimensionnement des installations pour les particuliers

Calcul du volume de stockage :

Il est considéré que la pluie à stocker est de 64,7 mm (hauteur équivalente à une pluie vicennale pendant 24 h) ruisselée sur les surfaces imperméabilisées (soit 6 m³ de stockage pour 100 m² de surface imperméabilisée). Toutes les surfaces imperméabilisées de la parcelle sont concernées (toitures, terrasses, entrées...). Le volume de stockage en mètres cubes est donc donné par la formule suivante :

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{surface imperméabilisée (m}^2\text{)} \times 0,0647$$

NB : le volume à prendre en compte est le volume utile qui peut être différent du volume total dans les cas où le volume de stockage est constitué par des matériaux poreux. Pour exemple, dans le cas d'un volume constitué de graviers, l'indice de vide généralement constaté est de 0,3, ce qui signifie que le volume utile sera de 30% du volume total de l'ouvrage (3 m³ pour 10 m³ de graviers). Le volume à considérer est donc :

$$\text{Volume utile (m}^3\text{)} = \text{Volume total (m}^3\text{)} \times \text{indice de vide (compris entre 0 et 1)}$$

Calcul de la surface d'infiltration (cas d'un rejet par infiltration) :

Étant donné la nécessité d'infiltrer l'ensemble du volume stocké dans les 48 heures, la surface d'infiltration minimale sera fonction de la perméabilité et du volume et donc de la surface imperméabilisée. La surface d'infiltration minimale est donnée par la formule suivante :

$$\text{Surface d'infiltration (m}^2\text{)} = \text{Volume utile (m}^3\text{)} / (172\,800 \times \text{vitesse d'infiltration (m/s)})$$

NB : la hauteur de l'aménagement sera directement dépendante de la surface d'infiltration, sa valeur à considérer sera :

$$\text{H (m)} = \text{Volume total (m}^3\text{)} / \text{Surface d'infiltration (m}^2\text{)}$$

Réglage du débit de fuite (cas d'un rejet en surface) :

En cas d'impossibilité de gérer les eaux pluviales par infiltration, un rejet régulé variable selon la zone sera demandé. À titre d'exemple pour un débit régulé à 1 l/s, le rejet peut se faire via un orifice d'un diamètre de 30 mm (30 mm pour 1 l/s) placé à 30 cm sous le niveau du TN.

7.6.2. Dimensionnement des installations dans les autres cas (hors particuliers)

Calcul du volume de stockage :

Le volume de stockage sera défini pour la pluie vicennale la plus pénalisante, celle-ci s'obtient à l'aide des formules suivantes :

- Le débit de fuite spécifique (mm/h) : $qf = Qf \times 0,36 / Sa$
- La durée de remplissage (min) : $tr = (qf / (60 \times a \times (1-b)))^{(-1/b)}$
- La capacité spécifique de stockage (mm) : $ha = a \times tr^{(1-b)} - tr / 60 \times qf$
- Le volume de stockage (m³) : $V = ha \times Sa \times 10$

Avec :

- **Qf** : le débit de fuite exprimé en l/s
- **Sa** : la surface active prise comme égale à la surface imperméabilisée de la parcelle exprimée en ha
- Les coefficients de Montana de la station météorologique de Ribécourt pour l'occurrence vicennale :
 - **a** = 8,633
 - **b** = 0,723

Calcul du débit de fuite :

- Cas d'un rejet par infiltration :

Débit de fuite Qf (l/s) = Surface d'infiltration (m²) x vitesse d'infiltration (m/s) x 1000

- Cas d'un rejet en surface :

Le débit de fuite sera fonction du diamètre de la conduite et de la hauteur de rejet

Débit de fuite Qf (l/s) = 600 x π x (Diamètre/2)² x √(2xgxh)

Avec :

- le diamètre exprimé en m
- la hauteur moyenne du volume de stockage **h** par rapport à l'exutoire exprimée en m
- **g** = 9,81

8. CONCLUSION

Cette étude a permis d'identifier les secteurs à enjeux vis-à-vis de la gestion pluviale. La quantification des écoulements sur l'amont de la commune a été réalisée en effectuant une cartographie des bassins versants sur le territoire communal.

Plusieurs problèmes sont apparus dans la commune, avec des coulées de boue dans la rue du Bourgain, dans la rue Raymond Faroux, dans la rue Rochefort, des inondations dans la rue des Chiens Rouges et la rue du Centre, des débordements du canal de Rochefort, avec des tronçons de réseaux qui ont des capacités très limitées (1 an ou moins parfois).

Le secteur de la rue de Rochefort et l'arrivée du ru de Berneuil au niveau de la rue Raymond Faroux sont les zones les plus sensibles compte tenu des apports en amont, des risques en aval, et les dégâts déjà observés.

En cas de pluie exceptionnelle, il apparaît essentiel de préserver les zones d'écoulement naturel afin d'éviter l'apparition de difficultés d'évacuation ou l'inondation de secteurs aujourd'hui préservés.

Afin de gérer au mieux le ruissellement des eaux, nous recommandons :

- En priorité des mesures de gestion du ruissellement agricole en amont de la rue de Rochefort et du ru de Berneuil ;
- Dans un second temps :
 - Le réaménagement de la place en face de la mairie pour en limiter le ruissellement ;
 - La gestion des ruissellements agricoles drainés par le chemin de la Virole.

Le coût de ces travaux est estimé au total à :

- à 212 300 € HT pour les aménagements de gestion urbaine ;
- à 136 790 € HT pour les aménagements de gestion amont.

Soit un total de 349 090 € HT pour l'ensemble des aménagements proposés dont 106 200 € HT classés en priorité 1 et consistant essentiellement en aménagements de gestion amont.

Dans le cadre du zonage, un règlement de gestion du ruissellement a été défini, détaillant les principes de gestion des eaux pluviales à respecter. Les zones sensibles aux écoulements ont également été identifiées.

9. ANNEXES

- Annexe 1 : les techniques alternatives de gestion pluviale
- Annexe 2 : moyens de gestion du ruissellement amont
- Annexe 3 : techniques de prétraitement
- Annexe 4 : méthode de réalisation des essais Porchet
- Annexe 5 : plan des réseaux d'eaux pluviales
- Annexe 6 : carte des zones d'expansion du ruissellement
- Annexe 7 : cartographie des éléments du paysage

9.1. ANNEXE 1 : LES TECHNIQUES ALTERNATIVES DE GESTION PLUVIALE

9.1.1. Définition

Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales constituent des solutions dont le but est de remplacer les techniques traditionnelles. Elles visent à exploiter la capacité de rétention des sols naturels pour réduire le ruissellement, le débit dans les réseaux d'assainissement et les volumes d'eau en aval. Ces techniques permettent, en outre, d'épurer l'eau.

Ainsi, les risques d'inondation, de pollution, l'aménagement du territoire et l'optimisation des coûts sont le cœur des enjeux de la gestion alternative.

Plus écologiques et plus esthétiques que les techniques traditionnelles, elles s'intègrent aujourd'hui dans un cadre de cohérence environnementale et de bonne intégration publique. En outre, elles peuvent être rentables sur le long terme par rapport à leur mise en œuvre et à leur entretien.

Ces techniques doivent, en contrepartie, répondre à la réglementation sur plusieurs niveaux :

- La qualité (Directive Cadre Européenne sur l'Eau)
- La gestion et la maîtrise des rejets urbains par temps de pluie (Code de l'Environnement, SDAGE, PLU)
- Le zonage (Code Général des Collectivités Territoriales)
- La biodiversité (Loi Biodiversité, Code de l'Urbanisme)
- La gestion des eaux pluviales par les communautés de communes avant 2020 (Loi Notre)

La présente annexe a pour objectif de présenter les techniques alternatives utilisables en contexte urbain.

9.1.2. Liste des techniques

Techniques	Domaine d'application			Conditions de mise en œuvre				
	Domaine public	Site économique	Particuliers, petite échelle	Perméabilité en surface	Perméabilité en profondeur	Place en surface	Aménagement linéaire	Capacité de rétention des eaux
Toits verts	*	*	*	+	-	+	-	+
Noues	*			+	-/+	++	+	++
Récupération EP	*	*	*	-	-	+	-	+
Revêtements perméables	*	*	*	+	-/+	++	-	++
Canaux et rigoles	*	*	*	+	-	+	+	+
Puits d'infiltration (dernier recours)			*	+	+	+	-	+
Jardins pluviaux			*	+	+	+	-	+
Bassins de rétention	*			+	+	+++	-	+++
Bassins d'infiltration	*			+	+	++	-	++
Tranchées drainantes	*			+	-	+	+	+
Cuvettes de rétention	*			+	-	++	-	++
Bandes filtrantes	*			+	-/+	+	+	+
Caissons de rétention	*			+	-/+	++	-	++

9.1.3. Les techniques utilisables par les particuliers

a) Les toits verts

La technique consiste à recouvrir une toiture de végétation avec plusieurs couches de substrat de croissance et des plantes, remplaçant ainsi la pose de tuiles.

On retrouve deux types de toits verts, les toits verts extensifs qui couvrent l'ensemble de la surface de plantes légères avec peu ou pas d'irrigation nécessitant peu d'entretien, puis les toits verts intensifs où les cultures se font dans des systèmes plus épais de 1 à 2 mètres de profondeur avec un système d'irrigation et plus d'entretien.

Cette technique est adaptée pour des sites économiques, publics et résidentiels avec des toits plats. Cependant, il est possible d'apporter une conception différente pour des toits de pente 20° ou plus.

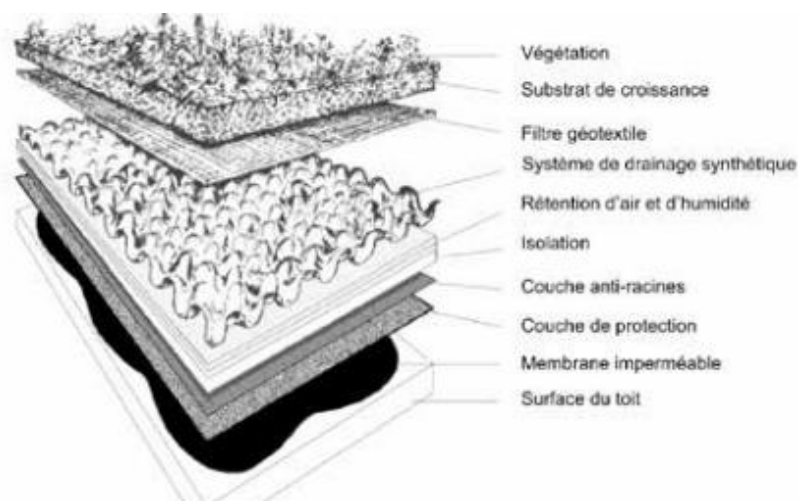


Source : Sealeco

Conception :

Différente selon chaque utilisateur, qui nécessite l'intervention d'une équipe sur le terrain et qui va prendre en compte :

- L'emplacement
- La structure
- L'autorisation réglementaire
- L'entrée et la sortie du système
- Le substrat à utiliser
- Les activités d'entretien



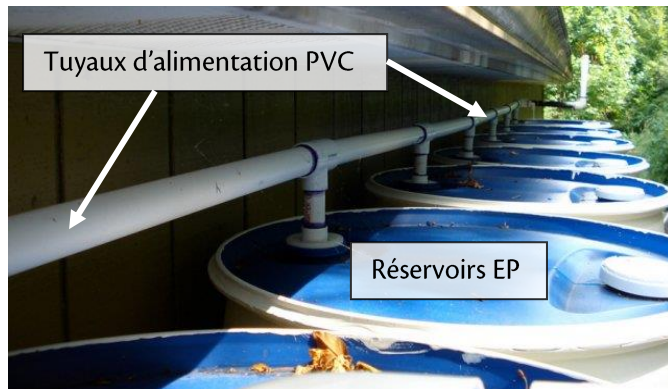
Source : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Avantages	Inconvénients
<p>Développement de la biodiversité</p> <p>Réduction du risque inondation</p> <p>Meilleure isolation thermique</p> <p>Filtration de l'eau par les végétaux</p> <p>Réduction sonore de la zone urbaine</p> <p>Stockage du CO₂ par la photosynthèse</p> <p>Humidification de l'air environnant</p> <p>Augmentation de la durée de vie du toit</p> <p>Aménagement esthétique</p>	<p>Cohabitation difficile avec les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques</p> <p>Conception complexe</p> <p>Nécessité d'un toit à faible pente et de bonne étanchéité</p> <p>Contraintes climatiques (vent, neige)</p> <p>Nécessité d'un accès facile pour l'entretien</p> <p>Coût plus élevé qu'un toit classique composé de tuiles</p> <p>Intégration d'un système d'arrosage en période estivale selon les végétaux posés</p>

b) Récupération des eaux de pluie

La récupération de l'eau de pluie provenant du ruissellement de toitures est une technique ouverte à plusieurs usages comme l'irrigation, l'arrosage ou encore le lavage. Le stockage s'effectue par le biais de réservoirs alimentés par des tuyaux en PVC.

La technique est envisageable pour des lotissements et des sites économiques.



Source : Ecohabitation

Conception :

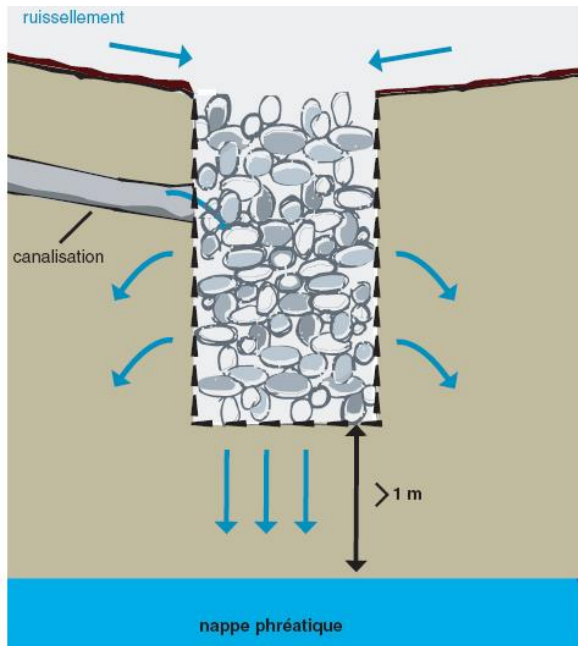
- Protection des cuves des débris végétaux et solides et des insectes par un couvercle.
- Implantation des réservoirs en surface ou dans le sol.
- Prévoir un mécanisme de vidange et de trop-plein

Avantages	Inconvénients
<p>Réserves en eau</p> <p>Réduction du risque inondation</p> <p>Eau de pluie gratuite</p> <p>Moins de prélèvements dans la nappe si usage pour eau potable</p> <p>Eau peu calcaire</p> <p>Utile pour l'arrosage en cas de sécheresse</p> <p>Moins d'eau de pluie en station d'épuration si réseau unitaire</p>	<p>Nécessité d'un traitement selon les usages</p> <p>Nécessite un volume de vide complémentaire pour tamponner en temps de pluie afin d'assurer la gestion à la parcelle</p> <p>Variabilité interannuelle des précipitations</p> <p>Eaux à réserver pour des usages ne nécessitant pas d'être raccordés au réseau d'assainissement (problématique de la taxe assainissement sinon)</p>

c) Les puits d'infiltration

L'objectif du puits est de retenir les eaux pluviales s'écoulant de petits bassins versants (à l'échelle d'une habitation, d'un lotissement ou encore d'un parking à condition qu'un traitement permette d'éviter le risque de pollution de la nappe). Ainsi, le débit de pointe et les volumes de ruissellement diminuent, en plus d'avoir un impact positif sur la qualité de l'eau grâce au rôle de filtration des matériaux composant le puits.

Toutefois, cette technique est à utiliser en dernier recours à cause du risque de colmatage mais aussi pour préserver la nappe des risques de pollution malgré les matériaux mis en place.



Source : Site de l'eau en Seine-et-Marne

Conception :

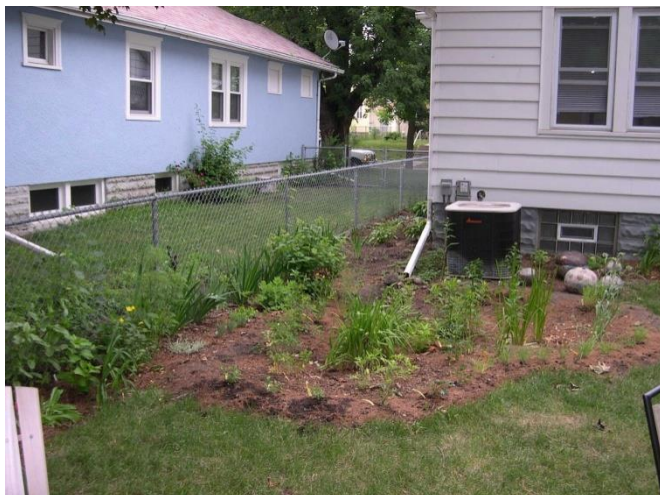
- Distance entre fond du puits et le niveau haut de la nappe ≥ 1 m.
- La tranchée acheminant les eaux au puits doit être ≥ 4 m et doit contenir des pierres lavées de taille 50 mm, revêtue d'un géotextile et située proche de la surface du sol.
- Implantation d'un trop-plein et d'un filtre dans le puits.

Avantages	Inconvénients
<p>Recharge de la nappe</p> <p>Réduction du risque inondation</p> <p>Gain d'espace à la surface</p> <p>Emprise au sol très faible</p>	<p>Réalisation complexe</p> <p>Capacité de stockage limitée</p> <p>Risque de colmatage</p> <p>Applicable seulement pour les petits lots</p> <p>Coût élevé</p> <p>Respect des distances avec l'habitation</p>

d) Jardins pluviaux

Ce sont des petits aménagements paysagers avec diverses plantations, selon les conditions climatiques de l'emplacement, qui vont recevoir les eaux pluviales de petites surfaces. Les eaux de ruissellement vont s'infiltrer et les polluants filtrés par adsorption, volatilisation et évapotranspiration par les plantes et dégradation biologique.

En contexte urbain, cette technique est applicable aux îlots des aires de stationnement, dans les terre-pleins centraux, dans des sites économiques, ou des lotissements.



Source : Wikipédia

Conception :

- Surface tributaire < 1 ha
- Surface de l'aménagement : 5 à 10 % de la surface imperméable drainante
- Pente < 5 %
- Distance entre le fond du système et la nappe $\geq 1,2$ m
- Infiltration ≥ 25 mm/h
- Type de filtration
 - avec recharge partielle
 - avec recharge partielle et drain surélevé
 - avec drain et géotextile étanche
- Prévoir un prétraitement contre les sédiments par combinaisons d'autres techniques

Avantages	Inconvénients
Recharge de la nappe Réduction du risque inondation Filtration des polluants Variété des plantes Aménagement esthétique Réalisation relativement simple Développement de la biodiversité	Utilisation pour des petites surfaces Coût important Risque de colmatage par l'accumulation de sédiments, donc nécessité d'ajout de prétraitement au système

9.1.4. Techniques utilisables en domaine public

a) Les noues

Ce sont des baissières engazonnées, peu profondes, permettant de ralentir l'évacuation de l'eau, avec un écoulement et un stockage à l'air libre. L'efficacité peut être développée en implantant des seuils. L'eau est amenée soit par des canalisations, soit par ruissellement direct des eaux de voiries, de parkings et de toitures. Soit l'eau s'infiltré, soit elle est dirigée à un exutoire à débit régulé.

Elles présentent l'avantage de piéger et dégrader les polluants au cours de l'écoulement.

Cette technique linéaire permet en outre de structurer l'espace.



Source : Jardins de France

Conception :

- Hauteur de gazon > 75 mm pour obtenir un meilleur filtrage des solides en suspension
- Débit < 0,15 m³/s
- Vitesse < 0,5 m/s
- Surface drainée < 2 ha
- Coefficient n de Manning
 - Hauteur d'eau importante : 0,030 – 0,035
 - Hauteur d'eau faible (1/3 hauteur végétation) : 0,25 à 0,35
- Pente longitudinale minimale de 1 %
- Pente latérale le plus faible possible
- Hauteur d'eau maximale : 100 mm

Avantages	Inconvénients
Recharge de la nappe Réduction du risque inondation Abattement de sédiments et de polluants Réalisation simple Faible coût Aménagement esthétique Entretien facilité par la faible profondeur	Possibilité d'endommagement par les autos ou les activités d'enlèvement de la neige Nécessite une végétation suffisamment dense Entretien régulier Emprise importante

b) Les canaux et rigoles

Ces ouvrages permettent la collecte, le ralentissement et la circulation des eaux pluviales à travers un canal à ciel ouvert. Les sédiments sont également stockés dans ces aménagements. Ils servent à relier deux techniques alternatives.

L'intégration de plantes à cette pratique permet de traiter ces eaux.



Source : Le Moniteur

Conception :

- Pas de valeurs limites pour les dimensions.
- Construire sur une terre stable à faible pente

Avantages	Inconvénients
Bonne intégration paysagère Réduction du risque inondation Amélioration de la biodiversité par les plantes Rétention des sédiments Amélioration de la qualité de l'eau	Récupération des eaux de ruissellement d'une petite surface Entretien et inspection réguliers Capacité de stockage faible

c) Les revêtements perméables

Les revêtements perméables permettent d'infiltrer des eaux pluviales à travers un revêtement qui aurait été imperméable dans une conception classique (surfaces de voirie et de stationnement). Le ruissellement se retrouve réduit et la rétention et l'infiltration sont favorisées. Si le sol est perméable sous le revêtement, l'eau peut s'infiltrer en profondeur, dans le cas contraire, l'eau est interceptée par des drains perforés.

Cette technique est applicable pour les parkings, les sentiers piétonniers, les aires de jeux et les pistes cyclables. Elle n'est, en revanche, pas applicable pour les zones de circulation régulière et lourde.



Source : Ecovégétal

Conception :

Infiltration minimale avec une infiltration complète : 12,5 mm/h soit $3,4 \cdot 10^{-6}$ m/s

Avantages	Inconvénients
Abattement de polluants Réduction du risque inondation Amélioration esthétique des aménagements	Coût de réalisation élevé Entretien coûteux Risque de colmatage

d) Bassins de rétention

Ce sont des ouvrages de stockage. Il existe :

- Les bassins de rétention sans retenue permanente dit à sec, sont conçus pour stocker temporairement les eaux pluviales pour les relâcher à des débits contrôlés vers les milieux récepteurs. Leur vidange s'effectue en totalité après le stockage.
- Les bassins de rétention avec retenue permanente conservant un certain volume d'eau entre les événements pluvieux et possédant un volume de stockage supplémentaire varient en fonction des débits d'arrivée. L'abattement des polluants se réalise par décantation.



Source : Madeo

Conception pour bassin sec (adapté de MOE, 2003, UDFCDn 2005 ; Vermont, 2002 ; MPCA, 2005) :

Paramètre ou élément de conception	Objectif pour la conception	Critère minimal	Critère recommandé
Superficie du bassin versant tributaire	Dimensions minimales des ouvrages de contrôle à la sortie	5 ha	10 ha
Volume pour le contrôle de la qualité	Fournir un certain pourcentage d'enlèvement des polluants	Événement de conception pour la qualité	
Durée de la retenue prolongée	Décantation des matières en suspension	24 h	48 h
Cellule à l'entrée	Prétraitement	Profondeur min. : 1 m Conçue pour ne pas produire des vitesses favorisant l'érosion à la sortie de la cellule	Profondeur min. : 1,5 m
Ratio longueur/largeur	Maximiser le parcours de l'écoulement et minimiser le potentiel de court-circuitage	3 : 1 (peut être accompli par des bermes ou autres moyens)	De 4 : 1 à 5 : 1
Profondeur	Sécurité	Profondeur max. : 3 m Profondeur moy. : 1 - 2 m	Profondeur max. : 2 m Profondeur moy. : 1 - 2 m
Pentes latérales	Sécurité	Pente moyenne de 4 : 1 ou plus douce	
Entrée	Éviter blocage ou gel	Minimum : 450 mm	Pente de la conduite > 1 %
Sortie	Éviter blocage ou gel	Minimum : 450 mm pour conduite de sortie Si un contrôle par orifice est utilisé, diam. Minimum de 75 mm (à moins d'être protégé)	Pente de la conduite > 1 % Diamètre minimal d'un orifice de contrôle : 100 mm
Accès pour la maintenance	Accès pour camion ou petite rétrocaveuse	Soumis à l'approbation des Travaux Publics	Prévoir un mécanisme pour vider au besoin les cellules à l'entrée ou à la sortie

Source : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

	Avantages	Inconvénients
Bassins de rétention sans retenue permanente	<p>Adaptation au froid</p> <p>Réduction du risque inondation</p> <p>Limitation de l'érosion dans les cours d'eau grâce à la réduction des débits en aval</p> <p>Usage de loisirs</p>	<p>Nécessité d'une surface tributaire ≥ 5 ha</p> <p>Remise en suspension des sédiments s'ils ne sont pas enlevés à intervalles réguliers</p> <p>Entretien régulier afin d'éviter une nuisance visuelle et olfactive par une accumulation de débris et de végétaux indésirables</p> <p>Selon les volumes et les profondeurs, les bassins peuvent requérir des approbations nécessaires en vertu de la loi sur la sécurité des barrages</p>
Bassins de rétention avec retenue permanente	<p>Décantation des polluants solides</p> <p>Abattement des polluants dissous</p> <p>Intégration paysagère</p> <p>Création d'habitats</p> <p>Possibilité d'augmentation de la valeur des propriétés limitrophes</p> <p>Enlèvement des sédiments moins fréquents</p>	<p>Nécessité d'une surface tributaire ≥ 5 ha</p> <p>Plus coûteux que des bassins sans retenue permanente</p> <p>Nécessité d'une grande surface de conception</p> <p>Température de relâche d'eau chaude en été pouvant être néfaste pour les poissons thermosensibles</p>

e) Bassins d'infiltration

Ces ouvrages sont conçus pour stocker le volume de ruissellement et l'infiltrer en plusieurs heures. Il est nécessaire d'implanter un système de prétraitement en amont pour garantir un fonctionnement de manière pérenne.

Cette technique se réalise uniquement sur des sols grandement perméables et qui ne sont pas polluosensibles. Le secteur ne doit également pas apporter de sédiments dans l'aménagement.



Source : Pinterest

Conception

- Surface minimale du bassin versant tributaire : 5 ha
- Percolation > 60 mm/h
- Distance nappe et fond du bassin > 1 m
- Ratio longueur/largeur : 3:1
- Profondeur de stockage < 600 mm
- Prévoir le prétraitement
- Réaliser le système de by-pass pour récupérer les débits excédentaires à celui utilisé pour la conception.
- Temps de vidange < 48 h

Avantages	Inconvénients
Réduction du risque inondation Peut être efficace pour retirer les sédiments fins et certains polluants Réduction de l'érosion dans les cours d'eau en aval grâce à la réduction de la surcharge Recharge de la nappe Possible sur de petits sites (surface < 1 ha)	Dépendance à la condition du sol (profondeur nappe, occupation du sol et risque de contamination) Besoin d'une grande surface plane Risque de colmatage donc nécessité d'un entretien régulier et des inspections fréquentes

f) Tranchées drainantes

Ce sont des systèmes de conduites perforées implantés à l'extérieur de la chaussée permettant l'exfiltration de l'eau en la transportant vers l'aval. Ces conduites se situent dans des excavations peu profondes, remplies de pierres nettes lavées et enrobées d'un géotextile. Les eaux pluviales acheminées par ruissellement, parviennent jusqu'aux conduites par percolation, ce qui réduit les volumes de ruissellement.

Cette technique s'applique aux espaces restreints et se trouve souvent associée à d'autres filières.



Source : GECH

Conception :

- Prévoir un dispositif de prétraitement en amont de la tranchée pour éviter le colmatage (séparateurs à huiles et sédiments, noues ou bandes filtrantes)
- Superficie tributaire < 2 ha
- Percolation minimale de 15 mm/h
- Distance entre le fond de la tranchée et la nappe au moins de 1 m.
- Vidange en 24 h
- Profondeur maximale = Percolation [m/h] x 24h
- Porosité pierre nette à 0,4
- Prévoir un système de by-pass pour récupérer les débits excédant celui utilisé pour la conception.

Avantages	Inconvénients
<p>Réduction du risque inondation</p> <p>Efficacité d'enlèvement des sédiments et de certains polluants</p> <p>Faible coût</p> <p>Réalisation simple</p> <p>Possibilité d'optimisation de l'espace (dans une allée, ...)</p> <p>Bonne intégration paysagère</p> <p>Recharge de la nappe</p> <p>Faible emprise foncière</p>	<p>Dépendance à la condition du sol (profondeur nappe, occupation du sol et risque de contamination)</p> <p>Risque de colmatage dans la tranchée donc nécessité d'un entretien régulier</p> <p>Linéaire à adapter</p>

g) Cuvettes de rétention

Ce sont des aménagements de type étang ou bassin conçus avec un volume de rétention supplémentaire pour réduire le volume de ruissellement lors d'épisodes pluvieux. Ces volumes d'eau sont extraits à un débit contrôlé. On retrouve des bassins enterrés et des bassins avec des berges rehaussées avec possibilité de traitement des eaux pluviales dans les deux cas.

Conception :

- Surface de drainage peut être aussi faible que 0,03 à 0,1 km²
- Prévoir un système combiné durable en amont (petits bassins de rétention ou des noues).
- Implantation de la cuvette dans une zone imperméable et un creux du bassin hydrographique où le ruissellement de l'eau s'effectue par gravité.

Source : Satras

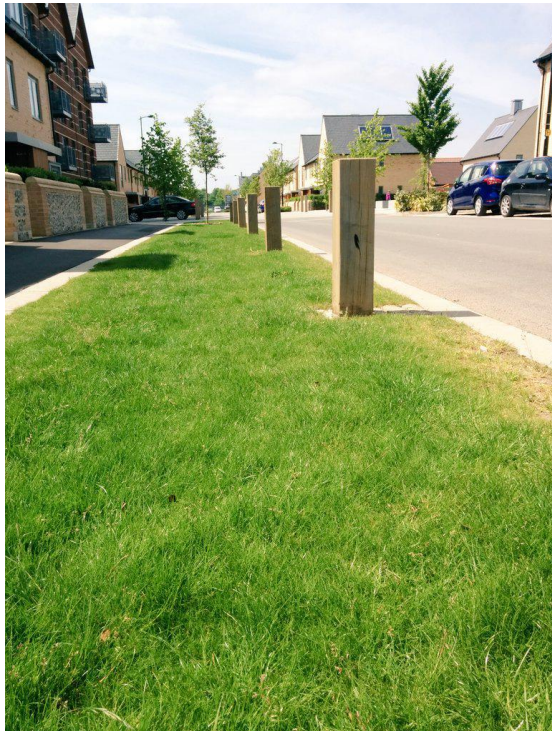
Avantages	Inconvénients
Bonne intégration paysagère Réduction du risque inondation Bon abattement des polluants donc amélioration de la qualité des eaux de surface Interception des sédiments Préservation de la biodiversité	Inspection et entretien réguliers Nécessité de combinaison avec des composantes de drainage en amont Besoin d'un sol imperméable

h) Bandes filtrantes

Elles forment des bandes gazonnées ou boisées sur lesquelles le ruissellement peut s'écouler lentement. En effet, les plantations qui les recouvrent ont une influence sur le ralentissement, l'infiltration mais aussi sur la filtration de l'eau et la rétention de sédiments.

L'infiltration doit s'effectuer au-dessus de la nappe et uniformément afin d'éviter des zones de stagnations d'eau. Pour ce faire, il est nécessaire d'intégrer à l'aménagement des répartiteurs de débits.

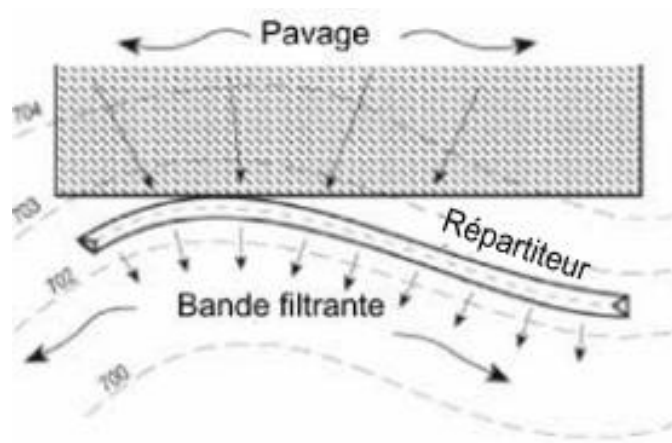
Cette technique est adaptée pour des bassins de drainage de faible superficie, inférieure à 2 hectares. Elle recueille les eaux de voiries, de toitures et de parkings.



Conception :

- Superficie < 2 ha
- Pente comprise entre 1 % et 5 %
- Pente latérale maximale : 1 %
- Largeur minimale de 5 m
- Largeur optimale :
 - En pente douce (1-2 %) : 10-15 m
 - En pente plus élevée (5 %) : 15-20 m
- Implantation d'un répartiteur de débit (par tranchées comme dans la figure ci-dessous ou rigoles)
- Prévoir un stockage minimal en fonction d'une pluie de 10 mm de type Chicago sur 4 heures.

Source : Susdrain



Source : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Avantages	Inconvénients
<p>Infiltration partielle des eaux de ruissellement</p> <p>Réduction du risque inondation</p> <p>Soustraction des sédiments et des polluants</p> <p>Coût faible</p> <p>Réalisation simple</p> <p>Peu d'entretien</p>	<p>Pas applicable pour les secteurs à fortes pentes ou des rues pavées</p> <p>Espace disponible faible en zone urbaine</p> <p>Exposition aux eaux ruisselant des stations-service, industries et pouvant contaminer la nappe</p>

i) Les caissons de rétention

Il s'agit de structures alvéolaires très légères enterrées permettant de stocker les eaux pluviales et éventuellement de les infiltrer.



Source : Sotra Seperef

Conception :

- Dimensions variables selon le constructeur.
Préparer un lit de 10 cm de matériaux adéquats sur lequel l'ouvrage va reposer.
- Prévoir un géotextile si infiltration, deux si rétention, en PP, PEHD ou PVC, d'une épaisseur de 1 mm minimum.
- Implanter un film anti-racinaire en présence de plantation.
- Respecter une distance de 5 m minimum entre l'ouvrage et le bâtiment en infiltration, et une fois la profondeur de l'ouvrage en rétention.
- Effectuer l'assemblage des premiers modules sur la largeur puis sur la longueur de manière à créer un "L".

Avantages	Inconvénients
Prétraitement intégré au système Durée de vie longue Résistance aux contraintes mécaniques Mise en œuvre aisée	Entretien régulier Difficultés d'entretien si non conçu pour être visitable

9.2. ANNEXE 2 : MOYENS DE GESTION DU RUISSELLEMENT AMONT

9.2.1. Gestion du ruissellement diffus

Les volumes calculés nécessaires à la gestion du ruissellement diffus s'avèrent souvent importants. Cependant, ils peuvent généralement être bien gérés à l'aide d'aménagements simples, qui, placés de manière pertinente, retiennent efficacement le ruissellement.

a) Les haies

- **Objectifs :**

Une haie permet de ralentir les écoulements et favorise ainsi l'infiltration de l'eau et le dépôt de la terre hors des zones vulnérables. L'intérêt de la présence d'une haie est l'interception d'une partie du ruissellement et la réduction de sa vitesse d'écoulement. Quand la haie intercepte un ruissellement diffus (c'est-à-dire étalé sur une grande largeur), elle peut piéger jusqu'à 70 % des particules et atteindre des vitesses d'infiltration de plus de 200 mm/h.

- **Principe :**

La haie constitue un obstacle perméable au ruissellement. Les tiges de la haie freinent les ruissellements. Cette diminution de la vitesse favorise l'infiltration et la sédimentation des particules. La présence des racines crée des conditions favorables à l'infiltration, renforcées en été par un bon développement des parties aériennes.

- Le rôle de frein hydraulique d'une haie dépend de trois paramètres :
- La densité de la haie : la haie doit être la plus dense possible à sa base (les paramètres ayant de l'importance sont la densité de tiges/m² et le diamètre des tiges) ;
- La pente du terrain en amont de la haie : elle doit être aussi faible que possible. Cela peut être obtenu soit par un terrassement léger à l'implantation soit par l'accumulation des dépôts au fil des années ;
- La façon dont le ruissellement traverse la haie : il doit être diffus.

- **Implantation des ouvrages :**

La haie est l'aménagement qui peut être positionné le plus en amont possible dans le bassin versant. C'est le fonctionnement hydrologique du bassin versant qui détermine la position des haies :

- très haut dans le bassin versant avant que les ruissellements ne se concentrent,
- dans les fonds de vallon très plats où l'eau s'étale.

Pour qu'elle joue pleinement son rôle, la haie doit être positionnée en perpendiculaire de l'écoulement. C'est-à-dire soit perpendiculaire au versant, soit perpendiculaire au fond de vallon.

- **Dimensionnement et conception :**

Pour être efficace d'un point de vue hydraulique, la haie est plantée en 2 ou 3 rangs en quinconce sur une largeur de 50 cm à 1 mètre. Les pieds doivent être les plus serrés possibles (30 à 50 cm maximum d'écartement selon les espèces choisies et leur pouvoir à multiplier le nombre de tiges).

La densité à la plantation préconisée est de 6 pieds/ml avec des espèces appropriées. L'objectif est d'atteindre environ 40 tiges/ml au bout de 10 ans. Il faut laisser une bande non cultivée de 50 cm de chaque côté de la haie afin d'éviter d'endommager les racines avec les outils lors du travail de la parcelle.

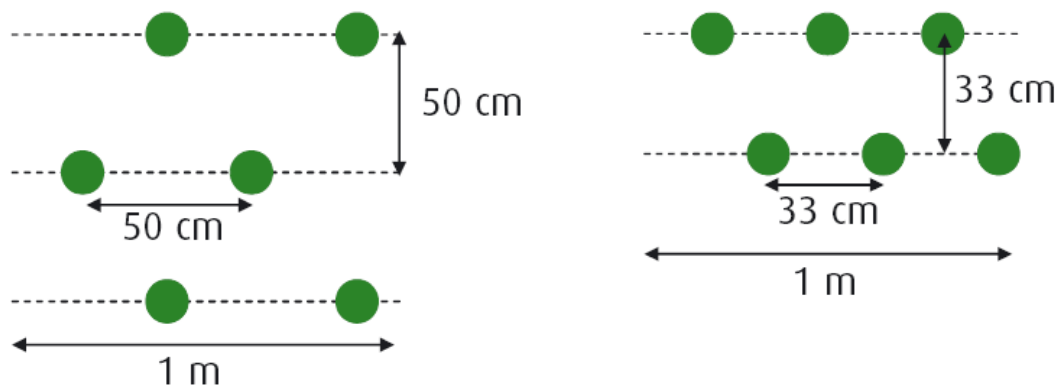


Figure 77. Schéma de plantation d'une haie

- **Entretien :**

Pour être efficace sur un plan hydraulique, la haie n'a pas besoin de dépasser un mètre de hauteur. Puisque c'est la densité au pied de la haie qui a de l'importance, on choisira une conduite en cépée : cette opération consiste, à la fin de l'hiver suivant la plantation, si le plant s'est bien développé, à le couper à 5 à 10 centimètres du sol pour l'obliger à produire des branches latérales depuis la souche. Pour densifier l'arbuste au maximum, une taille adaptée sera renouvelée les hivers suivants.

Plus la haie est large, surtout au pied, plus elle est efficace hydrauliquement et favorise aussi la présence de la faune. Pendant 3 à 5 ans, il faut contrôler l'envahissement de la jeune haie par les mauvaises herbes. Chaque hiver, la haie doit être regarnie si des plants meurent. Une fois la haie établie, la taille régulière se fait avec des outils réalisant des coupes nettes : tailleuse à barre de coupe, lamier ou sécateur.

Le girobroyeur ou épareuse est à éviter car il déchiquette les branches (il convient uniquement sur des branches de diamètre inférieur à 2 cm).

- **Coûts d'investissement et d'entretien**

En fonction de la configuration de la haie (2 ou 3 rangs, espacés de 0,5 ou 0,33 m), Il faut compter entre 30 et 40 €/ml. Ce prix comprend les plants, le paillage biodégradable et la protection des plants.

Les coûts d'entretien varient en fonction du matériel utilisé et de la fréquence :

Fréquence	Matériel et mode opératoire	Temps (h/km)	Coût au km (€ HT)	
			Du chantier ⁽¹⁾	Par an
Tous les ans	Epareuse (1,20 m de taille par passage)	1,7	152	152
Tous les 3-4 ans	Lamier à couteaux (2,40 m de taille par passage) et broyage des branches	0,9	135	34
Tous les 5-8 ans	Lamier de scies (2,40 m de taille/passage) et ramassage des branches	1	198	25

⁽¹⁾ coût d'amortissement + entretien et réparation du matériel

b) Les fossés et les talus

- **Objectifs :**

Les **fossés et talus** sont des aménagements linéaires simples. Ils captent les ruissellements diffus pour les guider vers un exutoire ou une zone de tamponnement et ainsi protéger une parcelle ou un site en aval. Ils permettent l'infiltration et piègent les sédiments et évitent l'érosion à la sortie d'un ouvrage hydraulique (mare tampon...).

- **Principe :**

Le creusement d'un **fossé** permet de collecter le ruissellement. S'il déborde, le ruissellement reprendra son chemin naturel. Pour permettre à l'eau de s'infiltrer, il doit être équipé de redents. Ce sont des petites buttes transversales qui créent des compartiments favorisant l'infiltration de l'eau.

L'élévation d'un **talus** permet de dévier le ruissellement et peut constituer une zone inondable d'infiltration à l'amont. Pour évacuer l'eau stockée, il doit pouvoir déborder sur un côté choisi et peut être busé. Le talus est plus facile d'entretien que le fossé (curage) mais plus délicat à réaliser. Dans beaucoup de situations, les fossés et les talus sont associés.

- **Dimensionnement et conception :**

Concernant **les talus**, les travaux consistent à décaper la terre végétale sous le talus pour bien l'ancrer dans le sol. Ensuite, il faut recompacter l'ensemble du talus à la pelleuse puis recouvrir par la terre végétale.

Si le talus est fait pour dévier les écoulements, il doit avoir une pente longitudinale de 1% et une surface enherbée de 3 à 5 mètres doit être aménagée à l'amont pour recevoir les écoulements.

Si le talus est perpendiculaire au ruissellement, il faut évaluer la surface qui risque d'être inondée à l'amont. Ce talus ne doit pas stocker plus de 50 cm de hauteur d'eau.

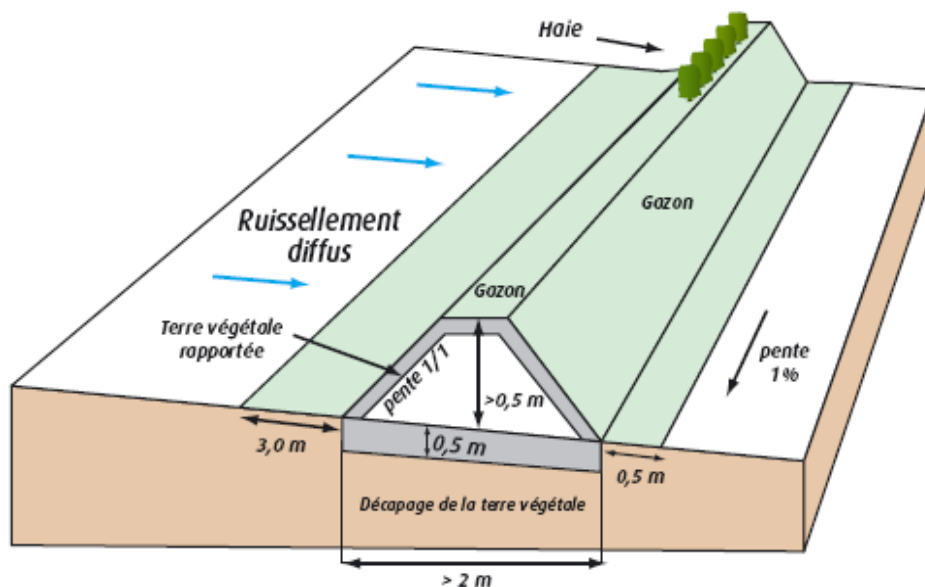


Figure 78. Schéma d'un talus

Concernant **les fossés**, la pente longitudinale ne doit pas excéder 2 %, sinon il risque de se transformer en ravine. Si la pente est supérieure, il faut alors choisir un chemin d'eau enherbé, plus large, où les écoulements peuvent s'étaler et perdre de la vitesse. Les pentes latérales du fossé de 1 pour 2 assurent une bonne stabilité en terre de limons. En cas d'arrivée d'eau latérale prévoir une pente de 1 pour 3 avec une mise en herbe sur 3 mètres en bordure. La section du fossé doit simplement permettre d'évacuer les ruissellements venant de l'amont.

Il est préférable qu'il déborde en cas de fort débit. Cela évite d'accroître la brutalité de la crue en aval. Il est conseillé de les dimensionner sur la base de 1 l/s/ha potentiellement ruisselant.

Le fossé doit déboucher dans une zone protégée soit un aménagement hydraulique, soit une prairie. L'envasement du fossé peut être limité en provoquant la sédimentation en amont. Une surface enherbée de 3 à 20 mètres de large disposée le long d'un fossé peut jouer ce rôle.

Le **fossé à redents** est efficace pour infiltrer les ruissellements à condition d'être situé sur des sols à forte perméabilité.

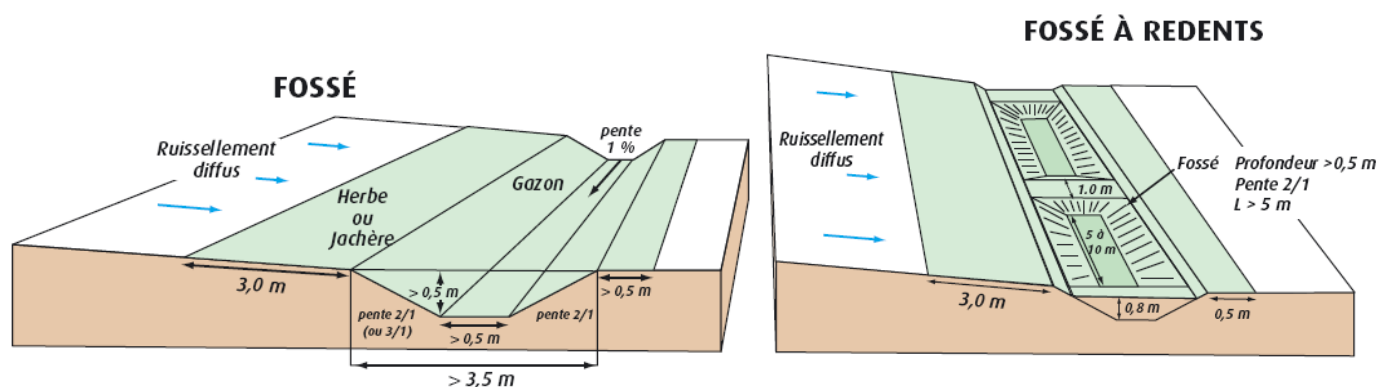


Figure 79. Schéma de fossés

- **Entretien :**

Pour les fossés, l'entretien consiste en un à deux fauchages par an et, si nécessaire, un curage annuel des parties envasées. En cas d'entretien régulier, il n'est normalement pas nécessaire de reprofiler le fossé périodiquement.

Pour les talus, un fauchage annuel des côtés est conseillé. Si des arbustes sont plantés et conduits en cépée, il faut les tailler les trois premières années. On compte 1 jour d'entretien pour 150 mètres de haie. Quand la haie est haute, une taille annuelle se fait avec une tailleuse à barre de coupe ou un lamier. Il faut éviter le girobroyeur (épareuse), qui n'est pas adapté aux grosses branches.

- **Coûts d'investissement et d'entretien :**

Le prix des terrassements pour un talus ou un fossé dépend du volume de terre à mettre en forme et avoisine les 15 à 20 € HT/m³. Ainsi le coût d'un fossé simple varie de 20 à 30 € HT du mètre linéaire et celui d'un talus de 30 à 40 € HT. Le coût d'un fossé à redents avoisine les 30 € HT par mètre linéaire.

9.2.2. Gestion du ruissellement concentré

Le ruissellement concentré dans un axe d'écoulement peut générer des débits importants sur des secteurs précis et localisés. Il est donc souvent préconisé des aménagements tampons.

a) Les mares tampons

- **Objectifs :**

Les mares permettent dans certain cas de réguler les débits de ruissellement et de réduire les surfaces inondées.

- **Principe :**

La mare tampon comporte deux niveaux. Un premier niveau toujours en eau correspond à la mare permanente. Le second niveau sert à réguler les débits. Il stocke temporairement les eaux de ruissellement lors des pluies et se

vide progressivement grâce à la conduite d'évacuation appelée ouvrage de fuite. La partie de stockage temporaire est ainsi libérée pour la pluie suivante.

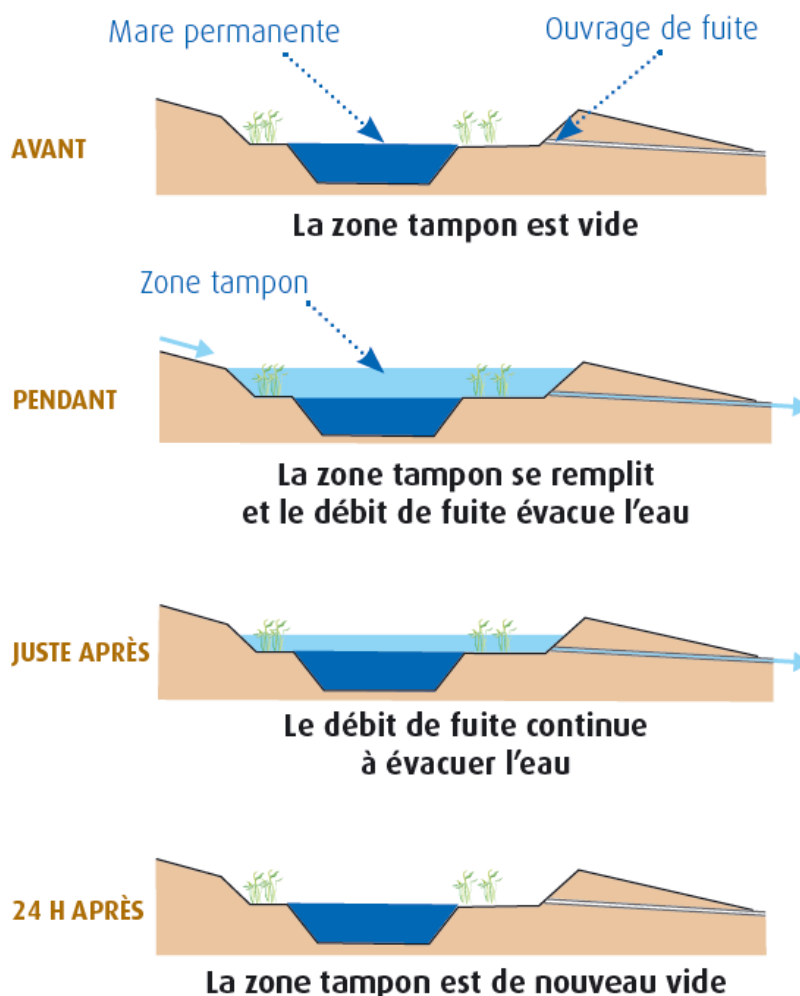


Figure 80. Schéma de fonctionnement d'une mare tampon

- **Implantation des ouvrages :**

La mare tampon est à situer dans un **axe de passage ou de concentration des écoulements** : fond de vallon ou point bas, exutoire d'un fossé, d'un chemin creux, d'une buse... Son remplissage se fait alors naturellement.

- **Dimensionnement et conception :**

Le volume de la zone tampon doit être calculé en fonction de l'origine de l'eau qui l'alimente.

Quand l'eau vient de la plaine, on considère qu'une partie des pluies s'infiltrer sur les parcelles et que la mare doit stocker au minimum $20 \text{ m}^3/\text{ha}$ soit 2 mm de ruissellement. Ceci permet de réguler les ruissellements fréquents, susceptibles de se produire tous les ans ou tous les deux ans sur les parcelles cultivées. Elle n'a pas vocation à protéger une zone bâtie des inondations.

Quand l'eau vient d'une zone imperméabilisée, on considère que la mare doit stocker toute l'eau d'une pluie décennale. Il est recommandé une profondeur de zone tampon entre 50 cm et 1 mètre de profondeur.

- **Entretien :**

Pour conserver l'efficacité de la mare tampon au cours du temps, il est indispensable de l'entretenir. Il est recommandé de prévenir l'envasement d'une mare en aménageant à l'amont une surface enherbée, afin de provoquer la sédimentation des particules contenues dans le ruissellement.

Pour une plus grande efficacité, cette surface en herbe peut être renforcée par une haie dense ou une fascine.

L'entretien courant consiste à :

- S'assurer du bon fonctionnement hydraulique de la mare tampon en veillant à ce que les arrivées d'eau et la conduite d'évacuation ne soient pas obstruées.
- Faucher les parties enherbées, tailler les plantations et couper l'excès de végétation aquatique. Il est vivement conseillé d'enlever les produits de fauche pour éviter l'obstruction des canalisations et ralentir l'envasement de la mare.

Le curage devient nécessaire dès que les deux tiers de la mare permanente sont comblés, et en tout état de cause avant que la baie n'atteigne l'ouvrage de fuite. Pour la mare permanente, il est conseillé de pratiquer le curage en plusieurs fois et de préférence en automne, pour perturber le moins possible l'équilibre écologique de la mare.

- **Coûts d'investissement et d'entretien :**

Le prix moyen d'une mare se situe entre 9 et 13 €HT/m³ pour une création ou une réhabilitation, comprenant le terrassement et la pose de l'ouvrage de fuite.

Le coût d'un curage est compris entre 9 et 13 €HT/m³.

b) Les bassins de tamponnement et d'infiltration

- **Objectifs :**

Un **bassin de tamponnement ou d'infiltration des eaux pluviales** permet de tamponner ou de stocker des eaux pluviales. Le bassin a pour but de limiter les apports conséquents d'eaux pluviales au réseau ou en aval en écrétant l'apport en eau dans les réseaux ou le milieu naturel afin d'éviter la saturation des réseaux d'assainissement des eaux pluviales et des chocs de pollutions vers le milieu naturel.

- **Principe :**

Les eaux de ruissellement sont collectées par un ouvrage d'arrivée, stockées dans le bassin, puis évacuées à débit régulé soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassins de retenu), soit par infiltration dans le sol (bassins d'infiltration).



Figure 81. Exemple de bassin d'infiltration réalisé par Verdi Ingénierie Seine

- **Dimensionnement et conception :**

Le concepteur du bassin est amené à des compromis dans le choix du volume de stockage, de la morphologie, d'éventuels équipements de surface, et de la localisation.

Ces choix se font en fonction des contraintes physiques (topographie, hydrogéologie, occupation du sol), économiques (foncier, gestion, maintenance), techniques (niveaux de protection retenus, entretien) et environnementales (impacts sur le milieu récepteur, paysage et qualité de vie).

L'usage de surface dépend essentiellement du type d'effluent et de la fréquence d'utilisation. En fonction de ces multiples critères, on choisira entre un bassin en eau ou un bassin sec, un bassin de retenue ou d'infiltration, un bassin accompagné d'un ouvrage de prétraitement ou non, un seul bassin ou plusieurs bassins en parallèle ou en série.

- **Entretien :**

Pour les bassins enherbés il faut prévoir une tonte ou un fauchage régulier.

- **Coûts d'investissement et d'entretien :**

Le prix des terrassements pour un bassin dépend du volume de terre à terrasser. Il faut compter de 50 à 70 € HT/m³.

9.3. ANNEXE 3 : TECHNIQUES DE PRÉTRAITEMENT

Outre le prétraitement des eaux par les techniques de gestion alternative du ruissellement, il existe de nombreux moyens de prétraitement. Voici des exemples concrets de systèmes de prétraitement.

Les dispositifs de traitement devront être approuvés par le gestionnaire des réseaux.

9.3.1. Techniques enterrées : séparateur à hydrocarbures

Les séparateurs à hydrocarbures sont obligatoires pour :

Stations services, stations de lavages, dépôts de carburants, ateliers de mécanique, garages, récupération ou démolition d'automobiles, chaufferies, transporteurs, dépôts d'autobus, dépôts SNCF, aires de stationnements d'autoroute, aéroports, héliports, ou autres installation susceptible de rejeter des eaux chargées d'HYDROCARBURES.

Un séparateur à hydrocarbures est un appareil généralement enterré et **destiné à piéger les hydrocarbures** contenus dans les eaux de ruissellement avant rejet. Il doit obligatoirement comporter un débourbeur qui arrêtera les particules décantables :

- Le débourbeur sert à décanter les matières en suspension.
- Le déshuileur sert à séparer les gouttelettes d'hydrocarbures de l'eau. Celles-ci ont préalablement coalescé à travers un filtre « coalesceur » afin de former un film d'hydrocarbures homogène plus facile à piéger.
- Chaque compartiment est accessible par un trou d'homme. Il est fortement conseillé d'installer un séparateur à hydrocarbures avec obturateur.

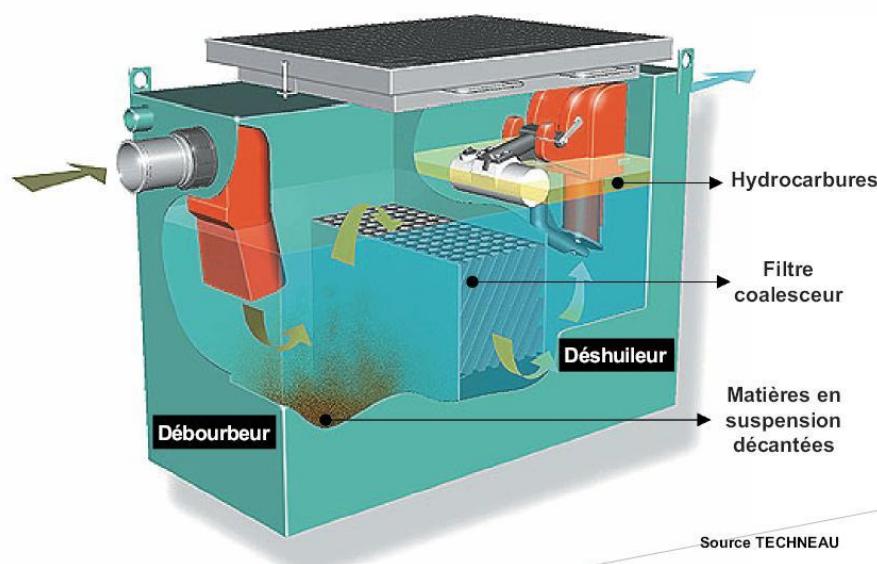


Figure 82. Schéma d'un séparateur à hydrocarbures

9.3.2. Techniques aériennes

Les ouvrages de surface d'assainissement pluvial ont pour vocation première la gestion des eaux pluviales. Ils permettent de :

- **stocker temporairement à l'air libre les eaux de ruissellement**, limitant ainsi les risques d'inondation,
- les **traiter** éventuellement (ces eaux sont polluées, chargées en métaux lourds et hydrocarbures entre autre, suite au lessivage des surfaces urbaines (chaussées...)),
- les **évacuer**, soit vers un exutoire (réseau, bassin, cours d'eau), soit par infiltration dans le sol et évaporation.

Ces ouvrages de surface peuvent aussi jouer **un rôle dans la composition de l'espace** en prenant la forme d'ouvrages longitudinaux (noues ou fossés) ou surfaciques (bassins à ciel ouvert). Les premiers, plus ou moins larges, ont un **rôle paysager** et peuvent s'adapter à la géographie et à l'aménagement du site. Les seconds, d'emprise plus importante, sont soit uniquement techniques (bassins routiers,...), soit des **espaces permettant la pratique de différents usages** (bassins d'agrément, espaces verts, aires de jeu...). Ces techniques se combinent donc avec d'autres fonctions urbaines que l'assainissement. **Elles réintroduisent l'eau dans l'espace public.**

Pour l'abattement des polluants particuliers, compte tenu de la faible **décantabilité** des polluants dans les eaux de ruissellement, un choix d'ouvrages de gestion combinant la **décantation** et la **filtration** est préconisé.

L'incorporation de matières organiques dans le media filtrant favorisera également la rétention des contaminants dissous. Cet apport de matière organique peut être assuré par la végétalisation de la surface de l'ouvrage. La présence de végétaux permet par ailleurs de limiter les phénomènes de colmatage. Des solutions à ciel ouvert avec un couvert végétal favoriseront la dégradation des polluants piégés. Les solutions peuvent être par exemple :

- **un filtre planté de plantes à rhizomes** (type phragmites australis, phragmites communis ou typhas) favorisant l'oxygénation du sable filtrant, favorable à la dépollution.

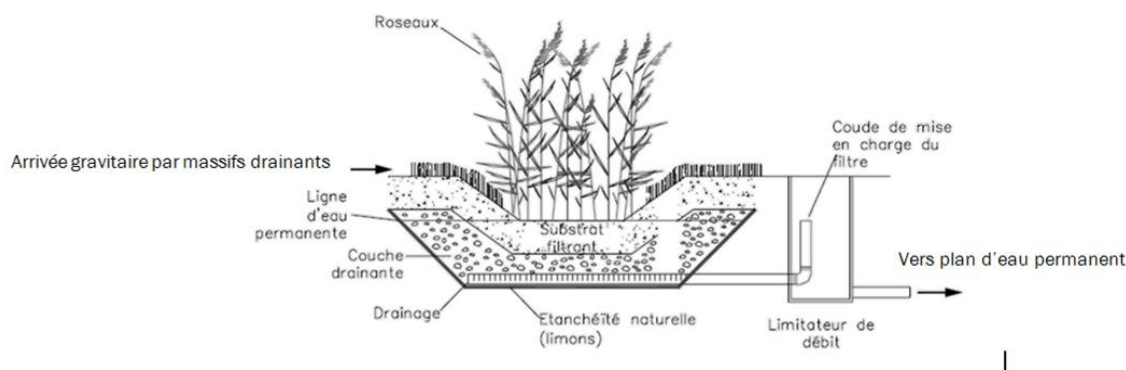


Figure 83. Coupe type des filtres plantés

(source : « Les filtres plantés de roseaux : application au traitement d'eaux pluviales », NOVATEC'2004).

En France, les filtres plantés de roseaux sont largement utilisés pour le traitement des eaux usées depuis une vingtaine d'années. A ce jour, leur utilisation pour le traitement des eaux résiduaires par temps de pluie est encore au stade de l'expérimentation. Un programme de recherche en taille réelle dit Segteup (Systèmes Extensifs pour la Gestion et le Traitement des Eaux Urbaines par temps de Pluie) est en cours du côté de Lyon. Un des premiers résultats a été annoncé lors de la journée de formation de l'OIEau consacrée à l'épuration par filtres plantés de roseaux (mai 2012) : « ils sont mieux adaptés que les séparateurs compacts d'hydrocarbures

pour les eaux de pluie qui ruissellent d'une route, d'un parking ou d'une ZAC et combinent gestion et traitement ». Ces informations concordent avec la note d'information sur le traitement des eaux de ruissellement routières publiée en février 2008 par le SETRA. Elle indique que les ouvrages industriels type déboueurs, déshuileurs et décanteurs-déshuileurs doivent être réservés à des contextes spécifiques et que, dans les cas courants, les ouvrages rustiques sont suffisants et appropriés.

Une campagne de mesures réalisée en septembre 2004 sur un ouvrage type filtres plantés de roseaux implanté sur la commune de Neydens près de la frontière franco-suisse révèle un abattement des MES de l'ordre de 95% contre 50 à 70% pour une noue enherbée (source : SETRA) et 80 à 90% pour un simple filtre à sable non planté (source : SETRA).

Le filtre planté de plantes à rhizomes permet d'empêcher le colmatage du fond des bassins, d'améliorer la capacité de décantation des particules déjà favorisée par la percolation des eaux de ruissellement à travers un substrat constitué de couches filtrantes et de couches drainantes, de favoriser le développement des bactéries dégradant les hydrocarbures et oxydant les métaux, tout en offrant une bonne intégration paysagère. Il permettra également un apport d'oxygène augmentant la dégradation et la nitrification.

- ou des **noues végétalisées** avec drainage de l'ensemble du volume des pluies courantes au travers d'un matériau poreux sous jacent.

Les noues ou fossés végétalisés sont des dépressions profondes étroites et continues. Toutes les eaux peuvent y être collectées soit par des canalisations soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. En fonction de la nature des sols, l'eau est évacuée vers un exutoire (réseau, bassin, cours d'eau) ou par infiltration et évaporation. C'est un ouvrage qui, par sa nature, peut rester en eau.

Le dimensionnement des fossés est évalué par rapport à leur volume hydraulique. Ils ne supportent aucun autre usage et ne peuvent être plantés d'arbres ou d'arbustes. La réalisation de fossés ne demande pas de technicité particulière. Sur site pentu, des cloisons doivent être mises en place afin d'augmenter le volume de stockage et de réduire les vitesses d'écoulement.

A la réalisation, il faudra veiller à ne pas créer de points bas, facteurs de stagnation d'eau prolongée, de nuisances (moustiques..), et d'accumulation de dépôts dans les fossés drainants (risque de colmater la surface.)

Les fossés sont adaptés aux zones péri-urbaines et rurales, notamment le long des voiries. Une buse de dimension adaptée au droit des entrées charretières ou en traversée de chaussée permet d'assurer la continuité de l'écoulement des eaux.

La plantation d'arbres est possible en bord de fossé et permet de stabiliser les talus. Il conviendra de proscrire les essences sensibles aux régimes hydriques extrêmes, ainsi qu'au sel, métaux lourds et autres polluants rencontrés dans les eaux de ruissellement de chaussée.

Il conviendra de garantir le volume du fossé pour la circulation de l'eau : les plantations d'arbres ou d'arbustes dans le fossé qui pourraient, à moyen terme, combler le fossé seront donc proscrites.

Pour éviter tout colmatage, tout matériau pulvérulent sera proscrit à proximité.

9.3.3. Autres ouvrages de pré-traitement

Les ouvrages de décantation tels que des **bassins de stockage-décantation** ou des **décanteurs compacts** (lamellaires ou autres) pourront également être envisagés lorsque la charge attendue en Matière en Suspension est très importante.

Ces ouvrages s'apparentent davantage au stockage restitution qu'au traitement mais sont également efficaces en termes de diminution de rejet polluant au milieu naturel.

Les dispositifs de traitement devront être approuvés par le gestionnaire des réseaux.

9.4. ANNEXE 4 : MÉTHODE DE RÉALISATION DES ESSAIS PORCHET

Ces mesures sont réalisées, si nécessaire, en régime permanent et à niveau constant. Nous présenterons pour chaque mesure la courbe du débit d'infiltration en fonction du temps afin de vérifier l'obtention du régime permanent et de valider ainsi le résultat obtenu. Chaque test de perméabilité sera répété quatre fois sur le site, afin d'assurer sa représentativité.

La prestation comprend la réalisation des tests selon la **méthode de Porchet** décrite dans la circulaire n° 97-49 du 22 mai 1997 relative à l'assainissement non collectif.

Le choix de la filière d'assainissement non collectif pour une maison d'habitation est de la responsabilité du particulier. Une connaissance de la nature du sol est nécessaire (comportement du sol à la suite d'un évènement pluvieux, terrain argileux ...) afin d'opter pour le dispositif d'assainissement le mieux adapté à la parcelle.

Protocole :

- **1^{ère} étape : Creuser le trou**

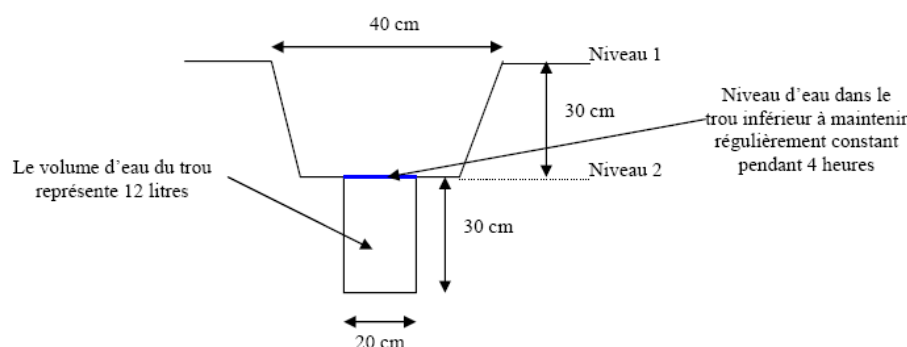
A l'aide d'une bêche, décaper le terrain sur une surface de 40 cm (2 largeurs de fer de bêche) sur 40 cm et sur une profondeur de 30 cm (1 hauteur de fer de bêche). La profondeur du terrain à décaper peut être augmentée si la topographie de la parcelle contraint le dispositif d'assainissement à être enterré plus profondément. **En revanche, la hauteur conseillée de terre végétale au-dessus du système d'assainissement individuel est de 20 cm.**

Puis creuser à l'intérieur du terrain décapé un trou de 20 cm de côté (1 largeur de bêche) sur une profondeur de 30 cm (1 hauteur de fer de bêche).

Les parois du trou doivent être scarifiées (à l'aide d'un couteau par exemple) afin de faire disparaître un lissage éventuel du sol et de rendre les parois et le fond du trou rugueux.

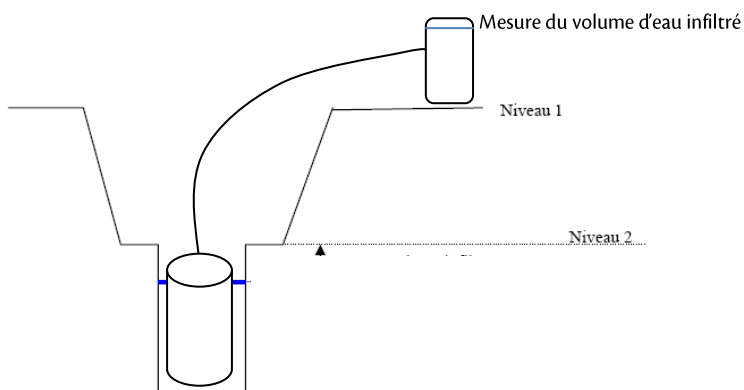
- **2^{ème} étape : saturer le sol pendant 4 heures**

Pour cela, il faut disposer d'un volume d'eau conséquent de plusieurs dizaines de litres. Remplir entièrement le trou inférieur de 20 cm de côté et de 30 cm de profondeur. Tous les quarts d'heure environ (fréquence indicative à diminuer ou à réduire en fonction de la vitesse d'infiltration) verser de l'eau dans le trou afin de garder le plus constamment possible une hauteur d'eau de 30 cm.



- **3^{ème} étape : réalisation du test**

Au bout de 4 heures de saturation du sol, remplir le trou d'eau (jusqu'au niveau 2). Au bout de 10 minutes mesurer la hauteur d'eau infiltrée.



- **4^{ème} étape : calcul de la perméabilité du sol**

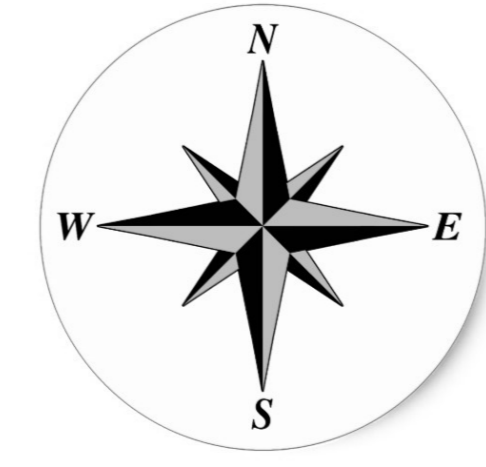
La perméabilité du sol nous est donnée par la formule : $K = 0.857 \times h$
eau

La perméabilité du sol permet de déterminer une filière d'assainissement mieux adaptée à la parcelle. Nous prendrons en compte la valeur de perméabilité la moins élevée des tests effectués.

9.5. ANNEXE 5 : PLAN DES RESEAUX D'EAUX PLUVIALES

Plan A0 joint au rapport.

Commune de Berneuil-sur-Aisne
Schéma de gestion des eaux pluviales



Maître d'ouvrage

Maître d'oeuvre

Commune de Berneuil-sur-Aisne

Verdi Ingénierie



Plan de réseaux des eaux pluviales

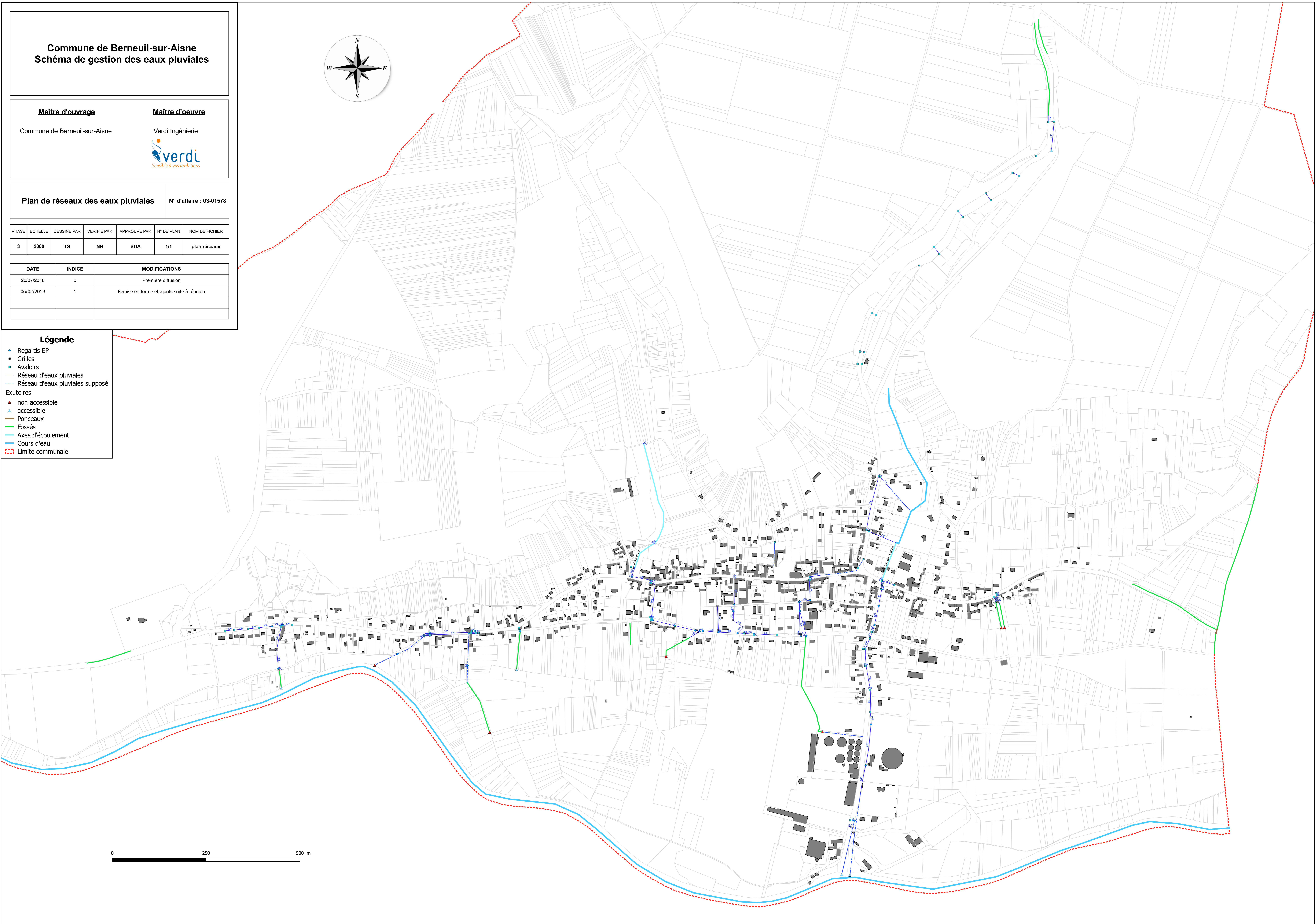
N° d'affaire : 03-01578

PHASE	ECHELLE	DESSINE PAR	VERIFIE PAR	APPROUVE PAR	N° DE PLAN	NOM DE FICHER
3	3000	TS	NH	SDA	1/1	plan réseaux

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
20/07/2018	0	Première diffusion
06/02/2019	1	Remise en forme et ajouts suite à réunion

Légende

- Regards EP
- Grilles
- Avaloris
- Réseau d'eaux pluviales
- - - Réseau d'eaux pluviales supposé
- Exutoires
- ▲ non accessible
- ▲ accessible
- Ponceaux
- Fossés
- Axes d'écoulement
- Cours d'eau
- Limite communale



0 250 500 m

9.6. ANNEXE 6 : CARTE DE ZONAGE DES EAUX PLUVIALES

Plan A0 joint au rapport.

Commune de Berneuil-sur-Aisne
Schéma de gestion des eaux pluviales

Maitre d'ouvrage

Commune de Berneuil-sur-Aisne

Maitre d'oeuvre

Verdi Ingénierie



Plan de zonage des eaux pluviales

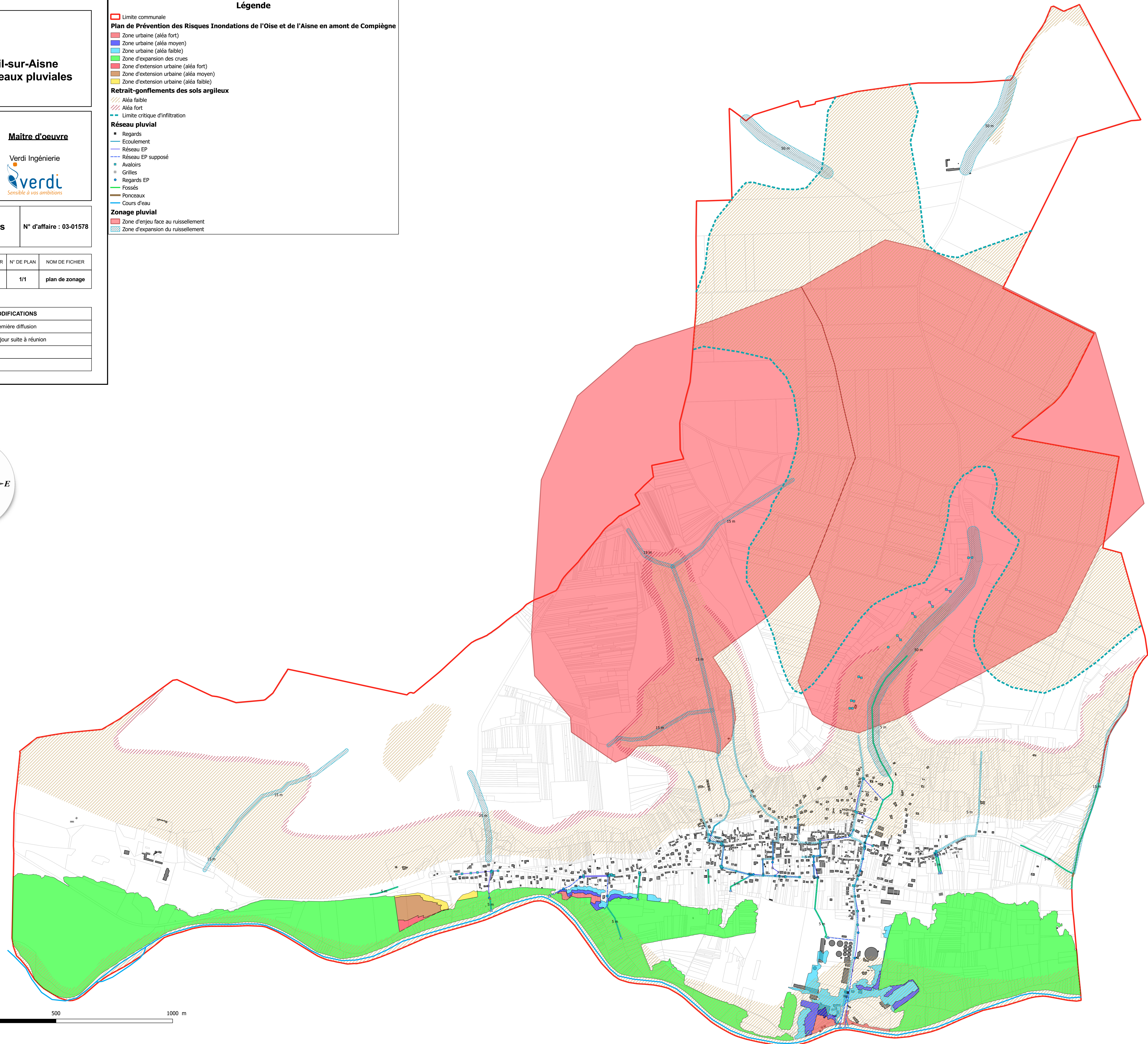
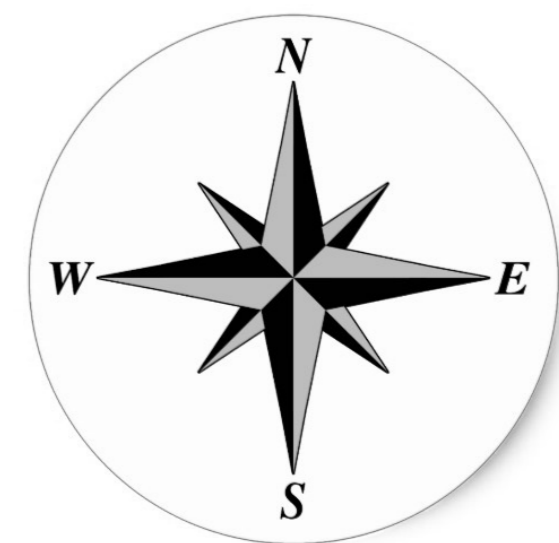
N° d'affaire : 03-01578

PHASE	ECHELLE	DESSINE PAR	VERIFIE PAR	APPROUVE PAR	N° DE PLAN	NOM DE FICHIER
3	1/5500	TS	NH	SDA	1/1	plan de zonage

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
09/08/2018	0	Première diffusion
18/02/2019	1	Mise à jour suite à réunion

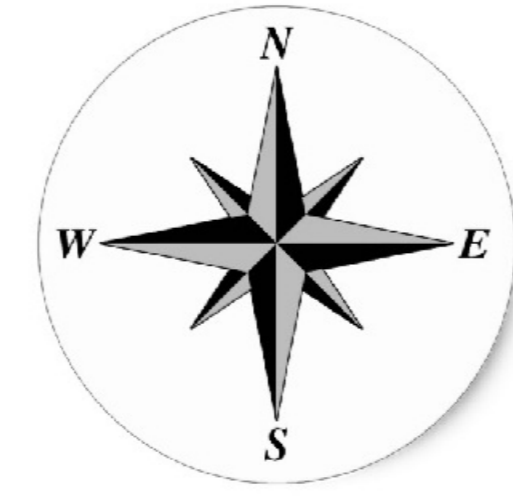
Légende

- Limite communale
- Plan de Prévention des Risques Inondations de l'Oise et de l'Aisne en amont de Compiègne**
- Zone urbaine (aléa fort)
- Zone urbaine (aléa moyen)
- Zone urbaine (aléa faible)
- Zone d'expansion des crues
- Zone d'extension urbaine (aléa fort)
- Zone d'extension urbaine (aléa moyen)
- Zone d'extension urbaine (aléa faible)
- Retrait-gonflements des sols argileux**
- Aléa faible
- Aléa fort
- Limite critique d'infiltration
- Réseau pluvial**
- Regards
- Ecoulement
- Réseau EP
- Réseau EP supposé
- Avaloirs
- Grilles
- Regards EP
- Fossés
- Ponceaux
- Cours d'eau
- Zonage pluvial**
- Zone d'enjeu face au ruissellement
- Zone d'expansion du ruissellement



Commune de Berneuil-sur-Aisne
Schéma de gestion des eaux pluviales

- Légende**
- Fossés
 - Saignées
 - Zones stagnantes
 - Espaces boisés
 - Mares
 - Cours d'eau
 - Limite communale



Maître d'ouvrage **Maître d'oeuvre**

Commune de Berneuil-sur-Aisne

Verdi Ingénierie



Carte des éléments du paysage

N° d'affaire : 03-01578

PHASE	ECHELLE	DESSINE PAR	VERIFIE PAR	APPROUVE PAR	N° DE PLAN	NOM DE FICHIER
3	1/5500	TS	NH	SDA	1/1	carte des éléments du paysage

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
13/08/2018	0	Première diffusion
06/02/2019	1	Remise en forme

