Commune de Coudun

Étude de la gestion pluviale et zonage

Version définitive

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 :	N. Heller
Vérifié par :	A. Gutig
Approuvé par :	S. D'Alençon
Date :	24/03/2017

GRILLE DE RÉVISION

3	24/03/2017	Compléments suite à présentation en conseil	NH	NH	SDA
2	14/02/2017	Corrections et ajout localisation des zones tampon	NH	NH	SDA
1	14/12/2016	Rapport de phase 1	NH	AG	SDA
Indice de révision.	**Date édition**	**Commentaires**	**Émis par**	**Vérifié par**	**Approuvé par**

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 6

2. Présentation de la commune et de son environnement 7

2.1. La situation géographique 7

2.2. Données générales 8

2.3. Contraintes de sol 9

2.3.1. Relief 9
2.3.2. Occupation des sols 10
2.3.3. Contexte géologique et hydrogéologique 10
2.3.4. Le réseau hydrographique 12
2.3.5. Captages 12
2.3.6. Zones humides 13

2.4. Projets de développement 14

3. Gestion des eaux pluviales 15

3.1. Amenagements existants 15

3.1.1. Réseaux et ouvrages EP 15
3.1.2. Éléments paysagers 17

3.2. Historique des problèmes de gestion EP sur la commune 20

3.2.1. Localisation 20
3.2.2. Constats de terrain 21

4. Analyse du ruissellement et étude capacitaire des réseaux 23

4.1. Description du fonctionnement hydrologique 23

4.1.1. Découpage en bassins versants ruraux 23
4.1.2. Découpage en bassins versants urbains 25

4.2. Méthodologie 27

4.2.1. Définitions des paramètres hydrologiques 27
4.2.2. Choix des pluies de projet 29
4.2.3. Choix des méthodes de calculs 30

4.3. Caractéristiques retenues 32

4.3.1. Bassins versants naturels et agricoles 32
4.3.2. Bassins versants urbains 34

4.4. Analyse quantitative des écoulements 35

4.4.1. Calcul des débits de pointe 35
4.4.2. Estimation des débits capacitaires des réseaux pluviaux 38
4.4.3. Estimation des volumes de rétention 41
4.4.4. Synthèse des résultats 42

5. Propositions d'aménagement 43

5.1. Propositions techniques 43

5.1.1. Gestion du ruissellement agricole au niveau du cimetière 43
5.1.2. Gestion du ruissellement dans la rue des Vaux 47

5.2. Récapitulatif 48

6. Définition des zones d'expansion du ruissellement 50

6.1. Objectifs 50

6.2. Méthodologie 50
6.3. Identification des zones d'expansion 51
7. Zonage d'assainissement des eaux pluviales et réglement associé 52
7.1. Objet du zonage d'assainissement pluvial 52
7.2. Dispositions réglementaires générales 52
7.2.1. Le Code Civil 52
7.2.2. Le Code de l'Environnement 53
7.2.3. Le Code Général des Collectivités Territoriales 53
7.2.4. Le Code de l'Urbanisme 53
7.2.5. Le Code de la Santé Publique 54
7.2.6. Le Code de la Voirie Routière 54
7.3. Zonage retenu 54
7.4. Règlement valable en cas d'amenagement des zones actuelles et pour tous les futurs projets urbains 55
7.4.1. Sur l'ensemble du territoire communal 55
7.4.2. Zone d'expansion du ruissellement 56
7.5. Recommandation valable sur les bassins versants ruraux sensibles au ruissellement et à l'érosion 57
7.5.1. Prescriptions d'ordre général 57
7.5.2. Adaptation des pratiques agricoles 57
7.5.3. Inscription au PLU 58
7.6. Principes de dimensionnement des installations 59
7.6.1. Dimensionnement des installations pour les particuliers 59
7.6.2. Dimensionnement des installations dans les autres cas (hors particuliers) 59
8. Conclusion 61
9. Annexes 62
9.1. Annexe 1 : Moyens de gestion du ruissellement amont 63
9.1.1. Gestion du ruissellement diffus 63
9.1.2. Gestion du ruissellement concentré 66
9.2. Annexe 2 : Techniques de prétraitement 70
9.2.1. Techniques enterrées : séparateur à hydrocarbures 70
9.2.2. Techniques aériennes 71
9.2.3. Autres ouvrages de pré-traitement 73
9.3. Annexe 3 : Méthode de réalisation des essais Porchet 74
9.4. Annexe 4 : Plan des reseaux d'eaux pluviales 76
9.5. Annexe 5 : Carte de zonage des eaux pluviales 77
9.6. Annexe 6 : Cartographie des éléments du paysage 78

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Limites du territoire communal de Coudun (Source : IGN) 7
Figure 2. Carte du relief de Coudun (Source : DDT Oise) 9
Figure 3. Carte d'occupation des sols de Coudun (Source : Géoportail et Corine Land Cover 2006) 10
Figure 4. Carte géologique de Coudun (Source : IGN et BRGM) 11
Figure 5. Localisation du réseau hydrograpghique sur le territoire communal 12
Figure 6. Localisation du captage de Coudun 12
Figure 7. Localisation des zones humides à Coudun (SAGE Oise-Aronde) 13
Figure 8. Localisation du projet d'aménagement (Source : IGN) 14
Figure 9. Localisation des ouvrages de gestion pluviale dans le centre et l'est du bourg 16
Figure 10. Localisation des ouvrages de gestion pluviale au nord de la commune (limite Giraumont) 17
Figure 11. Haies le long de l'ancienne voie ferrée et d'un chemin en amont du bourg 17
Figure 12. Photographie des fossés le long de la RD 588 à l'entrée sud-ouest de Coudun 18
Figure 13. Fossé drainant vers l'Aronde en fond de vallée 18
Figure 14. Localisation des problèmes de gestion du ruissellement 20
Figure 15. Dispositif de collecte au point bas de la rue des Vaux 21
Figure 16. Entrée du fossé canalisé (rue de la poste/rue de la gare) depuis situation antérieure (source : Google streetview) 21
Figure 17. Entrée du fossé, situation actuelle avec section de passage réduite 22
Figure 18. Arrivée du talweg au niveau du cimetière 22
Figure 19. Bassins versants et sens des écoulements de surface sur le territoire communal (Source : IGN) 24
Figure 20. Découpage du sud du bourg en bassins versants urbains 25
Figure 21. Découpage du nord du bourg en bassins versants urbains 26
Figure 22. Synoptique de l'organisation des bassins versants urbains 26
Figure 23. Exemple de calcul de capacité par la formule de Manning-Strickler par la note utilisée 31
Figure 24. Localisation des débits de pointe d'occurrence 20 ans 36
Figure 25. Ecoulements dans le centre-bourg (mairie) 39
Figure 26. Écoulements au sud du bourg 39
Figure 27. Ecoulements au nord du boug 40
Figure 28. Volume de rétention en milieu urbain 41
Figure 29. Localisation des volumes de rétention des bassins versants amont 41
Figure 30. Dimensionnement du fossé 43
Figure 31. Calcul du volume de bassin 44
Figure 32. Schéma de l'aménagement de la solution 1 pour la gestion du ruissellement au niveau du cimetière 44
Figure 33. Schéma de l'aménagement de la solution 2 pour la gestion du ruissellement au niveau du cimetière 45
Figure 34. Schéma de l'aménagement de la solution 3 pour la gestion du ruissellement au niveau du cimetière 45
Figure 35. Schématisation de l'aménagement d'une évacuation locale rue de Vaux 47
Figure 36. Exemple de talwegs avec différents aspects d'écoulement 50
Figure 37. Exemple de technique de gestion hydraulique douce 57
Figure 38. Schéma de plantation d'une haie 64
Figure 39. Schéma d'un talus 65
Figure 40. Schéma de fossés 66
Figure 41. Schéma de fonctionnement d'une mare tampon 67
Figure 42. Exemple de bassin d'infiltration réalisé par Verdi Ingénierie Seine 68
Figure 43. Schéma d'un séparateur à hydrocarbures 70
Figure 44. Coupe type des filtres plantés (source : « Les filtres plantés de roseaux : application au traitement d'eaux pluviales », NOVATEC'2004). 71

1. INTRODUCTION

La commune de **Coudun** a décidé de réaliser une étude sur la gestion pluviale de ruissellement afin d'une part d'en améliorer la connaissance et de proposer des solutions d'amélioration et d'autre part de se mettre au niveau des exigences règlementaires en parallèle de la réalisation du PLU avec l'élaboration du zonage pluvial.

L'étude présente ainsi les éléments suivants :

- Le contexte général dans lequel s'inscrit la gestion du ruissellement sur le territoire communal
- L'état des lieux des équipements de gestion du ruissellement
- Le recensement des problèmes connus liés à la gestion pluviale
- La cartographie des bassins versants sur le territoire
- L'étude capacitaire de la gestion du ruissellement
- Les propositions pour améliorer et pérenniser la gestion du ruissellement
- La proposition d'un zonage d'assainissement des eaux pluviales

2. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE ET DE SON ENVIRONNEMENT

2.1. LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La commune de Coudun est située dans le département de l'Oise, à 5 km au nord de Compiègne et de l'Oise.

L'ensemble du territoire communal s'étend sur une superficie de 10,4 km², dans la vallée de l'Aronde.

La commune est desservie par la RD142 (axe nord-sud) reliant Compiègne à Roye. L'urbanisation s'articule autour de cet axe. L'habitat est pour l'essentiel regroupé, mais on note l'existence de quelques habitations regroupées avec le hameau de Revenne situé sur la commune voisine de Braisnes-sur-Aronde, au nord du territoire communal. On note également que la limite communale avec Giraumont se situe au milieu de la rue des Vaux, au nord du bourg, les habitations du côté nord étant donc sur le territoire de la commune voisine.

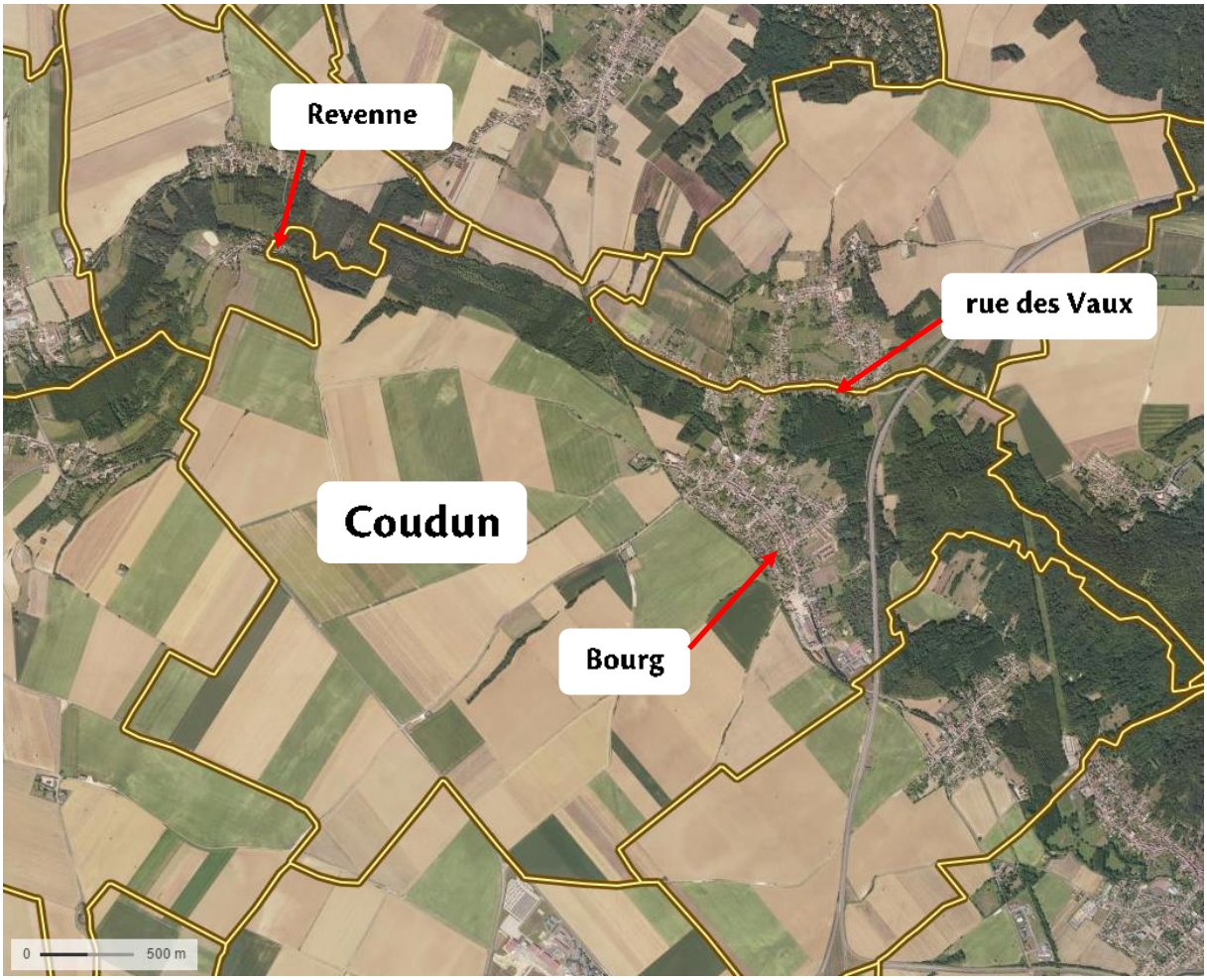


Figure 1. Limites du territoire communal de Coudun (Source : IGN)

2.2. DONNÉES GÉNÉRALES

Données	Coudun
Population municipale	991 (2014)
Logements	424 (2013)
Nombre moyen d'habitants par logement	2,34
Habitat	Bourg, et partie du hameau de Revenne (principalement sur Braisnes-sur-Aronde)
Activités	25 activités, plusieurs entreprises présentant un enjeu pour les eaux usées : 1 garage, 2 activités de transport routier, 1 carrosserie
Réseau hydrographique dominant	L'Aronde présente une bonne qualité physico-chimique. Son objectif de qualité est le bon état en 2021.
ZNIEFF	Une ZNIEFF de type 1 est présente sur le territoire de la commune. Il s'agit de la zone « Mont Ganelon ».
Natura 2000	Les zones Natura 2000 les plus proches se situent à environ 5 km de la commune. (FR2212001 « Forêts picardes : Compiègne, Laigue, Ourscamp » ; FR2210104 « Moyenne vallée de l'Oise » ; FR2200382 « Massif forestier de Compiègne »).
Risques	Dernière arrêté de catastrophe naturelle : « Inondations et coulées de boue » le 29/08/2001 Risque faible à moyen de retrait gonflement des argiles Une grande partie du bourg ainsi que le hameau de Revenne, situés en fond de vallée, sont sensibles à un aléa fort, très fort ou à une nappe subafflleurante pour le risque de remontée de nappe. Dernière arrêté de catastrophe naturelle : « Inondations par remontée de nappe phréatique » le 29/08/2001 Le SAGE Oise-Aronde identifie la partie basse de la commune comme sensible au risque d'inondation par cours d'eau : l'Aronde
Captage d'eau potable	Un captage d'eau potable sur le territoire de la commune : 01044X0044 3 captages situés à proximité de la commune : - 2 Forages à Baugy (01043X0073 et 01043X0074) situés respectivement à 1 km et 2 km de Revenne - Un forage à Bienville (01044X0155), à 800m du bourg

2.3. CONTRAINTES DE SOL

2.3.1. 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 entraineront 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 sur le territoire communal présente des pentes généralement modérées qui ne dépassent généralement pas les 5%. On note cependant des pentes fortes (> 5%) en limite du territoire avec Giraumont et au niveau du mont Ganelon.

Le point plus bas est à 40 m NGF au sud-est de la commune, au niveau de l'Aronde et le point le plus haut se trouve à 149 m NGF d'altitude à l'ouest du territoire, sur le mont Ganelon.

La carte ci-après présente la topographie générale de la commune.

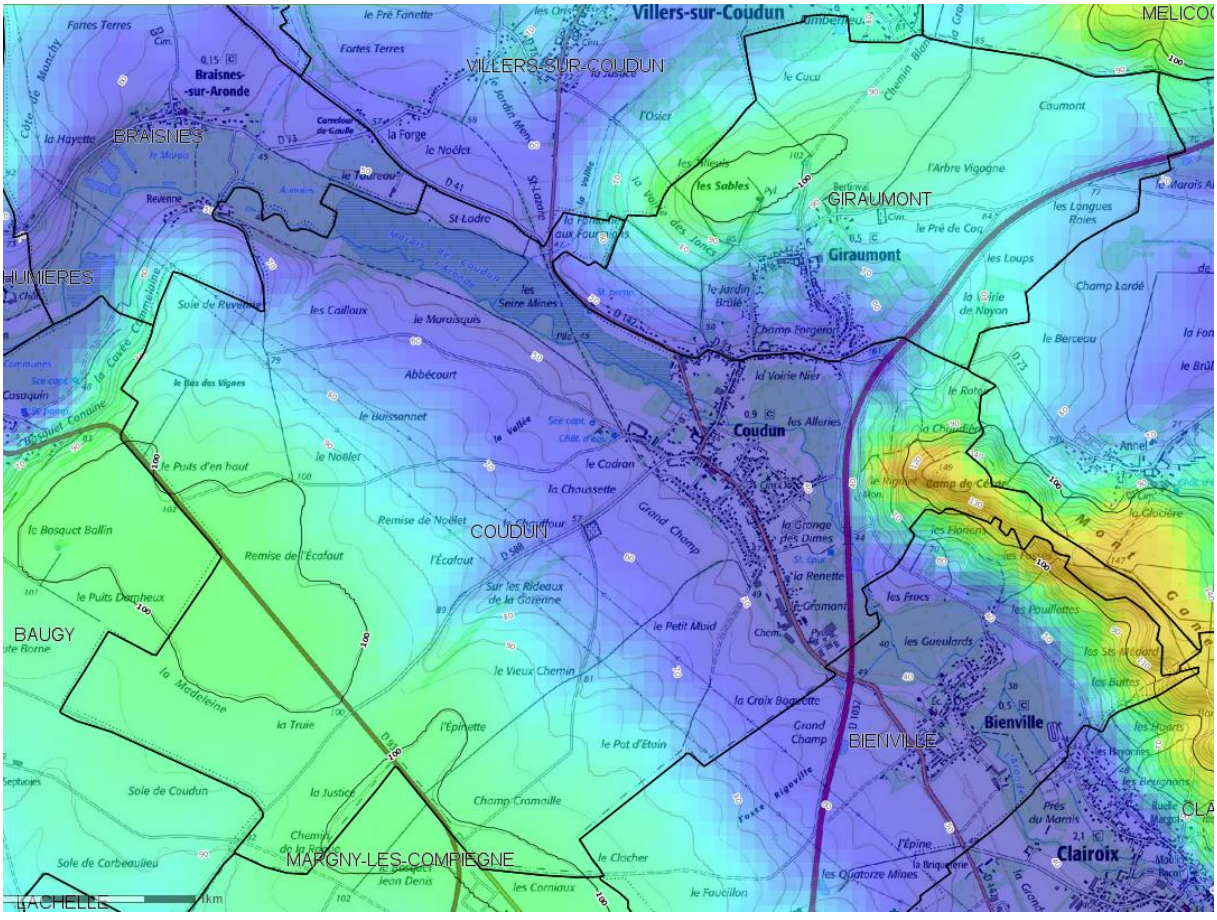


Figure 2. Carte du relief de Coudun (Source : DDT Oise)

2.3.2. 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 Coudun d'après Corine Land Cover 2006.

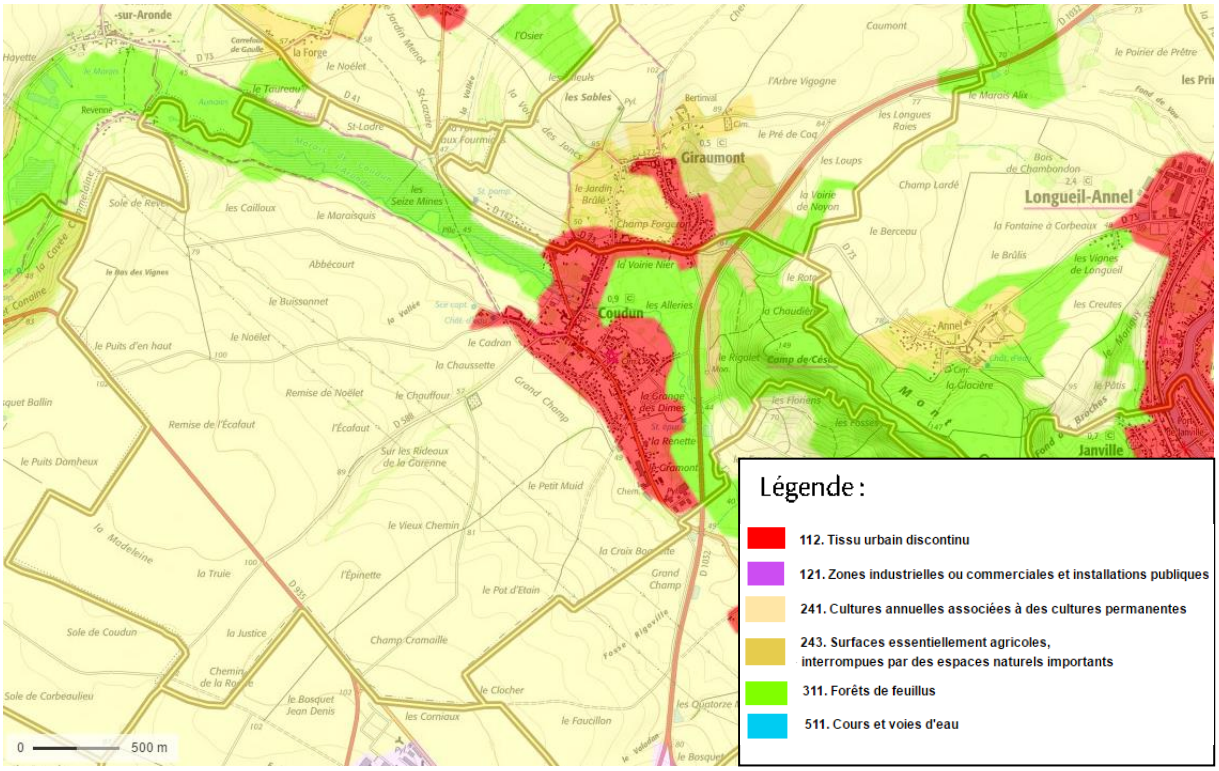


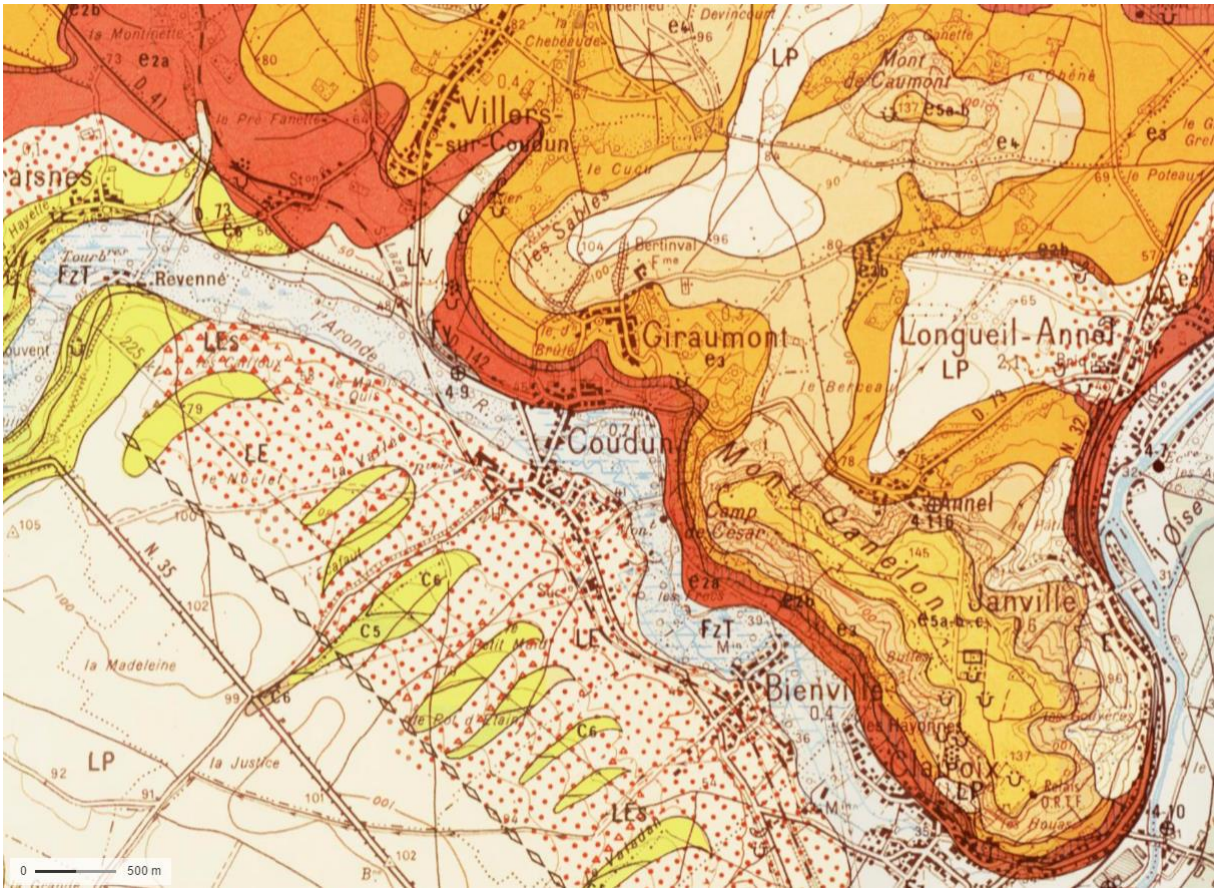
Figure 3. Carte d'occupation des sols de Coudun (Source : Géoportail et Corine Land Cover 2006)

Le territoire de la commune de Coudun est dominé par des zones agricoles. Le bourg constitue le principal tissu urbain du territoire. Quelques boisements de type forêts de feuillus sont présents en fond de vallée et sur le mont Ganelon.

2.3.3. 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 de Compiègne au 1/50 000ème du BRGM.



Légende :

- FzT : tourbe, alluvions modernes
- LE : limons de pente
- LP : limons des plateaux
- $e_{5a\text{-}b\text{-}c}$ Lutétien : sables calcaires
- e_4 Cuisien : argiles de Laon, sables marins
- e_3 Sparnacien : argiles, sables à galets
- e_2 Thanétien marin : sables de Bracheux
- c_6 Sénonien, Campanien : craie
- c_5 Sénonien, Santonien : craie à Micaster

Figure 4. Carte géologique de Coudun (Source : IGN et BRGM)

La partie basse du Bourg et Revenne sont situés sur des alluvions tourbeuses. On notera que les importantes surfaces agricoles au sud du bourg sont situées sur des limons de pente laissant parfois la craie affleurante. De l'autre côté de la vallée, les zones habitées sont sur les sables de Bracheux, favorables à l'infiltration mais surmontés de couches plus argileuses pouvant favoriser le ruissellement.

2.3.4. Le réseau hydrographique

Le territoire communal se situe dans le bassin versant de l'Aronde qui traverse celui-ci d'ouest en est.

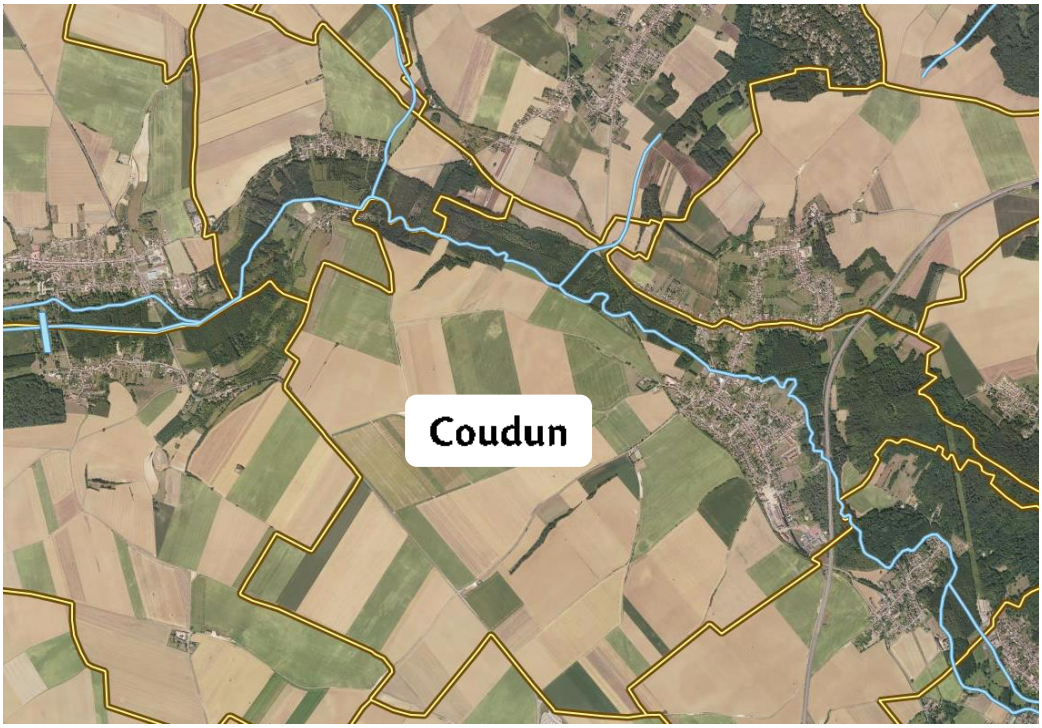


Figure 5. Localisation du réseau hydrograpghique sur le territoire communal

2.3.5. Captages

Le captage communal se situe à l'ouest du bourg. Ses périmètres de protection se situent à la limite de la zone urbaine et sur les terres agricoles en amont.

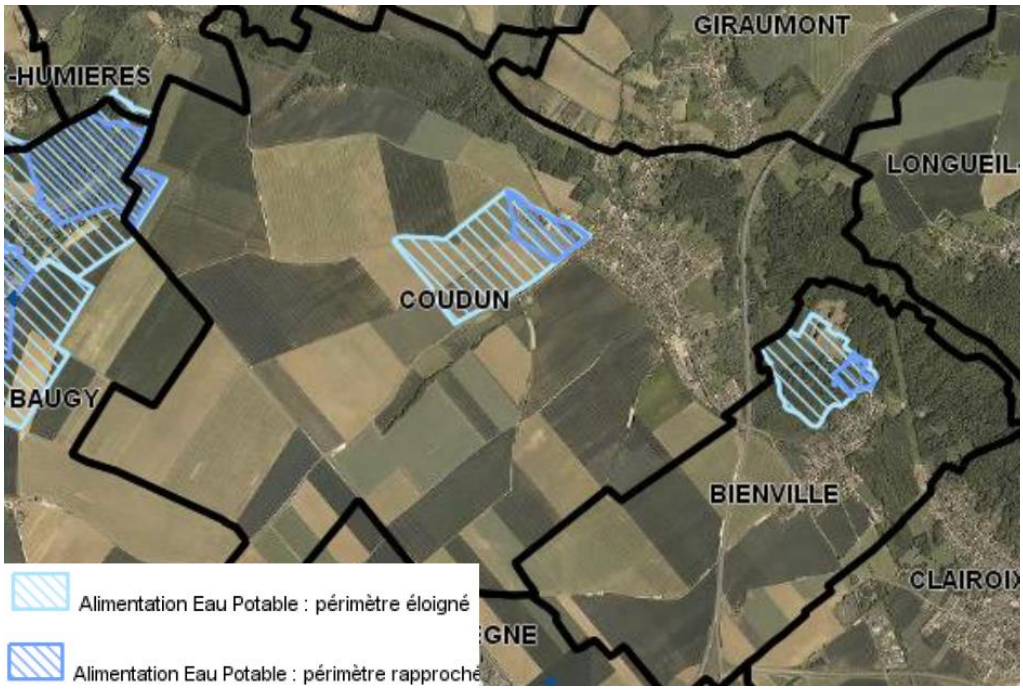


Figure 6. Localisation du captage de Coudun

2.3.6. 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.

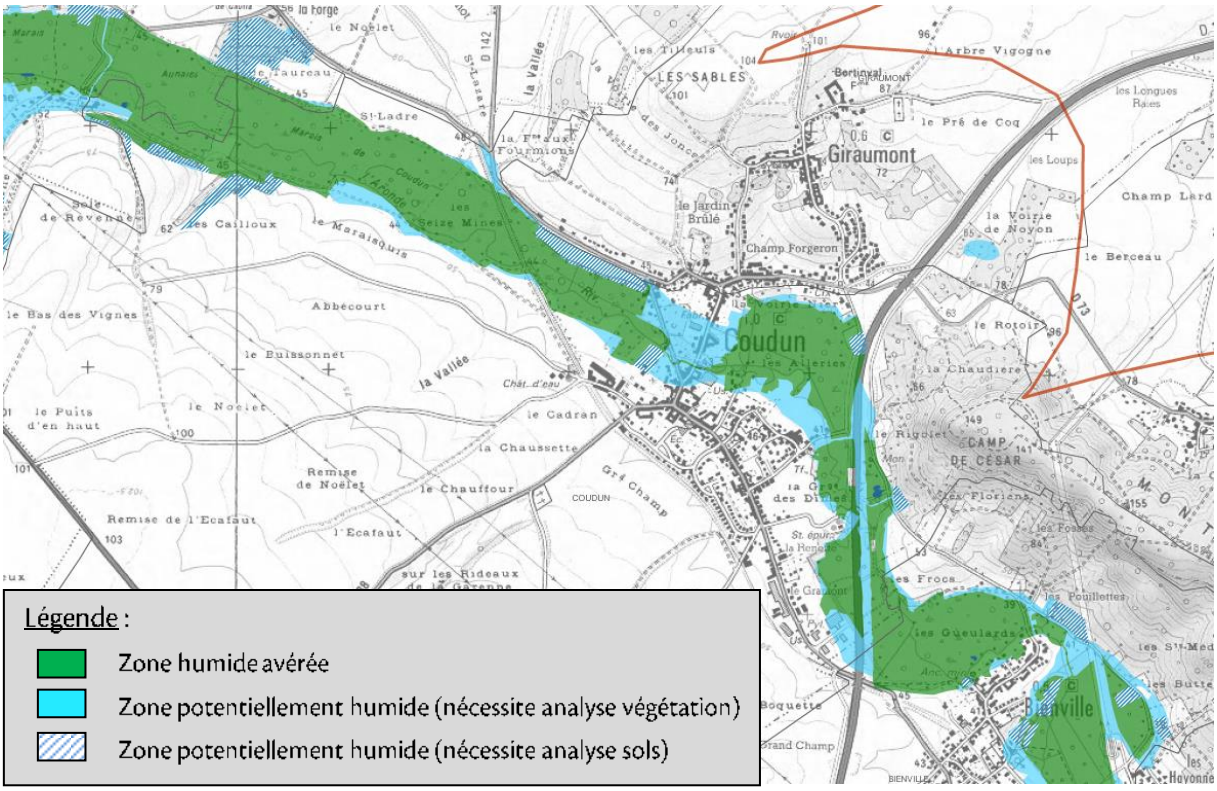


Figure 7. Localisation des zones humides à Coudun (SAGE Oise-Aronde)

Le territoire de Coudun ne compte plusieurs zones humides avérées en fond de vallée. On note également la présence de zones potentiellement humide sur le reste du fond de vallée de l'Aronde.

2.4. PROJETS DE DÉVELOPPEMENT

La commune nous a fait part d'un projet de logements sur une surface de 1 ha à l'entrée sud-ouest du bourg. Les dents-creuses représentent par ailleurs un potentiel d'une dizaine de logements qui pourraient être construits sur les 15 prochaines années.

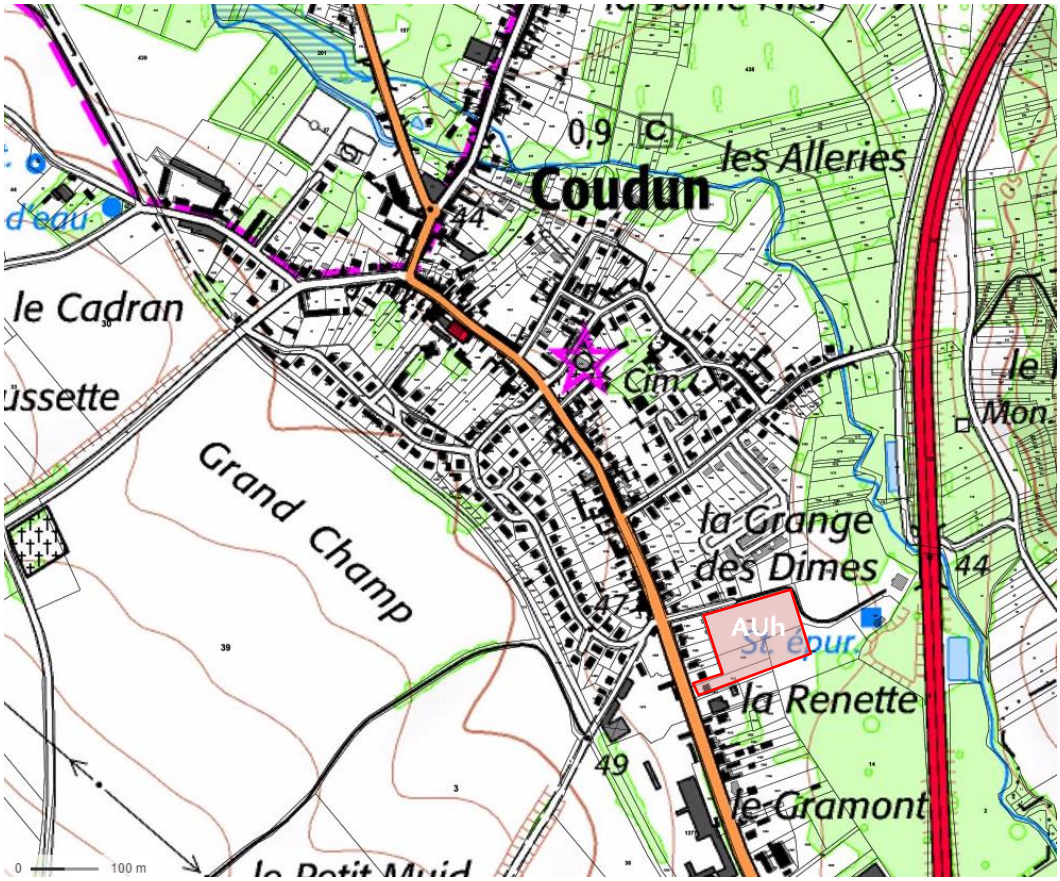


Figure 8. Localisation du projet d'aménagement (Source : IGN)

3. GESTION DES EAUX PLUVIALES

3.1. AMENAGEMENTS EXISTANTS

3.1.1. Réseaux et ouvrages EP

La commune possède un réseau pluvial constitué de plusieurs tronçons relativement développés présentant un linéaire total de 4 500 ml.

On recense les tronçons suivants :

- à l'entrée ouest du bourg, un court tronçon reprenant le haut de la rue de la gare et une partie de la rue des Acacias vers un bassin de rétention puis vers la voirie de la rue de la Gare ;
- au centre du bourg, un réseau reprenant le chemin du tour de ville, le centre de la rue Saint Hilaire, avant évacuation vers l'Aronde via la rue de l'église ;
- un tronçon dans la rue du Pont à Tan (centre du bourg) se rejetant vers l'Aronde ;
- un réseau au sud reprenant la majeure partie de la rue des Acacias et le sud de la rue Saint Hilaire avant évacuation à l'Aronde via le voir de l'Hôtel Dieu ;
- au nord-ouest, un tronçon reprenant la rue des Barres et la rue de Villers avant rejet dans un bras de l'Aronde ;
- au nord, un réseau reprenant l'ouest de la rue des Vaux et recevant des apports pluviaux de Giraumont, se rejetant dans un fossé drainant les écoulements vers l'Aronde.

On note également la présence d'évacuations locales en différents points de la commune :

- une évacuation ponctuelle rue notre Dame vers un bras de l'Aronde ;
- des évacuations ponctuelles rue du Clos de Notre Dame et rue Notre Dame vers l'Aronde ;
- des évacuations ponctuelles vers l'Aronde rue de Villers, dont l'évacuation d'un fossé canalisé démarrant du bas de la rue de la Gare ;
- des puits d'infiltration Clos du Lavoir et rue des Prés du Puisard ;
- une évacuation ponctuelle vers un fossé à l'ouest de la rue des Vaux.

On note les problèmes suivants repérés lors des reconnaissances sur site :

- Des rejets d'eaux usées dans le réseau dans la rue du Mont Ganelon ;
- Des avaloirs bouchés par de la terre dans la rue des Barres (côté Giraumont) ;
- Un tampon sous enrobé au sud de la rue Saint Hilaire ;
- Un tampon avec une languette d'ouverture cassée dans le Voir de l'Hôtel Dieu.

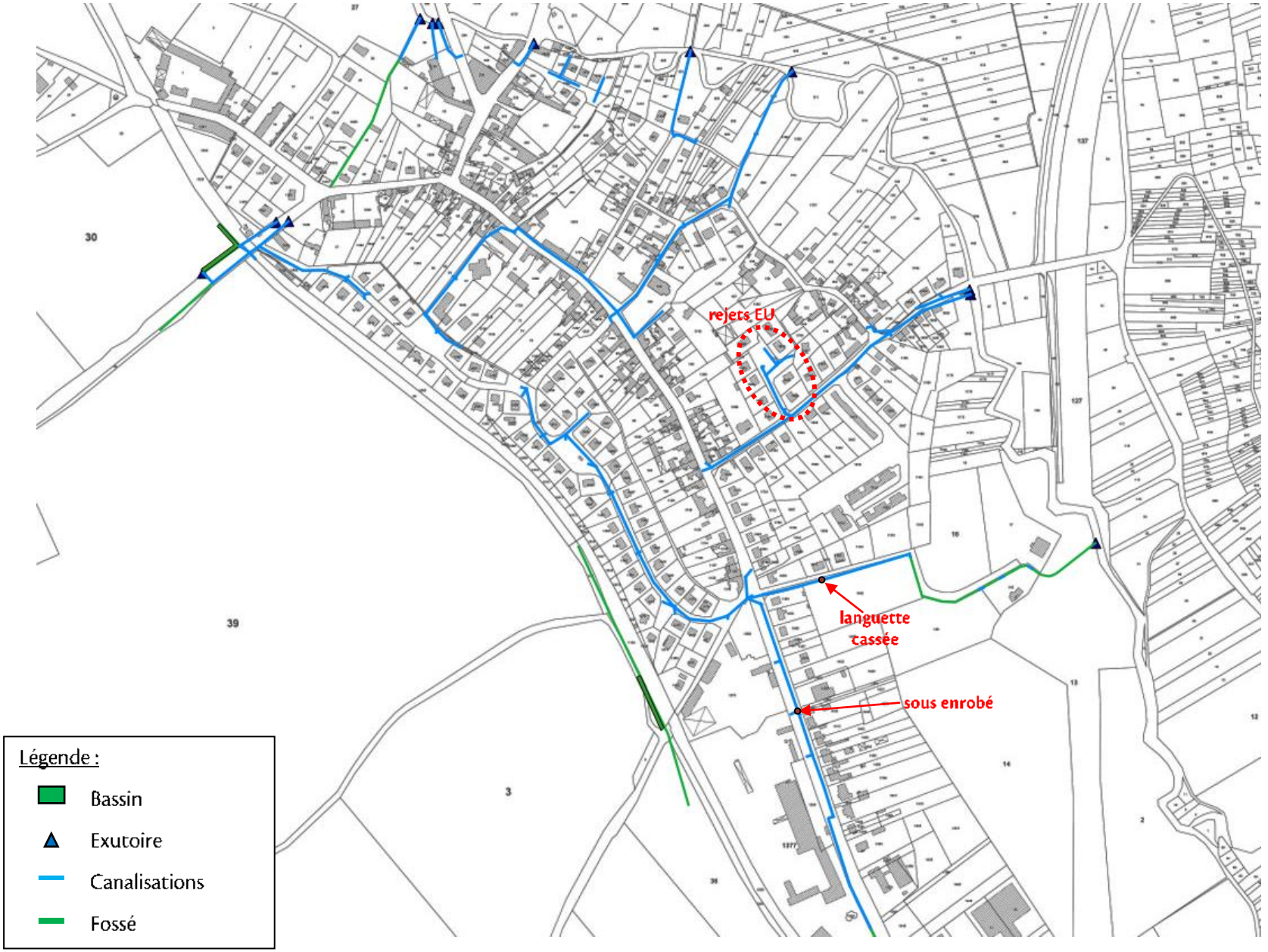


Figure 9. Localisation des ouvrages de gestion pluviale dans le centre et l'est du bourg

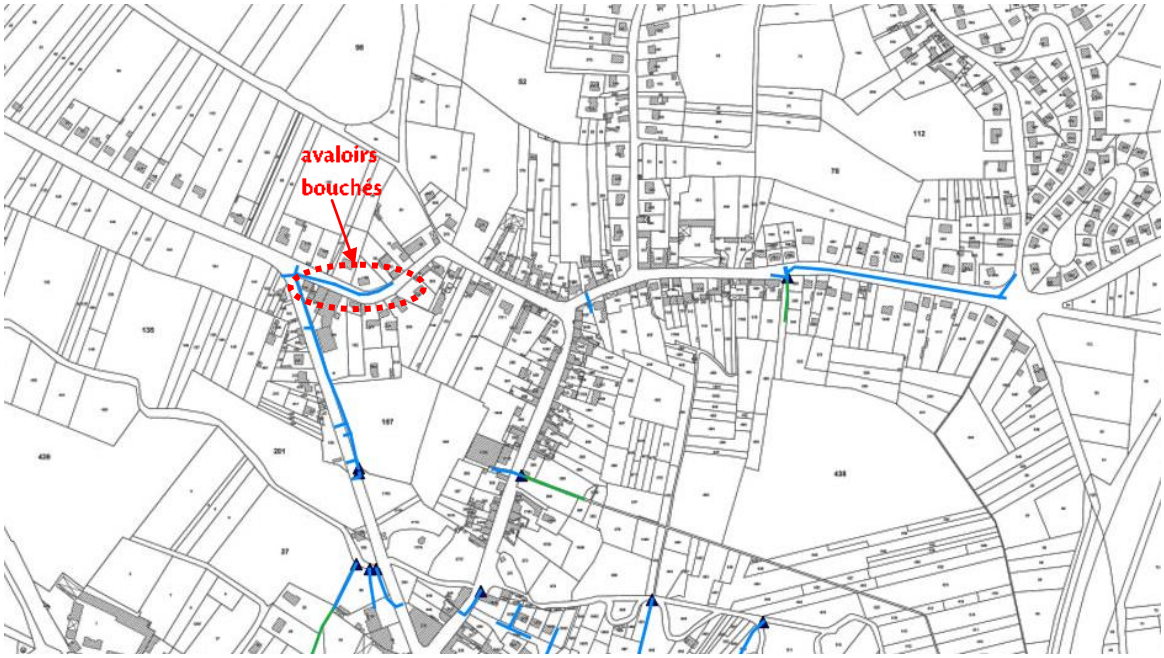


Figure 10. Localisation des ouvrages de gestion pluviale au nord de la commune (limite Giraumont)

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 haies

Sur le territoire communal, des haies ont été principalement recensées sur une partie du linéaire de l'ancienne voie ferrée (souvent accompagnées de talus), le long de certains chemins au sud du bourg. 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.



Figure 11. Haies le long de l'ancienne voie ferrée et d'un chemin en amont du bourg

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 des fossés situés principalement le long des voiries. Ils permettent de limiter les apports de ruissellement au niveau des zones urbanisées et de soulager le réseau pluvial.

Les principaux fossés se situent :

- À l'entrée sud-ouest du bourg (cimetière) ;
- À l'entrée sud (rue St Hilaire – zone d'Activité) ;
- Le long du talus de l'ancienne voie ferrée au sud-ouest du bourg ;
- En fond de vallée, pour évacuer le ruissellement vers l'Aronde (évacuations des rues des Vaux, Notre Dame, du Voir de l'Hôtel Dieu…)



Figure 12. Photographie des fossés le long de la RD 588 à l'entrée sud-ouest de Coudun



Figure 13. Fossé drainant vers l'Aronde en fond de vallée

c) Les espaces boisés

On recense de nombreux espaces boisés au nord du territoire communal. Ils jouent un rôle essentiel dans l'interception et la limitation du ruissellement. On notera leur présence importante dans le fond de vallée le long de l'Aronde. Leur impact sur la limitation du ruissellement est surtout important sur les versants du Mont Ganelon (qui n'impacte pas la zone urbaine) et sur les versants (en amont du cimetière).

3.2. HISTORIQUE DES PROBLÈMES DE GESTION EP SUR LA COMMUNE

3.2.1. Localisation

Les problèmes suivants liés à la gestion du ruissellement ont été recensés sur Coudun :

N° Secteur	Localisation	Description du désordre	Occurrence	Impact
1	Rue des Vaux	Inondation de la voirie du fait des apports locaux en ruissellement pouvant occasionner une gêne pour les habitations de Coudun (situées légèrement en contrebas de la rue)	Lors de gros orages	Fort
2	Angle des rues de la gare et de la poste	Ruissellement important se concentrant au niveau d'une habitation neuve et drainé en surface par un fossé canalisé passant entre les parcelles privées	Lors de gros orages, plusieurs fois par an	Faible
3	Cimetière, RD588	Coulées de boues venant des champs en amont et arrivant sur les aires de stationnement du cimetière	Lors de gros orages	Moyen

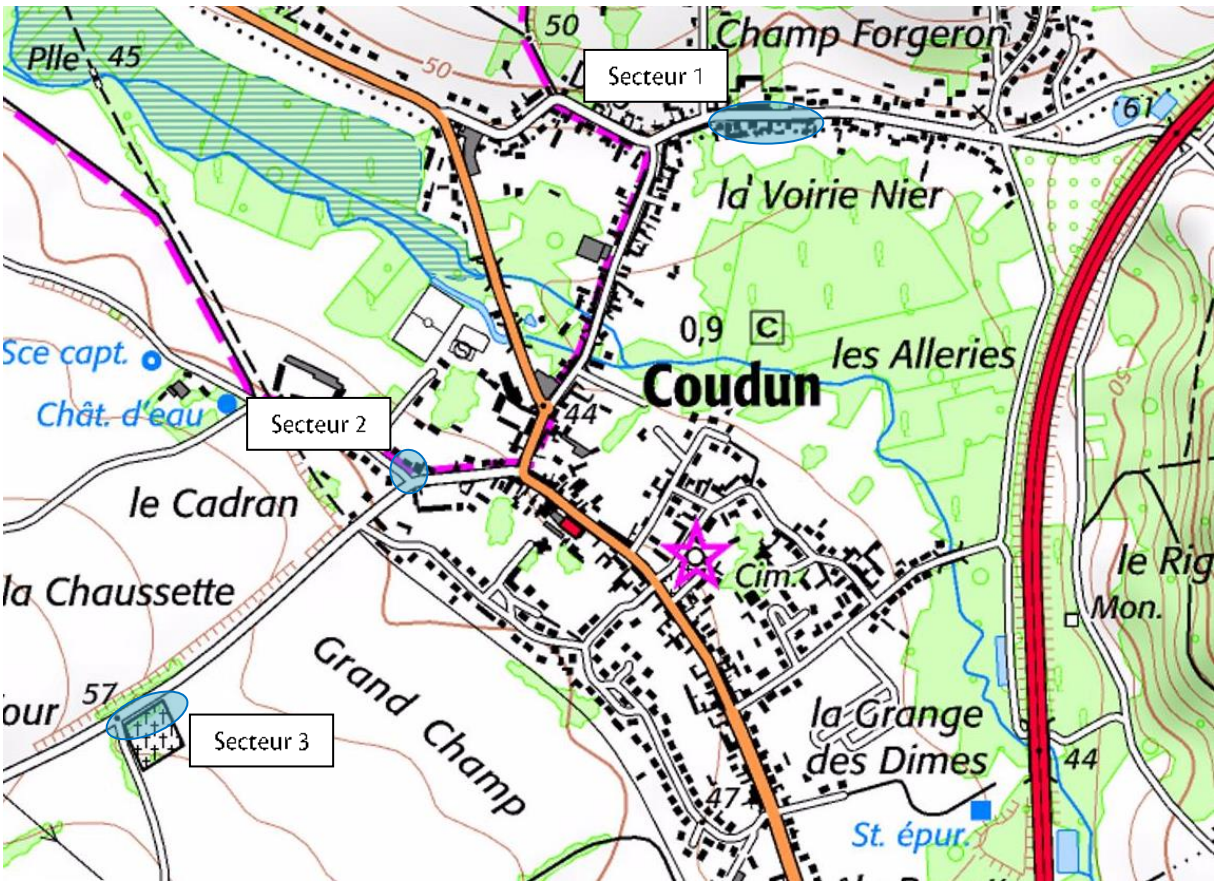


Figure 14. Localisation des problèmes de gestion du ruissellement

3.2.2. Constats de terrain

- Secteur 1 : On constate des apports de surfaces conséquentes et avec des pentes fortes venant de Giraumont (rue Paul Plonquet, due des vignes, prairies en amont). Les dispositifs de gestion et d'évacuation locaux sont par contre très limités (2 avaloirs à l'ouest de la rue, 3 avaloirs au point bas à l'est). De ce fait les habitations du côté Coudun, légèrement en contrebas par rapport à la rue apparaissent sensibles à de forts apports en ruissellement.



Figure 15. Dispositif de collecte au point bas de la rue des Vaux

- Secteur 2 : Ce secteur ne présente pas de problème d'écoulement à proprement parler, il s'agit cependant d'un point de concentration important du ruissellement. L'habitation récemment construite à l'angle entre la rue de la poste et la rue de la gare, à l'ouest de l'entrée du fossé canalisé, a été construite au bord de la zone d'écoulement, la rendant sensible (propreté, risque d'érosion à terme).



Figure 16. Entrée du fossé canalisé (rue de la poste/rue de la gare) depuis situation antérieure (source : Google streetview)



Figure 17. Entrée du fossé, situation actuelle avec section de passage réduite

- Secteur 3 : l'aire de stationnement du cimetière est situé à l'aval d'un talweg naturel d'un espace essentiellement agricole, provoquant des coulées de boue en cas de forte pluie, notamment dans des conditions défavorables (sols à nu, cultures dans le sens de la pente).



Figure 18. Arrivée du talweg au niveau du cimetière

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 :

- 11 bassins versants (S1 à S11) venant des surfaces essentiellement agricoles au sud de la commune et représentant 591 ha ;
- 2 bassins versants à l'est (Mont Ganelon, E1 et E2), situés en amont de la RD 1052 et représentant 31 ha ;
- 4 bassins versants au nord du bourg venant de Giraumont (N1 à N4) représentant une surface de 97 ha.

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).

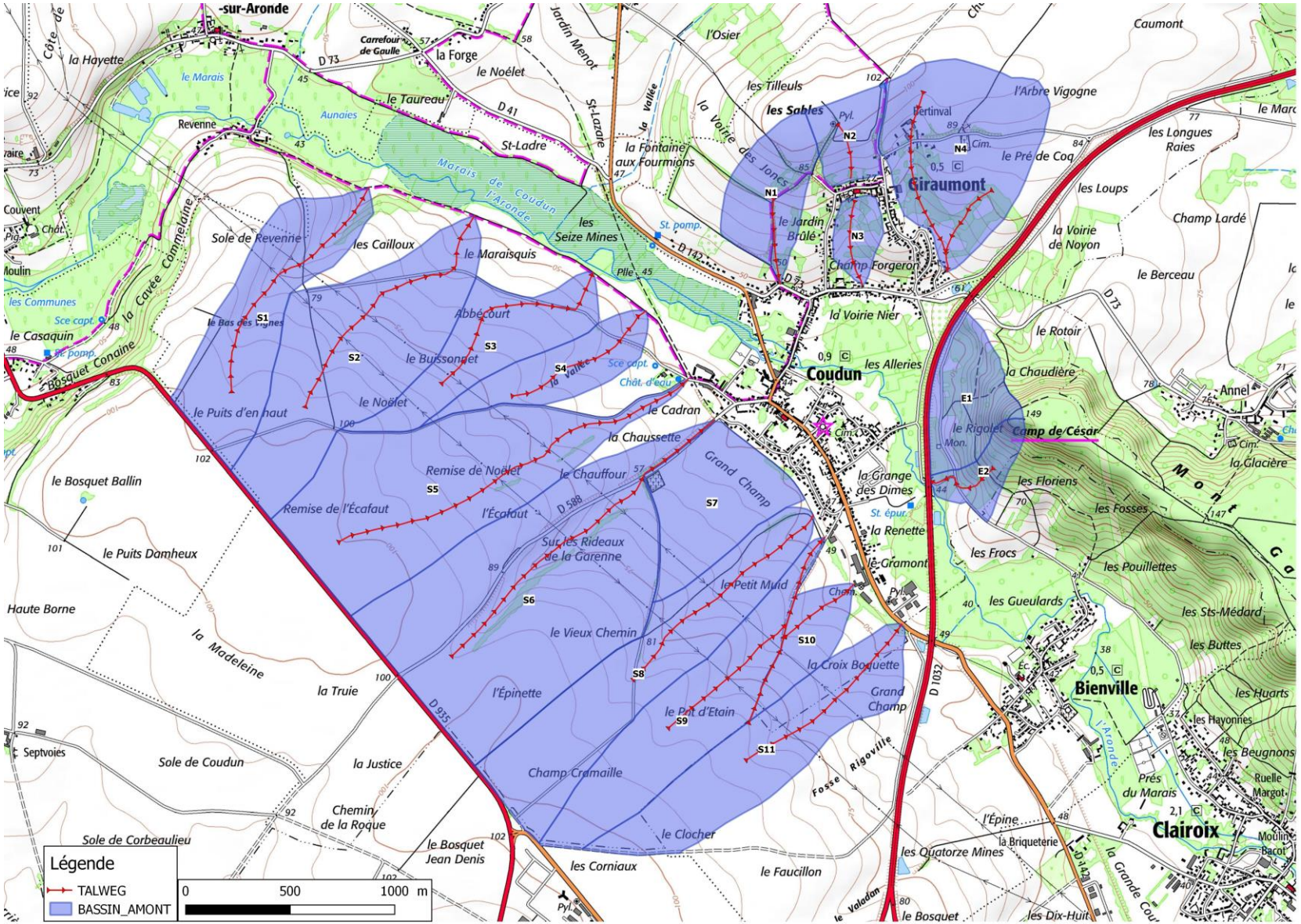


Figure 19. Bassins versants et sens des écoulements de surface sur le territoire communal (Source : IGN)

4.1.2. Découpage en bassins versants urbains

Les zones urbanisées du territoire communal ont été découpées en 24 bassins versants reprenant une surface totale de 53 ha.

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



Figure 20. Découpage du sud du bourg en bassins versants urbains

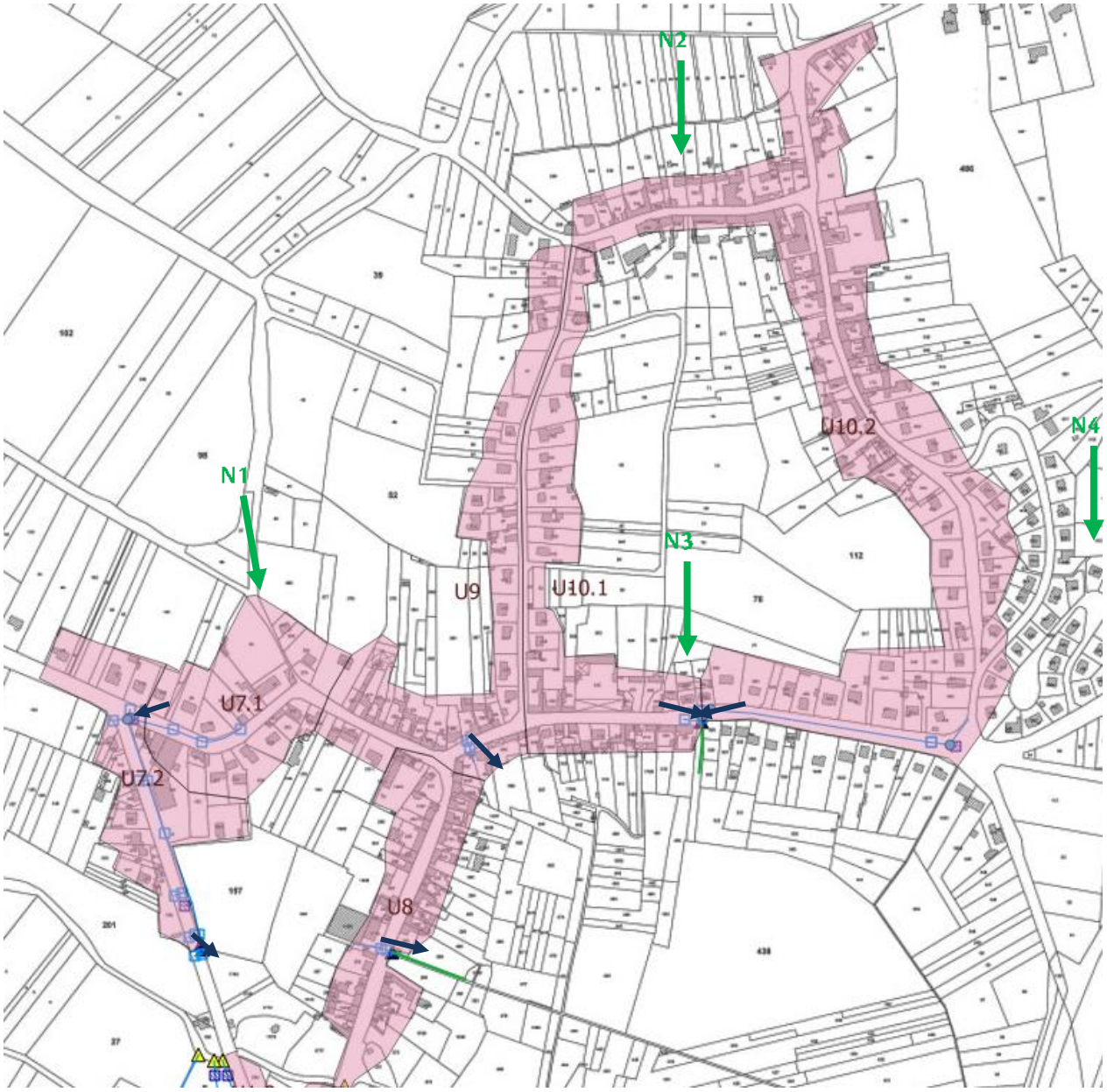


Figure 21. Découpage du nord du bourg en bassins versants urbains

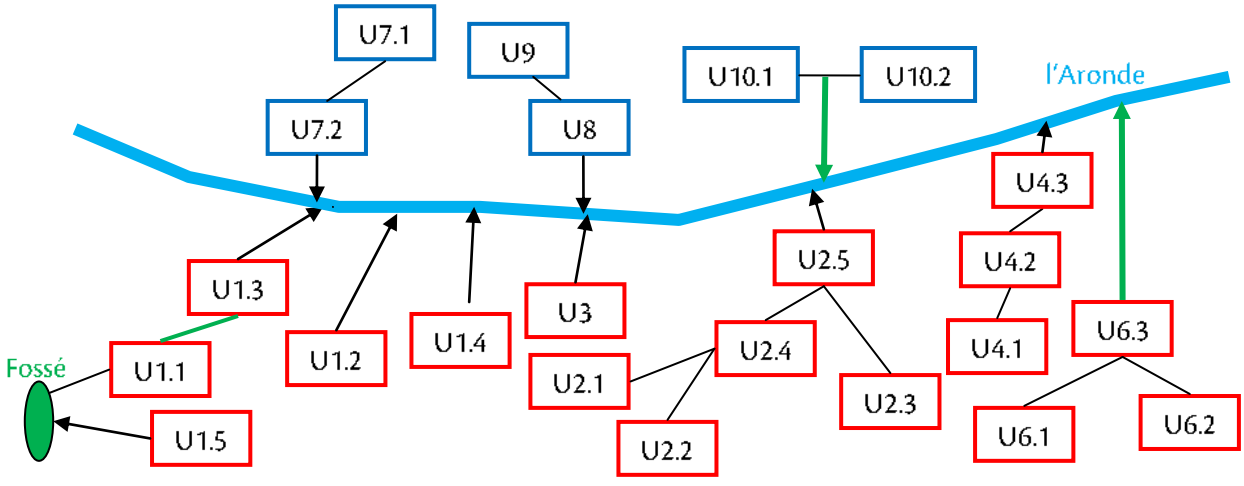


Figure 22. Synoptique de l'organisation des bassins versants urbains

4.2. MÉTHODOLOGIE

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 essentiel 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 (tc)**

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 *tc* 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 tc 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.

- **<u>Formule de Kirpich :</u>**

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

Avec :

tc : temps de concentration (heures)
L : longueur plus long cheminement hydraulique (m)
I : pente du bassin (m/m) = $\frac{\Delta Z}{l}$

- **<u>Formule de Passini :</u>**

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

Avec :

tc : temps de concentration (min)
A : surface du bassin versant (km^2)
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 Beauvais-Tillé, jugée représentative de la zone d'étude du fait de sa proximité (à environ 20 km).

Pour se 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'état, la commune est comprise dans le bassin versant de l'Aronde pour lequel une exigence de gestion de **l'occurrence de pluie 20 ans** et un **débit de fuite** vers le milieu naturel **de 1 l/s/ha** sont demandés.

Pour une pluie décennale et vicennale, les données de référence sur la station de Ribécourt-Dreslincourt (située à 10 km de Coudun) sont les suivantes :

			Domaine de validité (h)	
Occurrence	**a**	**b**	**min**	**max**
10 ans	8,117	0 ,734	0,25	24
20 ans	8,633	0,723	0,25	24

4.2.3. Choix des méthodes de calculs

a) Calcul des débits de pointes 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≥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
$m = ((L\sqrt{A})/2)^{-0,84 \times b/(1-0,28/ \times b)}$
$k = (0,5^{-b} \times a)/6,6$
$u = 1-0,287 \times b$
$y = 0,41 \times b$
$w = 0,95 - 0,0507 \times b$
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 référence 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 x qfk = $(0,5^{-b} \times a)/6,6$
tr = $(qf/(60 \times a \times (1-b)))^{(-1/b)y} = 0,41 \times b$
qf = Qf x 0,36 / Sa
Sa = Ca x 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 et I : pente longitudinale de l'ouvrage

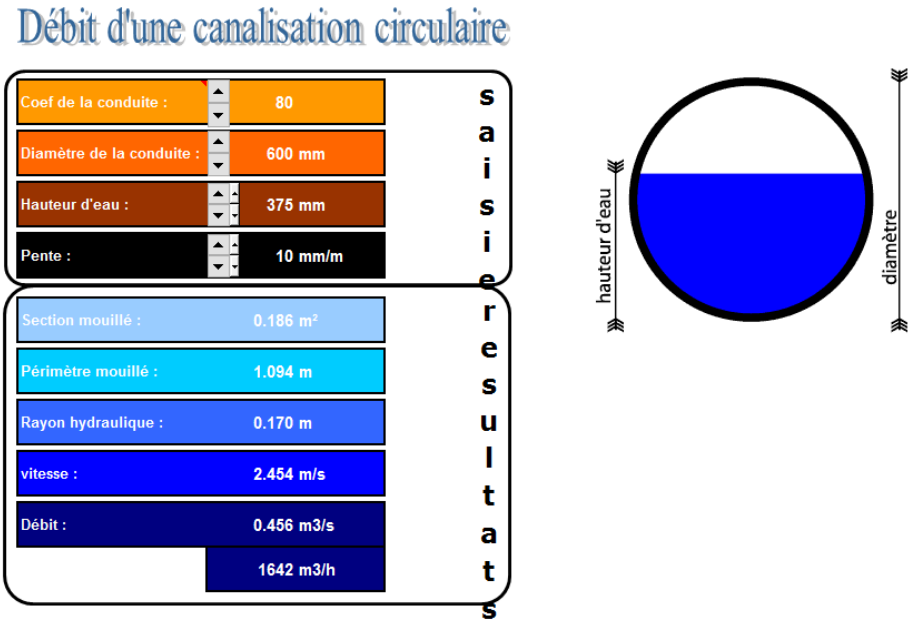


Figure 23. Exemple de calcul de capacité par la formule de Manning-Strickler par la note utilisée

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.

					Forêts		Cultures (sens de la pente)		Cultures (perp. à la pente)		Pré		Surf. Imperméable		
BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ	Pente i (m/m)	CR	S (ha)	CR	S (ha)	CR	S (ha)	CR	S (ha)	CR	S (ha)	CR global
E1	21.20	1120.00	107.00	0.096	0.07	19.60	0.325	0.00	0.223	1.10	0.120	0.50	0.9	0.00	**0.074**
E2	9.54	660.00	107.00	0.162	0.08	9.11	0.400	0.43	0.285	0.00	0.170	0.00	0.9	0.00	**0.094**
N1	22.18	1100.00	54.00	0.049	0.04	2.30	0.248	15.00	0.164	1.70	0.079	3.18	0.9	0.00	**0.196**
N2	12.64	565.00	20.00	0.035	0.04	0.50	0.218	0.00	0.140	8.34	0.063	3.80	0.9	0.00	**0.113**
N3	7.45	430.00	30.00	0.070	0.05	1.20	0.288	0.00	0.194	0.00	0.099	6.25	0.9	0.00	**0.092**
N4	54.96	1320.00	45.00	0.034	0.03	8.40	0.215	27.81	0.138	9.80	0.061	8.60	0.9	0.35	**0.154**
S1	47.18	1500.00	55.00	0.037	0.04	1.20	0.220	10.59	0.142	35.38	0.064	0.00	0.9	0.00	**0.157**
S2	72.94	1780.00	56.00	0.031	0.03	0.00	0.208	64.12	0.132	8.50	0.057	0.00	0.9	0.32	**0.202**
S3	31.92	1590.00	55.00	0.035	0.03	0.00	0.215	23.84	0.138	7.80	0.061	0.00	0.9	0.28	**0.202**
S4	20.77	1240.00	44.00	0.035	0.04	0.00	0.218	0.00	0.140	20.59	0.063	0.00	0.9	0.18	**0.147**
S5	86.65	2190.00	52.00	0.024	0.02	0.00	0.188	2.50	0.116	83.53	0.045	0.00	0.9	0.62	**0.124**
S6	120.92	1930.00	43.00	0.022	0.02	2.50	0.185	11.70	0.114	105.25	0.043	0.00	0.9	1.48	**0.129**
S7	33.94	883.00	25.00	0.028	0.03	0.00	0.200	33.94	0.126	0.00	0.052	0.00	0.9	0.00	**0.200**
S8	63.30	2030.00	54.00	0.027	0.03	0.00	0.195	6.00	0.122	56.94	0.049	0.00	0.9	0.36	**0.133**
S9	48.92	2030.00	54.00	0.027	0.03	0.00	0.195	0.00	0.122	48.77	0.049	0.00	0.9	0.15	**0.124**
S10	13.17	805.00	36.00	0.045	0.04	0.00	0.238	0.00	0.156	13.17	0.074	0.00	0.9	0.00	**0.156**
S11	50.90	1840.00	57.00	0.031	0.03	0.00	0.205	0.00	0.130	50.90	0.055	0.00	0.9	0.00	**0.130**

4.3.2. Bassins versants urbains

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

BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ	Pente i (m/m)	CR
U1.1	2.06	207.00	3	0.014	0.360
U1.2	1.06	282.00	4.5	0.016	0.330
U1.3	0.51	156.00	4.5	0.029	0.340
U1.4	0.42	75.00	1.4	0.019	0.350
U1.5	0.99	240.00	1	0.004	0.400
U2.1	1.08	231.00	2	0.009	0.350
U2.2	1.16	233.00	4	0.017	0.600
U2.3	1.43	210.00	4	0.019	0.420
U2.4	1.08	154.00	0.5	0.003	0.300
U2.5	2.29	169.00	4.0	0.024	0.500
U3	1.28	230.00	5.3	0.023	0.330
U4.1	3.26	235.00	3.3	0.014	0.300
U4.2	1.77	119.00	1.5	0.013	0.500
U4.3	1.81	202.00	2.4	0.012	0.550
U5	pas de calculs de débit				0.700
U6.1	5.21	653.00	6	0.009	0.400
U6.2	5.25	550.00	0.7	0.001	0.400
U6.3	0.45	139.00	0.8	0.006	0.238
U7.1	2.27	240.00	2	0.008	0.480
U7.2	2.00	251.00	3.5	0.014	0.320
U8	2.15	231.00	2	0.009	0.300
U9	3.06	510.00	35	0.069	0.250
U10.1	2.88	610.00	35	0.057	0.460
U10.2	8.23	1024.00	42	0.041	0.320

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 et 20 ans sur les bassins versants amont sont présentés ci-dessous :

									10 ans		20 ans	
BV	**A (Ha)**	**L(m)**	**ΔZ**	**P (m/m)**	**Coef. Ruis.**	**Tc (Passini) (mn)**	**Tc (Kirpich) (mn)**	**Tc retenu (mn)**	**Intensité (mm/mn)**	**Q pointe (m3/s)**	**Intensité (mm/mn)**	**Q pointe (m3/s)**
E1	21.20	1120	107	0.096	0.074	12.98	10.73	61.4	0.40	**0.10**	0.44	**0.12**
E2	9.54	660	107	0.162	0.094	6.40	5.82	6.1	2.15	**0.32**	2.33	**0.35**
N1	22.18	1100	54	0.049	0.196	18.27	13.67	16.0	1.06	**0.77**	1.16	**0.84**
N2	12.64	565	20	0.035	0.113	14.29	9.28	11.8	1.33	**0.31**	1.45	**0.34**
N3	7.45	430	30	0.070	0.092	7.79	5.79	6.8	1.99	**0.23**	2.16	**0.25**
N4	54.96	1320	45	0.034	0.168	31.54	18.11	24.8	0.77	**1.08**	0.85	**1.19**
S1	47.18	1500	55	0.037	0.157	30.16	19.43	24.8	0.77	**0.95**	0.85	**1.04**
S2	72.94	1780	56	0.031	0.202	39.86	23.51	31.7	0.64	**1.58**	0.71	**1.74**
S3	31.92	1590	55	0.035	0.202	27.79	20.78	24.3	0.78	**0.84**	0.86	**0.93**
S4	20.77	1240	44	0.035	0.147	21.89	16.99	19.4	0.92	**0.47**	1.01	**0.51**
S5	86.65	2190	52	0.024	0.124	52.06	30.73	41.4	0.53	**0.94**	0.58	**1.04**
S6	120.92	1930	43	0.022	0.129	57.59	28.57	43.1	0.51	**1.33**	0.57	**1.47**
S7	33.94	883	25	0.028	0.200	25.77	14.27	20.0	0.90	**1.02**	0.99	**1.12**
S8	63.30	2030	54	0.027	0.133	43.19	27.75	35.5	0.59	**0.83**	0.65	**0.92**
S9	48.92	2030	54	0.027	0.124	39.64	27.75	33.7	0.61	**0.62**	0.68	**0.69**
S10	13.17	805	36	0.045	0.156	14.50	11.14	12.8	1.25	**0.43**	1.36	**0.47**
S11	50.90	1840	57	0.031	0.130	36.02	24.26	30.1	0.67	**0.73**	0.74	**0.81**

On distinguera parmi ces bassins versants :

- Les BV N1, N3, et S9 qui peuvent impacter directement les zones urbaines ;
- Les BV S5, S6, S7 (ruissellement diffus), S8 et S10 qui sont orientés vers les zones urbaines mais sont interceptées par les talus, haies et fossés liés à l'ancienne voie ferrée ;
- Les BV S2, S3, S4, S11, N4, E1 (diffus) et E2 qui peuvent s'écouler vers les voiries sur le territoire communal ;
- Le BV S1, qui s'écoule directement vers l'Aronde..

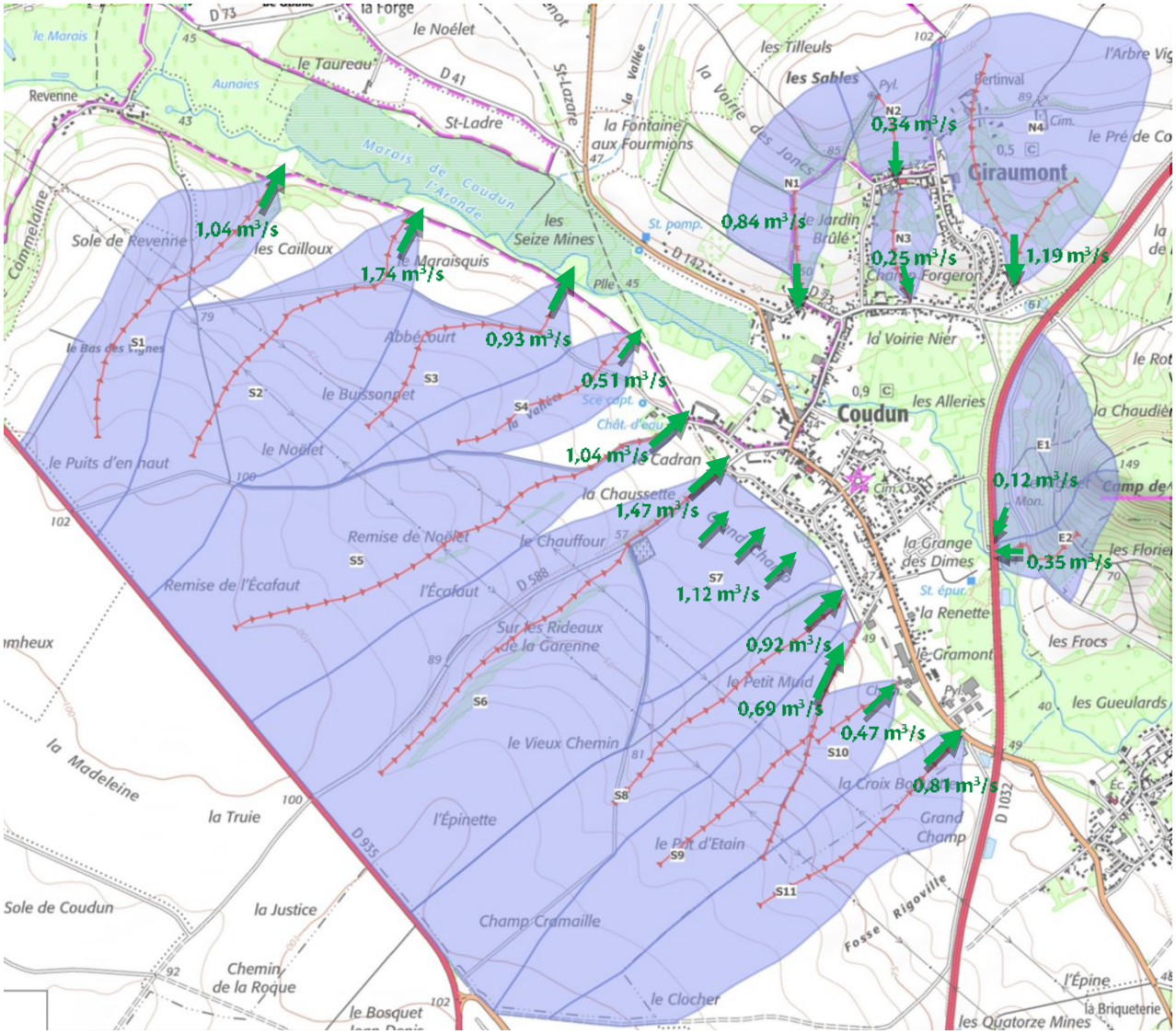


Figure 24. Localisation des débits de pointe d'occurrence 20 ans

On constate que de nombreux bassins versants présentent des débits calculés approchant voire dépassant les 1 m³/s au nord (N1 et N2) et au sud du territoire communal (S1, 2, 3, 6, 5, 6, 7, 8, 9 et 11). Ces débits sont à lier au nord avec les pentes importantes du versant et au sud des pentes moins conséquentes bien que marquées mais surtout es surfaces conséquentes de champs.

On notera que quelques-uns de ces apports peuvent venir impacter les zones urbaines : les bassins versants N1 et S9 pour les débits les plus importants ainsi que les bassins versants N2 et N3 présentant des débits moindres.

Plusieurs bassins versants au sud du territoire sont eux susceptibles d'impacter les voies de circulation, notamment les bassins versants S2, S3, S4, S6 (apports vers le cimetière) et S9.

On notera par ailleurs que le débit important du bassin versant S7 est d'une nature diffuse qui présente un impact moindre. De même les bassins versants à l'est E1 et E2 entrainent un ruissellement plutôt diffus, pouvant néanmoins se concentrer sur le route longeant la RD 1032.

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 :

								10 ans	20 ans
BV	Aire (ha)	L (m)	ΔZ	Pente i (m/m)	CR	M/2	m	Q pointe (m^3/s)	Q pointe (m^3/s)
U1.1	2.06	207.00	3	0.014	0.360	0.72	1.29	**0.30**	**0.33**
U1.2	1.06	282.00	4.5	0.016	0.330	1.37	0.78	**0.10**	**0.11**
U1.3	0.51	156.00	4.5	0.029	0.340	1.09	0.93	**0.09**	**0.10**
U1.4	0.42	75.00	1.4	0.019	0.350	0.58	1.54	**0.12**	**0.13**
U1.5	0.99	240.00	1	0.004	0.400	1.20	0.86	**0.08**	**0.09**
U2.1	1.08	231.00	2	0.009	0.350	1.11	0.92	**0.10**	**0.12**
U2.2	1.16	233.00	4	0.017	0.600	1.08	0.94	**0.29**	**0.32**
U2.3	1.43	210.00	4	0.019	0.420	0.88	1.11	**0.26**	**0.29**
U2.4	1.08	154.00	0.5	0.003	0.300	0.74	1.26	**0.08**	**0.09**
U2.5	2.29	169.00	4.0	0.024	0.500	0.56	1.58	**0.71**	**0.78**
U3	1.28	230.00	5.3	0.023	0.330	1.02	0.99	**0.17**	**0.19**
U4.1	3.26	235.00	3.3	0.014	0.300	0.65	1.40	**0.35**	**0.39**
U4.2	1.77	119.00	1.5	0.013	0.500	0.45	1.88	**0.55**	**0.61**
U4.3	1.81	202.00	2.4	0.012	0.550	0.75	1.25	**0.41**	**0.46**
U6.1	5.21	653.00	6	0.009	0.400	1.43	0.76	**0.33**	**0.37**
U6.2	5.25	550.00	0.7	0.001	0.400	1.20	0.87	**0.18**	**0.20**
U6.3	0.45	139.00	0.8	0.006	0.238	1.04	0.97	**0.03**	**0.03**
U7.1	2.27	240.00	2	0.008	0.480	0.80	1.19	**0.34**	**0.38**
U7.2	2.00	251.00	3.5	0.014	0.320	0.89	1.10	**0.21**	**0.23**
U8	2.15	231.00	2	0.009	0.300	0.79	1.20	**0.19**	**0.21**
U9	3.06	510.00	35	0.069	0.250	1.46	0.74	**0.26**	**0.29**
U10.1	2.88	610.00	35	0.057	0.460	1.80	0.63	**0.43**	**0.47**
U10.2	8.23	1024.00	42	0.041	0.320	1.78	0.64	**0.51**	**0.57**
Assemblages de bassins									
U1.1+U1.3	2.6	363.00	6.87	0.019	0.356	1.13	0.91	**0.27**	**0.30**
U2.1/U2.2	2.2	233.00	2.5	0.011	0.479	0.78	1.22	**0.38**	**0.42**
(U2.1/U2.2)+U2.4	3.3	387.00	2.36	0.006	0.421	1.06	0.95	**0.27**	**0.30**
((U2.1/U2.2)+U2.4)/U2.3	4.7	387.00	4.81	0.012	0.421	0.89	1.10	**0.53**	**0.59**
(((U2.1/U2.2)+U2.4)/U2.3)+U2.5	7.0	556.00	8.23	0.015	0.447	1.05	0.96	**0.72**	**0.80**
U4.1+U4.2	5.0	354.00	4.79	0.014	0.370	0.79	1.20	**0.54**	**0.59**
U4.1+U4.2+U4.3	6.8	556.00	7.17	0.013	0.418	1.06	0.95	**0.61**	**0.68**
U6.1/U6.2	10.5	653.00	2.4	0.004	0.400	1.01	0.99	**0.51**	**0.57**
(U6.1/U6.2)+U6.3	10.9	792.00	3.13	0.004	0.393	1.20	0.87	**0.46**	**0.52**
U7.1+U7.2	4.3	491.00	5.24	0.011	0.405	1.19	0.87	**0.35**	**0.39**
U10.1/U10.2	11.1	1024.00	49.59	0.048	0.356	1.54	0.71	**0.88**	**0.98**

On constate que les apports en débits à l'aval des bassins versants amont venant impacter les zones urbaines sont généralement plus pénalisants que les débits urbains pour les zones concernées. En effet, les débits venant du BV N1 sont nettement supérieurs au BV U7, et les débits venant de du BV N4 peuvent constituer un apport encore supérieur aux débits du BV U10 malgré les apports urbains de Giraumont. Au sud, on notera surtout les apports du BV S9 pouvant constituer des apports un peu supérieurs aux apports du BV 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).

			Débits de pointe (m^3/s) selon l'occurrence		Capacités d'évacuation			Capacités de collecte		
Localisation	BV repris	Nature du BV	10 ans	20 ans	Dimensions	Pente	Capacité (m^3/s)	nb avaloirs	Capacité (m^3/s)	Occurrence gérée
Entrée sud-ouest du bourg	U.1+U1.3	urbain	0.27	0.30	canal de largeur 60 cm, de hauteur 70 cm	2,5%	0,704	-	-	> 20 ans
	U1.5	urbain	0.08	0.09	Ø400 mm	0,3%	0,12	4	0,2	> 20 ans
Centre du bourg	U2.1/U2.2	urbain	0.38	0.42	Ø400 mm	0.3%	0,113	8	0.4	<< 10 ans
	((U2.1/U2.2)+U2.4)/U2.3	urbain	0.53	0.59	Ø400 mm	1%	0.218	14	0.37	< 10 ans
Est du bourg	U4.1	urbain	0.35	0.39	Ø300 mm	7%	0.268	2	0.1	< 10 ans
	U4.1+U4.2	urbain	0.54	0.59	Ø500 mm	6%	0.969	9	0.45	proche 10 ans
	U4.1+U4.2+U4.3	urbain	0.61	0.68	Ø500 mm	3%	0.685	13	0.65	20 ans
Sud du bourg	U6.1	urbain	0.33	0.37	Ø400 mm	2%	0.31	16	0.8	10 ans
	U6.2	urbain	0.18	0.2	Ø400 mm	0.05%	0.049	11	0.55	<<10 ans
	U6.1/U6.2	urbain	0.51	0.57	Ø800 mm	1%	1.38	27	1.35	>20 ans
	S9	amont	0.62	0.69						
	(U6.1/U6.2)+U6.3	urbain	0.46	0.52	fossé	1%	1.73	27	1.35	>20 ans
Nord-ouest	U7.1	amont	0.34	0.38	Ø400 mm	4%	0.437	4 (bouchés)	0.2 (théorique)	<10 ans
	U7.1+U7.2	amont	0.35	0.39	Ø500 mm	0.5%	0.28	13	0.65	proche 10 ans
	N1	amont	0.77	0.84						<10 ans
Nord	U9	amont	0.26	0.29	Ø300 mm	1%	0.101	2	0.1	<10 ans
Nord-est	U10.1/U10.2	amont	0.88	0.98	Ø500 mm	0.6%	0.306	>5	>0.25	<10 ans

On constate que les capacités des collecteurs apparaissent limitées sur plusieurs secteurs :

- Le fossé canalisé à l'angle des rues de la gare et de la poste dispose de bonnes capacités malgré la réduction de la section par la construction d'une nouvelle habitation ;
- Le réseau reprenant le ruissellement au niveau de la mairie et depuis l'école et le chemin du tour de ville (BVU2.1/U2.2) présente des capacités limitées (occurrences courantes seulement) dans la rue Saint Hilaire et en aval dans la rue de l'église du fait de pentes et d'un diamètre limités. L'absence de problèmes recensés et les pentes naturelles indiquent qu'en cas de forte pluie, le ruissellement peut s'écouler en surface vers le fond de vallée ;

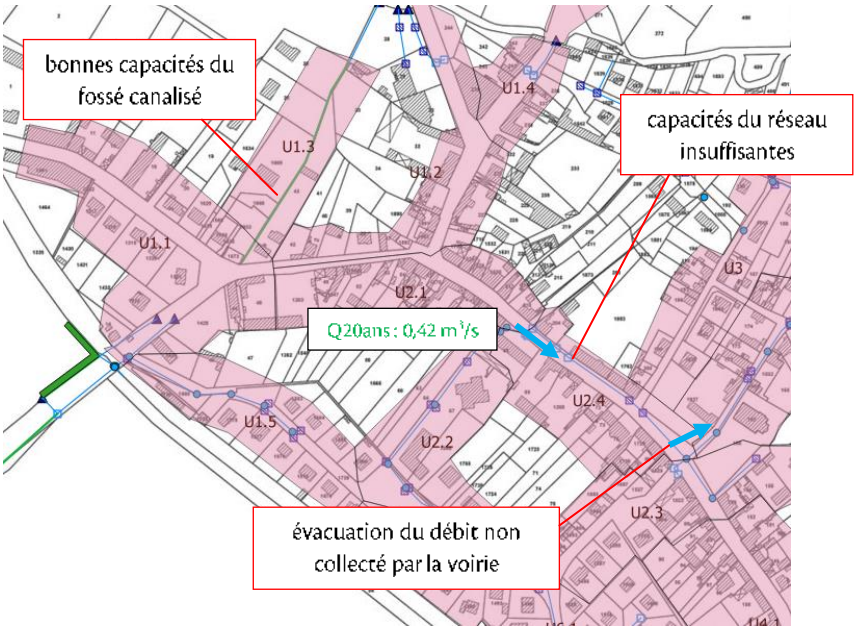


Figure 25. Ecoulements dans le centre-bourg (mairie)

- On constate à un degré moindre des capacités limitées pour le réseau au centre de la rue Saint Hilaire (BV U4.1) du fait d'un diamètre assez faible et surtout d'un nombre réduit d'avaloir, l'aval du réseau dans la rue du Pont à Tan a par contre de meilleures capacités ;

- Le réseau du sud de la rue Saint Hilaire (BV U6.2) présente des capacités faibles du fait de la pente très faible du réseau. L'évacuation en aval vers le voir de l'Hôtel Dieu présente par contre un diamètre bien supérieur, suffisant même en cas d'apports de ruissellement amont du BV S9 ;

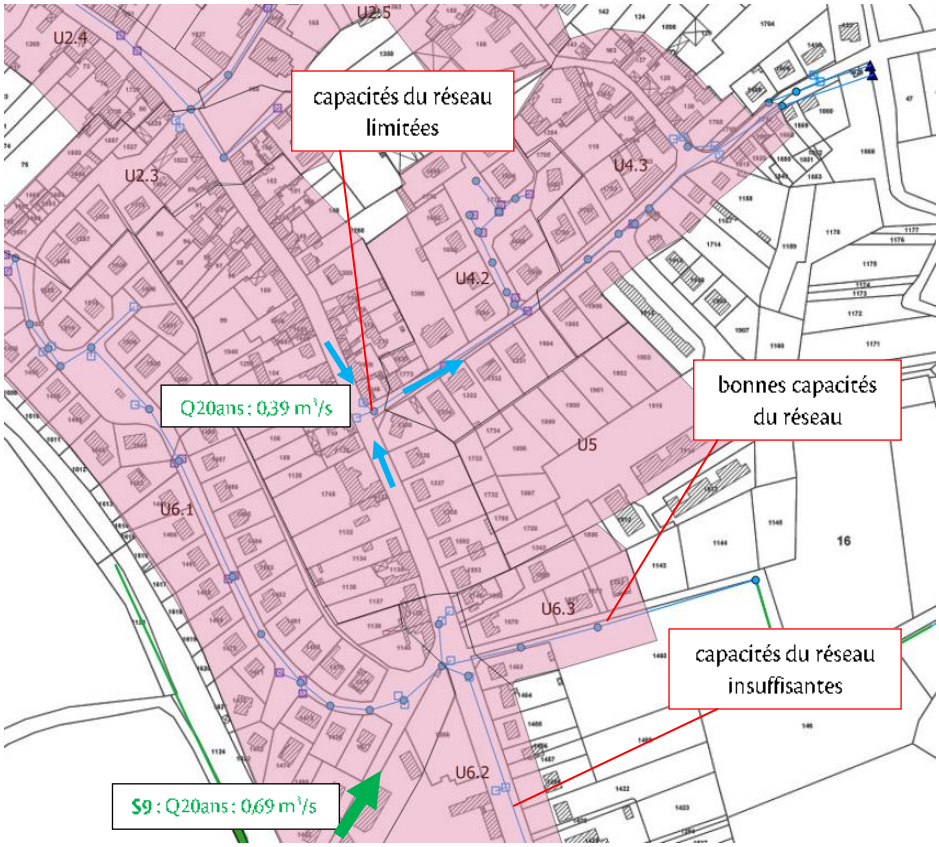


Figure 26. Écoulements au sud du bourg

- Le réseau de la rue des Barres (BV U7.1) est théoriquement limité par le nombre limité d'avaloirs pour collecter le ruissellement. Ceux-ci étant bouchés (terre), le réseau était de plus inefficace au moment des reconnaissances sur site. Le réseau en aval dans la rue de Villers présente de meilleures capacités permettant pratiquement la gestion d'une pluie décennale pour le ruissellement urbain, mais pouvant être surchargé en cas d'apports amont du BV N1. Cette zone peu dense ne présente cependant pas de sensibilité en cas d'afflux de ruissellement en surface ;
- L'évacuation locale à l'ouest de la rue des Vaux (BV U9) est limitée par rapport au ruissellement urbain et peut occasionner une stagnation sur la voirie en cas d'orage ;
- Plus à l'ouest le réseau de la rue des Vaux (BV U10) est limité en capacités de collecte par rapport au ruissellement venant en grande partie des surfaces urbanisées de Giraumont, ce qui est à lier avec les problèmes recensés sur secteur.

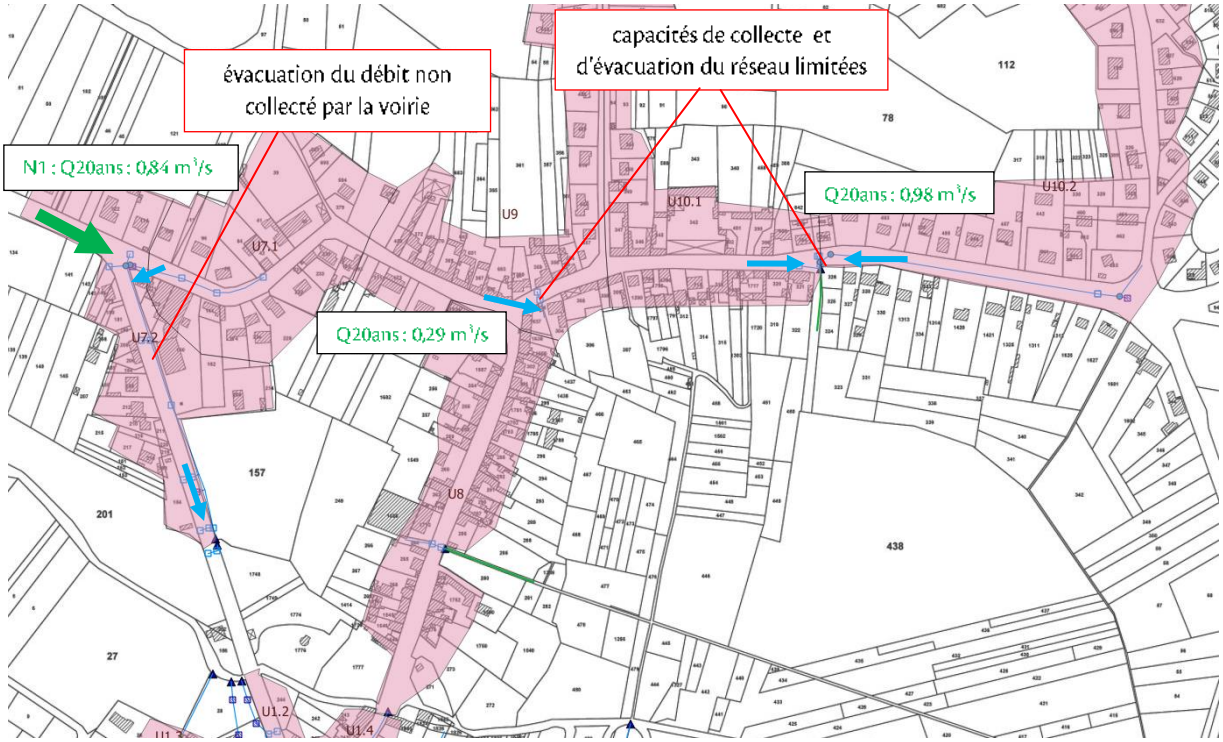


Figure 27. Ecoulements au nord du boug

4.4.3. Estimation des volumes de rétention

Les volumes de rétention ont été calculés pour les secteurs concernés dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	Surface (ha)	Coefficient d'apport	Qf (l/s)	Volume selon l'occurrence (m^3)		Volume existant
				10 ans	20 ans	
U5	1,41	0,7	1	494	608	330 m^3
S6	120,92	0,129	50	5143	6179	500 m^3
S9	48,92	0,124	20	1980	2377	300 m^3



Figure 28. Volume de rétention en milieu urbain

Le BV U5 reprend la rue de la Grange aux Dîmes où de larges noues drainées permettent de tamponner le ruissellement local. Les noues existantes saturent d'après les informations recueillies du fait d'une mauvaise perméabilité. Les calculs confirment ces limites avec les hypothèses prises pour le débit de fuite retenu pour les calculs (vitesse d'infiltration de 1.10^{-6} m/s sur une surface de 1000 m^2).

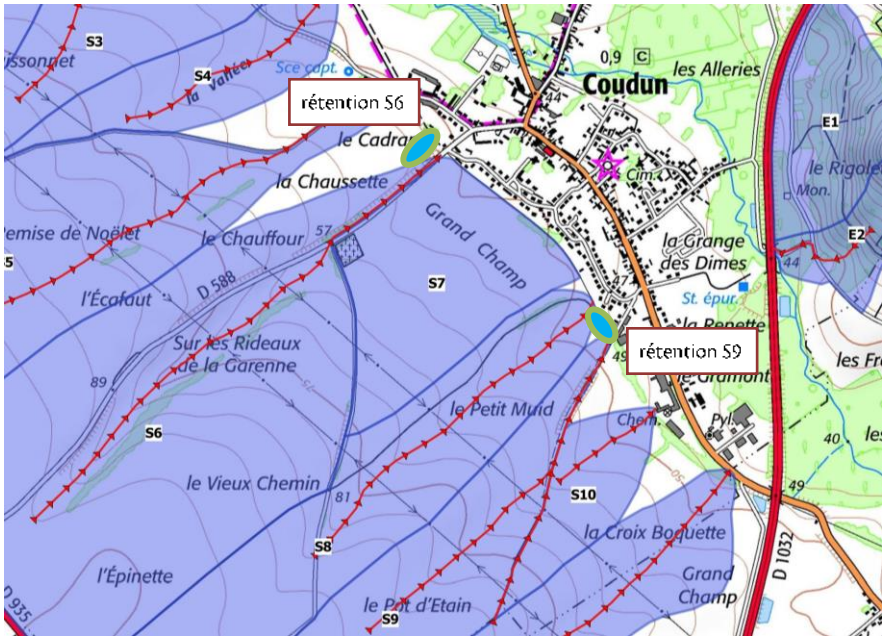


Figure 29. Localisation des volumes de rétention des bassins versants amont

Le BV S6 correspond aux apports amont de la RD 588 créant notamment des coulées de boue au niveau du cimetière. Le débit de fuite retenu est indicatif, l'exutoire étant un diamètre 500 mm en partie bouché dont la capacité d'évacuation réelle est inconnue. Le calcul met en évidence les volumes importants de ruissellement dans ce secteur par rapport aux retenues existantes pouvant créer des inondations en amont du point haut sur la route au niveau de l'ancienne voie ferrée.

Le BV S9 peut également apporter un ruissellement important via le chemin de Compiègne vers la rue des accacias. Le tracé de l'ancienne voie ferrée peut être sollicité en bassin de rétention mais apparaît néanmoins limité pour contenir l'ensemble du ruissellement.

4.4.4. Synthèse des résultats

On constate des **apports amont importants venant du versant sud du territoire communal**. Ceux-ci sont notamment responsables des coulées de boue constatées au niveau du **cimetière**, mais viennent également surcharger potentiellement en quelques points le réseau urbain (rue des acacias et rue de Vaux). On notera le rôle important du tracé de l'ancienne voie ferrée dont les talus et larges fossés constituent une barrière pour une grande partie du ruissellement et protègent les zones urbaines à l'aval.

On note sur le **centre-bourg** un dimensionnement en général correct des réseaux pluviaux bien que certains secteurs montrent des limites pouvant causer des difficultés ponctuelles d'évacuation. Les réseaux au niveau de la mairie ainsi qu'au sud de la rue Sainte Hilaire présentent notamment une pente très faible affectant leurs capacités. Une évacuation locale dans la rue des accacias présente également un dispositif de collecte limité.

Au nord du bourg, on note les limites capacitaires des évacuations dans la **rue de Vaux** du fait de réseaux de tailles limitées et d'un nombre d'avaloirs limité.

5. PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENT

5.1. PROPOSITIONS TECHNIQUES

5.1.1. Gestion du ruissellement agricole au niveau du cimetière

Objectifs : gérer les eaux de ruissellement du champ (en provenance d'une portion du bassin versant S6 et généralement boueuses) s'accumulant sur l'aire de stationnement du cimetière, et limiter les apports vers l'aval (capacités de rétention limitées en amont du bourg dans le fossé de l'ancienne voie ferrée)

Aménagements proposés :

- **Solution 1 :** L'aménagement d'un talus en aval du champ afin de retenir le ruissellement sur la parcelle agricole avant l'arrivée sur la voirie. Cet aménagement d'hydraulique douce nécessitera la mise au point d'une convention avec l'exploitant pour l'indemnisation des surfaces inondées lors de la sollicitation de l'ouvrage. Cet aménagement (ainsi que les alternatives proposées) nécessite de décaler l'accès pour les véhicules agricoles.

En **alternative** peuvent être envisagés :

- **Solution 2 :** L'aménagement d'un fossé au bas du champ afin d'intercepter l'écoulement qui sera ensuite drainé par une canalisation de diamètre 600 mm de 85 ml vers le fossé existant en contrebas. Un débit de fuite sera renvoyé vers la voirie. **Cette solution ne permet pas de limiter les apports vers l'aval.**
- **Solution 3 :** L'aménagement d'un bassin de tamponnement au point bas du champ avec évacuation vers le fossé en aval du cimetière via une canalisation en diamètre de 300 mm de 85 ml.

Dimensionnement :

- **Solution 1 :** Une canalisation de fuite permettant l'évacuation d'un débit de pointe de 48 l/s (limite imposée par la police de l'eau sur le secteur) sera aménagée afin de provoquer une retenue de 1 800 m³ (si la topographie le permet) sur les terres agricoles en amont en cas de pluie d'occurrence 20 ans.
- **Solution 2 :** Le fossé de 30 ml devra drainer le débit de pointe de 0,75 m³/s pour la pluie d'occurrence 20 ans sur la portion du bassin versant S6 (48,5 ha, l=1670 m, ΔZ=42,5 m, CR= 0,129). En considérant une pente minimale de 1%, celui-ci pourra admettre une profondeur de 65 cm, avec une base de 60 cm et une largeur de 1,2 m. Une conduite de diamètre 600 mm avec une pente minimale de 1,5 % assurera l'évacuation du débit vers le fossé en aval.

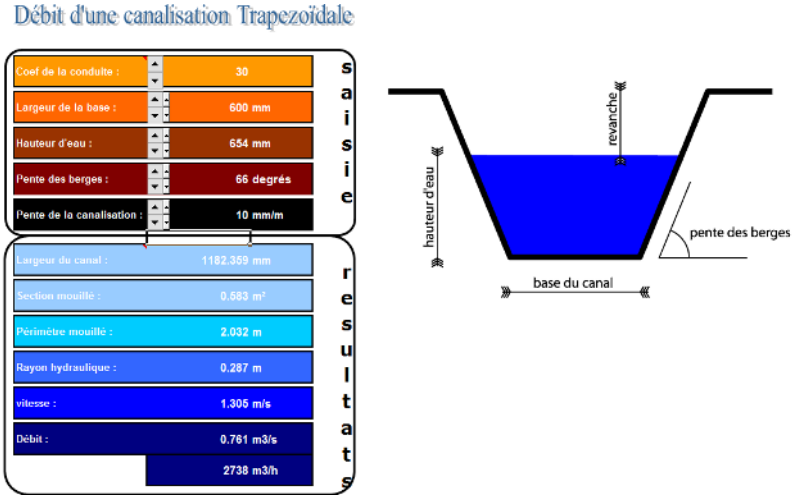


Figure 30. Dimensionnement du fossé

- **Solution 3** : La mise en place d'un bassin nécessitera l'aménagement d'un volume de tamponnement d'au moins 1 800 m³ pour un débit de fuite maximal de 48 l/s qui pourra être assuré par une conduite en diamètre 200 mm avec une pente minimale de 1,7 %. Un fossé de 25 ml (profondeur minimale de 50 cm, base de 50 cm et largeur de 1 m) permettra de drainer l'ensemble du ruissellement amont vers le bassin. Cet aménagement nécessitera l'achat de la parcelle nécessaire à l'implantation du bassin.

Méthode des pluies linéarisée avec les coefficients de Montana

dénomination	*symbole*	*valeur*	*unité*
Surface	S	48.5	ha
Coefficient d'apport	Ca	0.129	
Surface active *Sa = Ca x S*	Sa	6.2565	ha
Débit de fuite	Q_f	48	l/s
Débit de fuite spécifique $q_f = Q_f \times 0,36 / Sa$	q_f	2.7619	mm/h
durée de remplissage $t_r = (q_f/(60 \times a \times (1-b)))^{(-1/b)}$	t_r	235.97 3.93	min h
capacité spécifique de stockage $ha = t_r^{(1-b)} - t_r/60 \times q_f$	ha	28.35	mm
Volume bassin *V = ha x Sa x 10*	**V**	**1774**	**m³**

"xx" valeur à renseigner

Durée de vidange *tv=tr-(60*a/qf)^(1/b)* *à partir du remplissage total*	t_v	1157.13 19.29 0.80	min h j

Coefficients de Montana

station	Ribécourt
occurrence	20 ans
a	8.633
b	0.723
domaine de validité	
min	0.25 h
max	24 h

domaine de validité à renseigner

coefficients adaptés

Figure 31. Calcul du volume de bassin

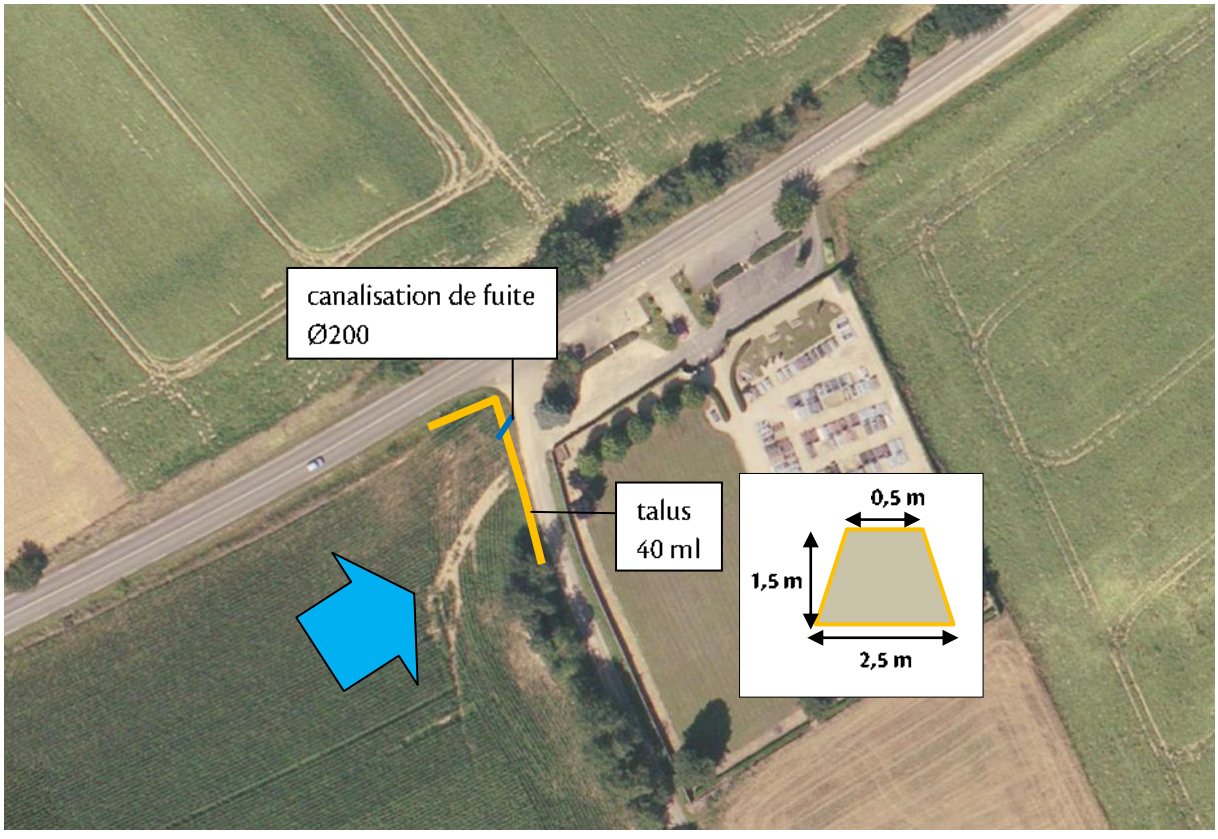


Figure 32. Schéma de l'aménagement de la solution 1 pour la gestion du ruissellement au niveau du cimetière

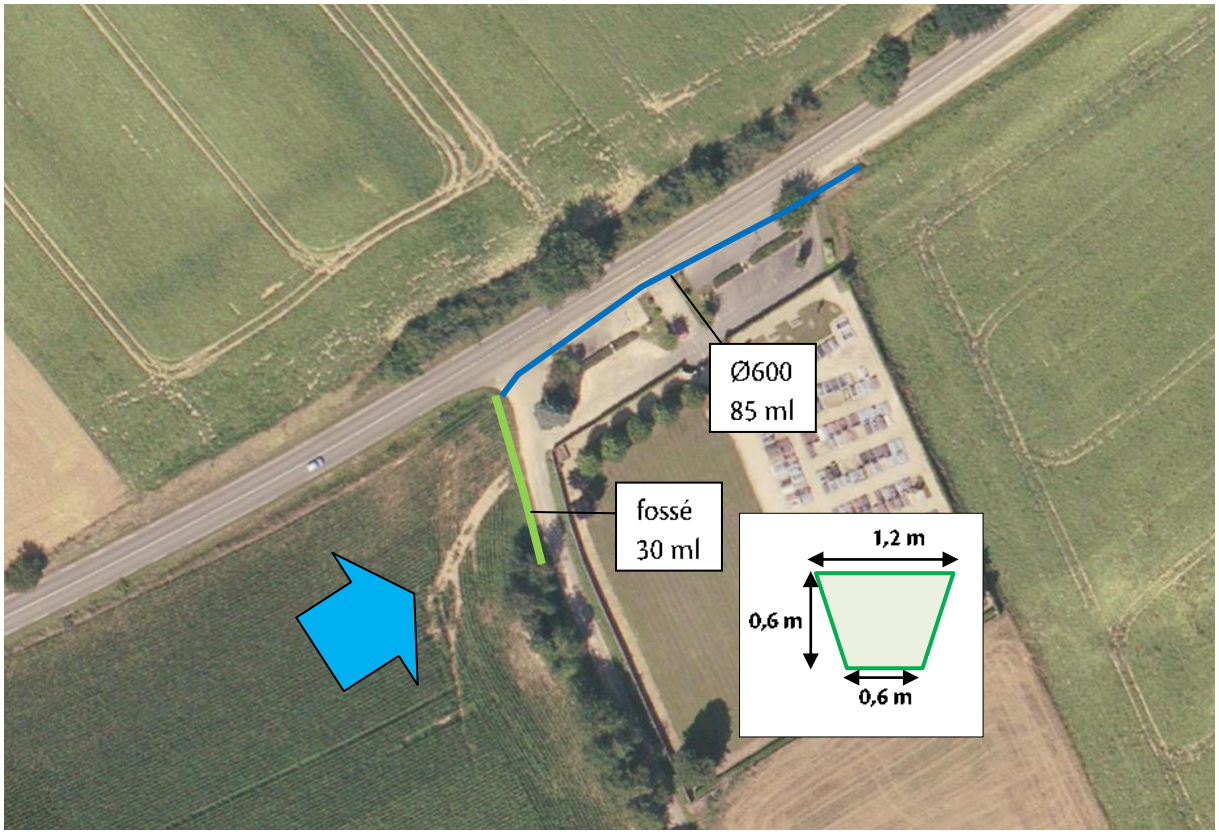


Figure 33. Schéma de l'aménagement de la solution 2 pour la gestion du ruissellement au niveau du cimetière

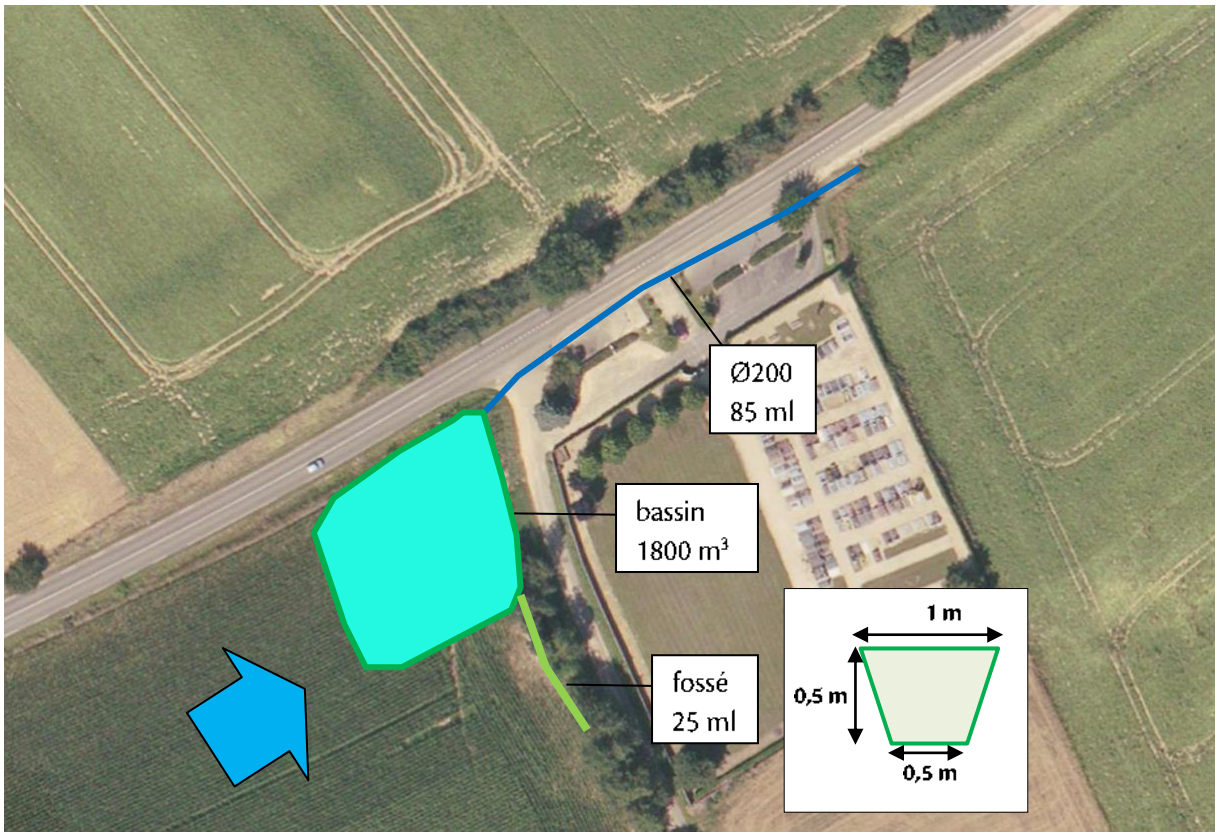


Figure 34. Schéma de l'aménagement de la solution 3 pour la gestion du ruissellement au niveau du cimetière

Chiffrage :

- Solution 1 : Cet aménagement est estimé à **9 480 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Talus	40	ml	60 €	2 400 € HT
Canalisation de fuite Ø200	1	F	500 €	4 000 € HT
Surverse béton	1	F	1 500 €	1 500 € HT
Montant de travaux				**7 900 € HT**
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				**1 580 € HT**
Montant total de l'opération				**9 480 € HT**

- **Solution 2 :** Cet aménagement est estimé à **73 260 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Fossé	30	ml	60 €	1 800 € HT
Tête d'aqueduc	2	U	2 000 €	4 000 € HT
Canalisation Ø600 béton	85	ml	650 €	55 250 € HT
Montant de travaux				**61 050 € HT**
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				**12 210 € HT**
Montant total de l'opération				**73 260 € HT**

- **Solution 3 :** Cet aménagement est estimé à **168 600 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Fossé	25	ml	40 €	1 000 € HT
Bassin	1 800	m^3	60 €	108 000 € HT
Géotextile	1 000	m^2	2 €	2 000 € HT
Tête d'aqueduc	2	U	2 000 €	4 000 € HT
Canalisation Ø300 béton	85	ml	300 €	25 500 € HT
Montant de travaux				**140 500 € HT**
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				**28 100 € HT**
Montant total de l'opération				**168 600 € HT**

Entretien : Un curage, nettoyage et entretien périodique du fossé et/ou du bassin sont nécessaires

Actions préalables : Une convention doit être mise en place dans le cas de la mise en place du talus (indemnisation des récoltés inondées). L'achat foncier nécessaire pour la mise en place du bassin peut nécessiter une procédure de DUP s'il n'est pas trouvé d'accord avec le propriétaire.

5.1.2. Gestion du ruissellement dans la rue des Vaux

Objectifs : gérer les eaux de ruissellement inondant la voirie (limite avec la commune de Giraumont) et les habitations du côté Coudun de la rue.

Aménagements proposés : aménagement d'un réseau local à l'ouest du fossé constituant l'exutoire existant afin d'augmenter la capacité de collecte et d'évacuation.

Dimensionnement : Ce réseau devra évacuer les débits venant du sous-bassin versant U10.1 dont le débit de pointe pour la pluie d'occurrence 20 ans est de 0,47 m^3/s. Cela implique l'aménagement de 5 avaloirs de grandes capacités (100 l/s) et d'un réseau de diamètre 600 mm sur 60 ml avec une pente de minimale de 0,7%.

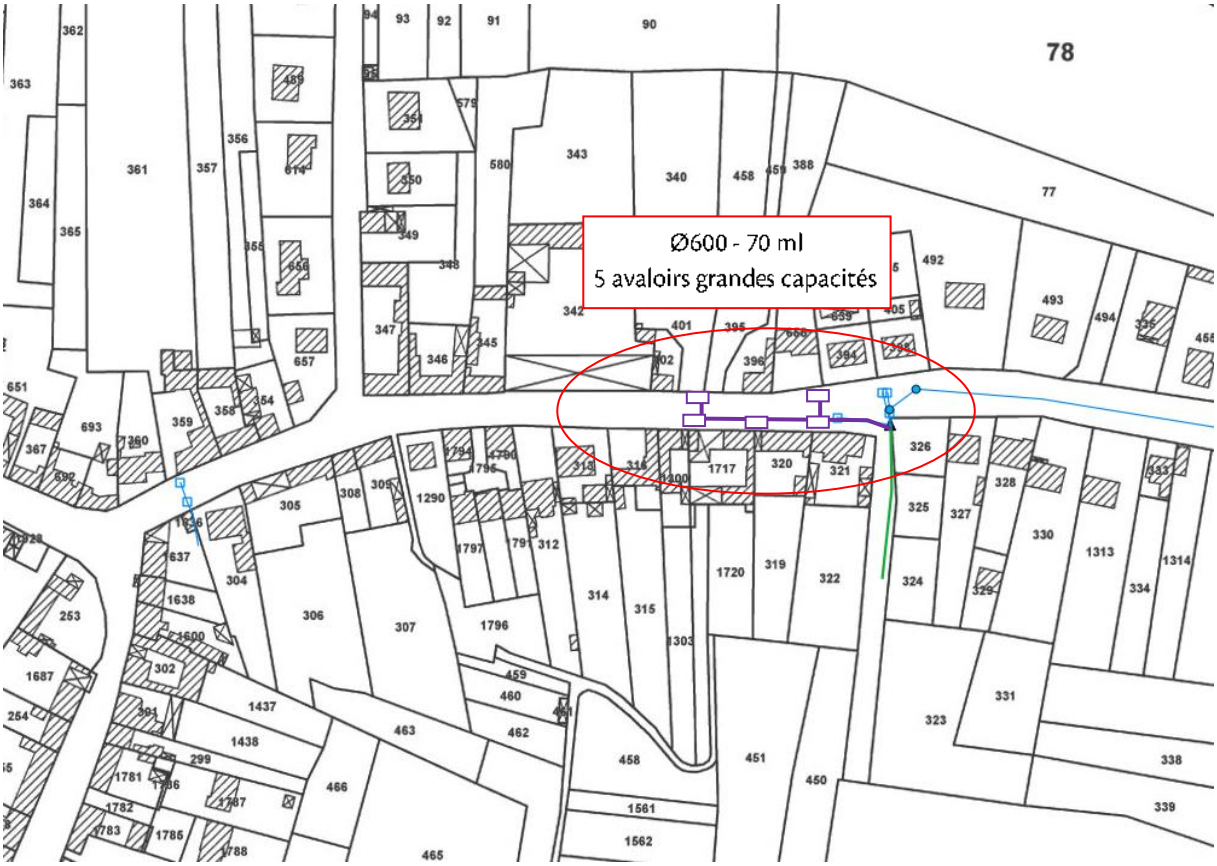


Figure 35. Schématisation de l'aménagement d'une évacuation locale rue de Vaux

Chiffrage :

Cet aménagement est estimé à **66 000 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Canalisation DN600 béton	70	ml	650 €	45 500 € HT
Avaloirs grandes capacités	5	U	1000 €	5 000 € HT
Regards	3	U	1 500 €	4 500 € HT
Montant de travaux				**55 000 € HT**
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				**11 000 € HT**
Montant total de l'opération				**66 000 € HT**

5.1.3. Aménagement d'un exutoire en surface pour les noues rue de la Grange des Dîmes

Objectifs : compenser l'absence de perméabilité en surface et permettre une évacuation des noues par une conduite en surface vers l'Aronde.

Aménagements proposés : aménagement d'une évacuation à travers un orifice de section 35 mm puis d'une conduite en diamètre 150 vers l'Aronde.

Dimensionnement : Ce réseau devra évacuer les débits venant du sous-bassin versant U5 de 1,4 ha. Nous avons donc calculé qu'un orifice de 35 mm était nécessaire pour assurer un débit de fuite de 1,4 l/s sous une charge de 30 cm (hauteur moyenne estimée dans la noue). Le débit de fuite total estimé avec l'infiltration à 2,4 l/s nécessite un volume de 360 m³, proche du volume de 330 m³ estimé pour l'ouvrage existant. Une conduite de diamètre 150 mm, même avec une faible pente (0,3% pourra évacuer ce débit vers l'aronde).



Figure 36. Aménagement d'un exutoire rue de la Grange des Dîmes

Chiffrage :

Cet aménagement est estimé à **49 800 € HT**.

Action à mener	Quantité	Unité	Cout unitaire	Coût
Tête d'aqueduc avec orifice calibré	1	U	2 000 €	2 000 € HT
Canalisation Ø150 fonte sous plaine	40	ml	250 €	10 000 € HT
Canalisation Ø150 fonte sous voirie	5	ml	300 €	1 500 € HT
Canalisation Ø150 fonte dans forêt	70	ml	400 €	28 000 € HT
Montant de travaux				**41 500 € HT**
Maîtrise d'œuvre et incertitudes (20%)				**8 300 € HT**
Montant total de l'opération				**49 800 € HT**

5.2. RÉCAPITULATIF

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

Localisation	Objectif	Aménagement proposé	Coût	Remarques
RD 588 – cimetière	Limiter les inondations et coulées de boue au niveau du cimetière	1 - Création d'un talus à l'aval des surfaces agricoles	9 480 € HT	Convention à établir pour la retenue dans le champ
		2 – Fossé à l'aval des surfaces agricoles et canalisation drainant vers les fossés existants	73 260 € HT	Pas de retenue, ne gère pas le débit de fuite autorisé
		3 - Bassin à l'aval des surfaces agricoles avec débit de fuite vers les fossés existants	168 600 € HT	Achat foncier pouvant nécessiter une DUP
Rue des Vaux	Limiter les inondations sur la voirie et des riverains	Aménagement d'un réseau local afin d'améliorer la collecte et l'évacuation du ruissellement	66 000 € HT	
Rue de la Grange des Dîmes	Assurer l'évacuation des noues	Aménagement d'une conduite de fuite	49 800 € HT	Convention pour la traversée en domaine privé Dossier « loi sur l'eau » pour rejet dans l'Aronde

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.

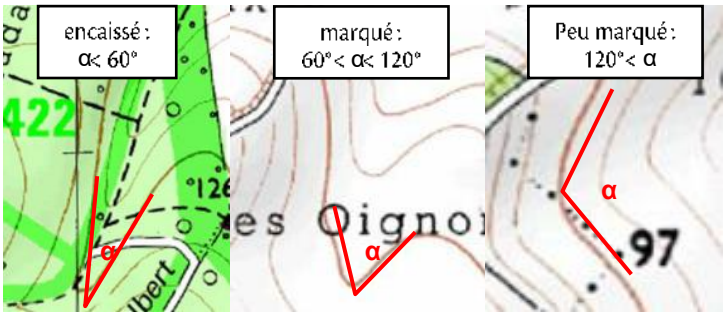


Figure 37. Exemple de talwegs avec différents aspects d'écoulement

Les secteurs d'expansion du ruissellement ont été établis sur la base des données disponibles sans levé topographique. Ils correspondant 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 (m^3/s)	Pente	< 3%			3 - 6%			> 6%		
	Talweg	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

Zone d'expansion retenue :

15 m
25 m
50 m
75 m
100 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 S1 à S6 et S8 à S11 dans nos calculs, car des talwegs sont présents sur le territoire communal dans des zones.

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

BV	Angle du talweg (°)	I %	Q pointe (m^3/s) Occurrence 20 ans	Largeur d'expansion (m)
S1	80	6,5	1,04	15
S2	130	5,8	1,74	50
S3	160	5,9	0,93	50
S4	75	2,9	0,51	50
S5	90	3,4	1,04	25
S6	40	2,5	1,43	75
S8	80	3,3	0,92	25
S9	90	4	0,69	25
S10	100	4	0,47	25
S11	100	3,4	0,81	50

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 maitriser 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 des 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 a recevoir les eaux pluviales provenant des fonds supérieurs, il est soumis a 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 inferieurs.

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 a 100 ha (A) ;

2° Supérieure à 20 ha mais inferieure 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 maitriser les couts 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 termes d'inondations et de qualité des milieux récepteurs. Trois zones sont à distinguer :

- **Le bourg**. Le ruissellement sur ce secteur est géré par un réseau présentant des limites locales par rapport à l'objectif de gestion de la pluie d'occurrence 20 ans. 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 1 l/s/ha (1 l/s pour les parcelles ≤ 1ha) est imposé.
- **Reste de territoire communal (zones non urbanisées et écarts)**. Pour toute création d'habitation, 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 (2 l/s pour les parcelles ≤ 1ha) 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.

Ces zones sont définies dans le plan situé en annexe.

7.4. RÈGLEMENT VALABLE EN CAS D'AMENAGEMENT 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 (1 ou 2 l/s/ha respectivement pour le bourg ou le reste du territoire communal).
- 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 Beauvais) 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 de voirie, de zone 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 définit pour les axes de ruissellement des BV S1, S1+S2, S3, S4, S5, S6, S7, S6+S7, N1, N2 et N3.

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 en 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,...

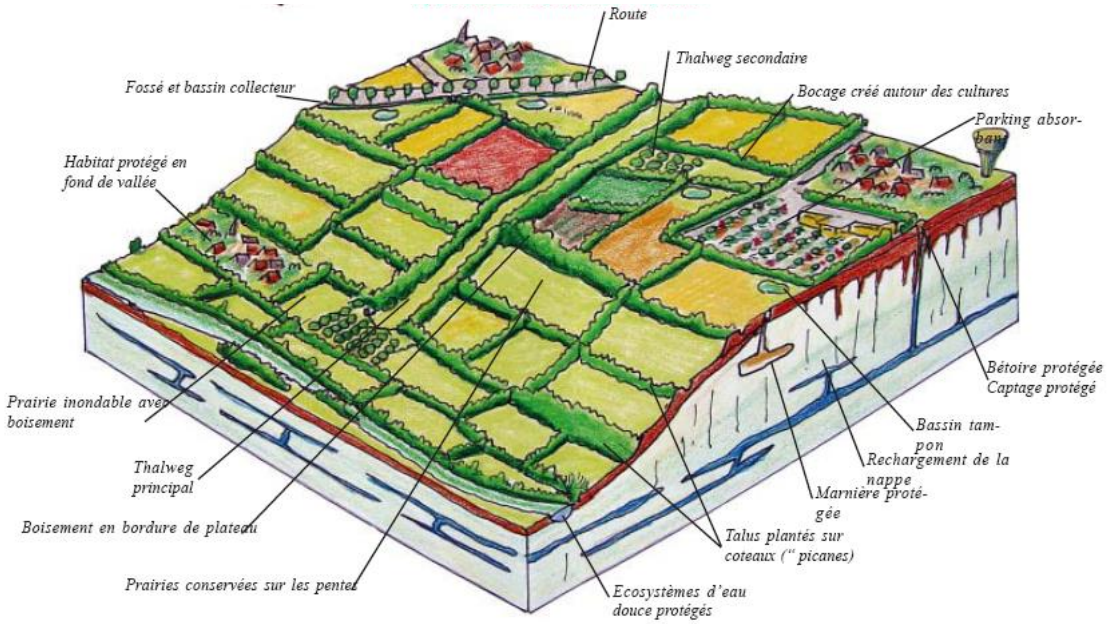


Figure 38. Exemple de technique de gestion hydraulique douce

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	• 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	• 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	• 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 • Bois énergie • Bois d'œuvre
Social	Paysagère et patrimoniale	• 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 5 m³ de stockage pour 100 m² de surface imperméabilisées). Toutes les surfaces imperméabilisées de la parcelle sont concernées (toiture, terrasse, entrées...). Le volume de stockage en mètres cubes est donc donné par la formule suivante :

Volume (m³) = surface imperméabilisée (m²) x 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 :

Volume utile (m³) = Volume total (m³) x 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 stocker 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 :

Surface d'infiltration (m²) = Volume utile (m³) / (172 800 x vitesse d'infiltration (m/s))

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

H (m) = Volume total (m³) / Surface d'infiltration (m²)

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 centennale la plus pénalisante, celle-ci s'obtient à l'aide des formules suivantes :

- Le débit de fuite spécifique (mm/h) : **qf** = Qf x 0,36 / Sa
- La durée de remplissage (min) : **tr** = (qf/(60 x a x (1-b)))^(-1/b)
- La capacité spécifique de stockage (mm) : **ha** = tr^(1-b) - tr/60 x qf
- Le volume de stockage (m³) : **V** = ha x Sa x 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 m^2
- Les coefficients de Montana de la station météorologique de Ribécourt pour l'occurrence vicennale :
  - **a** = 8,633
  - **b** = 0,723

<u>Calcul du débit de fuite :</u>

- Cas d'un rejet par infiltration :

Débit de fuite Qf (l/s) = Surface d'infiltration (m^2) 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

Ainsi au préalable à l'élaboration du plan local d'urbanisme, cette étude a permis d'identifier les secteurs à enjeu 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.

Il apparaît que les infrastructures de gestion actuelles sont globalement correctement dimensionnées mais présentent des insuffisances locales pour gérer les occurrences de pluie de 10 et 20 ans (objectif sur le secteur). En cas de pluie exceptionnelle, il apparaît essentiel de préserver les zones d'écoulement naturelles 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 :

- L'aménagement d'un dispositif de gestion du ruissellement agricole amont au niveau du cimetière (plusieurs solutions étudiées) ;
- Le renforcement du dispositif de collecte et d'évacuation dans la rue des Vaux ;
- L'aménagement d'une canalisation de fuite vers l'Aronde pour les noues rue de la Grange aux Dîmes.

Le coût total de ces travaux est estimé à :

- Entre 9 480 € HT et 168 600 € HT suivant la solution retenue ;
- 66 000 € HT pour le réseau local dans la rue des Vaux ;
- à 49 800 € HT pour l'évacuation rue de la Grange aux Dîmes.

Soit un total compris entre 125 280 € HT et 284 400 € HT suivant la solution retenue.

Dans le cadre du zonage, 2 zones de gestion du ruissellement ont été définies, avec pour chacune un règlement adapté détaillant la gestion des eaux pluviales à respecter. Les zones sensibles aux écoulements ont également été définies.

9. ANNEXES

- Annexe 1 : Moyens de gestion du ruissellement amont
- Annexe 2 : Techniques de prétraitement
- Annexe 3 : Méthode de réalisation des essais Porchet
- Annexe 4 : Plan des réseaux d'eaux pluviales
- Annexe 5 : Carte de zonage des eaux pluviales

9.1. ANNEXE 1 : MOYENS DE GESTION DU RUISSELLEMENT AMONT

9.1.1. 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/m^2 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.

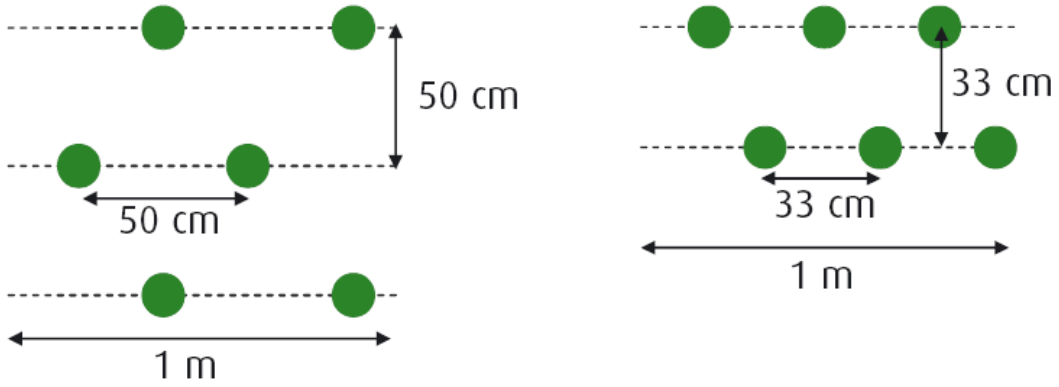


Figure 39. Schéma de plantation d'une haie

- **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

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 pelleteuse 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.

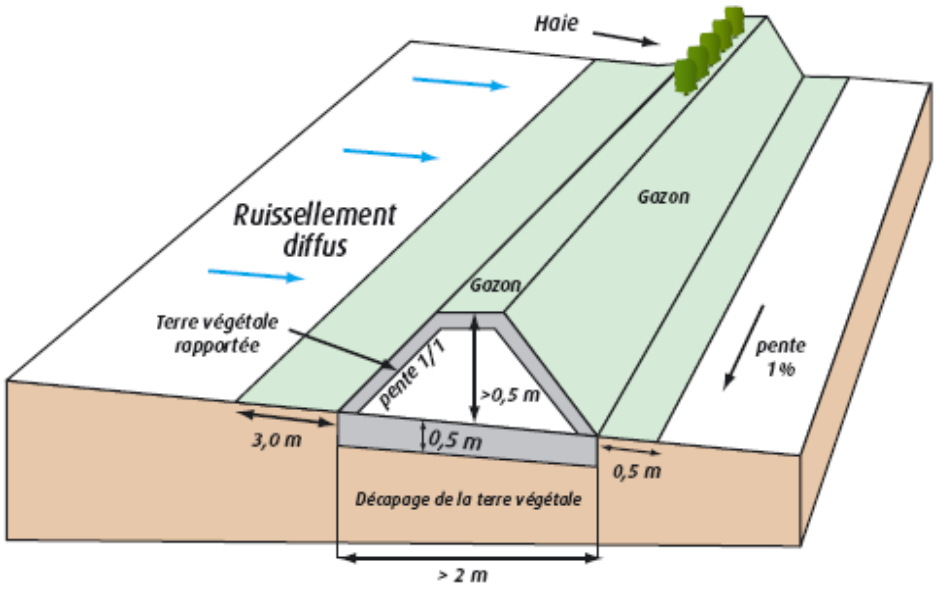


Figure 40. Schéma d'un talus

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.

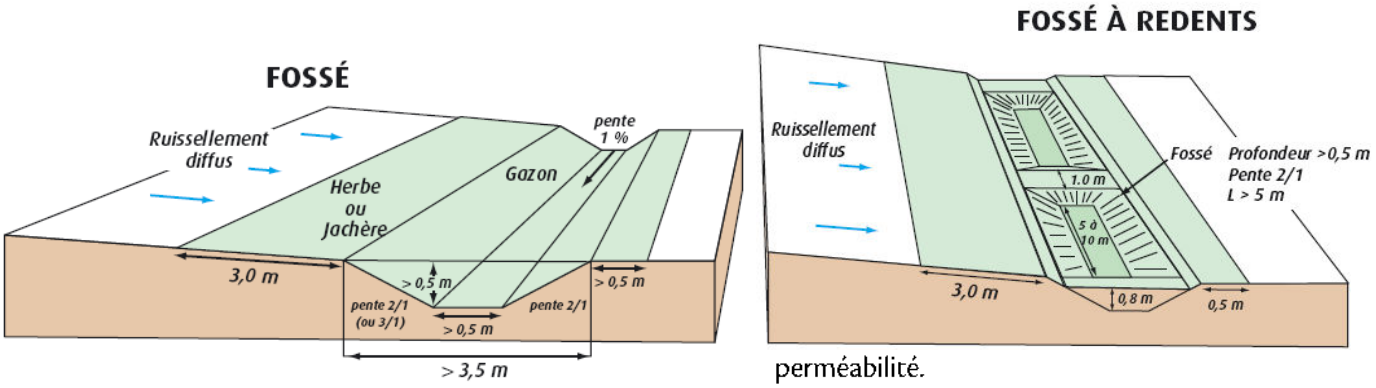


Figure 41. Schéma de fossés

- **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 évitez 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/m^3. 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.

9.1.2. 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.

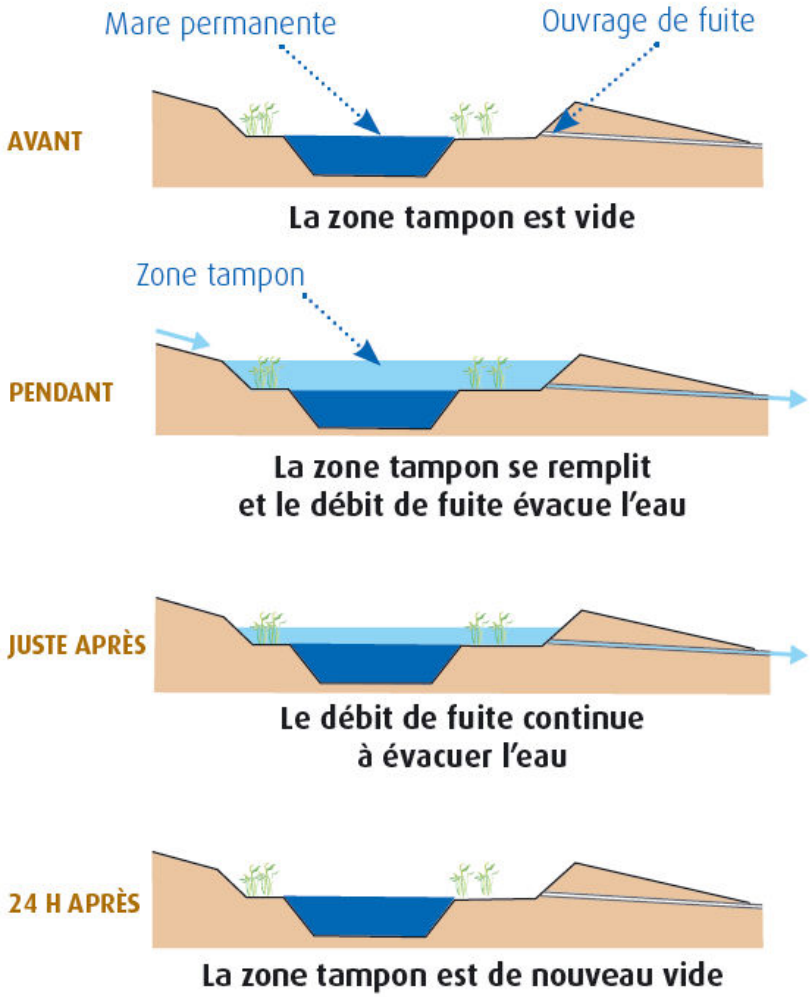


Figure 42. Schéma de fonctionnement d'une mare tampon

- **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'infiltre sur les parcelles et que la mare doit stocker au minimum 20 m^3/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 écrêtant 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 43. 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/m^3.

9.2. ANNEXE 2 : 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.

9.2.1. 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.

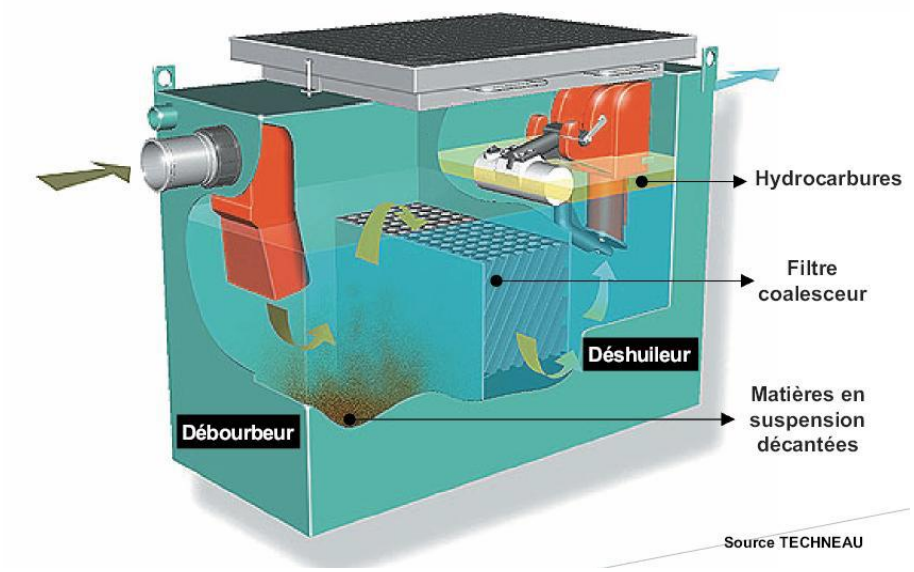


Figure 44. Schéma d'un séparateur à hydrocarbures

9.2.2. 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 particulaires, 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 assure 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.

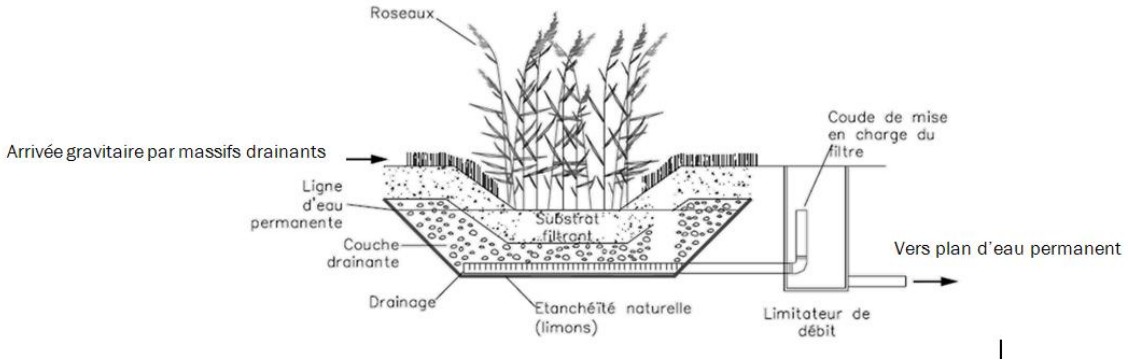


Figure 45. Coupe type des filtres plantés
(source : « Les filtres plantés de roseaux : application au traitement d'eaux pluviales », NOVATEC'2004).

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 débourbeurs, 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.

9.2.3. 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.

9.3. ANNEXE 3 : 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 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 :

- **1ère étape : Creuser le trou**

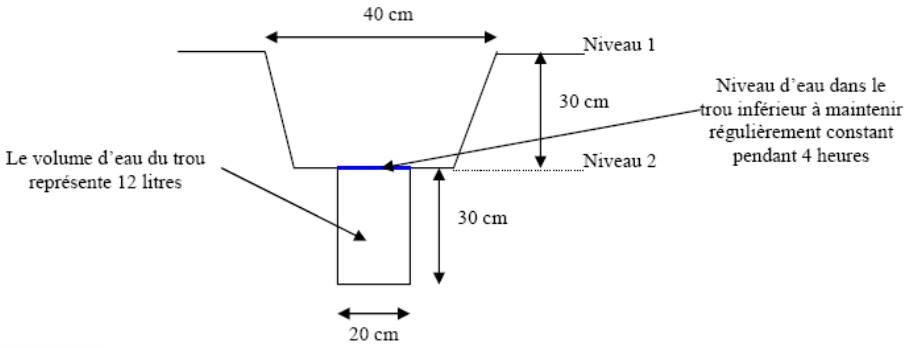
A l'aide d'une bêche décaper le terrain sur une surface de 40 cm (2 largeurs de fer de bêche) sur 40 cm et sur une profondeur de 30 cm (1 hauteur de fer de bêche). La profondeur du terrain à décaper peut être augmentée si la topographie de la parcelle contraint le dispositif d'assainissement à être enterré 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.

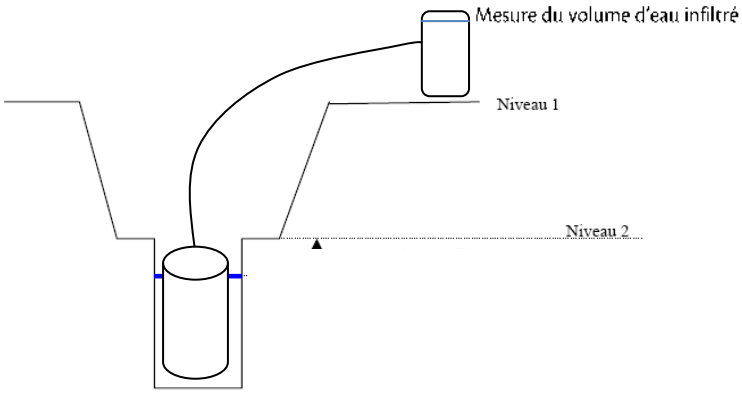
- **2ème étape : saturer le sol pendant 4 heures**

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.



- **3ème 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.



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

La perméabilité du sol nous est donnée par la formule : $\mathbf{K = 0.857 \times h_{eau}}$

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.

9.4. ANNEXE 4 : PLAN DES RESEAUX D'EAUX PLUVIALES

Plan A0 joint au rapport.

9.5. ANNEXE 5 : CARTE DE ZONAGE DES EAUX PLUVIALES

Plan A0 joint au rapport.

9.6. ANNEXE 6 : CARTOGRAPHIE DES ÉLÉMENTS DU PAYSAGE

Plan A0 joint au rapport.