D 33535/1-4

GRANDLYON
communauté urbaine

Maîtrise d'Ouvrage	Maîtrise d'Œuvre
COMMUNAUTÉ URBAINE DE LYON **DIRECTION DE L'EAU** **ESU**	**Conception : Eau Bureau d'Etudes**

Assainissement / Ruisseaux
Bassin de Stockage Restitution sur Effluents Unitaires - Antenne des Torrières

Commune de Neuville
Impasse des Torrières

ETUDE AVANT PROJET

1. Mémoire explicatif
2. Détail estimatif
3. Comparaison générale des propositions

agence de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
2-4, allée de Lodz - 69363 LYON Cedex 07
04 72 71 26 00 - contact.doc@eaurmc.fr

Affaire N°444	Equipe Projet : Hervé CALTRAN, Bernard RUBOD	Date d'édition :

REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION
Nom : Hervé CALTRAN Date : Visa :	Nom : Céline de BRITO Date : Visa :	Nom : Olivier SUZANNE Date : Visa

RESUME

Sur la commune de Neuville-sur-Saône, le schéma directeur d'assainissement (SDA) a montré la nécessité de réguler les débits arrivant à la station d'épuration et de limiter les débordements du réseau au niveau de la branche des Torrières. Par ailleurs une étude sur la connaissance du risque inondation a conduit à préconiser, sur le même secteur, la suppression d'un dalot sous dimensionné et la réouverture du ruisseau des Torrières busé au niveau de l'impasse du même nom.

La présente étude fait le point sur le contexte environnemental et réglementaire. Dans un deuxième temps, elle rappelle les propositions d'aménagement précédemment faites par le SDA (surdimensionnement du collecteur aval de Neuville, création d'un bassin de stockage rétention sur l'antenne de Montanay, stockage des effluents en réseau) et par l'étude hydraulique (suppression du dalot). Enfin, elle présente deux nouvelles propositions de bassin de stockage couplé à la suppression du dalot et la réouverture du cours d'eau.

- sous le lit du cours d'eau renaturé dans l'impasse des Torrières
- sous un parking, en amont du cours d'eau renaturé.

Les deux dernières propositions ont fait l'objet de modélisation sous Canoe. Elles sont comparées au vu de leur impact sur l'assainissement et sur le risque inondation. Ces propositions sont chiffrées puis comparées entre elles avant de l'être aux autres propositions.

SOMMAIRE

MEMOIRE EXPLICATIF 7

1. OBJET DE L'ETUDE 7
1.1. PROBLEMATIQUE ASSAINISSEMENT 7
1.2. PROBLEMATIQUE RUISSEAU 8
1.3. OBJECTIFS DE L'ETUDE 9
1.4. LOCALISATION DU PROJET 10
2. ETAT DES LIEUX 11
2.1. CONTEXTE 11
2.1.1. Contexte réglementaire 11
2.1.1.1. Schéma de cohérence territorial 11
2.1.1.2. Plan local d'urbanisme 12
2.1.1.3. Zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager. 14
2.1.1.4. Schéma directeur d'Aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) - Directive cadre sur l'eau (DCE) 14
2.1.1.5. Plan de protection contre les risques naturels inondations. 16
2.1.1.6. Risques mouvement de terrain, risque sismique 16
2.1.1.7. Zonage pluvial. 16
2.1.1.8. Zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (ZNIEFF) et Natura 2000 17
2.1.2. Contexte géologique et hydrogéologique 19
2.1.3. Contexte hydrographique, hydrologique et hydraulique 20
2.1.3.1. Hydrographie 20
2.1.3.2. Hydrologie 22
2.1.4. Qualité de l'eau 24
2.1.5. Faune piscicole, Flore 26
2.1.6. Assainissement 26
2.2. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES 28
2.2.1. Foncier 28
2.2.2. Servitude SNCF 29
2.2.3. Code de l'environnement et code de l'urbanisme 29
2.2.4. Déclaration d'intérêt général 30
2.2.5. Déclaration d'utilité publique 30
3. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT 31
3.1. RAPPEL DES PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DES ETUDES ANTERIEURES 31
3.1.1. Principe pour l'assainissement 31
3.1.2. Variantes proposées 32
3.1.2.1. Surdimensionnement du collecteur aval de l'antenne des Torrières 32
3.1.2.2. Création d'un bassin de stockage restitution sur effluents unitaires 32
3.1.2.3. Stockage en réseau d'effluents unitaires 34
3.1.3. Aménagements de principe pour l'hydraulique du ruisseau 35
3.2. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DE LA DIRECTION DE L'EAU 37
3.2.1. Construction du modèle 38
3.2.1.1. Description du modèle 38
3.2.1.2. Pluies testées 39
3.2.2. Partie commune aux deux scénarii 40
3.2.2.1. Suppression du dalot 40
3.2.2.2. Réseau d'assainissement : déconnexion des branches 42
3.2.2.3. Sentier piéton 43
3.2.3. Scenario 1 : Bassin sous le lit du ruisseau 45
3.2.3.1. Contraintes initiales, altitudes, pente 45
3.2.3.2. Remise à ciel ouvert du Ruisseau 46
3.2.3.3. Bassin de stockage restitution 56
3.2.3.4. Résultats de la modélisation des crues 60
3.2.3.5. Impact du projet sur les déversements dans le ruisseau 63
3.2.3.6. Impact du projet sur l'écrêtement des pics d'apports d'eaux usées à la STEP 64
3.2.4. Scenario 2 : Bassin sous le parking 64
3.2.4.1. Remise à ciel ouvert du ruisseau 64

3.2.4.2. Description du réseau 69
3.2.4.3. Description du bassin 69
3.2.4.4. Résultats de la modélisation des crues 71
3.2.4.5. Impact du projet sur les déversements dans le ruisseau 74
3.2.4.6. Impact du projet sur l'écrêtement des pics d'apports d'eaux usées à la STEP 75
3.2.5. Comparaison des 2 propositions du service étude 75
3.2.5.1. Pour la partie ruisseau 75
3.2.5.2. Pour la partie assainissement 76
3.2.5.3. Synthèse globale 77

DETAIL ESTIMATIF 78

1. RAPPEL DES ESTIMATIONS DES ETUDES ANTERIEURES 78
1.1. SURDIMENSIONNEMENT DU COLLECTEUR AVAL DE LA RUE DES TORRIERES 78
1.2. CREATION D'UN BASSIN DE STOCKAGE RESTITUTION SUR EFFLUENTS UNITAIRES 79
1.3. STOCKAGE EN RESEAU D'EFFLUENTS UNITAIRES 79
1.4. PARTIE RUISSEAU 80
2. ESTIMATIONS FINANCIERES DES PROPOSITIONS DU SERVICE ETUDE 80
2.1. SCENARIO 1 : bassin de rétention sous le lit du ruisseau 80
2.2. SCENARIO 2 : bassin de rétention sous le parking 81
3. COMPARAISON FINANCIERE DES PROPOSITIONS 82

COMPARAISON GENERALE DES SOLUTIONS 82

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX :

Tableau 1 : Mesures du programme à mettre en œuvre 15
Tableau 2 : Débits d'étiage 22
Tableau 3 : Débits de crue. Sogreah 2007 22
Tableau 4 : Estimation du débit plein bord 23
Tableau 5 : Débitance de la cunette en fonction de Ks 24
Tableau 6 : Bilan annuel quantitatif des déversements en 2006 26
Tableau 7 : Pluies réelles testées 39
Tableau 8 : Pluies de projets testées 40
Tableau 9 : Caractéristiques du lit mineur en débit plein bord 46
Tableau 10 : Valeurs caractéristiques des lits partie amont 48
Tableau 11 : Valeurs caractéristiques des lits partie médiane 49
Tableau 12 : Valeurs caractéristiques des lits partie aval 49
Tableau 13 : Forces tractrices débits de crue 50
Tableau 14 : Hauteurs de débordements et vitesse dans le lit renaturé. 60
Tableau 15 : Etat de remplissage de l'ouvrage et mise en charge de la canalisation aval 62
Tableau 16 : Bilan annuel quantitatif des déversements en 2006 63
Tableau 17 Caractéristiques du lit mineur en débit plein bord 65
Tableau 18: Valeurs caractéristiques des lits partie amont 66
Tableau 19 : Valeurs caractéristiques des lits partie médiane 67
Tableau 20 : Valeurs caractéristiques des lits partie aval 67
Tableau 21 : Forces tractrices critiques 68
Tableau 22 : Hauteurs de débordements et vitesse dans le lit renaturé. 72
Tableau 23 : Etat de remplissage de l'ouvrage et mise en charge de la canalisation aval 74
Tableau 24 : Bilan annuel quantitatif des déversements en 2006 74
Tableau 25 : Comparaison entre les hauteurs de débordement des 2 scénarii 76
Tableau 26 : Comparaison des 2 scénarii au regard de l'atteinte des objectifs 77
Tableau 27 : Comparaison des 2 scénarii au regard de points particuliers 78
Tableau 28 : Estimation financière surdimensionnement collecteur aval. Safège 79
Tableau 29 : Estimation financière création d'un bassin de rétention. Safège 79
Tableau 30 : Estimation financière stockage en réseau. Safège 79
Tableau 31 : Estimation financière aménagement hydraulique aval rue de la Vosne. Sogreah 80
Tableau 32 : Estimation financière scénario 1. Direction eau 81
Tableau 33 : Estimation financière scénario 2. Direction eau 81
Tableau 34 . Tableau comparatif des estimations financières 82
Tableau 35 : Comparaison générale des différentes solutions proposées 83

CARTES :

Carte 1 : Plan général des bassins versants. Bassin de Neuville. Safège 2007 7
Carte 2 : Bassin versant 8
Carte 3 : Localisation du projet 11
Carte 4 : Extrait du PLU 13
Carte 5 : Mesures complémentaires 15
Carte 6 : Extrait du zonage pluvial 17
Carte 7 : Localisation des espaces naturels sensibles 18
Carte 8 : Carte géologique 19
Carte 9 : Localisation des sondages 20
Carte 10 : Etat actuel de l'aménagement du ruisseau 21
Carte 11 : Localisation des stations de mesures 22
Carte 12 : Zone de mise en charge et débordements sur l'antenne des Torrières. Safège 2007 27
Carte 13 : Carte du foncier 28

Carte 14 : Propositions de travaux pour le surdimensionnement du collecteur aval. Safège 2007 32
Carte 15 : Propositions de travaux pour la création du bassin de stockage rétention. Safège 2007 33
Carte 16 : Vue en plan des mises en charge après construction du bassin de stockage rétention. Safège 2007 34
Carte17 : Localisation des 2 bassins 37
Carte 18 : Principe de modification des réseaux. Etat actuel à gauche -Etat projeté à droite 42
Carte 19 : Localisation des points assainissement à traiter 42
Carte 20 : Localisation des accès au cours d'eau 55

FIGURES

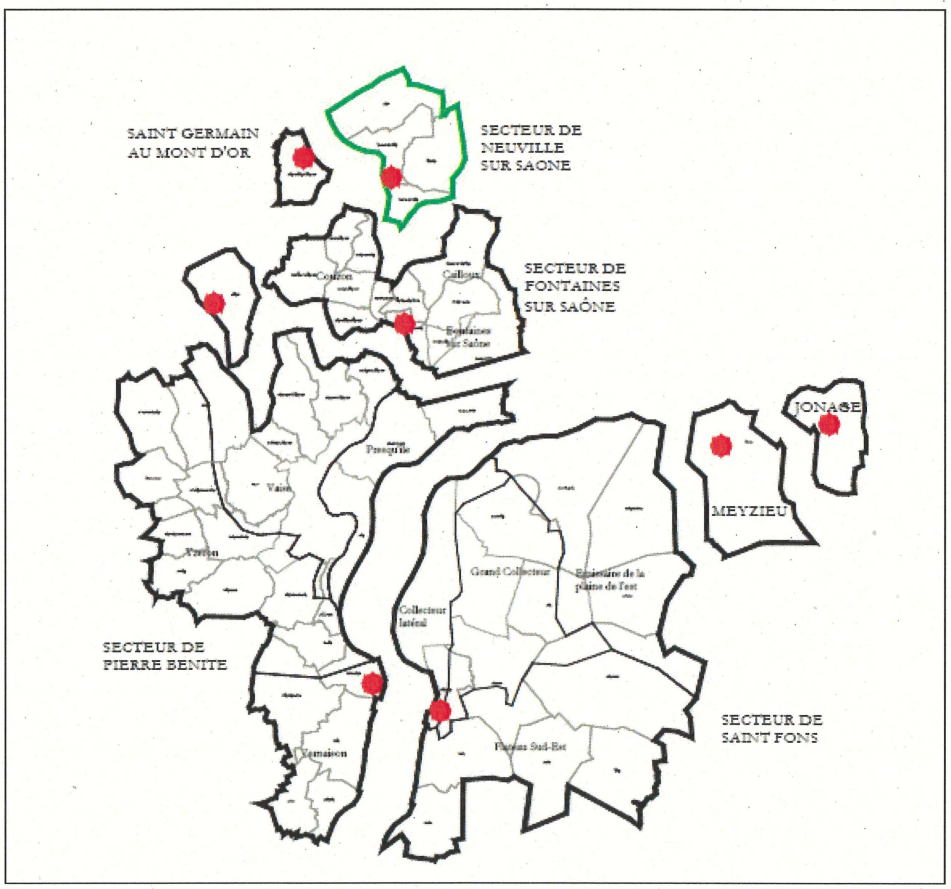
Figure 1 : Débit horaire moyen par temps sec. IRH 27
Figure 2 : Schéma de principe stockage en réseau d'effluents unitaire 35
Figure 3 : Aménagement de principe pour les travaux. Sogreah 36
Figure 4 : Coupe type de la protection de berges pour la suppression du dalot 41
Figure 5 : Coupe type du platelage bois pour le cheminement piétonnier 44
Figure 6 : Vue longitudinale schématique. Cotes de contraintes pour le projet 45
Figure 7 : Modification de la pente 47
Figure 8 : Schéma des seuils 52
Figure 9 : Schéma d'une fosse de dissipation 53
Figure 10 : Schéma de l'ouvrage et du ruisseau 57
Figure 11 : Schéma de l'ouvrage 69

MEMOIRE EXPLICATIF

1. OBJET DE L'ETUDE

1.1. PROBLEMATIQUE ASSAINISSEMENT

Le bassin versant de la station d'épuration Neuville-sur-Saône (carte 1) a fait l'objet d'un diagnostic assainissement en 2007, dans le cadre du schéma directeur.



Carte 1 : Plan général des bassins versants. Bassin de Neuville. Safège 2007

L'étude confiée à Safège a mis en évidence :

- une unité de traitement (Fleurieu Neuville) sous dimensionnée et vieillissante,
- certains collecteurs en mauvais état.

Le diagnostic hydraulique de l'étude précitée et la connaissance de terrain des équipes fait état de plusieurs problèmes en cas de fortes pluies :

- des débordements du réseau des Torrières pour cause de réseaux sous dimensionnés. Ce phénomène est mis en évidence à partir de pluies de période de retour de l'ordre de 2 ans.
- une mise en charge du réseau des berges, dit réseau bas, en raison d'une inadaptation du refoulement de l'entrée de la STEP aux pointes de débit arrivant. Ce phénomène a pour conséquence une mise en charge par l'aval et une remontée de la ligne d'eau, qui augmente les déversements aux déversoirs d'orage. Les pointes de débits sont d'autant plus importantes que les antennes de Genay et des Torrières ont des temps de concentration relativement similaires.

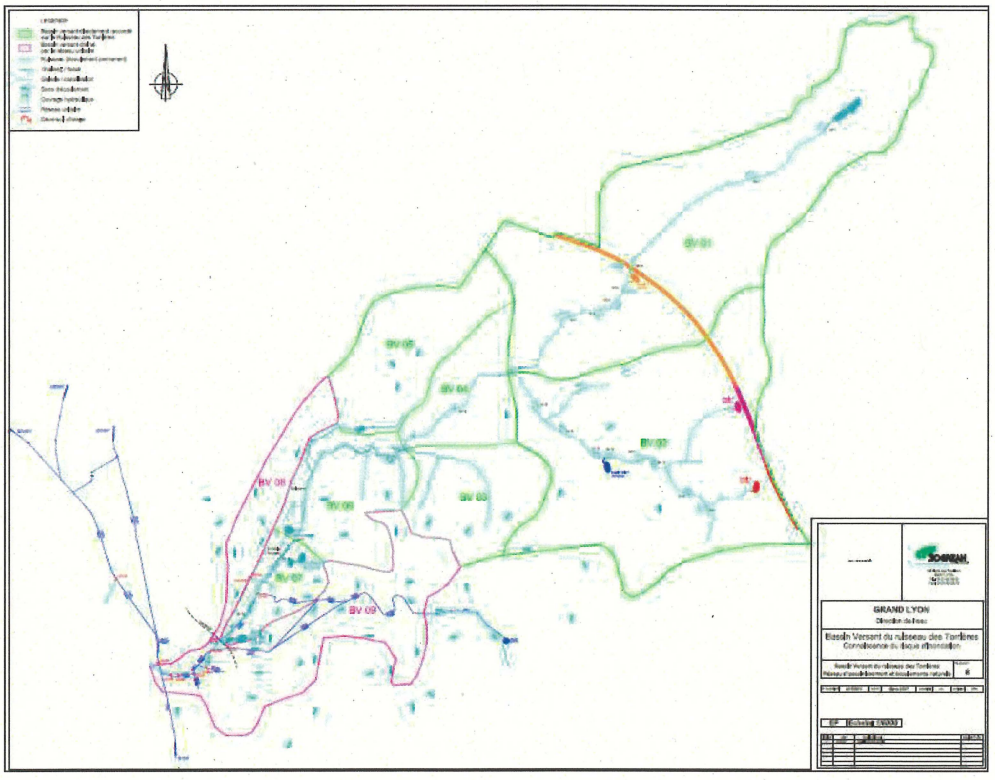
En ce qui concerne la station de Neuville-sur-Saône, la communauté urbaine de Lyon a d'ores et déjà engagé sa rénovation/extension. La collectivité prévoit également la construction d'une station d'épuration industrielle pour la zone industrielle de Genay.

En ce qui concerne les réseaux, le schéma directeur propose 3 pistes d'action :

- la lutte contre les eaux claires parasites,
- la réduction de la collecte des eaux pluviales et des eaux de ruissellement,
- l'optimisation du fonctionnement du réseau en luttant contre les mises en charge et les débordements.

1.2. PROBLEMATIQUE RUISSEAU

Le ruisseau des Torrières et son bassin versant (carte 2) ont fait l'objet en 2007-2008 d'une étude hydraulique, confiée à Sogreah Consultants.



Carte 2 : Bassin versant

Elle a permis de caractériser le risque et l'aléa d'inondation. Ce dernier est qualifié de fort sur une partie du linéaire du ruisseau, en raison des fortes vitesses d'écoulement observées. Les principaux enjeux se situent sur la partie aval du secteur qui comprend des établissements recevant du public et une zone d'activité située en zone inondable pour la crue centennale.
Un point particulièrement critique est constitué par un dalot de diamètre 1200 mm situé en contrebas de la rue de la Vosne. Cet ouvrage de capacité très insuffisante, induit des débordements dès la crue décennale et un risque d'inondation pour les bâtiments construits récemment de part et d'autre du ruisseau.
Un programme de travaux à plusieurs scenarii a été défini pour réduire ce risque. Parmi les aménagements prioritaires identifiés, le premier est la suppression du dalot et une remise à ciel ouvert du ruisseau à l'aval de la rue de la Vosne.

1.3. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Cette étude n'a pas pour objectif de vérifier les résultats du diagnostic du fonctionnement global du système d'assainissement de la communauté urbaine de Lyon ni ceux de l'étude hydraulique de Sogreah dont les résultats seront tenus pour acquis.

L'étude avant projet vise à définir un aménagement qui consiste :
a) à mettre en place un bassin de stockage restitution enterré d'environ 4 500 m3 sur l'antenne des Torrières pour :

- écrêter les effluents en provenance de Montanay,
- limiter les apports vers le réseau situé sous le lit du ruisseau des Torrières sous dimensionné actuellement où des travaux sont rendus difficiles et coûteux par une mauvaise accessibilité,
- limiter les déversements en optimisant le nombre et le fonctionnement des déversoirs d'orage.

b) à diminuer le risque inondation en supprimant un dalot sous dimensionné et remettre le cours d'eau à ciel ouvert afin de restaurer une certaine qualité géomorphologique, diminuer au fur et à mesure les discontinuités écologiques et permettre un ré-ancrage du cours d'eau dans la culture urbaine. Les élus de Neuville-sur-Saône souhaitent également la création d'un cheminement piéton le long du ruisseau pour connecter le centre ville avec l'espace naturel sensible situé sur la partie amont du vallon des Torrières. Ce souhait est inscrit dans divers documents d'urbanisme (SCOT, PLU,…).

c) comparer les différentes solutions proposées

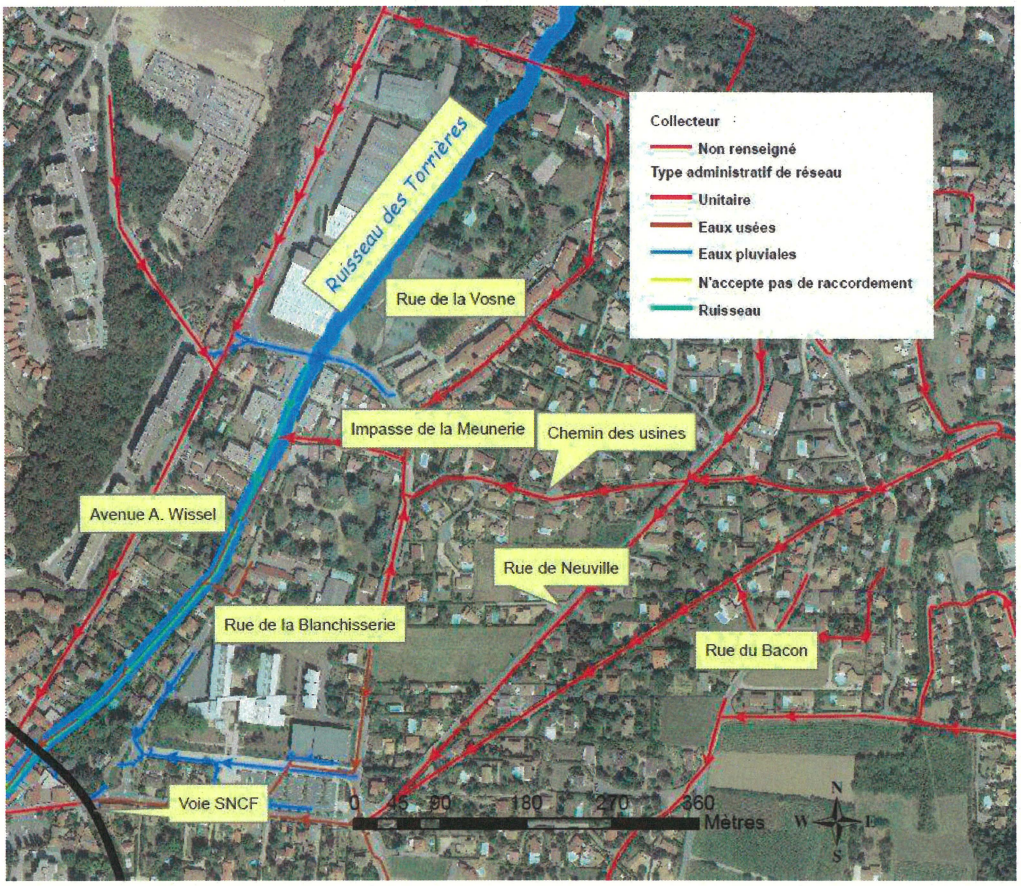
Les résultats attendus du projet sont les suivants :

- un stockage d'eaux unitaires en amont de la station d'épuration donc un écrêtement des débits permettant de mieux réguler les apports d'eau à l'unité de traitement,
- une limitation des volumes d'eaux usées rejetés au milieu donc une amélioration de la qualité de l'eau,
- une limitation des mises en charge donc une amélioration vis-à-vis de la gestion patrimoniale des réseaux,
- une suppression de l'essentiel des débordements donc une amélioration vis-à-vis des riverains,
- une réouverture progressive du milieu d'où une amélioration du fonctionnement « naturel » du cours d'eau, une augmentation de la biodiversité et une augmentation des capacités auto épuratoires du ruisseau,
- une remise à l'air libre du ruisseau et la création d'un cheminement piéton d'où une réappropriation culturelle du ruisseau pour les riverains et les habitants de Neuville.

1.4. LOCALISATION DU PROJET

Le projet est situé dans le bassin versant hydrographique du ruisseau des Torrières et collecte d'un point de vue assainissement le bassin de l'antenne dite des Torrières (carte 2). Plus précisément, il est localisé sur la commune de Neuville-sur-Saône, entre la rue de la Vosne et la fin de l'impasse des Torrières (carte 3).

Le projet s'inscrit dans le double cadre de l'optimisation du réseau de collecte et de la réduction du risque inondation.



Carte 3 : Localisation du projet

2. ETAT DES LIEUX

2.1. CONTEXTE

2.1.1. Contexte réglementaire

2.1.1.1. Schéma de cohérence territorial

Le SCOT et en particulier le document d'orientation générale préconisent le renforcement de la place de la nature en ville et du végétal au sein du territoire urbain. Ce renforcement doit faire l'objet de mesures pour que les arbres, les espaces verts, les parcs et les plantations de tous

ordres soient intégrés dans les projets urbains, afin d'embellir le paysage, de maintenir une biodiversité et de lutter contre la formation d'îlots de chaleur.
Il doit également porter sur les espaces publics et sur les voiries. La biodiversité doit être favorisée par le choix d'essences mais aussi par des dispositifs spécifiques (toiture et mur végétalisés, nichoirs,...). Le maintien d'espaces non bâtis, en particulier d'espaces verts gérés de façon extensive est un des moyens de répondre à cet objectif. En effet de tels espaces sont favorables à la flore spontanée, aux insectes et constituent des îlots de biodiversité qui mis en réseau créent des trames écologiques y compris en milieu urbain dense.

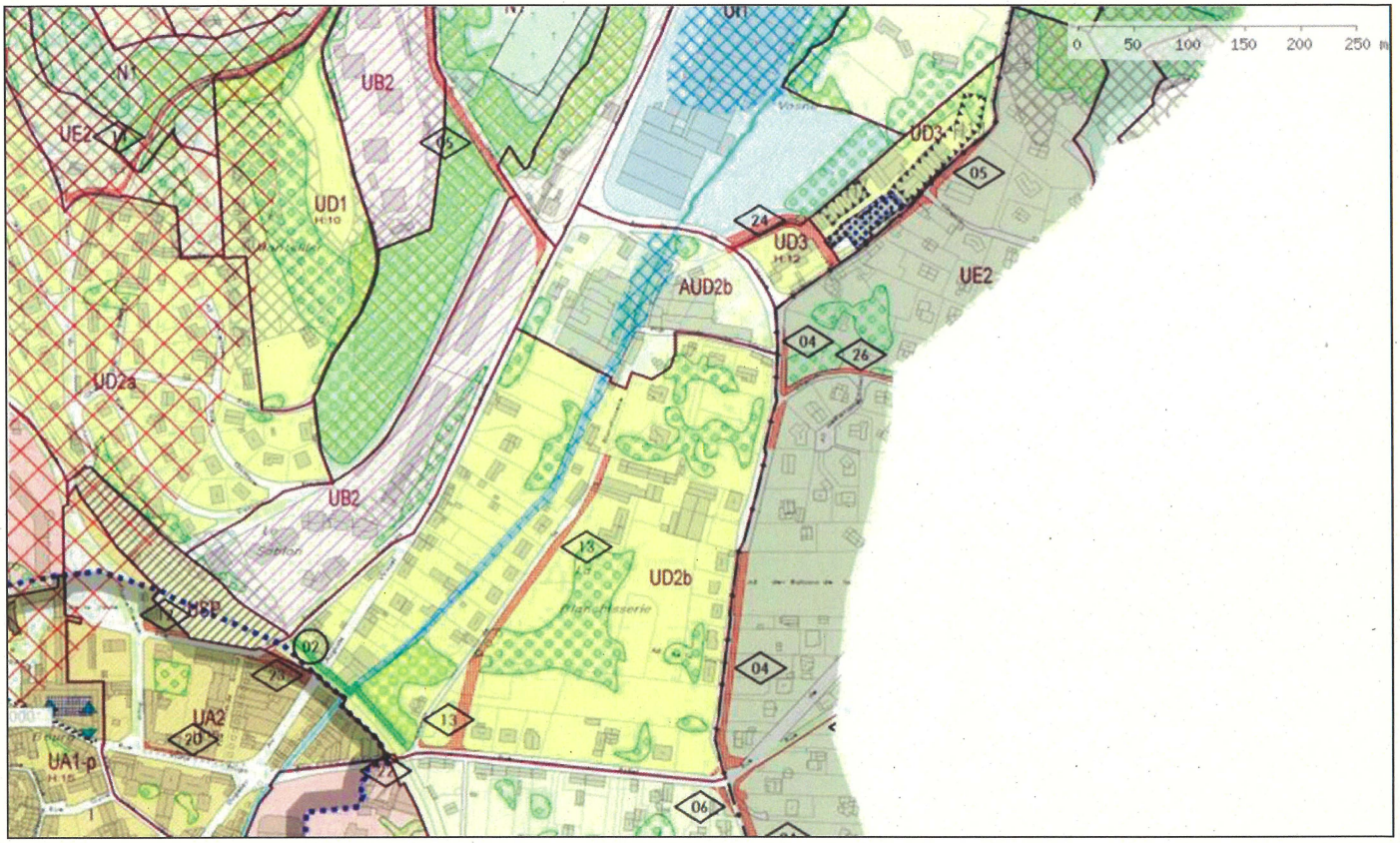
Le programme d'aménagement de développement durable incite quant à lui à faire des berges un lieu de pratiques récréatives diversifiées (découverte de la faune et de la flore, promenade, sport, baignade,...) dans le respect des milieux naturels. En outre, il insiste sur la réhabilitation et le développement des usages du fleuve et des rivières qui sont nécessaires au développement de la qualité de vie des habitants. Ce document souligne la fonction des cours d'eau au niveau de la qualité des paysages, du fonctionnement des écosystèmes, de l'alimentation en eau, de la conservation de la biodiversité et de la protection contre les crues.

D'un point de vue gestion des eaux, le SCOT et le DOG déclinent certaines orientations fondamentales du SDAGE en préconisant que les opérations d'aménagement :

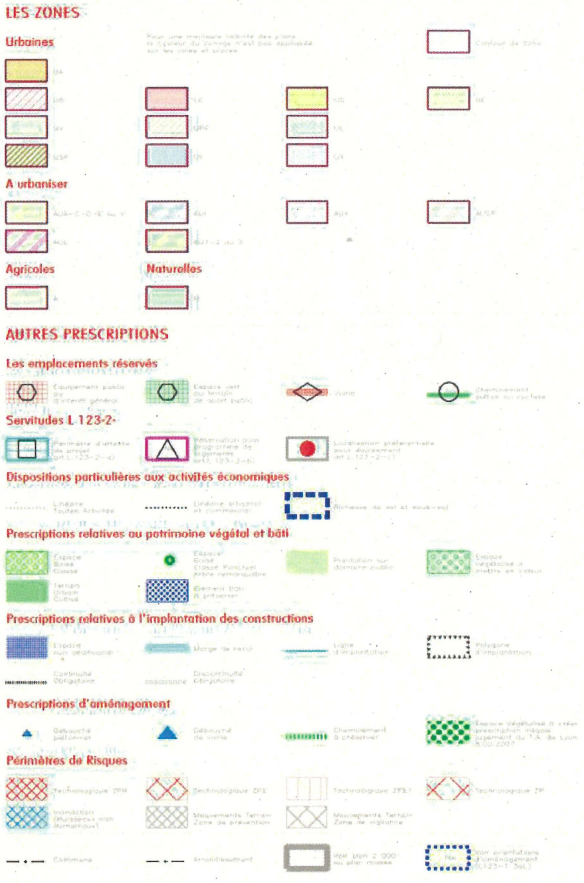
- modernisent les systèmes d'assainissement et les développent en vue de diminuer les flux de pollution dans les cours d'eau,
- préservent les champs d'expansion des crues sur la base notamment des Plans de prévention des risques d'inondation (PPRNi).

2.1.1.2. Plan local d'urbanisme

Le projet est inclus dans un périmètre de risque inondation du ruisseau des Torrières (carte 4).
De plus, sur la partie aval, au niveau de la voie SNCF, il est en limite d'un emplacement réservé d'une largeur de 5 m pour la création d'un cheminement piéton communal (point 2 sur la carte).
En rive droite, le projet est bordé par un espace boisé à mettre en valeur et en rive gauche par un espace boisé classé. Aucun de ces espaces ne sera directement touché par les aménagements prévus.
Enfin, l'impasse des Torrières est identifiée dans le PLU comme un itinéraire en mode doux à développer avec la création d'une promenade le long du ruisseau.



Carte 4 : Extrait du PLU



2.1.1.3. Zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager.

Le projet est situé dans une zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager dite zone Torrières-Vosne, et plus précisément le zonage SN2a. L'objectif de la zone est de :

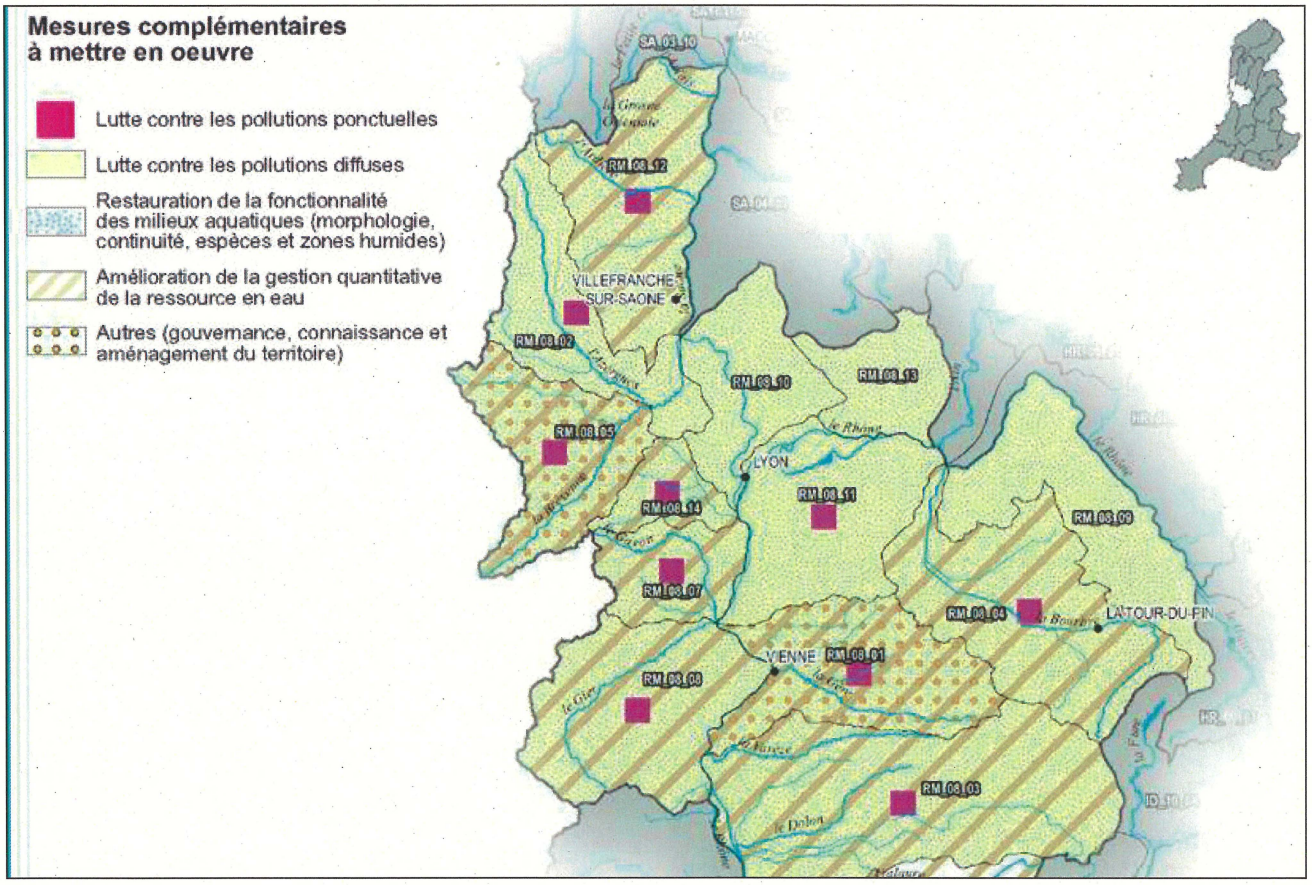
- conserver et valoriser le réseau hydrographique mis en place à la fin du XIX ième siècle,
- libérer à terme un cheminement piéton le long du ruisseau des Torrières, qui pourrait être découvert sur une partie de son cheminement aval,
- conserver les anciens bâtiments industriels et limiter la constructibilité.

2.1.1.4. Schéma directeur d'Aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) - Directive cadre sur l'eau (DCE)

Deux des 8 orientations fondamentales du SDAGE concernent directement le projet. Il s'agit des orientations :

- n° 6 : préserver et redévelopper les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques
- n°8 : gérer les risques d'inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau.

Le ruisseau des Torrières est un très petit cours d'eau inclus dans le sous bassin RM 08-10. Le ruisseau n'est pas individualisé en tant que masse d'eau, il n'a donc aucun objectif au titre de la DCE qui lui soit directement rattaché.
Il est par contre concerné comme les autres cours d'eau du sous bassin par le programme de mesure. Sur ce sous bassin, les problèmes prioritaires à traiter pour la période 2010-2015 sont les pollutions agricoles, les substances dangereuses hors pesticides et le transport sédimentaire (carte 5).



Carte 5 : Mesures complémentaires

Les mesures du programme de mesure sont synthétisées dans le tableau suivant.

Problèmes	Mesures à mettre en œuvre
Pollution agricole	Couvrir les sols en hiver
	Substituer certaines cultures par d'autres moins polluantes
	Acquérir des connaissances sur les pollutions et les pressions de pollution en général (nature, source, impact sur le milieu, qualité du milieu, …)
Pesticides	Réduire les surfaces désherbées et utiliser des techniques alternatives au désherbage chimique en zones agricoles
	Substituer certaines cultures par d'autres moins polluantes
	Sécuriser les différentes phases de manipulation des pesticides (stockage, remplissage, rinçage, lavage) et équiper le matériel de pulvérisation
Dégradations morphologiques	Réaliser un diagnostic du fonctionnement hydromorphologique du milieu et des altérations physiques et secteurs artificialisés
Transport sédimentaire	Limiter ou éliminer les apports solides néfastes
Altération de la continuité biologique	Définir une stratégie de restauration de la continuité piscicole

Tableau 1 : Mesures du programme à mettre en œuvre

Les problèmes devant faire l'objet d'actions préparatoires pour le plan de gestion ultérieur sont la pollution domestique hors substances dangereuses, les pesticides, la dégradation morphologique et les altérations de la continuité morphologique.

2.1.1.5. Plan de protection contre les risques naturels inondations.

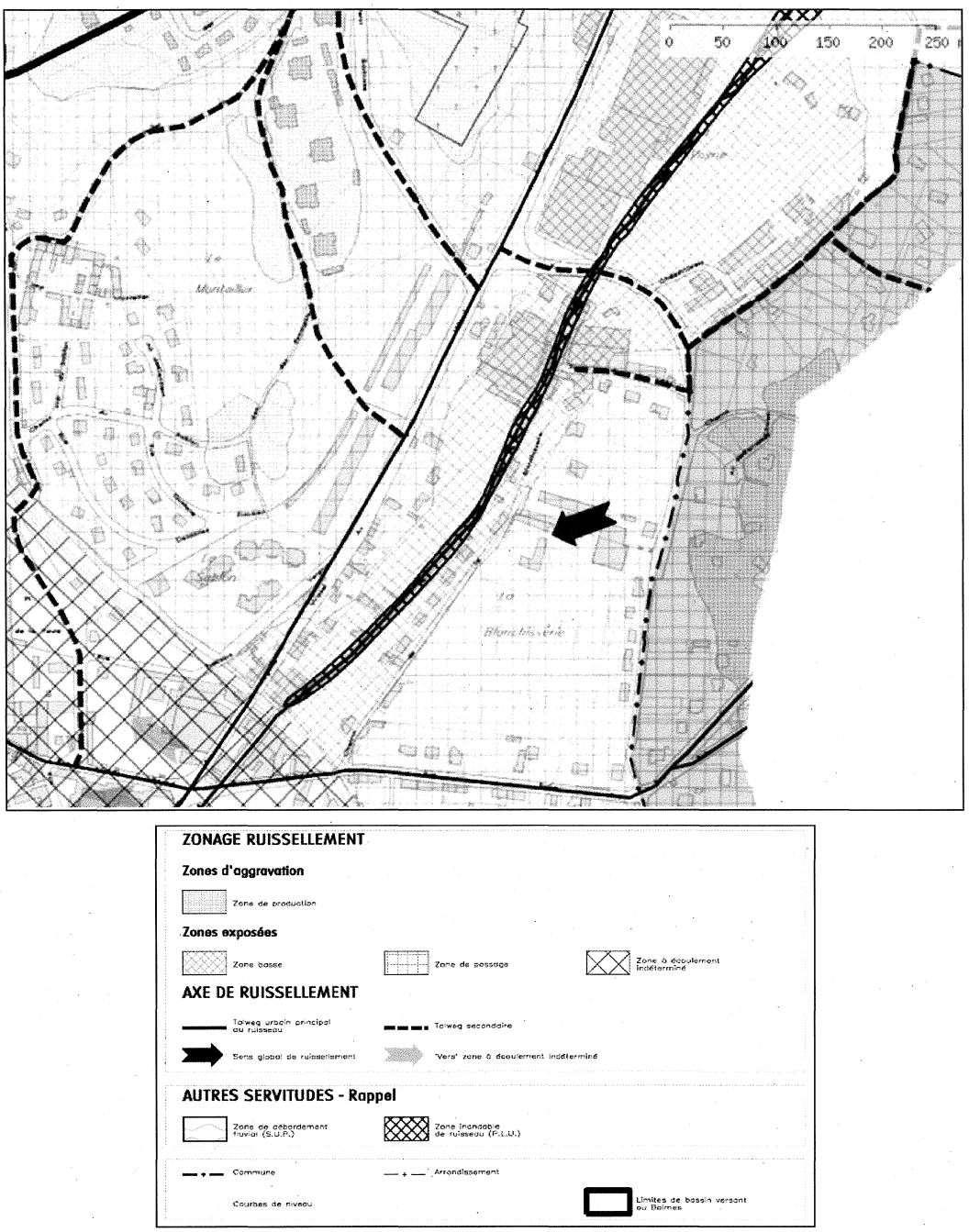
La commune de Neuville-sur-Saône est en partie concernée par le PPRNi de la Saône mais le projet n'est pas dans le périmètre de ce plan de protection. Le ruisseau des Torrières ne fait pas l'objet d'un PPRNi spécifique.

2.1.1.6. Risques mouvement de terrain, risque sismique

Pour la commune de Neuville-sur-Saône, aucun mouvement de terrain (glissement, éboulement, coulée, effondrement, érosion de berge) n'a été référencé dans la base de donnée du BRGM.
La commune de Neuville est classée en zone de sismicité modérée dite zone 3 (cf. annexe II), au titre du décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010. A ce titre, la réglementation impose l'application de règles parasismiques pour les constructions neuves. Des règles spécifiques sont utilisées pour les équipements et installations, les ponts, les barrages, les installations classées et les installations nucléaires. Les grandes lignes de ces règles de construction parasismiques sont le bon choix de l'implantation (notamment par la prise en compte de la nature du sol), la conception générale de l'ouvrage (qui doit favoriser un comportement adapté au séisme) et la qualité de l'exécution (qualité des matériaux, fixation des éléments non structuraux, mise en œuvre soignée).

2.1.1.7. Zonage pluvial.

Le projet se situe dans une zone inondable du ruisseau des Torrières (carte 6). Les terrains de part et d'autre de cette zone sont classés en zone basse donc soumis à submersion par débordement mais également par ruissellement. La voirie constitue des thalwegs secondaires.



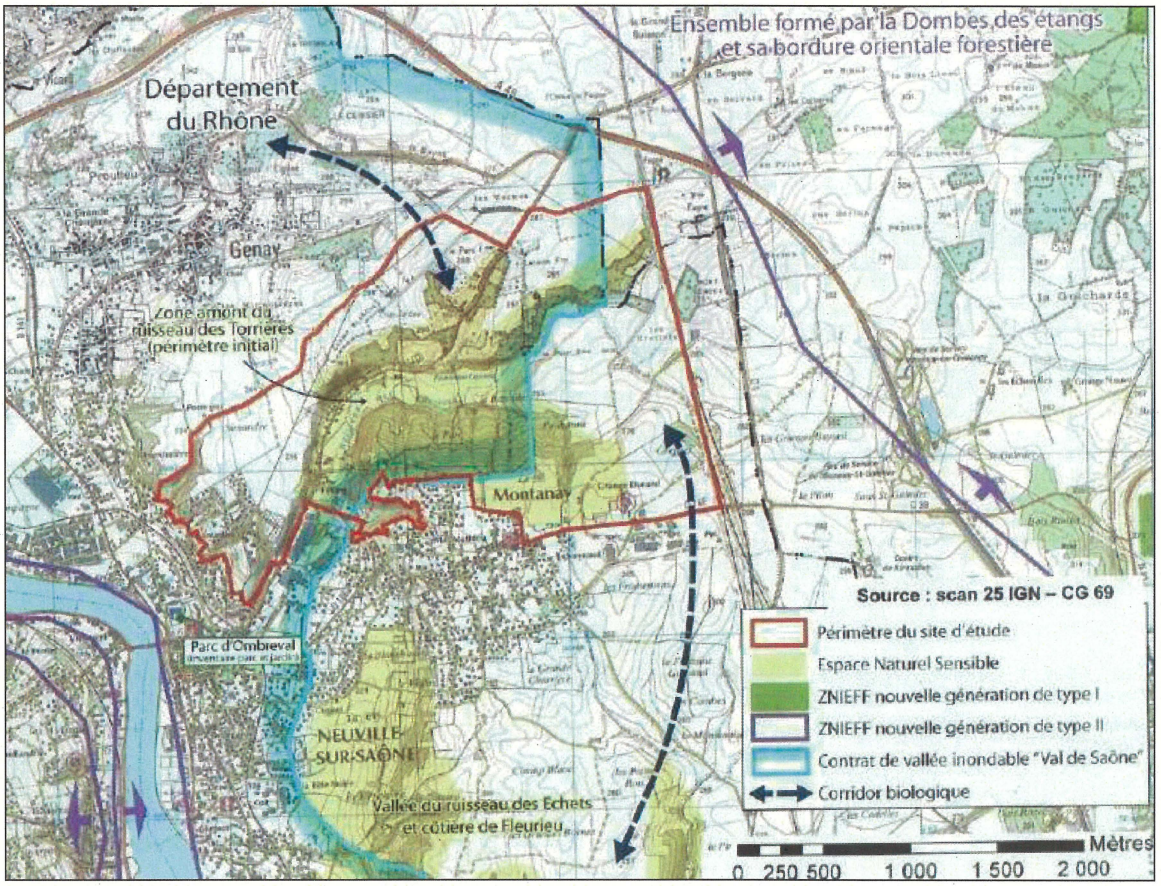
Carte 6 : Extrait du zonage pluvial

2.1.1.8. Zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (ZNIEFF) et Natura 2000

Le vallon des Torrières constitue une coupure verte dans le plateau agricole. Il forme avec les autres vallons du Franc Lyonnais une grande coulée verte au nord de l'agglomération.

Aucune ZNIEFF n'a été définie pour le vallon. Il fait cependant la liaison transversale entre 2 ZNIEFF de type II, les étangs de la Dombes à l'est et le val de Saône méridional à l'ouest (carte 7).

Les enjeux écologiques de l'amont du ruisseau (des sources jusqu'au lit dit de l'Etang) ont conduit le conseil général du Rhône a créé un espace naturel sensible intitulé « zone amont du ruisseau des Torrières ». Cette zone a fait l'objet d'un plan de gestion et de mise en valeur en 2007, dont les actions pourront être soutenues financièrement par le Grand Lyon (délibération du 15 décembre 2008). Le projet, plus à l'aval, n'est toutefois ni concerné par l'ENS ni par son plan de gestion.



Carte 7 : Localisation des espaces naturels sensibles

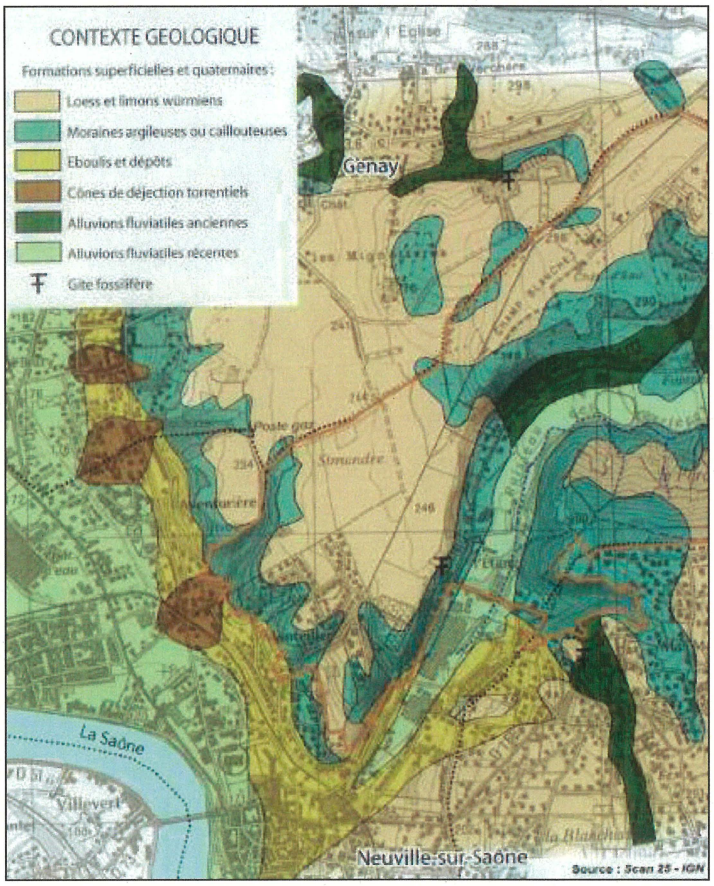
Le secteur n'est pas concerné par aucune zonation Natura 2000.

2.1.2. Contexte géologique et hydrogéologique

Le plateau du Franc Lyonnais est composé d'un substrat de sables et de marnes recouvert de cailloutis. Les glaciers ont ensuite conditionnés la présence des terrains superficiels :

- moraines argileuses et caillouteuses,
- lœss et limons superficiels.

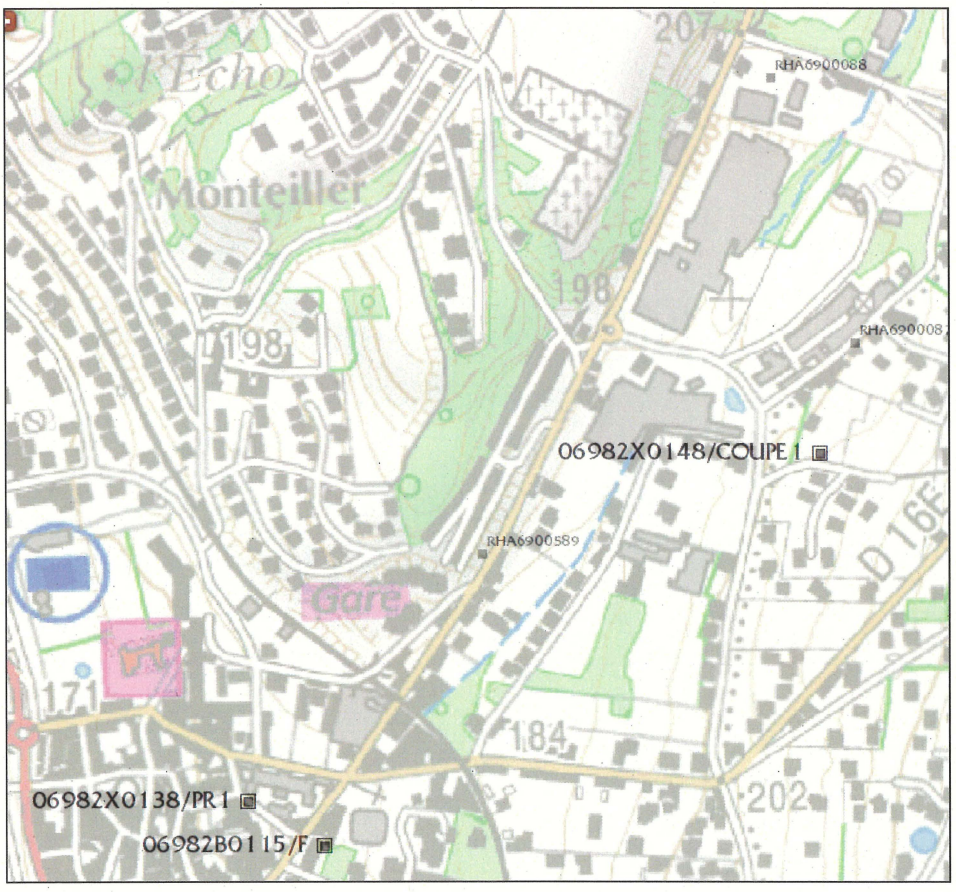
Dans la partie qui nous intéresse, le fond de vallée est occupé par des alluvions fluviatiles récentes et des éboulis et dépôts (carte 8).



Carte 8 : Carte géologique

Trois sondages dans un environnement relativement proche du projet (carte 8) sont répertoriés dans la base de données du BRGM. Il s'agit d'un sondage sur Montanay (06982X0148) au niveau de la partie amont du projet et de 2 sondages sur la commune de Neuville au delà de la partie aval du projet (06982B0115 et 06982X0138). Les données sont présentées en annexe I pour les deux sondages les plus proches.

Le premier sondage sur la commune de Montanay montre un sol essentiellement argileux et sableux, et n'est que peu représentatif du lit du ruisseau des Torrières. Un second sondage (BO 115), dans l'ancien lit du ruisseau, plutôt graveleux donne une meilleure idée de la constitution du lit du ruisseau.



Carte 9 : Localisation des sondages

2.1.3. Contexte hydrographique, hydrologique et hydraulique

2.1.3.1. Hydrographie

Le bassin versant hydrographique du ruisseau des Torrières représente une superficie d'environ 10 km2. Il couvre une partie des communes de Neuville-sur-Saône, Montanay, Genay pour le Grand Lyon et Mionnay, Civrieux pour la communauté de communes Saône Vallée (département de l'Ain).

Le ruisseau des Torrières prend sa source à Civrieux sur le plateau de la Dombes (292 m d'altitude). Il se jette après un parcours de 7 km en rive gauche de la Saône à Neuville-sur-Saône (170 m). Dans sa partie amont, il chemine à travers un environnement agricole. Dans sa partie aval, le ruisseau traverse un environnement urbain à partir du bourg de Neuville qu'il parcourt dans une galerie souterraine.

Au niveau du projet, le ruisseau des Torrières est fortement anthropisé (carte 10).
Il coule dans un tuyau ARMCO (3100 mm * 2300 mm) au niveau du pont de la rue de la Vosne. Le tuyau débouche directement dans un dalot (2 m sur 1.3 m) de 115 m de long et dont les 30 derniers mètres ont été découverts il y a quelques années.

Le ruisseau coule ensuite dans une cunette trapézoïdale (bases 0.7 m et 1.5 m, profondeur 0.6 m) sur une distance de 134 m puis il est busé (diamètre 500 mm) sur environ 260 m. Il débouche sous la voie SNCF dans une galerie semi circulaire (2 m de large sur 1.4 m de haut) qui traverse tout le village de Neuville.

Deux ouvrages de décantation existent, le premier entre la cunette et le début de la buse (environ 3 m^3) et un second avant la galerie SNCF.

D'après l'étude hydraulique de Sogreah consultants, la buse de diamètre 500 mm se met en charge en deçà de la crue décennale. La galerie est quant à elle capable d'absorber le débit de la crue centennale.

Le radier de la buse ARMCO à l'aval de la rue de la Vosne est à la cote 189.33 m NGF, le radier de la galerie sous la voie SNCF est à la côte 180.25 m NGF. La distance entre ces deux points est de 502 m, la pente moyenne est de 1.80%.



Carte 10 : Etat actuel de l'aménagement du ruisseau

2.1.3.2. *Hydrologie*

Le ruisseau ne fait l'objet d'aucun suivi hydrologique. Son régime est défini comme étant pluvial (hautes eaux hivernales, l'étiage estival).

Des mesures ponctuelles de débit en étiage ont été réalisées en 2006 par le bureau d'étude Grebe. Les stations de mesures sont localisées sur la carte 11.



Carte 11 : Localisation des stations de mesures

Les valeurs de débit d'étiage mesurées sont présentées dans le tableau suivant.

Station	Date	Débit en m^3/h	Débit en l/s
Source Camille aval	31/05/06	67	0.0186
Torrières amont. Avant confluence avec source Camille	31/05/016	81	0.0225
Torrières médian. Avant partie busée	31/05/06	207	0.0575

Tableau 2 : Débits d'étiage

Les estimations des débits de crue sont présentées dans le tableau suivant.

Localisation	Torrières. Amont rue de la Vosne. Débit en m^3/h
Q10	9
Q30	13
Q100	18.5

Tableau 3 : Débits de crue. Sogreah 2007

Calcul du débit plein bord du ruisseau

La renaturation du ruisseau des Torrières demande en premier lieu de calibrer un lit mineur, sachant que ce dernier correspond en général au débit à plein bord.

Dans un contexte régional homogène, ce qui est notre cas, il est par ailleurs admis que le débit à plein bord d'un cours d'eau est fonction de la taille du bassin versant.

Il s'exprime par l'équation $Q_b = a\ A^b$ où

Q_b, le débit à pleins bords (en m3/s)

A, la superficie du bassin versant (en km2).

Les valeurs de a et b varient selon les cours d'eau. Le tableau ci-dessous présente des débits pleins bords calculés en fonction de valeurs de a et de b données par différents auteurs.

Auteurs	a	b	A km^3	Q_b m^3/s
Nixon, 1959	0.277	0.828	9.88	1.8
Andrews, 1980	0.209	0.791	9.88	1.3
Bravard et Petit, 2000	1.161	0.666	9.88	5.3
Petit et al. 1994	0.087	1.044	9.88	1

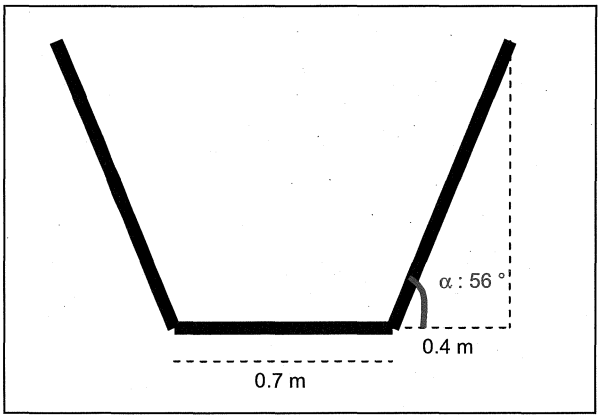
Tableau 4 : Estimation du débit plein bord

A partir des résultats ci-dessus, nous comme débit plein bord pour le projet la moyenne des valeurs hors les 2 valeurs extrêmes, soit 1.5 m^3/s.

Comparaison du débit retenu avec la débitance de la cunette

La comparaison du débit plein bord retenu pour le ruisseau avec la débitance de la cunette permet de s'assurer de la cohérence du débit retenu. En effet, on peut raisonnablement penser que la cunette a été calibrée pour absorber un débit au moins supérieur à la crue biennale.

La cunette trapézoïdale, de base 0.7 m et de profondeur 0.6 m (cf. schéma ci-dessous), est en béton relativement dégradé.



Sa longueur est de 89 m. L'altitude amont du radier est de 185.88 m NGF, celle aval de 183.85 m NGF. La pente de la cunette, I, est de 2.28 %.

Le débit à plein bord de la cunette est Q = V. S avec **V =** $Ks.Rh^{2/3}.\sqrt{I}$ où

Q, le débit à pleine section (en m^3/s)
V, la vitesse d'écoulement à pleine section (en m/s)
S, la surface (en m^2)
Ks, le coefficient de Manning Strickler.
Rh, le rayon hydraulique (en m)
I, la pente (en m/m)

Le rayon hydraulique de la cunette est $Rh = \frac{S\ mouillée}{P\ mouillé}$ soit 0.66 m2/ 2.14 m = 0.308 m

Le tableau ci-dessous présente les débitances calculées de la cunette en fonction de divers coefficient Ks correspondant à des bétons relativement dégradés et des éléments de cunette plus ou moins jointifs.

Ks	60	65	70
V en m/s	4.1	4.5	4.8
Q en m3/s	2.7	3	3.2

Tableau 5 : Débitance de la cunette en fonction de Ks

Le débit plein bord retenu pour le projet (1.5 m3/s), étant inférieur à la débitance de la cunette, il paraît cohérent.

2.1.4. Qualité de l'eau

Le ruisseau des Torrières a fait l'objet d'une étude ponctuelle de qualité par le bureau d'études IRH. Deux points sont intéressants, l'un se situe en amont du projet (sur le ruisseau des Torrières en aval de la confluence de la source Camille) et l'autre au niveau du projet (entre la cunette béton et l'entrée de la partie busée).

Pour la physico-chimie, les prélèvements ont été réalisés le 2 juin 2006.
Les débits sont les suivants :

- Aval de la source Camille : 0.023 m3/s
- Entrée de la partie busée : 0.058 m3/s

Pour la physico-chimie les résultats sont les suivants selon la norme SEQ EAU version 2.

Station	Date	MOOX	AZOT	NITR	PHOS	PAES	ACID	EPRV	TEMP
Aval Camille	2/06/06	85	80	43	83	74	82	100	100
Entrée buse	2/06/06	86	77	42	83	79	96	100	100

MOOX : matières organiques et oxydables
AZOT : matières azotées
NITR : nitrates
PHOS : matières phosphorées
PAES : particules en suspension
ACID : acidification
EPRV : effets des proliférations végétales
TEMP : température

Très bon	Bon	Passable	Mauvais	Très mauvais

Sur la partie aval de la source Camille et sur l'entrée de la partie busées, les nitrates constituent le paramètre déclassant de la qualité de l'eau. Ce qui se traduit au niveau des classes d'aptitude aux fonctions et usages pour les potentialités biologiques en un déclassement au niveau de l'aval de la source Camille et de l'entrée de la partie busée (potentialité passable)

Pour l'hydrobiologie, deux campagnes ont été réalisées (29/03/06 et 31/05/06) sur le ruisseau au niveau de la confluence avec la source Camille. La note IBGN est de 13 avec un groupe faunistique indicateur de 6. LA note. Cela conduit à considérer la qualité biologique du ruisseau des Torrières comme moyenne. L'altération de la qualité de l'eau est essentiellement du aux apports à dominantes organiques.

Un indice diatomique réalisé également le 31/05/06 montre également que le ruisseau reflète une qualité de l'eau moyenne avec une note de 12.6 pour l'IBD. Les espèces du peuplement diatomique du ruisseau des Torrières sont majoritairement caractéristiques d'eaux eutrophes.

La qualité des sédiments au regard des micropolluants métalliques recherchés (Plomb : 19 mg/Kg de matière sèche et Zinc 53.7 mg/Kg de matière sèche) est bonne.

L'ensemble des éléments précédents reflète une altération de la qualité de l'eau liée à la fois à des apports organiques (rejets domestiques ?) et à des apports d'origine agricole. La ligne TGV et l'autoroute A46 ne semblaient pas affecter en 2006 significativement le ruisseau compte tenu des concentrations relativement modestes en plomb et zinc mesurées dans les sédiments.

La stabilité de la température ainsi que l'ensemble des résultats physico-chimiques sur la période étudiée confirment une alimentation du ruisseau des Torrières par les eaux de la nappe.

Par ailleurs en 2006, une étude menée par Sogreah (Etude d'impact des déversoirs d'orage sur le ruisseau des Torrières) a montré que les déversoirs d'orage étaient en partie responsables de la dégradation du cours d'eau. Cette étude a été réalisée avec le modèle p 01c neuville BSC.mdb mis à jour.

Le tableau 6 indique le nombre de pluies déversantes pour l'année 2006 (année pluvieuse) ainsi que les volumes déversés.

Paramètres	Déversoirs du ruisseau des Torrières									
	248	249	250	251	245	253	258	255	246	Total déversé
Nbre de pluies déversa	34	1	13	62	13	41	0	0	54	62
Cumul (m3)	22 987	5	3 776	19 206	251	4 431	0	0	9 110	59 765
Cumul (%)	38.5	0	6.5	32	0.5	7.5	0	0	15	100

Tableau 6 : Bilan annuel quantitatif des déversements en 2006

2.1.5. Faune piscicole, Flore

Les dernières données piscicoles datent d'octobre 2003. Une pêche électrique du Conseil supérieur de la Pêche avait permis de mettre en évidence une population importante de truite fario (125 individus de toutes tailles sur une surface de 3 000 m2). Il était également noté la présence de quelques individus de perches soleil, de gardon et poisson chat. En 2006 des observations visuelles du bureau d'études Latitude à l'occasion de la création de l'Espace Naturel Sensible « Vallon des Torrières » ont réaffirmé la présence des truites en amont du seuil infranchissable du pont des Biches.

Aucune écrevisse à pieds blancs n'a été observée ni en 2003 ni en 2006.

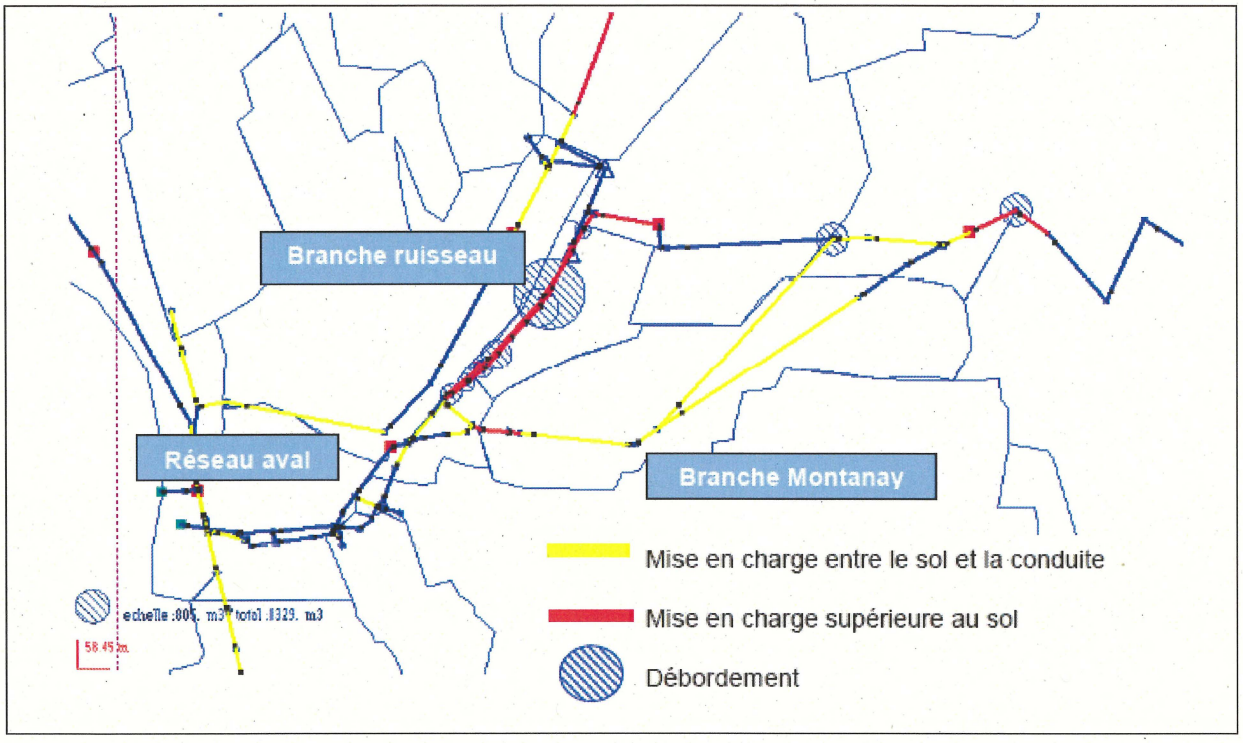
Sur le secteur aucune espèce floristique protégée n'a été identifiée. En revanche des espèces invasives, renouées du Japon et Bambous, sont présentes

2.1.6. Assainissement

Le système de collecte sur le secteur d'étude est essentiellement unitaire (90%). Le bassin de collecte de l'antenne des Torrières comprend la commune de Montanay et une partie de Neuville-sur-Saône. Il se compose de deux branches : la branche de Montanay et la branche du ruisseau (carte 12).

Pour mémoire, le diagnostic de Safège a mis en évidence :

- des débordements, dès les pluies de périodes de retour 2 ans, sur l'antenne des Torrières,
- une mise en charge du réseau bas.



Carte 12 : Zone de mise en charge et débordements sur l'antenne des Torrières. Safège 2007

Le débit de temps sec dans le réseau a été calculé lors d'une campagne de mesure menée par IRH. Sur la branche des Torrières, 3 points de mesures concernent le projet : les points 4 (rue du Bacon à Montanay), 5 (rue de la Meunerie à Neuville) et 7 (rue de la Blanchisserie à Neuville. La localisation de ces points et les débits mesurés sont présentés en Annexe III et IV.

Le projet prévoyant de faire transiter les effluents de la branche de Montanay vers la branche du ruisseau, le débit moyen par temps sec rue de la Blanchisserie est estimé à 40 m3/h (figure 1).

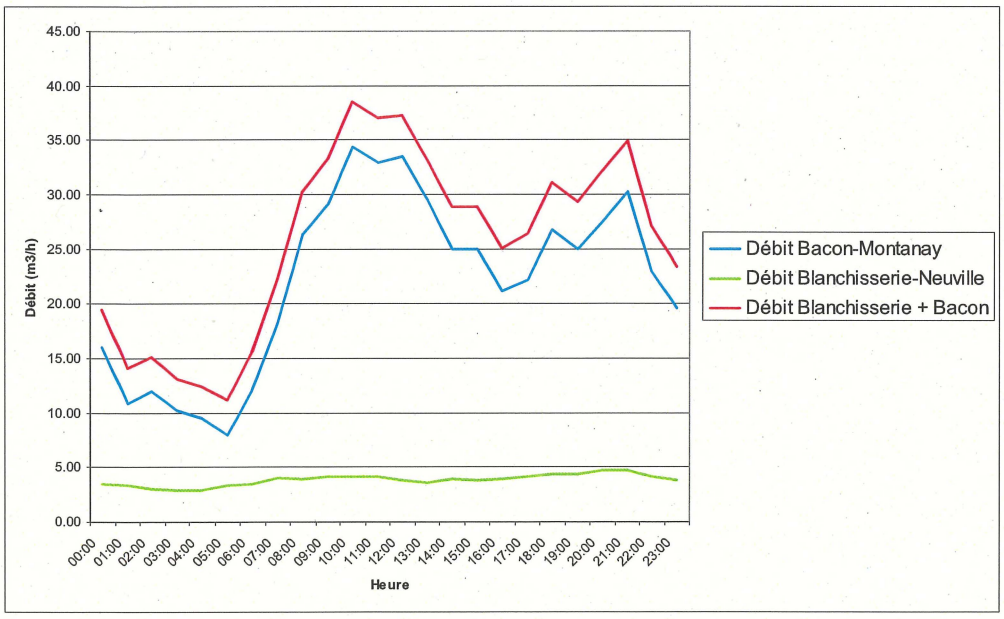


Figure 1 : Débit horaire moyen par temps sec. IRH

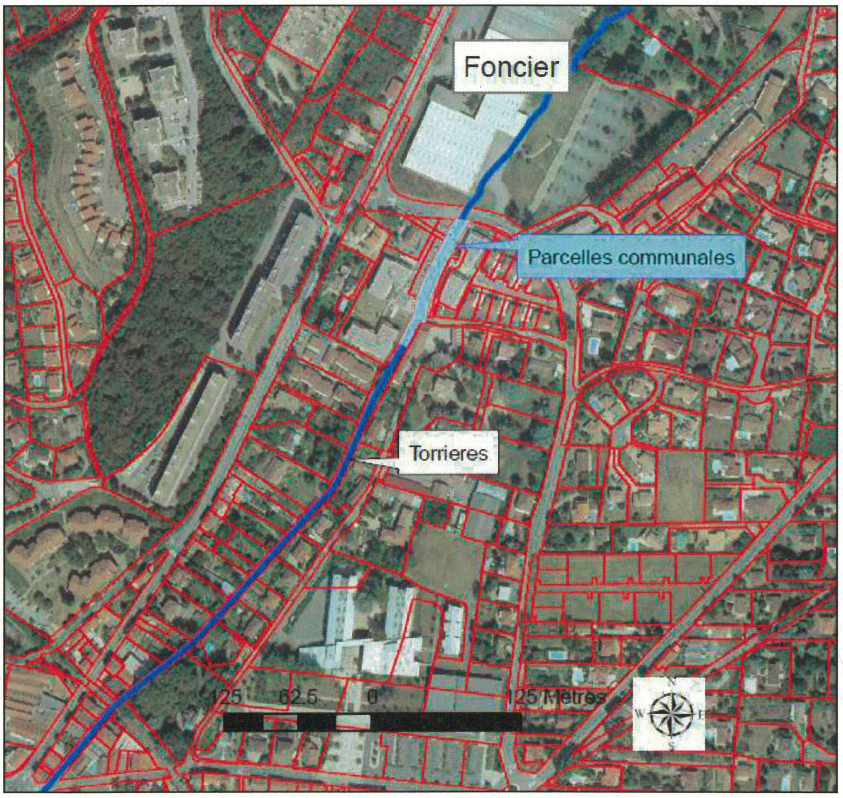
2.2. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

2.2.1. Foncier

Sur le périmètre du projet, la très grande majorité des parcelles riveraines du cours d'eau appartiennent à des propriétaires privés (carte n°12). Seule la partie du ruisseau à l'aval immédiat du pont de la rue de la Vosne appartient à la commune de Neuville-sur-Saône.

Le ruisseau des Torrières est un cours d'eau non domanial, le lit appartient normalement aux propriétaires des 2 berges (article 215-2 code de l'environnement).
Cependant, le ruisseau a été busé et son lit goudronné par la collectivité, il est utilisé par des riverains pour la circulation. La question de la propriété du lit et de la voirie peut donc se poser.
Si la propriété du lit n'est pas à la collectivité, l'acquisition du lit aux riverains devra être envisagée et des servitudes de passages instaurées pour leur permettre de pénétrer sur leur propriété.

Le lit du ruisseau n'est pas cadastré (domaine privé non cadastré). La surface qu'il occupe n'est pas définissable donc a priori n'a pas à être indemnisée en cas d'achat des parcelles riveraines.
Dans le cadre du projet, il n'est néanmoins pas prévu d'acquérir des parcelles riveraines.
Pour les travaux, des négociations à l'amiable avec les riverains seront privilégiées avec l'appui de la commune.



Carte 13 : Carte du foncier

2.2.2. Servitude SNCF

La partie aval du projet se termine au droit d'un ouvrage passant sous une voie de chemin de fer en remblai. La propriété de la SNCF est définie comme étant le pied du mur de soutènement.
Cette partie aval est soumise à servitudes :

- Les plantations éventuelles d'arbres ne pourront pas se faire à moins de 6 m de la limite légale du chemin de fer.
- Pour les écoulements des eaux, les riverains peuvent laisser s'écouler les eaux naturelles de leurs fonds, sur le domaine ferroviaire dès l'instant qu'ils n'en modifient ni le cours ni les volumes.
- Les constructions et les excavations sont également interdites respectivement en retrait de 2 et 3 m de la limite légale du chemin de fer.

Dans le projet, le volume d'eau transitant sous la voie SNCF ne sera pas modifié, par contre on peut considérer que le cours du ruisseau le sera. Un contact avec la SNCF sera donc nécessaire.

2.2.3. Code de l'environnement et code de l'urbanisme

Le projet est soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau pour les rubriques :

2.1.2.0 : Déversoirs d'orage situés sur un système de collecte des eaux usées destiné à collecter un flux polluant journalier

1. Supérieure à 600 kg de DBO5 (A).
2. Supérieur à 12 kg de DBO5, mais inférieur ou égal à 600 kg de DBO5 (D).

3.1.1.0 Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :

1. Un obstacle à l'écoulement des crues (A).
2. Un obstacle à la continuité écologique :

a) entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A).

b) entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm (D).

Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments.

3.1.2.0 Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :

a) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A).

b) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).

Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.

3.1.4.0 : Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :

1. Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A).
2. Supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D)

Pour le code de l'urbanisme, une déclaration préalable doit être obtenue au titre des installations et travaux divers. (article R421-23 hauteur > 2m et superficie supérieure à 100m2mais inférieure à 2 hectares).

2.2.4. Déclaration d'intérêt général

Les travaux prévus nécessiteront une déclaration d'intérêt général. C'est une procédure qui permet à un maître d'ouvrage d'entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages et installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, visant l'aménagement et la gestion de l'eau (art. L. 211-7 du Code de l'environnement).

Le recours à cette procédure permet notamment :

- d'accéder aux propriétés privés riveraines des cours d'eau (notamment pour palier les carences des propriétaires privés dans l'entretien des cours d'eau),
- de faire participer financièrement aux opérations les personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent intérêt,
- de légitimer l'intervention des collectivités publiques sur des propriétés privées avec des fonds publics.

Elle a par ailleurs comme avantage de simplifier les démarches administratives en ne prévoyant qu'une enquête publique (art. L. 211-7 III du Code de l'environnement) même si le projet de DIG nécessite également une enquête publique :

- au titre de la nomenclature eau (art. L. 214-1 à L. 214-6 du Code de l'environnement ;
- au titre de la déclaration d'utilité publique, l'enquête publique de la DIG vaut enquête préalable à la déclaration d'utilité publique.

2.2.5. Déclaration d'utilité publique

En cas de nécessité d'acquisition du lit du cours d'eau ou toute autre parcelle dans le cadre de la réalisation du projet, une déclaration d'utilité publique pourrait être nécessaire. Cette procédure

administrative permettra de réaliser l'opération d'aménagement, sur des terrains privés en expropriant les propriétaires si des ventes à l'amiable s'avéraient impossibles.

3. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

Cette partie rappelle les propositions d'aménagement faites par Safège et Sogreah consultants. Deux propositions alternatives du Service Etudes de la Direction de l'eau du Grand Lyon sont ensuite présentées.

3.1. RAPPEL DES PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DES ETUDES ANTERIEURES

3.1.1. Principe pour l'assainissement

Safège proposait de :

- minimiser les mises en charges et les débordements en agissant sur les pointes des débits et leur temps de concentration au niveau de la confluence Torrières/Genay, l'action devant être ciblée sur l'antenne des Torrières pour des raisons techniques.
- rationaliser le nombre des déversoirs d'orage et revoir leur fonctionnement entre autres sur l'antenne des Torrières.

Pour répondre à ces objectifs, deux solutions ont été avancées :

- limiter les quantités d'eaux pluviales collectées par le réseau unitaire,
- modifier le mode d'écoulement dans les canalisations (accélération ou ralentissement de l'écoulement).

Pour modifier le mode d'écoulement dans les canalisations, objet de ce projet d'aménagement, trois variantes ont été proposées. Elles sont rappelées dans les paragraphes suivants.

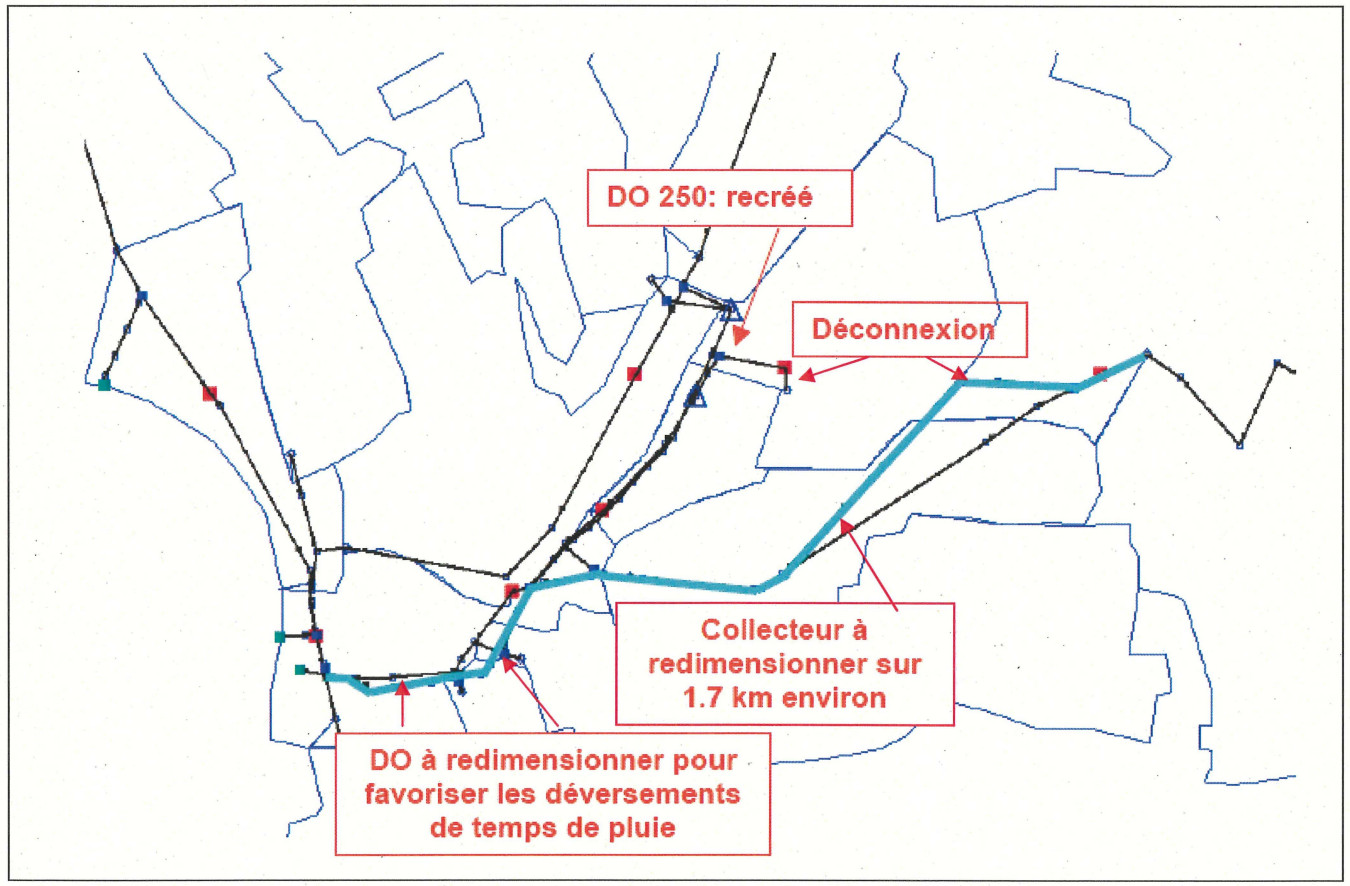
3.1.2. Variantes proposées

3.1.2.1. Surdimensionnement du collecteur aval de l'antenne des Torrières

Il s'agit de limiter les charges sur l'antenne des Torrières en favorisant l'écoulement par surdimensionnement des réseaux aval (carte 14). Cette solution n'apporte aucun gain sur les volumes déversés. Elle a plutôt comme conséquence d'augmenter les déversements par temps de pluie au niveau du DO 246.

Elle pose plusieurs problèmes techniques :

- 2 traversées du ruisseau des Torrières,
- une intervention en milieu urbain dense sur des axes routiers importants.



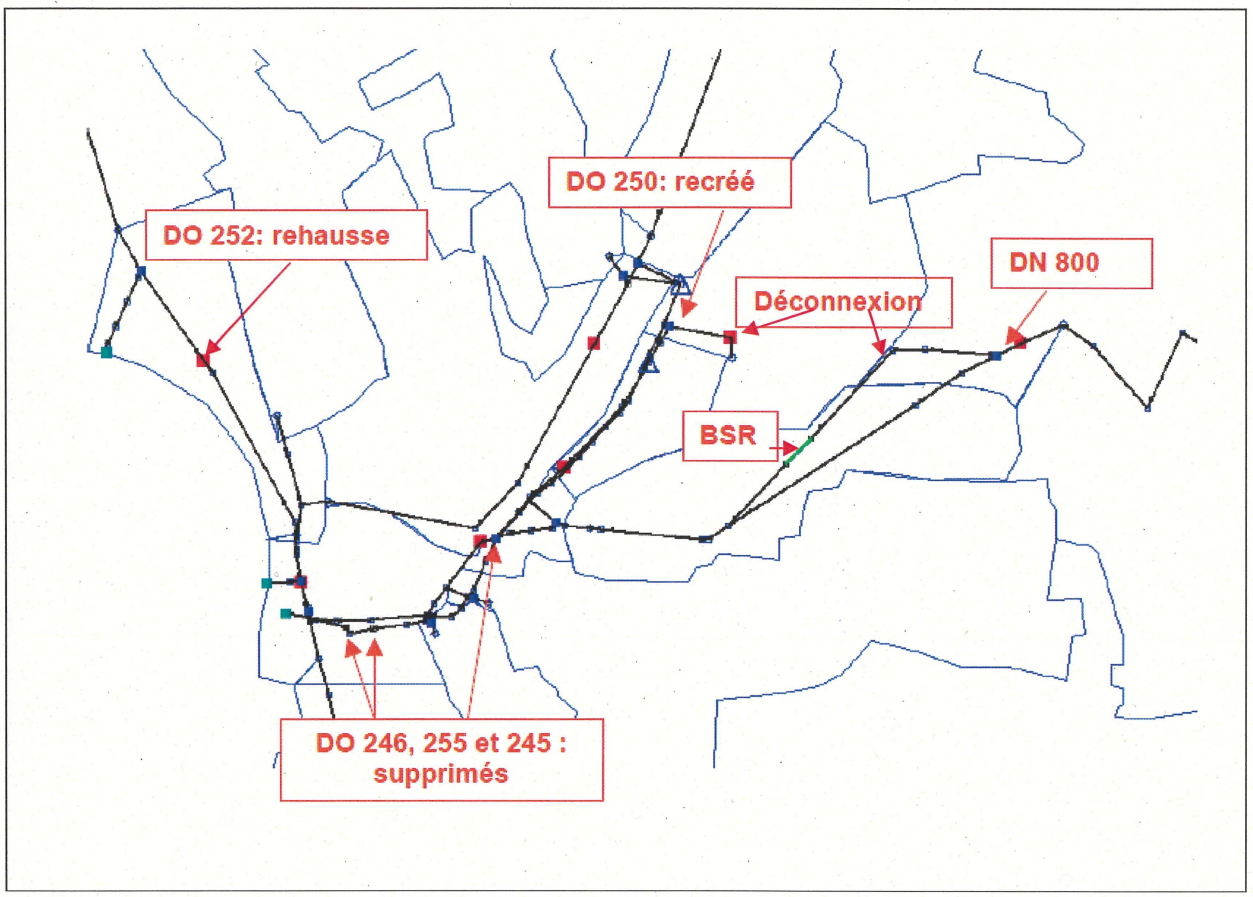
Carte 14 : Propositions de travaux pour le surdimensionnement du collecteur aval. Safège 2007

3.1.2.2. Création d'un bassin de stockage restitution sur effluents unitaires

Il s'agit de créer un bassin de stockage restitution sur les effluents unitaires (carte 15). L'objectif de ce bassin de stockage restitution est de réguler les débits envoyés vers les antennes du ruisseau et l'aval de l'antenne Montanay, deux secteurs sous dimensionnés du réseau.

La localisation de l'ouvrage doit intercepter un bassin versant suffisant (localisation plutôt sur la partie aval du réseau) et être implanté sur un terrain foncièrement disponible.

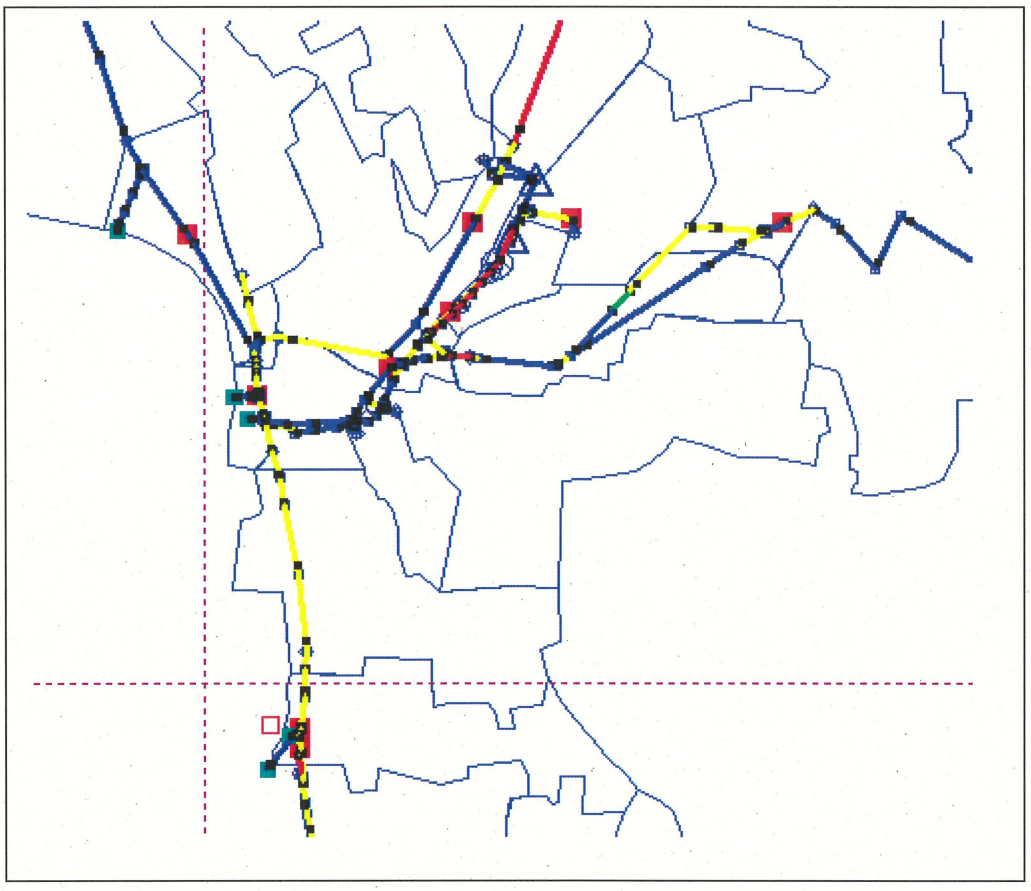
L'ouvrage prévu est un bassin enterré en béton, alimenté par surverse en temps de pluie.
Outre l'écrêtement des effluents en provenance de Montanay, l'avantage de la solution est de limiter les rejets dans le ruisseau des Torrières. Les travaux prévus sont schématisés ci-dessous (carte 15).



Carte 15 : Propositions de travaux pour la création du bassin de stockage rétention. Safège 2007

La capacité de stockage de l'ouvrage à envisager est de 4 500 m^3. Il permettrait de réduire de 46 % les débordements du réseau et de 58 % ceux du ruisseau des Torrières pour l'orage du 4 août 2004 (orage violent) et de 15 % les seuls débordements du réseau pour la chronique de pluies de 2006 (année pluvieuse).

Par ailleurs, la zone de mise en charge est considérablement réduite, malgré la suppression de plusieurs déversoirs d'orage, comme l'illustre la vue en plan ci après (carte 16).



Carte 16 : Vue en plan des mises en charge après construction du bassin de stockage rétention. Safège 2007

Les principaux inconvénients sont la nécessité d'une acquisition foncière, l'utilisation d'une source d'énergie et le besoin d'un entretien régulier de l'ouvrage.

Une parcelle pour la construction de l'ouvrage avait été identifiée, mais il s'avère aujourd'hui que cette dernière n'est plus disponible car construite.

3.1.2.3. Stockage en réseau d'effluents unitaires

Il s'agit d'une alternative à la variante précédente, avec un stockage des effluents dans des collecteurs de gros diamètres, en remplacement des canalisations existantes. Pour atteindre le même volume de stockage que la variante précédente, il a été estimé un linéaire de 2.5 km pour une canalisation de diamètre 2000 mm. En raison de la pente sur le secteur, un système de cloisonnement semble nécessaire pour permettre une rétention en ligne. Ce principe est illustré ci-dessous (figure 2).

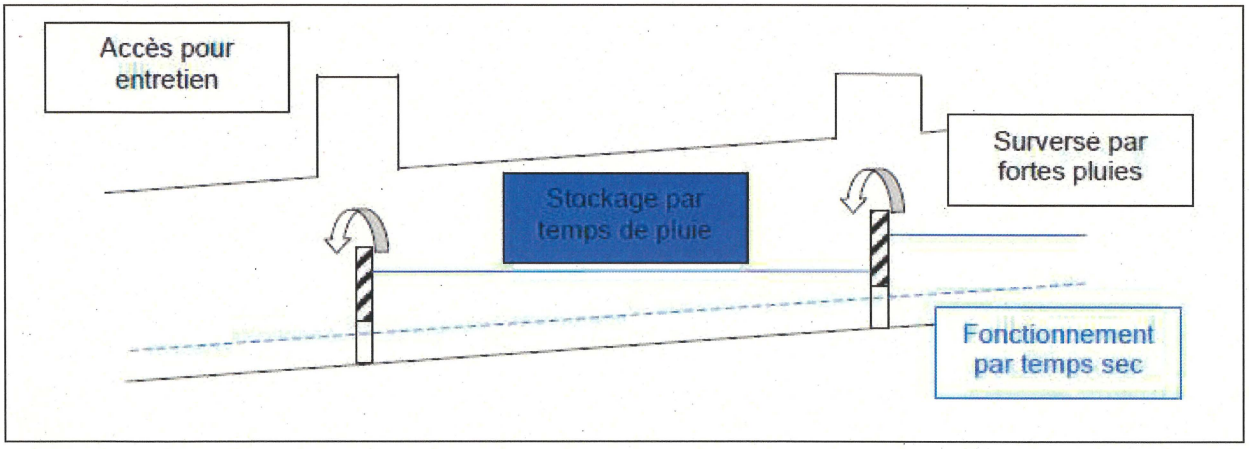


Figure 2 : Schéma de principe stockage en réseau d'effluents unitaire

Les contraintes principales sont des désagréments pour les riverains lors des travaux, et la nécessité de prévoir un entretien régulier à chaque regard.

3.1.3. Aménagements de principe pour l'hydraulique du ruisseau

L'un des points les plus critiques identifié par le bureau d'étude Sogreah consultants est le dalot à l'aval de la rue de la Vosne. Cet ouvrage, très insuffisant dès la crue décennale a pour conséquence des débordements importants en amont immédiat du tuyau ARMCO.
Selon Sogreah, la suppression du dalot existant et la remise à ciel ouvert en aval de la rue de la Vosne permettraient de supprimer ce point de débordement et de redonner un caractère plus paysager au cours d'eau.
Compte tenu de la faible emprise disponible et des vitesses d'écoulement importantes (supérieures à 3m/s en crue centennale) des protections de berges et des aménagements du fond du lit seront nécessaires pour éviter tout risque d'érosion sur cette portion de ruisseau.

Au delà de la stricte réouverture du ruisseau des Torrières, il était prévu de remettre à ciel ouvert le cours d'eau sur l'ensemble de l'impasse des Torrières, jusqu'à son entrée dans la galerie sous la voie SNCF. La réouverture se ferait par suppression de la cunette bétonnée et de la canalisation de diamètre 500 mm enterrée sous la voie. Cet aménagement ne changera pas les modalités d'écoulement des fortes crues.

En plus des contraintes évoquées précédemment, Sogreah note :

- la présence d'un réseau d'assainissement, qu'il conviendra de protéger,
- la présence d'accès riverains, même si vraisemblablement d'autres accès aux habitations existent au niveau de l'avenue Auguste Wissel,

- le risque lié aux crues du ruisseau qui incite à proposer une limitation des usages qui pourront être fait de ce ruisseau et notamment de ne pas réaliser de voie piétonnière en bordure de lit.

Les propositions de Sogreah consultants sont présentées sur la figure ci-dessous (figure 3).

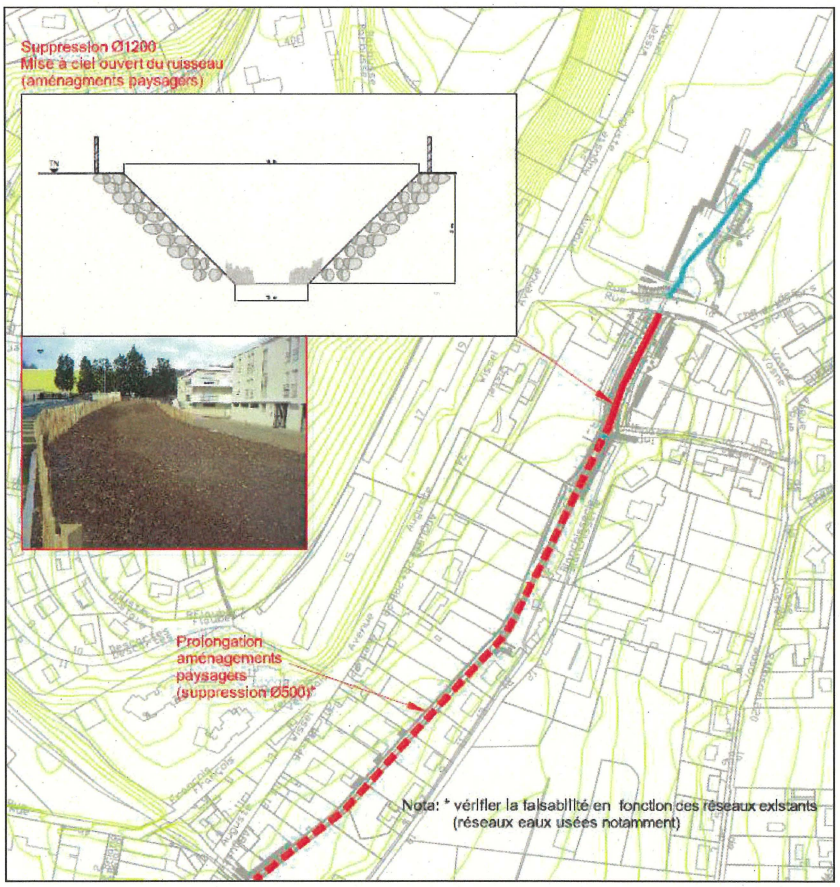


Figure 3 : Aménagement de principe pour les travaux. Sogreah

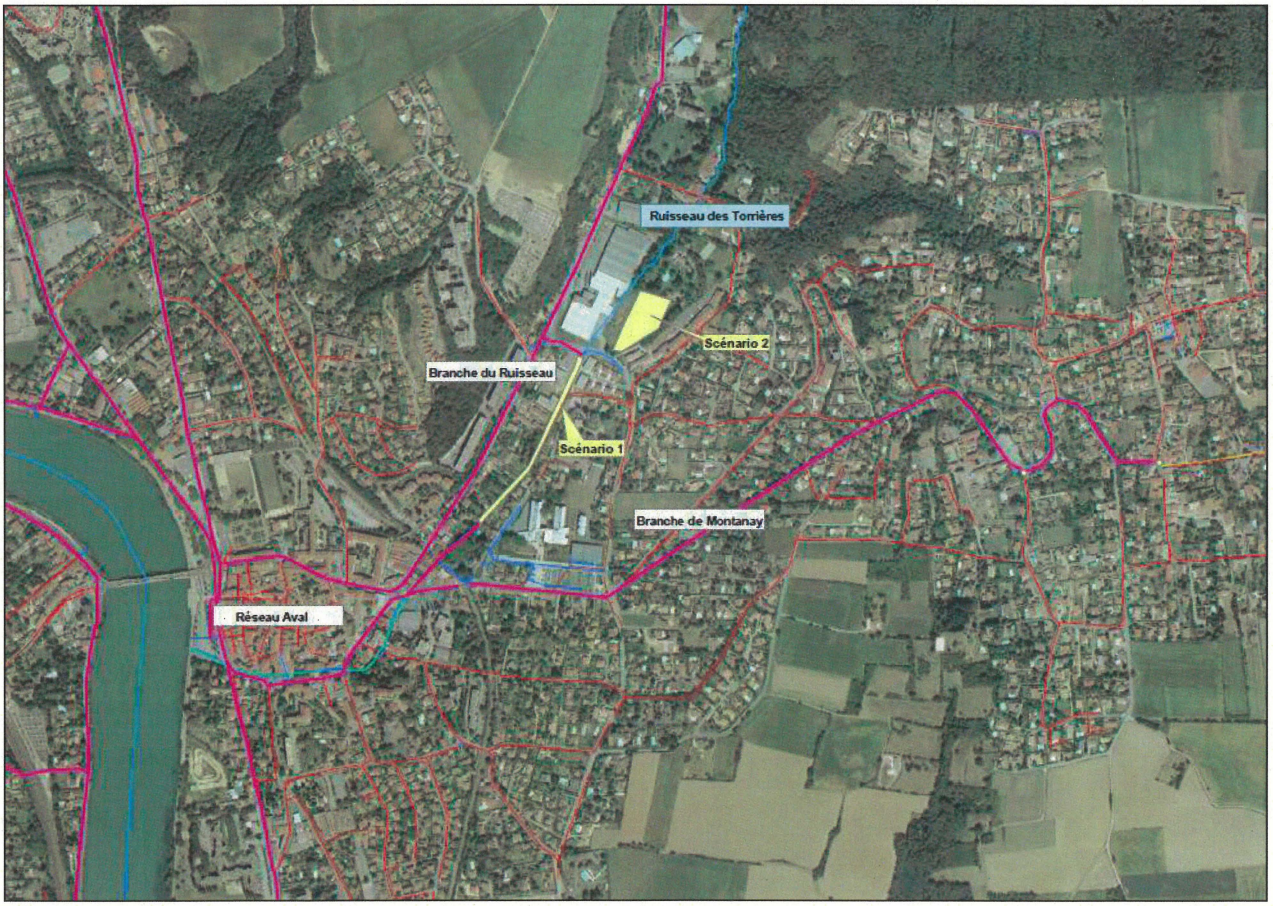
La cote amont du fond du lit sera de 189.33 m NGF et la cote aval du fond du lit sera 180.25 m NGF

3.2. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DE LA DIRECTION DE L'EAU

Au vu du double objectif (hydraulique, assainissement) présent sur le même site du ruisseau des Torrières, un groupement des travaux peut logiquement être envisagé.

our l'objectif assainissement, compte tenu de l'impossibilité de construire le bassin de stockage rétention à l'emplacement prévu initialement, deux autres localisations sont proposées : sous l'ancien lit du ruisseau des Torrières (scénario 1) ou sous le parking de l'entreprise Rousseau (scénario 2). Ces deux propositions se situent sur l'antenne des Torrières car sur l'antenne de Montanay aucun espace n'est disponible pour la construction d'un bassin. A première vue, l'efficacité du bassin sur l'une ou l'autre des branches sera identique, le choix de l'antenne étant dicté par la disponibilité d'espace de construction.
Pour l'objectif hydraulique, dans les deux cas le projet de remise à ciel ouvert et de renaturation du ruisseau des Torrières est conservé.

La carte ci-dessous présente les deux localisations proposées pour le bassin de rétention.



Carte17 : Localisation des 2 bassins

Dans les deux scénarii, le parti pris est de faire fonctionner le bassin de stockage de façon gravitaire. Les coûts d'installation et de maintenance de systèmes de pompage sont ainsi évités. L'absence d'utilisation d'énergie s'inscrit par ailleurs dans une démarche d'économies (financière, énergétique, ..) et de limitation des gaz à effet de serre.
Ces scénarii ont été modélisés pour être comparés et pour vérifier leur impact sur le fonctionnement global du bassin versant.

3.2.1. Construction du modèle

3.2.1.1. Description du modèle

Le modèle est présenté en annexe V. Il fonctionne sous le logiciel CANOE 3.6. Il est composé de 26 bassins versants dont 14 pour la partie ruisseau et 12 pour la partie assainissement.

L'ossature du modèle a été construite par fusion de 2 modèles préexistants:

- celui du réseau structurant d'assainissement du bassin de Neuville-sur-Saône, créé par le service Etudes de la direction de l'eau. C'est le modèle qui a été utilisé par Safège pour le diagnostic du fonctionnement global du système d'assainissement du bassin versant de Neuville-sur-Saône (modèle p 01c neuville BSC.mdb).
- celui de Sogreah pour le ruisseau des Torrières. C'est le modèle qui a été utilisé pour l'étude de la connaissance du risque inondation sur le bassin versant du ruisseau des Torrières.

La partie du modèle relatif au réseau d'assainissement a été précisée par le service Etudes sur deux points :

- les bassins versants ont été redécoupés plus finement,
- le réseau structurant a été modifié afin de renvoyer une partie des effluents de l'ancienne branche de Montanay sur la branche du ruisseau par l'intermédiaire du collecteur de la rue des Usines. Les modifications sont présentées en détails dans le paragraphe 3.2.2.2.

La partie du modèle hydraulique a été modifiée sur la partie aval du ruisseau des Torrières. A partir du pont des Biches et rue de la Vosne. Les tronçons ont été redécoupés et les profils en travers du ruisseau adaptés au projet. Les caractéristiques des bassins versants n'ont pas été modifiées.

Sur le modèle, les interactions du réseau d'assainissement unitaire avec le ruisseau des Torrières ont été réduites par la connexion directe des déversoirs d'orages DO 248, D0 249 et DO 250 dans le bassin de rétention (scenario 1) ou dans le réseau à l'aval du bassin (scenario 2). Une seule interaction perdure, il s'agit des trop-pleins du bassin de stockage rétention dans le ruisseau.

Le modèle a été calé pour la partie assainissement sur la campagne de mesure 2006-11-27-NE, réalisée par Hydratec et IRH. La localisation des points de mesures et les courbes de calage sont présentées respectivement en annexe VI.

3.2.1.2. Pluies testées

Les pluies ayant servi à la simulation sont présentées ci-dessous et en annexe VII et VIII. Il s'agit :

- de pluies réelles enregistrées par des pluviomètres situés sur le bassin versant de Neuville quand elles étaient disponibles, ou de pluies réelles remarquables enregistrées sur d'autres pluviomètres de la communauté urbaine,
- la chronique des pluies de l'année 2006, année la plus humide disponible
- de pluies de projet issues de l'étude connaissance du risque inondation de Sogreah.

Pour les pluies réelles :

Six types de pluies remarquables ont été testés sur la période 1988-2010. Sur cette période, les pluies les plus remarquables au regard de la hauteur totale précipitée, au regard de la durée, de l'intensité maximale sur 2 h, de la durée et de la hauteur totale, de la durée et de l'intensité maximale sur 2 h et de la hauteur totale et de l'intensité maximale sur 2 h ont été choisies. Elles sont présentées ci-dessous.

Pluie remarquable	Date	Durée en h	Intensité maximale en mm/h	Intensité maximale sur 2 h en mm/h	Hauteur totale en mm	N° et localisation du pluviomètre	Temps de retour
Hauteur totale	22/09/93	49.1	18	10.8	112	N°7. Neu ville	Décennal au bout de 8h
Durée	01/05/02	43,1	10	5.4	52	N°7. Neuville	annuel
	07/10/93	36,6	18	7.4	59.2	N°7. Neuville	annuel
Intensité maximale en mm/h	04/08/04	4	102	20.5	41.2	N°7. Neuville	décennal
	09/09/02	8.1	222	19.1	45	N°7. Neuville	décennal
	03/09/08	7.5	146	17.8	46	N°30. Meyzieu	décennal
	05/07/93	6.6	112	13.1	27.8	N°7. Neuville	quinquenn al
	06/08/07	9.1	54	16	38.6	N°7. Neuville	> annuel
Durée et hauteur totale	15/04/05	56.1	8	4.9	107	N°7. Neuville	Décennal au bout de 12h et trentennal au bout de 24 h
	1/12/03	34.6	20	9.4	107.4	N°7. Neuville	Décennal a u bout de 15 h
Durée et intensité max sur 2 h	07/09/10	24	80	25.1	165	N°24. Lyon. 5eme	Décennal au bout de 13h
Hauteur et intensité	12/11/96	13.1	36	19	102.6	N°7. Neuville	Centennal au bout de 8 h
	15/09/06	14.9	98	32.6	89.4	N°10. Genas	centennal

Tableau 7 : Pluies réelles testées

L'ensemble des pluies de l'année 2006 a également été testé en chronique. Cette année a été choisie car très humide mais aussi car utilisée par Sogreah pour les modélisations du SDA et pour une étude d'impact des déversoirs d'orage sur le ruisseau des Torrières.

Pour les pluies de projet.

Il s'agit des pluies de projet de retour 10 ans, 30 ans et 100 ans, d'une durée de 8 h, issues de l'analyse hydrologique des crues de l'étude Sogreah. Leurs caractéristiques sont données dans le tableau 8.

Pluie remarquable	Durée	H tot	I max mm/h	Imax 18 mn	Imax 2 h
Pluie retour 10 ans	8	62.6	127		20.4
Pluie retour 30 ans	56.1	78.4	158		25.5
Pluie retour 100 ans	49.1	94.1	190		30.6

Tableau 8 : Pluies de projets testées

3.2.2. Partie commune aux deux scénarii

Trois opérations sont identiques pour les deux scénarii, la suppression du dalot, la modification du réseau structurant et la création d'un sentier piéton le long du ruisseau « renaturé ». Les propositions d'aménagement concernant ces trois points sont présentées successivement dans cette partie.

3.2.2.1. Suppression du dalot

A l'aval du pont de la rue de la Vosne, le dalot se situe à environ 4 m sous le terrain naturel. Sa suppression laissera le ruisseau fortement encaissé du pont à la rue de la blanchisserie. L'emprise à disposition sur le secteur est faible et les hauts de berges occupés par des voiries ou des terrains privés bordant des habitations collectives.

Il n'est donc pas possible de réaliser des berges en pente douce. Les pentes prévues seront d'environ 4/1 soit un angle proche de 70°. Un tel angle rend les berges sensibles à des phénomènes d'érosion par sapement du pied lors des crues. Ce phénomène d'érosion est favorisé par le fait que le substrat est susceptible d'être relativement grossier, peu cohésif, et en partie issu de remblai (cf. contexte géologique).

La stabilisation des berges est donc indispensable. Elle se fera par la mise en place d'un enrochement en pied de berges posé sur un sabot d'ancrage. L'enrochement sera installé sur une hauteur de 1 m (hauteur d'eau sur le lit majeur en Q100 = 1.18m). Au-delà, pour maintenir en place le remblai l'enrochement se prolongera par un caisson végétalisé double paroi sur une hauteur de 2.5 m (figure 4). Le caisson végétalisé a pour avantage de permettre une intégration paysagère relativement forte de la protection de berges. Cela est d'autant plus important que le ruisseau sera largement visible à partir du pont et des habitations riveraines. Enfin, le haut de talus sera stabilisé par une plantation d'arbustes (saules ou espèces à préciser). La protection végétalisée répond complètement aux attentes du SCOT

qui préconise un renforcement de la place de la nature et des végétaux en ville et en particulier sur les espaces publics.

La longueur de berges protégée est d'environ 250m.

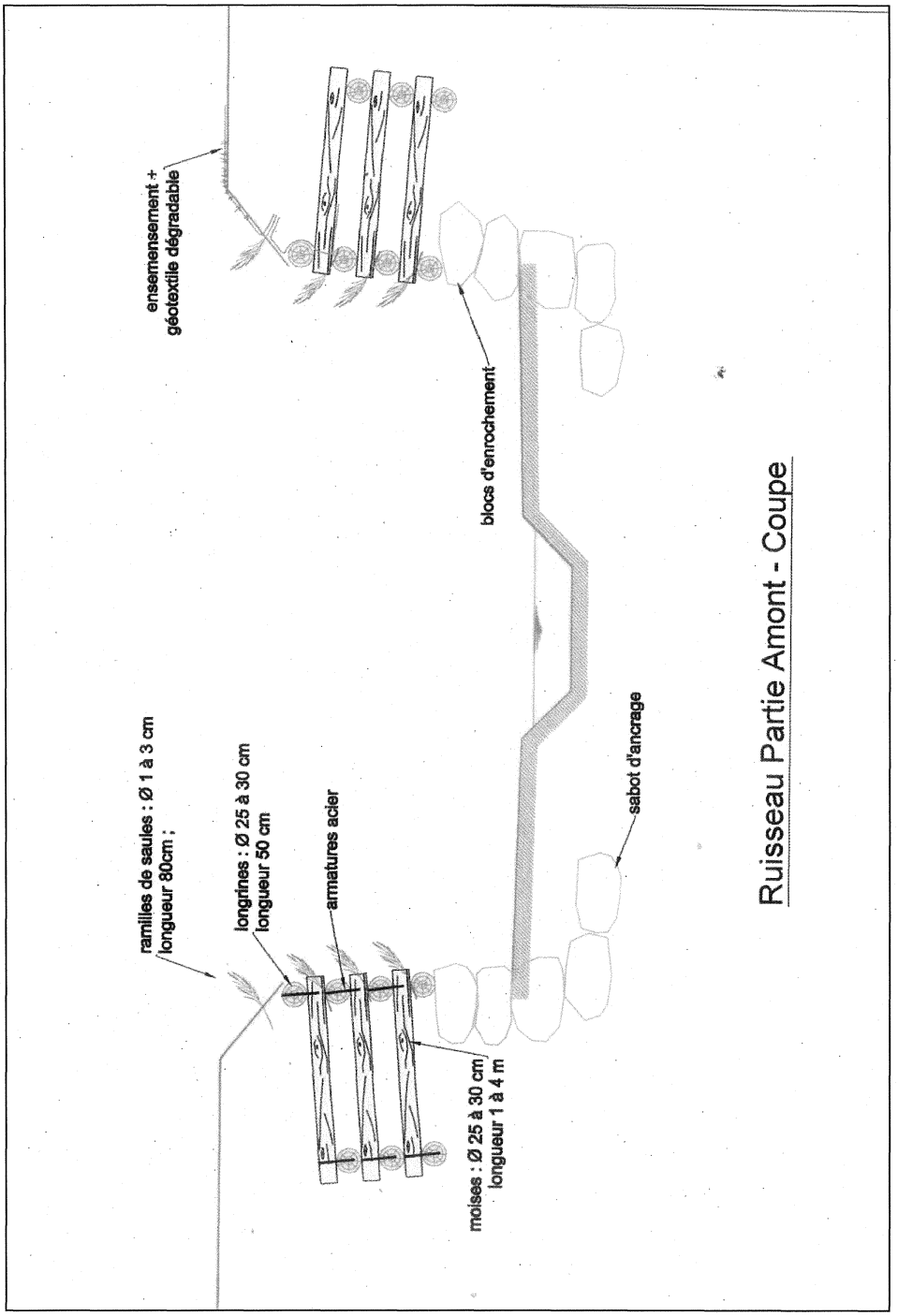
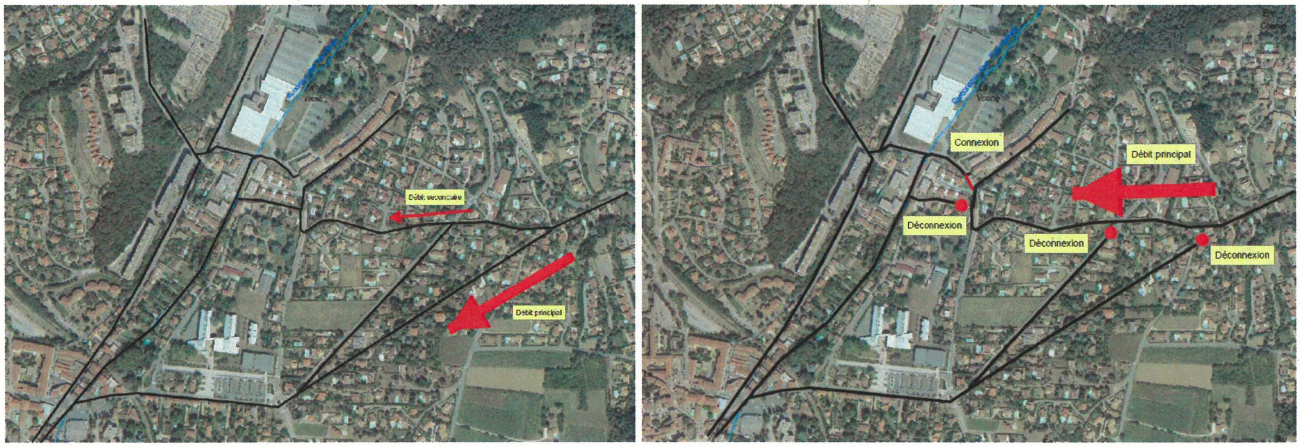


Figure 4 : Coupe type de la protection de berges pour la suppression du dalot

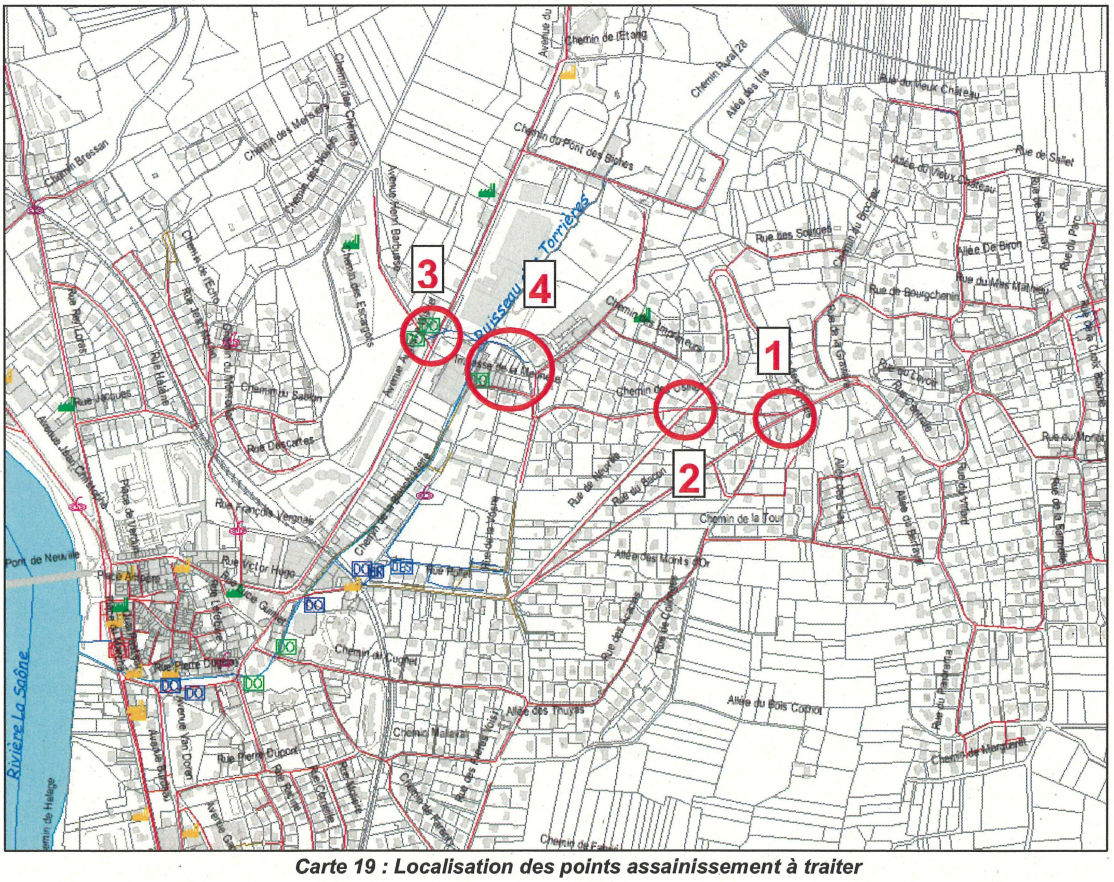
3.2.2.2. *Réseau d'assainissement : déconnexion des branches*

La création d'un bassin de rétention sur la branche du ruisseau sera d'autant plus efficace qu'une large partie des effluents de la branche de Montanay sera dirigée dans cet ouvrage. Cela est possible en déconnectant les collecteurs de la rue du Bacon et du bas de la rue de Neuville et en dirigeant les effluents via le collecteur existant de la rue des Usines. Le principe en est exposé sur la carte 18.



Carte 18 : Principe de modification des réseaux. Etat actuel à gauche -Etat projeté à droite

Plus précisément, les points à traiter sont repérés sur la carte suivante (carte 19) :



Carte 19 : Localisation des points assainissement à traiter

Pour le point n°1 : le réseau de diamètre 500 mm qu i arrive de Montanay peut être dévié sur le réseau de diamètre 800 mm qui part chemin des Usines. Il faudra pour cela obturer le réseau de diamètre 300 mm qui part à l'aval du croisement.

Pour le point n°2 : La déconnexion de cette partie peut être réalisée par l'obturation du réseau de diamètre 400 mm descendant de la rue de Neuville.

Pour le point n°3 : plusieurs aménagements sont à envisager :

- supprimer les deux déversoirs DO 248 et DO 249 afin de ne pas amener d'eau usée dans le ruisseau qui sera remis à ciel ouvert. Les DO peuvent être connectés au bassin de rétention (scénario 1) ou dans le réseau à l'aval du bassin (scénario 2)
- créer un nouveau réseau qui reprend le réseau de diamètre 500 mm de l'avenue Henri BARBUSSE, et le C60 qui arrive avenue Auguste WISSEL et rejoint l'amont de l'ouvrage projeté, car il n'y a pas de possibilité de liaison plus à l'aval entre l'avenue WISSEL et le projet.

Pour le point 4 : plusieurs aménagements sont à envisager :

- déconnecter le réseau de l'impasse de la blanchisserie du réseau de la rue de la Vosne. Il sera conduit, dans les 2 scenarii, à l'aval de l'ouvrage dans un des nouveaux réseaux construits sous le lit majeur du ruisseau.
- prolonger le réseau de diamètre 800 mm via la rue des usines jusqu'au niveau du pont de la rue de la Vosne. Le prolongement sera en diamètre 1000 mm.

Les plans des réseaux et les profils en long sont présentés en annexe IX.

3.2.2.3. Sentier piéton

La commune souhaite la réalisation d'un sentier piéton le long du ruisseau des Torrières sur la partie réaménagée. Ce projet apparaît dans divers documents d'urbanisme.
Dans l'étude hydraulique, Sogreah préconisait de ne pas réaliser ce cheminement à cause du risque inondation.
Si toutefois un tel cheminement devait se faire, la meilleure solution serait un sentier en platelage bois et surélevé comme présenté sur le schéma suivant.

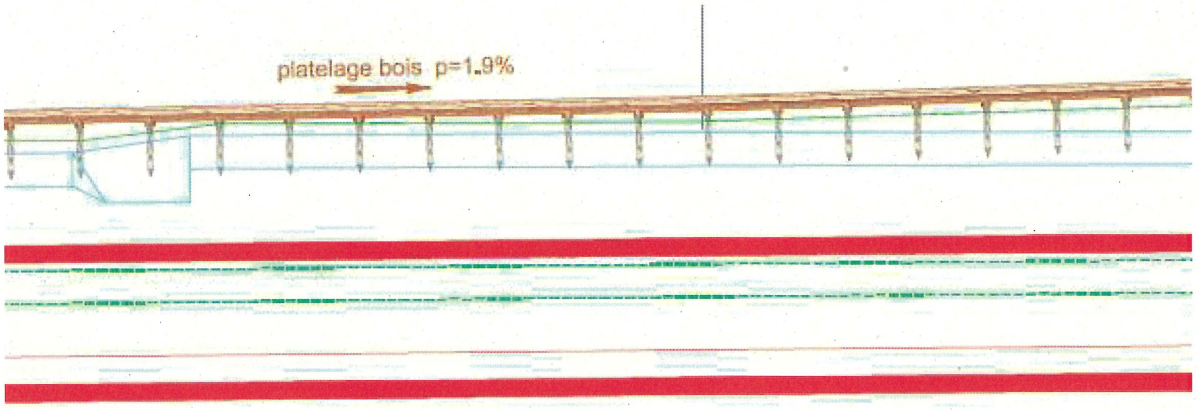


Figure 5 : Coupe type du platelage bois pour le cheminement piétonnier

Le choix de la surélévation s'impose car la réalisation d'un sentier sur les berges au niveau du terrain naturel a pour inconvénients suivants :

- tout revêtement naturel (sable, gravier, …) sera entrainé lors des crues
- les revêtements de type béton, bitume, créent des interfaces avec des différences de dureté entre les matériaux du sentier et le terrain naturel. Ces interfaces sont les lieux préférentiels et à l'origine de phénomènes érosifs lors des crues.

La surélévation ne devra pas dépasser une trentaine de centimètres pour éviter d'avoir à installer des lices le long du cheminement. En cas de fortes crues et submersion du sentier, elles peuvent bloquer d'éventuels flottants, être arrachées ou créer des embâcles.

Le platelage sera en bois (forêt certifiée) car il permet une bonne intégration paysagère et une mise en œuvre relativement aisée.

Un autre avantage du cheminement surélevé est qu'il permet de guider les promeneurs. Il est en effet indispensable, pour des raisons de sécurité, qu'aucune personne ne pénètre dans la galerie dans laquelle chemine le ruisseau à partir de la voie SNCF. Il est par ailleurs difficilement possible d'installer une grille pour fermer l'accès à la galerie, celle-ci pouvant freiner le bon écoulement des eaux en bloquant des flottants.

Des fils d'Ariane seront installés sur le platelage pour le guidage de personnes à mobilité réduite.

Le cheminement débutera au niveau de la voie SNCF ou en rive droite au niveau d'une parcelle appartenant à une association (cf. partie Aménagement du ruisseau. Accès pour l'entretien du ruisseau) et s'achèvera au niveau de la rue de la blanchisserie.

3.2.3. Scenario 1 : Bassin sous le lit du ruisseau

Ce paragraphe présente les contraintes initiales du projet, les calculs pour le calibrage du lit du ruisseau, les différentes forces tractrices et les aménagements proposés pour sa remise à ciel ouvert, les caractéristiques du bassin de rétention et enfin les impacts de ces aménagements par l'intermédiaire de la modélisation.

3.2.3.1. Contraintes initiales, altitudes, pente

Le parti pris initial pour le bassin de stockage restitution est qu'il fonctionne de façon gravitaire. Cette option contraint fortement l'aménagement proposé, en particulier au niveau de 3 cotes d'altitude (figure 6) :

- la première est la cote de raccordement du bassin au réseau d'eaux usées existant sous la galerie après le pont SNCF.
- la deuxième est la cote du radier de la galerie pour le raccordement du ruisseau
- la troisième est la cote du radier sous le pont de la rue de la Vosne pour le départ du ruisseau.

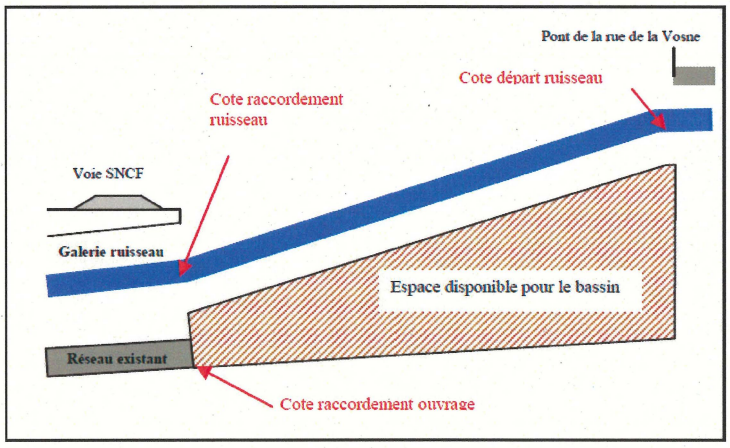


Figure 6 : Vue longitudinale schématique. Cotes de contraintes pour le projet

De plus, le sol entre le fond du lit du ruisseau et le toit de l'ouvrage devra être suffisamment épais, compact et tassé pour qu'en période de crue, la mobilisation des sédiments n'entraîne pas de découverture du toit de l'ouvrage. Cette précaution est d'autant plus forte que cette partie de sol sera dans la nappe accompagnante du ruisseau. Aussi, pour limiter les processus érosifs, la pente projet du cours d'eau devra être relativement faible, elle est proposée à 0.5%.

Enfin, pour atteindre le volume de stockage recherché (4 500 m3) dans l'espace contraint du projet, en particulier au niveau de la largeur (présence de murs riverains), il est nécessaire de prévoir une longueur (environ 500m) et une hauteur importante (entre 2 et 4 m) pour le bassin.

3.2.3.2. Remise à ciel ouvert du Ruisseau

1.1.1.1.1.1. Détermination de la largeur, profondeur du ruisseau

Le nouveau lit aura une section de forme trapézoïdale à sa création, forme qui pourra évoluer au fil du temps. Il convient, dans un premier temps, de déterminer les largeurs du fond du lit et en haut de berges, les pentes des berges et la profondeur du lit pour un débit plein bord.

En amont du projet, la largeur du lit mineur du ruisseau varie entre 1.1 et 1.8 m. Une largeur de cette ordre, soit 1.3 m, peut être conservée pour le fond du lit. Par ailleurs, la pente des berges ne devra pas dépasser 45 °pour assurer leur stabilité.

Sur le tronçon réaménagé pour le nouveau lit, en fonction des matériaux constitutifs et des berges, le coefficient de Manning Strickler peut varier entre 30 et 50. Si l'on retient un coefficient de 30 (le plus pénalisant pour l'écoulement), pour un débit plein bord de 1.2 m3/s (cf. 2.1.4.2 hydrologie), un fond de lit mineur de 1.5 m de large et des berges à 45°, les c aractéristiques du ruisseau seront les suivantes :

K_s	30
Débit plein bord	1.2 m^3/s
Pente du lit	0.005 m/m
Profondeur du lit	0.6 m
Largeur du lit au miroir	2.5 m
Section mouillée	1.14 m
Périmètre mouillé	3 m
Rayon hydraulique	0.38 m
Vitesse m/s	1.11 m/s
Hauteur eau étiage 2007	0.09 m
Vitesse eau étiage	0.4 m/s

Tableau 9 : Caractéristiques du lit mineur en débit plein bord

Nous retiendrons donc un lit de projet de 1,3 m de large à la base, d'une profondeur de 60 cm et d'une largeur au miroir de 2,5 m.

Le débit d'étiage mesuré en 2007 (0.0575 m3/s) représentera, en fonction des caractéristiques précédentes du lit, une hauteur d'eau d'une dizaine de cm. Cette valeur est du même ordre que les observations faites sur les niveaux d'étiage en amont du ruisseau.

En ce qui concerne la pente, elle est actuellement entre la sotie de la buse ARCMO et l'entrée de la galerie SNCF de 1.8%. Pour obtenir une pente de 0.5%, il est nécessaire de mettre en place une succession de chutes (figure 7).

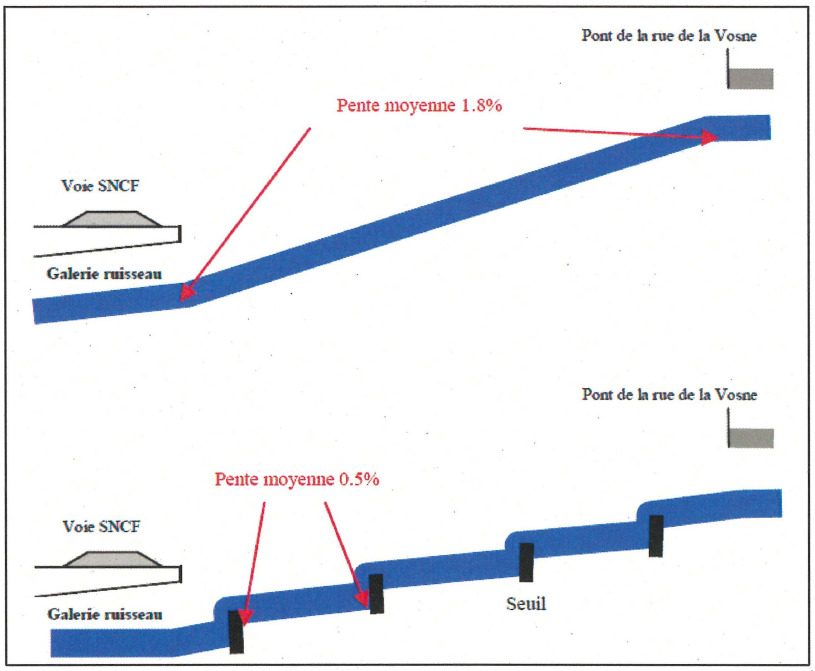


Figure 7 : Modification de la pente

La hauteur des seuils ne devrait pas dépasser une vingtaine de cm pour pouvoir être franchie par la faune piscicole. Le respect de cette valeur entraînerait une multiplication des ouvrages. Il est donc proposé de retenir une hauteur de chute de 30 cm. Le lit sera ainsi constitué de 23 tronçons de 22 m de long et de pente 0.05%, séparé par 22 chutes de 30 cm. Cette valeur de 30 cm est pénalisante pour certaines espèces piscicoles en particulier les petites espèces de cyprinidés. Néanmoins le site n'héberge pour l'instant aucun poisson et est déconnecté physiquement de l'amont (buse Arcmo) et de l'aval du ruisseau (passage busé sous la commune). L'impact de ces chutes est donc très limité, le milieu étant trop anthropisé.

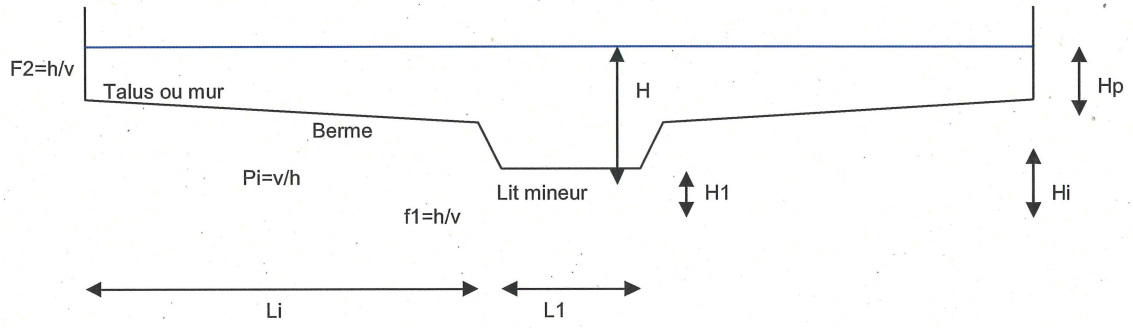
1.1.1.1.1.2. Détermination des hauteurs d'eau en période de crue.

A partir du gabarit du lit déterminé précédemment, les niveaux d'eau et les vitesses sont calculés pour les crues d'occurrence décennale, trentennale et centennale. Les résultats sont destinés à donner des premiers ordres de grandeur pour estimer les forces tractrices. Les valeurs obtenues ne tiennent pas compte des conditions aval et en particulier les effets des seuils, des élargissements du lit majeur ou le passage dans la galerie SNCF qui peuvent minorer ou majorer les résultats obtenus. Les résultats seront précisés par la modélisation.

Sur le linéaire du projet, trois parties ont été distinguées :

- la partie amont, dont la largeur du lit majeur est d'environ 6 m et dont les berges sont fortement pentues,
- la partie médiane, dont la largeur du lit majeur est d'environ 6 m mais dont les berges sont remplacées par les murs d'enceinte des propriétés riveraines,
- la partie aval, dont la largeur du lit majeur est d'environ 4 m et dont les berges sont remplacées par les murs d'enceinte des propriétés riveraines.

Les lits mineurs et majeurs sont schématisés comme suit :



Les largeurs, profondeurs, hauteurs d'eau, surfaces et périmètres mouillés, rayons hydrauliques et vitesses sont calculés ci-dessous pour un Ks global de 30 et 50.

- **Partie amont du projet 6 m et talus**

Lit mineur	L1 : Largeur (m)	1.3					
	H1 : Profondeur (m)	0.6					
	f1 : Pente berge	1					
Bermes	Li : Largeur (m)	1.75					
	pi : Pente de la berme	0					
Talus	f2 : Pente talus	0.33					
Débit (m^3/s)		Q10 = 9		Q30 = 13		Q100=18.5	
Ks global		30	50	30	50	30	50
Hauteur d'eau	H (m)	1.30	1.05	1.53	1.22	1.81	1.42
	Hp (m)	0.70	0.45	0.93	0.62	1.21	0.82
	S : surface mouillée (m2)	5.50	3.91	7.01	4.99	8.88	6.28
	P : périmètre mouillé (m)	7.97	7.45	8.46	7.80	9.05	8.22
	R : rayon hydraulique (m)	0.69	0.53	0.83	0.64	0.98	0.76
Vitesse eau (m/s)	V(m/s)	1.65	2.30	1.87	2.62	2.09	2.95

Tableau 10 : Valeurs caractéristiques des lits partie amont

- **Partie médiane du projet 6 m et murs**

Lit mineur	L1 : Largeur (m)	1.3					
	H1 : Profondeur (m)	0.6					
	f1 : Pente berge	1					
Bermes	Li : Largeur (m)	1.65					
	pi : Pente de la berme	0					
Talus	f2 : Pente talus	0					
Débit (m^3/s)		Q10 = 9		Q30 = 13		Q100=18.5	
Ks global		30	50	30	50	30	50
Hauteur d'eau	H (m)	1.32	1.06	1.58	1.24	1.89	1.46
	Hp (m)	0.72	0.46	0.98	0.64	1.29	0.86
	S : surface mouillée (m2)	5.46	3.91	7.02	4.98	8.88	6.27
	P : périmètre mouillé (m)	7.94	7.42	8.46	7.78	9.07	8.21
	R : rayon hydraulique (m)	0.69	0.53	0.83	0.64	0.98	0.76
Vitesse eau (m/s)	V (m/s)	1.65	2.31	1.87	2.63	2.09	2.95

Tableau 11 : Valeurs caractéristiques des lits partie médiane

- **Partie aval du projet 4 m et murs**

Lit mineur	L1 : Largeur (m)	1.3					
	H1 : Profondeur (m)	0.6					
	f1 : Pente berge	1					
Bermes	Li : Largeur (m)	0.7					
	pi : Pente de la berme	0					
Talus	f2 : Pente talus	0					
Débit (m^3/s)		Q10 = 9		Q30 = 13		Q100=18.5	
Ks global		30	50	30	50	30	50
Hauteur d'eau	H (m)	1.57	1.2	1.95	1.45	2.44	1.77
	HP (m)	0.97	0.6	1.33	0.85	1.84	1.17
	S : surface mouillée (m2)	5.02	3.54	6.54	4.54	8.5	5.83
	P : périmètre mouillé (m)	6.44	5.70	7.20	6.20	8.18	6.84
	R : rayon hydraulique (m)	0.78	0.62	0.91	0.73	1.04	0.85
Vitesse eau (m/s)	V (m/s)	1.80	2.57	1.99	2.87	2.18	3.17

Tableau 12 : Valeurs caractéristiques des lits partie aval

1.1.1.1.1.3. Détermination des forces tractrices et estimation des phénomènes érosifs

Le calcul des forces tractrices (forces d'arrachement du ruisseau) et des forces tractrices critiques (forces de mise en mouvement des matériaux) permet d'estimer la stabilité du lit et des berges du cours d'eau en écoulement plein bord ou en crues.

La force tractrice s'exprime par $\tau = \rho\ g\ Rh\ Se$ où

τ, force tractrice unitaire en N/m

ρ, masse volumique de l'eau (1 000 kg/m^3)

g, accélération de la pesanteur (9.81 N/kg)

Rh, rayon hydraulique (m)

Se, pente de la ligne d'énergie (m/m)

Pour simplifier, il est généralement admis que Se peut être remplacé par I la pente du ruisseau

Le tableau 13 présente les forces tractrices pour différents débits : plein bord, Q10, Q30 et Q100.

		Débit plein bord		Q10		Q30		Q100	
	Ks	Rh	.τ	Rh	.τ	Rh	.τ	Rh	.τ
Tronçon amont	30	0.4	19.6	0.69	33.8	0.83	40.71	0.98	48.07
	50			0.53	25.99	0.64	31.39	0.76	37.28
Tronçons médians	30	0.4	19.6	0.69	33.8	0.83	40.71	0.98	48.07
	50			0.52	25.51	0.64	31.39	0.76	37.28
Tronçons aval	30	0.4	19.6	0.78	38.26	0.91	44.64	1.04	51.01
	50			0.62	30.41	0.73	35.81	0.85	41.69

Tableau 13 : Forces tractrices débits de crue

La force tractrice pour le débit plein bord est relativement faible, environ 20 N/m^2. Elle reste modérée jusqu'à la Q100 où elle atteint sur le tronçon aval et pour un coefficient de Strickler de 30 environ 51 N/m^2.

La force tractrice critique est la force à partir de laquelle les matériaux du fond commencent à se déplacer. Si cette force tractrice critique est supérieure à la force tractrice, les matériaux sont mis en mouvement.

Pour des matériaux relativement grossiers et non cohérents, la force tractrice critique sur le fond est estimée par $\tau 0 = .8 d75$ où

d75, le diamètre correspondant à 75 % des matériaux de diamètre inférieur sur la courbe granulométrique.

A ce stade du projet, aucune étude géotechnique ni granulométrique n'a été réalisée. Le tableau en annexe X donne, à titre d'exemple, quelques forces tractrices critiques pour un diamètre donné de matériaux.

Ainsi, il est indiqué que pour un diamètre d75 de 2 cm la force tractrice critique est de 16 N/m$^{2.}$. Pour ce diamètre, la force tractrice calculée pour le débit plein bord étant de 20 N/m$^{2.}$, elle est donc supérieure à la force tractrice critique. Donc, dès la crue annuelle, si les matériaux constitutifs du lit ont un d75 de 2 cm, ils seront susceptibles d'être mis en mouvement.

1.1.1.1.1.4. Aménagement du ruisseau

Constitution du lit mineur

Le fond du lit du ruisseau sera constitué de matériaux trouvés sur le site lors du décaissement pour le bassin puis remis en place sur le toit de l'ouvrage. En fonction de la granulométrie observée sur le terrain, un apport de galets de gros diamètre pourra éventuellement être réalisé. Cela permettra d'augmenter artificiellement le d75 du lit et limiter ainsi les phénomènes d'érosion sur le fond du lit.

Seuils

Les seuils seront en bois plutôt qu'en enrochement afin de favoriser leur intégration dans le paysage. De plus, le bois a une empreinte écologique limitée, et son exploitation représente un faible coût énergétique. Par ailleurs, il est possible en général de s'approvisionner localement en bois, contrairement à l'enrochement qui nécessite un transport parfois long. L'utilisation du bois contribue enfin à la préservation des blocs d'enrochement pour des utilisations plus nobles et pour lesquelles le bois est impossible.

Chaque seuil aura une hauteur de 30 cm. Ils seront réalisés à partir de rondins de bois de 30 à 40 cm de diamètre, de 4 à 6 m de long, empilés les uns sur les autres, ancrés dans les berges du ruisseau et renforcés latéralement par des pieux bois ou pieux bétons ancrés dans le toit du bassin de stockage (figure 8). L'essence préconisée est le robinier pseudo-acacia (*Robinia pseudo acacia*).

L'étanchéité du seuil sera assurée par un géotextile non tissé, disposé en amont.

Lors des crues, afin de limiter le risque d'affouillement autour des ancrages du seuil ce dernier sera muni d'ailettes latérales. Leur rôle est de concentrer le courant dans l'axe du ruisseau.

Au droit des chutes, de part et d'autres des seuils, pour éviter les remous en période de crues et l'érosion du lit majeur, le terrain sera taluté en pente à 10 %.

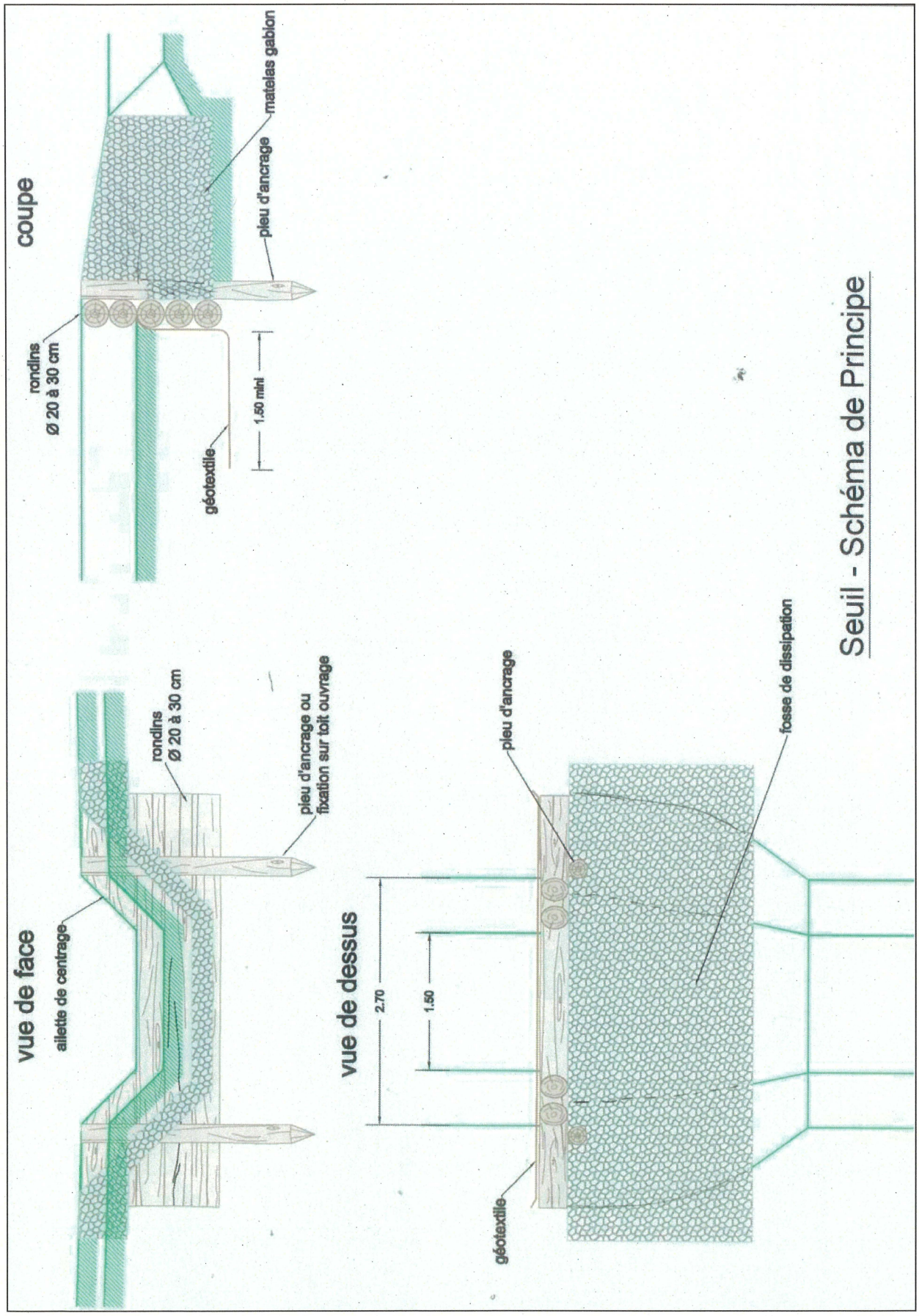


Figure 8 : Schéma des seuils

Fosse de dissipation.

Une fosse de dissipation sera réalisée à l'aval de chaque seuils afin d'éviter affouillements et érosions dus à la chute d'eau (figure 9).

La longueur de la fosse peut être estimée par la formule suivante : L = 4h + P/4 où

h, charge hydraulique sur le seuil (en m)

P, dénivelé entre la crête du seuil et le lit de la rivière aval (en m)

soit pour un débit plein bord une longueur d'environ = 2.50 m.

La fosse sera d'une vingtaine de cm de profondeur et protégée par matelas gabion, pour éviter un surcreusement.

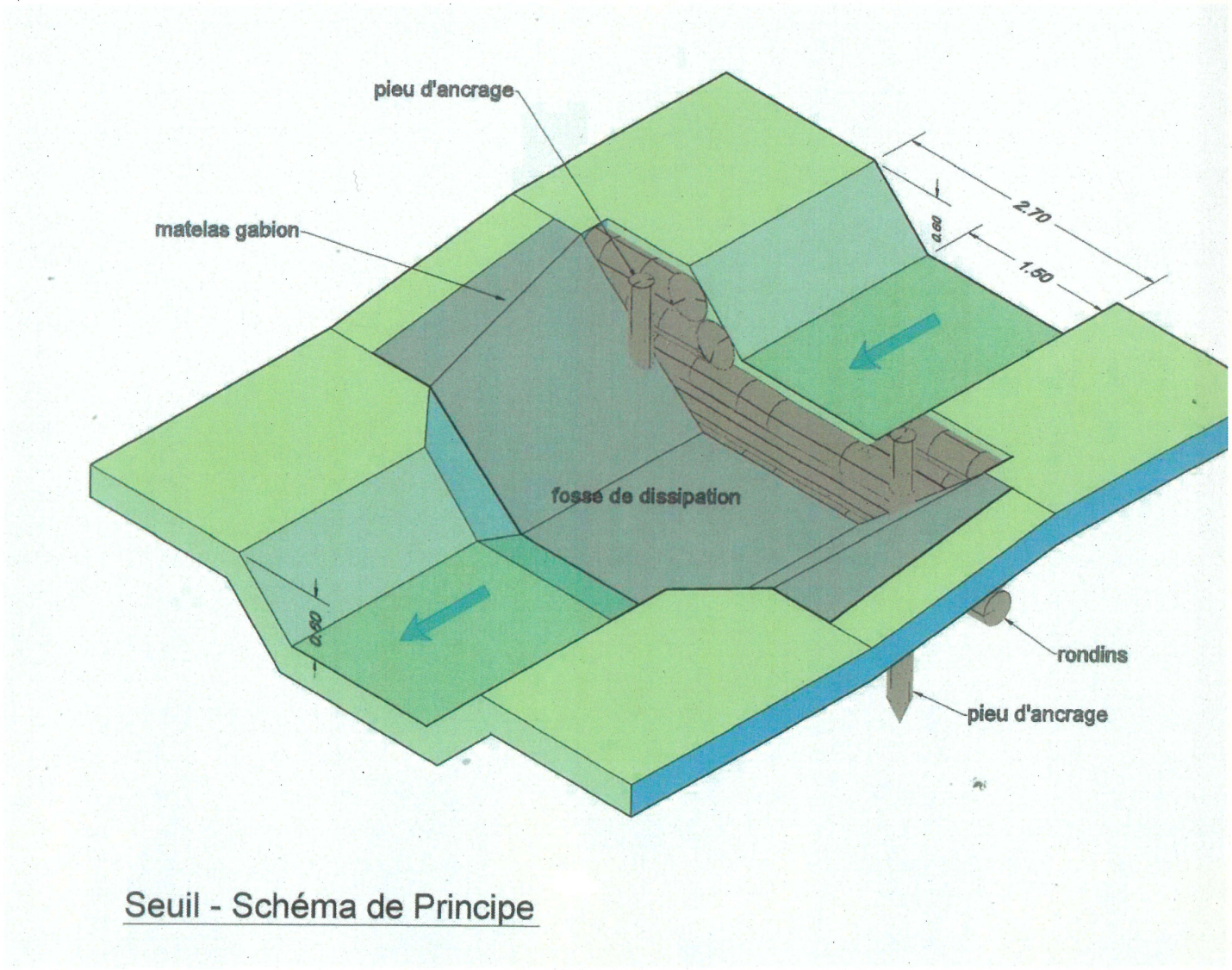


Figure 9 : Schéma d'une fosse de dissipation

Protection des berges et du lit majeur

La force tractrice critique exercée sur les berges est toujours supérieure à celle exercée sur le fond du lit, du fait de la pente des berges. Tout comme les matériaux du fond du lit les matériaux des berges sont susceptibles d'être mis en mouvement. Dans un premier temps, les berges devront donc être protégées. En effet, entièrement neuves, elles sont moins compactées qu'une berge naturelle car la cohésion entre les matériaux constitutifs est peu importante. Un géotextile biodégradable de protection (type toile de jute ou de coco) sera mis en place pour assurer une stabilisation la première année. Au regard des forces tractrices exercées et des préconisations présentées à l'annexe XI, la protection des berges peut se faire par un ensemencement d'herbacées ou des graminées pouvant respectivement résister à des forces tractrices de 50 ou 100 N/m^2. Cet ensemencement est compatible avec la mise en place d'un géotextile s'il est fait préalablement à sa pose.

De la même façon et pour les mêmes raisons une protection par un géotextile biodégradable et un ensemencement du lit majeur permettront sa stabilisation après travaux.

Les espèces à planter sont les suivantes :

- Graminées : *Agrostis stolonifera, Deschampsia caespitosa, Festuca arundinacea, Festuca rubra, Lolium perenne, Phalaris arundinacea, Phleum pratense, Poa trivialis*
- Légumineuses : *Lotus corniculatus, Medicago lupulina, Trifolium repens*

Accès pour l'entretien du cours d'eau

Pour faciliter l'entretien du cours d'eau, trois accès sont prévus (carte 20) :

- deux existants en rive gauche sur la partie amont, impasse de la Meunerie et rue de la Blanchisserie,
- un accès à créer en rive gauche sur la partie aval.

Cet accès est envisageable à partir d'une parcelle appartenant à une association et aménagée en parking. A ce stade de l'étude aucun contact n'a encore été pris avec les propriétaires.

L'entretien du lit se fera à pied à partir de ces points d'accès. Il s'agira de passer 3 à 4 fois par an pour faucher la végétation et après les gros orages pour vérifier l'absence d'embâcles (branchages, flottants divers, ...) et éventuellement les enlever. La taille et le nombre de ces embâcles potentiels devraient cependant être réduits du fait des obstacles existant en amont du projet (buse Arcmo, murs de séparation entre propriétés, pont de la Biche, ...)

Un passage de fréquence à déterminer ultérieurement devra également être prévu pour enlever les déchets pouvant être laissés par les promeneurs.



Carte 20 : Localisation des accès au cours d'eau

Pièges à cailloux

Quels que soient les aménagements et les protections prévus dans les lits du ruisseau, en période de crue des galets seront mobilisés à partir du site ou transportés depuis l'amont. C'est déjà le cas, comme le montre la photo 1. Afin de limiter les arrivées dans la galerie, deux pièges à cailloux seront prévus :

- le premier en amont du projet, au sortir de la buse ARCMO
- le second en aval, avant l'entrée dans la galerie.

Les pièges seront constitués de fosses bétonnées de 5 m de long sur 2 m de large et de 1 m de profondeur à partir du fond du lit du ruisseau.

Les accès pour vider les pièges, se feront par la rue de la Vosne pour le piège amont et par l'accès créé au niveau du parking associatif pour le piège aval.

Une réflexion pour la remise des galets dans des cours d'eau en déficit sédimentaire pourrait être engagée que ce soit sur le territoire de la communauté urbaine où sur des bassins périphériques en déficit sédimentaire (Azergues,…).



Photo 1 : Dépôt de galets suite à la crue de septembre 2010 et février 2009

Accès parcelles riveraines.

L'impasse des Torrières permet l'accès à des propriétés riveraines pour les piétons. L'ensemble de ces parcelles dispose néanmoins toutes d'un accès par la rue de la Blanchisserie ou de la rue Wissel.

Une seule parcelle fait exception. Il s'agit de la parcelle AB 513. Elle est située en rive droite et l'accès, piéton et véhicule, se fait par la rue de la Blanchisserie en rive gauche. Il est toutefois possible, si le propriétaire en est d'accord, de créer une ouverture donnant sur la rue Wissel (parcelle traversante).

Dans le cas contraire, la mise en place d'un ouvrage de franchissement est à prévoir. Un passage à gué est difficilement concevable puisque le passage peut être utilisé par des piétons. Le tirant d'air préconisé est de 90 cm pour laisser un libre écoulement de la crue trentennale. Par ailleurs sa largeur devra être suffisante pour autoriser le passage d'un véhicule

L'ouvrage devra être équipée de garde corps selon la réglementation en vigueur pour le passage des véhicules et des piétons. Il devra avoir l'aval du propriétaire concerné

3.2.3.3. Bassin de stockage restitution

Le schéma de principe de l'ouvrage est présenté ci-dessous (figure 10). Un plan plus précis est en annexe.

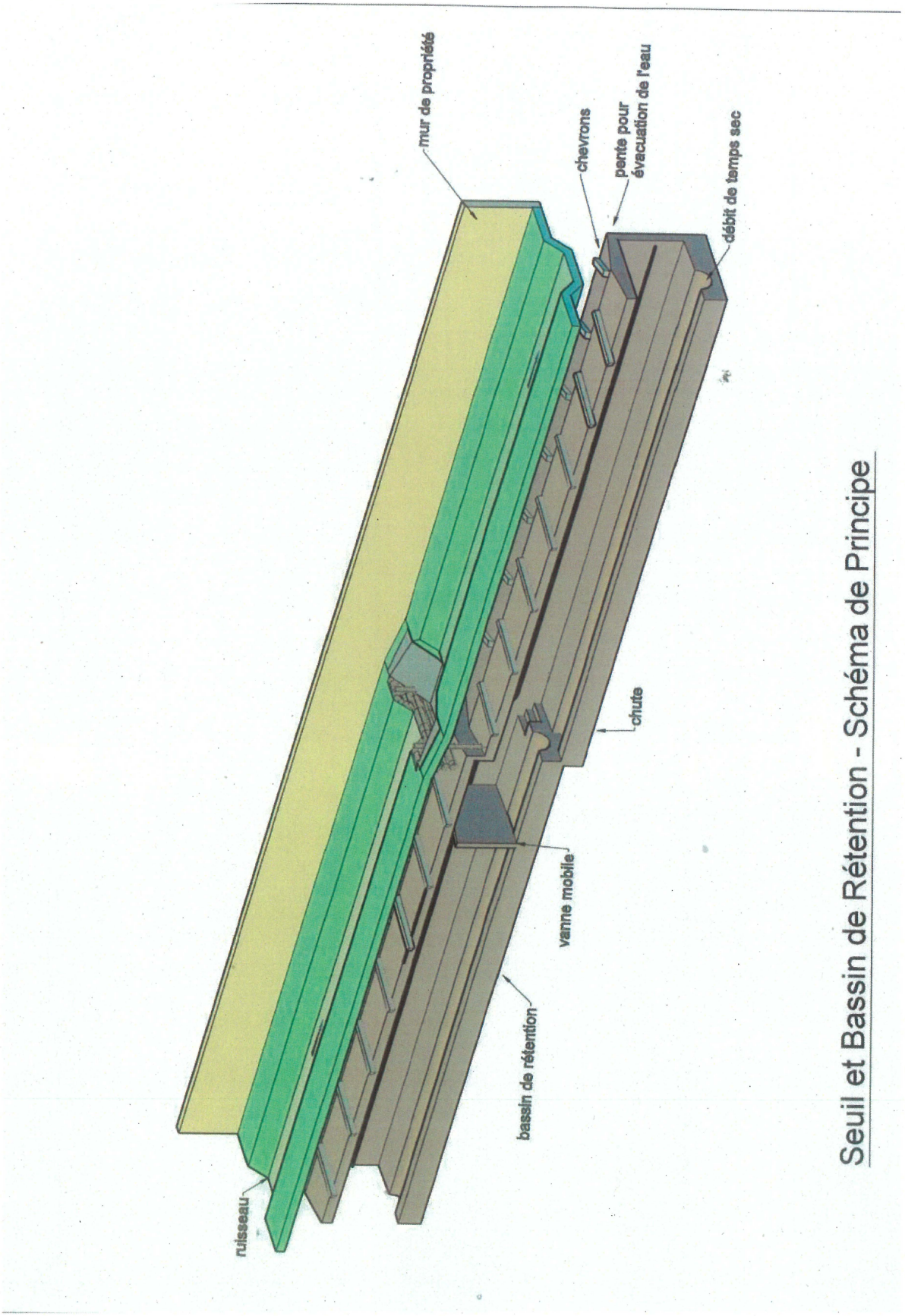


Figure 10 : Schéma de l'ouvrage et du ruisseau

Dimensions et formes de l'ouvrage

La capacité estimée par Safège (fonctionnement global du système d'assainissement de la Communauté Urbaine) pour le bassin de rétention est de 4 500 m^3, il s'agit de stocker les pluies de l'orage du 04/08/04. L'objectif est donc d'atteindre ce volume ou de s'en approcher le plus possible. Néanmoins, le site proposé pour l'ouvrage est contraint. Pour répondre aux contraintes techniques (fonctionnement gravitaire) et topographiques (raccordement à 177.15 m NGF et largeur de construction disponible entre 5 et 6 m), le bassin de stockage sera composé de 4 parties :

- partie entrée, de section 5 m x 4 m sur 6 m de long, dans laquelle arrive le réseau en provenance de Montanay
- partie amont, de section 4 m x 4 m sur 165 m
- partie médiane, de section 3 m x 3 m sur 125 m
- partie aval, de section 2.2 m x 3 m sur 187 m

La longueur totale de l'ouvrage est de 483 m, le radier amont est à 182.75 NGF et le radier aval à 178.61 NGF.

Le fond du bassin aura une pente constante de 1%. L'évacuation du débit de temps sec sera assurée par une cunette arrondie (demi canalisation circulaire de diamètre 400 mm) de même pente que le fond de l'ouvrage. Une telle cunette avec un coefficient de Strickler de 75, permet l'écoulement à plein bord d'un débit de 341m3/h avec une vitesse de 1.5 m/s, suffisant pour l'autocurage et l'évacuation du débit de temps sec.

Volume de stockage

Afin de stocker un volume maximal d'effluents, le bassin sera compartimenté en 8 par l'intermédiaire de 8 vannes mobiles, autonomes s'ouvrant en fonction de la hauteur d'eau (trophée 2010 de l'innovation et de la performance du Grand Lyon). Le volume de stockage est d'environ 4 300 m^3, proche de 4 500 m^3 définis par Safège.

Entretien et visite de l'ouvrage

L'ouvrage sera visitable, 3 puits de visites sont prévus, un en partie haute, un dans la partie médiane et un en partie aval. Ils seront accessibles à partir de la rue de la Vosne, l'impasse de la blanchisserie et à partir de l'accès qui sera créé au niveau du parking. Les distances entre le premier puits situé en début d'ouvrage et le deuxième puits est d'environ 230 m et entre le deuxième et le troisième d'environ 180 m
L'ensemble de l'ouvrage sera visitable, toutes les vannes intérieures étant équipées de porte pour autoriser la visite de chaque compartiment. Une main courante sera installée sur toute la longueur de l'ouvrage. Le système de chasse des compartiments les uns dans les autres et les pentes devraient assurer l'autocurage de l'ouvrage.

Des systèmes d'aération, devront être prévus. Il pourra s'agir par exemple de tuyaux montant au dessus des niveaux des plus hautes eaux et fixés le long des murs de clôtures des propriétés.

Sécurité de l'ouvrage

A chaque décroché un trop plein est prévu. Il s'agit de canalisations de pente 1% qui se rejoignent avant de se jeter dans le ruisseau au niveau de la galerie. L'objectif de ces trop-pleins est de délester l'ouvrage en cas de remplissage complet. Les 2 premiers trop-pleins amont sont constitués d'une canalisation de diamètre 500 mm et le dernier d'une canalisation de diamètre 600 mm.

Toit de l'ouvrage

Le bassin se situant sous le lit du ruisseau et à une profondeur relativement faible (moins d'1 m), ce dernier sera en contact avec la nappe accompagnante. L'accumulation d'eau entre le toit de l'ouvrage et le sol est susceptible de créer une interface propice aux glissements du terrain. Pour évacuer l'eau sur les cotés du bassin, le toit aura une double pente selon l'axe longitudinal. Par ailleurs, afin de favoriser le maintien du sol et prévenir les glissements de terrain d'amont vers l'aval, le toit sera muni de chevrons en béton, d'une vingtaine de centimètres de haut et espacés de 2 m.

Fondations de l'ouvrage

Les descentes de charge sur fondation ne sont pas connues à ce stade du projet.

On peut néanmoins prévoir :

- un système de fondation superficielle de type radier général,
- un système de fondation profonde par pieux ou micropieux armés assurant la transmission des efforts au sol via un coulis ou béton de scellement.

Exutoire

La vidange du bassin se fera de façon gravitaire. La canalisation de sortie de l'ouvrage est d'un diamètre de 1000 mm (150 m de long). Ce diamètre limite les mises en charge lors de la vidange rapide du dernier compartiment. Elle rejoint la canalisation de diamètre 600 mm au point 61725 sur le plan et à l'altitude 177.15 m NGF. Le raccordement se fait à environ 45 m après l'entrée de la galerie.

La canalisation de diamètre 600 mm est une des causes principales de la mise en charge du réseau et du bassin de rétention. Il est cependant difficile d'en prévoir le remplacement par une canalisation de diamètre supérieur car elle est située sous le radier bétonné de la galerie dans laquelle circule le ruisseau des Torrières.

3.2.3.4. *Résultats de la modélisation des crues*

Les résultats des simulations effectuées pour chaque pluie sont fournis dans les tableaux ci-dessous et dans des dossiers annexés. Ils comprennent :

- les données extraites des simulations au niveau de points caractéristiques du ruisseau (hauteurs de débordement en amont et en aval du projet, vitesses moyennes maximales atteintes)
- les graphiques des enveloppes maximales des lignes d'eau sur les profils en long de l'ouvrage et du ruisseau sur le linéaire du projet; les graphiques de mises en charge en plan.

Pour la partie ruisseau

Le tableau 14 donne les hauteurs de débordement dans le ruisseau renaturé et les vitesses du courant calculées pour les pluies remarquables testées.

Pluie remarquable	Date	Période de retour	Durée en h	Intensité maximale en mm/h	Intensité maximale sur 2 h en mm/h	Hauteur totale en mm	Hauteur débordement lit majeur aval du dernier tronçon	Hauteur débordement lit majeur aval du premier tronçon	Vitesse
Hauteur totale moyenne	22/09/93	décennale au bout de 8h	49.1	18	10.8	112	0.18	0	
Durée	01/05/02	annuelle	43,1	10	5.4	52	0	0	0.85
	07/10/93	annuelle	36,6	18	7.4	59.2	0	0	2.76
Intensité maximale en mm/h	04/08/04	décennale	4	102	20.5	41.2	1.62	0.55	1.25
	09/09/02	décennale	8.1	222	19.1	45	1.62	0.68	1.20
	03/09/08	décennale	7.5	146	17.8	46	1.62	0.5	1.25
	06/08/07	> annuelle	9.1	54	16	38.6	1.08	0.21	1.25
	05/07/93	quinquennale	6.6	112	13.1	27.8	1.20	0.25	1.17
Durée et hauteur totale moyenne	15/04/05	annuelle	56.1	8	4.9	107	0	0	0.89
	1/12/03	décennale au bout de 12h	34.6	20	9.4	107.4	0.05	0	1.06
Durée et intensité max sur 2 h	07/09/10	décennale au bout de 18h	24	80	25.1	165	0.94	0.14	1.08
Hauteur et intensité	12/11/96	centennale au bout de 8h	13.1	36	19	102.6	1.13	0.22	1.19
	15/09/06	centennale	14.9	98	32.6	89.4	1.61	0.95	1.25
Pluie projet Q10			8	127	20.4	62.6	1.22	0.49	1.25
Pluie projet Q30			8	158	25.2	78.4	1.62	0.64	1.25
Pluie projet Q100			8	190	30.6	94.1	1.62	0.87	1.25

Tableau 14 : Hauteurs de débordements et vitesse dans le lit renaturé.

Les simulations à partir des pluies réelles (cf. paragraphe : pluies testées) montrent que pour quatre des cinq pluies ayant les hauteurs totales d'eau précipitée les plus importantes des débordements dans le lit majeur sont observés. Les niveaux d'eau lors de ces inondations varient de quelques centimètres (pluie du 01/12/03) à 1.6 m (pluie du 19/09/06). Les débordements se produisent en aval ou en amont du secteur. Les débordements se produisent à partir d'une pluie d'intensité supérieure à 6 à 8 mm pendant plus d'une heure.
Les pluies remarquables par leur seule durée (pluies du 01/05/02 et du 07/10/93) n'entraînent pas de débordement.
Toutes les pluies remarquables dont l'intensité maximale sur 2 heures dépasse 9 à 10 mm/h entraînent des débordements dans le lit majeur.
Les débordements ont lieu pour des pluies dont les périodes de retour sont supérieures à un an.

Les simulations à partir des pluies projets définies par Sogreah montrent des débordements en lit majeur pour la pluie décennale et au-delà. Les débordements peuvent atteindre de 1.2 à 1.8 m en crue centennale et se produisent dès l'amont du ruisseau. Ces valeurs données par la modélisation sont à plus ou moins 30 cm les mêmes que celles qui ont été calculées dans les parties précédentes (cf. détermination des hauteurs d'eau en période de crue). La modélisation donne des niveaux de débordements inférieurs sur la partie amont du ruisseau renaturé et supérieurs sur la partie aval. La différence sur cette dernière partie s'explique par la prise en compte des conditions aval, remblai SNCF et passage en galerie du ruisseau (équation de Barré Saint Venant).

Il est à noter que les débordements dans l'impasse se produisent déjà en cas de fortes pluies (photos 2). Les travaux prévus diminueront donc les fréquences de débordements.



Photos 2 Débordements impasse des Torrières. Pluies du 7/9/10 et février 2009

La buse de 500 mm dans laquelle coule le ruisseau des Torrières ne sert que pour l'évacuation des débits de temps sec. Elle est largement insuffisante en cas de grosses pluies et dans tous les cas ne permet pas l'évacuation d'une crue décennale. Le chemin des Torrières constitue le lit même du ruisseau. En revanche, les vitesses d'écoulement des eaux lors de la crue décennale dans lit renaturé seront inférieures à ce qui a été calculé par Sogreah consultant (1.25 m/s versus 4 m/s). Cela est du au fait que les vitesses ont été calculées dans un cas avec un lit renaturé et dans l'eau dans un lit goudronné (pentes et gabarit du lit, coefficients de Strickler différents)

Pour la partie bassin de rétention

Le tableau 15 présente l'état de remplissage du bassin et la mise en charge du réseau aval pour les pluies remarquables testées, pluies réelles et pluies projet.

Pluie remarquable	Date	Fréquence de retour	Durée en h	Intensité maximale en mm/h	Intensité maximale sur 2 h en mm : h	Hauteur totale en mm	Remplissage total du bassin	Mise en charge du réseau aval
Hauteur totale moyenne	22/09/93	décennale au bout de 8h	49.1	18	10.8	112	oui	oui
Durée	01/05/02	annuelle	43,1	10	5.4	52	non	non
	07/10/93	annuelle	36,6	18	7.4	59.2	non	non
Intensité maximale en mm/h	04/08/04	décennale	4	102	20.5	41.2	oui	oui
	09/09/02	décennale	8.1	222	19.1	45	oui	oui
	03/09/08	décennale	7.5	146	17.8	46	oui	oui
	06/08/07	> annuelle	9.1	54	16	38.6	oui	oui
	05/07/93	quinquennale	6.6	112	13.1	27.8	oui	oui
Durée et hauteur totale moyenne	15/04/05	annuelle	56.1	8	4.9	107	non	non
	1/12/03	décennale au bout de 12h	34.6	20	9.4	107.4	non	oui
Durée et intensité max sur 2 h	07/09/10	décennale au bout de 18h	24	80	25.1	165	oui	oui
Hauteur et intensité	12/11/96	centennale au bout de 8h	13.1	36	19	102.6	oui	oui
	15/09/06	centennale	14.9	98	32.6	89.4	oui	oui
Pluie projet Q10			8	127	20.4	62.6	oui	oui
Pluie projet Q30			8	158	25.2	78.4	oui	oui
Pluie projet Q100			8	190	30.6	94.1	oui	oui

Tableau 15 : Etat de remplissage de l'ouvrage et mise en charge de la canalisation aval

Les simulations à partir des pluies réelles montrent que les précipitations pour lesquelles les hauteurs d'eau ont été les plus importantes (pluies du 7/9/10, 22/9/93 et du 1/12/2003) le bassin se remplit intégralement. Les pluies remarquables par leur seule durée (pluie du 1/5/2002 ou du 7/10/93) n'entraînent pas de remplissage total de l'ouvrage.
Le remplissage total est systématiquement observé pour des pluies dont l'intensité maximale sur 2 heures atteint 9 à 10 mm (pluie du 1/12/03).
Le bassin se met en charge pour les pluies au-delà d'un temps de retour annuel.
Dans tous les cas, on observe sur les graphique un décalage entre les pics de pluie et la vidange de l'ouvrage d'au moins 40 minutes environ. C'est le temps de remplissage des premiers compartiments du bassin. Du fait des vannes basculantes la vidange de l'ouvrage se fait par à-coups, ce qui peut être observés sur les graphiques. Ces à-coups pourront être diminués, lissés en fonction de la vitesse d'ouverture des vannes. Cet aspect n'a pas été pris en compte dans l'étude avant projet, elle devra être approfondie dans l'étude projet si ce scénario est retenu.

Pour les pluies ne remplissant pas totalement l'ouvrage, ce dernier joue un rôle écrêteur, ne laissant passer que le débit défini par la cunette de temps sec.

La canalisation aval de l'ouvrage se met en charge pour les pluies dont l'intensité maximale sur 2 heures dépasse 9 à 10 mm. Elle est systématiquement en charge quand l'ouvrage est totalement rempli.

Les simulations à partir des pluies projets montrent que pour la pluie décennale et au-delà, l'ouvrage se rempli complètement et la canalisation à l'aval se met en charge.

3.2.3.5. Impact du projet sur les déversements dans le ruisseau

Le nombre de déversement a été estimé à l'aide du modèle présenté au paragraphe 3.2.1.1. Une chronique de pluie 3 D construite à partir des pluies de l'année 2006 (année pluvieuse). Le nombre de pluie pour cette chronique est de 66.

Le tableau 16 indique le nombre de pluies déversantes ainsi que les volumes déversés.

Paramètres	Déversoirs du ruisseau des Torrières										
	248	249	250	Trop plei	251	245	253	258	255	246	Total
Nbre de pluies déversantes	0	0	0	30	14	13	20	13	28	66	66
Cumul (m3)	0	0	0	40 200	5	92	792	1	18	15 060	56 16
Cumul (%)	0	0	0	71.6	0.0	0.2	1.4	0.0	0.0	26.8	100

Tableau 16 : Bilan annuel quantitatif des déversements en 2006

Bien que le modèle utilisé soit différent de celui employé par Sogreah en 2006 (bassins versants modifiés notamment et nombre de pluie légèrement différent) pour mesurer l'impact des déversoirs d'orage sur le ruisseau des Torrières, la partie réseau est la même et prend en compte la construction du bassin de rétention, il est donc possible de comparer les résultats.
La création du bassin entraine une diminution du volume déversé environ 56 000 m3 avec le bassin contre environ 60 000 m3 sans le bassin.
Le plus gros contributeur au déversement est le trop plein de l'ouvrage (environ 72%). Aucun calage fin de ce trop plein n'ayant été réalisé au cours de ce travail on peut penser que le volume déversé peut être optimisé et que le volume de 56 000 m3 peut être diminué.
Il est à noter que l'ensemble des déversements se faisant actuellement dans la partie du cours d'eau à l'air libre est supprimé (déversoirs 248, 249, 250).

3.2.3.6. Impact du projet sur l'écrêtement des pics d'apports d'eaux usées à la STEP

Cet impact n'a pas été étudié dans le cadre de cette étude car il dépendra fortement de la calibration des débits de fuite de l'ouvrage de rétention et des vitesses d'ouverture des vannes dans l'ouvrage. Des premières modélisations, avec des ouvertures brusques des vannes, montrent que pour des pluies relativement faibles, l'ouvrage peut fonctionner par éclusées et entraîner des arrivées d'eau par vagues à la station de Neuville sur Saône. Ce fonctionnement n'est pas optimum.

3.2.4. Scenario 2 : Bassin sous le parking

Contrairement au scénario 1, avec l'ouvrage sous le lit du ruisseau, la localisation prévue pour le bassin dans ce scénario permet de s'affranchir des fortes contraintes d'altimétrie, de forme et de relations avec le cours d'eau.
Ce paragraphe présente les calculs pour le calibrage du lit du ruisseau, les différentes forces tractrices et les aménagements proposés pour sa remise à ciel ouvert, les caractéristiques du bassin de rétention et enfin les impacts de ces aménagements par l'intermédiaire de la modélisation.

3.2.4.1. Remise à ciel ouvert du ruisseau

1.1.1.1.1.5. Détermination de la largeur et de la profondeur du ruisseau.

Le nouveau lit aura une section de forme trapézoïdale à sa création, comme dans le premier scénario. Il convient donc comme précédemment de déterminer les largeurs du fond du lit et au niveau du haut de berges, les pentes des berges et la profondeur du lit en débit plein bord.

On retiendra une largeur du lit de 1.5 m et des pentes des berges de 45° pour les mêmes raisons que pour le scénario 1.
En revanche, le bassin n'étant plus sous-jacent au ruisseau, la pente moyenne actuelle du cours (1.8%) peut être conservée. Une certaine érosion et enfoncement du lit étant acceptable.
Sur le tronçon réaménagé pour le nouveau lit, en fonction des matériaux constitutifs du fond et des berges, le coefficient de Manning Strickler peut varier entre 30 et 50 (Cf. annexe VI). Si l'on retient un coefficient de 30 (le plus pénalisant pour l'écoulement), pour un débit plein bord retenu de 1.5 m3/s (cf. 2.1.4.2 hydrologie), un fond de lit mineur de 1.5 m de large et des berges à 45°, les nouvelles caractéristiques du ruisseau seront les suivantes :

K_s	30
Débit plein bord m3/s	1.5
Pente du lit %	1.8
Profondeur du lit m	0.43
Largeur du lit au miroir m	2.36
Section mouillée	0.83
Périmètre mouillé	2.72
Rayon hydraulique	0.31
Vitesse m/s	1.82
Hauteur eau étiage 2007 en cm	6.1
Vitesse eau étiage	0.6

Tableau 17 Caractéristiques du lit mineur en débit plein bord

Nous retiendrons donc un lit de projet de 1,5 m de large à la base, d'une profondeur de 45 cm et d'une largeur au miroir de 2,4 m.

Le débit d'étiage mesuré en 2007 (0.0575 m3/s) représentera, en fonction de ces caractéristiques une hauteur d'eau d'environ 5 cm, ce qui reste du même ordre de grandeur que les observations faites en amont du ruisseau.

1.1.1.1.1.6. Déterminations des hauteurs d'eau en période de crue.

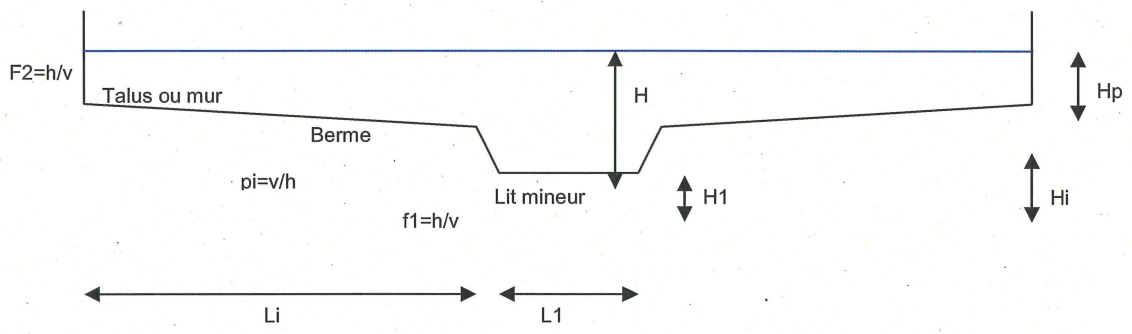
A partir du gabarit du lit déterminé précédemment, les niveaux d'eau et les vitesses sont calculés pour les crue d'occurrence décennale, trentennale et centennale. Les résultats sont destinés à donner des premiers ordres de grandeur et estimer les forces tractrices. Les valeurs obtenues ne tiennent pas compte des conditions aval, en particulier, les effets des élargissements du lit majeur ou le passage

dans la galerie SNCF qui peuvent minorer ou majorer les résultats obtenus. Les résultats seront précisés par la modélisation.

Sur le linéaire du projet, trois parties ont été distinguées :

- la partie amont, dont la largeur du lit majeur est d'environ 6 m et dont les berges sont fortement pentues,
- la partie médiane, dont la largeur du lit majeur est d'environ 6 m mais dont les berges sont remplacées par les murs d'enceinte des propriétés riveraines,
- la partie aval, dont la largeur du lit majeur est d'environ 4 m et dont les berges sont remplacées par les murs d'enceinte des propriétés riveraines.

Dans la suite de l'étude, lits mineurs et majeurs sont schématisés comme suit :



Les largeurs, profondeur, hauteurs d'eau, surface et périmètres mouillés, rayons hydrauliques et vitesses sont calculés ci dessous en fonction de la partie du projet et pour un Ks de 30 et 50.

- **Partie amont du projet 6 m et talus**

Partie amont. Largeur total du lit 6 m. Pente 1.8%							
Lit mineur	L1 : Largeur (m)	1.5					
	H1 : Profondeur (m)	0.45					
	f1 : Pente berges	1					
Bermes	Li : Largeur (m)	1.80					
	pi : Pente bermes	0					
Talus	f2 : Pente du talus	0.33					
Débit (m^3/s)		Q10 = 9		Q30 = 13		Q100=18.5	
Ks global		30	50	30	50	30	50
Hauteur d'eau	H (m)	0.89	0.73	1.04	0.84	1.21	0.96
	Hp (m)	0.44	0.28	0.59	0.39	0.76	0.51
	S : surface mouillée (m^2)	3.59	2.59	4.56	3.28	5.64	4.04
	P : périmètre mouillé (m)	7.30	6.96	7.62	7.2	7.98	7.45
	R : rayon hydraulique (m)	0.49	0.37	0.6	0.46	0.71	0.54
Vitesse d'eau	V (m/s)	2.51	3.46	2.85	3.97	3.19	4.46

Tableau 18: Valeurs caractéristiques des lits partie amont

- **Partie amont du projet 6m et murs**

Partie amont. Largeur total du lit 6 m. Pente 1.8%							
Lit mineur	L1 : Largeur (m)	1.5					

	H1 : Profondeur (m)	0.45					
	f1 : Pente berges	1					
Bermes	Li : Largeur (m)	1.80					
	pi : Pente bermes	0					
Talus	f2 : Pente du talus	0					
Débit (m^3/s)		Q10 = 9		Q30 = 13		Q100=18.5	
Ks global		30	50	30	50	30	50
Hauteur d'eau	H (m)	0.9	0.74	1.06	0.85	1.26	0.99
	Hp (m)	0.45	0.29	0.61	0.4	0.81	0.54
	S : surface mouillée (m2)	3.59	2.59	4.55	3.28	5.74	4.1
	P : périmètre mouillé (m)	7.27	6.94	7.6	7.17	7.99	7.45
	R : rayon hydraulique (m)	0.49	0.37	0.6	0.46	0.72	0.55
Vitesse d'eau	V (m/s)	2.51	3.46	2.86	3.97	3.23	4.5

Tableau 19 : Valeurs caractéristiques des lits partie médiane

- **Partie aval du projet 4m et murs**

Partie amont. Largeur total du lit 4 m. Pente 1.8%							
Lit mineur	L1 : Largeur (m)	1.5					
	H1 : Profondeur (m)	0.45					
	f1 : Pente berges	1					
Bermes	Li : Largeur (m)	0.8					
	pi : Pente bermes	0					
Talus	f2 : Pente du talus	0					
Débit (m^3/s)		Q10 = 9		Q30 = 13		Q100=18.5	
Ks global		30	50	30	50	30	50
Hauteur d'eau	H (m)	1.04	0.8	1.27	0.96	1.53	1.14
	Hp (m)	0.59	0.35	0.82	0.51	1.08	0.69
	S : surface mouillée (m2)	3.22	2.29	4.15	2.92	5.21	3.65
	P : périmètre mouillé (m)	5.54	5.08	6.01	5.39	6.54	5.76
	R : rayon hydraulique (m)	0.58	0.45	0.69	0.54	0.8	0.63
Vitesse d'eau	V (m/s)	2.8	3.94	3.14	4.45	3.46	4.95

Tableau 20 : Valeurs caractéristiques des lits partie aval

11.1.1.1..1 Détermination des forces tractrices et estimation des phénomènes érosifs

Le calcul des forces tractrices (forces d'arrachement de l'eau) et des forces tractrices critiques (forces de mises en mouvement des matériaux) permettent d'estimer la stabilité du lit et des berges du cours d'eau en écoulement plein bord ou en crues.

La force tractrice s'exprime par $\tau = \rho\ g\ Rh\ Se$ avec :

τ, force tractrice unitaire en N/m

ρ, masse volumique de l'eau (1 000 kg/m^3)

g, accélération de la pesanteur (9.81 N/kg)

Rh, rayon hydraulique (m)

Se, pente de la ligne d'énergie (m/m)

Pour simplifier, il est généralement admis que Se peut être remplacé par I la pente du ruisseau

Le tableau 21 présente les forces tractrices pour différents débits, plein bord, Q10, Q30 et Q100

		Débit plein bord		Q10		Q30		Q100	
	Ks	Rh	τ	Rh	τ	Rh	τ	Rh	τ
Tronçon	30	0,316	55,79	0.49	86.52	0.6	105.84	0.71	125.37
amont	50			0.37	65.33	0.46	81.23	0.54	95.35
Tronçons	30	0,316	55,79	0.49	86.52	0.6	105.84	0.72	127.14
médians	50			0.37	65.33	0.46	81.23	0.55	97.12
Tronçons	30	0,316	55,79	0.58	102.41	0.69	121.84	0.8	141.26
aval	50			0.45	79.46	0.54	95.35	0.63	111.25

Tableau 21 : Forces tractrices critiques

Les forces tractrices pour un débit plein bord sont d'environ 56N/m^2. Elles peuvent atteindre une valeur de 141 N/m^2 pour la crue centennale pour un coefficient de Strickler de 30 sur le tronçon aval.

La force tractrice critique est la force à partir de laquelle les matériaux du fond commencent à se déplacer. Si cette force tractrice critique est supérieure à la force tractrice, les matériaux sont mis en mouvement.

Pour des matériaux relativement grossiers et non cohérents la force tractrice critique sur le fond est estimé par $\tau 0 = .8d75$ où

d75, le diamètre correspondant à 75 % des matériaux de diamètre inférieur sur la courbe granulométrique.

A ce stade du projet, aucune étude géotechnique ni granulométrique n'a été réalisée. Le tableau en annexe X donne, à titre d'exemple, quelques forces tractrices critiques pour un diamètre donné de matériaux.

Ainsi, il est indiqué que pour un diamètre d75 de 2 cm la force tractrice critique est de 16 N/m$^{2.}$. Pour ce diamètre, la force tractrice calculée pour le débit plein bord étant de 56 N/m$^{2.}$, elle est donc supérieure à la force tractrice critique. Donc, dès la crue annuelle, si les matériaux constitutifs du lit ont un d75 de 2cm, ils seront susceptibles d'être mis en mouvement.

3.2.4.2. Description du réseau

Le principe de modification du réseau est celui qui a été décrit au paragraphe 3.2.2.2, à savoir que le réseau qui arrive de Montanay est dévié sur la partie qui part chemin des Usines (point 1). Le réseau de la rue de Neuville est déconnecté (point 2). Le réseau de diamètre 800 mm arrivant de la rue des Usines est prolongé par la rue de la Vosne en diamètre 1000 mm jusqu'au niveau du bassin.

L'exutoire du bassin est une canalisation en diamètre 600 mm qui chemine sous le lit majeur du ruisseau et se raccorde au réseau existant au niveau de l'ouvrage SNCF.

Cette canalisation récupère au passage les rejets des riverains de l'impasse des Torrières.

Les rejets directs dans le ruisseau des DO 248 et 249 sont supprimés et ces DO sont connectés dans la canalisation à l'aval de l'ouvrage au niveau du Pont de la rue de la Vosne (point 3).

3.2.4.3. Description du bassin

Le schéma du bassin est présenté ci-dessous (figure 11) et les plans en annexe.

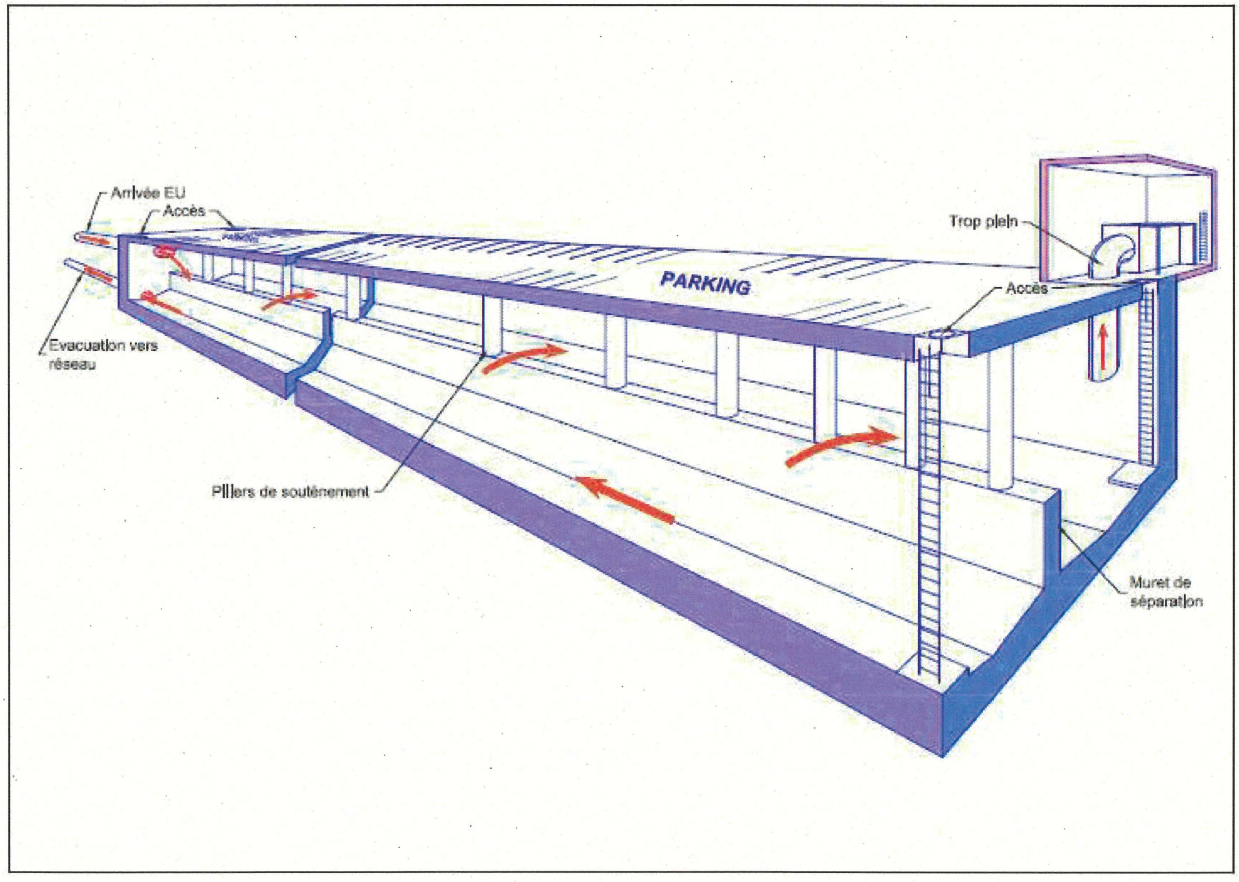


Figure 11 : Schéma de l'ouvrage

Dimensions et forme de l'ouvrage

La capacité estimée par Safège (fonctionnement global du système d'assainissement de la Communauté Urbaine) pour le bassin de rétention est de 4 500 m^3 ; il s'agit de stocker les pluies de l'orage du 04/08/04.

Disposant d'un espace important, la direction de l'eau propose un ouvrage de 5 000 m^3 pour tenir compte des phénomènes d'urbanisation à venir.

Le bassin est de forme rectangulaire de 80 m de long sur 25 m de large. Les effluents arrivent et repartent du même coté. Sa profondeur est de 3.2 m du coté de l'arrivée des effluents et 2 m sur le coté opposé. Le radier présente une pente sur la plus grande longueur de 1.5% pour favoriser l'autocurage. Cette pente n'implique pas de cloisonnement de l'ouvrage pour atteindre les capacités de stockage souhaitées. Sur sa largeur le radier présente également 2 cunettes de pente à 5%. Le toit de l'ouvrage est soutenu par une série centrale de piliers espacés d'une dizaine de 10 m.

Le radier de l'ouvrage est calé à 190.5 m NGF en entrée.

Alimentation et vidange de l'ouvrage

L'alimentation se fait gravitairement à partir d'un ouvrage équipé d'un déversoir à seuil haut ou d'un leaping weir. La canalisation d'alimentation du bassin est d'un diamètre 800 mm. Le débit temps sec ne passe pas dans le bassin, il est conduit directement dans le nouveau réseau par une canalisation de diamètre 300 mm. En fonction des caractéristiques retenues sur le modèle, le débit capable de cette canalisation est de 0.13m3/s soit 468 m3/h soit un peu plus de 10 fois le débit temps sec (40m3/h).

Une conduite de vidange de secours placé à 40 cm au dessus du radier permettra de vider en partie le bassin, en cas d'obstruction de la vidange normale. Ces conduites seront équipées de vannes afin de pouvoir isoler le bassin.

Exploitation de l'ouvrage

L'ouvrage sera visitable. Le bassin sera équipé de 2 regards de visite au droit des arrivées et vidange d'eau ainsi qu'un regard au droit du trop plein. Les puits seront accessibles à partir de la rue de la Vosne et du parking.

Des arrivées d'eau seront prévus pour le nettoyage du bassin. Le curage pourra être effectué par des hydrocureuses.

Sécurité de l'ouvrage

Un trop plein sera installé sur la partie opposée à l'arrivée des eaux. Il sera constitué d'une canalisation d'un diamètre 800 mm dont la prise d'eau se situera à mi-hauteur de la cloison, afin d'éviter que les flottants ne rejoignent le milieu naturel. Ce trop plein ne devrait être en fonction que pour des pluies de

temps de retour proche d'une trentaine d'année. L'impact sur le milieu n'a pas été étudié à ce stade de l'étude.

Toit de l'ouvrage

Le toit de l'ouvrage sera affleurant au niveau du sol et servira de parking pour véhicules légers pour l'entreprise Rousseau. Il sera néanmoins dimensionné pour que les véhicules d'entretien puissent circuler. Des poteaux de reprises seront situés dans l'ouvrage. Une étude génie civil en phase pro sera nécessaire.

Fondations de l'ouvrage

Les descentes de charge sur fondation ne sont pas connues à ce stade du projet. La fondation sera fonction de la nature du sol.

On peut néanmoins prévoir :

- un système de fondation superficielle de type radier général,
- un système de fondation profonde par pieux ou micropieux armés assurant la transmission des efforts au sol via un coulis ou un béton de scellement.

Exutoire

La canalisation de l'ouvrage se fait par une canalisation de diamètre 600 mm qui cheminera sous le lit majeur du ruisseau jusqu'au point 61725.

3.2.4.4. Résultats de la modélisation des crues

Les résultats des simulations effectuées pour chaque pluie sont fournis en annexe. Ils comprennent :

- les données extraites des simulations au niveau des nœuds du ruisseau (niveau d'eau maximal, vitesses moyennes maximales atteintes),
- les graphiques des enveloppes maximales des lignes d'eau sur les profils en long du ruisseau sur le linéaire du projet.

Pour la partie ruisseau

Le tableau 22 donne les hauteurs de débordement dans le ruisseau renaturé et les vitesses du courant calculées pour les pluies remarquables retenues.

Pluie remarquable	Date	Durée en h	Fréquence de retour	Intensité maximale en mm/h	Intensité maximale sur 2 h en mm : h	Hauteur totale en mm	Hauteur débordement lit majeur aval du dernier tronçon	Hauteur débordement lit majeur aval du premier tronçon	Vitesse
Hauteur totale moyenne	22/09/93	49.1	décennale au bout de 8h	18	10.8	112	0.12	0	1.26
Durée	01/05/02	43,1	annuelle	10	5.4	52	0	0	1.01
	07/10/93	36,6	annuelle	18	7.4	59.2	0	0	1.08
Intensité maximale en mm/h	04/08/04	4	décennale	102	20.5	41.2	1.84	0.55	1.25
	09/09/02	8.1	décennale	222	19.1	45	2	0.64	1.25
	03/09/08	7.5	décennale	146	17.8	46	1.71	0.52	1.25
	06/08/07	9.1	> annuelle	54	16	38.6	1.20	0.31	1.25
	05/07/93	6.6	quinquennale	112	13.1	27.8	1.16	0.36	1.25
Durée et hauteur totale moyenne	15/04/05	56.1	annuelle	8	4.9	107	0	0	0.96
	1/12/03	34.6	décennale au bout de 12h	20	9.4	107.4	0	0	1.79
Durée et intensité max sur 2 h	07/09/10	24	décennale au bout de 18h	80	25.1	165	0.88	0.26	1.25
Hauteur et intensité	12/11/96	13.1	centennale au bout de 8h	36	19	102.6	1.10	0.33	
	15/09/06	14.9	centennale	98	32.6	89.4	1.91	0.93	1.25
Pluie projet Q10		8		127	20.4	62.6	1.55	0.55	1.25
Pluie projet Q30		8		158	25.2	78.4	1.62	0.64	1.26
Pluie projet Q100		8		190	30.6	94.1	2.17	0.91	1.26

Tableau 22 : Hauteurs de débordements et vitesse dans le lit renaturé.

Les simulations à partir des pluies réelles montrent que pour trois des cinq pluies ayant les hauteurs d'eau précipitée les plus importantes des débordements dans le lit majeur sont observés. Les niveaux d'eau lors de ces débordements varient d'une dizaine de centimètres (pluie du 22/09/93) à 1.9 m (pluie du 15/09/06). Les débordements pouvant se produire en aval ou en aval et en amont du secteur. Les débordements sont perceptibles à partir d'une pluie d'intensité supérieure à 6 à 8 mm pendant plus d'une heure.

Aucune des pluies remarquables en terme de durée (pluies du 01/05/02 et du 07/10/93) n'a entraîné de débordement.

Les pluies remarquables dont l'intensité maximale sur 2 heures atteint les 10 mm (pluie du 22/09/93) entrainent des débordements. Ils varient d'une dizaine de centimètres à 2 m pour la partie aval et de d'une trentaine de centimètres à plus de 90 cm sur la partie amont du projet.
Les débordements ont lieu pour des pluies dont les périodes de retour sont supérieures à un an.

Les simulations à partir des pluies projets définies par Sogreah indiquent des débordements en lit majeur pour la pluie décennale et au-delà. Les débordements varient de 1.55 (Q10) à 1.62 m (Q100) sur la partie aval et de 55 cm (Q10) à 91 cm (Q100) sur la partie amont.
Les valeurs données par la modélisation sont à plus ou moins 30 cm les mêmes que celles qui ont été calculées dans les parties précédentes (cf. détermination des hauteurs d'eau en période de crue). La modélisation donne des niveaux de débordements inférieurs sur la partie amont du ruisseau renaturé et supérieurs sur la partie aval. La différence sur cette dernière partie s'explique par la prise en compte des conditions aval, remblai SNCF et passage en galerie du ruisseau (équation de Barré Saint Venant).

Il est rappelé que les débordements dans l'impasse des Torrières existent actuellement. Ils sont dus au sous calibrage de la buse de 500 mm.
Les vitesses d'écoulement des eaux lors des crues dans le lit renaturé sont inférieures à ce qui a été calculé par Sogreah Consultants (1.25m/s versus 4m/s).
Les travaux de réouverture du cours d'eau diminueront les fréquences de débordement.

Pour la partie bassin de rétention

Le tableau 23 présente l'état de remplissage du bassin et la mise en charge du réseau aval pour les pluies remarquables testées.

Pluie remarquable	Date	Fréquence de retour	Durée en h	Intensité maximale en mm/h	Intensité maximale sur 2 h en mm : h	Hauteur totale en mm	Remplissage total du bassin	Mise en charge du réseau aval
Hauteur totale moyenne	22/09/93	décennale au bout de 8h	49.1	18	10.8	112	non	oui
Durée	01/05/02	annuelle	43,1	10	5.4	52	non	non
	07/10/93	annuelle	36,6	18	7.4	59.2	non	non
Intensité maximale en mm/h	04/08/04	décennale	4	102	20.5	41.2	non	oui
	09/09/02	décennale	8.1	222	19.1	45	non	oui
	03/09/08	décennale	7.5	146	17.8	46	non	oui
	06/08/07	> annuelle	9.1	54	16	38.6	non	oui
	05/07/93	quinquennale	6.6	112	13.1	27.8	non	oui
Durée et hauteur totale moyenne	15/04/05	annuelle	56.1	8	4.9	107	non	non
	1/12/03	décennale au bout de	34.6	20	9.4	107.4	non	non

		12h						
Durée et intensité max sur 2 h	07/09/10	décennale au bout de 18h	24	80	25.1	165	oui	oui
Hauteur et intensité	12/11/96	centennale au bout de 8h	13.1	36	19	102.6	non	oui
	15/09/06	centennale	14.9	98	32.6	89.4	oui	oui
Pluie projet Q10			8	127	20.4	62.6	non	oui
Pluie projet Q30			8	158	25.2	78.4	oui	oui
Pluie projet Q100			8	190	30.6	94.1	oui	oui

Tableau 23 : Etat de remplissage de l'ouvrage et mise en charge de la canalisation aval

Les simulations à partir des pluies réelles montrent que seules deux pluies parmi les 13 remarquables testées ont entraîné un remplissage total du bassin. Il s'agit des pluies du 07/09/10 et 15/09/06. Ce sont les deux pluies qui ont les intensités maximales sur deux heures les plus élevées (> 25 mm). Les canalisations à l'aval se sont mises en charge pour trois pluies.
Aucune des autres pluies testées n'a entraîné le remplissage total du bassin.
La canalisation aval de l'ouvrage se met en charge pour les pluies dont l'intensité maximale sur 2 heures dépasse 9 à 10 mm.

Les simulations à partir des pluies projets indiquent que si la pluie décennale n'entraîne pas le remplissage complet du bassin, ce dernier se remplit pour la pluie trentennale. La canalisation en sortie est en charge dès la pluie décennale.

3.2.4.5. Impact du projet sur les déversements dans le ruisseau

Le nombre de déversement a été estimé à l'aide du modèle présenté au paragraphe 3.2.1.1. Une chronique de pluie 3 D construite à partir des pluies de l'année 2006 (année pluvieuse). Le nombre de pluie pour cette chronique est de 66.

Le tableau 24 indique le nombre de pluies déversantes ainsi que les volumes déversés.

Paramètres	Déversoirs du ruisseau des Torrières										
	248	249	250	Trop plein	251	245	253	258	255	246	Total d
Nbre de pluies déversa	0	0	0	1	1	2	20	0	16	66	66
Cumul (m3)	0	0	0	3 000	0	2	800	0	5	29 328	33 135
Cumul (%)	0	0	0	9.1	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	88.5	100

Tableau 24 : Bilan annuel quantitatif des déversements en 2006

Bien que le modèle utilisé soit différent de celui employé par Sogreah en 2006 (bassins versants modifiés notamment et nombre de pluie légèrement différent) pour mesurer l'impact des déversoirs d'orage sur le ruisseau des Torrières, la partie réseau est la même et prend en compte la construction du bassin de rétention, il est donc possible de comparer les résultats.
La création du bassin entraine une diminution du volume déversé environ 33 000 m3 avec le bassin contre environ 60 000 m3 sans le bassin.
Le plus gros contributeur au déversement est le déversoir d'orage 246 (environ 89%).
Il est à noter que l'ensemble des déversements se faisant actuellement dans la partie du cours d'eau à l'air libre est supprimé (déversoirs 248, 249, 250).
Ce scénario 2 est plus avantageux que le scénario 1 au regard du nombre de déversement et du volume déversé. L'impact sur le cours d'eau semble moindre.

3.2.4.6. Impact du projet sur l'écrêtement des pics d'apports d'eaux usées à la STEP

Cet impact n'a pas été étudié dans le cadre de cette étude car il dépendra fortement de la calibration des débits de fuite de l'ouvrage de rétention. L'ouvrage n'ayant pas de vannes, il n'y aura pas de fonctionnement par éclusées. On peut raisonnablement penser que dans ce scénario, l'écrêtement sera plus facilement maîtrisable.

3.2.5. Comparaison des 2 propositions du service étude

Cette partie reprend les principaux résultats au regard des débordements pour le ruisseau et du remplissage de l'ouvrage pour l'assainissement. Une comparaison est faite entre les 2 scénarii. Une synthèse plus générale des problématiques est ensuite proposée.

3.2.5.1. Pour la partie ruisseau

Le tableau 25 présente les différences de hauteur de débordement et les différences de vitesse d'eau entre le scénario 2 et le scénario 1. Si la valeur est positive le scenario 1 est avantageux, si elle est négative le scénario 2 est avantageux.

Pluie remarquable	Dates	Fréquence de retour	Variation des hauteurs de débordement en lit majeur dernier tronçon. Scénario 2 - scénario 1	Hauteur débordement lit majeur premier tronçon. Scénario 2 - scénario 1	Vitesse scénario 2- scénario 1
Hauteur totale moyenne	22/09/93	décennale au bout de 8h	- 6 cm	=	
Durée	01/05/02	annuelle	=	=	+0.16
	07/10/93	annuelle	=	=	
Intensité maximale en mm/h	04/08/04	décennale	+ 0.22	=	=
	09/09/02	décennale	+ 0.38	- 0.04	+ 0.05
	03/09/08	décennale	+ 0.09	+ 0.02	=
	06/08/07	> annuelle	+ 0.12	+ 0.1	=
	05/07/93	quinquennale	- 0.04	+ 0.11	+ 0.08
Durée et hauteur totale moyenne	15/04/05	annuelle	=	=	+ 0.07
	1/12/03	décennale au bout de 12h	- 0.05	=	- 0.73
Durée et intensité max sur 2 h	07/09/10	décennale au bout de 18h	- 0.06	+ 0.12	+ 0.17
Hauteur et intensité	12/11/96	centennale au bout de 8h	- 0.03	+ 0.11	
	15/09/06	centennale	+ 0.3	- 0.02	=
Pluie projet Q10			+0.33	+ 0.06	=
Pluie projet Q30			=	=	=

Tableau 25 : Comparaison entre les hauteurs de débordement des 2 scénarii

Il ressort de ces résultats que :

- Si l'intensité maximale sur 2 heures est supérieure à 16 mm/h et que l'intensité maximale sur 6 minutes est supérieure à 50 mm, c'est-à-dire pour les pluies de fréquence décennale le scénario 2 est défavorable au regard de la hauteur d'eau débordée sur le dernier tronçon. En effet, le niveau de crue est supérieur de 10 à 40 cm.
- Si l'intensité maximale sur 2 heures est inférieure à 16 mm/h ou s'il est supérieur à cette valeur et que l'intensité maximale est inférieure à 50 mm, c'est-à-dire pour les pluies de temps de retour inférieur à 10 ans, le scénario 2 est favorable car le niveau de crue est inférieure.
- Pour les intensités maximales sur 2 heures inférieures à 7.4 mm, les 2 scénarii sont identiques, il n'y a pas de débordement. Idem pour la Q30 et la Q100, les scénarios sont également identiques mais à cause des volumes importants débordés.

3.2.5.2. Pour la partie assainissement

Le scénario 2 est plus favorable puisque le volume de stockage est supérieur. L'ouvrage n'est en charge que pour 2 pluies (7/9/10 et 15/9/6) au lieu de 9 pour le scénario 1.

Au niveau de la mise en charge du réseau aval il n'y a pratiquement aucun changement puisque le scénario 2 n'évite qu'une mise en charge pour la pluie du 1/12/03.

3.2.5.3. *Synthèse globale*

Les tableaux ci-dessous comparent les deux scénarii en fonction de l'atteinte des objectifs initiaux (tableau 26) puis de points particuliers (tableau 27) : foncier, gestion du ruisseau et de l'ouvrage, ... Les cases colorées sont plutôt défavorables au scénario.

Les 2 scénarii répondent aux objectifs fixés, le second étant cependant plus performant.

Cible	Objectifs	Scénario 1 : bassin sous le lit	Scénario 2 : bassin sous le parking
Réseau d'assainissement	Stockage des eaux usées et écrêtement des débits	Oui pour le stockage, + ou - pour l'écrêtement des volumes	Oui meilleur que le scénario 1
	Limitation des volumes d'eaux usées rejetés au ruisseau	Oui	Oui, meilleur que le scénario 1
	Limitation des mises en charge du réseau	+ ou - selon les pluies	+ ou - selon les pluies
Ruisseau	Suppression de l'essentiel des débordements	Oui	Oui
	Réouverture du cours d'eau et amélioration du fonctionnement	Oui	Oui
	Cheminement piétonnier	Oui	Oui
Réseau d'assainissement et ruisseau	Intégration paysagère	Oui	Oui

Tableau 26 : Comparaison des 2 scénarii au regard de l'atteinte des objectifs

Au regard des points particuliers listés ci-dessous, le scénario 2 est plus intéressant que le scénario1.

Phases	Points particuliers	Scénario 1 : bassin sous le lit	Scénario 2 : bassin sous le parking
Préparatoire	Foncier	Achat du lit du cours d'eau et conventionnement pour l'accès sur le parking associatif aval	Achat du lit du cours d'eau, conventionnement pour l'accès sur le parking associatif aval et achat ou conventionnement de la parcelle de l'entreprise
Travaux	Gestion du ruisseau	Nécessité de maîtriser totalement l'écoulement du ruisseau pour construire le bassin	Possibilité de construire le bassin et le réseau sans maîtriser totalement l'écoulement du ruisseau
	Accès au chantier	Accès très restreint et chantier de construction du bassin entre deux murs	Accès plus aisé pour la construction du bassin
	Raccordement au réseau existant	Dans la galerie, à 45 m de l'entrée	Avant l'entrée de la galerie
	Pente du lit mineur	Nécessité d'une pente faible pour éviter des enfoncement du lit et découverture du bassin d'où	Pente plus forte car pas de risque de découverture d'un bassin sous-jacent, peu de seuils

		nombreux seuils	
		Bassin avec vannes, entretien des parties mobiles en plus de l'entretien courant	Bassin simple pas d'entretien de partie mobile
Gestion	Accès bassin	Accès limité en 3 points sur les 450 m du bassin	Accès en 2 points sur les 80 m du bassin
	Bassin	Bassin avec vannes, entretien des parties mobiles en plus de l'entretien courant	Bassin simple pas d'entretien de partie mobile
	Ruisseau	22 seuils à entretenir	3 ou 4 seuils à entretenir

Tableau 27 : Comparaison des 2 scénarii au regard de points particuliers

DETAIL ESTIMATIF

Cette partie reprend pour mémoire les estimations financières des études antérieures puis présente les estimations des 2 scénarii proposés par la direction de l'eau. Une comparaison des différentes propositions est ensuite donnée.

1. RAPPEL DES ESTIMATIONS DES ETUDES ANTERIEURES

1.1. SURDIMENSIONNEMENT DU COLLECTEUR AVAL DE LA RUE DES TORRIERES

Pour la partie assainissement, l'estimation du coût des travaux par Safège en 2007 est la suivante :

Désignation	Prix unitaire	Quantité	Prix € HT
Réseau gravitaire			
DN 2000 avec regards de visite	1 000 €/m	1 700	1 700 000 €
Divers			
Dépose de réseau existant	100 €/m	1 700	170 000 €
Création ou modification d'un raccordement entre deux réseaux	10 000 €/u	1	10 000 €
Création d'un déversoir d'orage	10 000 €/u	1	10 000 €
Modification d'un déversoir	5 000 €/u	4	20 000 €

d'orage			
Traversée de cours d'eau	100 000 €/u	2	200 000 €
Total			2 110 000 €
+ 25 % surcout intervention en milieu urbain dense			527 500 €
+ 20% divers			422 000 €
Total			3 059 500 €

Tableau 28 : Estimation financière surdimensionnement collecteur aval. Safège

1.2. CREATION D'UN BASSIN DE STOCKAGE RESTITUTION SUR EFFLUENTS UNITAIRES

Pour la partie assainissement, l'estimation du coût des travaux par Safège en 2007 est la suivante :

Désignation	Prix unitaire	Quantité	Prix € HT
Ouvrage de rétention,			
Bassin de rétention restitution sur effluents unitaires	600 €/m3	5 000	3 000 000 €
Divers			
Création ou modification d'un raccordement entre deux réseaux	10 000 €/u	1	10 000 €
Création d'un déversoir d'orage	10 000 €/u	1	10 000 €
Modification d'un déversoir d'orage	5 000 €/u	4	20 000 €
Total			3 040 000 €
+ 20% divers			608 000 €
Total			3 648 000 €

Tableau 29 : Estimation financière création d'un bassin de rétention. Safège

1.3. STOCKAGE EN RESEAU D'EFFLUENTS UNITAIRES

Pour la partie assainissement, l'estimation du coût des travaux par Safège en 2007 est la suivante :

Désignation	Prix unitaire	Quantité	Prix € HT
Réseau gravitaire			
DN 2000 avec regards de visites	1 000 €/m	2 500	2 500 000 €
Divers			
Dépose de réseau existant	100 €/m	2 500	250 000 €
Création ou modification d'un raccordement entre deux réseaux	10 000 €/u	1	10 000 €
Création d'un déversoir d'orage	10 000 €/u	1	10 000 €
Modification d'un déversoir d'orage	5 000 €/u	4	20 000 €
Total			2 790 000 €
+ 20% divers			558 000 €
Total			3 348 000 €

Tableau 30 : Estimation financière stockage en réseau. Safège

1.4. PARTIE RUISSEAU

Pour la partie aménagement hydraulique, l'estimation du coût des travaux par Sogreah en 2007 est la suivante :

Aménagement	Prix € HT avec divers et imprévus
Aval rue de la Vosne avec suppression du DN 1200 et remise ouvert	144 000 €
Aval de la rue de la Vosne avec suppression du DN 500 et remise à ciel ouvert	289 800 €
Total	433 900 €

Tableau 31 : Estimation financière aménagement hydraulique aval rue de la Vosne. Sogreah

2. ESTIMATIONS FINANCIERES DES PROPOSITIONS DU SERVICE ETUDE

Dans les coûts présentés, la réalisation du dossier loi sur l'eau, les acquisitions de terrain, les études topographiques complémentaires et géotechniques ainsi que les frais de maîtrise d'oeuvre ne sont pas comprises.

2.1. SCENARIO 1 : bassin de rétention sous le lit du ruisseau

Les estimations financières qui prennent en compte la création du bassin et la remise à air libre du ruisseau sont les suivantes :

Désignation	Prix unitaire	Quantité	Prix € HT
Nettoyage du terrain		Forfait	2 000
Démolition aval buse Armco	17.5 €	2 000 m3	35 000
Détournement du ruisseau		Forfait	50 – 84 000
Démolition chaussée et évacuation	3 €/m2	1 500 m3	1 800
Dépose et évacuation canalisation ruisseaux eaux usées	30 €/m	1 000 m	30 000
Réseau assainissement Temporaire (diam 400 mm)	100 €/m	550	55 000
Branchement particulier temporaire	75 €/unité	40	3 000
Fouille pour ouvrage	50€/m3	7 500 m3	375 000
Construction ouvrage	650€/m3	4 300 m3	2 795 000
Remblaiement	4€ /m3	4 500 m3	18 000
Construction du nouveau lit dont 22 seuils	200 €/m	500 m	100 000

Protection talus par caisson enrochements	1 000€/m	200 m	200 000
Piège à cailloux	3 000 €/u	3 u	9 000
Connexion dans la galerie	1 400 €/m	45 m	63 000
Modification réseau existant			15 000
Branchements particuliers	1 000/u	20	20 000
Construction pont	720 €/m3	60 m3	43 000
Total			**3 814 000 - 3 848 000**
+10% divers			381 400 - 384 800
TOTAL			4 195 400 - 4 232 800

Tableau 32 : Estimation financière scénario 1. Direction eau

2.2. SCENARIO 2 : bassin de rétention sous le parking

Les estimations qui prennent en compte la création du bassin et la remise à air libre du ruisseau sont les suivantes :

Désignation	Prix unitaire	Quantité	Prix € HT
Nettoyage du terrain		Forfait	2 000
Démolition buse Arrmco	17.5 €	2 000 m3	35 000
Détournement du ruisseau		Forfait	15 000
Démolition chaussée, parking, et évacuation	3 €/m2	3 300 m3	≈ 10 000
Dépose et évacuation canalisation ruisseaux eaux usées	30 €/m	1 000 m	30 000
Réseau assainissement en DN 600, terrassement, fourniture, pose			130 000
Fouille pour ouvrage	20 €/m2	5 500 m3	110 000
Construction ouvrage	500 €/m3	5 000 m3	2 500 000
Construction du nouveau lit	100 €/m	500 m	50 000
Protection talus	1 000€/m	200 m	200 000
Piège à cailloux	3 000 €/u	3 u	9 000
Modification réseau existant			15 000
Branchements particuliers	1 000/u	20	20 000
Construction pont	720 €/m3	60 m3	43 000
Total			**3 169 000**
+10% divers			317 000
TOTAL			3 486 000

Tableau 33 : Estimation financière scénario 2. Direction eau

3. COMPARAISON FINANCIERE DES PROPOSITIONS

La comparaison prend en compte les travaux d'assainissement et les travaux hydrauliques mais ne prend pas en compte la réalisation du dossier loi sur l'eau, de la déclaration d'utilité publique et de la déclaration d'intérêt général, les acquisitions de terrain, les études topographiques complémentaires et géotechniques et les éventuels frais de maitrise d'oeuvre.

Propositions	Coût en euros HT
Surdimensionnement du collecteur aval	3 493 400 coût 2007
Stockage en réseau d'effluents unitaire	3 781 900 coût 2007
Bassin de stockage rétention sous le lit du Ruisseau (scénario 1)	4 200 000 coût 2012
Bassin de stockage rétention sous le parking Rousseau (scénario 2)	3 486 000 coût 2012

Tableau 34 . Tableau comparatif des estimations financières

COMPARAISON GENERALE DES SOLUTIONS

Le tableau ci-dessous (tableau 35) présente les principales caractéristiques des propositions dans un objectif d'aide à la décision.

Situation actuelle				
Milieu naturel	Déversements au milieu naturels importants par les déversoirs de l'antenne des Torrières et du collecteur de berges. Altération de la qualité de l'eau			
Espaces publics et propriétés privées	Débordements eaux usées sur la voirie et les riverains			
Gestion patrimoniale du réseau	Mises en charge des réseaux et fragilisation			
Inondations	Inondations des logements collectifs aval rue de la Vosne et zone d'activité			
Environnement	Ruisseau sans vie			
Paysage, cadre de vie	Ruisseau sans valeur paysagère			
Situation future				
Descriptif du scénario	Surdimensionnement du collecteur aval	Stockage en réseau d'effluents unitaire	Bassin de stockage rétention sous le lit du Ruisseau (scénario 1)	Bassin de stockage rétention sous le parking Rousseau (scénario 2)
Volume de stockage	Environ 4 500 m3	Environ 4 500 m3	Inférieur à 4 000 m3	5 000 m3 et plus
Milieu naturel	Augmentation des rejets de temps de pluie à l'aval du ruisseau des Torrières	Diminution des déversements du système de Neuville à l'échelle annuelle		
Gestion patrimoniale des réseaux	Diminution des mises en charge	Diminution des mises en charge	Diminution des mises en charge	Diminution des mises en charge

Secteur protégé	Logements collectifs et zone d'activité	Logements collectifs et zone d'activité	Logements collectifs et zone d'activité	Logements collectifs et zone d'activité
Foncier	Pas d'acquisition	Pas d'acquisition	Acquisition du lit	Acquisition du lit et d'une parcelle chez l'entreprise Rousseau ou conventionnement
Contraintes techniques hydrauliques	Pas de contraintes particulières	Pas de contraintes particulières	Fortes contraintes de pente et en phase travaux (gestion des écoulements du ruisseau)	Pas de contraintes particulières
Risques particuliers après travaux	Pas de risque particulier	Pas de risque particulier	Risque de découverture de toit de l'ouvrage	Pas de risque particulier
Contraintes réglementaires	DIG, DUP dossier loi sur l'eau	DIG, DUP dossier loi sur l'eau	DIG, DUP dossier loi sur l'eau	DIG, DUP dossier loi sur l'eau

Tableau 35 : Comparaison générale des différentes solutions proposées