

Etude de lutte contre les coulées d'eau boueuses

Commune de Néewiller-Près-Lauterbourg

Août 2013

A68509/A



Rédigé pour :



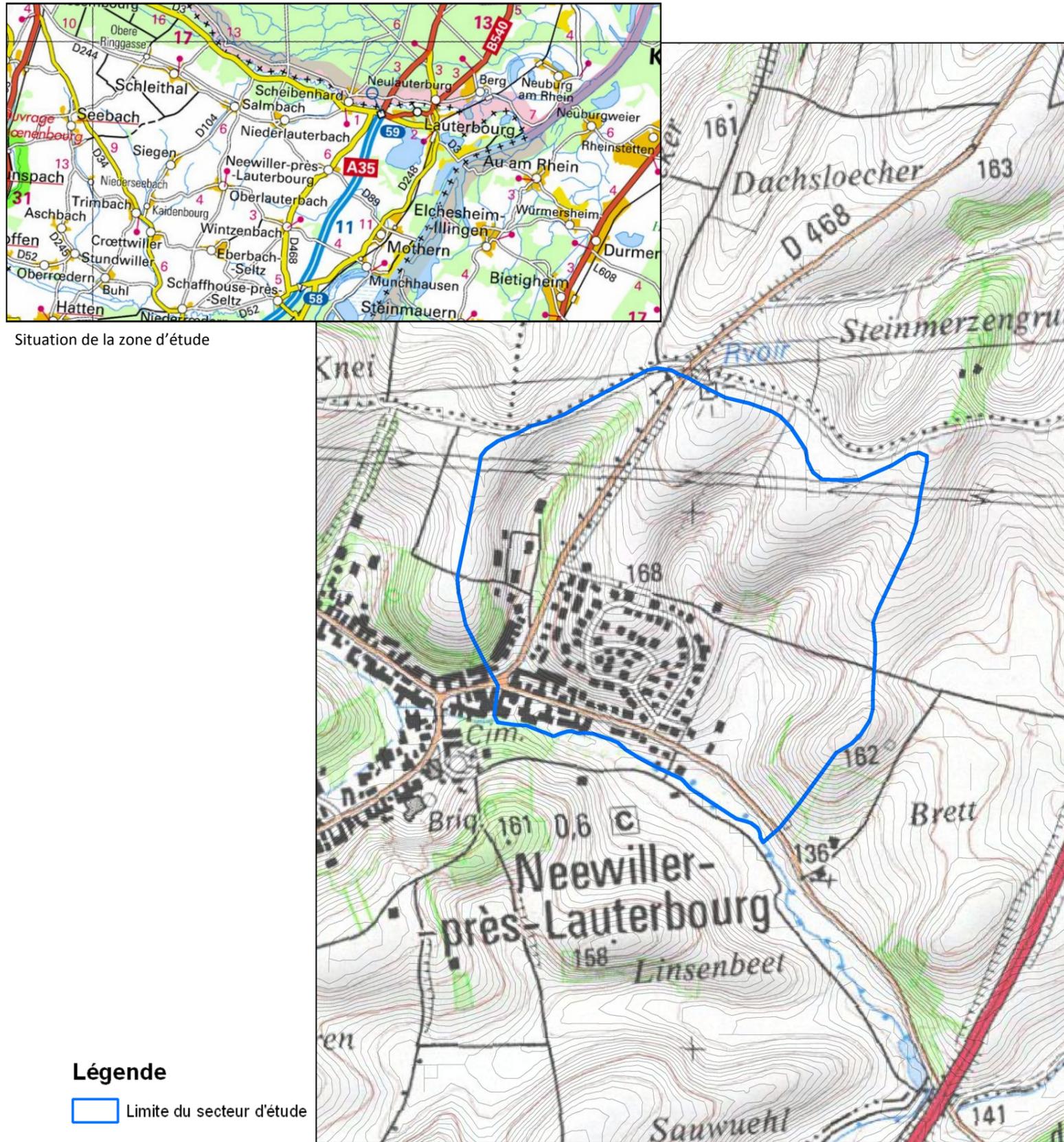
Commune de Néewiller-Près-
Lauterbourg
2, place Saint-Sulpice-les-Feuilles
67630 Néewiller-Près-Lauterbourg

Rédigé par:



AGENCE NORD EST
Equipe Environnement Rural et Agricole
Pole du Griffon, 80 rue Pierre Gilles de Gennes
02000 Barenton Bugny
Tel. 03 23 23 28 66

I. CONTEXTE	3	5. Caractéristiques techniques et financières.....	15
1. Périmètre	3	5.1. Hydraulique douce et collecteurs de ruissellement.....	15
2. Objectifs généraux de l'étude	3	5.2. Ouvrages hydrauliques et structurants	15
 II. ETAT DES LIEUX GÉNÉRAL			
1. Caractéristiques physiques	4		
1.1. Topographie	4		
1.2. Occupation du sol et hydrographie	4		
2. Caractéristiques environnementales	4		
2.1. Qualité des eaux	4		
2.2. Zonage du patrimoine naturel	4		
3. Caractéristiques climatiques	5		
3.1. Climat	5		
3.2. Caractéristiques des fortes pluies.....	5		
3.3. Arrêtés de catastrophe naturelle.....	5		
 III. DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE			
1. Fonctionnement du bassin versant	6		
2. Dysfonctionnements signalés	7		
3. Débits et volumes générés	9		
3.1. Capacité des ouvrages existants.....	9		
3.2. Estimation des coefficients de ruissellement	9		
3.3. Synthèse.....	9		
4. Synthèse du schéma hydraulique du bassin versant pour la modélisation de l'état des lieux	10		
 IV. SCHEMA D'AMÉNAGEMENT			
1. Schéma d'aménagement	11		
1.1. Objectifs	11		
1.1.1. Secteur Ouest (rue des Acacias)	11		
1.1.2. Secteur Est (zone à urbaniser)	11		
2. Estimation des volumes de stockage nécessaires	12		
2.1. Dimensionnement des ouvrages	12		
2.2. Analyse des résultats	12		
3. Synthèse du schéma hydraulique du bassin versant pour la modélisation de l'état aménagé.....	13		
4. Détail technique: Passage d'eau	14		



Situation de la zone d'étude

Plusieurs épisodes orageux de printemps et d'été (juillet 1995, juin 2003, juin 2012) ont été à l'origine de ruissellements, parfois sous la forme de coulées d'eau boueuse, s'organisant sur les versants dominant la commune de Néewiller-Près-Lauterbourg. Ces coulées d'eau boueuse débouchent sur les habitations, envasent les chaussées, traversent la commune, via le réseau d'assainissement des eaux pluviales et finissent leur course dans les cours d'eau, qu'elles peuvent contribuer à envaser.

Ces ruissellements peuvent alors être à l'origine de nuisances sur les biens et personnes, sur la qualité des eaux superficielles et plus généralement sur les milieux naturels en aval :

- impacts directs : ruissellements au débit de pointe dévastateur, envasement par apport de sédiments, perte en terre ;
- impacts indirects : pollution des eaux et des sols, réduction de la valeur foncière du patrimoine bâti.

1. Périmètre

Le périmètre de l'étude porte sur un bassin versant qui débouche notamment sur les parties urbanisées de la commune.

2. Objectifs généraux de l'étude

Les principaux objectifs de l'étude forment également les grandes étapes de la mission :

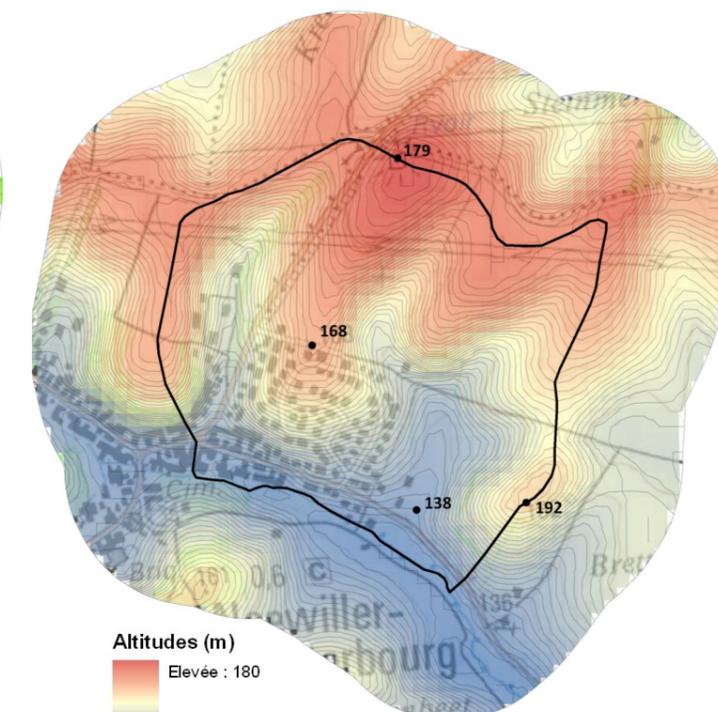
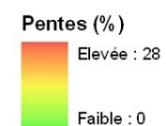
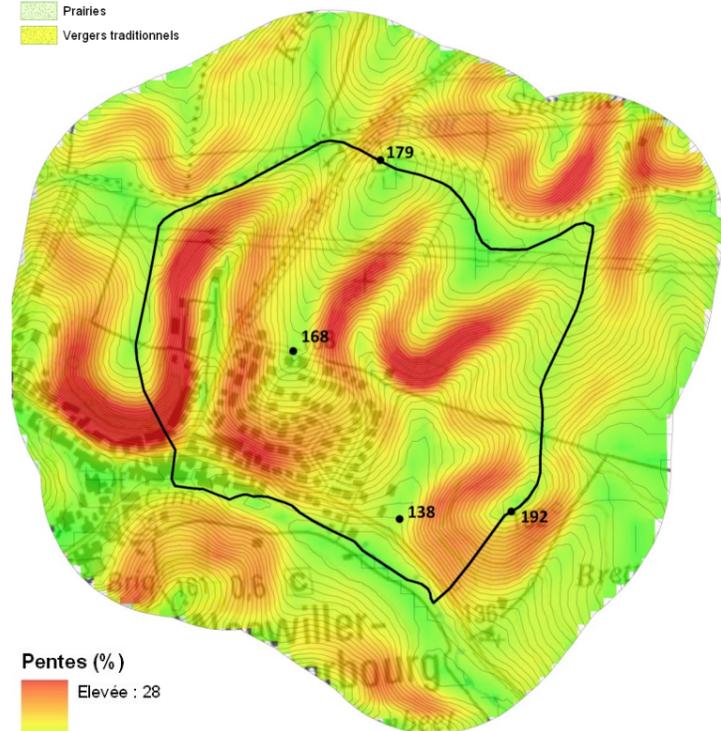
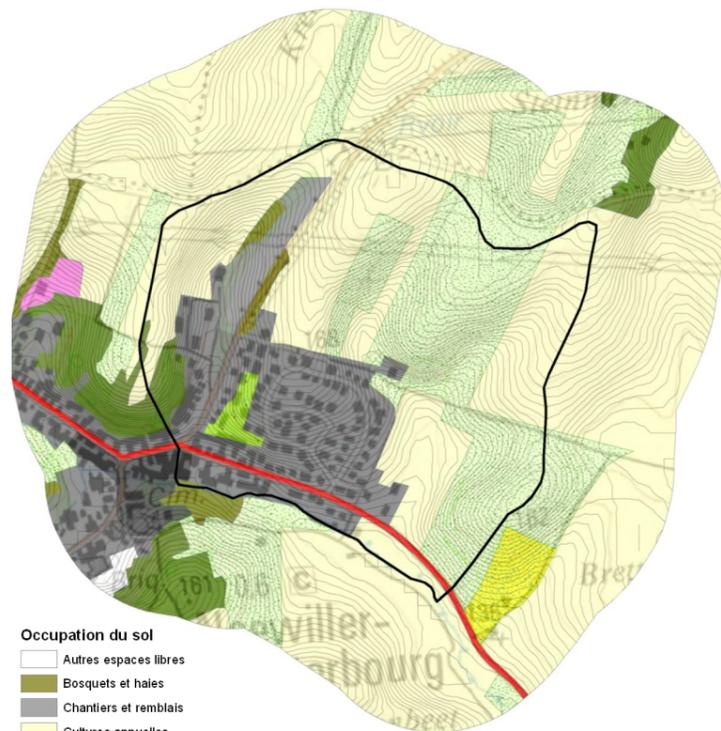
- détermination de l'aléa hydraulique sur l'ensemble du territoire concerné ;
- évaluation des enjeux et quantification des risques, résultant du croisement enjeux avec aléa ;
- élaboration du programme d'actions au stade APS, résultant d'une concertation avec les élus, exploitants agricoles et habitants ;
- proposition d'une programmation des travaux avec ordre de priorité ;
- chiffrage des travaux (investissement et entretien).



Vue du bassin versant en amont du village de Néewiller-Près-Lauterbourg

Légende

Limite du secteur d'étude



1. Caractéristiques physiques

1.1. Topographie

Le village de Néewiller-Près-Lauterbourg se situe à 168 m d'altitude de moyenne (altitude minimale : 138 m, au niveau de la route D89, altitude maximale : 192 m au niveau des crêtes, sur les plateaux cultivés ou en herbe).

Les pentes maximales (28%) sont rencontrées sur les versants.

Ce bassin versant rural trouve son exutoire à l'interface rural / urbain avec le village. Les vallées drainées par les cours d'eau intermittents convergent au niveau du village au niveau de la N363.

1.2. Occupation du sol et hydrographie

Le bassin versant étudié appartient au bassin versant élémentaire du Rhin (403 km²). Deux cours d'eau intermittent se rejoignent au niveau du bourg de Néewiller-Près-Lauterbourg pour confluer en un cours d'eau permanent se jetant dans la Schiffersbach au niveau de la N363. Elle se poursuit par la Kabach à hauteur de Mothern qui conflue avec le Rhin à la sortie du village.

L'occupation du sol montre des surfaces assez bien réparties entre terres cultivées, prairies et zones urbanisées. Des petits bois, pelouses et haies sont présents en limite ou enclavés dans le village.

2. Caractéristiques environnementales

2.1. Qualité des eaux

La Commune de Néewiller-Près-Lauterbourg est concernée par le SDAGE Rhin Meuse et plus précisément par le bassin versant du Rhin (FRCR4). Un aquifère est concerné : le système composite formé par les terrasses Pliocènes et Quaternaires, appartenant au Pliocène de Haguenau et à la nappe d'Alsace (FRCG001).

L'état écologique actuel du Rhin est mauvais et l'état chimique n'est pas bon. L'objectif du bon potentiel écologique est reporté à 2021 et celui du bon état chimique à 2027. Le Rhin est un axe migrateur prioritaire pour le Saumon. Le Rhin est une masse d'eau fortement modifiée (MEFM).

L'état des eaux souterraines, n'est pas bon d'un point de vue qualitatif, à cause d'une forte pression en nitrates et en produits phytosanitaires. L'objectif du bon état est reporté à 2027.

2.2. Zonage du patrimoine naturel

A 1 km à l'est se trouvent :

- La ZSC « Secteur alluvial Rhin-Ried-Bruch »;
- La ZICO et ZPS « Vallée du Rhin de Lauterbourg à Strasbourg »;
- La ZNIEFF II « Lit majeur du Rhin dans son cours supérieur entre Strasbourg à Lauterbourg »;
- La ZNIEFF I « 7030 »;
- Une Réserve biologique domaniale et forestière dirigée.

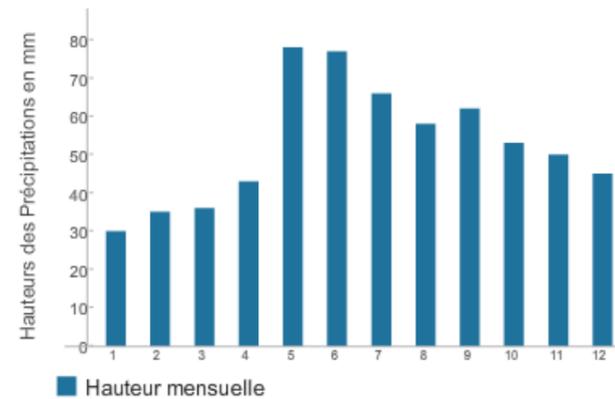
A 2 km au sud se trouvent :

- La ZICO et ZPS « Forêt de Haguenau »;
- La ZNIEFF II « Basse vallée de Seltzbach ».

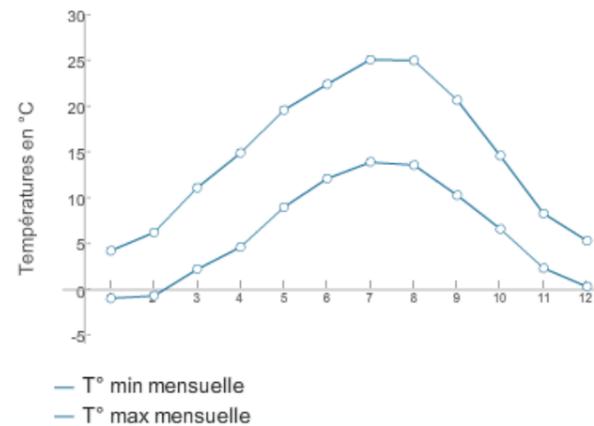
A 2 km au nord se trouvent :

- La ZSC « La Lauter »;
- La ZNIEFF I « 7111 »;
- L'Arrêté de Protection du Biotope « Cours inférieur de la Lauter »;
- La ZNIEFF II « La Basse vallée de la Lauter entre Lauterbourg et Wissembourg ».

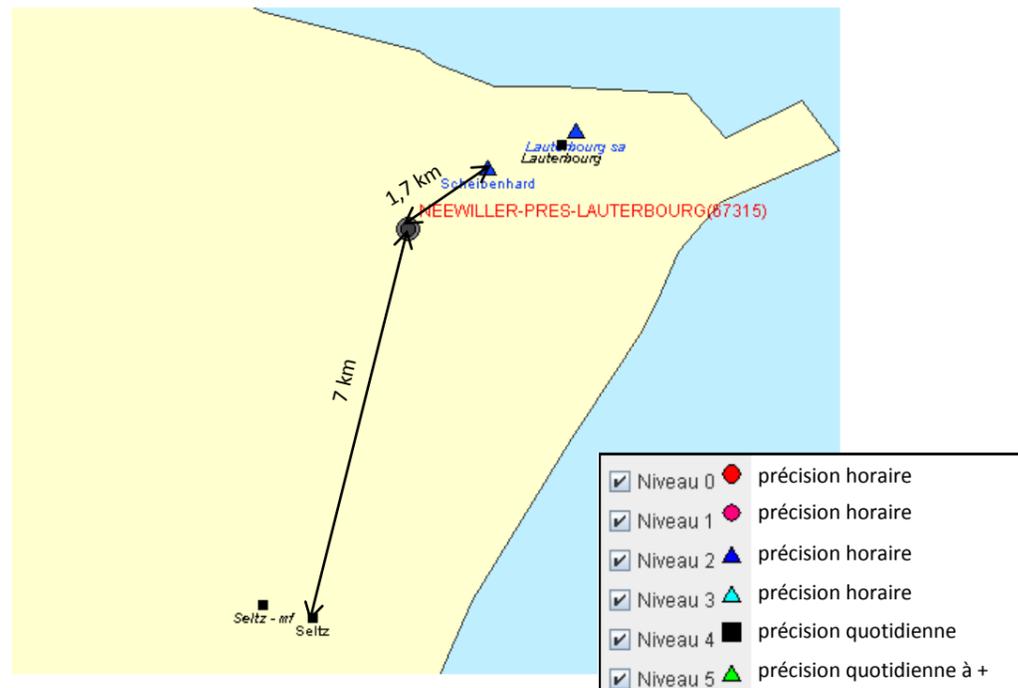
Normales mensuelles



Normales mensuelles



Stations Météo France sur la zone d'étude (source : géoportail et Météo France)



Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	22/05/1983	27/05/1983	20/07/1983	26/07/1983
Inondations et coulées de boue	27/05/1988	28/05/1988	24/08/1988	14/09/1988
Inondations et coulées de boue	22/07/1995	22/07/1995	26/12/1995	07/01/1996
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	03/06/2003	03/06/2003	23/09/2005	08/10/2005

Arrêtés de catastrophe naturelles sur le bassin versant étudié (source : PRIM.NET)

Commune de Néewiller-Près-Lauterbourg

Etude pour la lutte contre les coulées d'eau boueuses, A68509/A

3. Caractéristiques climatiques

3.1. Climat

La Commune subit les influences climatiques continentales et océaniques. Les hivers sont froids, et les étés chauds et orageux, avec des intersaisons brèves et une pluviométrie élevée (631,14 mm et 112 jours de pluie annuels pour la station de référence de Strasbourg Entzheim).

3.2. Caractéristiques des fortes pluies

Les caractéristiques des fortes pluies peuvent être évaluées à partir des analyses statistiques de la station météo France de Strasbourg Entzheim (1968-2008). Le tableau ci-contre présente les précipitations pour une pluie d'orage d'une heure (a et b coefficients de Montana).

	Pluie de 6 mn à 3 h		Pluie (mm)
	a	b	
5 ans	6,17	0,67	23,4
10 ans	6,99	0,67	27,2
20 ans	7,60	0,66	30,7
30 ans	7,83	0,65	32,5
50 ans	8,10	0,64	34,9
100 ans	8,27	0,63	37,9

3.3. Arrêtés de catastrophe naturelle

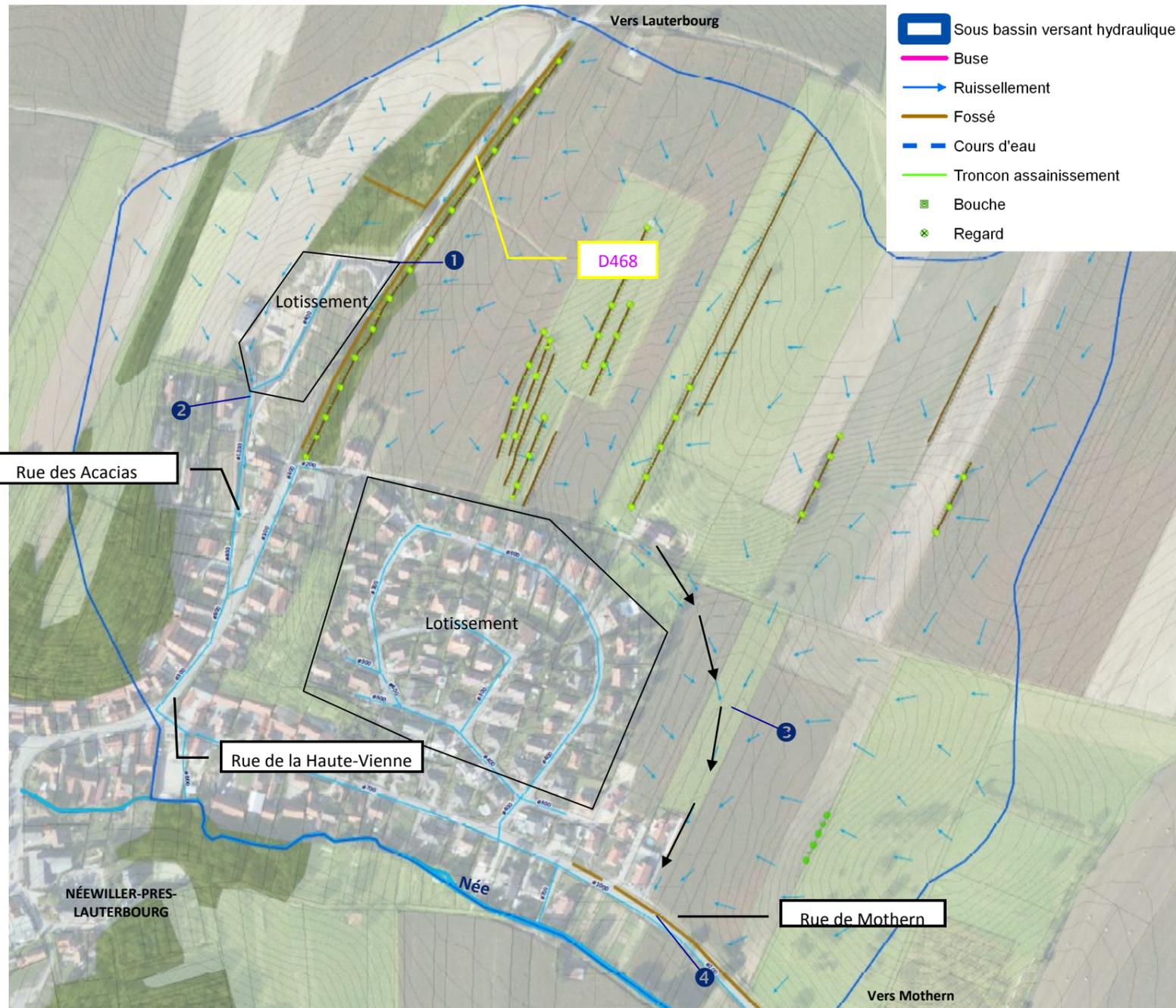
La Commune de Néewiller-Près-Lauterbourg est soumise au risque inondation et ruissellement par coulée de boue et par crue, et mouvement de terrain.

D'après la base de données des catastrophes naturelles, la commune de Néewiller-Près-Lauterbourg a connu 4 épisodes pluvieux exceptionnels (intensité plus que décennale) reconnus par un arrêté de catastrophe naturelle datant d'il y a moins de 20 ans :

- deux épisodes pluvieux de type orage de printemps-été (22/07/1995 et 03/06/2003) ;
- un épisode pluvieux hivernal : la tempête de décembre 1999 (toutes les communes françaises ont été touchées par l'événement) ;
- un autre épisode ne figure pas dans la liste des arrêtés de catastrophe naturelle mais a été signalé par des communes aux alentours : il s'agit de l'événement de juin 2012.

Le tableau ci-dessous récapitule les données Météo France disponibles aux postes météorologiques proches de la zone d'étude. Il s'agit d'orages de printemps-été. Par hypothèse, leur durée a été prise égale à 60 min. Aucune donnée n'a pu être disponible pour 2003.

Evènement	Hauteur de précipitation relevée au poste de Scheibenhard	Hauteur de précipitation relevée au poste de Lauterbourg	Période de retour estimée
22 juillet 1995		75,6 mm : 27,4 mm entre 13h et 14h, 12 mm entre 16h et 17h et 25,4 mm entre 21 et 22h	10 ans
3 juin 2003		Pas de donnée disponible	
2 juin 2008	20,4 mm : 18 mm entre 18h et 20h		
27 juin 2009	22,3 mm entre 16h et 17h		5 ans
6 mai 2010	23 mm		
26 mai 2010	22 mm		
9 juin 2010	22 mm : 15,5 mm en 1h		
29 juillet 2010	19,6 mm en 1h		
30 juin 2012	28,1 mm : 25 mm entre 21h et 22h		5 à 10 ans



1. Fonctionnement du bassin versant (cf. carte état des lieux)

La commune de Néewiller-près-Lauterbourg est implantée en fond de vallée du Née. Afin de protéger son territoire contre les inondations d'eau boueuse, un ouvrage de rétention dynamique à été construit en amont de la commune en 2009. Néanmoins, des désordres persistent au droit d'un bassin versant périphérique au Nord du bourg totalisant 40 ha.

Le fonctionnement hydraulique de ce bassin versant est relativement simple. De forme circulaire, il présente des versants courts (300 à 400 m) et très pentus, générant ainsi des écoulements rapides et de débits importants.

Le bassin versant comprend plusieurs petits sous-bassins généralement occupés en amont par plusieurs parcelles étroites allongées dans le sens de la pente. Les eaux ruisselant sur ces derniers convergent vers le réseau d'assainissement unitaire de la commune dont l'exutoire est le cours d'eau.

Les obstacles aux écoulements sont peu marqués à l'échelle du bassin versant, le bourg n'étant pas protégé par un espace boisé ou une zone de vergers. Seules quelques haies ayant résisté au remembrement et maintenues grâce aux surfaces équivalent topographique (SET), se tiennent en bordure de parcelles, au niveau de talus non cultivables. Leur intérêt est limité dans la mesure où elles sont implantées dans le sens d'écoulement des eaux.

Ainsi, les caractéristiques du bassin versant favorisent un transfert rapide des ruissellements depuis les zones de production (parcelles agricoles) vers le réseau d'assainissement. Il constitue un facteur aggravant aux phénomènes de coulées d'eau boueuses.

Actuellement, les eaux du bassin versant rural situé en amont de la D468 s'écoulent dans un fossé latéral à la route puis passent sous la départementale *via* une canalisation de diamètre 300 mm (1). Les eaux s'écoulant dans le nouveau lotissement au Nord, le long de la D468, sont dirigées vers des conduites busées de diamètre 400 mm. Deux zones tampons ont été créés sur cette branche du réseau afin de stocker temporairement les eaux. Elles se traduisent par la mise en place d'une buse de section 1200 mm et d'une buse de 800 mm intercalées entre les buses de 400 mm (2).

Les eaux en provenance de la partie Est du bassin versant rejoignent le talweg qui contourne le lotissement au Nord-Est du village (3 et 4). Les eaux de ce lotissement sont prises en charge *via* des conduites souterraines situés sous la voirie (diamètre 400) qui rejoignent la conduite de la Rue de Mothern.



2. Dysfonctionnements signalés

(cf. Carte n°101 Etat des lieux)

Lors de forts orages, les versants agricoles situés en amont du village produisent des ruissellements boueux pouvant provoquer en aval des désordres hydrauliques.

Les dégâts occasionnés recensés par la mairie comprennent une habitation inondée et des voiries inondées et souillées (dépôts de boue) ;

Les coûts pour les particuliers et les entreprises n'ont pas été évalués. Les services de la communes et les agriculteurs procèdent au nettoyage des rues.

Secteur Ouest (Rue des Acacias)

❶ une parcelle cultivée et labourée de forme allongée constitue la zone d'apport principal des eaux sur le sous-bassin versant Ouest. Une partie des eaux s'écoulant au droit de la D468 est dirigée via un fossé vers cette parcelle ;

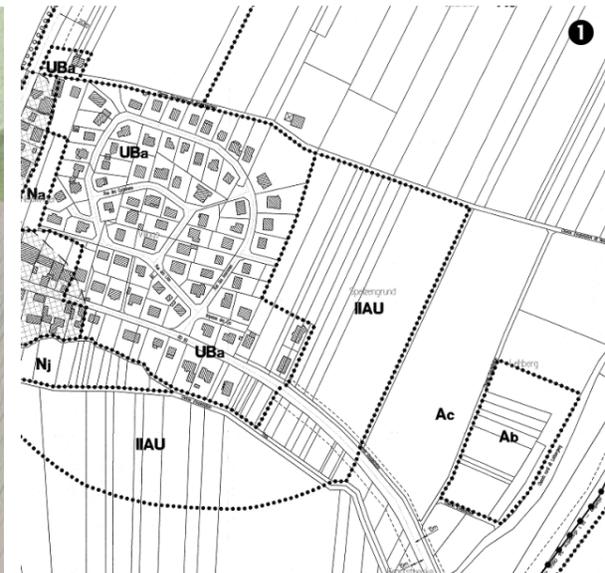
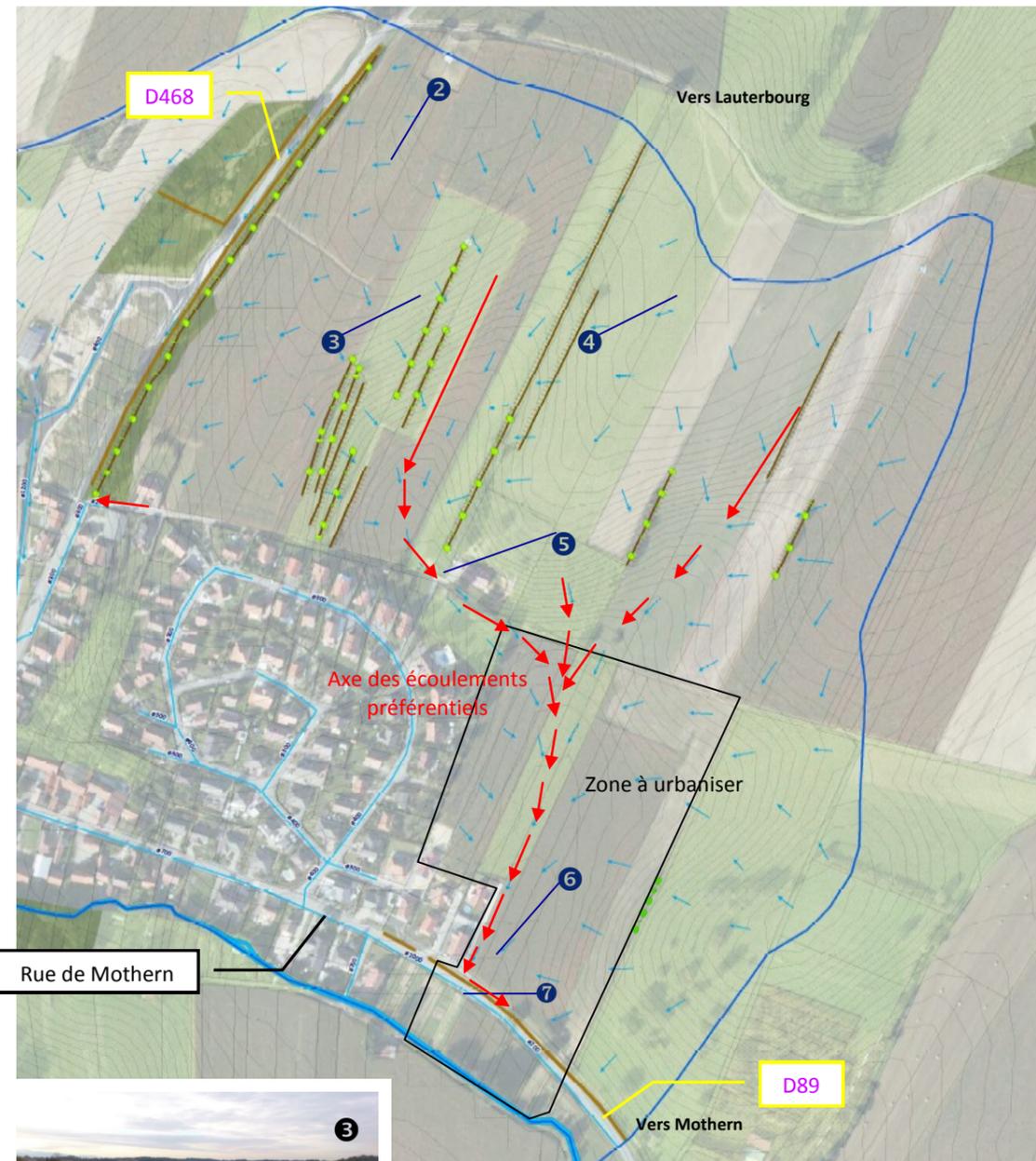
❷ l'eau sort de la parcelle au niveau d'un hangar agricole qu'elle longe dans un chemin de terre avant de déboucher sur la Rue des Acacias ;

❸ malgré la présence de grilles avaloir qui ont pour but de renvoyer l'eau vers le réseau unitaire de la commune, les écoulements s'effectuent principalement sur la chaussée (grilles rapidement bouchées par les apports de terre et autres matériaux charriés par les ruissellements). Les apports urbains latéraux sont également importants (rue perpendiculaire à la Rue des Acacias avec une pente marquée) ;

❹ à l'intersection avec la Rue de la Haute Vienne (D468), les eaux s'accumulent inondant les habitations situées aux n°1 et 3 Rue des Acacias, avant de s'engouffrer dans une arche équipée d'une canalisation. Delà, elles rejoignent un petit fossé, inondant au passage l'habitation située au n°7. Puis elles s'écoulent dans quelques passages busés dans les jardins, derrière les maisons de la Rue de la haute Vienne.

❺ les eaux poursuivent leur chemin vers l'aval en passant entre les murs des habitations numérotées 1 et 3 de la rue de Mothern. **Par le passé, elles s'écoulaient de manière diffuse vers la cour des fermes, en passant par l'ouverture arrière.** La canalisation évacuant ces eaux de l'autre côté de la rue de Mothern possède une capacité insuffisante, ce qui provoque l'inondation des deux habitations mentionnées, et le ruissèlement sur la voirie de la rue de Mothern. Elles rejoignent finalement la Née en s'écoulant entre les habitations n°10 et 12 de la même rue.





2. Dysfonctionnements signalés

(cf. Carte n°101 Etat des lieux)

Secteur Est (zone à urbaniser)

Le bassin versant Est fait l'objet d'un projet d'urbanisme. Le secteur est classé en zonage IUAU (1) : secteur à caractère naturel destiné à être ouvert à l'urbanisation. Une révision du PLU sera nécessaire pour que cette zone devienne constructible. Des mesures spécifiques devront être prises en compte dans le règlement du PLU modifié afin que les habitations ne soient pas susceptibles d'être inondées si des coulées d'eau boueuses se produisaient dans le talweg.

2 lors d'épisodes pluviométriques de forte intensité, les eaux ruissellent rapidement sur les pentes marquées des versants. Les écoulements sont d'autant plus rapides lorsque les sols cultivés en maïs sont laissés nus l'hiver puis labourés (partie Nord-Ouest du bassin versant très sensible). De même, les écoulements entraînent facilement les terres augmentant les Matières En Suspension ;

3 et 4 les parcelles allongées dans le sens de la pente sont occupées par des prairies ou des cultures (maïs, blé). Les limites de parcelles dans le talweg constituent les axes d'écoulement principaux.

5 les eaux provenant de l'Ouest se dirigent en bas d'une parcelle enherbée (parc à chevaux) et s'accumulent dans une petite dépression naturelle avant de rejoindre le fond de vallon principal via un chemin;

6 les ruissellements se concentrent au Nord-Est du lotissement actuel, au droit de la zone à urbaniser puis s'écoulent dans la parcelle labourée à proximité des dernières habitations à la sortie du village. On remarque la présence d'un muret bétonné le long de la voirie servant à protéger les maisons ;

7 l'eau se déverse ensuite dans un fossé longeant la route D89 en direction de Mothern dont le sens d'écoulement est Ouest-Est.

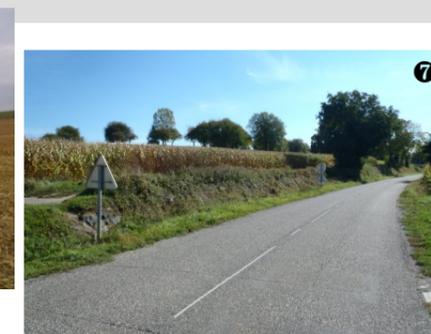
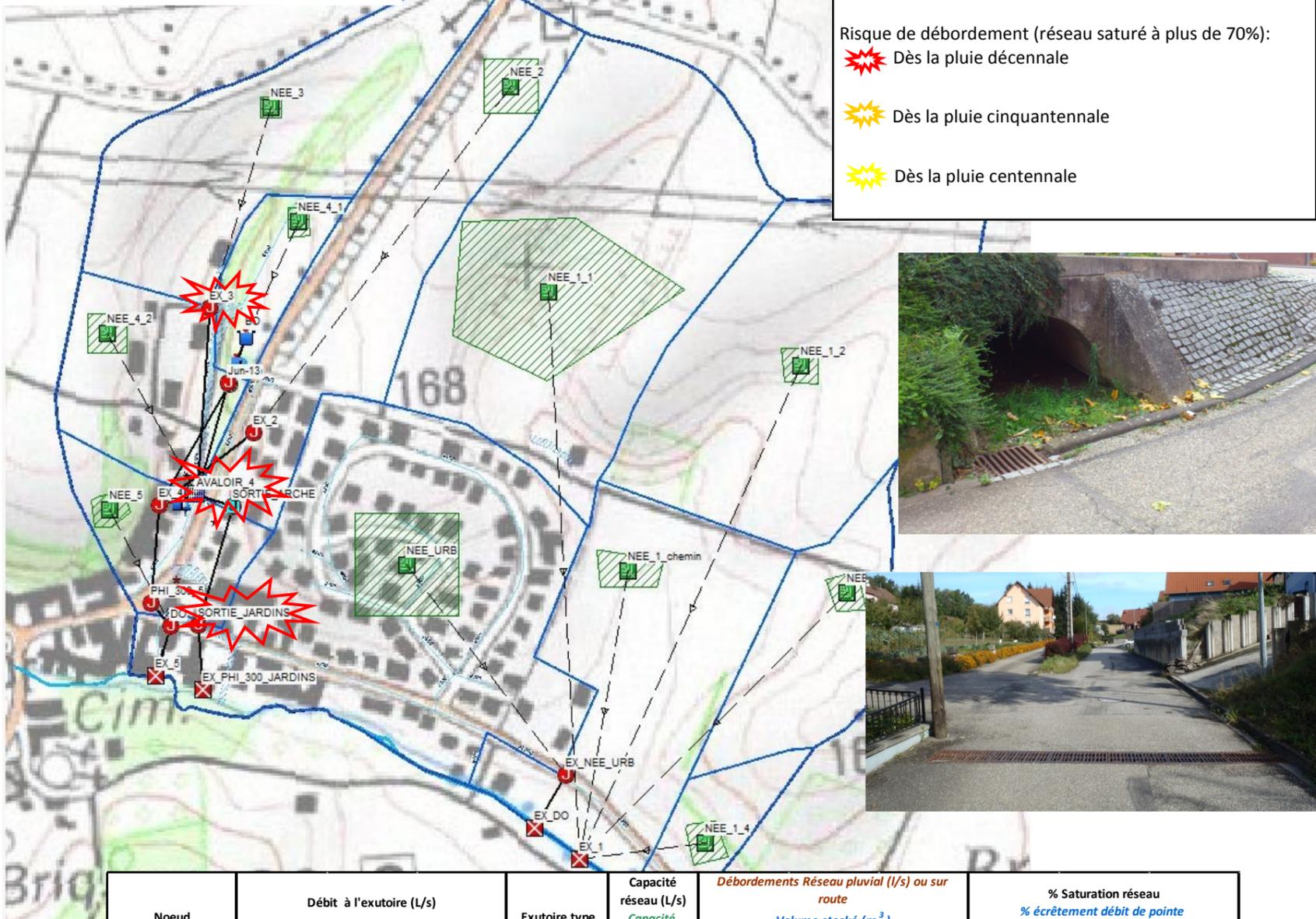


Schéma hydraulique modélisé (Storm and Sanitary Analysis)



LEGENDE

Risque de débordement (réseau saturé à plus de 70%):

- Dès la pluie décennale
- Dès la pluie cinquantennale
- Dès la pluie centennale

3. Débits et volumes générés

3.1. Capacité des ouvrages existants

La capacité du système de gestion des eaux pluviales a été évaluée à partir des données du SDEA, du SCAN25 de l'IGN et de la BD Topo (MNT). Le détail des hypothèses se trouve en annexe 2.

3.2. Estimation des coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement permettent de déterminer, pour une pluie donnée, pour une unité hydraulique donnée, la quantité d'eau qui va ruisseler sur une surface. Le coefficient de ruissellement moyen d'une unité hydraulique est la somme pondérée des coefficients de ruissellement unitaires déterminés suivant :

- le type de sol (texture) ;
- l'occupation du sol ;
- la pente locale des terrains ;
- le cumul pluviométrique.

Les coefficients de ruissellement pour les unités hydrauliques (cf. illustration ci-contre) sont reportés en annexe 1.

3.3. Synthèse

Le modèle Storm and Sanitary Analysis permet d'évaluer les débits et volumes arrivant en différents points de la commune (cf. Annexe 2). Les points identifiés comme problématiques servent à construire l'ossature du modèle hydraulique simplifié. Les résultats de la modélisation apparaissent dans le tableau ci-contre.

En résumé:

Trois dysfonctionnements sont observés dès la pluie décennale. Les débordements observés ne sont pas liés à une sous capacité des canalisations présentes sous la chaussée mais au sous-dimensionnement des équipements d'absorption présents le long de la rue (grilles avaloirs). La présence d'un écoulement boueux charriant des débris accentue encore plus le dysfonctionnement de ces équipements (présence de débris non pris en compte dans la modélisation).

- Le long de la Rue des Acacias (entre les nœuds « Ex_3 » et « Avaloir_4 »), l'écoulement de l'eau sur la voirie est provoqué, comme mentionné dans la diapositive 7, par une grille qui ne renvoie pas les eaux ruisselantes dans le réseau d'eaux pluviales.
- A l'intersection de la Rue de Acacias et de la D468 (Nœud « Avaloir_4 »): la grille présente ne renvoie pas suffisamment d'eau dans le réseau d'eaux pluviales; le surplus déborde et s'écoule dans une arche munie d'une canalisation puis dans les jardins .
- L'écoulement provenant de l'arche et s'écoulant dans les jardins débouche sur la rue de Mothern (nœud « SORTIE_JARDINS »). La canalisation reliant ce nœud au nœud « EX_PHI_300_JARDINS » présente une capacité hydraulique insuffisante, et l'écoulement déborde sur la voirie.

Noeud	Débit à l'exutoire (L/s)			Exutoire type	Capacité réseau (L/s) Capacité modifiée (L/s) Débit de fuite	Débordements Réseau pluvial (l/s) ou sur route Volume stocké (m ³)			% Saturation réseau % écrêtement débit de pointe		
	10 ans	50 ans	100 ans			10 ans	50 ans	100ans	10 ans	50 ans	100 ans
EX_3	40	80	90	ROUTE	-	40	80	90	>>100	>>100	>> 100
EX_BO	10	10	10	PHI_300	140	0	0	0	40 (*)	50 (*)	60 (*)
AVALOIR 4	80	130	150	GRILLE AVALOIR SUR PHI 300	30 AVALOIR 170 PHI 300	75	115	135	55	85	90
EX_4	90	140	160	PHI 300	170	0	0	0	55	85	90
EX_2	80	120	140	PHI 300	230	0	0	0	50 (*)	65 (*)	80 (*)
PHI_300_5	90	140	150	PHI 300	250	0	0	0	50 (*)	60	70
DO	130	190	200	PHI 800	1950	0	0	0	10	10	10
SORTIE_ARCHE	70	110	130	ÉCOULEMENT SURFACE LIBRE	-	0	0	0	-	-	-
SORTIE_JARDINS	70	110	130	PHI 300	70	0	40	60	100	>>100	>>100
EX_NEE_URB	270	350	380	PHI 700	1 030	0	0	0	30	35	40
EX_1	230	420	510	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) saturation due à une capacité insuffisante à l'aval

4. Synthèse du schéma hydraulique du bassin versant pour la modélisation de l'état des lieux

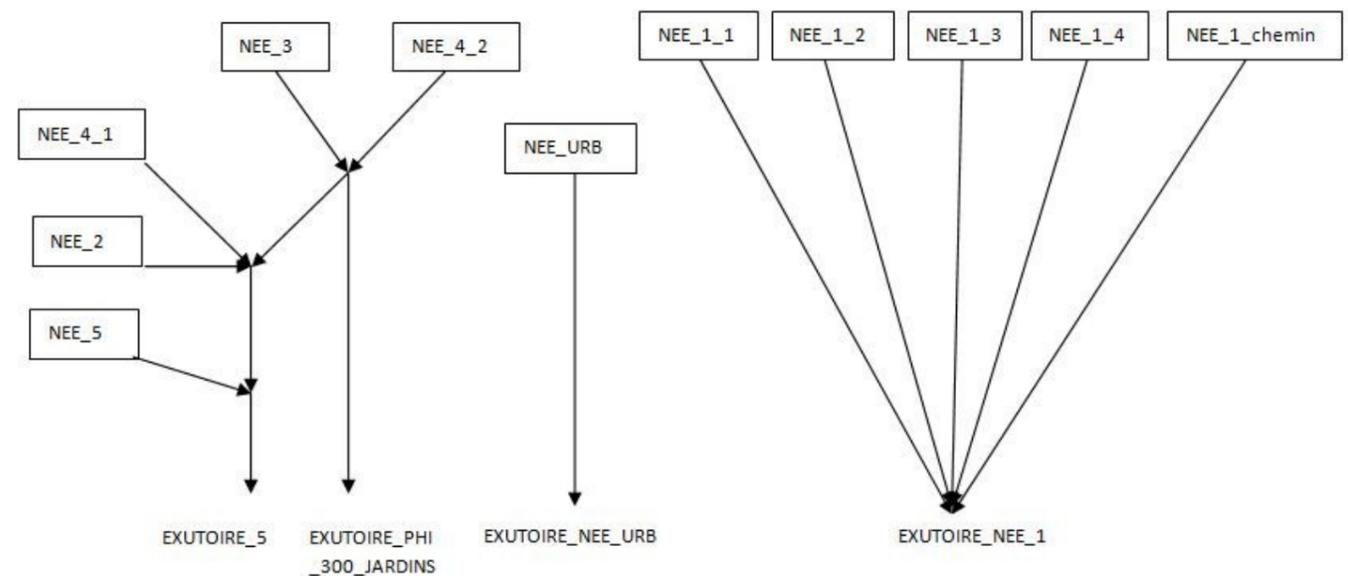
Le schéma ci-dessous donne une représentation simplifiée du fonctionnement hydraulique du bassin versant pour l'état des lieux. Seuls les sous bassins versants sont représentés.

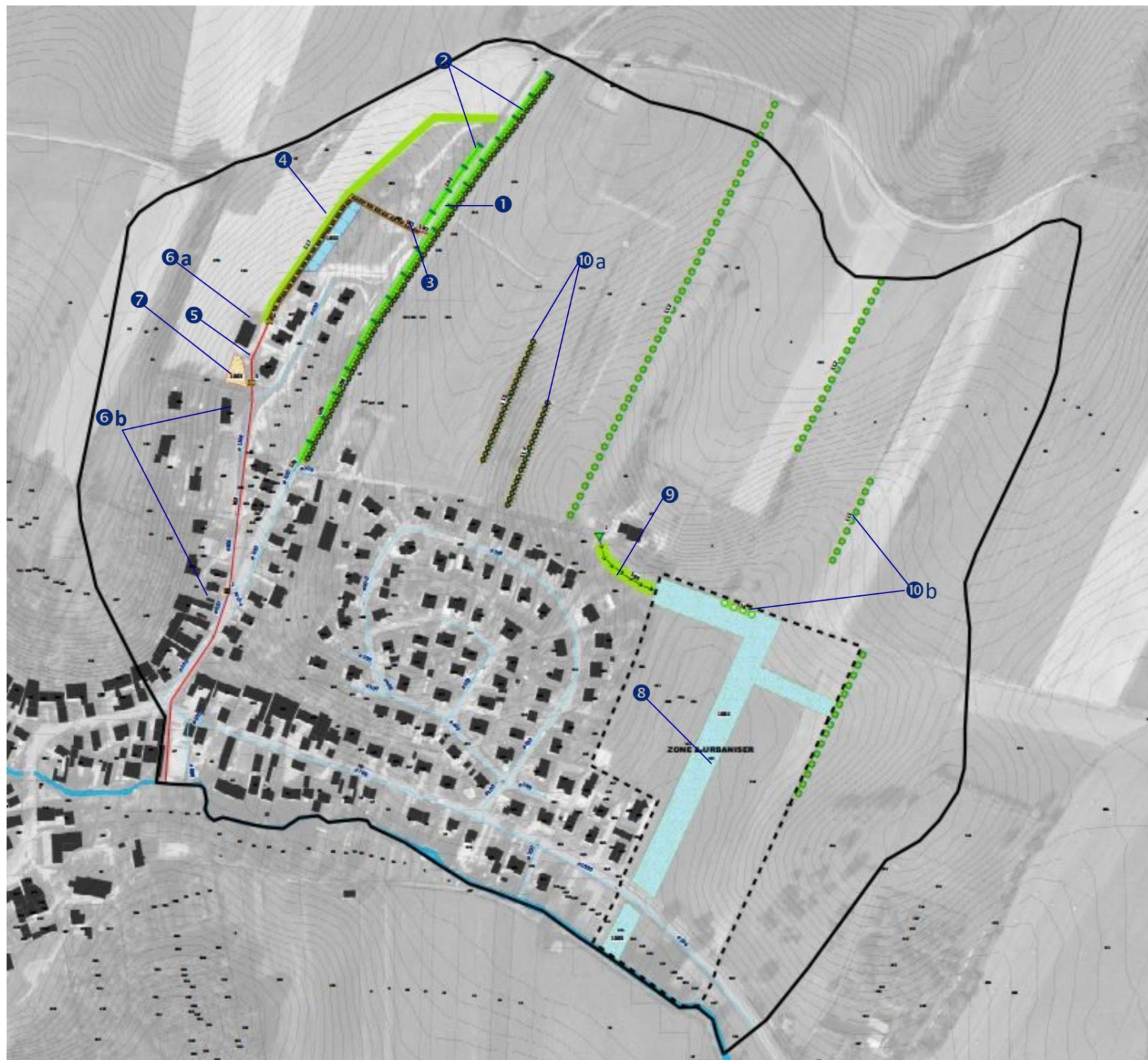
Il précise les relations amont-aval entre les sous bassins versants ainsi que la manière dont se combinent les hydrogrammes, en série ou en parallèle.

Le tableau ci-contre donne les caractéristiques principales de chaque sous bassin versant: surface, coefficient de ruissellement (pour les périodes de retour 10, 50 et 100 ans) et chemin hydraulique.



Sous bassin versant	Surface (ha)	Coefficient de ruissellement (%)			Chemin hydraulique (m)
		10 ans	50 ans	100 ans	
NEE_1_1	8.75	9.1	13.7	15.7	520
NEE_1_2	7.76	15.0	20.9	23.2	450
NEE_1_3	2.57	4.8	9.1	11.0	180
NEE_1_4	1.12	7.0	11.1	12.9	170
NEE_1_chemin	5.42	16.4	21.7	23.8	350
NEE_2	5.04	20.3	24.3	25.8	550
NEE_3	4.95	12.1	16.1	17.6	360
NEE_4_1	1.10	40.0	40.0	40.0	220
NEE_4_2	2.40	23.0	24.3	24.8	330
NEE_5	1.8	28.1	28.3	28.4	200
NEE_URB	9.16	40.0	40.0	40.0	470





1. Schéma d'aménagement (cf. Carte n°102 Schéma d'aménagement)

1.1. Objectifs

L'objectif du schéma d'aménagement est de proposer des solutions opérationnelles permettant de protéger le village des coulées d'eau boueuses constatées ou à venir. Les mesures proposées font appel aux techniques d'aménagement dit d'hydraulique « douce » par la mise en place de freins hydrauliques mais également d'ouvrages dits « structurants » permettant d'écarter les ondes de crues et de permettre aux réseaux Eaux Pluviales existants d'assurer le transit des eaux de ruissellement sans saturer.

1.1.1. Secteur Ouest (rue des Acacias)

Afin de réduire les inondations sur ce secteur, les aménagements suivants sont proposés :

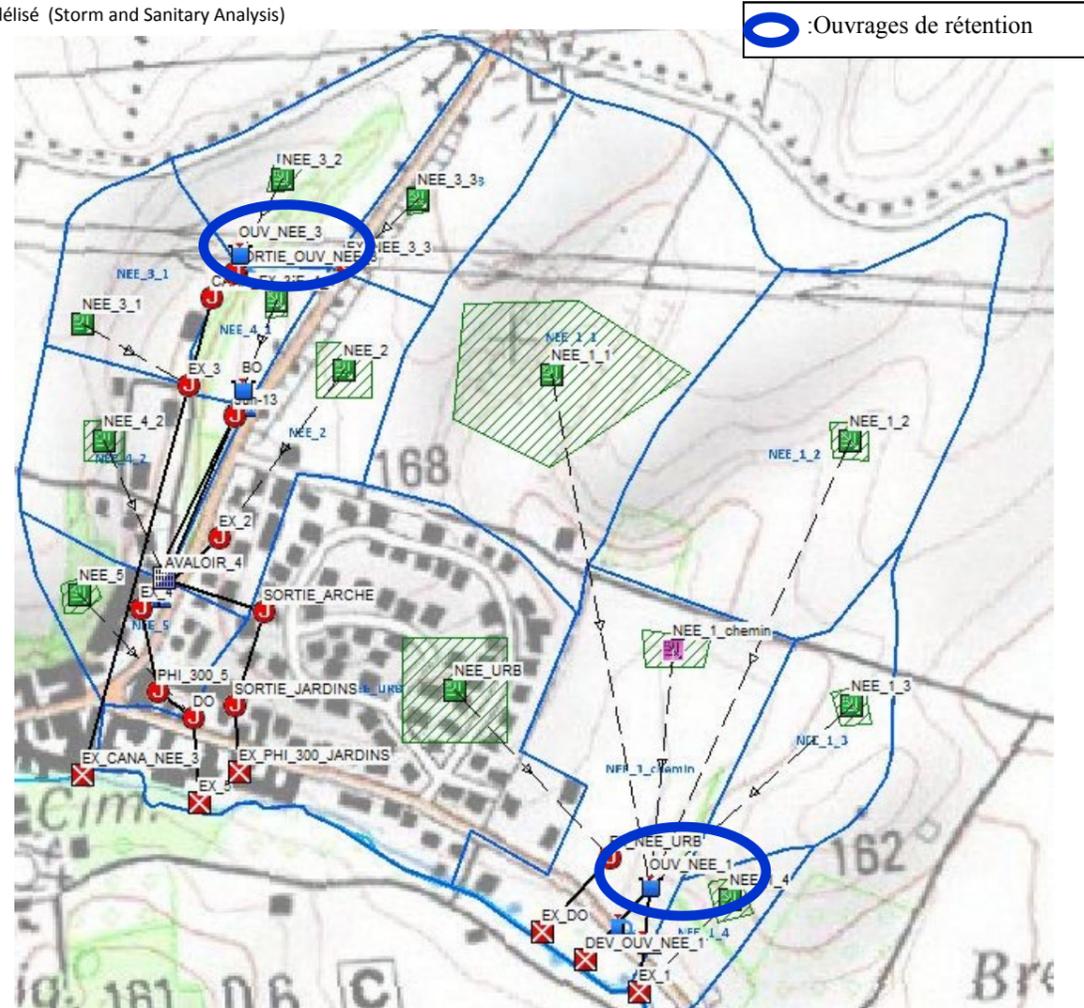
- Amélioration de la capacité de filtre du talus boisé le long de la D468 par regarnissage de la végétation (plantation d'arbustes) ① ;
- Ralentissement dynamique des eaux circulant le long de la D468 par mise en place de noues compartimentées ② ;
- Déconnexion d'une partie des eaux captées par la noue Est vers le fond de vallon principal via un fossé à redent ③ ;
- Mise en place d'une bande enherbée piégeant les sédiments dus à l'érosion et tamponnement des eaux par mise en place d'un ouvrage situé le long du bosquet existant, ④ et vidange via un fossé à redent ;
- Détournement des eaux provenant de l'amont directement vers la Née via une canalisation ⑤ et un dépierreur ⑥a ;
- Amélioration d'incorporation des eaux via un dépierreur supplémentaire et une grille avaloir ⑥b ;
- Remise en herbe d'un coin de parcelle, secteur préférentiel de sortie du ruissellement boueux ⑦ ;

1.1.2. Secteur Est (zone à urbaniser)

Afin de prévenir d'éventuels désordres sur le secteur, les aménagements suivants sont proposés :

- Mise en place d'un passage d'eau intégré au projet d'urbanisation (Cf. détail technique en 1.2) ⑧ ;
- Mise en place d'un chenal enherbé pour l'intégration des flux ruisselants dans le passage d'eau ⑨ ;
- Amélioration de la capacité de filtre des talus/haie existant le long des pentes par regarnissage de la végétation (plantation d'arbustes) ⑩a ;
- Mise en place de freins hydrauliques le long des versants par plantation de haie, et haie miscanthus ⑩b.

Schéma hydraulique modélisé (Storm and Sanitary Analysis)



:Ouvrages de rétention

2. Estimation des volumes de stockage nécessaires

2.1. Dimensionnement des ouvrages

L'ouvrage de rétention du secteur Ouest (OUV_NEE_3) permettra de réduire de 90% les débits centennaux en entrée de réseau de la rue des Acacias, soit environ 15 l/s. Directement relié au réseau existant via une canalisation, l'ouvrage sera également associé en aval à 2 dépierrés et une grille assurant une bonne incorporation des eaux dans une canalisation (dont l'exutoire direct est la Née) tout en maintenant celle-ci propre. La saturation de celle-ci sera alors de 10% en cas d'évènement centennal.

Le passage d'eau de la zone à urbaniser du secteur Est permettra d'ouvrir un nouveau secteur à l'urbanisme sans créer un risque d'inondation sur le secteur et tout en conservant le passage d'eau existant actuellement. L'ouvrage doit assurer sans débordement le transit des eaux au travers la zone mais également à son exutoire actuel (fossé le long de départementale). Un écrêtement de 90% du débit centennal (50l/s) assurera la vidange des eaux sans désordre hydraulique sur la zone ou en aval. De plus l'ouvrage peut également servir de bassin tampon aux eaux de ruissellement du lotissement crée (dimensionnement non pris en compte dans la présente étude).

2.3. Analyse des résultats

On note, pour les ouvrages proposés, les volumes à stocker suivants :

Secteur Ouest	Débit de fuite (l/s)	Volume de rétention selon pluie de projet (m ³)		
		10 ans	50 ans	100 ans
OUV_NEE_3	15	200	350	400
		10 ans	50 ans	100 ans

Secteur Est	Débit de fuite (l/s)	Volume de rétention selon pluie de projet (m ³)		
		10 ans	50 ans	100 ans
OUV_NEE_1 (passage d'eau)	50	800	1 700	2 100
		10 ans	50 ans	100 ans

A noter que les modélisations réalisées ne permettent pas de rendre compte de l'effet des aménagements d'hydraulique douce qui seront implantés en amont ni de l'impact de l'assollement concerté réalisé par les agriculteurs.

Ces freins hydrauliques sont susceptibles de diminuer encore les débits de pointe produits par les versants agricoles amont. Les études et modélisations réalisées sur l'impact d'aménagements de ce type montrent une diminution des débit de pointe de l'ordre de 20% à 50% (Cf. tableau ci-contre). L'efficacité étant décroissante avec l'intensité de la pluie.

Etat Aménagé	Noeud	Débit à l'exutoire (L/s) Débit en entrée d'ouvrage			Exutoire type	Capacité réseau (L/s) Capacité modifiée (l/s) Débit de fuite (l/s)	Débordements Réseau pluvial (l/s) ou sur route Volume stocké (m ³)			% Saturation réseau % écrêtement débit de pointe				
		10 ans	50 ans	100 ans			10 ans	50 ans	100ans	10 ans	50 ans	100 ans		
		EX_NEE_3_3	20	40			50	CANALISATION	-	-	-	-	-	-
OUV_NEE_3	50	80	100	OUVRAGE REGULATION	15	200	350	400	70	80	85			
EX_3	20	40	50	PHI400	390	0	0	0	5	10	10			
EX_BO	10	10	10	PHI400	140				30 (*)	35 (*)	40 (*)			
AVALOIR 4	40	60	60	GRILLE AVALOIR SUR PHI 300	30 AVALOIR 170 PHI 300	40	50	50	40	55	60			
EX_4	60	90	100	PHI 300	170	0	0	0	40	55	60			
EX_2	50	80	80	PHI 300	230	0	0	0	40 (*)	50 (*)	50 (*)			
PHI_300_5	60	90	100	PHI 300	250	0	0	0	40 (*)	50 (*)	25 (*)			
DO	100	140	150	PHI 800	1 950	0	0	0	5	10	10			
SORTIE_ARCHE	40	50	50	ECOULEMENT SURFACE LIBRE	-	0	0	0	-	-	-			
SORTIE_JARDINS	40	50	50	PHI 300	70	0	0	0	50	70	80			
EX_NEE_URB	270	350	380	PHI 700	1 030	0	0	0	30	35	40			
OUV_NEE_1	220	410	500	OUVRAGE REGULATION	50	800	1 700	2 100	75	90	90			

(*) saturation due à une capacité insuffisante à l'aval

3. Synthèse du schéma hydraulique du bassin versant pour la modélisation de l'état aménagé

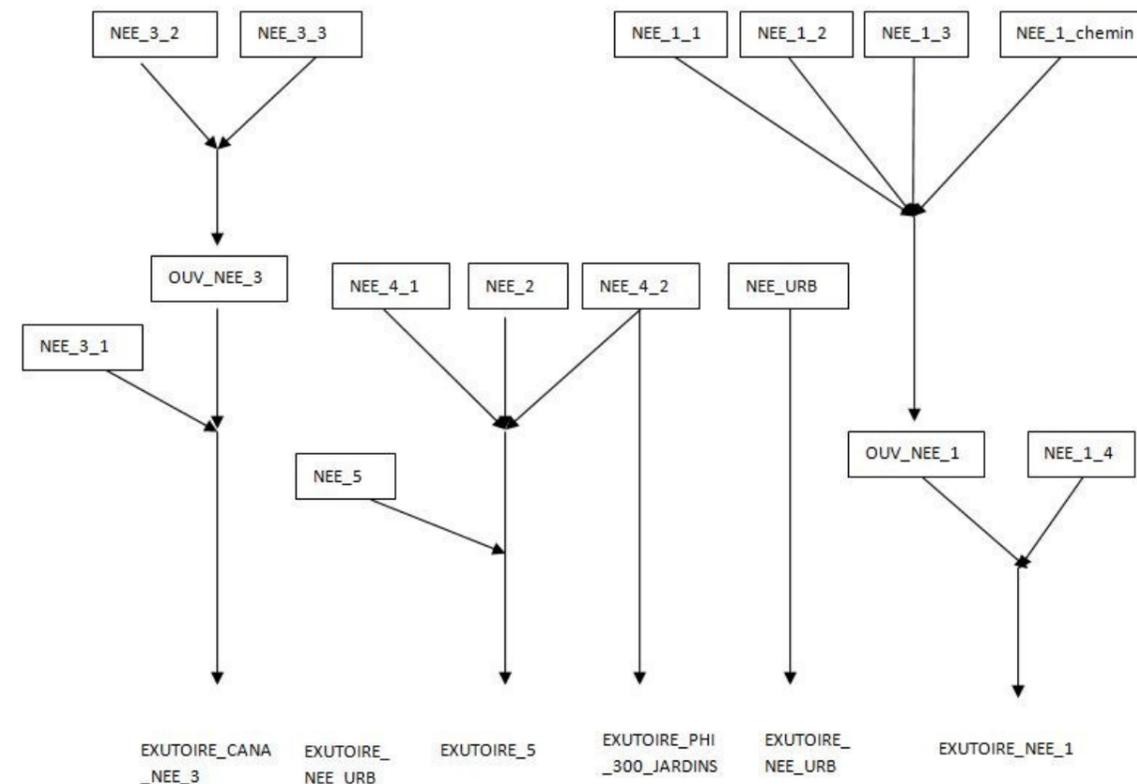
Le schéma ci-contre donne une représentation simplifiée du fonctionnement hydraulique du bassin versant pour l'état aménagé. Seuls les sous-bassins versants et les ouvrages de rétention (OUV_NEE_1 et OUV_NEE_3) sont représentés.

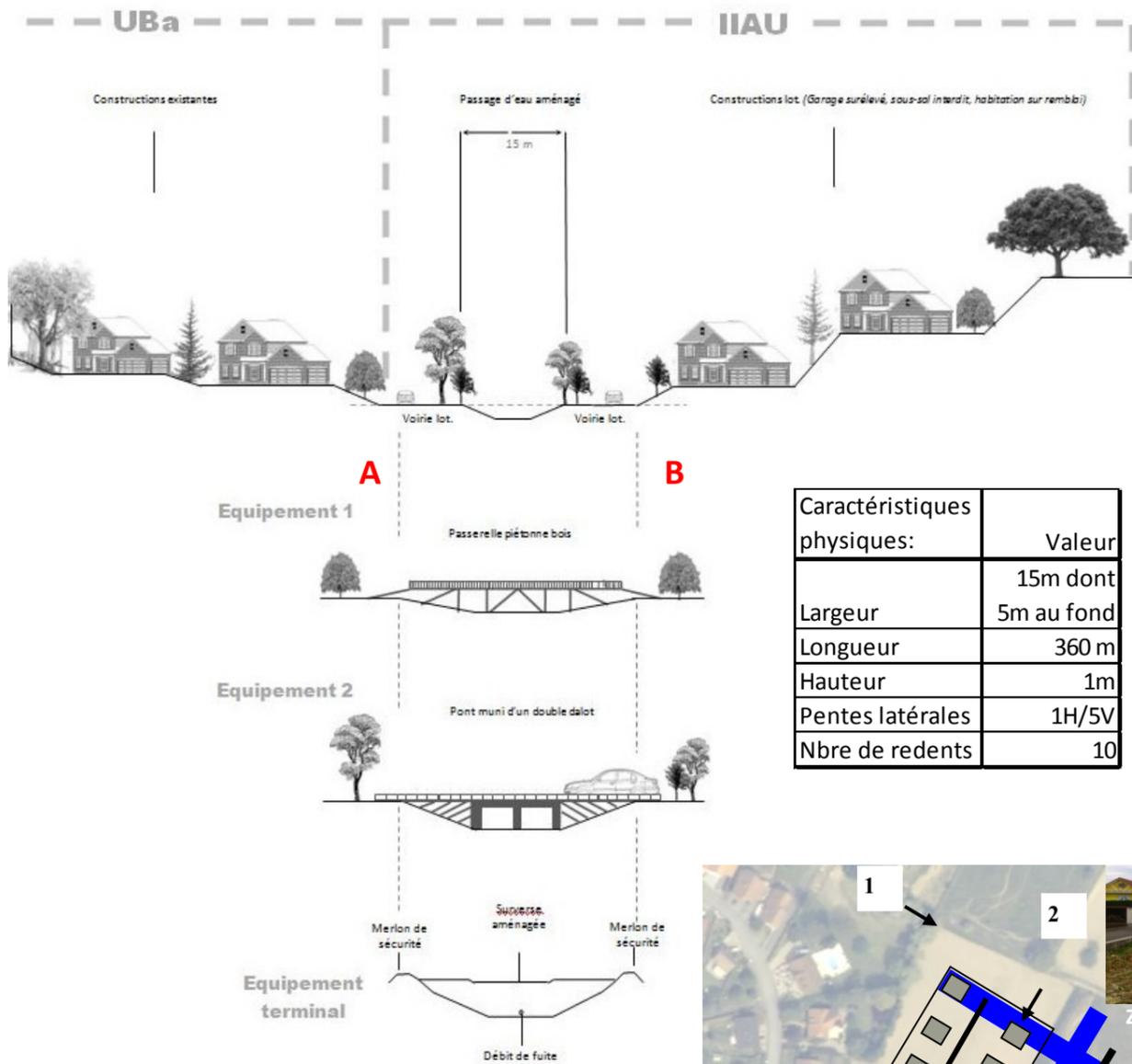
Il précise les relations amont-aval entre les sous-bassins versants ainsi que la manière dont se combinent les hydrogrammes, en série ou en parallèle.

Le tableau ci-contre donne les caractéristiques principales de chaque sous-bassin versant: surface, coefficient de ruissellement (pour les périodes de retour 10, 50 et 100 ans) et chemin hydraulique.



Sous bassin versant	Surface (ha)	Coefficient de ruissellement (%)			Chemin hydraulique (m)
		10 ans	50 ans	100 ans	
NEE_1_1	8.75	9.1	13.7	15.7	520
NEE_1_2	7.76	15.0	20.9	23.2	450
NEE_1_3	2.57	4.8	9.1	11.0	180
NEE_1_4	1.12	7.0	11.1	12.9	170
NEE_1_chemin	5.42	16.4	21.7	23.8	350
NEE_2	5.04	20.3	24.3	25.8	550
NEE_3_1	2.1	12.1	16.4	18.1	180
NEE_3_2	2.8	12.1	15.9	17.4	260
NEE_3_3	2.1	14.9	20.3	22.4	250
NEE_4_1	1.10	40.0	40.0	40.0	220
NEE_4_2	2.40	23.0	24.3	24.8	330
NEE_5	1.8	28.1	28.3	28.4	200
NEE_URB	9.16	40.0	40.0	40.0	470





2.4. Détail technique : Passage d'eau

Fonctionnalités:

Le passage d'eau est un ouvrage en herbe qui possède une double fonctionnalité: Il guide les eaux ruisselantes vers son exutoire au travers d'une zone urbanisée, ce qui permet de conserver et de maîtriser l'écoulement. La mise en place d'un ouvrage de régulation (voir schéma ci-contre) permet de stocker une partie des eaux tout en régulant le débit, assurant une prise en charge sans dysfonctionnement par le fossé le long de la départementale (exutoire actuel). Le débit de fuite de 50l/s permet d'écarter de 90% le débit centennal et correspond à un ratio de 2l/s/ha. Cela correspond aux volumes stockés suivants:

- Pour une pluie de période de retour de 10 ans: 800m³
- Pour une pluie de période de retour de 50 ans: 1 700 m³
- Pour une pluie de période de retour de 100 ans: 2 100 m³

Les apports en débits pour chaque « entrée » (1, 2 et 3 du schéma ci dessous) dans la future zone à urbaniser apparaissent dans le tableau ci-dessous.

De plus, en vue d'une future urbanisation de la zone, il est envisageable d'utiliser le passage d'eau comme ouvrage de tamponnement des eaux pluviales urbaines (dimensionnement non présenté dans la présente étude).

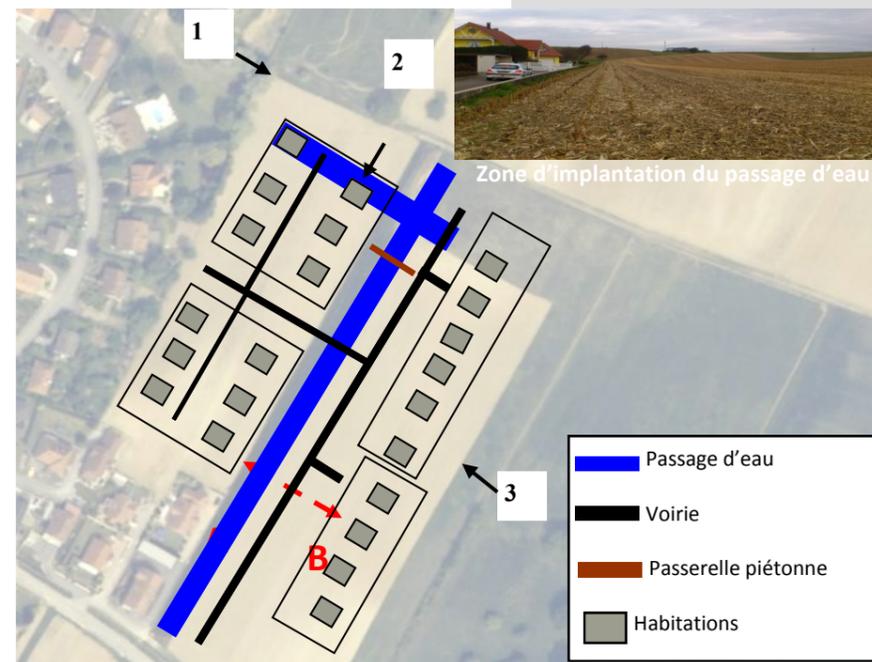
Caractéristiques physiques:

L'ouvrage est de forme trapézoïdale largement ouvert. Cette large section permet de faire passer un débit largement plus important que le débit centennal calculé (capacité 60 m³/s pour un débit centennal de 500 l/s), assurant ainsi une sécurité supplémentaire pour les futures constructions de la zone à urbaniser. Les caractéristiques figurent dans le tableau ci-contre:

Entrée	Débit à l'exutoire (L/s)		
	10 ans	50 ans	100 ans
1	60	120	150
2	90	160	190
3	10	20	30



Exemple de passage d'eau intégré à une zone urbaine



Aménagement possible de la future zone à urbaniser avec prise en compte du passage d'eau

Réalisation:

Deux options de réalisation sont possibles:

Une première « minimaliste » qui met en œuvre uniquement la réalisation du passage enherbé équipé de redents gabions, de l'ouvrage de régulation, et de l'enrochement à l'aval du rejet.

Une seconde qui, en plus de la première, propose d'autres aménagements connexes permettant une meilleure intégration dans un contexte urbain, tels que: un pont muni d'un double dalot, rendant possible le passage des véhicules, une passerelle piétonne en bois, l'implantation d'arbres le long du passage (à hauteur d'un arbre tous les 10 m).

Les figures ci-contre illustrent l'intégration possible du passage d'eau et des aménagements correspondant dans une zone urbaine.

3. Caractéristiques techniques et financières

Le schéma d'aménagement s'articule autour d'aménagements dits « hydraulique structurante » (ouvrage de rétention) et d'aménagements dits « d'hydraulique douce » et « collecteurs du ruissellement » (freins hydrauliques naturels ou artificiels) . **Le coût total de ces aménagements s'élève à environ 320 000 € pour la solution de base.** Ces montants ne prennent pas en compte les frais annexes liés aux dossiers réglementaires (DIG ,DUP, DLE) aux études géotechniques et de maîtrise d'œuvre de conception, ainsi que les levés de géomètres et acquisition des terrains.

3.1. Hydraulique douce et collecteurs du ruissellement

Les aménagements d'« **hydraulique douce** » se caractérisent par une mise en œuvre ne nécessitant pas de travaux de génie civil lourd, souvent aux moyens techniques simples dites de génie végétal. **Le coût de ces aménagements s'élève à environ 21 000 €HT.** Cependant, certains de ces aménagements sont susceptibles d'être pris en charge par les agriculteurs sans dépenses pour la collectivité. Les agriculteurs peuvent également disposer d'aides pour la mise en place et l'entretien de ces aménagements (MAET etc.).

Les « freins hydrauliques » visent à ralentir les écoulements par le végétal (herbe, branchage etc.), favorisant une sédimentation des particules solides les plus lourdes (sables et limons), piégeant également les flottants susceptibles de colmater les ouvrages, les buses et avaloirs en aval. L'objectif est de créer des ruptures linéaires sur le parcours du ruissellement, que ce soit sur les versants ou en fond de vallon, afin de ralentir les écoulements favorisant ainsi l'écrêtement des crues et la sédimentation des terres érodées.

Il s'agit :

- de remise en herbe;
- de haies (Miscanthus ou non) ;
- de talus plantés.

3.2. Ouvrages hydrauliques et structurants

Les ouvrages hydrauliques permettent la gestion des écoulements via des ouvrages hydrauliques légers mais nécessitant des travaux de génie civil. Il s'agit des canalisations, grilles, dépierrers, noues compartimentées, fossés à redents etc. **Le coût de ces aménagements s'élève à environ 300 000 €HT.**

Les ouvrages dits structurants sont les principaux ouvrages de rétention qui visent à diminuer les risques d'inondation identifiés, par un écrêtement des débits de pointe à un niveau acceptable par le réseau de collecte en aval. Il s'agit ici de l'ouvrage de rétention en amont de la rue des Acacias et du passage d'eau au niveau de la future zone urbanisée. **Le coût de ces aménagements s'élève à environ 133 000 €HT pour la solution de base, et à 183 000 €HT pour la solution comprenant les équipements urbains proposés au niveau du passage d'eau.**

Secteur	n° d'aménagement	Type	Dimensions	Unité	Prix Unitaire (€HT)	Coût Total (€HT)	Tranche (priorité)	Maîtrise d'ouvrage		Subventions	
								MO commune	AHD	Taux maximal envisageable	Organisme financeur
Est	1	Cassis	-	U	4 000	4 000	1	4 000		Taux modulé 60%	Conseil Général
	109	Chenal d'écoulement	65	m	25	1 650	1	1 650		Taux modulé + 20% 60%	Agence de l'eau
	110	Haie	137	m	17	2 350	2		2 350	Taux modulé + 20% 60%	Conseil Général
	111	Haie	85	m	17	1 450	2		1 450	Taux modulé + 20% 60%	Agence de l'eau
	112	Haie	171	m	17	2 900	2		2 900	Taux modulé + 20% 60%	Conseil Général
	113	Haie	413	m	17	7 000	2		7 000	Taux modulé + 20% 60%	Agence de l'eau
	114	Talus planté	97	m	25	2 450	2		2 450	Taux modulé + 20% 60%	Conseil Général
	115	Talus planté	118	m	25	2 950	2		2 950	Taux modulé + 20% 60%	Agence de l'eau
	116	Haie Miscanthus	290	m	7	2 050	2		2 050	Taux modulé + 20% 60%	Conseil Général
	1004	Passage d'eau*	-	m ²	-	100 000	1		100 000	Taux modulé jusqu'à 60% (voir selon projet)	Conseil Général Agence de l'eau
Ouest	2	Grille avaloir	sp	U	1 000	1 000	1	1 000		Taux modulé	Conseil Général
	3	Dépierrure	sp	U	10 000	10 000	2	10 000		Taux modulé	Conseil Général
	4	Dépierrure	sp	U	10 000	10 000	2	10 000		Taux modulé	Conseil Général
	101	Fossé à redents	181	m	25	4 550	1	4 550		Taux modulé	Conseil Général
	102	Canalisation	422	m	250	105 500	1	105 500		Taux modulé	Conseil Général
	103	Noue enherbée compartimentée	93	m	25	2 350	2	2 350		Taux modulé	Conseil Général
	104	Canalisation	9	m	250	2 250	2	2 250		Taux modulé	Conseil Général
	105	Noue enherbée compartimentée	404	m	25	10 100	2	10 100		Taux modulé	Conseil Général
	107	Canalisation	15	m	250	3 750	1	3 750		Taux modulé	Conseil Général
	108	Talus planté D458	401	m	25	10 050	2	10 050		Taux modulé	Conseil Général
	117	Bande enherbée	283	m	2.6	750	2		750	Taux modulé + 20% 60%	Conseil Général
	1002	Ouvrage de rétention	500	m ³	sp	32 500	1	32 500		Taux modulé jusqu'à 60% (voir selon projet)	Conseil Général Agence de l'eau
	1003	Remise en herbe	338	m ²	2.6	880	2		880	-	-
					Total (€HT)	321 000		300 000	21 000		

* prix pour la solution de base. L'intégration d'équipements urbains (passerelle, pont véhicule, plantations etc..) modifie l'estimation financière à environ 150 000 €HT