

Etude de lutte contre les inondations sur la commune de Salmbach

Rapport APS

A/89106C

Janvier 2018



Rédigé pour :



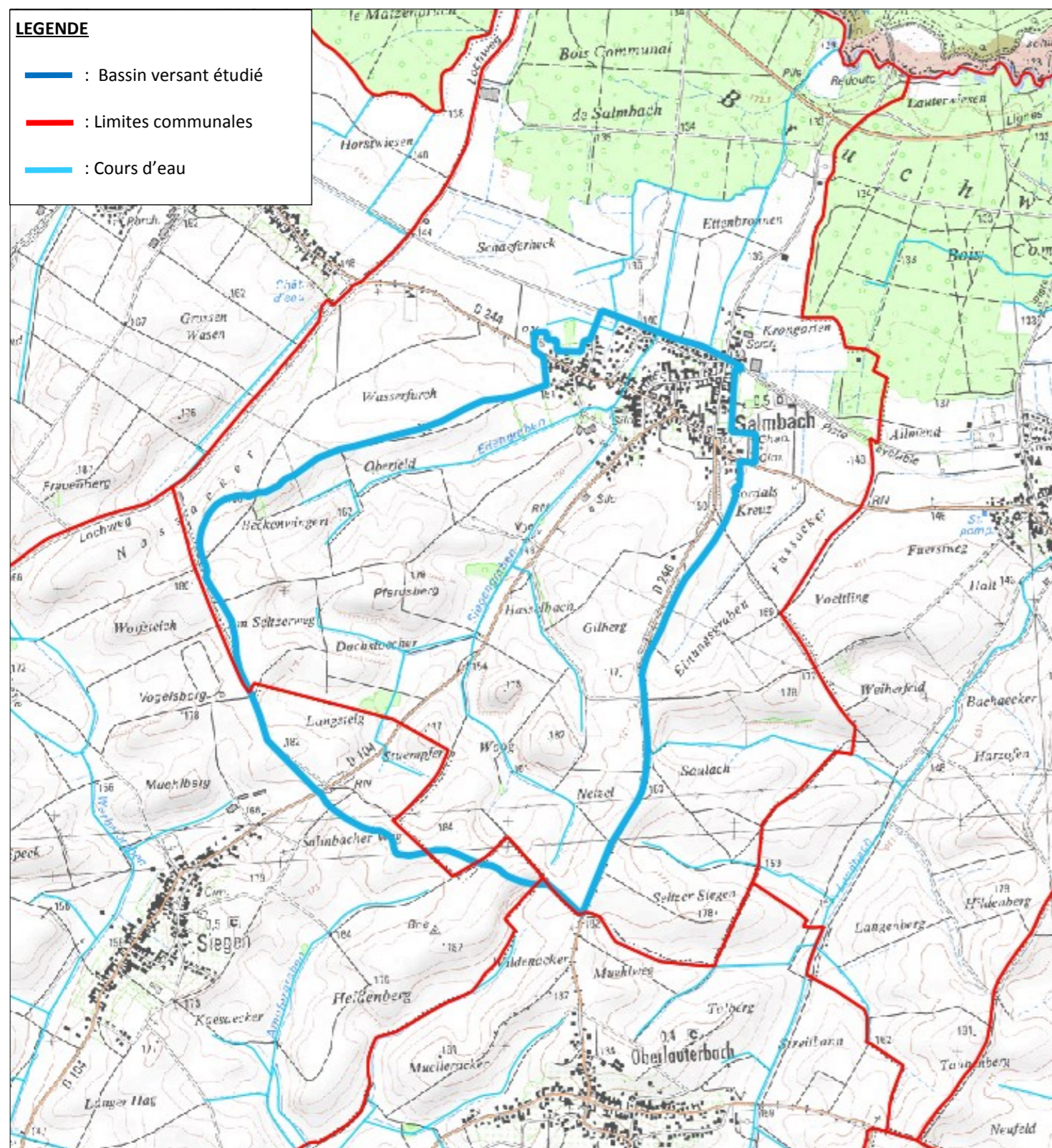
SDEA
1 Rue de Rome
67300 Schiltigheim
Tel. 03 88 19 29 19

Rédigé par :



DIRECTION REGIONALE NORD EST
Pôle INFRASTRUCTURES
35 rue René Cassin
51 430 Bezannes
Tel. 03 26 61 65 55

I. CONTEXTE	
1. Contexte.....	3
2. Périmètre	3
3. Objectifs généraux de l'étude.....	3
II. ETAT DES LIEUX GÉNÉRAL	
1. Caractéristique physiques.....	4
1.1. Hydrographie.....	4
1.2. Topographie	4
1.3. Géologie	4
1.4. Pédologie	4
1.5. Occupation du sol.....	4
2. Caractéristiques climatiques	5
2.1. Climat.....	5
2.2. Caractéristiques des fortes pluies	5
2.3. Arrêtés de catastrophe naturelle	5
III. DYSFONCTIONNEMENTS	
1. Dysfonctionnements signalés.....	6
IV . DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE	
1. Principes et méthodes de calculs	7
1.1. Capacité des ouvrages existants	7
1.2. Estimation des coefficients de ruissellement.....	7
2. Synthèse des calculs hydrauliques	8
V. SCHEMA D'AMENAGEMENT	
1. Généralités.....	9
1.1. Objectifs	9
1.2. Typologie d'aménagement.....	9
2. Actions proposées	10
2.1. Objectifs.....	10
2.2. Aménagements	10
3. Aménagements retenus.....	12
3.1. Tamponner les débits de pointe	12
3.2. Améliorer la capacité hydraulique des ouvrages de franchissement de voirie	12
3.3. Contrôler et guider les écoulements en cas de débordement au droit des ouvrages hydrauliques	12
3.4. Renaturer les linéaires anthropisés des cours d'eau	12
3.5. Protection rapprochée des habitations	12
4. Dimensionnement des ouvrages	13
4.1. Estimation des volumes de stockage nécessaires	13
4.2. Caractéristiques de l'aménagement.....	13
4.3. Synthèse du schéma hydraulique du bassin versant pour la modélisation de l'état aménagé	13
4.4. Détails techniques	14
5. Caractéristiques techniques et financières	15
6. Aménagements préconisés pour supprimer les désordres hydrauliques résiduels	15



1. Contexte

La commune de SALMBACH a connu un épisode d'inondation boueuse majeur courant printemps 2016. La zone urbanisée du village se situe en aval de deux bassins versants agricoles. Deux cours d'eau intermittents (Erlengraben et Siegenraben) drainent ces surfaces et convergent à hauteur du village. La traversée de ce dernier s'effectue via plusieurs coudes hydrauliques, passages resserrés et ouvrages souterrains, avant de gagner en aval la plaine alluviale de la Lauter.

Lors d'évènements pluvieux intenses, les surfaces cultivées amont produisent des débits importants et chargés en sédiments. Les différents points de contraintes du village saturent rapidement et des débordements importants sont observés, provoquant l'inondation de plusieurs rues et habitations.

Ces ruissellements sont 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 aux débits de pointe dévastateurs, envasement par apport de sédiments, perte en terre ;
- impacts indirects : pollution des eaux et des sols, réduction de la valeur foncière du patrimoine bâti.

2. Périmètre

Le périmètre d'étude correspond aux bassins versants du ERLENGRABEN et du SIEGENGRABEN, situés entre les communes de Salmbach et Siegen, depuis la tête de bassin jusqu'à l'exutoire en sortie immédiate de la zone urbaine de Salmbach.

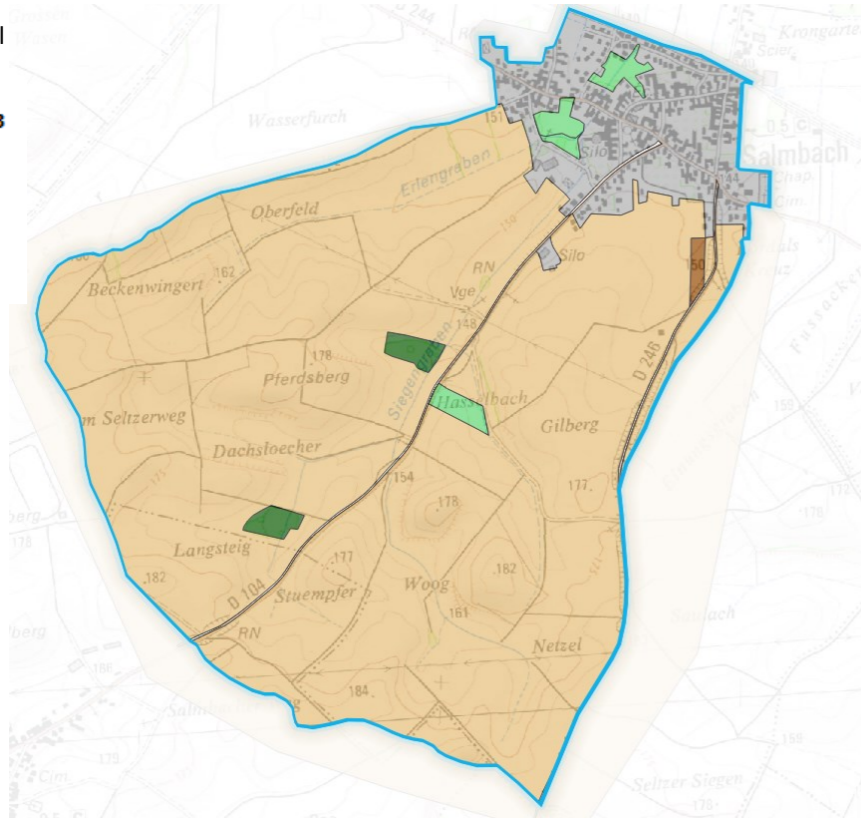
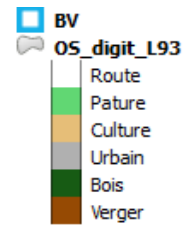
3. Objectifs généraux de l'étude

- réaliser une étude hydrologique et hydraulique des secteurs concernés ;
- identifier les enjeux et quantifier leur risque au regard du phénomène d'inondation boueuse ;
- concevoir un schéma d'aménagement au stade APS des travaux rendus nécessaires et de tout autre dispositif permettant de limiter la vulnérabilité ;
- quantifier le coût des travaux et entretiens du programme proposé ;
- mettre à disposition un outil d'aide à la décision (analyse de scénarios).

Secteur d'étude (source : géoportail)

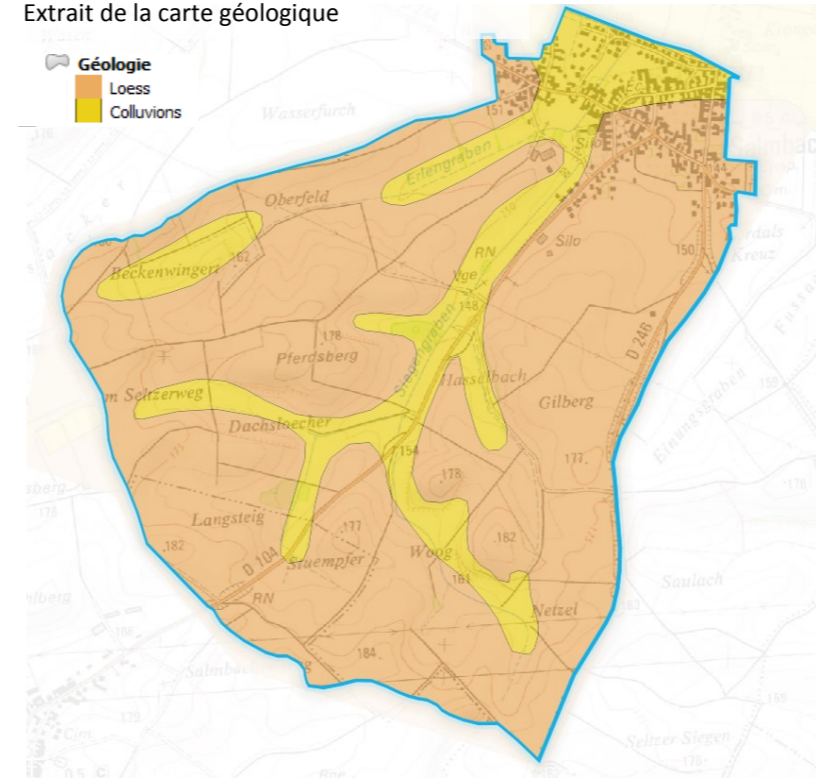
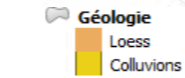


Occupation du sol



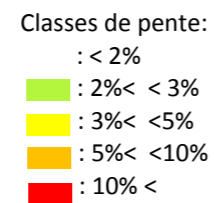
(source: observations terrain + géoportail)

Extrait de la carte géologique



(source: BRGM)

Carte Altimétrique



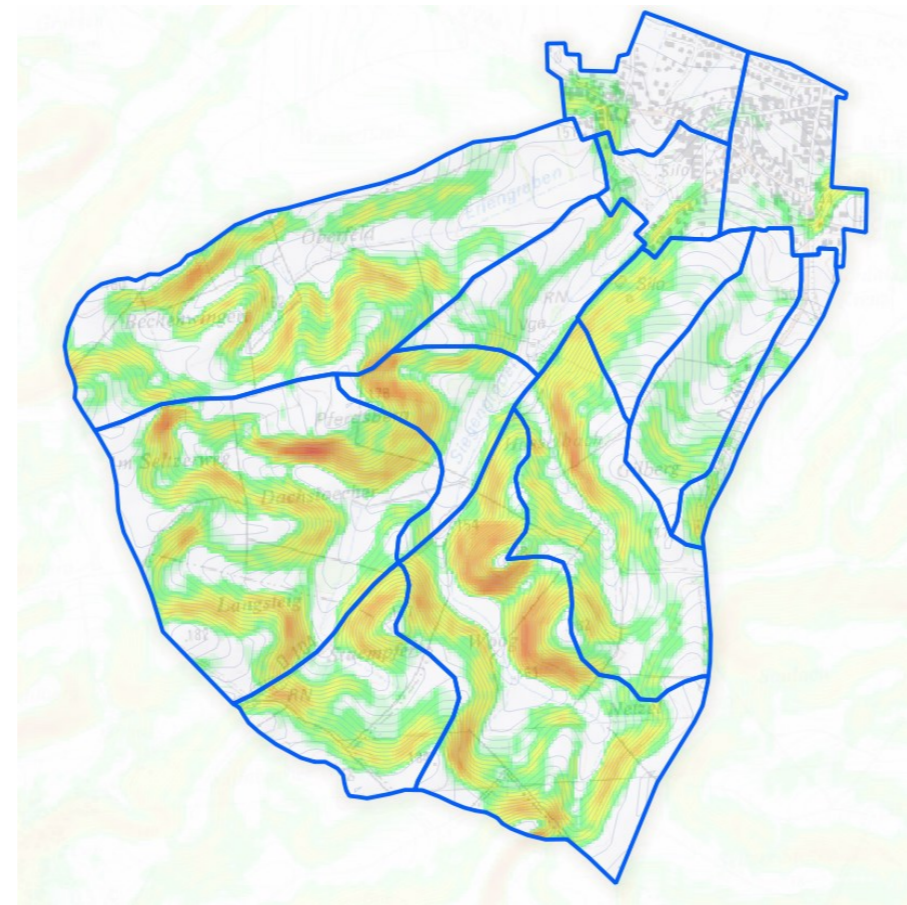
Bois longeant la RD 104



Cours d'eau semi-permanent (Siegengraben)



Reliefs de collines loessiques



(source: BD altimétrique)

1. Caractéristiques physiques

1.1. Hydrographie

Le bassin versant étudié appartient au bassin versant de la Lauter. Les cours d'eau Erlengraben et Siegenraben prennent leur source en amont du bassin versant étudié, se rejoignent au sein de la zone urbanisée de la commune et se rejettent en aval dans la Lauter. Le cours d'eau du Siegenraben présente 2 ramifications, dont les confluences respectives s'effectuent au droit de la RD 104.

1.2. Topographie

La zone urbanisée de la commune de Salmbach se situe dans le lit majeur de la Lauter, en aval d'un bassin agricole constitué de deux thalwegs principaux (correspondant respectivement aux deux cours d'eau). Le bassin agricole amont se caractérise par un relief de collines loessiques vallonnées. Les pentes relativement marquées (supérieures à 10% localement), ainsi que la configuration des parcelles agricoles induisent un temps de réponse rapide du bassin versant. Les écoulements intègrent directement en sortie de parcelle les deux cours d'eau et rejoignent rapidement la zone urbanisée.

1.3. Géologie

Les communes appartiennent à la feuille géologique de Seltz-Wissembourg. Les collines et versants sont recouverts de loess du Würm (OEy) et les vallées de colluvions loessiques (COe).

1.4. Pédologie

En fond de vallon, la texture du sol du bassin versant étudié correspond à des limons argileux, fortement ruisselants, mais peu sensibles à l'érosion.

Sur les collines et les versants, la texture du sol correspond à des limons fortement ruisselant, dont la sensibilité à l'érosion s'accroît au droit des zones de forte pente.

1.5. Occupation du sol

L'occupation du sol montre une prédominance forte des terres cultivées, principalement en cultures de printemps. Des prairies, ainsi que des bois, subsistent dans le thalweg du Siegenraben.

Données climatologiques (station de Strasbourg Entzheim, source : Météo France)

Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C) <small>Records établis sur la période du 01-01-1924 au 02-03-2017</small>												
17.5	21.1	25.7	30	33.4	37	38.3	38.7	33.4	29.1	22.1	18.3	38.7
10-1991	24-1990	28-1989	28-2012	28-2005	09-2014	04-2015	07-2015	13-1947	04-1985	18-1926	19-1965	2015
Température maximale (moyenne en °C)												
4.5	6.4	11.4	15.7	20.2	23.4	25.7	25.4	21	15.3	8.8	5.2	15.3
Température moyenne (moyenne en °C)												
1.8	2.9	6.9	10.5	15	18.1	20.1	19.7	15.8	11.2	5.8	2.8	10.9
Température minimale (moyenne en °C)												
-0.8	-0.6	2.5	5.2	9.8	12.8	14.5	14.1	10.6	7.1	2.8	0.3	6.6
La température la plus basse (°C) <small>Records établis sur la période du 01-01-1924 au 02-03-2017</small>												
-23.6	-22.3	-16.7	-5.6	-2.4	1.1	4.9	4.8	-1.3	-7.6	-10.8	-23.4	-23.6
23-1942	15-1929	04-1965	21-1938	11-1953	02-1936	07-1961	30-1998	27-1943	31-1950	30-1973	23-1938	1942
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm) <small>Records établis sur la période du 01-05-1923 au 02-03-2017</small>												
31.6	36	26.2	36.7	65.6	55.7	66.3	56.6	58.4	44.6	40.4	31.4	66.3
12-1936	06-1958	31-1952	05-1968	29-1935	23-1975	20-2014	18-1986	24-1927	02-2006	20-2015	05-1988	2014
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)												
32.2	34.5	42.8	45.9	81.9	71.6	72.7	61.4	63.5	61.5	47	50	665
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)												
12.9	20.9	49.5	85.0	117.7	138.4	139.3	116.0	69.2	33.9	12.6	10.1	805.5

Coefficients de Montana (a et b) pour des pluies de durée comprise entre 6min et 3h (source : Météo France)

Durée de retour	a	b
5 ans	5.989	0.67
10 ans	6.873	0.667
20 ans	7.492	0.659
30 ans	7.81	0.654
50 ans	8.073	0.645
100 ans	8.33	0.632

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

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, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

2. Caractéristiques climatiques**2.1. Climat**

La commune de Salmbach 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 (665 mm et 115 jours de pluie annuels pour la station de référence de Strasbourg Entzheim).

2.2. 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 (1968-2011). La hauteur de pluie précipitée pour la pluie de projet est estimée d'après les coefficients de Montana de Météo France au poste de Strasbourg Entzheim. La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie $h(t)$ recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée t :

$$h(t) = a \times t(1-b)$$

Les quantités de pluie $h(t)$ s'expriment en millimètres et les durées t en minutes. Les coefficients de Montana (a , b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Le tableau ci-dessous présente les hauteurs d'eau précipitées pour une pluie d'orage d'une heure.

Pluies d'orages			
Période de retour	a	b	I_{60} (mm)
10 ans	6,873	0,667	26,9
50 ans	8,073	0,645	34,5
100 ans	8,33	0,632	37,6

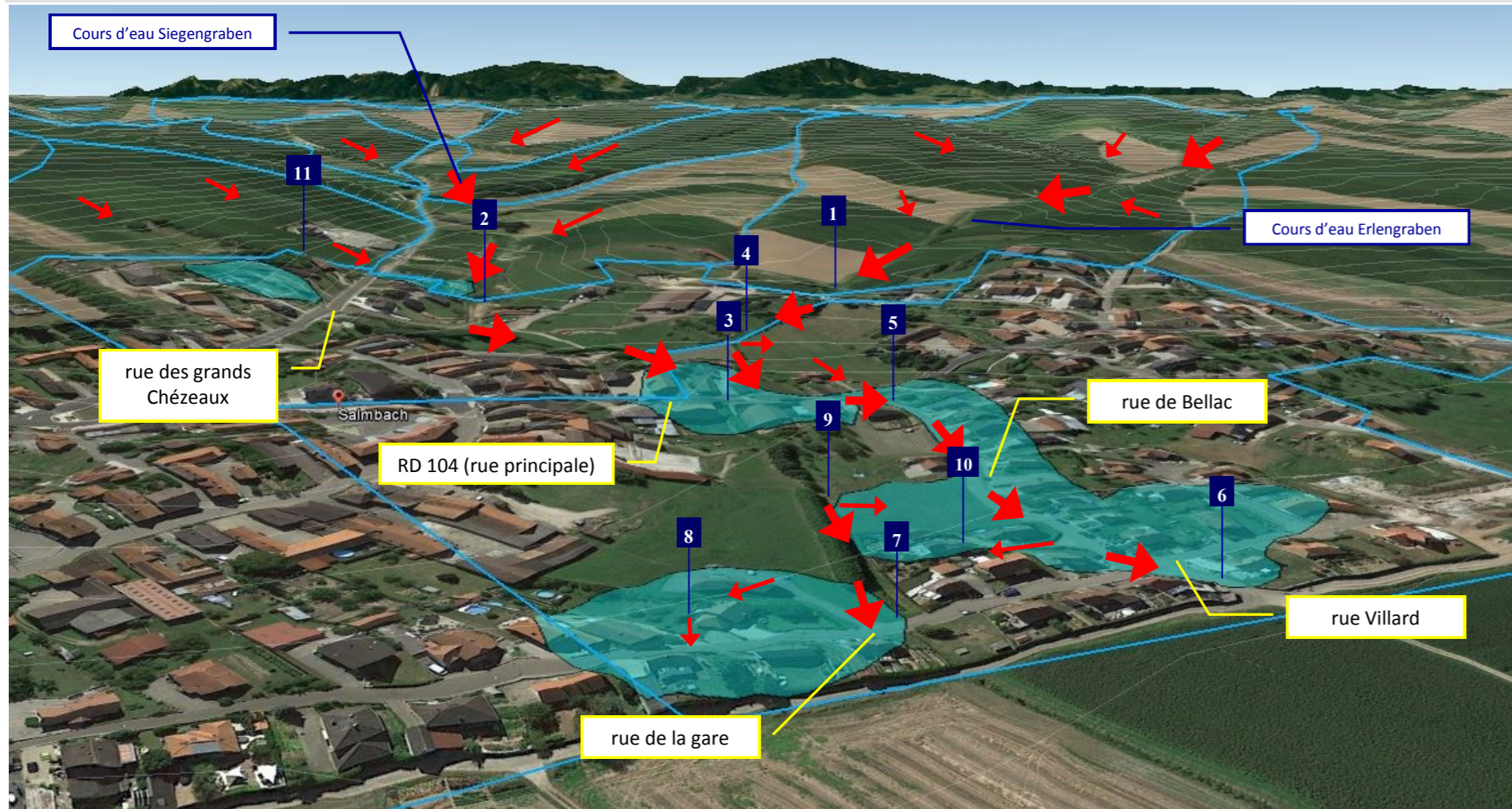
2.3. Arrêtés de catastrophes naturelles

La commune de Salmbach est soumise aux risques inondation et coulées de boue et mouvement de terrain.

Elle a connu 2 événements exceptionnels (intensité plus que décennale) reconnus par un arrêté de catastrophe naturelle (source: Prim.net)

- 1 épisode pluvieux de type orage de printemps-été (du 22 au 27 mai 1983) ;
- 1 épisode pluvieux hivernal : tempête de décembre 1999 (toutes les communes françaises ont été touchées cet événement) ;
- L'épisode pluvieux du 05/06/2016 ne figure pas dans la liste des arrêtés de catastrophe naturelle, mais il constitue l'événement pluvieux à l'origine du commencement de la présente étude.

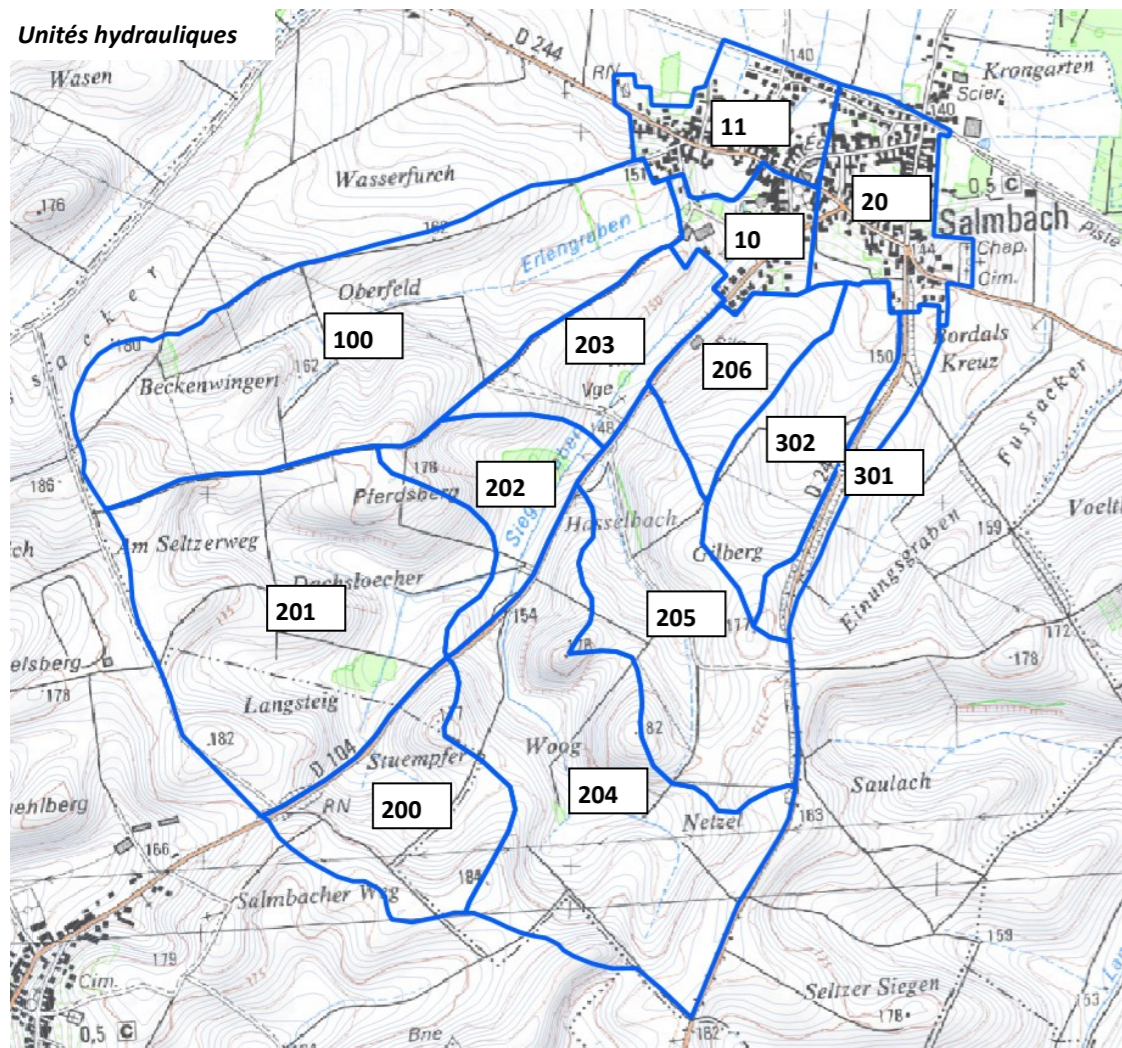
La station pluviométrique la plus proche de Salmbach se situe à 5km (station de Scheibenhard). Les relevés pluviométriques de celle-ci montrent une hauteur d'eau précipitée de 6mm entre le 04/06/2016 et le 06/06/2016. Ils ne permettent pas d'évaluer les hauteurs d'eau précipitées lors de l'orage du 05/06/2016 à l'origine des inondations observées sur Salmbach (cellule orageuse localisée n'ayant pas atteint Scheibenhard).



1. Dysfonctionnements signalés (cf. Carte n°100 état des lieux)

Désordres constatés

- [1] Les ruissellements sont produits au sein d'un vallon sec de versant drainé par le cours d'eau de l'Erlengraben. Le cours d'eau intègre la zone urbanisée de la commune via une canalisation béton de diamètre 800mm.
- [2] Les ruissellements sont produits au sein d'un vallon sec de versant drainé par le cours d'eau de Siegengraben. Le cours d'eau intègre la zone urbanisée de la commune via une canalisation béton de diamètre 800mm.
- [3] Confluence des cours d'eau du Siegengraben et de l'Erlengraben. La traversée de la RD 244 s'effectue via un ouvrage béton rectangulaire de dimensions 1,00m*2,00m. La présence immédiate des habitations en amont de cette traversée réduit la section d'écoulement du cours d'eau et engendre des débordements sur la voirie. La présence de bordures, de chaque côté de la route, guide les écoulements sur la voirie selon la topographie naturelle. Les habitations situées aux n° 27, 29, 31, 33 et 36 rue principale sont touchées par ces débordements.
- [4] Le débordement observé en [3] génère une augmentation du tirant d'eau en amont de la traversée de la RD 244. Les écoulements débordent alors plus en amont vers la pâture adjacente. Il regagnent par la suite la RD 244, inondant l'habitation située au n°23 de la rue principale.
- [5] Les écoulements issus de [4] et [3] se rejoignent et s'écoulent vers l'aval sur la voirie (les bordures existantes guident les écoulement plus en aval, sur la rue de Bellac).
- [6] Les eaux ruisselant sur la voirie de la rue de Bellac s'accumulent au droit de la rue de la gare. Cette dernière se situe à une côte altimétrique légèrement supérieure à celle de la rue de Bellac. Les eaux inondent alors la cave de l'habitation située au n°1 de la rue Villard et s'écoulent vers l'impasse de Bellac, située en contre-bas du carrefour. Les caves des habitations de l'impasse de Bellac sont alors inondées par les eaux [10].
- [7] Les eaux s'écoulant au sein du cours d'eau traversent la rue de la gare via un $\varnothing 1100$. Cette canalisation présente une capacité insuffisante vis-à-vis des débits provenant de l'amont. Le débordement du ruisseau provoque l'inondation des habitations situées aux n° 11, 13 et 26 de la rue de la gare [8].
- [9] La saturation du $\varnothing 1100$ provoque le débordement du ruisseau plus en amont, au droit de la pâture adjacente. Les écoulements rejoignent ensuite la rue de Bellac.
- [11] Les ruissellements produits par les parcelles agricoles provoquent des désordres au droit des habitations situées au n°2 et n°11 rue des grands Chézeaux.



1. Principes et méthodes de calculs (cf. Carte n°101 fonctionnement hydraulique du bassin versant)

(cf. Annexe n°1 Méthode rationnelle)

1.1 Capacité des ouvrages existants

La capacité du système de gestion des eaux pluviales a été évaluée à partir des relevés topographiques en date du 06/04/2017. Le détail des hypothèses se trouve en annexe 2.

1.2. Calcul des débits de pointe

Connaitre le débit et le volume d'eau ruisselée qui arrive en différents points clés permet de comprendre le fonctionnement du bassin versant. Chaque point est associé à une unité hydraulique. La proportion d'eau qui ruisselle pour une pluie donnée pour chaque unité hydraulique peut être évaluée.

La méthode utilisée pour calculer le débit de pointe en sortie de chaque sous bassin versant est la **méthode rationnelle**. Elle permet d'estimer le débit de pointe d'une crue pour des unités hydrauliques rurales ou naturelles. Elle repose sur le principe de transformation d'une pluie de projet (décrite par son intensité), supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal lorsque l'ensemble du bassin contribue à ce débit (au temps de concentration).

La formule de la méthode rationnelle s'exprime ainsi :

$$Q_p = Cr \times i \times A$$

Avec :

Q_p = Débit de pointe (en l/s)

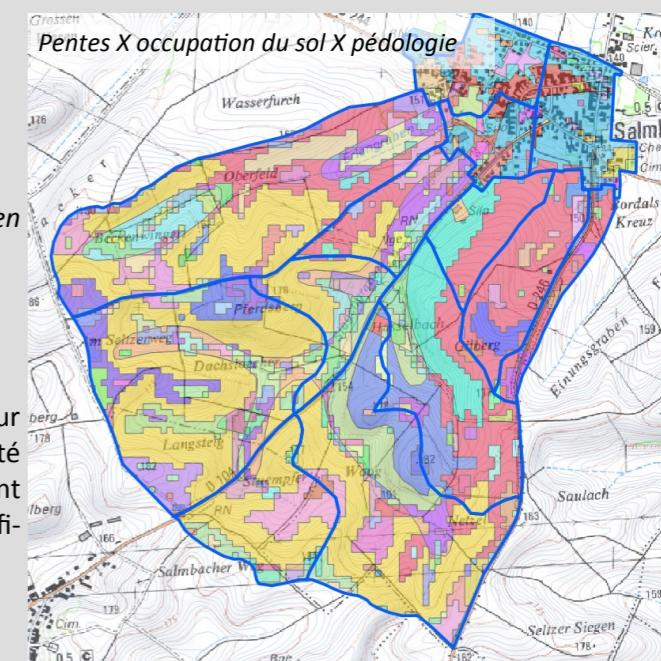
Cr = Coefficient de ruissellement moyen du sous-bassin versant

i = Intensité moyenne de la pluie durant le temps de concentration (en l/s/ha)

A = Surface du sous bassin-versant (en ha)

Les coefficients de ruissellement permettent de déterminer, pour une pluie donnée et 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.



IV. Diagnostic hydraulique

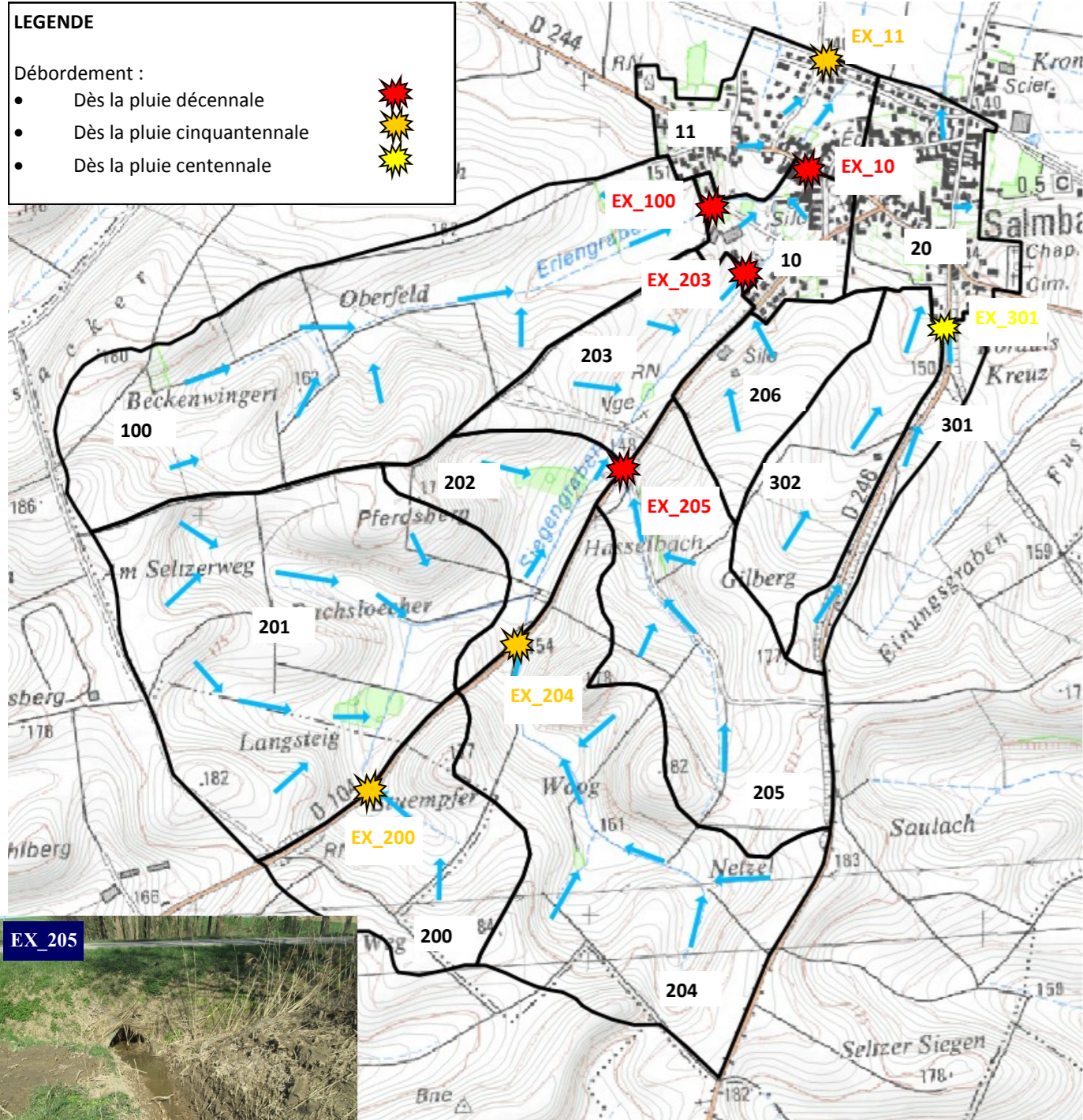
BV	pt haut	pt bas	longueur	pente	Surface (ha)	Type d'exutoire	CR 1h								
							10 ans			50ans			100ans		
							sc1	sc4	sc7	sc1	sc4	sc7	sc1	sc4	sc7
10	152	142	410	2,44	10,23	ouvrage d'art	0,38	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40
11	150	139	510	2,16	16,35	canalisation	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
20	151	139	560	2,14	18,44	cours d'eau	0,40	0,39	0,40	0,40	0,39	0,40	0,41	0,39	0,41
100	185	148	1780	2,08	71,99	canalisation	0,18	0,10	0,31	0,25	0,15	0,44	0,27	0,16	0,48
200	182	162	525	3,81	24,68	canalisation	0,20	0,12	0,35	0,27	0,16	0,47	0,29	0,17	0,52
201	182	154	985	2,84	66,92	cours d'eau	0,18	0,11	0,32	0,25	0,15	0,45	0,28	0,17	0,49
202	177	151	720	3,61	16,28	cours d'eau	0,17	0,10	0,28	0,23	0,14	0,39	0,25	0,15	0,43
203	167	146	860	2,44	17,63	canalisation	0,16	0,10	0,27	0,22	0,14	0,39	0,25	0,15	0,43
204	185	156	1100	2,64	59,09	canalisation	0,19	0,11	0,33	0,26	0,16	0,46	0,29	0,17	0,50
205	181	152	1020	2,84	38,34	canalisation	0,19	0,12	0,33	0,26	0,16	0,46	0,29	0,17	0,50
206	170	148	540	4,07	13,91	canalisation	0,20	0,12	0,34	0,27	0,17	0,46	0,29	0,18	0,51
301	176	149	1000	2,70	8,08	canalisation	0,23	0,16	0,35	0,29	0,20	0,47	0,32	0,21	0,51
302	176	149	1000	2,70	21,15	ruissellement direct	0,17	0,10	0,30	0,24	0,14	0,42	0,26	0,16	0,46

Caractéristiques physiques des sous-bassins versants

Les fiches méthode rationnelle pour les unités hydrauliques (cf. illustration ci-contre) sont reportées en annexe 1.

LEGENDE

- Débordement :
- Dès la pluie décennale
 - Dès la pluie cinquantennale
 - Dès la pluie centennale



2. Synthèse des calculs hydrauliques

Cf. Annexe 3 : Modélisation Hydraflow Hydrographs

Le modèle Hydraflow Hydrographs permet d'évaluer les débits et volumes arrivant en différents points de la commune (cf. Annexe 3). Les points identifiés comme problématiques servent à construire l'ossature du modèle hydraulique simplifié. Les résultats de la modélisation apparaissent dans le tableau ci-dessous.

En résumé :

- 8 dysfonctionnements identifiés sur le bassin versant, dont 4 dès la pluie décennale et 3 dès la pluie cinquantennale ;
- Les dysfonctionnements modélisés touchent principalement les traversées de cours d'eau le long de la RD 104, ainsi que dans la zone urbanisée.

A noter:

La modélisation simplifiée ne permet pas de visualiser les dysfonctionnements liés aux écoulements sur chaussée liés à l'absence de réseau ou d'avaloirs, ni les débordements liés aux embâcles ou à l'envasement.

Les tableaux ci-dessous présentent les débits de pointe et volumes ruisselés pour une occupation du sol au droit des parcelles cultivées supposant une diversité des cultures au moment de l'épisode pluvieux (« cas réel », scénario 1 présenté dans les fiches méthode rationnelle de l'annexe 1). Les autres scénarii présentés dans ces fiches permettent d'ajuster l'occupation du sol pendant l'événement pluvieux en fonction de différentes hypothèses sur l'état de culture des parcelles (cultures de printemps uniquement, cultures d'hiver uniquement, etc.).

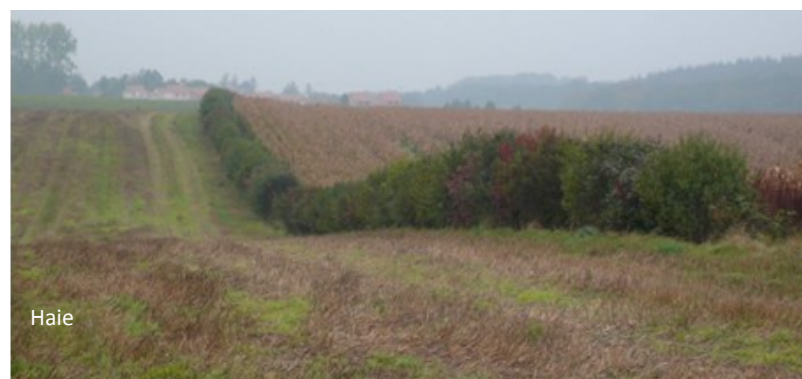
Nœud / unité hydraulique	Surface drainée (ha)	Contrainte hydraulique (l/s)	Type	T=10ans		T=50ans		T=100ans	
				Qpointe (l/s)	Volume ruisselé (m3)	Qpointe (l/s)	Volume ruisselé (m3)	Qpointe (l/s)	Volume ruisselé (m3)
EX_200	24,68	770*	Traversée RD	365	1 760	630	3 045	740	3 560
EX_201	91,60	-	-	1 215	6 040	2 160	10 675	2 610	12 880
EX_204	59,09	960	Traversée RD	830	4 000	1 460	7 020	1 775	8 530
COMB_201_204	150,69	-	-	2 050	10 040	3 620	17 685	4 380	21 400
EX_205	38,34	600**	Traversée RD	540	2 595	950	4 550	1 150	5 535
EX_202	205,31	-	-	2 710	13 620	4 800	23 950	5 815	28 965
EX_206	13,91	2 450	Traversée RD	205	990	360	1 715	420	2 010
EX_203	236,85	1 930	Canalisation	3 050	15 625	5 410	27 450	6 560	33 180
EX_100	71,99	460***	Canalisation	960	4 615	1 710	8 220	2 015	9 675
EX_10	319,07	dalot béton: 2935 fossé: 1325	Traversée RD	4 200	21 625	7 360	37 500	8 825	44 850
EX_11	335,42	5 780	Traversée route	4 585	23 600	7 850	40 040	9 380	47 695
EX_301	8,08	290	Réseau EP	140	660	225	1 070	270	1 290

*: dysfonctionnement considéré dès T=50ans du fait de l'état d'envasement avancé observé

** : dysfonctionnement considéré dès T=10ans du fait de l'état d'envasement avancé observé

***: état d'envasement avancé observé

Nœud / unité hydraulique	Surface drainée (ha)	T=10ans		T=50ans		T=100ans	
		Qpointe (l/s)	Volume ruisselé (m3)	Qpointe (l/s)	Volume ruisselé (m3)	Qpointe (l/s)	Volume ruisselé (m3)
201	66,92	895	4 290	1 590	7 640	1 940	9 330
202	16,28	205	985	355	1 710	420	2 025
203	17,63	210	1 005	370	1 770	460	2 200
10	10,23	290	1 385	380	1 820	415	1 985
11	16,35	410	1 980	530	2 540	595	2 850
302	21,15	265	1 280	480	2 320	570	2 740
20	18,44	550	2 630	700	3 370	783	3 760



Renaturation de cours d'eau

Les linéaires de cours d'eau situés en amont direct et au sein de la zone urbanisée de la commune sont fortement anthropisés (tracé rectiligne) et présentent localement des phénomènes d'érosion de berge (à proximité immédiate d'habitations). L'aménagement des cours d'eau consistera à reméandrer les linéaires concernés, ainsi qu'à protéger les berges érodées.

1. Généralités

1.1. Objectifs

L'objectif principal du schéma d'aménagement est de proposer des solutions opérationnelles permettant de protéger les différents enjeux des coulées d'eau boueuses. Pour ce faire, la gestion des eaux de ruissellement au niveau des zones de production agricoles se traduit par la sédimentation des particules de terre et par la mise en place d'un ralentissement dynamique destiné à rallonger le temps de parcours des eaux et diminuer ainsi les débits de pointe à l'aval. La suppression des bouchons hydrauliques, la protection rapprochée ou l'écrêtement des crues permettent aux écoulements de transiter vers l'aval sans impacter les enjeux identifiés au sein des zones urbanisées.

La renaturation des linéaires de cours d'eau situés en amont direct et au sein de la zone urbanisée permettra de redonner une dynamique naturelle et de favoriser le développement de la biodiversité au sein de ces linéaires fortement anthropisés.

1.2. Typologie d'aménagements

Les mesures proposées font appel aux techniques d'aménagement dites d'hydrauliques « douce » par la mise en place de freins hydrauliques mais également d'ouvrages dits « structurants », permettant d'écrêter les ondes de crues et permettre aux réseaux Eaux Pluviales existants d'assurer le transit des eaux de ruissellement sans saturer.

Freins hydrauliques

L'objectif des freins hydrauliques est le ralentissement dynamique des eaux de ruissellement et/ou la sédimentation des particules issues de l'érosion des terres. Il s'agit de fascines, haies, haies sur talus, bandes enherbées et fossés à redents.

Guides aux écoulements

Les guides aux écoulement permettent d'assurer le transit des eaux de ruissellement tout en protégeant les enjeux. Ils permettent parfois de dévier les eaux ou simplement de les canaliser. Il s'agit entre autres de fossés, noues, fossés à redents.

Ouvrages de tamponnement

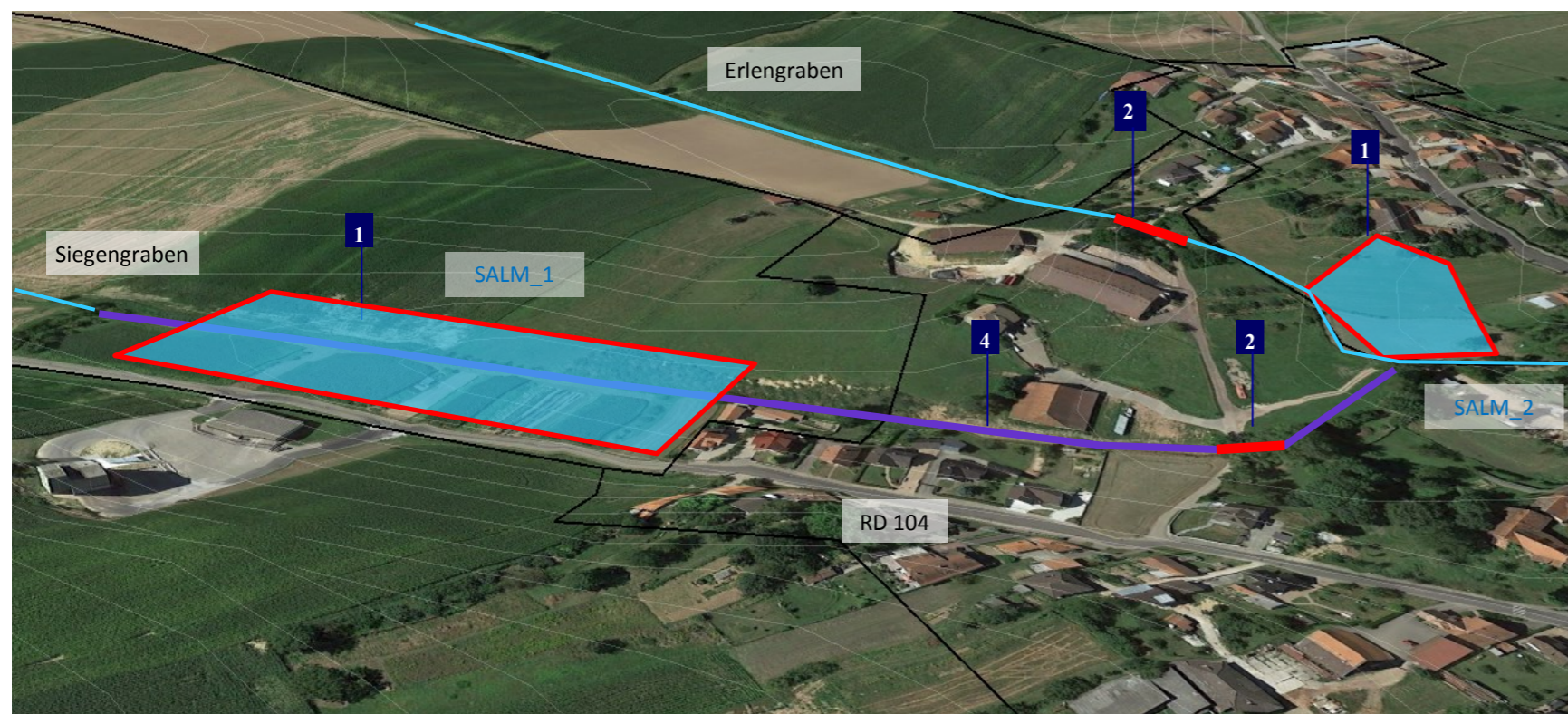
Lorsqu'un problème d'ordre hydraulique ne peut être réglé par la mise en place de freins hydrauliques ou de guides aux écoulements, les ouvrages de tamponnement permettent un stockage temporaire des eaux tout en assurant un débit acceptable à l'aval. Il s'agit d'ouvrages de rétention dont la typologie exacte n'est pas détaillée à ce stade (mare, digue de protection, bassin de rétention etc.)

Ouvrages hydrauliques

En cas de volumes de tamponnement disponibles insuffisants, la réalisation ou la reprise d'ouvrages hydrauliques spécifiques permet de faciliter l'écoulement des eaux vers l'aval, sans impacter les enjeux identifiés au sein de la zone urbanisée. Ces aménagements consistent:

- à mettre en place ou remplacer les ouvrages de traversée des cours d'eau (type canalisations, dalot etc.);
- à réaliser des décaissements de voirie, permettant, en cas de débordement au droit d'une traversée, de contrôler et guider les écoulements vers l'aval.

Localisation des ouvrages de tamponnement– proposition n°1



Localisation des ouvrages de tamponnement– proposition n°2



2. Actions proposées

2.1. Objectifs

Les objectifs du schéma d'aménagement sont :

- tamponner les débits de pointe circulant au sein des ruisseaux de l'Erlengraben et du Siegengraben en amont de la zone urbanisée de la commune;
- améliorer la capacité hydraulique des ouvrages de franchissement de voirie;
- contrôler et guider les écoulements en cas de débordement au droit des ouvrages hydrauliques;
- renaturer les linéaires de cours d'eau anthropisés en amont et au sein de la zone urbanisée.

A noter: les aménagements présentés ci-dessous sont de nature structurante. Ils complètent le rôle des aménagements d'hydraulique douce proposés par la Chambre d'Agriculture dans le cadre de l'étude d'aménagement du bassin versant amont.

2.2 Aménagements

- 1. Tamponner les débits de pointe circulant au sein des ruisseaux de l'Erlengraben et du Siegengraben en amont de la zone urbanisée de la commune:**
 - mise en place d'un ouvrage de tamponnement SALM_1 en amont de la zone urbanisée. Cet ouvrage permettra de tamponner les écoulements circulant dans le ruisseau du Siegengraben;
 - mise en place d'un ouvrage de tamponnement SALM_2 en amont de la zone urbanisée. Cet ouvrage permettra de tamponner les écoulements circulant dans le ruisseau de l'Erlengraben.

Le positionnement de ces deux ouvrages de tamponnement sera ajusté, en fonction de la configuration topographique et des contraintes foncières des sites (étude du déplacement des 2 ouvrages plus en amont etc.).

- 2. Améliorer la capacité hydraulique des ouvrages de franchissement de voirie:**

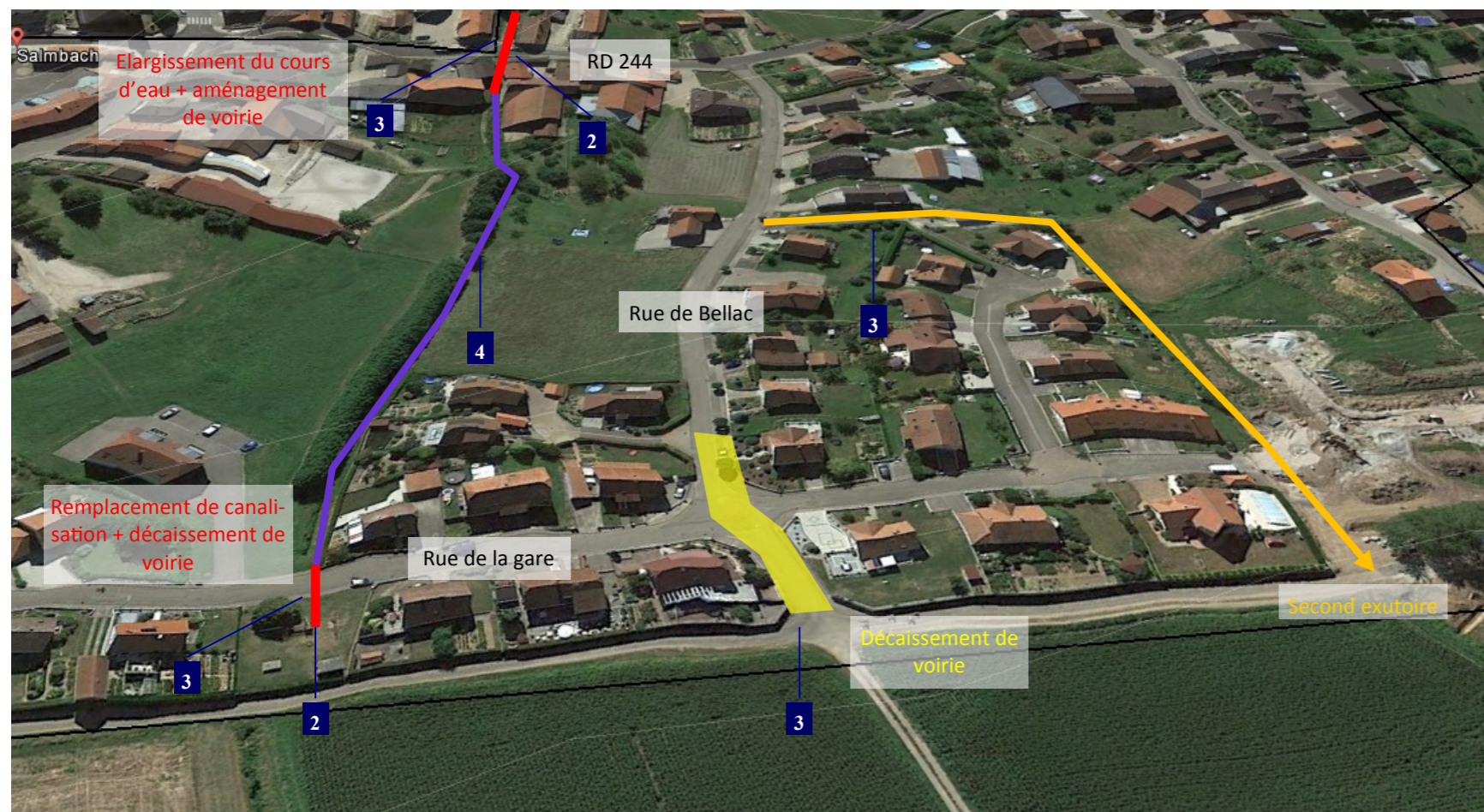
- remplacement des canalisations situées aux exutoires des sous bassins versants 203 (aval du cours d'eau du Siegengraben), 100 (aval du cours d'eau de l'Erlengraben) et 11 (au droit de la rue de la gare) par des canalisations de diamètres plus importants;
- élargissement du profil du cours d'eau en amont direct de la traversée de la RD244.

- 3. Contrôler et guider les écoulements en cas de débordement au droit des ouvrages hydrauliques:**

- aménagements de voirie (type dépose de bordure, décaissement) au droit de l'ouvrage de traversée de la RD 244;
- décaissement de voirie au droit de la canalisation permettant la traversée de la rue de la gare;
- décaissement de voirie en aval de la rue de Bellac;
- création d'un second exutoire aux eaux circulant sur la rue de Bellac.

- 4. Renaturer les linéaires anthropisés des cours d'eau:**

- reméandrage du cours d'eau du Siegengraben;
- reméandrage et protection des berges sur les linéaires de cours d'eau dégradés.



2. Actions proposées

2.1. Objectifs

Les objectifs du schéma d'aménagement sont :

- tamponner les débits de pointe circulant au sein des ruisseaux de l'Erlengraben et du Siegenraben en amont de la zone urbanisée de la commune;
- améliorer la capacité hydraulique des ouvrages de franchissement de voirie;
- contrôler et guider les écoulements en cas de débordement au droit des ouvrages hydrauliques;
- renaturer les linéaires de cours d'eau anthropisés en amont et au sein de la zone urbanisée.

A noter: les aménagements présentés ci-dessous sont de nature structurante. Ils complètent le rôle des aménagements d'hydraulique douce proposés par la Chambre d'Agriculture dans le cadre de l'étude d'aménagement du bassin versant amont.

2.2 Aménagements

1. Tamponner les débits de pointe circulant au sein des ruisseaux de l'Erlengraben et du Siegenraben en amont de la zone urbanisée de la commune:

- mise en place d'un ouvrage de tamponnement SALM_1 en amont de la zone urbanisée. Cet ouvrage permettra de tamponner les écoulements circulant dans le ruisseau du Siegenraben;
- mise en place d'un ouvrage de tamponnement SALM_2 en amont de la zone urbanisée. Cet ouvrage permettra de tamponner les écoulements circulant dans le ruisseau de l'Erlengraben.

Le positionnement de ces deux ouvrages de tamponnement sera ajusté, en fonction de la configuration topographique et des contraintes foncières des sites (étude du déplacement des 2 ouvrages plus en amont etc.).

2. Améliorer la capacité hydraulique des ouvrages de franchissement de voirie:

- remplacement des canalisations situées aux exutoires des sous bassins versants 203 (aval du cours d'eau du Siegenraben), 100 (aval du cours d'eau de l'Erlengraben) et 11 (au droit de la rue de la gare) par des canalisations de diamètres plus importants;
- élargissement du profil du cours d'eau en amont direct de la traversée de la RD244.

3. Contrôler et guider les écoulements en cas de débordement au droit des ouvrages hydrauliques:

- aménagements de voirie (type dépose de bordure, décaissement) au droit de l'ouvrage de traversée de la RD 244;
- décaissement de voirie au droit de la canalisation permettant la traversée de la rue de la gare;
- décaissement de voirie en aval de la rue de Bellac;
- création d'un second exutoire aux eaux circulant sur la rue de Bellac.

4. Renaturer les linéaires anthropisés des cours d'eau:

- reméandrage du cours d'eau du Siegenraben;
- reméandrage et protection des berges sur les linéaires de cours d'eau dégradés.



La voirie au droit de la canalisation permettant la traversée de la rue de la Gare sera également décaissée afin de favoriser l'évacuation des écoulements en cas de débordement (503). Le parc public sera intégralement réaménagé afin de permettre la réouverture du ruisseau sur cette parcelle.

Un décaissement de la zone urbanisée en rive droite du ruisseau en amont de la rue de la Gare avait été envisagé par la commune de Salmbach. Cet aménagement n'a pas été retenu car peu pertinent d'un point de vue hydraulique.

3.4. Renaturer les linéaires anthropisés des cours d'eau

Le cours d'eau traversant la commune sera reméandré et renaturé en aval de la RD244, afin de lui rendre un profil moins anthropisé et plus dynamique. Sur ce linéaire, les berges fortement dégradées (effondrements) seront reprises (601).

3.5. Protection rapprochée des habitations

Quelques habitations en bordure du cours d'eau, rue Principale notamment, ne seront pas intégralement protégées par les aménagements décrits ci-dessus. En conséquence, certaines habitations pourront être équipées de protection rapprochée de type merlon en fond de parcelle pour l'habitation située au n°23, rehausse par margelle ou muret pour les habitations de la rue Principale, mise en place de batardeau mobile sur les caves des habitations de la rue de Bellac.

3. Aménagements retenus (cf. Carte n°102 Schéma d'aménagement)

Les aménagements présentés dans le présent paragraphe sont ceux qui ont été retenus par la commune de Salmbach. L'ensemble de ces mesures ne suffira pas à résoudre l'intégralité des désordres hydrauliques sur la commune de Salmbach. Des désordres résiduels subsisteront, notamment au niveau des habitations en bordure immédiate du ruisseau en amont du franchissement de la RD 244. C'est pourquoi une protection rapprochée des habitations est également proposée dans le schéma d'aménagement.

3.1. Tamponner les débits de pointe

La commune de Salmbach souhaite ne mettre en place qu'un seul ouvrage de tamponnement en amont de la zone urbanisée, au niveau du ruisseau du Siegengraben. Le ruisseau de l'Erlengraben ne sera pas aménagé.

L'ouvrage de tamponnement a été positionné au droit d'un chemin d'exploitation agricole au niveau du lieu-dit Pferdsberg (SALM_1). Cet aménagement permettra de réguler les débits de crues mais également d'améliorer les fonctionnalités du milieu aquatique en place (ruisseau du Siegengraben).

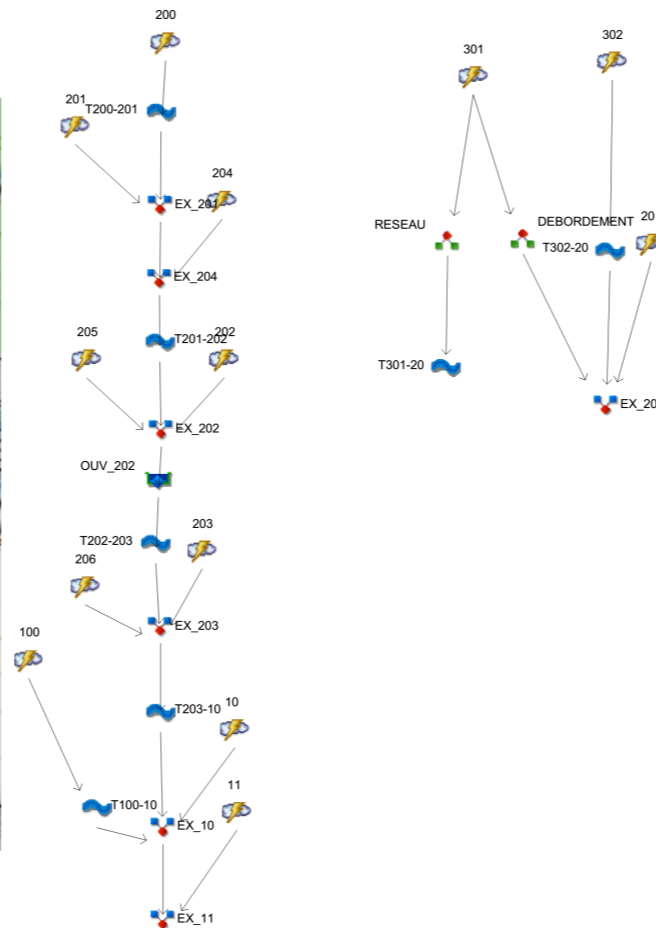
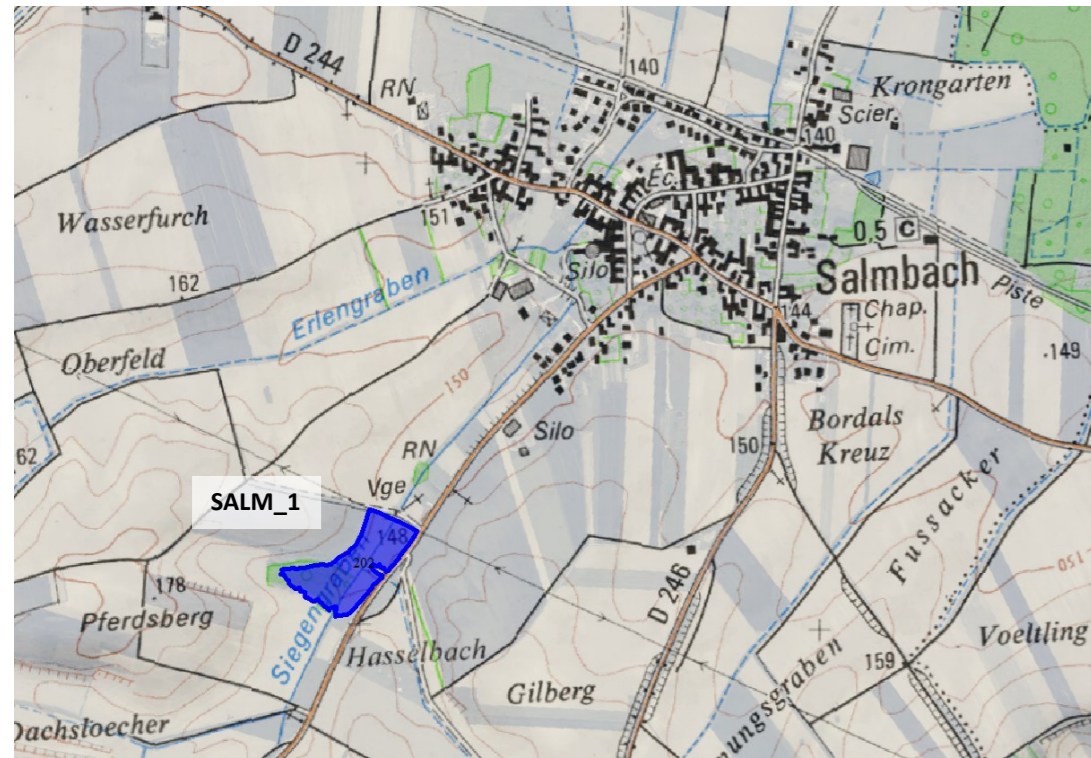
3.2. Améliorer la capacité hydraulique des ouvrages de franchissement de voirie

Au droit de la rue de la Gare, la canalisation à l'exutoire du bassin versant 11 sera remplacée par une canalisation de capacité plus importante (110).

3.3 Contrôler et guider les écoulements en cas de débordement au droit des ouvrages hydrauliques

La voirie de la RD 244 au droit de l'ouvrage de franchissement existant sera décaissée et reprofilée. Les bordures de trottoir existantes seront supprimées au droit de ce reprofilage afin de favoriser le retour des écoulements vers le ruisseau (501). De même les gardes corps au droit du ruisseau seront modifiés afin de faciliter le retour des eaux dans le ruisseau en cas de débordement.

La voirie en aval de la rue de Bellac sera décaissée et reprofilée afin de faciliter l'évacuation des eaux vers l'aval (502). Un second exutoire aux eaux circulant sur la rue de Bellac sera créé à mi-parcours de la rue, pour se rejeter plus en aval, vers la zone humide aménagée (12).



4. Dimensionnement des ouvrages

4.1. Estimation des volumes de stockage nécessaires

Cf. Annexe 4 : Modélisation Hydraflow Hydrographs

L'ouvrage de rétention SALM_1 permettra de stocker environ 20 600 m³ sans impacter la route RD104 située à proximité. En fonction de la pluie de projet retenue par la commune, l'impact sera différent sur les désordres aval (variation du débit de fuite de l'ouvrage) :

- pour une pluie de projet 10 ans, l'ouvrage permet de **réduire de 59%** les débits en entrée du dalot de franchissement de la RD244 ;
- pour une pluie de projet 50 ans, l'ouvrage permet de **réduire de 58%** les débits en entrée du dalot de franchissement de la RD244 ;
- pour une pluie de projet 100 ans, l'ouvrage permet de **réduire de 53%** les débits en entrée du dalot de franchissement de la RD244.

La situation sera donc améliorée par rapport à celle actuelle. Toutefois, les débits résiduels (respectivement de 1,70 ; 3,12 et 4,18 m³/s) sont toujours supérieurs à la capacité maximale du fossé et du dalot (1,33 et 2,94 m³/s), d'où la subsistance de désordres hydrauliques au sein de la commune.

4.2. Caractéristiques de l'aménagement

L'ouvrage de rétention SALM_1 sera réalisé en remblais (type barrage) et s'appuiera sur le chemin existant. La hauteur maximale de l'ouvrage sera d'environ 2 m. La surface du plan d'eau créée est d'environ 2,68 ha. La vidange de l'ouvrage sera directement au sein du ruisseau du Siegengraben. Cette conception permettra de limiter les incidences foncières et visuelles de l'ouvrage.

L'ouvrage SALM_1 permettra également d'améliorer les fonctionnalités du milieu aquatique existant. La zone de rétention des eaux créera une zone temporairement en eau dans le lit majeur du cours d'eau. Cette zone sera favorable au développement d'une végétation adaptée aux milieux humides et améliorera l'attractivité du site pour les espèces faunistiques. Elle permettra d'accroître les capacités de débordement naturel du cours d'eau. La végétalisation permettra un traitement des eaux agricoles chargées en nitrates avant rejet dans le milieu aquatique aval.

Une attention particulière sera apportée sur l'ouvrage de régulation : celui-ci se trouvant au sein du lit mineur, il devra permettre le passage des espèces et des sédiments en fonction normal du cours d'eau.

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

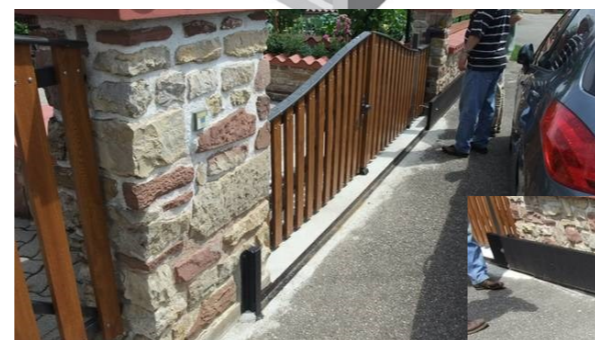
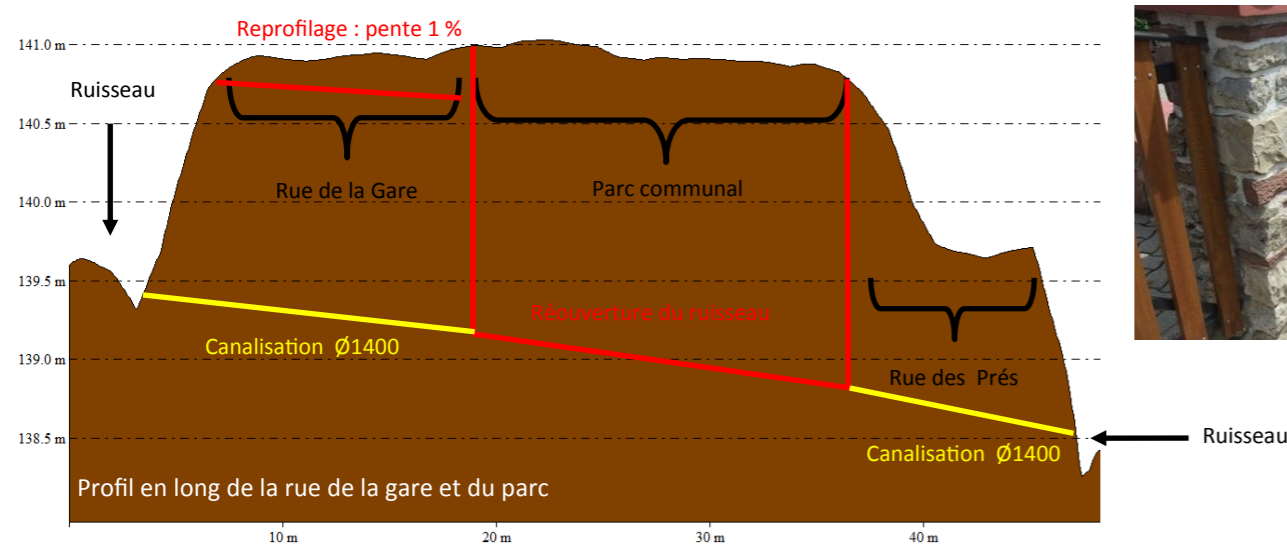
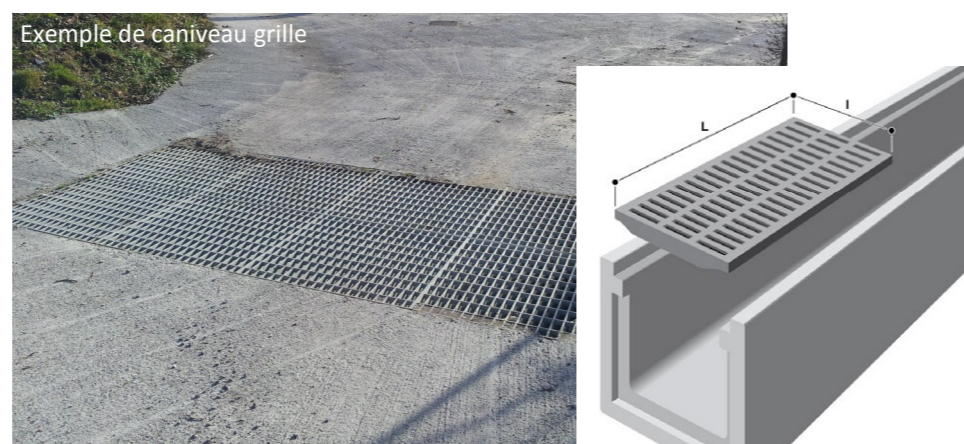
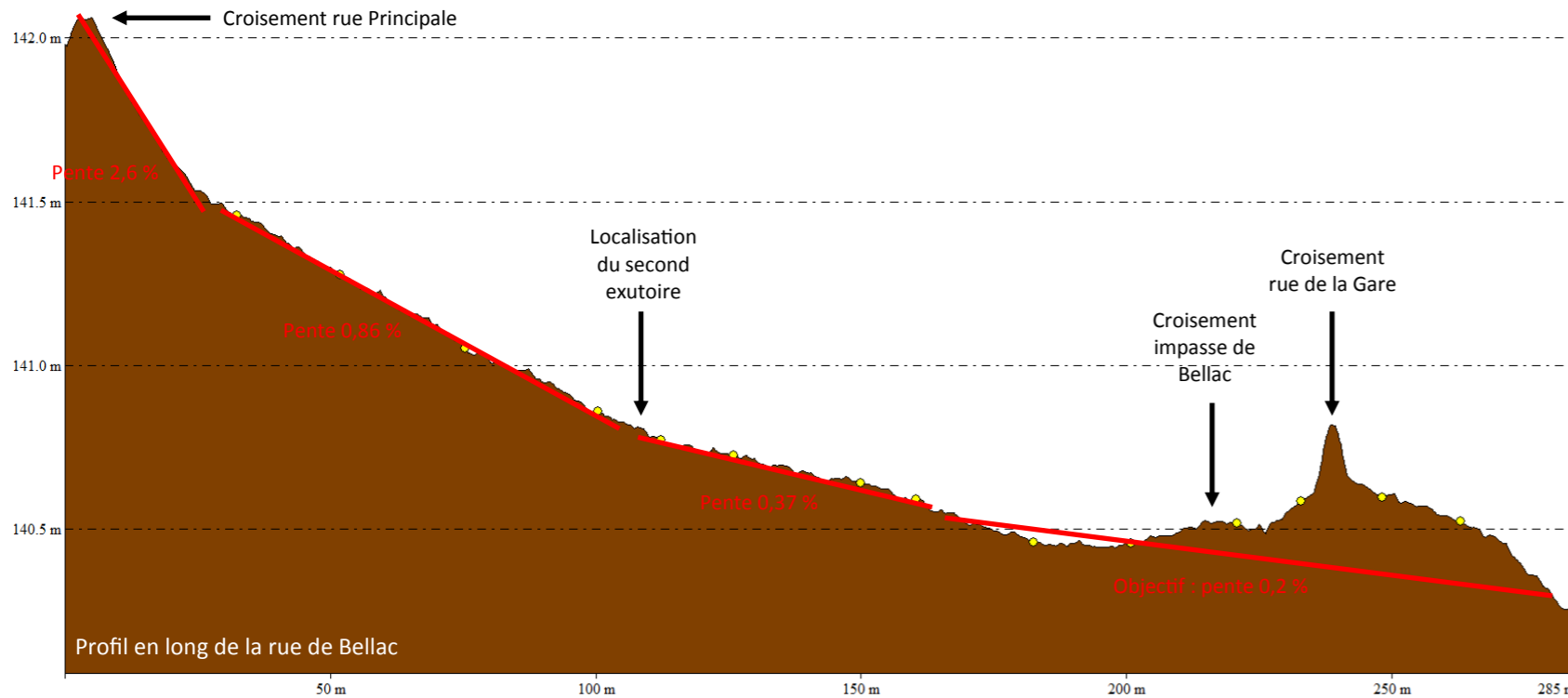
Le tableau ci-contre présente les débits de pointe et volumes ruisselés en situation aménagée (pour les périodes de retour 10, 50 et 100 ans). Le schéma ci-contre présente l'ossature du modèle hydraulique, seuls les sous-bassins versants et l'ouvrage de rétention SALM_1 sont représentés. Il précise les relations amont-aval entre les sous-bassins versants ainsi que la manière dont se combinent les hydrogrammes, en série ou en parallèle. Globalement le programme d'aménagement permet de protéger environ 25 habitations contre les inondations.

Nœud / unité hydraulique	Surface drainée (ha)	Contrainte hydraulique (l/s)	Type	T=10ans		T=50ans		T=100ans	
				Qpointe (l/s) Q fuite (l/s)	Volume ruisselé (m3) Volume tamponné (m3)	Qpointe (l/s) Q fuite (l/s)	Volume ruisselé (m3) Volume tamponné (m3)	Qpointe (l/s) Q fuite (l/s)	Volume ruisselé (m3) Volume tamponné (m3)
EX_200	24.68	770*	Traversée RD	365	1 760	630	3 045	740	3 560
EX_201	91.60	-	-	1 215	6 040	2 160	10 675	2 610	12 880
EX_204	59.09	960	Traversée RD	830	4 000	1 460	7 020	1 775	8 530
COMB_201_204	150.69	-	-	2 050	10 040	3 620	17 685	4 380	21 400
EX_205	38.34	600**	Traversée RD	540	2 595	950	4 550	1 150	5 535
EX_202	205.31	-	-	2 710	13 620	4 800	23 950	5 815	28 965
OUV_202	205.31		organe de régulation	100	12 850	460	20 550	1 220	20 550
EX_206	13.91	2 450	Traversée RD	205	990	360	1 715	420	2 010
EX_203	236.85	1 930	Canalisation	490	15 470	1 080	27 430	1 810	33 160
EX_100	71.99	460***	Canalisation	960	4 615	1 710	8 220	2 015	9 675
EX_10	319.07	dalot béton: 2935 fossé: 1325	Traversée RD	1 700	21 460	3 115	37 465	4 170	44 815
EX_11	335.42	5 780	Traversée route	2 110	23 440	3 635	40 000	4 750	47 660
EX_301	8.08	290	Réseau EP	140	660	225	1 070	270	1 290

*: dysfonctionnement considéré dès T=50ans du fait de l'état d'envasement avancé observé
 **: dysfonctionnement considéré dès T=10ans du fait de l'état d'envasement avancé observé
 ***: état d'envasement avancé observé

A noter :

La modélisation simplifiée ne permet pas de visualiser les dysfonctionnements liés aux écoulements sur chaussée liés à l'absence de réseau ou d'avaloirs, ni les débordements liés aux embâcles ou à l'envasement. Les modélisations réalisées ne permettent pas de rendre compte de l'effet des aménagements d'hydraulique douce qui seront implantés en amont. 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 débits de pointe de l'ordre de 20% à 50%. L'efficacité étant décroissante avec l'intensité de la pluie.



4.4. Détails techniques

Rue de Bellac

La rue de Bellac, selon son profil actuel, ne permet pas une évacuation des eaux de ruissellement, en raison des obstacles et cuvettes présentes dans sa partie inférieure.

D'après nos estimations, la rue présente une capacité minimale d'environ 580 l/s dans son tronçon à pente la plus faible (0,37 %). Un décaissement et un reprofilage de la partie aval atteignant 40 cm au maximum au niveau du rond-point (compatible avec les réseaux existants) sur une emprise de 830 m² permettra de supprimer les obstacles à l'évacuation des eaux. La nouvelle pente de la route, 0,2 %, permettra d'évacuer environ 600 l/s à condition de prévoir des bordures de trottoir ou de clôture d'environ 14 cm de hauteur.

Une attention particulière devra être apportée au croisement de l'impasse de Bellac, afin de ne pas créer de désordres supplémentaires dans cette impasse.

Second exutoire

Un second exutoire aux eaux de ruissellement sera créé à mi-chemin de la rue de Bellac, au niveau du cheminement piétonnier. Il consistera à remplacer la canalisation existante par une canalisation de diamètre 500 mm avec une pente constante de 1 % ou par un caniveau en caillebotis sur le linéaire du cheminement piétonnier. Les entrées d'eau dans cette canalisation pourront être multiples : caniveau grille en travers de la rue de Bellac, grilles avaloirs le long du chemin, renforcement des grilles avaloirs rue de Bellac, ...

Un fossé à ciel ouvert sera ensuite créé pour rejoindre la zone humide existante en aval. Les caractéristiques du fossé sont les suivantes : pente longitudinale 1 %, largeur en fond 0,5 m et pente des berges 2H/1V.

Rue de la Gare

La rue de la Gare sera décaissée à hauteur du franchissement du ruisseau sur une superficie d'environ 120 m² (15 m de long sur 8 m de large). Des pentes douces devront être mises en place de part et d'autre, afin de ne pas gêner la circulation automobile (type cassis). Une hauteur maximale de 50 cm pourra être mise en œuvre.

Sur la parcelle actuellement occupée par le parc, le ruisseau sera réouvert afin de s'écouler à l'air libre. Cela facilitera également le retour des eaux au ruisseau en cas de débordement.

Un scénario alternatif consiste à poursuivre le décaissement de la voirie sur la parcelle actuelle occupée par le parc. Pour cela, un passage d'eau sous forme d'une large noue pourra être mise en place. Le muret et la haie donnant sur le rue des Prés devront être supprimés afin de garantir la continuité hydraulique des écoulements.

Protections individuelles

Quelques exemples d'aménagements possibles sont présentés sur les photographies ci-contre. Ces aménagements ont un coût estimatif compris entre 500 et 1000 €.

5. Caractéristiques techniques et financières

Le schéma d'aménagement s'articule autour d'aménagements dits d' « hydraulique structurante » (ouvrage de rétention) et de « collecteurs du ruissellement » (freins hydrauliques naturels ou artificiels). **Le coût total de ces aménagements s'élève entre 236 115 et 269 115 € HT.** 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, dont le montant d'élève environ à **52 500 € HT.**

Certains aménagements du programme de travaux sont éligibles aux aides de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse : ouvrage de rétention favorisant les fonctionnalités du milieu aquatique, réouverture de cours d'eau dans le parc et restauration du cours d'eau en zone urbaine.

Secteur d'aménagement	n° d'aménagement	Type	Dimensions	Unité	Prix Unitaire (€HT)	Coût Total (€HT)	Priorité d'aménagement (termes d'efficacité)	Priorité d'aménagement (termes de faisabilité)
Parcelles agricoles	SALM_1	Ouvrage de rétention en remblais - Stockage 20 600 m3	1	F	entre 60 000 et 90 000	entre 60 000 et 90 000	1	4
Rue Principale	502	Décaissement et reprofilage de voirie	100	m ²	60	6 000	2	1
Rue de Bellac	501	Décaissement de voirie pour évacuation des eaux	830	m ²	60	49 800	2	1
	12	Canalisation Ø500 sous chemin piétonnier	80	ml	250	20 000	4	2
	12	Création de fossé	150	ml	40	6 000	4	2
	12	Caniveau grille 400 kN	8	ml	200	1 600	4	2
Ruisseau	601	Reprise du cours d'eau	230	ml	100	23 000	3	3
Rue de la Gare	110	Canalisation Ø1400	25	ml	400	10 000	2	3
	503	Décaissement de voirie	120	m ²	100	12 000	2	1
	503	Réouverture du ruisseau	150	m3	175	26 250	2	3
					Aléa (10%)	entre 21 465 et 24 465		
					Total (€HT)	entre 236 115 et 269 115		

Type d'étude	Coût (€ HT)
Maitrise d'œuvre	30 000
Etudes géotechniques	7 500
Dossier Loi sur l'Eau	8 000
Dossier Déclaration d'Intérêt Général	3 000
Dossier Déclaration d'Utilité Publique	4 000
Total (€HT)	52 500

6. Aménagements préconisés pour supprimer les désordres hydrauliques résiduels

Comme évoqué dans les paragraphes précédents, le schéma d'aménagement retenu, bien qu'il permette de réduire significativement des désordres par rapport à la situation actuelle, ne permet pas de résoudre l'intégralité des désordres hydrauliques de la commune de Salmbach.

Afin de supprimer l'intégralité des désordres hydrauliques, nous préconisons les aménagements suivants :

- l'élargissement du profil du cours d'eau en amont direct de la traversée de la RD244 ;
- le remplacement de l'ouvrage de franchissement sous la RD244 (dalot) pour un ouvrage de plus grande dimension.