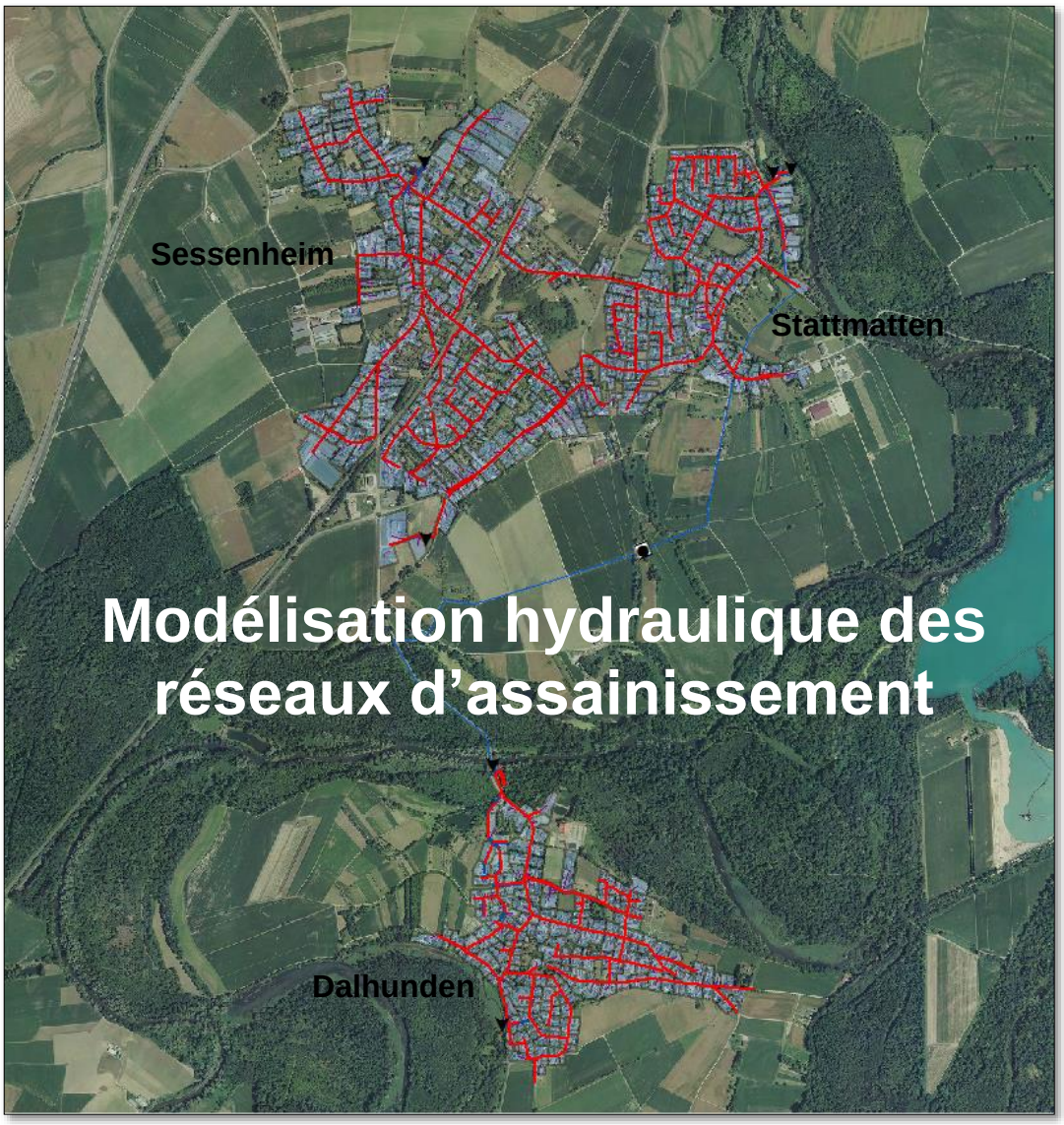
SYNDICAT DES EAUX ET DE L'ASSAINISSEMENT
ALSACE MOSELLE
(Arrêté ministériel du 26-12-1958 modifié)
Espace Européen de l'Entreprise - Schiltigheim BP10020 - 67013 Strasbourg Cedex

L'Eau, votre service public

Périmètre Rhin-Moder

Communes de Sessenheim, Stattmatten et Dalhunden



Modélisation hydraulique des réseaux d'assainissement

Note technique

Directeur Études

Marc THIERIOT

A Schiltigheim, le 11 Février 2019

SOMMAIRE

INTRODUCTION **6**

I ANALYSE DE L'EXISTANT **7**

I.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 7
I.2 DONNEES CONCERNANT LE RESEAU D'ASSAINISSEMENT 8
I.2.1 Déversoirs d'orage 8
I.2.2 Bassins d'orage 8
I.2.3 Postes de pompage 9
I.2.4 Régulateurs de débit 9
I.3 DONNEES CONCERNANT L'OUVRAGE DE TRAITEMENT 11
I.4 DONNEES CONCERNANT LE MILIEU RECEPTEUR 14
I.4.1 La Moder 14
I.4.1.1 Débits caractéristiques 14
I.4.1.2 Qualité de la Moder 15
I.5 ZONES D'EXTENSION FUTURE 17

II MODELISATION : CONSTRUCTION DU MODELE **18**

II.1 PRESENTATION DE L'OUTIL DE MODELISATION 18
II.2 MODELISATION HYDROLOGIQUE 18
II.2.1 Modèle hydrologique retenu 18
II.2.2 Délimitation des bassins versants 20
II.2.3 Détermination des paramètres du modèle hydrologique 21
II.2.3.1 Coefficient d'imperméabilisation 22
II.2.3.2 Longueur hydraulique et pente 23
II.3 MODELISATION HYDRAULIQUE 23
II.3.1 Construction du modèle 23
II.3.2 Présentation du modèle 23
II.3.2.1 Conduites et nœuds du modèle 23
II.3.2.2 Ouvrages particuliers 24
II.3.3 Définition des pluies de projet 27
II.3.4 Temps de concentration 27
II.3.5 Intensité des pluies de projet 28

III DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU **29**

III.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE 29
III.1.1 Résultats – Cartographie des hauteurs d'eau 29
III.1.2 Résultats – Cartographie des volumes débordés 29
III.2 ANALYSE D'IMPACT SUR LE MILIEU 30
III.2.1 Méthodologie et objectifs de protection 30
III.2.2 Classes de pluies 31
III.2.3 Méthodologie pour définir un programme de travaux 32

IV RESULTATS DE LA MODELISATION **33**

IV.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE 33
IV.1.1 Cartographie des débordements et mises en charges - Etat actuel et après aménagements 33
IV.1.1.1 Commune de Sessenheim et Stattmatten - Etat actuel 33
IV.1.1.2 Commune de Dalhunden - Etat actuel 39
Bilan des déversoirs d'orage – Modélisation Q_{10} 45
IV.1.2 Bilan Volumique 46
IV.1.2.1 Bilan volumique Simulation Q10 Hydrologique 46
IV.1.2.2 Bilan volumique Simulation Q10 Hydraulique 46
IV.1.3 Conclusion « Fonctionnement hydraulique » – Synthèse des aménagements à envisager 47
IV.2 IMPACT SUR LE MILIEU RECEPTEUR 48
IV.2.1 Impact sur la Moder 49

CONCLUSION **51**

Liste des figures

Figure 1 : Périmètre d'étude 7
Figure 2: Plan de récolement SIG des réseaux d'assainissement du Périmètre du Rhin-Moder 10
Figure 3: Plan de situation de la station d'épuration de Stattmatten 11
Figure 4: Evolution pluriannuelle du débit moyen en entrée de station 12
Figure 5: Evolution pluriannuelle de la charge en pollution en entrée de station 12
Figure 6: Réseau hydrographique de la zone d'étude 14
Figure 7 : Station de suivi de la qualité des eaux de la Moder (Source : SIERM) 15
Figure 8: L'état écologique de La Moder (Source : SIERM) 15
Figure 9 : Principe général des modèles hydrologiques 18
Figure 10 : Schéma de principe du modèle du réservoir linéaire 19
Figure 11 : Modèle du réservoir linéaire – Définition du temps de réponse 19
Figure 12 : Plan de découpage des bassins versants (en bleu) sur le logiciel Mike Urban - Commune de Sessenheim, Stattmatten et Dalhunden 20
Figure 13 : Exemple de bassin versant élémentaire – Catchment_367 21
Figure 14: Exemple de calcul de coefficient d'imperméabilisation – Catchment_367 22
Figure 15: Pluies de projet décennales des trois communes du Périmètre Rhin-Moder 28
Figure 16 : Légende Mike Urban : Quantification des volumes débordés (m^3). 29
Figure 17 : Graphique des pluies caractéristiques de la station pluviométrique de Stattmatten 32
Figure 18: Résultats de la modélisation Q_{10} - Cartographie des hauteurs d'eau – Communes de Sessenheim et Stattmatten 33
Figure 19: Résultats de la modélisation Q_{10} - localisation des zones à risque de débordement – Communes de Sessenheim et Stattmatten 34
Figure 20 : Résultats de la modélisation Q_{10} – Cartographie des volumes débordés – Communes de Sessenheim et Stattmatten 35
Figure 21 : Profil en long – Collecteur principal de Sessenheim et Stattmatten 36
Figure 22 : Profil en long Rue de l'Alliance – Rue de la Paix – Rue du Stade – Sessenheim avant travaux 37
Figure 23 : Profil en long Rue de l'Alliance – Rue de la Paix – Rue du Stade – Sessenheim après travaux 38
Figure 24 : Résultats de la modélisation Q_{10} - Cartographie des hauteurs d'eau – Communes de Sessenheim et Dalhunden 39
Figure 25: Résultats de la modélisation Q_{10} - localisation des zones à risque de débordement – Communes de Dalhunden 40
Figure 26 : Résultats de la modélisation Q_{10} – Cartographie des volumes débordés – Communes de Dalhunden 41
Figure 27 : Profil en long – Collecteur principal de Dalhunden 42
Figure 28 : Profil en long collecteur principal de Dalhunden – état futur 43
Figure 29 : Résultats de la modélisation Q_{10} après travaux - localisation des zones à risque de débordement – Commune de Dalhunden 44
Figure 30 : Bilan des déversoirs d'orage pour Q_{10} – Etat actuel 45
Figure 31 : Bilan volumique Hydrologique 46
Figure 32 : Bilan volumique Hydraulique 46
Figure 33 : Milieu récepteur pris en compte – Périmètre du Rhin-Moder 48

Liste des tableaux

Tableau 1 : Inventaire des déversoirs d'orage 8
Tableau 2: Inventaire des bassins d'orage 8
Tableau 3 : Inventaire des postes de pompage 9
Tableau 4: Inventaire des régulateurs de débit 9
Tableau 5 : Données d'autosurveillance de la STEP de Stattmatten (2016 - 2017 - 2018) 13
Tableau 6 : Débits caractéristiques de la Moder 14
Tableau 7 : L'état chimique de La Moder (Source : SIERM) 16
Tableau 8 : Répartition des bassins versants élémentaires par commune et par type de réseau 21
Tableau 9 : Coefficients d'imperméabilisation retenus par occupation de sol 22
Tableau 10 : Linéaire modélisé sous Mike Urban 23
Tableau 11 : Déversoirs d'orages modélisés sous Mike Urban 24
Tableau 12 : Régulateurs de débit modélisés sous Mike Urban 24
Tableau 13 : Postes de pompage modélisés sous Mike Urban 24
Tableau 14: Bassins d'orage modélisés sous Mike Urban 25
Tableau 15 : Fréquences de calcul recommandées 27
Tableau 16 : Temps de concentration évalué par commune 27
Tableau 17: Coefficient de Montana de la station de Stattmatten pour des pluies de différentes durées et périodes de retour 28
Tableau 18 : Objectif déclassement rang de qualité des cours d'eau 30
Tableau 19 : Tableau récapitulatif de la note méthodologique de l'ARM – calcul de dilution 31
Tableau 20 : Pluies caractéristiques de la station pluviométrique de Stattmatten 31
Tableau 21 : Chiffrage des travaux Q10 – Rue de l'Alliance - Sessenheim 38
Tableau 22 : Chiffrage des travaux Q10 - Dalhunden 44
Tableau 23 : Bilan des déversoirs d'orage - Etat actuel et après travaux Q_{10} 45
Tableau 24 : Impact des déversements du réseau d'assainissement sur la Moder 49
Tableau 25 : Fréquence de déclassement de la Moder 49
Tableau 26: Quantification des volumes déversés (en m^3) par ouvrage et par classe de pluie avec les aménagements Q10 49
Tableau 27 : Stockage nécessaire pour respecter les objectifs de l'Agence de l'eau 50

INTRODUCTION

Le SDEA, dans le cadre de sa politique d'amélioration du fonctionnement de ses réseaux d'assainissement, engage la présente étude sur le périmètre Rhin-Moder avec l'objectif :

- D'analyser le fonctionnement hydraulique du réseau d'assainissement et ses éventuels dysfonctionnements à l'occasion d'épisodes pluvieux intenses ;
- De dimensionner les renforcements de réseaux là où des insuffisances sont constatées lors des pluies intenses, en anticipant la réflexion sur les secteurs où les extensions de l'urbanisation augmenteront les apports ;
- De quantifier les rejets de polluants dans le milieu naturel et d'évaluer leur impact ;
- De définir les aménagements nécessaires à limiter les flux par temps de pluie vers le milieu naturel afin de respecter les objectifs de qualité qui leur sont assignés ;
- De chiffrer et de hiérarchiser les aménagements proposés en conséquence sur les réseaux.

Le présent rapport présente les résultats de la modélisation hydraulique des réseaux d'assainissement du Périmètre. Il se décline en plusieurs parties :

- Collecte et analyse de données existantes ;
- Construction du modèle ;
- Diagnostic hydraulique des réseaux d'assainissement pour des pluies exceptionnelles ;
- Analyse de l'impact des rejets des réseaux d'assainissement par temps de pluie sur le milieu naturel.

I ANALYSE DE L'EXISTANT

I.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le Périmètre Rhin-Moder est composé de 3 communes : Sessenheim, Stattmatten et Dalhunden. Il se situe à 15 kilomètres à l'Est d'Haguenau et 30 kilomètres au Nord de Strasbourg. Il fait partie de la commission locale Argile et Moder qui représente une superficie de 20,56 km² pour un linéaire total de cours d'eau d'environ 15 km. Il compte 3943 habitants (2014) pour une superficie de 20,56km², présentant une densité de 192hab/km².

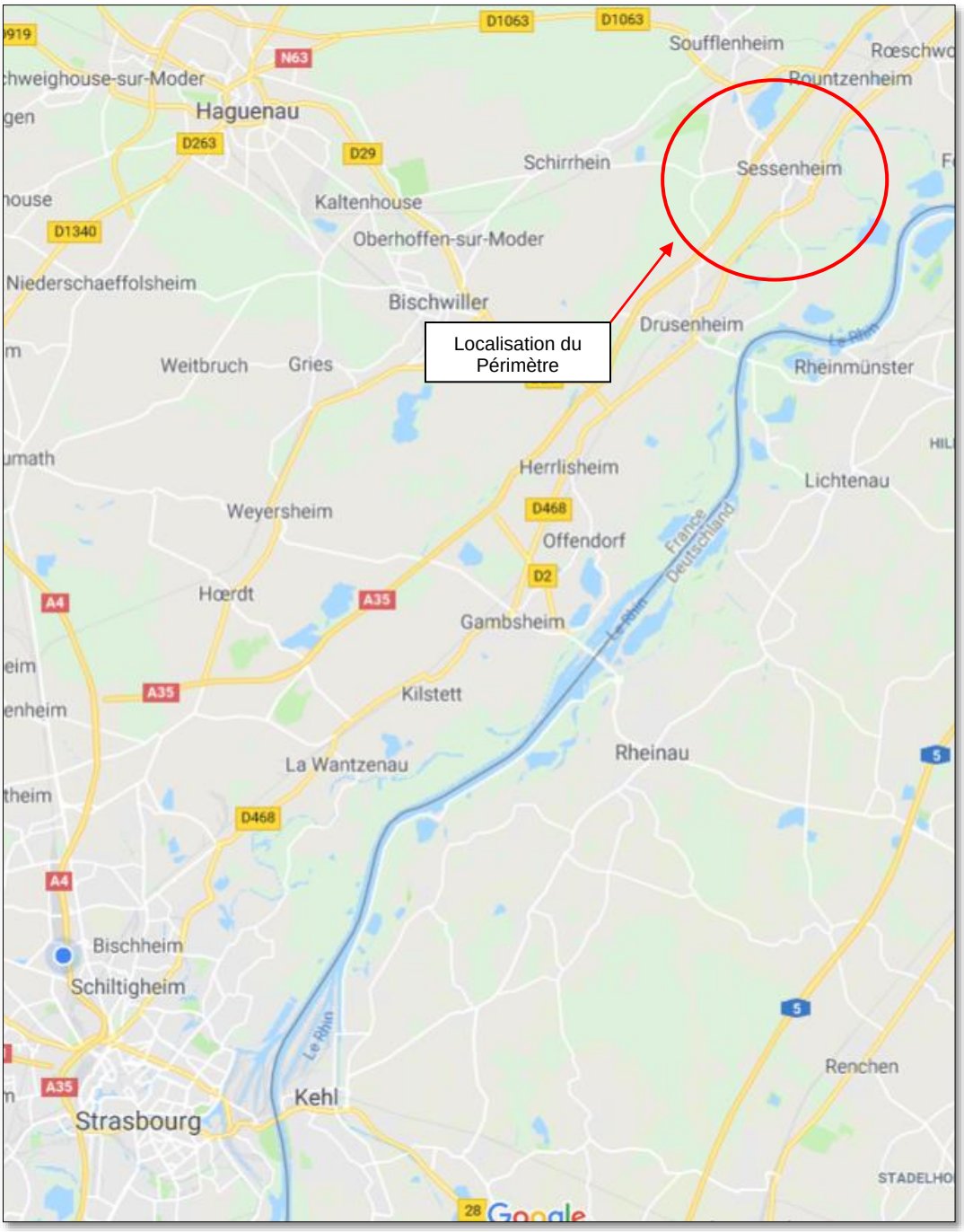


Figure 1 : Périmètre d'étude

Le Périmètre du Rhin-Moder est membre du SDEA depuis 1999. Il a transféré la totalité de ses compétences en assainissement au SDEA qui s'est substitué à lui à compter du 1er janvier 2019.

I.2 DONNEES CONCERNANT LE RESEAU D'ASSAINISSEMENT

A l'échelle intercommunale, les effluents collectés au niveau de la commune de Dalhunden sont acheminés par pompage jusqu'à la station d'épuration intercommunale située à Stattmatten. Les effluents des communes de Sessenheim et Stattmatten transitent via un collecteur principal ovoïde de diamètre DN1000 à DN1500 mm jusqu'à la station d'épuration de Stattmatten.

La station d'épuration intercommunale est implantée en rive gauche de la Moder, au Nord-Est de la commune de Stattmatten.

La plupart des zones urbanisées du Périmètre sont desservies par un réseau d'assainissement collectif de type unitaire. Certains nouveaux lotissements disposent d'un réseau de collecte séparatif comme par exemple le lotissement « Le Giessfeld » à Dalhunden ou encore le lotissement « Le Pré du Chêne » à Sessenheim.

Le linéaire de réseaux intercommunaux représente 3,34km pour 26,35km de réseaux communaux. Les ouvrages composant le système d'assainissement et qui conditionnent son fonctionnement sont les suivants :

- 3 bassins d'orages,
- 4 déversoirs d'orages,
- 4 postes de pompage,
- 3 régulateurs de débit.

Un plan général est joint en annexe. Il localise l'ensemble des ouvrages du réseau d'assainissement du Périmètre Rhin-Moder.

I.2.1 Déversoirs d'orage

L'ensemble des déversoirs d'orage est répertorié dans le tableau suivant.

Commune	Localisation	Milieu récepteur du rejet
Stattmatten	DO_1001 – Rue Principale	La Moder
Dalhunden	DO_1001 – Rue de La Moder	La Moder
	DO_3001 – Route des Fleurs	La Moder
	DO_2001 – Rue du Rhin	La Moder

Tableau 1 : Inventaire des déversoirs d'orage

I.2.2 Bassins d'orage

3 bassins d'orages sont implantés dans le Périmètre du Rhin-Moder.

Commune	Localisation	Caractéristiques	Volume (m^3)
Stattmatten	Rue Principale / Station d'épuration	Bassin de rétention (EU)	**1000**
Dalhunden	Rue de la Moder	Conduite surdimensionnée (EU)	**248** (DN =1200 mm, L= 4x55 ml)
Dalhunden	Lotissement Le Giessfeld	Conduite surdimensionnée (EP)	**243m³** (DN =1200 mm, L= 215 ml)

Tableau 2: Inventaire des bassins d'orage

I.2.3 Postes de pompage

L'ensemble des postes de pompage et leurs caractéristiques figurent dans le tableau suivant.

Commune	Localisation	Caractéristiques
Stattmatten	Rue Principale / Poste de relevage STEP	20 l/s Etat actuel (EU) 35l/s Etat futur (EU)
	Rue Principale / Alimentation bassin d'orage de la STEP	330 l/s (EU)
Dalhunden	Rue de la Moder / Refoulement vers STEP	8 l/s (EU)
Sessenheim	Route de Strasbourg	100l/s (EU) *Estimé

Tableau 3 : Inventaire des postes de pompage

I.2.4 Régulateurs de débit

La zone d'étude comprend 3 régulateurs de débit dont les caractéristiques sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Commune	Localisation	Consigne de régulation (l/s)	Type
Sessenheim	Rue Marie Curie	10	Vortex (EP)
Dalhunden	Lotissement Le Giessfeld	(Estimé) 13	Vortex (EP)
	Rue de la Moder	(Estimé) 25	Vortex (EP)

Tableau 4: Inventaire des régulateurs de débit

Les données précitées sont disponibles dans la base de données du Système d'Information Géographique (SIG) du SDEA. Le plan de récolement des réseaux d'assainissement du Périmètre est présenté ci-après.

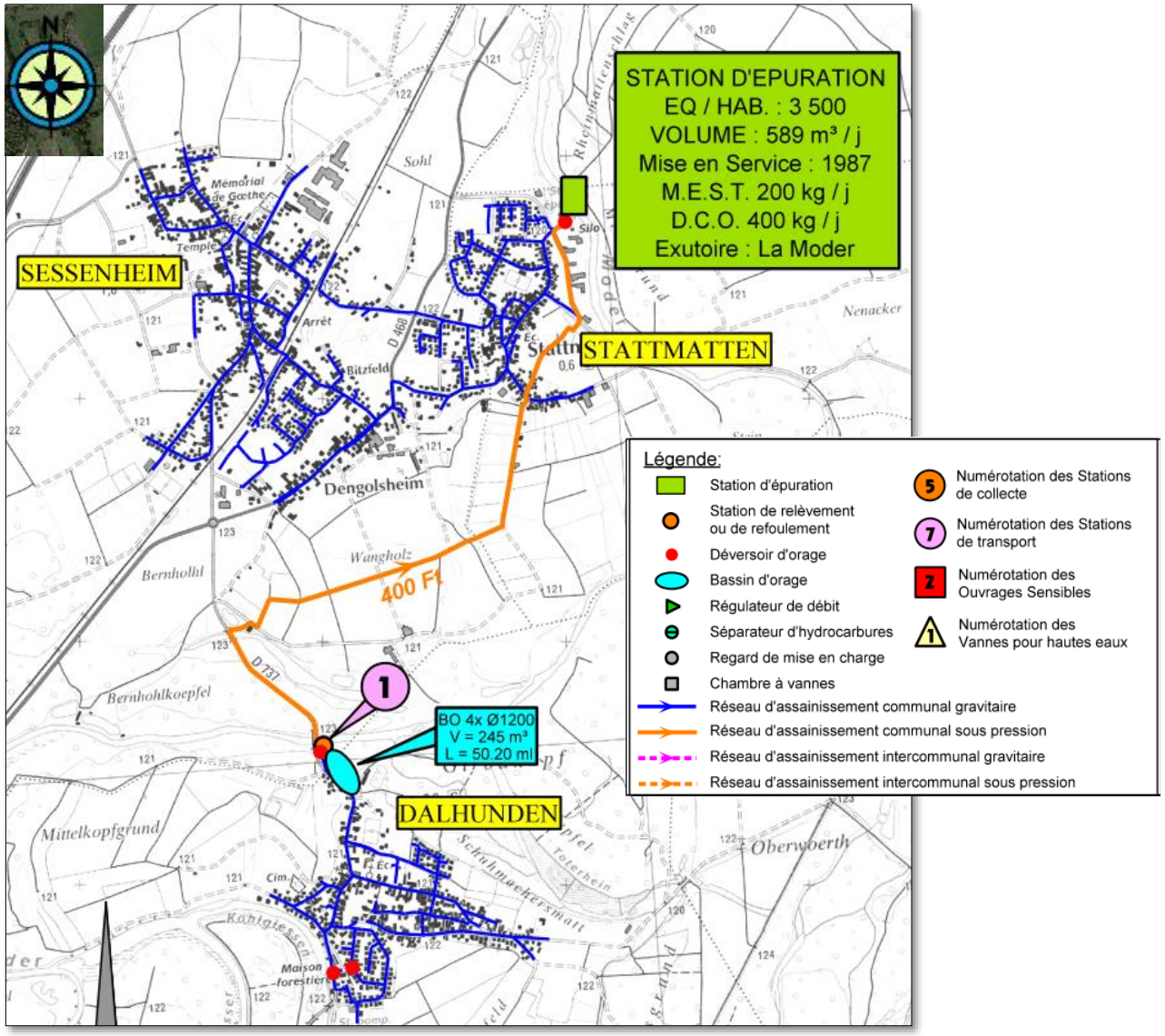


Figure 2: Plan de récolement SIG des réseaux d'assainissement du Périmètre du Rhin-Moder

I.3 DONNEES CONCERNANT L'OUVRAGE DE TRAITEMENT

Le Périmètre Rhin-Moder dispose d'une station d'épuration de type boues activées en aération prolongée mise en service en 1987 à Stattmatten. Sa capacité est de 3500 EH.

Figure 3: Plan de situation de la station d'épuration de Stattmatten

Les effluents après traitement sont rejetés dans la Moder.
Les graphiques ci-après montrent les débits entrants ainsi que les charges admises en tête de station d'épuration sur l'année 2016, 2017, 2018 par rapport à sa capacité nominale.

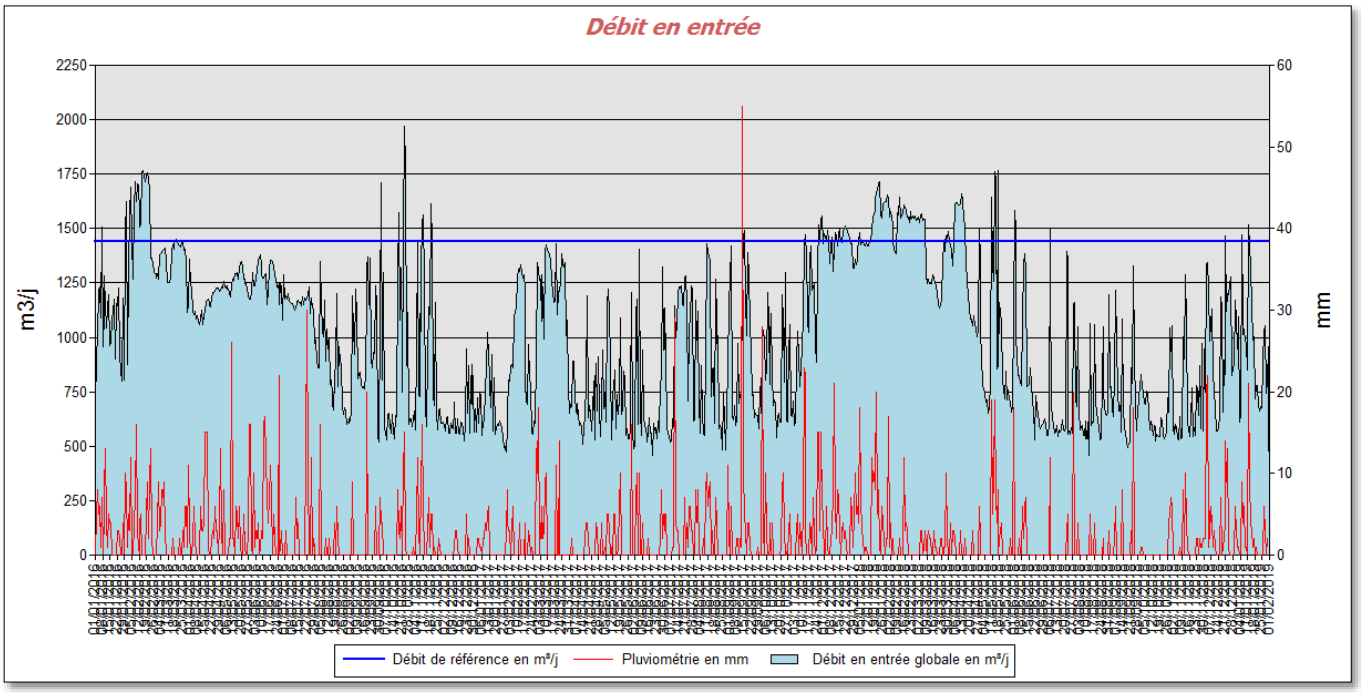


Figure 4: Evolution pluriannuelle du débit moyen en entrée de station

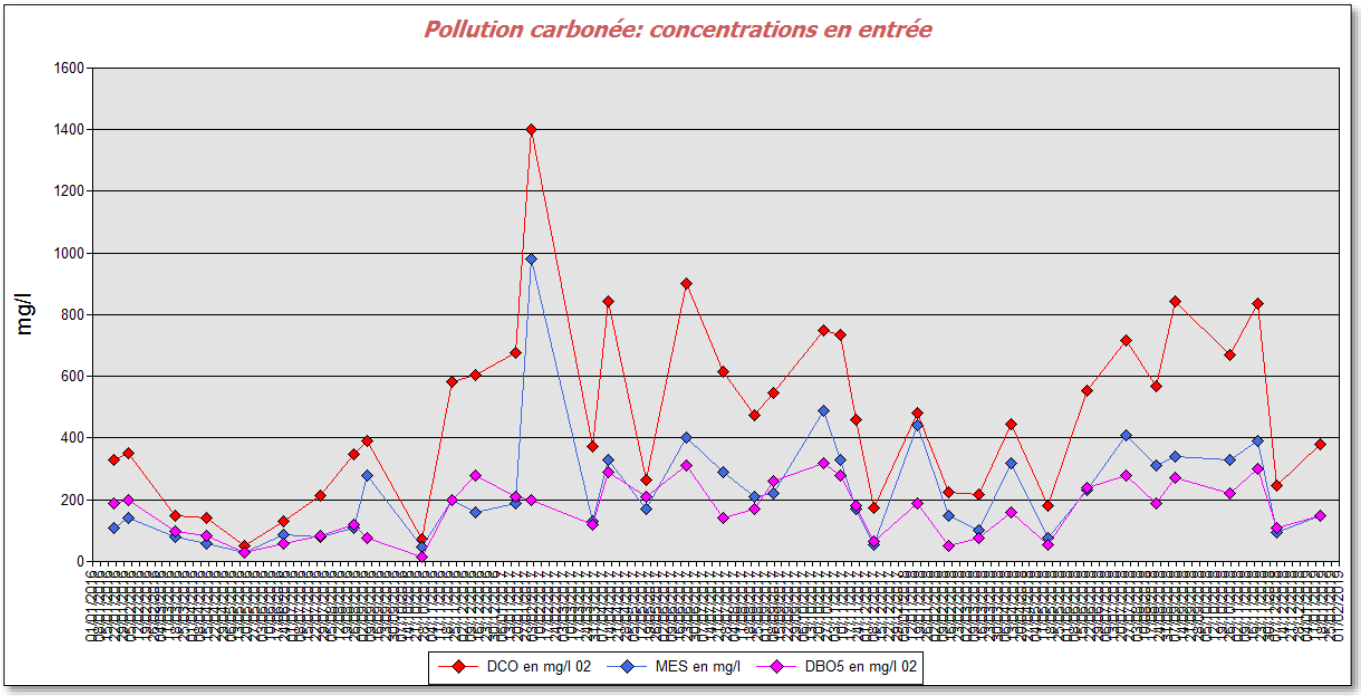


Figure 5: Evolution pluriannuelle de la charge en pollution en entrée de station

Les concentrations de l'effluent unitaire du système d'assainissement du Périmètre prises en compte pour évaluer l'impact sur le milieu récepteur ont été calculées à partir des données d'autosurveillance en tête de station d'épuration sur l'année 2016, 2017 et 2018.

Date	Pluviométrie (mm)	Débit d'entrant (m³/j)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	NH4+ (mg/l)
02/02/2016	5	1309	200	350	25
13/04/2016	3	1059	84	142	
17/05/2016	2	1265	30	49	
22/06/2016	1	1261	57	129	
25/10/2016	1	1793	16	73	4,6
21/11/2016	1	689	200	581	
12/12/2016	3	559	280	603	57
01/02/2017	3	803	200	1400	
24/07/2017	6	1050	140	616	
23/10/2017	3	795	320	748	
07/11/2017	4	775	280	734	45
21/11/2017	2	1245	180	461	
07/12/2017	2	1432	64	172	
16/01/2018	9	1551	190	480	
12/03/2018	2	1248	76	216	12
10/04/2018	3	1612	160	445	
14/05/2018	7	1731	55	182	
06/09/2018	6	1216	270	845	21
06/12/2018	2	983	110	246	20
MOYENNE	**3,4**	**1177,7**	**153,3**	**445,9**	**26,4**

Tableau 5 : Données d'autosurveillance de la STEP de Stattmatten (2016 - 2017 - 2018)

I.4 DONNEES CONCERNANT LE MILIEU RECEPTEUR

Le réseau d'assainissement du périmètre Rhin-Moder rejette vers un seul milieu récepteur : la Moder.

La carte ci-dessous permet de localiser le tronçon de cours d'eau pris en compte dans la présente étude, répartis sur les trois communes du Périmètre.

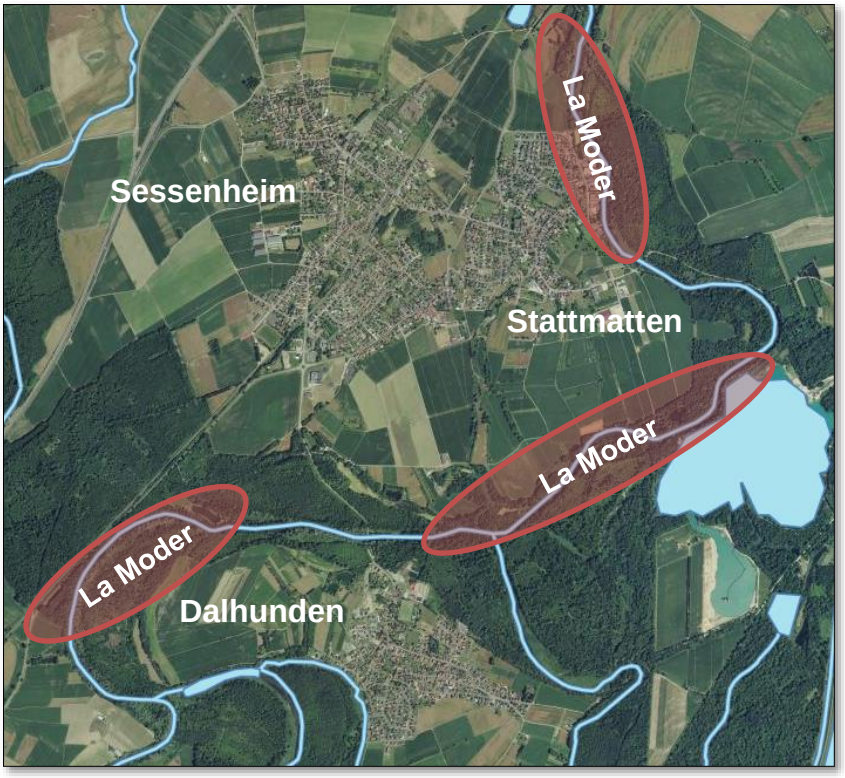


Figure 6: Réseau hydrographique de la zone d'étude

Les ouvrages de déversement des communes de Sessenheim, Stattmatten et Dalhunden déchargent dans la Moder.

I.4.1 La Moder

I.4.1.1 Débits caractéristiques

Les débits caractéristiques de la Moder au regard des données figurant dans le catalogue des débits d'étiage de l'AERM de 2000 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

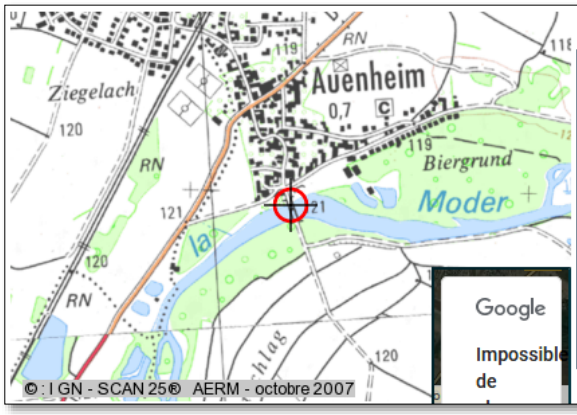
Identification du point	Surface du BV en km²	Débits mensuels d'étiage (m^3/s)		
		F1/2	F1/5	F1/10
La Moder à la station RBN d'Auenheim	1706,6	8,07	6,66	6,01

Tableau 6 : Débits caractéristiques de la Moder

Ce sont ces données qui ont été utilisées dans l'étude de modélisation des réseaux d'assainissement afin d'évaluer l'impact sur le milieu récepteur

I.4.1.2 Qualité de la Moder

Concernant la qualité du cours d'eau, la seule station de suivi est la suivante :



Coordonnées (x,y, L93)-PK:	1067674 m, 6868324 m - - La Moder
Commune (Insee, Nom):	(67014)AUENHEIM
Classe de dureté:	Classe 4
Catégorie piscicole:	Deuxième catégorie
Type :	G18/4, Grand cours deau dAlsace et exogène des Vosges
Exception typologique:	
Code hydrographique Masse d'eau:	A354010A - MODER 5 (FRCR156)
Réseau(x) d'appartenance:	0000000076 - RNESUQNO3 (21/09/2009- En cours) 0200000009 - RNB RM (01/01/1997-31/12/2006) 0200000040 - RERRM (01/01/2005-31/12/2008) 0200000051 - RISDRM (01/06/2005-31/10/2005) 0200000054 - RCSRMDR-CE (01/01/2007- En cours) 0200000058 - RESALTT (01/01/1997- En cours) 0200000059 - RSPRM (01/01/2007- En cours) 0200000063 - RCORMDR-CE (01/01/2007-31/12/2021) 0200000095 - RRESUPNALS (21/09/2009- En cours) 0200000106 - RRPRM (01/01/2012- En cours)
Suivis réalisés:	

Figure 7 : Station de suivi de la qualité des eaux de la Moder (Source : SIERM)

La station de suivi est située à environ 1,2km de la commune de Stattmatten.

Le tableau ci-dessous récapitule l'état de la Moder entre 2008 et 2017 concernant l'état chimique et l'état écologique au niveau de la station sur **La Moder à Auenheim.**

Paramètres	Année(s)										Etat écologique 2015-2017			
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2015-2017	Classes d'état		
Invertébrés (IBGN ou IBGN équivalent)	16	18	17	16	18	11	13		13		13	Biologie		Etat écologique
Diatomées (IBD 2007)	12.5	13.2	11.6	11.9	11	10.9	13.3		14.4		14.4			
Poissons (IPR)		12.4		16		15.1	9.9	11.1	22.8		17			
Macrophytes (IBMR)		7.4			6.8	6.9			7	7.7	7.3			
Température (P90, °C)	19.2	19.9	18.3	19.7	18.5	20.5	21.7	21.1	20	20.5	20.5	Température	Parametres généraux	
pH (min)	7.7	7.6	7.6	7.7	7.55	7.75	7.6	7.7	7.7	7.65	7.65	Acidification		
pH (max)	8.1	7.9	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
Conductivité (P90, µS/cm)	555	545	615	515	510	526	566	528	513	541	528	salinité		
Chlorures P90 (mg Cl/l)	32	40	36	36	36	38	35	38.2	33.4	34.5	35.5			
Sulfates P90 (mg SO4/l)	59	61	55	54	55	55	54	56	46.6	63	56			
O_2 dissous (P10, mgO_2/l)	7.1	6.5	7.7	7.8	6	6.6	6.7	6.4	8	6.7	6.6	Bilan de l'oxygène		
Tx Sat, O2 (P10, %)	71	69	77	69	64	72	73	69	80	75	73			
DBO5 (P90, mg O_2/l)	3	3	3	3	3	2.3	1.8	3	2.4	3	3			
Carb, Org, (P90, mg C/l)	3.8	4.2	4.3	3.6	4.1	6.2	4	3.4	4.2	3.1	3.9			
Phosphates (P90, mg PO_4^{3-}/l)	0.4	0.39	0.37	0.38	0.38	0.34	0.54	0.44	0.33	0.39	0.4	Nutriments		
Phosphore total (P90, mg P/l)	0.3	0.3	0.27	0.19	0.25	0.2	0.228	0.17	0.18	0.21	0.19			
Ammonium (P90, mg NH4+/l)	0.28	0.29	0.26	0.12	0.31	0.27	0.43	0.2	0.2	0.31	0.25			
Nitrites (P90, mg NO2-/l)	0.26	0.24	0.22	0.21	0.17	0.17	0.3	0.2	0.14	0.16	0.17			
Nitrates (P90, mg NO3-/l)	12	15	16	12	9.4	13	13.4	12.9	15.2	13.3	14.5			

Légende :
Etat/Potentiel écologique

	Très bon
	Bon
	Moyen
	Médiocre
	Mauvais
	Non déterminé / Inconnu

Figure 8: L'état écologique de La Moder (Source : SIERM)

L'état écologique de La Moder est qualifié de moyen.

Paramètre (code sandre) Moyenne / maximum annuel en µg/l		Année(s) 2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2015-2017	Norme de qualité environnementale (µg/l)
Alachlore	MOY	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.3
	MAX	<0.02	0.07	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.7
Anthracène	MOY	<0.01	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.1
	MAX	<0.01	<0.01	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.1
Atrazine	MOY	0.039	<0.03	<0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.6
	MAX	0.23	<0.03	<0.03	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.069	<0.02	0.069	2
Benzène	MOY	<1	<1	<1	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	10
	MAX	<1	<1	<1	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	50
Cadmium	MOY	<1	<1	<1	<0.05	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.25
	MAX	<1	<1	<1	<0.05	<0.05	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.5
Tétrachl.Carbone	MOY	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	12
	MAX	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
C10-13-chloroalcanes	MOY	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.1	<0.15	<0.1	<0.1	<0.15	0.4
	MAX	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.1	<0.15	<0.1	<0.1	<0.15	1.4
Chlorfenvinphos	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.1
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.3
Chlorpyriphos-éthyl	MOY	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.03
	MAX	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.1
Somme drines	MOY	<0.01	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.01
	MAX	<0.01	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.05
DDT total	MOY								0	0		0	0.025
	MAX								0	0		0	
DDT 44'	MOY	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01
	MAX	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Dichloroéthane 12	MOY	<1	<1	<1	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	10
	MAX	<1	<1	<1	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Dichlorométhane	MOY	<10	<10	<10	<10	<0.5	<0.5	<5	<5	<5	<5	<5	20
	MAX	<10	<10	<10	<10	<0.5	<0.5	<5	<5	<5	<5	<5	
Di(2-ethylhexyl)phtalate	MOY		0.53	0.175	<0.5	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	1.3
	MAX		1.4	0.36	0.79	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	
Diuron	MOY	0.061	0.053	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.2
	MAX	0.27	0.21	<0.02	0.02	0.03	<0.02	0.039	<0.02	<0.02	0.025	0.025	1.8
Endosulfan	MOY	<0.005		0	0	0	0	0	0	0		0	0.005
	MAX	<0.005		0	0	0	0	0	0	0		0	0.01
Fluoranthène	MOY	0.0163	0.0162	0.015	0.0099	0.0128	0.0223	0.0151	0.0127	0.0148	0.0149	0.014	0.0063
	MAX	0.025	0.028	0.039	0.031	0.016	0.1	0.031	0.025	0.019	0.035	0.035	0.12
Hexachlorobenzène	MOY	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
	MAX	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.05
Hexachlorobutadiène	MOY	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02	
	MAX	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02		<0.02	<0.02	0.6
HCH alpha+beta+delta+gamm	MOY	<0.01	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.02
	MAX	<0.01	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.04
Isoproturon	MOY	0.071	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.0204	<0.02	0.039	0.0233	<0.02	0.0241	0.3
	MAX	0.56	0.08	0.03	0.04	0.07	0.07	0.057	0.181	0.09	<0.02	0.181	1
Plomb	MOY	<0.4	<0.4	<0.4	<0.2	0.55	0.15	0.126	0.119	0.075	0.128	0.115	1.2
	MAX	<0.4	2	<0.4	0.5	1.7	0.2	0.26	0.2	0.1	0.28	0.28	14
Mercure	MOY	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	MAX	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.07
Naphtalène	MOY	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	0.0064	0.0079	0.0051	0.0061	2
	MAX	0.036	0.023	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	0.011	0.018	0.015	0.016	0.018	130
Nickel	MOY	1.06	1.13	2.75	1.33	1.83	1.53	1.13	1.04	1.04	0.88	0.97	4
	MAX	2	2	4	2.4	2.1	1.7	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	34
4-nonylphenols	MOY	<0.05			<0.02	0.098	0.025	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3
	MAX	<0.05			0.06	0.23	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	0.11	2
para-tert-Octylphenol	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.1
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
Pentachlorobenzene	MOY	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.007
	MAX	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Pentachlorophénol	MOY	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.1	<0.1	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0.4
	MAX	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.1	<0.1	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	1
Benzo(a)pyrène	MOY	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	0.0069	0.0109	0.0092	0.0068	0.0098	0.0087	0.0081	0.00017
	MAX	0.013	0.015	0.0075	0.005	0.011	0.049	0.026	0.0147	0.0145	0.0214	0.0214	0.27
Benzo(b)fluoranthène	MOY	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	0.0098	0.0122	0.009	0.0073	0.0074	0.0101	0.0085	
	MAX	0.013	0.015	0.0078	0.015	0.016	0.056	0.0241	0.0175	0.0121	0.0286	0.0286	0.017
Benzo(g.h.i)pérylène	MOY	<0.01	<0.01	<0.01	0.00213	0.00268	0.009	0.0076	0.0059	0.006	0.0061	0.006	
	MAX	<0.01	0.013	<0.01	0.006	0.0048	0.041	0.0215	0.0129	0.0088	0.0132	0.0132	0.0082
Simazine	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.005	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	1
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.005	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	4
Tétrachloroéthylène	MOY	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	10
	MAX	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Trichloréthylène	MOY	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	10
	MAX	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Tributyletain+	MOY	<0.02	<0.002	<0.002	<0.002	<5.0E-5	<5.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	0.0002
	MAX	<0.02	<0.002	<0.002	<0.002	<5.0E-5	<5.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	<6.0E-5	0.0015
Trichlorobenzene total	MOY	<0.1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.4
	MAX	<0.1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
Chloroforme	MOY	<1	<1	<1	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.5
	MAX	<1	<1	<1	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Trifluraline	MOY	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.03
	MAX	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Aclonifène	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.12
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	0.0011	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.12
Bifénox	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.012
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.04
Cyperméthrine	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.005	<0.005	0.00008
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.005	<0.005	0.0006
Dichlorvos	MOY	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.00025	<0.00025	<0.00025	<0.00025	<0.00025	0.0006
	MAX	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.00025	<0.00025	<0.00025	<0.00025	<0.00025	0.0007
Dicofol	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0013
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	
Irgarol (Cybutrine)	MOY							<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	0.0025
	MAX							<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025	0.016
Quinoxyfen	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.15
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	2.7
Somme 6 PBDE (Diphényléthers bromés)	MOY												
	MAX												0.14
Somme de 3 Hexabromocyclododecanes (HBCDDs)	MOY												0.0016
	MAX												0.5
Sulfonate de perfluorooctane	MOY										0.00306	0.00306	0.00065
	MAX										0.0048	0.0048	36
Terbutryne	MOY	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	<0.005	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.065
	MAX	<0.05	<0.05	<0.05	<0.02	<0.02	0.006	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.34

Tableau 7 : L'état chimique de La Moder (Source : SIERM)

Légende :
Classification de l'état chimique

	Bon
	Mauvais
	Non déterminé / Inconnu

L'état chimique de La Moder est qualifié de bon, exepté pour la fluorentène, le Benzo(a)pyrène, le Benzo(g.h.i)pérylène, le Benzo(b)fluoranthène et le Sulfonate de perfluorooctane pour lesquels leur état est qualifié de mauvais .

En l'absence d'autres données, les valeurs ci-dessus ont été prises en compte pour l'analyse des rejets par temps de pluie pour La Moder.

I.5 ZONES D'EXTENSION FUTURE

Les futures zones constructibles ne modifieront pas les conclusions de cette étude. En effet, Pour toute nouvelle construction, y compris les extensions, des dispositifs de gestion des eaux pluviales, avec ou sans admission au réseau public d'assainissement, sont obligatoires. Ils concernent aussi bien les eaux pluviales générées sur les espaces communs (voirie, place, parking, espaces verts, …) que celles des eaux des parcelles et terrains privés.

Ces dispositifs de gestion des eaux pluviales à la parcelle peuvent consister en :

- l'infiltration dans le sol, sous réserve de compatibilité avec les dispositions des périmètres de protection des captages d'eau potable, le cas échéant, et sous réserve que le projet ne soit pas situé à proximité d'une source de pollution atmosphérique, dans le panache d'une pollution de la nappe ou sur un site dont le sol est susceptible d'être pollué,
- la rétention avec restitution limitée et récupération le cas échéant dans des citernes privatives,
- la limitation de l'imperméabilisation,
- l'utilisation des espaces extérieurs, légèrement en contrebas de la voirie qui dessert la parcelle, pouvant supporter sans préjudice une lame d'eau de faible hauteur, le temps d'un orage (jardins, allées, bassins, noues, places de stationnement, place de retournement, …),
- la végétalisation des toitures, en complément avec une des solutions alternatives ci-avant.

Si aucune de ces solutions ne peut être appliquée, les eaux pluviales pourront être évacuées directement vers un émissaire naturel à écoulement superficiel (cours d'eau, fossé, …), éventuellement par l'intermédiaire d'un réseau pluvial.

En cas d'impossibilité de rejet vers un tel émissaire, le rejet pourra exceptionnellement être dirigé vers le réseau public d'assainissement, moyennant une limitation de débit de 5 l/s/ha, conformément à l'article 31 du règlement d'assainissement en vigueur. La desserte interne des nouvelles zones sera réalisée en mode séparatif. Les deux réseaux se rejoindront alors en aval de la nouvelle zone.

II MODELISATION : CONSTRUCTION DU MODELE

II.1 PRESENTATION DE L'OUTIL DE MODELISATION

Le logiciel utilisé dans le cadre de cette étude est le logiciel Mike Urban, développé par le Danish Hydraulic Institute (DHI). Il permet d'évaluer le fonctionnement d'un réseau d'assainissement grâce à deux moteurs de calcul : le module hydrologique et le module hydraulique.

La modélisation du ruissellement de surface : module hydrologique.
Il s'agit d'une transformation pluie - débit qui peut être obtenue par différentes méthodes (méthode rationnelle généralisée, la méthode du réservoir linéaire ou du double réservoir linéaire).
Ce modèle permet de calculer les débits générés en surface à l'exutoire de chaque bassin d'apport à partir de données pluviométriques et des caractéristiques des différents bassins versants du secteur d'étude.

La simulation des écoulements dans les réseaux : module hydraulique.
A partir des caractéristiques du réseau d'assainissement et des hydrogrammes injectés dans le réseau (débit de temps sec, débits ruisselés issus de la modélisation hydrologique), le logiciel génère l'écoulement dans les collecteurs (hauteur, vitesse, débit) par la résolution des équations de Barré Saint Venant en tout point du réseau.

La modélisation hydraulique s'appuie ainsi sur une description fine de la structure du réseau.

II.2 MODELISATION HYDROLOGIQUE

La modélisation hydrologique s'applique sur des bassins versants élémentaires et transforme pour chacun la pluie en hydrogrammes.

II.2.1 Modèle hydrologique retenu

Dans le cadre de la présente étude, le modèle hydrologique utilisé est le modèle du **réservoir linéaire**.

Ce modèle, développé par Desbordes, est largement utilisé dans les études d'assainissement urbain en France, et s'avère adapté à la modélisation de bassins versants d'imperméabilisation et de taille variables.

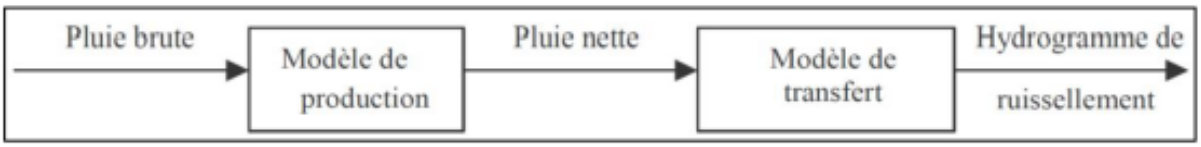


Figure 9 : Principe général des modèles hydrologiques

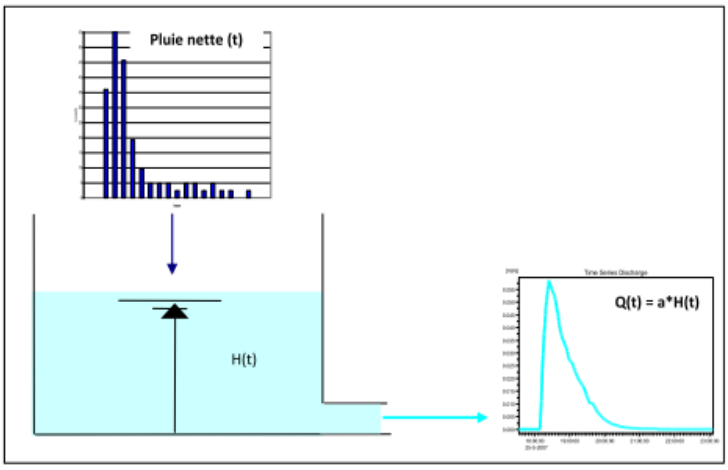


Figure 10 : Schéma de principe du modèle du réservoir linéaire

La transformation pluie-débit prend en compte plusieurs paramètres :

- Les pertes initiales : une certaine hauteur de pluie ne contribue pas au ruissellement mais à l'imbibition du sol. Cette hauteur est estimée à 0,5 mm par défaut ;
- Coefficient d'imperméabilisation : il s'obtient par pondération des coefficients d'imperméabilité par type d'occupation du sol pour chaque unité hydrologique ;
- Coefficient de réduction : Une partie des précipitations reste piégée dans les dépressions du sol ou s'infiltre en profondeur et ne contribue pas au ruissellement. La valeur retenue est de 10 % ;
- Temps de réponse : cette grandeur représente le décalage temporel entre le centre de gravité du hyétogramme de la pluie et le centre de gravité de l'hydrogramme de la réponse du bassin versant. Il est fonction de la pente globale et de l'allongement du bassin versant, traduit par L, le plus long chemin hydraulique.

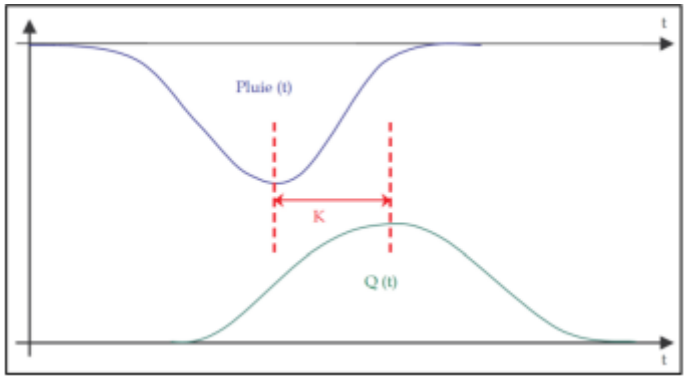


Figure 11 : Modèle du réservoir linéaire – Définition du temps de réponse

Le temps de réponse est calculé ici pour chaque bassin versant élémentaire selon la formule de Chocat, présentée ci-dessous.

$$K = 0.3175 * A^{-0.0076} * C^{-0.512} * S^{-0.401} * L^{0.608}$$

Avec :

A : Surface totale du bassin versant (ha) ;
C : Coefficient d'imperméabilisation du bassin versant [0...1] ;
S : Pente du bassin versant (%) ;
L : Longueur hydraulique du bassin versant (m).

II.2.2 Délimitation des bassins versants

La zone d'étude du Rhin-Moder a été découpée en plusieurs bassins versants élémentaires en tenant compte :

- Du plan de récolement du réseau d'assainissement ;
- Du niveau de précision nécessaire à la modélisation hydraulique des réseaux ;
- Des observations de terrain ;
- Des levés topographiques.

La figure suivante illustre le plan de découpage des bassins versants des communes de Sessenheim, Stattmatten et Dalhunden.

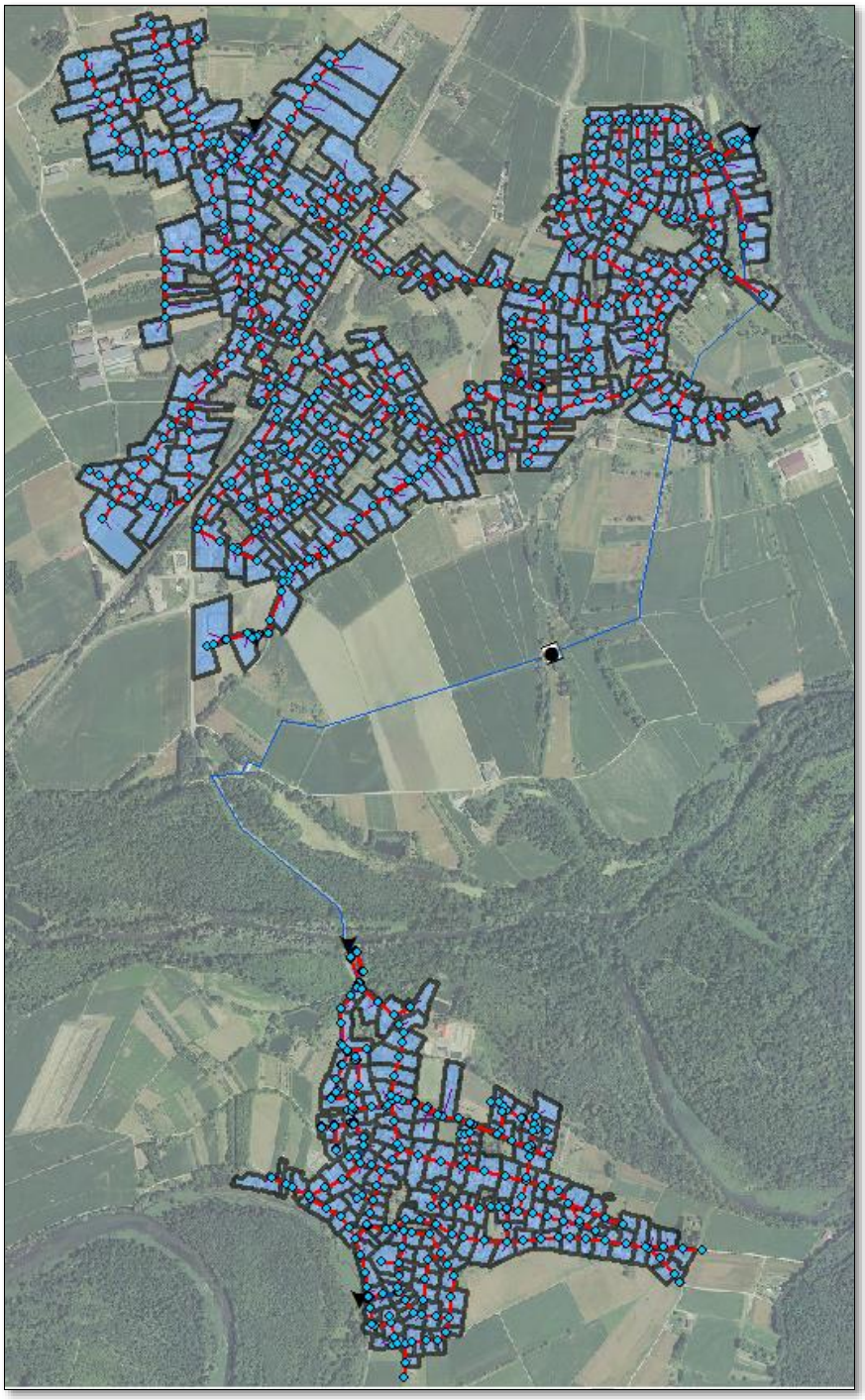


Figure 12 : Plan de découpage des bassins versants (en bleu) sur le logiciel Mike Urban - Commune de Sessenheim, Stattmatten et Dalhunden

Les plans à grande échelle des trois communes sont joints en annexe.

Les caractéristiques des bassins versants élémentaires du modèle sont présentées dans le tableau suivant.

	Nombre de bassins versants			Surface (ha)	
	BV unitaires ou stricts	BV pluviaux	Total BV	Surface totale	Surface moyenne
Sessenheim	243	9	252	97,69	0,387
Stattmatten	102	0	102	28,55	0,280
Dalhunden	147	18	165	42,00	0,254
Total :	**492**	**27**	**519**	**168,24**	**0,307**

Tableau 8 : Répartition des bassins versants élémentaires par commune et par type de réseau

492 bassins versants ont été définis pour une surface totale d'environ 168 ha. La surface moyenne des unités hydrologiques est d'environ 0,307 ha, témoin du niveau de détail retenu.

II.2.3 Détermination des paramètres du modèle hydrologique

Les bassins versants élémentaires sont caractérisés par différents paramètres et notamment : la superficie, le coefficient d'imperméabilisation, la pente, la longueur et le nœud de raccordement.

Exemple : Catchment_367

- *Nœuds de connexion : Dal_1153*
- *Surface : 0,228 ha*
- *Coefficient d'imperméabilisation : 50%*
- *Pente : 2,12 ‰*
- *Longueur : 49,7 m*
- *Oeu : 0.00001 m^3/s*

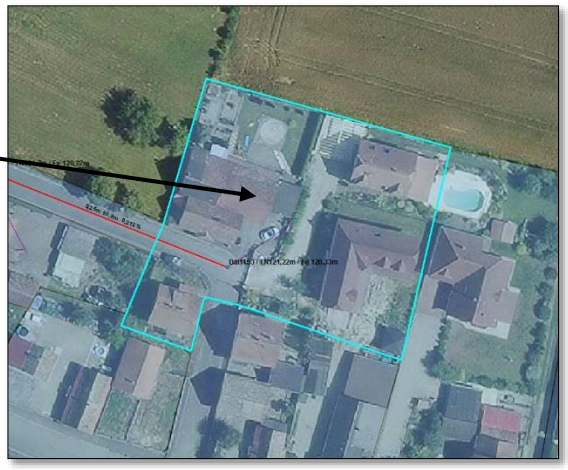


Figure 13 : Exemple de bassin versant élémentaire – Catchment_367

Ces paramètres servent de base à l'élaboration des hydrogrammes générés pour chaque bassin versant qui seront incorporés au réseau d'assainissement au droit de chaque nœud d'injection.

II.2.3.1 Coefficient d'imperméabilisation

La détermination des coefficients d'imperméabilisation est réalisée de la manière suivante :

- Quatre types d'occupation de sols sont définis : le bâti dur (habitation principale), le bâti léger (grange, hangar), les secteurs perméables et la voirie publique. Un coefficient d'imperméabilisation théorique est ensuite affecté à chaque type d'occupation.

	Coefficient d'imperméabilité moyen par type d'occupation de sols
Secteur bâti	0,90
Secteur bâti léger	0,90
Secteur non bâti	0,15
Voirie	0,90

Tableau 9 : Coefficients d'imperméabilisation retenus par occupation de sol

- Une analyse cartographique avec le logiciel ArcGis permet de superposer différents fichiers et de déterminer la surface de chaque type d'occupation du sol par bassin versant élémentaire.

- Selon le type d'habitat, un coefficient de majoration de 50 % sur le bâti dur peut être retenu pour tenir compte des terrasses, des voies d'accès privatives, des aires de stationnement, des piscines ou des cours internes attenantes à l'habitation principale.

- Une pondération des coefficients d'imperméabilisation par type d'occupation du sol en fonction de leur surface respective permet de déterminer un coefficient global pour chaque unité hydrologique.

Sur le secteur d'étude, les coefficients d'imperméabilisation intégrés pour chaque bassin versant dans Mike Urban varient entre 20 % et 90 %.

Surface du bassin versant : 0,228 ha
Surface bâti : 0,0565 ha, majorée de 50 % : 0,08475 ha
Surface bâti léger : 0,003 ha
Voirie : 0,0285 ha
Surface non bâti : 0,0879 ha

Coefficient d'imperméabilisation =

$$\frac{(0{,}08475*0.90) + (0{,}003*0{,}90) + (0{,}0285*0{,}9) + (0{,}0879*0{,}1)}{0{,}228}$$

→ ***50 %***

Figure 14: Exemple de calcul de coefficient d'imperméabilisation – Catchment_367

II.2.3.2 Longueur hydraulique et pente

Physiquement, la longueur hydraulique représente le trajet le plus long pour que l'eau, une fois tombée au sol, gagne l'exutoire. Ce trajet est constitué d'une partie amont « ruisselée » sur le sol imperméable, et d'une partie aval « collectée » transitant dans le réseau.

La longueur et la pente des sous-bassins versants sont déterminées au cas par cas à partir des données disponibles sur les bassins versants.

Elles influent dans le modèle hydrologique sur le temps de réponse intervenant dans la transformation de la pluie en débit.

II.3 MODELISATION HYDRAULIQUE

II.3.1 Construction du modèle

La première phase de la construction du modèle hydraulique est l'intégration des données disponibles des réseaux d'assainissement.

Cette opération se fait en deux étapes :

- Import des données du SIG et des relevés topographiques ;
- Intégration manuelle des éléments complémentaires (ouvrages singuliers, exutoires, etc.).

La cohérence des données intégrées est ensuite vérifiée visuellement par la génération de profils en long et par un module spécifique du logiciel dédié à cette tâche.

II.3.2 Présentation du modèle

Le modèle définitif élaboré est présenté dans le présent chapitre. Il a été réalisé en compilant des informations en provenance de plusieurs sources :

- Des levés topographiques, spécifiquement réalisés dans le cadre de cette étude ;
- Des données intégrées dans le SIG de l'exploitant des réseaux d'assainissement ;
- Des informations transmises par les riverains et le Chef de Secteur ;
- Des reconnaissances de terrains.

Les différents éléments constituant les réseaux sont présentés ci-après.

II.3.2.1 Conduites et nœuds du modèle

Au total, le modèle numérique du périmètre Rhin-Moder comporte 731 nœuds reliés par 744 canalisations, totalisant un linéaire d'environ 27km.

Le tableau suivant détaille la répartition des nœuds et conduites modélisés par commune.

	Nombre de nœuds	Tronçons modélisés	
		Nombre	Linéaire (ml)
Sessenheim	352	356	13,154
Stattmatten	126	130	4,818
Dalhunden	253	258	8,847
Total :	**731**	**744**	**26,82**

Tableau 10 : Linéaire modélisé sous Mike Urban

II.3.2.2 Ouvrages particuliers

Les ouvrages singuliers modélisés sont les déversoirs d'orage, les bassins d'orage, les postes de pompage, la station d'épuration ainsi que les régulateurs de débit.

Des schémas de principe sont disponibles en annexe pour chaque ouvrage particulier modélisé.

a) *Déversoirs d'orage*

Le réseau unitaire du Périmètre du Rhin-Moder est déchargé par 4 déversoirs d'orage. Les principales caractéristiques de ces ouvrages (type de déversoirs, hauteur et longueur de crête, orientation de la crête par rapport à l'écoulement) sont renseignées à partir de fiches de recollement transmises par l'exploitant ou réalisées à la suite des visites de terrain.

Le tableau suivant récapitule les déversoirs d'orage modélisés.

Commune	Localisation	Type d'ouvrage	Aire (Ha)
Stattmatten	DO_1001 – Rue Principale	Crête frontale	**126,24**
Dalhunden	DO_1001 – Rue de La Moder	Crête latérale	**38,57**
	DO_3001 – Route des Fleurs	Crête latérale	**1,19**
	DO_2001 – Rue du Rhin	Crête latérale	**2,24**

Tableau 11 : Déversoirs d'orages modélisés sous Mike Urban

b) *Régulateurs de débit*

Le tableau suivant récapitule les régulateurs de débit modélisés.

Commune	Localisation	Consigne de régulation (l/s)	Type
Sessenheim	Rue Marie Curie	10	Vortex (EP)
Dalhunden	Lotissement Le Giessfeld	13*	Vortex (EP)
	Rue de la Moder	25*	Vortex (EP)

* : Estimé par rapport à la surface active en tenant compte des 5l/s/ha (en eau lors des visites terrain)

Tableau 12 : Régulateurs de débit modélisés sous Mike Urban

c) *Postes de pompage*

Le tableau suivant récapitule les postes de pompage modélisés.

Commune	Localisation	Caractéristiques
Stattmatten	Rue Principale / Poste de relevage STEP	20 l/s Etat actuel (EU) 35l/s Etat futur (EU)
	Rue Principale / Alimentation bassin d'orage de la STEP	330 l/s (EU)
Dalhunden	Rue de la Moder / Refoulement vers STEP	8 l/s (EU)
Sessenheim	Route de Strasbourg	100l/s (EU) *Estimé

Tableau 13 : Postes de pompage modélisés sous Mike Urban

d) *Ouvrages de stockage*

Il peut s'agir de bassins enterrés ou des tronçons en conduites surdimensionnées. Leur rôle est de réguler les débits admissibles vers l'aval et de stocker dans les réseaux une partie des eaux générées par temps de pluie, afin de réduire l'impact sur le milieu naturel.

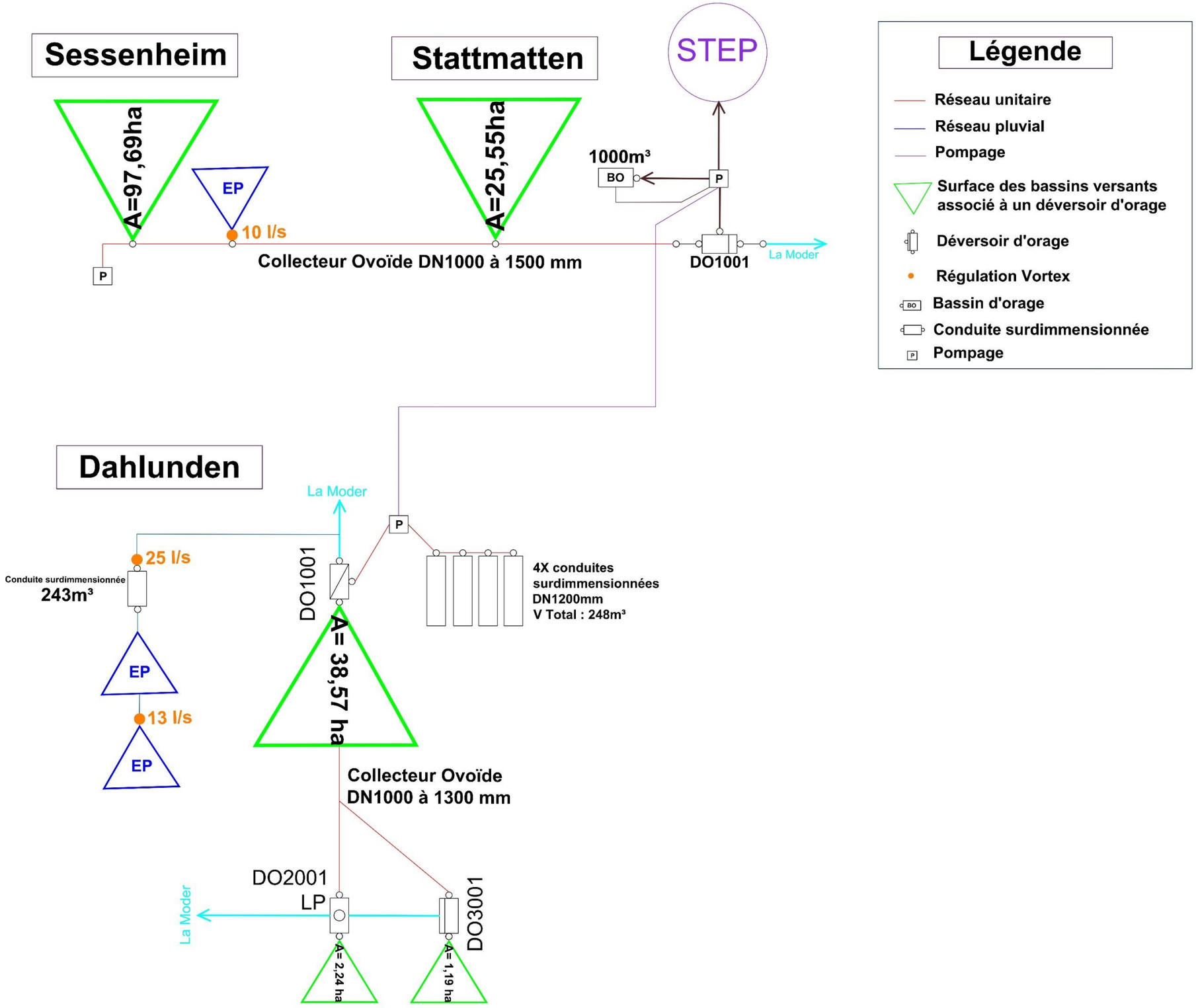
Les 3 bassins modélisés sont les suivants (schémas de principe disponible en annexe) :

Commune	Localisation	Caractéristiques	Volume (m^3)
Stattmatten	Rue Principale / Station d'épuration	Bassin de rétention (EU)	**1000**
Dalhunden	Rue de la Moder	Conduite surdimensionnée (EU)	**248** (DN =1200 mm, L= 4x55 ml)
Dalhunden	Lotissement Le Giessfeld	Conduite surdimensionnée (EP)	**243m³** (DN =1200 mm, L= 215 ml)

Tableau 14: Bassins d'orage modélisés sous Mike Urban

e) *Ossature du modèle*

L'ossature du modèle est représentée par le schéma suivant →


Sessenheim
Stattmatten
STEP
Légende
Réseau unitaire
Réseau pluvial
Pompage
Surface des bassins versants associé à un déversoir d'orage
Déversoir d'orage
Régulation Vortex
Bassin d'orage
Conduite surdimensionnée
Pompage
A=97,69ha
EP
10 l/s
A=25,55ha
1000m³
BO
P
Collecteur Ovoïde DN1000 à 1500 mm
DO1001
La Moder
Dahlunden
La Moder
25 l/s
Conduite surdimensionnée
243m³
DO1001
4X conduites surdimensionnées DN1200mm V Total : 248m³
A= 38,57 ha
EP
13 l/s
EP
Collecteur Ovoïde DN1000 à 1300 mm
DO2001
LP
DO3001
La Moder
A= 2,24 ha
A= 1,19 ha

II.3.3 Définition des pluies de projet

La norme NF EN752 définit, pour différentes zones, les périodes de retour pour lesquelles le réseau ne doit pas déborder ou se mettre en charge ; le tableau ci-dessous en est extrait. En application de cette norme, le SDEA cherche à éviter en milieu rural tout débordement pour une période de retour décennale ou inférieure.

Zones	Fréquence de calcul des orages pour lesquels aucune mise en charge ne doit se produire		Fréquence de calcul des inondations	
	Période de retour (1 en « n » années)	Probabilité de dépassement pour 1 année quelconque	Période de retour (1 en « n » années)	Probabilité du dépassement pour 1 année quelconque
Zones rurales	1 en 1	100%	1 en 10	10%
Zones résidentielles	1 en 2	50%	1 en 20	5%
Centres ville / zones industrielles / commerciales	1 en 5	20%	1 en 30	3%
Métro / passages souterrains	1 en 10	10%	1 en 50	2%

Tableau 15 : Fréquences de calcul recommandées

La pluie de projet prise en compte dans la modélisation sera de type double triangle. Ce type de pluie élaboré par Desbordes résulte d'une analyse statistique d'événements pluvieux réels enregistrés localement et classés en fonction de leur durée et de leur intensité (coefficient de Montana). Il permet une sollicitation modérée du réseau avant l'arrivée du pic de la précipitation.

II.3.4 Temps de concentration

Le temps de concentration ou lag-time correspond au temps que met une goutte de pluie tombée sur le point le plus en amont du bassin versant étudié, pour s'écouler en aval jusqu'à l'exutoire de celui-ci. Le lag-time sera calculé d'après la formule de Kirpich :

$$T_c = 0{,}0195\ X\ L^{0{,}77} X\ p^{-0{,}385}$$

Avec :

- *T_c : temps de concentration en minutes ;*
- *L : longueur de plus grande pente du bassin versant en mètres ; (= 2937 m)*
- *p : pente moyenne en m/m. (= 0,001328 m/m)*

Afin de proposer le dimensionnement le plus sécuritaire pour les réseaux des différentes communes du Périmètre, nous avons choisi de modéliser les pluies les plus critiques pour les différentes communes.

Le tableau suivant récapitule les valeurs du temps de concentration évalué par commune, qui servira à la construction d'une pluie de projet décennale propre à chaque commune.

Commune	Temps de Concentration (en minutes)
Sessenheim + Stattmatten	117 min
Dalhunden	82 min

Tableau 16 : Temps de concentration évalué par commune

II.3.5 Intensité des pluies de projet

Les intensités minimales et maximales permettant la construction de la pluie double triangle sont données par les relations suivantes :

$$i_{max} = (0{,}25 \times Tc)^b \times \frac{0{,}1^b - 1}{0{,}9 \times 0{,}1^b} \times 120 \times a \times 2^b$$

$$i_{min} = (0{,}25 \times Tc)^b \times \frac{1 - 0{,}1^{b+1}}{0{,}9 \times 0{,}1^b} \times 120 \times a \times 2^b$$

Les coefficients de Montana pris en considération sont ceux de la station météorologique de Stattmatten, valables pour différentes durées de pluies.

Station *de Stattmatten*		**Coefficient de Montana**	
Période de retour	Durée de la pluie	a	b
5	6 min – 30 min	4,253	-0,546
	15 min –1h	7,594	-0,735
	1h – 3h	9,673	-0,798
10	6 min – 30 min	4,875	-0,536
	15 min –1h	10,269	-0,78
	1h – 3h	10,216	-0,78
20	6 min – 30 min	5,53	-0,527
	15 min –1h	14,002	-0,83
	1h – 3h	10,575	-0,769

Tableau 17: Coefficient de Montana de la station de Stattmatten pour des pluies de différentes durées et périodes de retour

Il en résulte les pluies de projet suivantes :

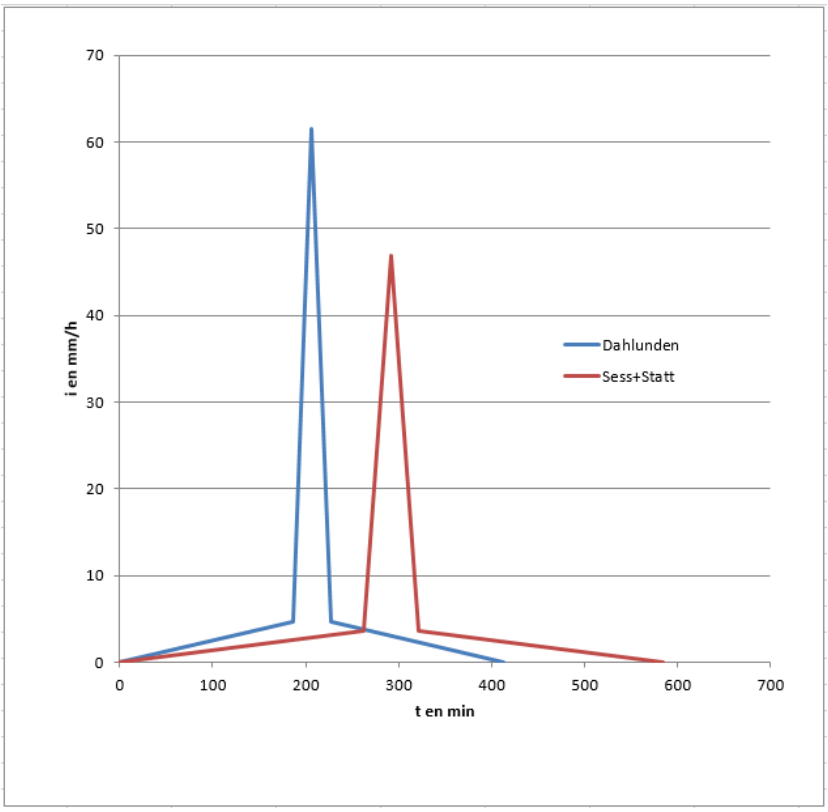


Figure 15: Pluies de projet décennales des trois communes du Périmètre Rhin-Moder

III DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DU RESEAU

Deux axes ont été analysés :

- Le fonctionnement du réseau lors de pluies exceptionnelles afin de s'assurer de sa capacité hydraulique ;
- L'analyse d'impact des déversements du réseau d'assainissement sur le milieu naturel, par la méthode des classes de pluies.

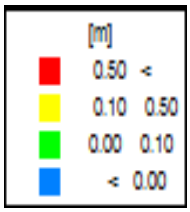
III.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

Le diagnostic hydraulique du fonctionnement du réseau repose sur l'analyse des mises en charge des collecteurs et la quantification des volumes débordés.

Le logiciel Mike Urban permet de cartographier les résultats des calculs hydrauliques sur l'ossature du réseau et ainsi produire des supports visuels explicites à différentes échelles.

III.1.1 Résultats – Cartographie des hauteurs d'eau

La légende comporte 4 couleurs représentant la hauteur du tirant d'eau calculée au niveau des regards.



→ **couleur rouge** : Hauteur piézométrique supérieure à + 50 cm par rapport au terrain naturel → zones à débordements certains et fréquents, potentiellement importants ;
→ **couleur jaune** : Hauteur comprise entre + 10 cm et 50 cm par rapport au terrain naturel → tronçons à débordements certains ;
→ **couleur verte** : Hauteur comprise entre 0 et + 10 cm → zone à risque de débordement ;
→ **couleur bleue** : Hauteur inférieure à 0 → pas de risque de débordements.

Cette représentation ne permet cependant pas de quantifier l'importance des débordements. Elle représente en effet la hauteur piézométrique en considérant la hauteur du regard infinie. Dans la réalité, cette cote n'est jamais atteinte car l'eau se répand sur la voirie.

L'analyse des volumes débordés constitue un critère important en matière de risque et de hiérarchisation des travaux et sera transcrite par une cartographie spécifique.

III.1.2 Résultats – Cartographie des volumes débordés

Cette légende comporte plusieurs catégories traduisant l'importance des volumes débordés (valeurs en m³).

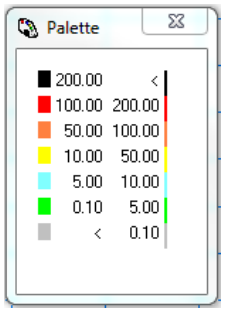


Figure 16 : Légende Mike Urban : Quantification des volumes débordés (m³).

III.2 ANALYSE D'IMPACT SUR LE MILIEU

La réduction des impacts sur le milieu naturel passe par une diminution des flux de pollution déversés lors d'évènements pluvieux normaux. Un des axes d'aménagement consiste à mettre en place des bassins de pollution, sur les réseaux unitaires, permettant de stocker les flux et de les réinjecter progressivement dans le réseau pour être traités à la station d'épuration.

III.2.1 Méthodologie et objectifs de protection

L'Agence Rhin Meuse a donc proposé une approche méthodologique dont l'objectif est de proposer des aménagements permettant de limiter la durée et l'importance du déclassement de la qualité du cours d'eau par rapport à l'objectif de qualité fixé.

Les objectifs de réduction sont résumés dans le tableau suivant :

<table>
<tr><th></th><th>VERTE</th><th>JAUNE</th><th>ORANGE</th><th>ROUGE</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Objectifs</td><td>> 90%</td><td colspan="3">< 10%</td></tr>
<tr><td colspan="2">> 95%</td><td colspan="2">< 5%</td></tr>
<tr><td colspan="3">100%</td><td>0%</td></tr>
</table>

Tableau 18 : Objectif déclassement rang de qualité des cours d'eau

- ***Une tolérance de déclassement d'un rang de qualité est prévue à condition qu'elle n'excède pas 10 % du temps sur la période critique.***
- ***Si les déclassements vont au-delà d'un rang de qualité, la durée cumulée du déclassement devra être au plus égale à 5% de la durée de la période.***
- ***Aucune mortalité piscicole ne doit être constatée (équivalent à la classe rouge).***

Le calcul de l'impact sur le milieu se fait par un **calcul de dilution** dont les éléments à prendre en compte, explicités dans la note méthodologique de l'Agence Rhin Meuse, sont présentés dans le tableau suivant.

Période à prendre en compte	La période à prendre en compte correspond aux mois allant de mai à octobre ; il s'agit de la période la plus critique pour le cours d'eau, où les débits et donc le pouvoir de dilution sont moindres et les effets sur le milieu récepteur d'autant plus dommageables.
Débit du cours d'eau	Le débit caractéristique à considérer pour cette période serait le débit le plus souvent observé. Cette information n'est souvent pas disponible. En pratique, l'AERM recommande de retenir le $QMNA_2$, qui est le débit mensuel d'étiage de fréquence de retour tous les 2 ans. En l'absence de données représentatives sur le cours d'eau au point de rejet, il est possible de l'estimer à partir du débit d'étiage spécifique, exprimé en $l/s/km^2$ et de la surface de son bassin versant (km^2).
Concentration des paramètres dans le milieu naturel avant rejets	Dans le cas où il existe une station de mesure représentative pour évaluer la qualité du cours d'eau au droit des rejets, les données du SIERM sont prises en compte. On retiendra les valeurs moyennes des percentiles 90 sur plusieurs années pour les différents paramètres étudiés. Le cas contraire, on considère que le cours d'eau est en bon état (classe verte) et des concentrations de milieu de classe verte seront retenues pour les principaux paramètres physico-chimiques examinés.
Pluies à prendre en compte	L'estimation de la durée de déclassement implique de travailler sur des pluies types, basées sur la pluviométrie réelle locale.

	Ces pluies types sont fournies par MétéoFrance. Elles résultent d'une analyse statistique des évènements pluvieux sur plusieurs dizaines d'années dans un périmètre donné. Ces épisodes sont ensuite répartis en classe, selon leur caractéristique (durée, intensité, …). En fonction du nombre de pluies affectées à chacune des classes, il est possible de déterminer une période de retour pour chacune d'entre elle : $T_i = N_i / N_{total}$ et $F_i = 1/T_i$ Avec : T_i : la période de retour des pluies de la classe i ; N_i, le nombre de pluies classées dans la classe i ; N_{total}, le nombre total de pluies enregistrées sur la période de référence (en général 30 ans) ; F_i, la fréquence d'apparition des pluies de la classe i.
Evaluation de la durée d'effet	La durée de l'impact d'un déversement dans le cours d'eau ne se limite pas à la durée seule du déversement, mais tient compte de ces effets dans le temps. Concrètement il convient de la majorer d'une durée représentant le temps nécessaire à la masse d'eau pour parcourir 5 à 10 km, durant laquelle divers processus comme l'autoépuration, la dilution et le piégeage de la pollution tendent à annuler les effets. Dans la pratique, en fonction de la vitesse du courant, on retiendra une durée d'effet comprise entre 5 et 10 heures. $T_{impact} = T_{dév} + T_{effets}$
Evaluation de la charge déversée	Charge dév = $V_{dév} \times C_{dév}$ La variation de la concentration des rejets varie dans le temps lors d'un déversement et selon la typologie du réseau et des bassins versants. L'utilisation de valeurs issues de la littérature n'est pas conseillée. On préfèrera utiliser les données issues de l'autosurveillance des stations d'épuration en retenant les concentrations moyennes de l'effluent en entrée de station d'épuration les jours de pluie. $C_{dév} = C_{moy\ entrée\ step\ tps\ pluie}$

Tableau 19 : Tableau récapitulatif de la note méthodologique de l'ARM – calcul de dilution

III.2.2 Classes de pluies

La méthode des classes de pluies s'appuie sur des pluies réelles enregistrées et regroupées en un nombre restreint de classes de pluie.

Lors des simulations, chaque classe est représentée par une pluie réelle, représentative de la classe à laquelle est affectée une fréquence d'apparition d'après les relevés pluviométriques.

Les pluies caractéristiques simulées lors de cette étude sont celles de la station pluviométrique de Stattmatten.

CLASSEMENT STATISTIQUE DES PLUIES											
Poste pluviographique	Période	Classe	Durée précipitations	Hauteur d'eau cumulée	Temps sec au sens large	Saut intensité maximale	Position du pic imax	Nombre d'évnmts	Nombre d'années	Fréquence	Période de retour
		unité	min	mm	mn	mm/h	de 0 à 1	unité	unité	nb/an	
STATTMATTEN	CRITIQUE	1	630	7,6	15708	0,3	0,7	59	9	6,6	2 mois
		2	378	26,2	1266	15,8	0,2	27	9	3,0	4 mois
		3	1440	1,0	456	0,0	0,5	9	9	1,0	1 an
		4	72	41,4	954	75,5	0,3	3	9	0,3	3 ans
		5	204	18,4	4476	22,6	0,1	63	9	7,0	2 mois
		6	78	3,8	558	0,0	0,5	660	9	73,3	1 sem

Tableau 20 : Pluies caractéristiques de la station pluviométrique de Stattmatten

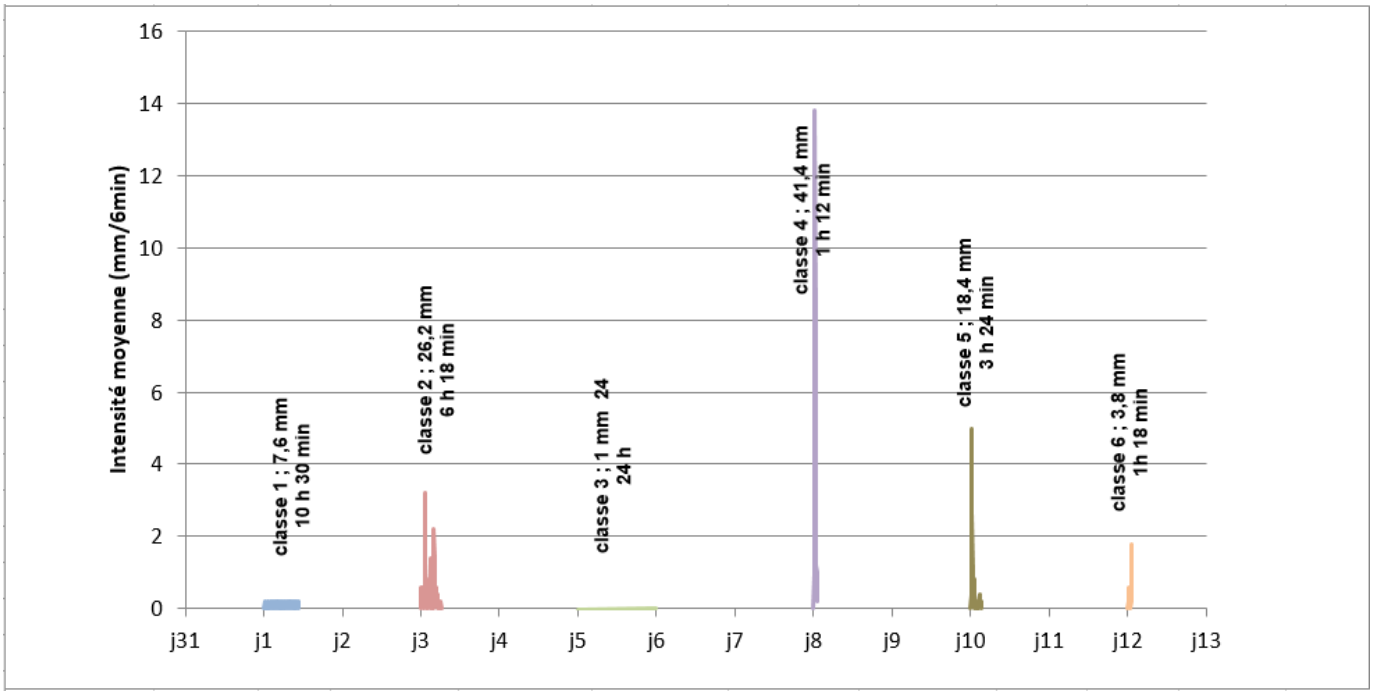


Figure 17 : Graphique des pluies caractéristiques de la station pluviométrique de Stattmatten

III.2.3 Méthodologie pour définir un programme de travaux

L'Agence de l'eau Rhin–Meuse définit les objectifs à respecter et les paramètres à prendre en compte pour l'analyse de l'impact des rejets sur le milieu. Néanmoins, le programme de travaux qui en découle doit rester techniquement et financièrement viable pour les collectivités.

Le premier scénario testé est la mise en œuvre de tous les aménagements nécessaires au respect des objectifs de qualité pour la totalité des classes de pluies.

En cas d'impossibilité technique ou financière, un nouveau scénario sera étudié en gérant la classe de pluie la plus défavorable. La démarche sera reconduite jusqu'à arriver à un programme de travaux techniquement et financièrement viable.

Nous procédons donc par itération pour trouver le meilleur compromis entre la préservation de la qualité du milieu et la faisabilité technique et financière des aménagements pour la gestion des rejets par temps de pluie.

IV RESULTATS DE LA MODELISATION

IV.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

Il s'agit de simuler le fonctionnement actuel et futur du système d'assainissement par temps de pluie pour des évènements exceptionnels de période de retour décennale.

IV.1.1 Cartographie des débordements et mises en charges - Etat actuel et après aménagements

IV.1.1.1 Commune de Sessenheim et Stattmatten - Etat actuel

La figure ci-après présente un aperçu des résultats des hauteurs d'eau de la simulation de la pluie décennale (Q_{10}).

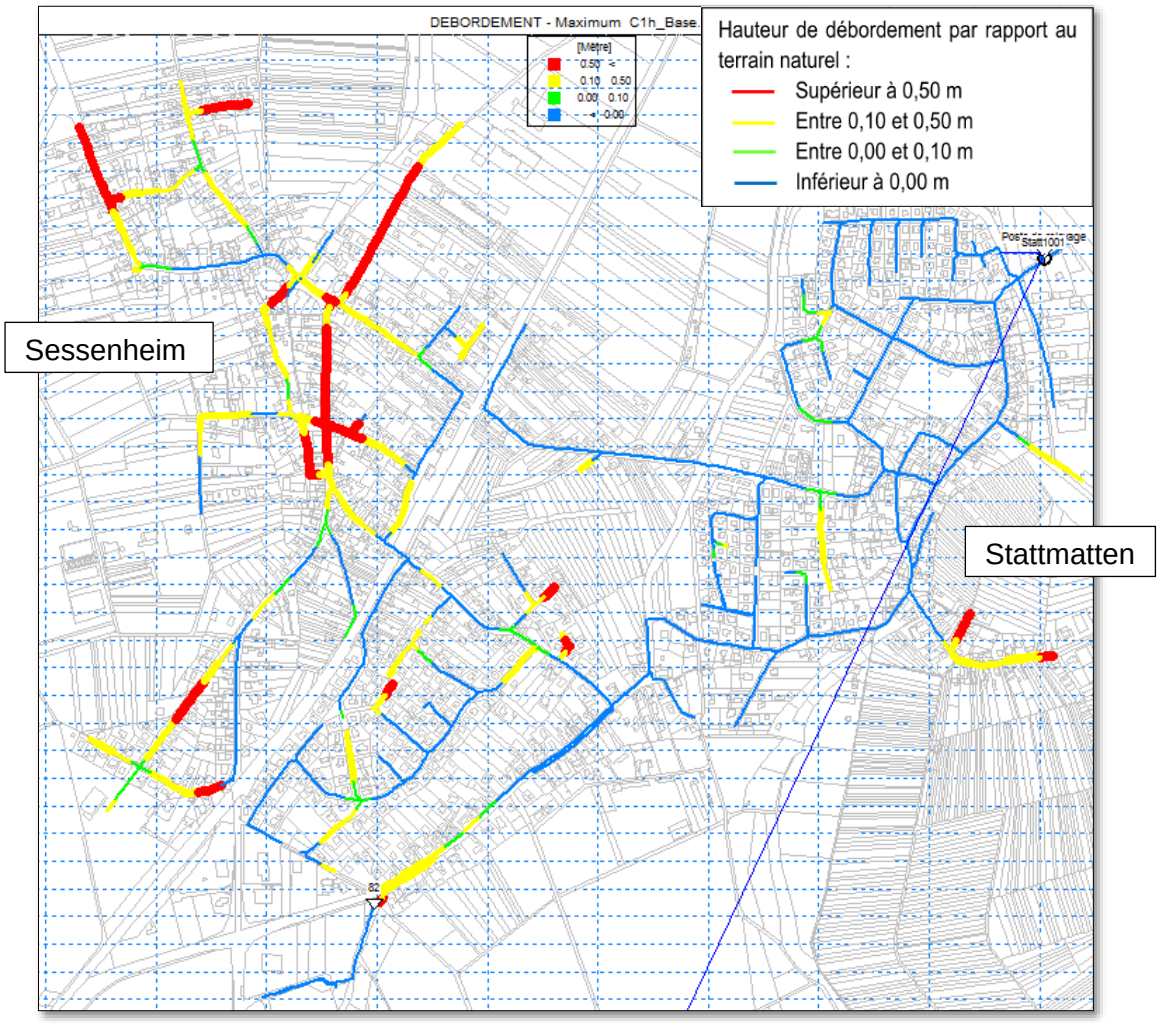


Figure 18: Résultats de la modélisation Q_{10} - Cartographie des hauteurs d'eau – Communes de Sessenheim et Stattmatten

Plusieurs zones à risque de débordement sur la commune peuvent être définies et étudiées :

- Secteur 1 : Rue Albert Fuchs / rue Frédéric Brion
- Secteur 2 : Rue Henri Loux / Rue de la Paix
- Secteur 3 : Rue de l'Alliance
- Secteur 4 : Rue Principale

Le plan ci-après localise les secteurs précités.

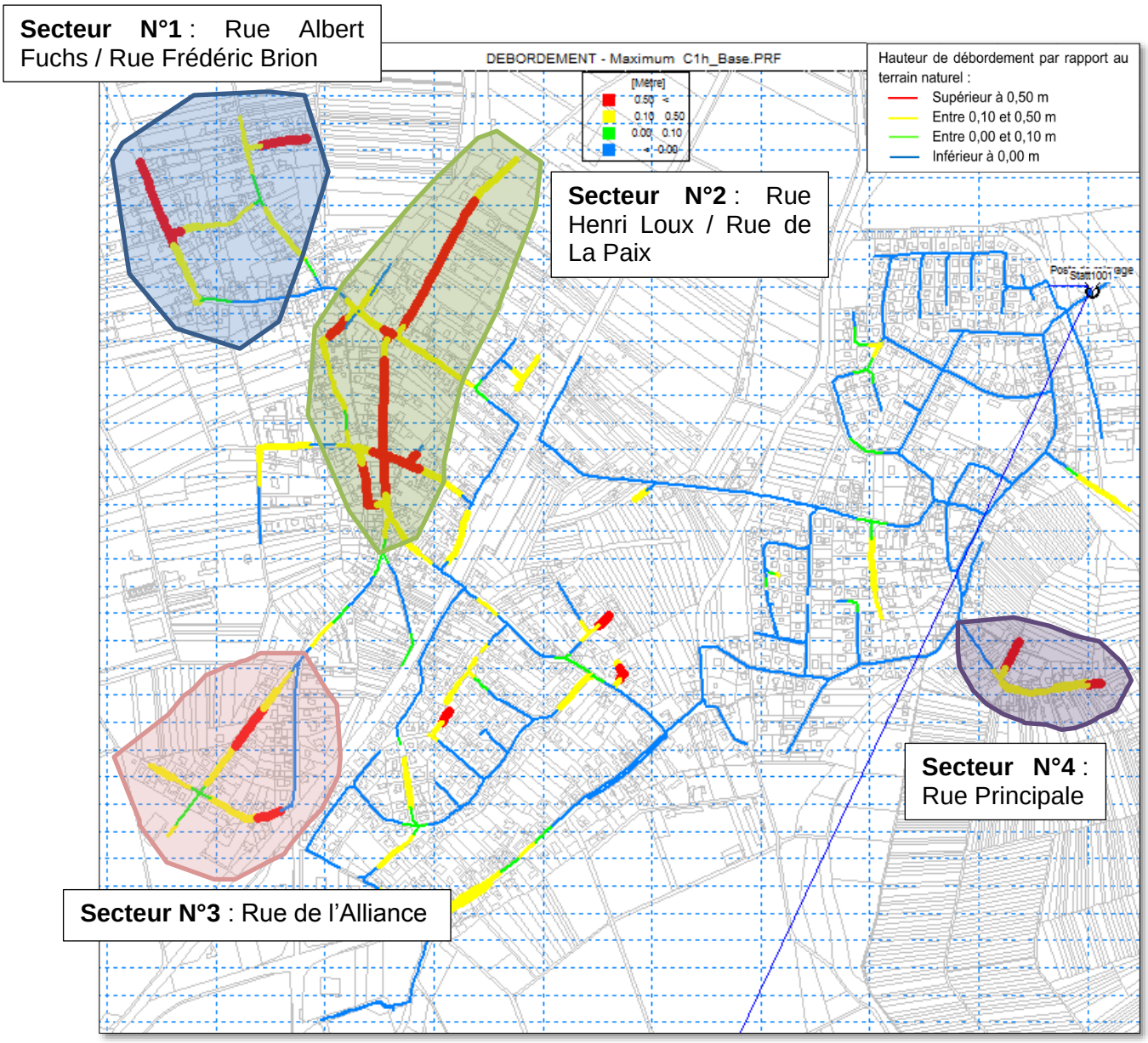


Figure 19: Résultats de la modélisation Q_{10} - localisation des zones à risque de débordement – Communes de Sessenheim et Stattmatten

Afin d'évaluer l'importance des débordements observés, nous avons quantifié les volumes débordés comme cartographié ci-après.

Des cartographies complémentaires sont disponibles en annexe pour des vues plus localisées.

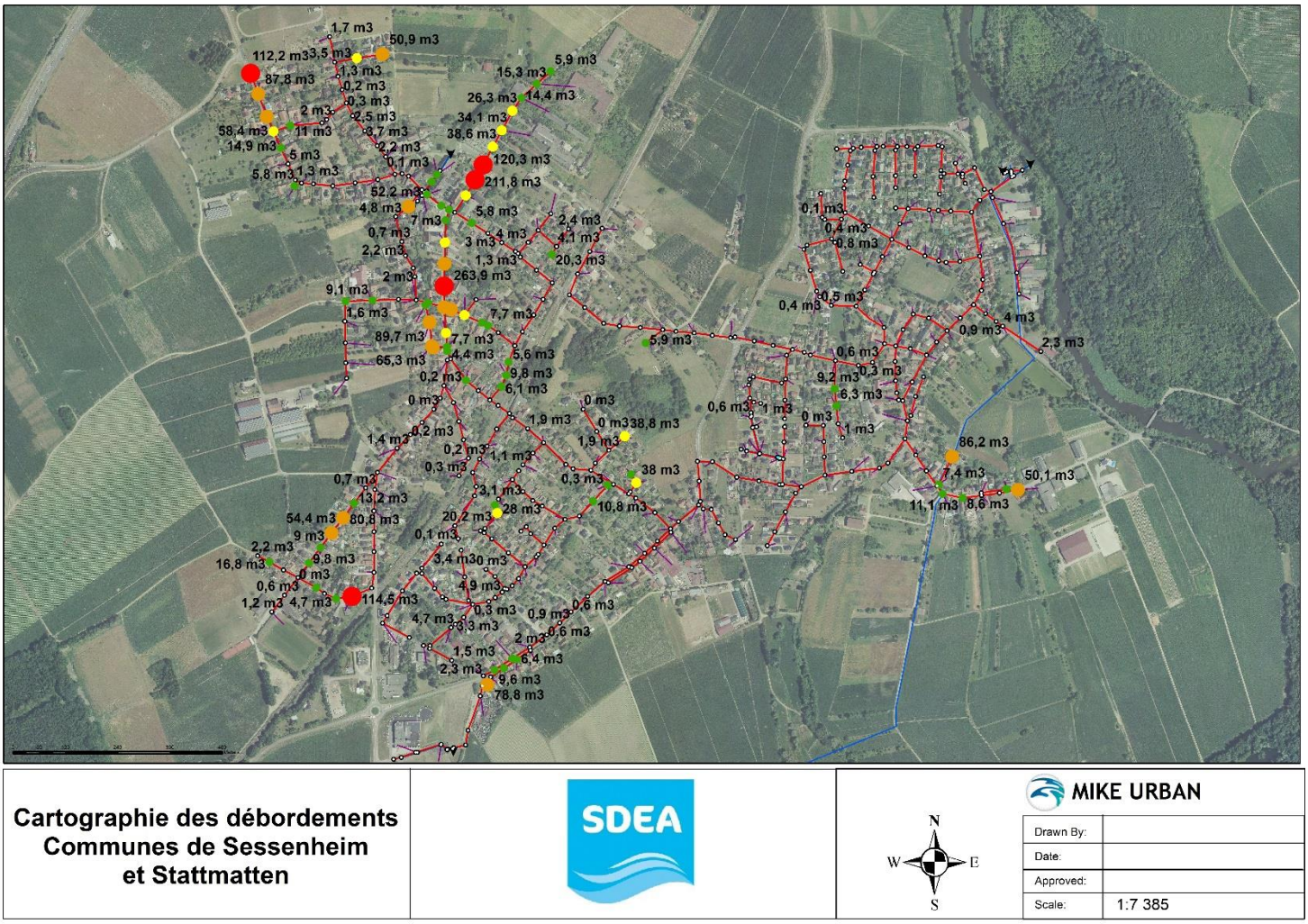


Figure 20 : Résultats de la modélisation Q_{10} – Cartographie des volumes débordés – Communes de Sessenheim et Stattmatten

Les débordements observés sur l'ensemble des deux communes s'élèvent à **3080m³ pour une pluie de période de retour décennale. Un scénario complémentaire simulant une pluie quinquennale a permis de quantifier les débordements à 2225m³ (soit 855m³ de moins qu'une pluie décennale).**

Chaque secteur précité est étudié, analysé et des aménagements sont proposés dans la mesure du possible.

a) *Tous secteurs confondus*

Le collecteur principal des communes de Sessenheim et Stattmatten est de type ovoïde d'un diamètre allant de DN1000 à DN1500mm sur une longueur totale de 2450m avec une pente moyenne de 0,8‰, soit un réseau quasiment posé à plat. Des contre-pentes sont observées à certains endroits.

Les débordements provoqués sur l'ensemble des deux communes sont dus à l'insuffisance capacitaire des collecteurs principaux ovoïdes (voir profil en long ci-dessous). Cette insuffisance est dû à la très faible pente (<1‰ soit inférieur à 1mm/m). De plus, aucun déversoir n'est présent sur les deux communes à l'exception du déversoir 1001 en amont de la station d'épuration de Stattmatten. Cette particularité constructive s'explique par l'absence d'émissaire sur le territoire d'étude autre que la Moder pouvant recevoir les débits surversés pas des déversoirs d'orages. Par ailleurs, l'éloignement de la Moder par rapport à l'urbanisation ne permet pas d'envisager un écoulement gravitaire des débits surversés jusqu'au cours d'eau.

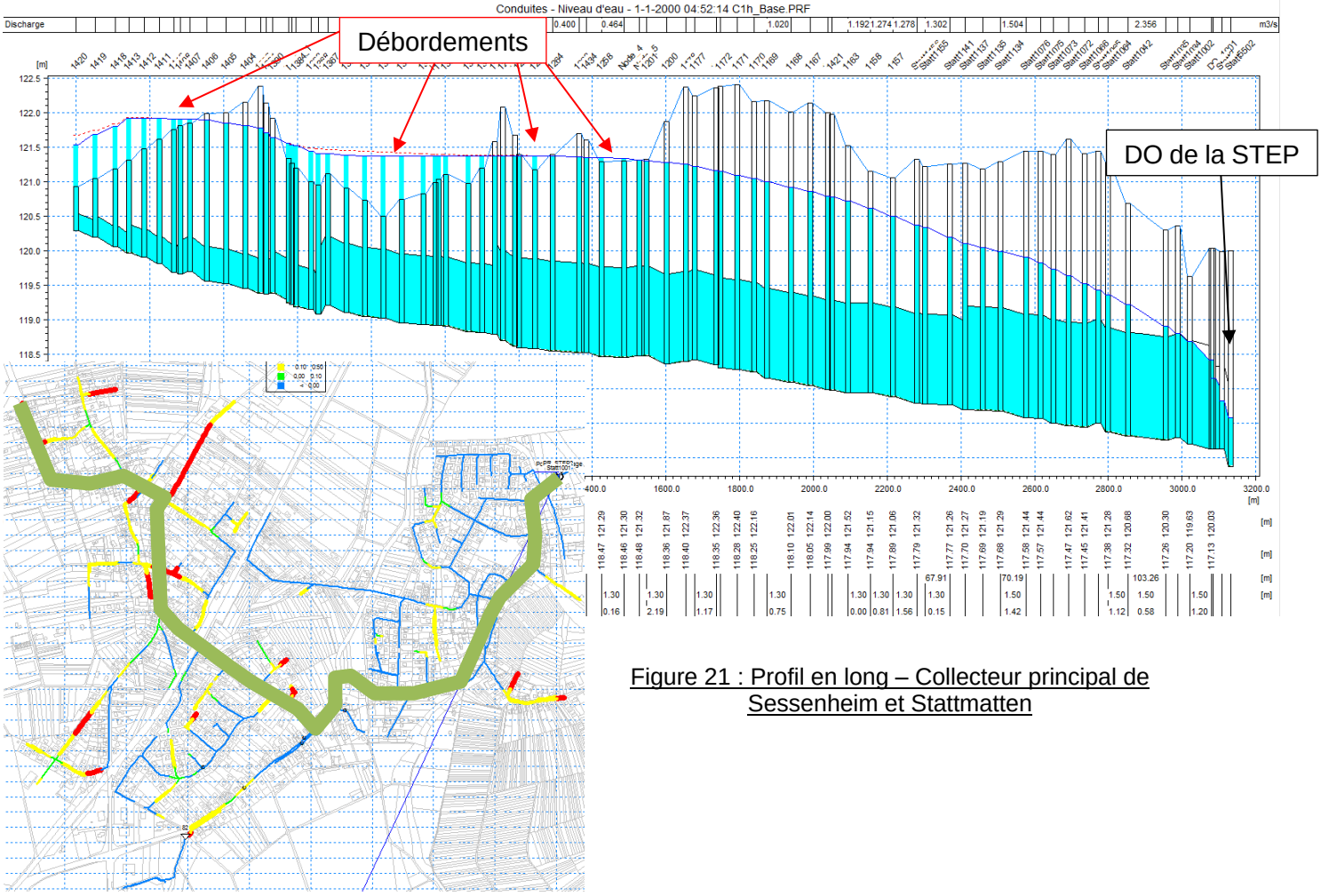


Figure 21 : Profil en long – Collecteur principal de Sessenheim et Stattmatten

Pour résoudre les problèmes de débordements de ces deux communes, il serait nécessaire de renforcer le collecteur ovoïde principal par un collecteur ovoïde de plus gros diamètre DN1800 à DN2000 sur la quasi-totalité du linéaire (soit environ 2400 mètres). Les coûts de réalisations de tels collecteurs seraient prohibitifs de l'ordre de 2,5 à 3 millions d'euros. Par ailleurs, leur mise en œuvre dans les chaussées existantes serait contrainte par la présence d'autres réseaux souterrains ainsi que par les hauteurs de recouvrement exigées par la SNCF pour le croisement de la voie ferré.

La création de déversoirs d'orage pour décharger le réseau vers la Moder, seul émissaire existant, est rendue difficile par les conditions topographiques et l'éloignement du cours d'eau. La création de déversoirs d'orage devrait être couplée à la création de poste d'exhaure et à la pose de canalisation de rejet sur de grands linéaires.

Des solutions alternatives ont été étudiées à certains endroits du réseau pour pallier à des débordements localisés.

b) *Secteur N°3 : Rue de l'Alliance*

Le secteur de la rue de l'Alliance présente un point topographique bas avec une faible hauteur de recouvrement du collecteur, favorisant les débordements au niveau du regard n°1325 lorsque le réseau se met en charge. Pour la pluie décennale, le réseau déborde de 135m³ Rue de l'Alliance.

Etat actuel – Avant travaux

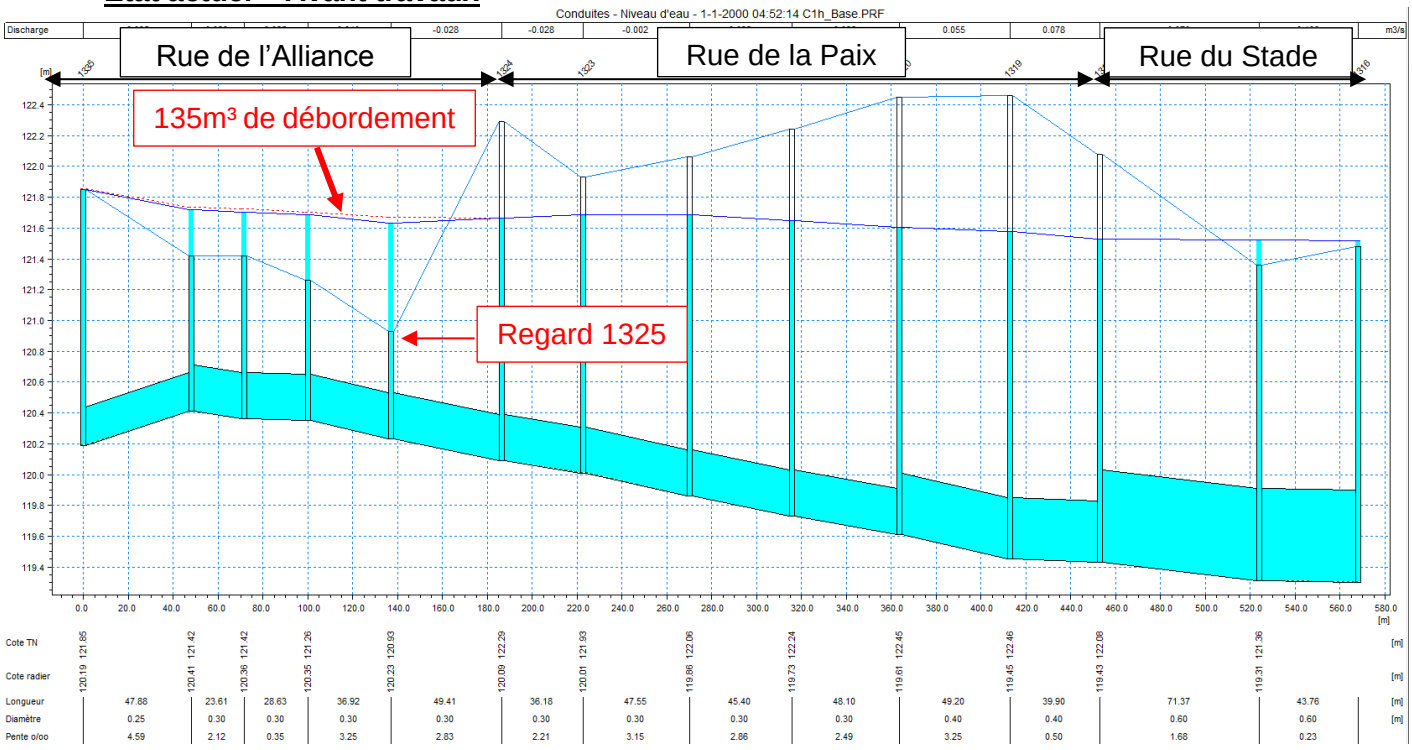


Figure 22 : Profil en long Rue de l'Alliance – Rue de la Paix – Rue du Stade – Sessenheim avant travaux

Pour diminuer les débordements dans cette rue, il est nécessaire de réaliser un volume de rétention sous chaussée au moyen de collecteurs surdimensionnés au niveau de la rue de la Paix.
Un volume tampon de 420m³ pourra être réalisé au moyen de conduites surdimensionnées de diamètres adaptés pour respecter une hauteur de couverture de 80cm, le système de régulation étant régulé par une canalisation DN200.

Le profil en long suivant illustre les travaux proposés.

Etat futur – Après travaux

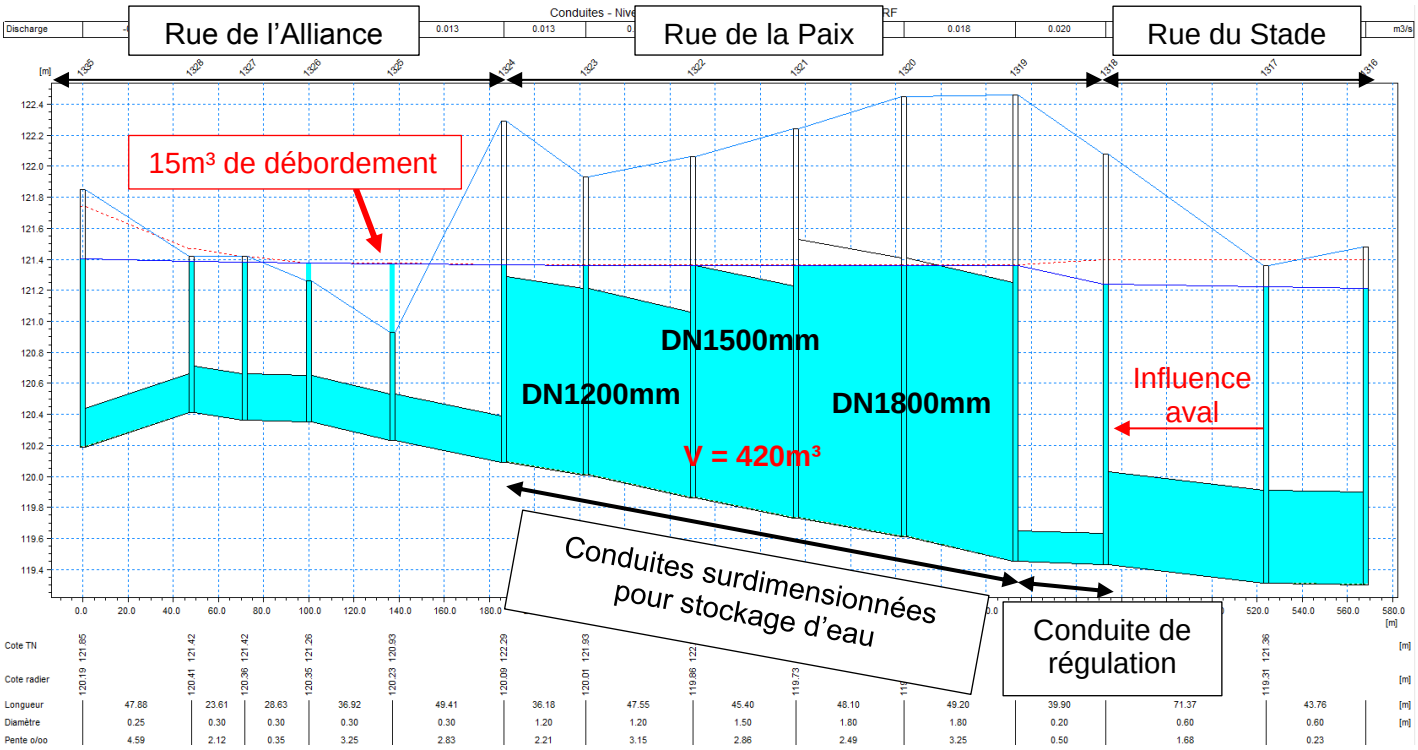


Figure 23 : Profil en long Rue de l'Alliance – Rue de la Paix – Rue du Stade – Sessenheim après travaux

Les travaux proposés permettent de réduire les volumes débordés de 135m³ à 15m³ mais ne réduisent pas les risques de débordements pour des pluies d'occurrences supérieurs à dix ans et les risques de refoulement dans les cours des habitations en l'absence de protections individuelles (clapets anti-retour).

Pour la commune de Sessenheim, le quantitatif des travaux proposés ainsi que leurs coûts de réalisation sont récapitulés dans le tableau suivant :

Commune	Rue	Type de travaux	Tronçon	Diamètre actuel (mm)	Diamètre futur (mm)	Quantité (ml)	P.U (€ H.T)	COÛT (€ HT)
Sessenheim	Rue de la Paix	Renforcement	1324 - 1319	300	1200 / 1500 / 1800	85 / 45 / 96	1000/ 1300/ 1400	277 900
	Rue de la Paix	Renforcement	3087 - 3085	400	200	40	250	10 000
Coût travaux Sessenheim (€ HT)								**287 900 €**

Tableau 21 : Chiffrage des travaux Q10 – Rue de l'Alliance – Sessenheim

IV.1.1.2 Commune de Dalhunden - Etat actuel

La figure ci-après présente un aperçu des résultats des hauteurs d'eau de la simulation de la pluie décennale (Q_{10}).

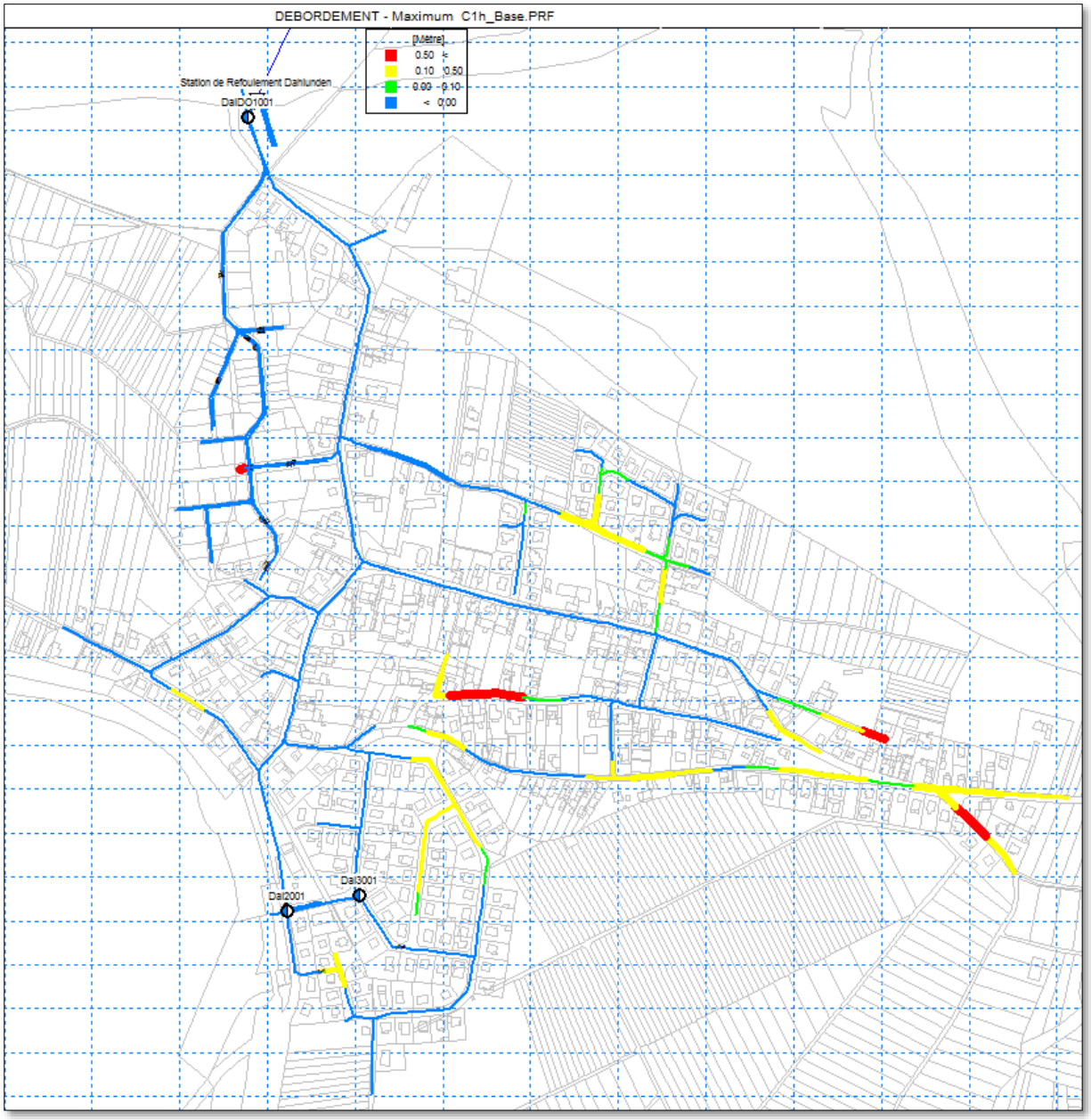


Figure 24 : Résultats de la modélisation Q_{10} - Cartographie des hauteurs d'eau – Communes de Sessenheim et Dalhunden

Plusieurs zones à risque de débordement sur la commune peuvent être définies et étudiées :

- **Secteur n°1** : Rue des Frères / Fort-Louis / Rue des Ruchers
- **Secteur n°2** : Rue des Tilleuls

Le plan ci-après localise les secteurs précités.

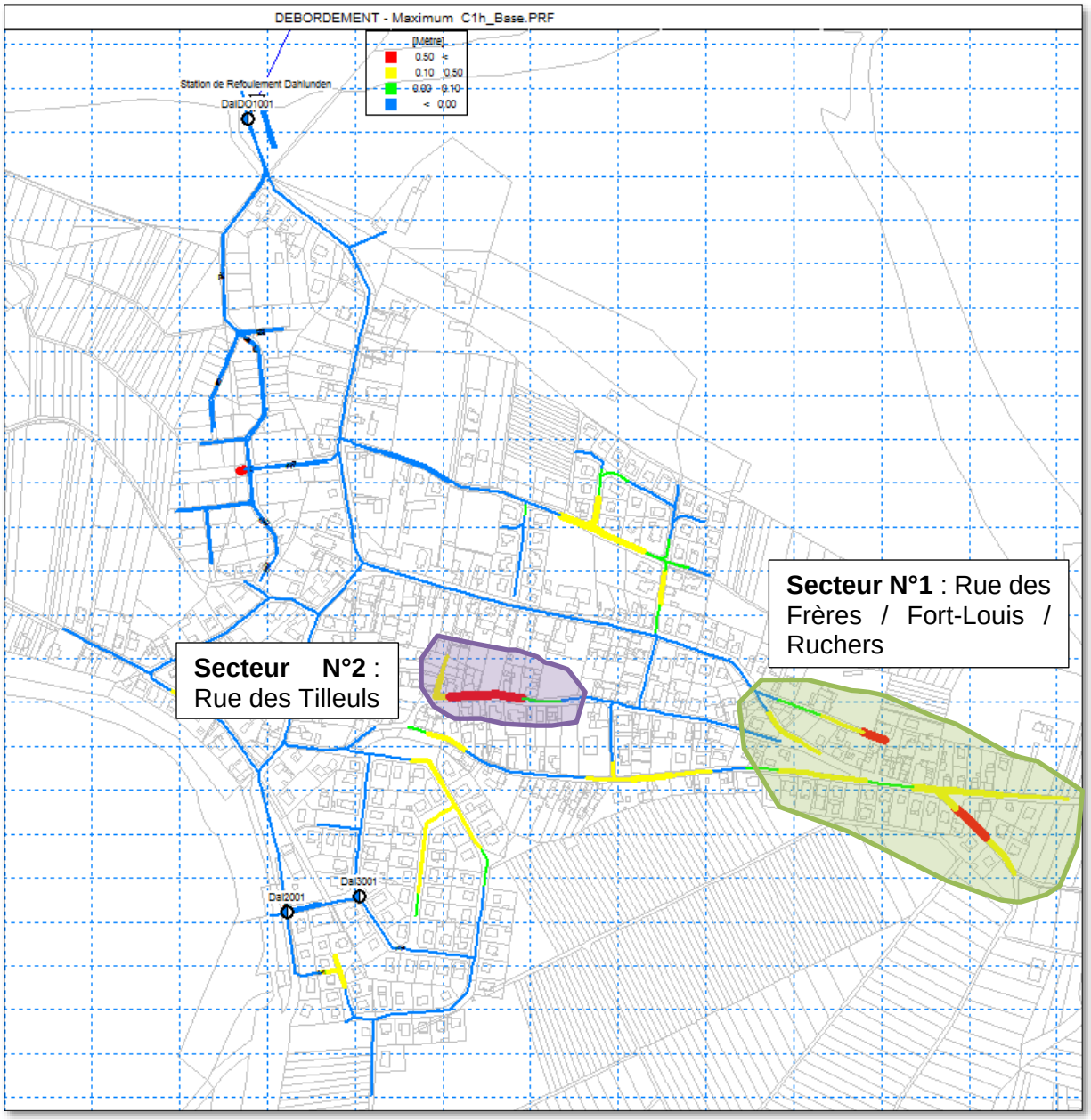


Figure 25: Résultats de la modélisation Q_{10} - localisation des zones à risque de débordement – Communes de Dalhunden

Afin d'évaluer l'importance des débordements observés, nous avons quantifié les volumes débordés comme cartographié ci-après.

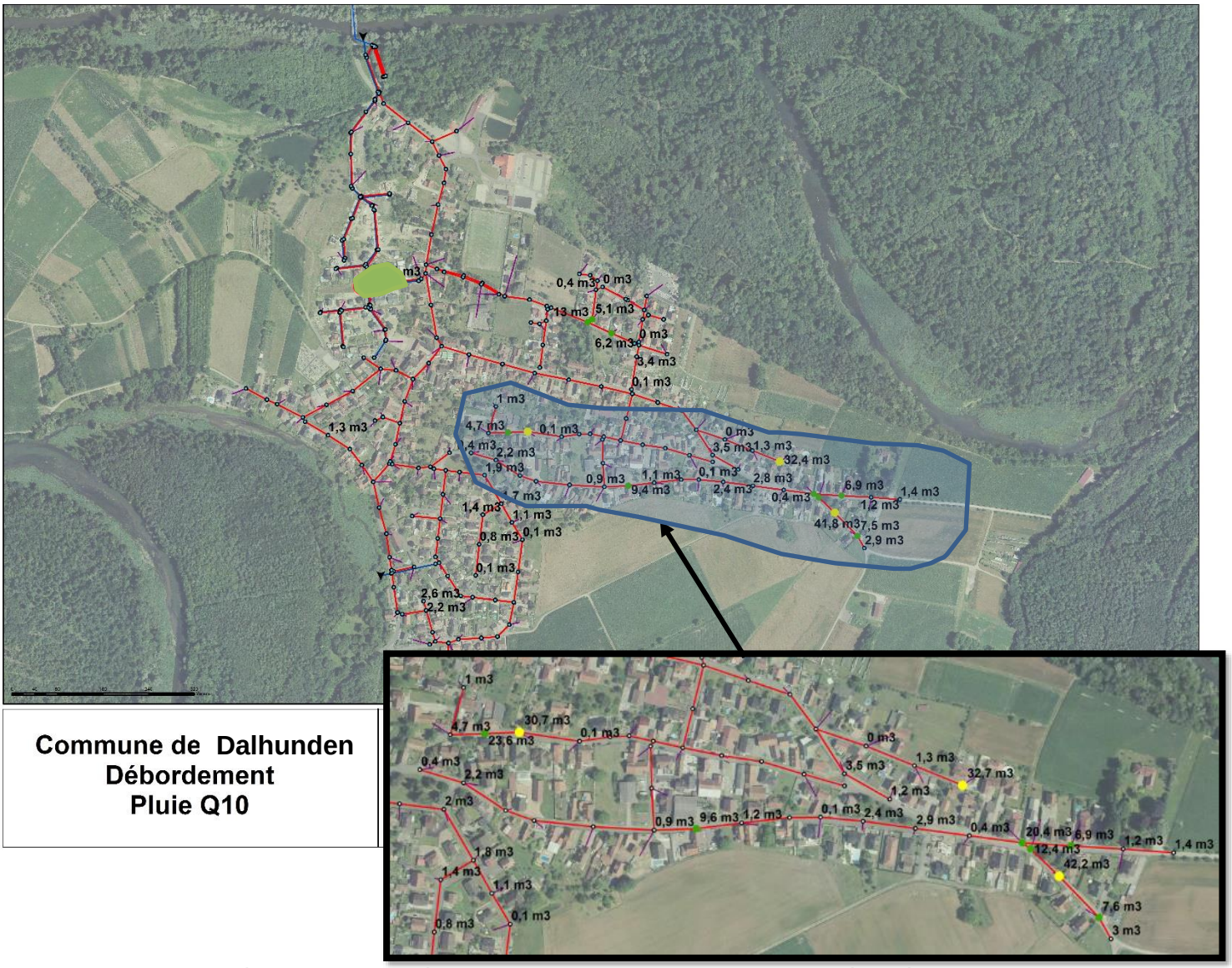


Figure 26 : Résultats de la modélisation Q_{10} – Cartographie des volumes débordés – Commune de Dalhunden

Les débordements observés sur la commune de Dalhunden s'élèvent à **256m³ pour une pluie de période de retour décennale.**

Chaque secteur précité est étudié, analysé et des aménagements sont proposés dans la mesure du possible.

a) *Secteur N°1 et 2*

Le collecteur principal de la commune de Dalhunden est de type ovoïde d'un diamètre allant de DN500 à DN1600mm ovoïde traversant la commune d'Est en Ouest sur une longueur totale de 1500m avec une pente moyenne de 0,8‰. Des contre-pentes sont observées à certains endroits.

Les débordements présents sur les secteurs 1 et 2 et sur l'ensemble de la commune sont dus principalement à l'insuffisance capacitaire des collecteurs ovoïdes DN1300mm et amont (Voir profil en long ci-dessous cercle rouge).

Etat actuel – Avant travaux

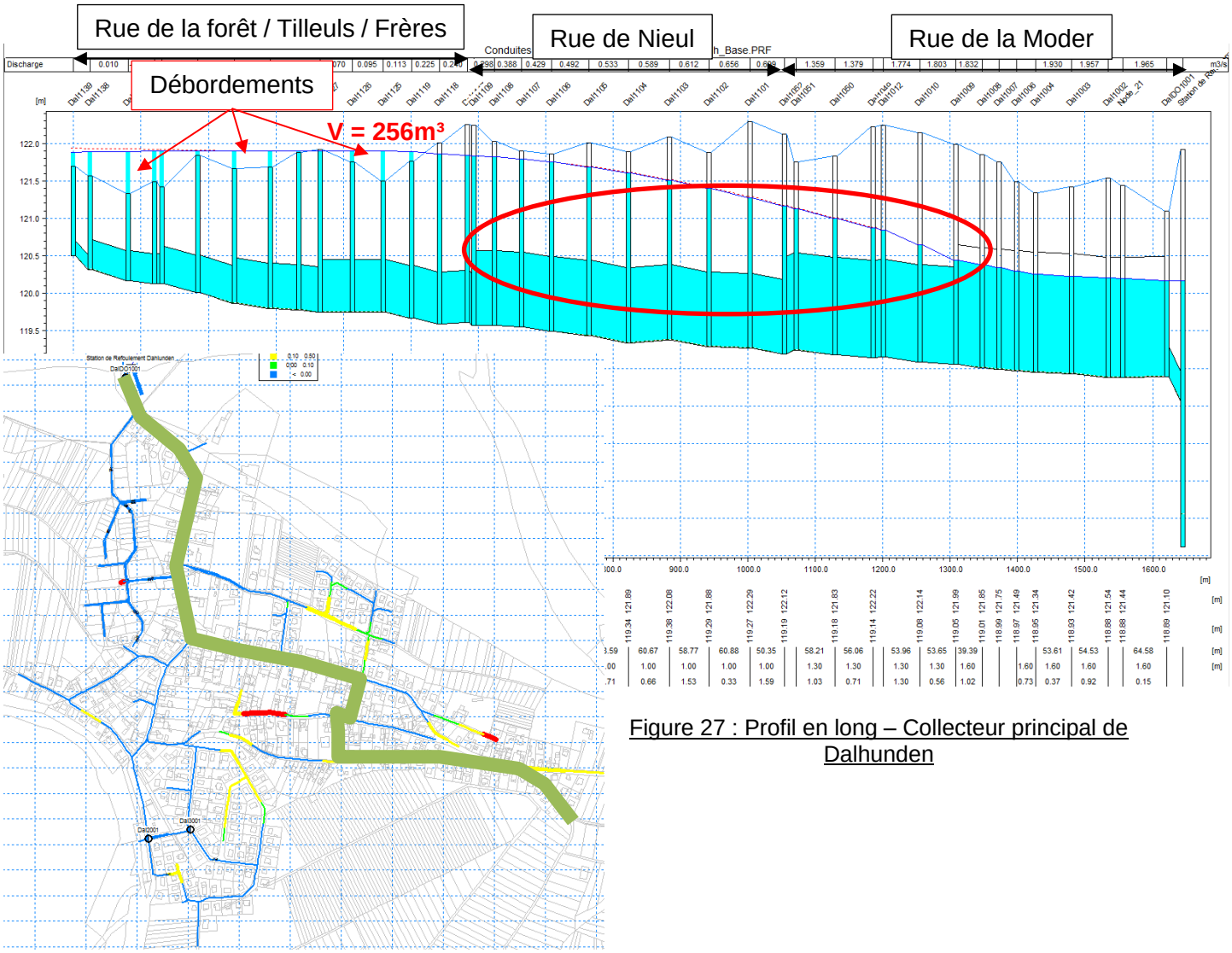


Figure 27 : Profil en long – Collecteur principal de Dalhunden

Pour supprimer les débordements présents sur l'ensemble de la commune, il serait nécessaire de renforcer les collecteurs DN1300/1000mm ovoïdes en DN1600mm ovoïdes sur un linéaire de 600 mètres du regard N°1009 au N°1106.

Etat Futur – Après travaux

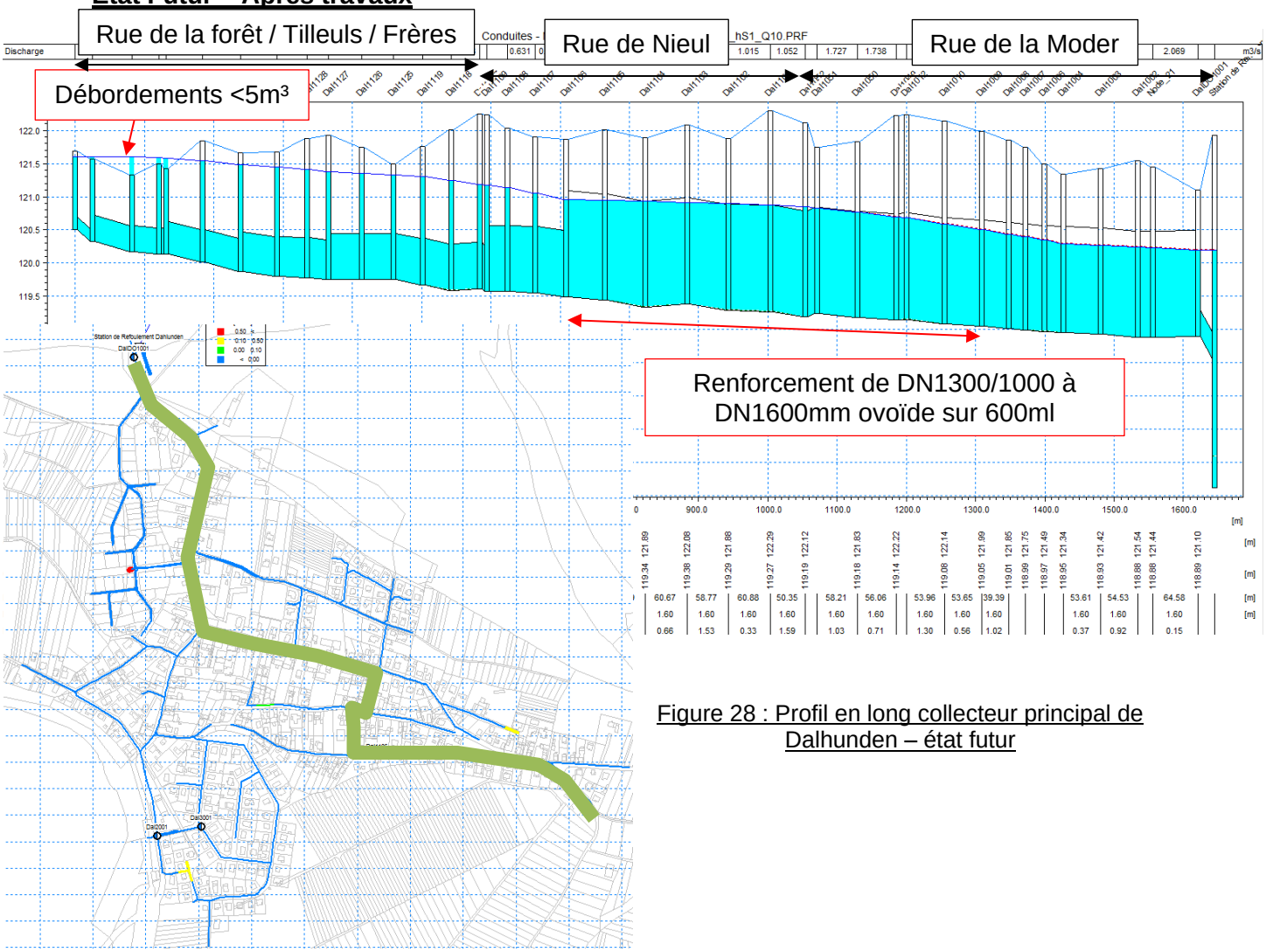


Figure 28 : Profil en long collecteur principal de Dalhunden – état futur

Après travaux, les débordements sur l'ensemble de la commune s'élèvent à 7m³ contre 256m³ à l'état actuel.

Ces travaux permettent de réduire la mise en charge globale des conduites sur l'ensemble de la commune.

La figure ci-après présente un aperçu des résultats des hauteurs d'eau de la simulation de la pluie décennale après travaux (Q_{10}).

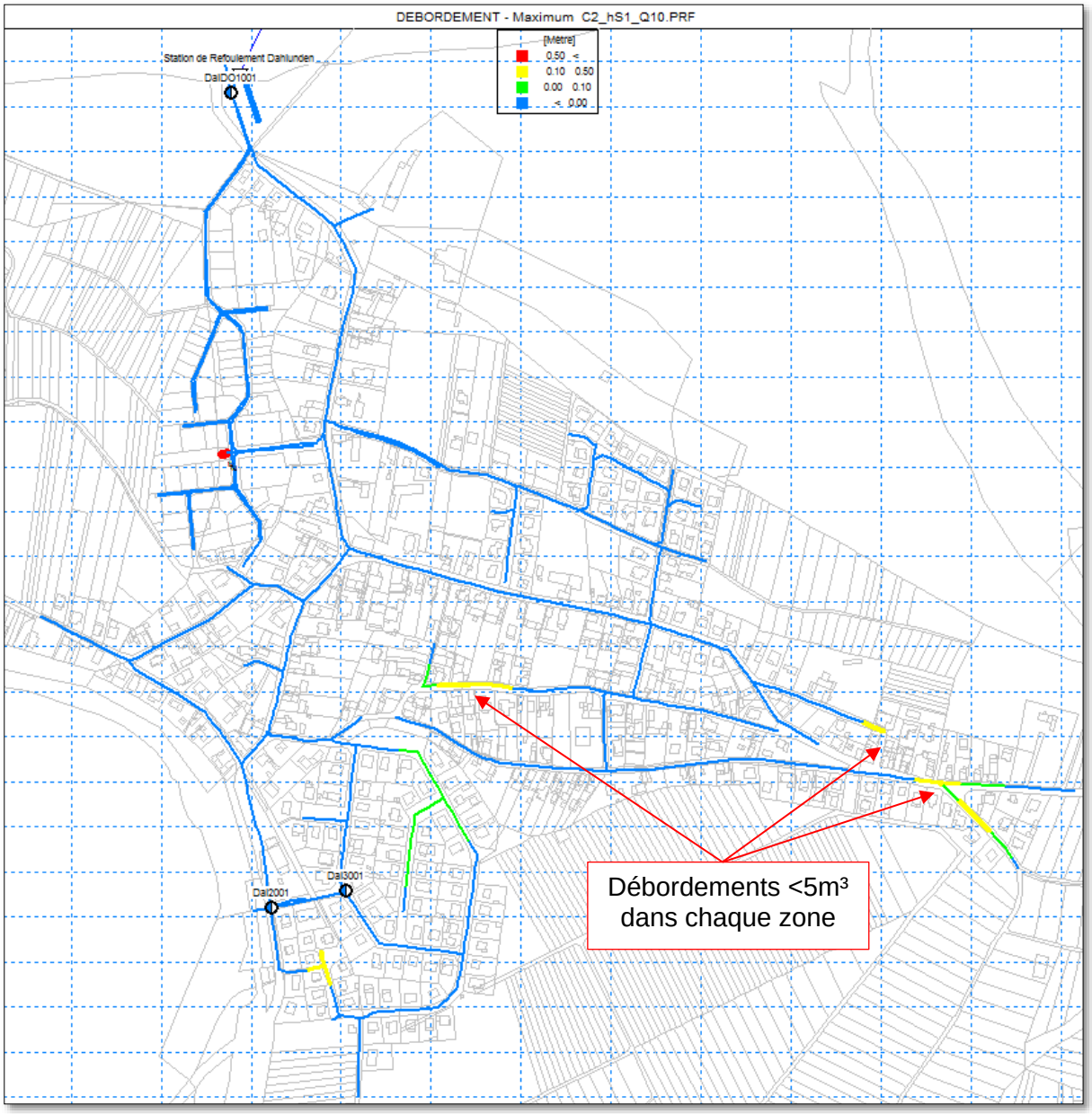


Figure 29 : Résultats de la modélisation Q_{10} après travaux - localisation des zones à risque de débordement – Commune de Dalhunden

Pour la commune de Dalhunden, le quantitatif des travaux proposés ainsi que leurs coûts de réalisation sont récapitulés dans le tableau suivant :

Commune	Rue	Type de travaux	Tronçon	Diamètre actuel (mm)	Diamètre futur (mm)	Quantité (ml)	P.U (€ H.T)	COÛT (€ HT)
Dalhunden	Rue de la Moder	Renforcement	1052 - 1009	1300	1600	255	1350	344.250
	Rue de Nieul	Renforcement	1052 - 1006	1000	1600	345	1350	465.750
							Coût travaux Dalhunden (€ HT)	**810.000 €**

Tableau 22 : Chiffrage des travaux Q10 - Dalhunden

Bilan des déversoirs d'orage – Modélisation Q_{10}

Le tableau récapitule l'ensemble des ouvrages de rejet modélisés ainsi que leurs volumes déversés en état actuel.

Commune	Ouvrage de déversement	Volume déversé	% Volume déversé
Sessenheim + Stattmatten	DO_1001	11506	65,3%
	Total :	**11506**	
Dalhunden	DO_1001	5548	31,5%
	DO_2001	202	1,1%
	DO_3001	357	2,1%
	Total :	**6107**	

Tableau 23 : Bilan des déversoirs d'orage - Etat actuel Q_{10}

Le déversoir DO1001 de Stattmatten représente à lui seul 65,3% du volume total déversé (soit un volume de 11506m³) dans le milieu récepteur. Cela s'explique du fait qu'il reprend les deux bassins versants communaux de Sessenheim et Stattmatten. Le déversoir d'orage à l'aval de Dalhunden (DO1001) qui représente 31,5% du volume total déversé (soit un volume de 5548m³) reprend presque la totalité de la commune.

Par ailleurs, l'analyse des déversements de l'ensemble des déversoirs d'orage montre qu'aucun déversement par temps sec n'est constaté.

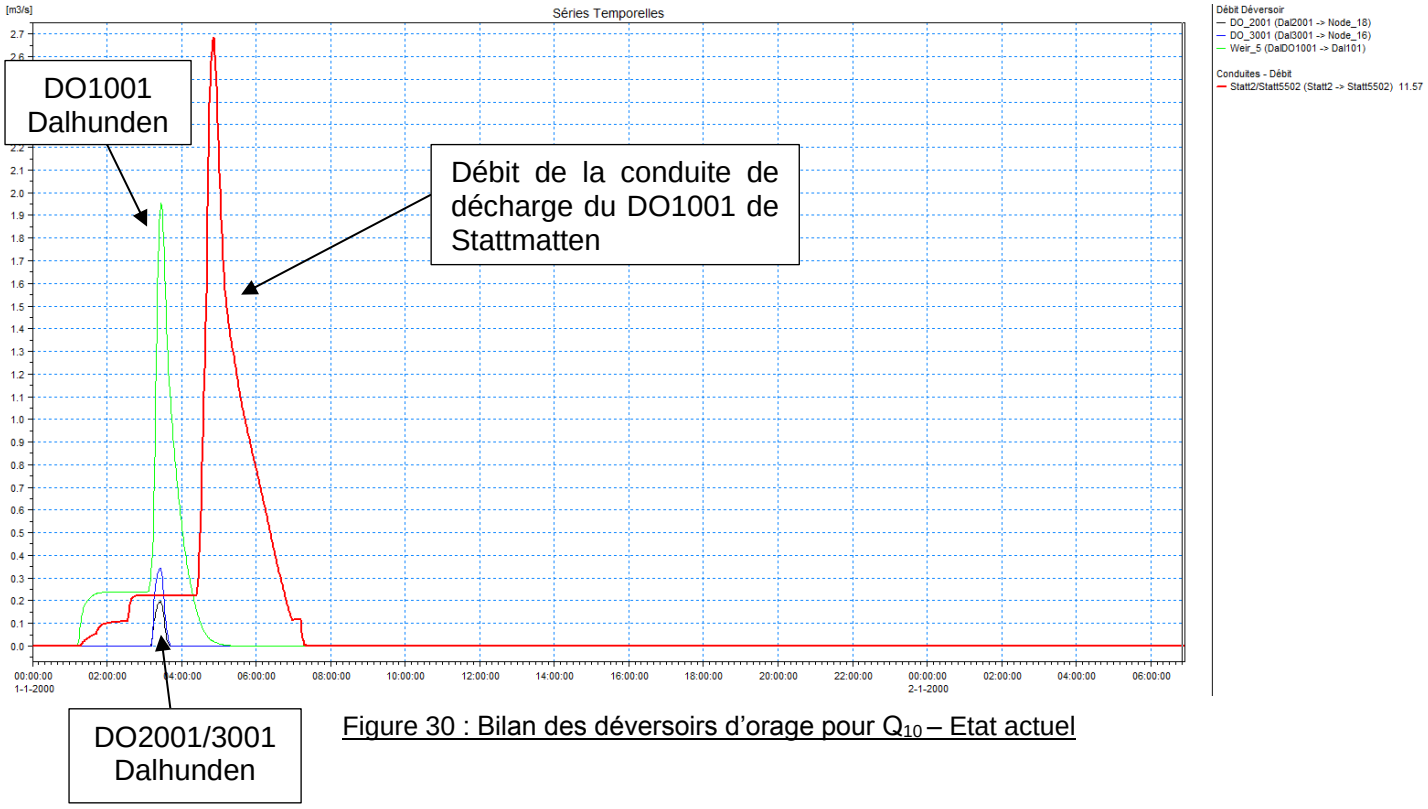


Figure 30 : Bilan des déversoirs d'orage pour Q_{10} – Etat actuel

IV.1.2 Bilan Volumique

IV.1.2.1 Bilan volumique Simulation Q10 Hydrologique

Rapport d'état de la simulation	
1 Perte totale évaporation	547,10 m3
2 Perte totale infiltration	0,00 m3
3 Ruissellement total sur BV	25669,97 m3
4 Volume final sur BV	2852,22 m3
5 Volume initial sur BV	0,00 m3
6 Pluie total sur BV	29069,29 m3
7 Volume Fin, magasin perte initiale	0,00 m3
Equation de continuité = (5+6) - (1+2+3+4) :	0,00 m3

Figure 31 : Bilan volumique Hydrologique

IV.1.2.2 Bilan volumique Simulation Q10 Hydraulique

Equation de continuité			
1 : Volume initial dans les conduites, regards et structures			11,8 m3
2 : Volume final dans les conduites, noeuds et structures			161,4 m3
3 : Volume total entrant			
Specified inflows			
Ruissellement :	26274,1 m3		
	26274,1 m3	-->	26274,1 m3
4 : Volume total sortant			
Operational, non-specified outflows			
Exutoires :	24497,8 m3		
Pompes :	1587,7 m3		
	26085,6 m3	-->	26085,6 m3
5 : Volume généré dans les parties vides du réseau :			27,4 m3
6 : Equation de continuité = (2-1) - (3-4+5) :			-66,3 m3
Max. équation de continuité :		19,4 m3	
Min. équation de continuité :		-214,7 m3	

Figure 32 : Bilan volumique Hydraulique

Par rapport au volume entrant de 26274m³, l'équation de continuité de 66,3m³ nous montre une marge d'erreur du modèle de l'ordre de 0,25%. Le modèle hydraulique peut être considéré comme fiable.

IV.1.3 Conclusion « Fonctionnement hydraulique » – Synthèse des aménagements à envisager

Les réseaux des communes du périmètre Rhin-Moder sont globalement en charge du fait de la très faible pente des collecteurs principaux et débordent ponctuellement notamment sur les têtes de réseaux qui présentent des points topographiques bas et de faibles hauteurs de couverture.

Par ailleurs, la Moder constitue le seul émissaire du système d'assainissement et de part son éloignement de l'urbanisation ne peut que recevoir les effluents de 2 déversoirs d'orage placé le plus à l'aval des réseaux.

Pour réduire les mises en charge des réseaux, il serait nécessaire de renforcer les collecteurs principaux sur tout leur linéaire avec des diamètres imposants ou de créer des déversoirs d'orage plus en amont avec des postes d'exhaure et des conduites de décharges très longues jusqu'à la Moder.

Ces travaux d'amélioration s'élèveraient ainsi à plus de 2,6 Millions d'euros pour Sessenheim/Stattmatten et 0,8 million d'euros pour Dalhunden.

Pour diminuer les débordements de la rue de l'Alliance à Sessenheim, une solution de rétention sous chaussée pour un coût de 287 900€ est envisageable.

IV.2 IMPACT SUR LE MILIEU RECEPTEUR

Il s'agit d'étudier la réponse du système de collecte à des pluies non exceptionnelles mais qui par leur fréquence perturbent sensiblement le milieu naturel. L'objectif étant de proposer une solution technico-économique optimale permettant de limiter l'impact des déversements sur le milieu naturel.

Pour le Périmètre Rhin-Moder, un seul milieu récepteur a été pris en compte : la Moder.

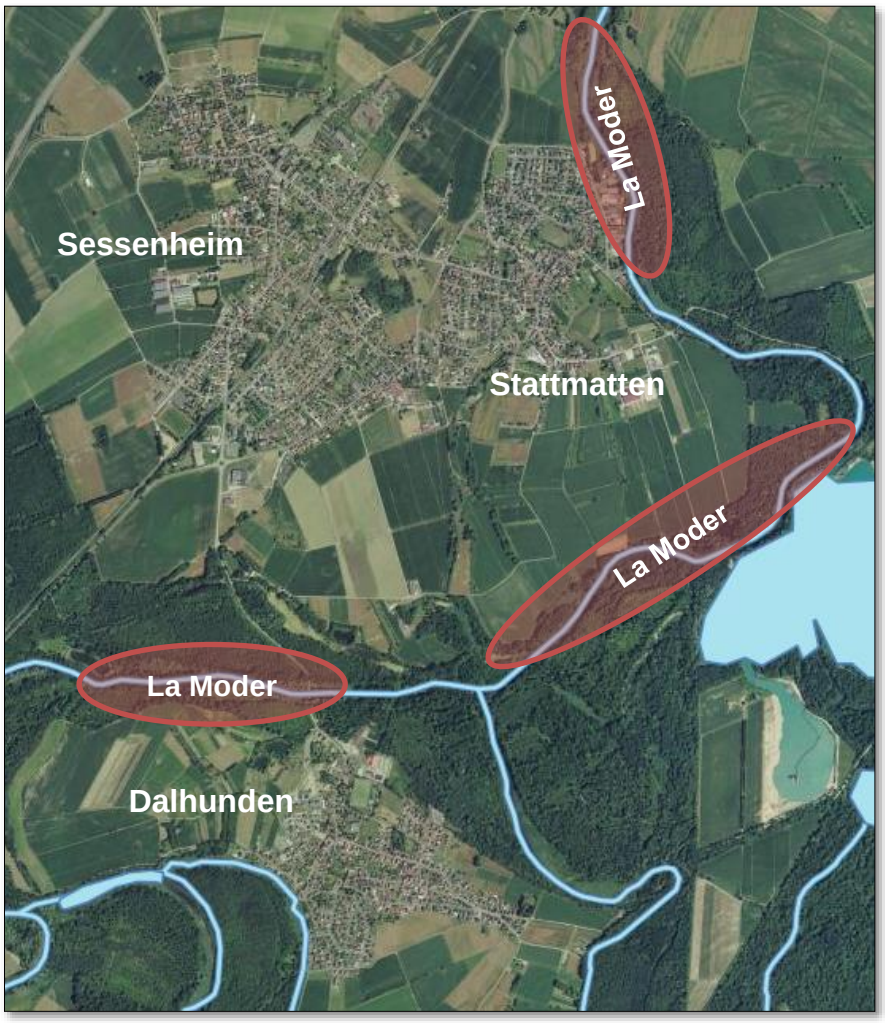


Figure 33 : Milieu récepteur pris en compte – Périmètre du Rhin-Moder

IV.2.1 Impact sur la Moder

L'ensemble des ouvrages de déversement des communes de Sessenheim, Stattmatten et Dalhunden ont pour exutoire la Moder. 4 points de rejet sont concernés.

a) *Impact des déversements – Etat actuel*

L'analyse des résultats de la modélisation a permis d'évaluer la durée et l'importance du déclassement de la qualité du cours d'eau par rapport à l'objectif de qualité fixé.

Classe de pluie		1			2			3			4			5			6		
Volume déversé	m3	339			8311			0			20069			6613			0		
		DCO	DBO	NH4	DCO	DBO	NH4	DCO	DBO	NH4	DCO	DBO	NH4	DCO	DBO	NH4	DCO	DBO	NH4
Pollution rejetée	kg	151	52,0	8,9	3706	1274,0	219,4	0	0,0	0,0	8949	3076,7	529,8	2949	1013,8	174,6	0	0,0	0,0
Concentration aval	mg/l	26	5,4	0,5	44	11,7	1,6	0	0,0	0,0	93	29,1	4,6	46	12,3	1,7	0	0,0	0,0
Part du temps d'impact sur le temps de période critique	%	2,1%			1,1%			0,0%			0,1%			2,3%			0,0%		
Classe de qualité du cours d'eau aval		VERTE	VERTE	VERTE	ORANGE	ORANGE	JAUNE	VERTE	VERTE	VERTE	ROUGE	ROUGE	ORANGE	ORANGE	ORANGE	JAUNE	VERTE	VERTE	VERTE

Tableau 24 : Impact des déversements du réseau d'assainissement sur la Moder

Les fréquences de déclassement sont les suivantes :

	VERTE	JAUNE	ORANGE	ROUGE
DCO	96,5%	0,0%	3,4%	0,1%
DBO	96,5%	0,0%	3,4%	0,1%
NH4	96,5%	3,4%	0,1%	0,0%
Objectifs	> 90%	< 10%		
	> 95%		< 5%	
	100%			0%

Tableau 25 : Fréquence de déclassement de la Moder

Le tableau suivant donne les volumes déversés aux différents points du réseau pour les différentes classes de pluie en situation actuelle.

Point de rejet	Classe de pluie					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Stattmatten – DO1001	0	4361	0	13120	4058	0
Dalhunden – DO1001	339	3954	0	5799	2474	0
Dalhunden – DO2001	0	0	0	422	31	0
Dalhunden – DO3001	0	0	0	732	54	0

Tableau 26: Quantification des volumes déversés (en m^3) par ouvrage et par classe de pluie avec les aménagements Q10

Afin de respecter les objectifs de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse (0% en classe rouge), un stockage serait à mettre en place au niveau de chaque point de rejet d'un volume équivalent au volume rejeté le plus important pour les différentes classes de pluie.

Point de rejet	Classe de pluie						Volume nécessaire (en m³)
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
Stattmatten – DO1001	0	4361	0	13120	4058	0	13120
Dalhunden – DO1001	339	3954	0	5799	2474	0	5799
Dalhunden – DO2001	0	0	0	422	31	0	422
Dalhunden – DO3001	0	0	0	732	54	0	732

Tableau 27 : Stockage nécessaire pour respecter les objectifs de l'Agence de l'eau

La faisabilité technique de tels bassins, leurs coûts, leurs temps de vidange, la capacité limitée de la station d'épuration à traiter de tels volumes supplémentaires sont des éléments limitants pour réaliser les aménagements précités.

L'analyse des déversements montre que seul la pluie 4 est la plus impactante avec seulement 0,1% de déclassement en classe rouge.

Compte-tenu de ce faible taux de déclassement et des volumes à mettre en place pour réduire ce taux à 0% (20 069m³ seraient nécessaire), aucun volume de bassin de pollution n'est proposé pour le périmètre Rhin-Moder compte tenu de la très faible fréquence de déclassement en classe rouge.

CONCLUSION

→ **Gestion des pluies exceptionnelles**

La modélisation hydraulique a mis en évidence plusieurs secteurs présentant un risque de débordement. Ces secteurs ont été étudiés un par un, globalement, les débordements calculés sont conformes aux constats réalisés sur le terrain par les élus locaux et par les services d'exploitation.

Pour chaque secteur étudié, des aménagements ont été proposés dans la mesure du possible. Le coût global des travaux Q_{10} est estimé à environ :

- **810 000 € HT** sur les réseaux d'assainissements de Dalhunden.
- **287 900 € HT** sur les réseaux d'assainissements de la rue de l'Alliance à Sessenheim
- **2 660 000 € HT** sur les réseaux d'assainissements de Sessenheim

→ **Impact sur le milieu récepteur**

L'impact des déversements du réseau d'assainissement dans La Moder engendre une fréquence de déclassement de 0,1% en classe rouge. Compte tenu du très faible taux de déclassement et des volumes à mettre en place pour abattre les 0,1% (~20 000m³) **aucun volume de bassin supplémentaire n'est proposé pour protéger le milieu récepteur.**

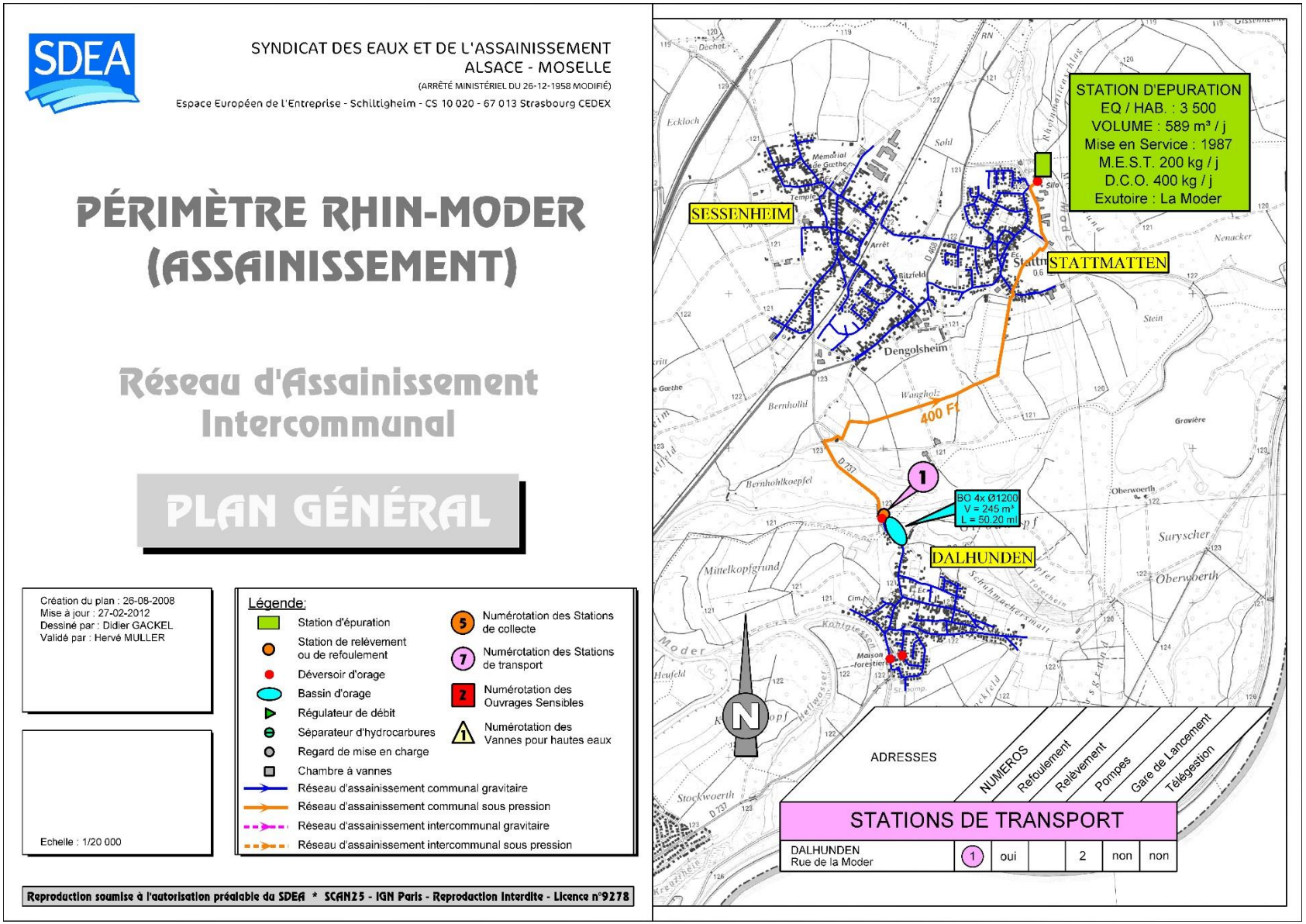
Fait à Schiltigheim, le 11 Février 2019

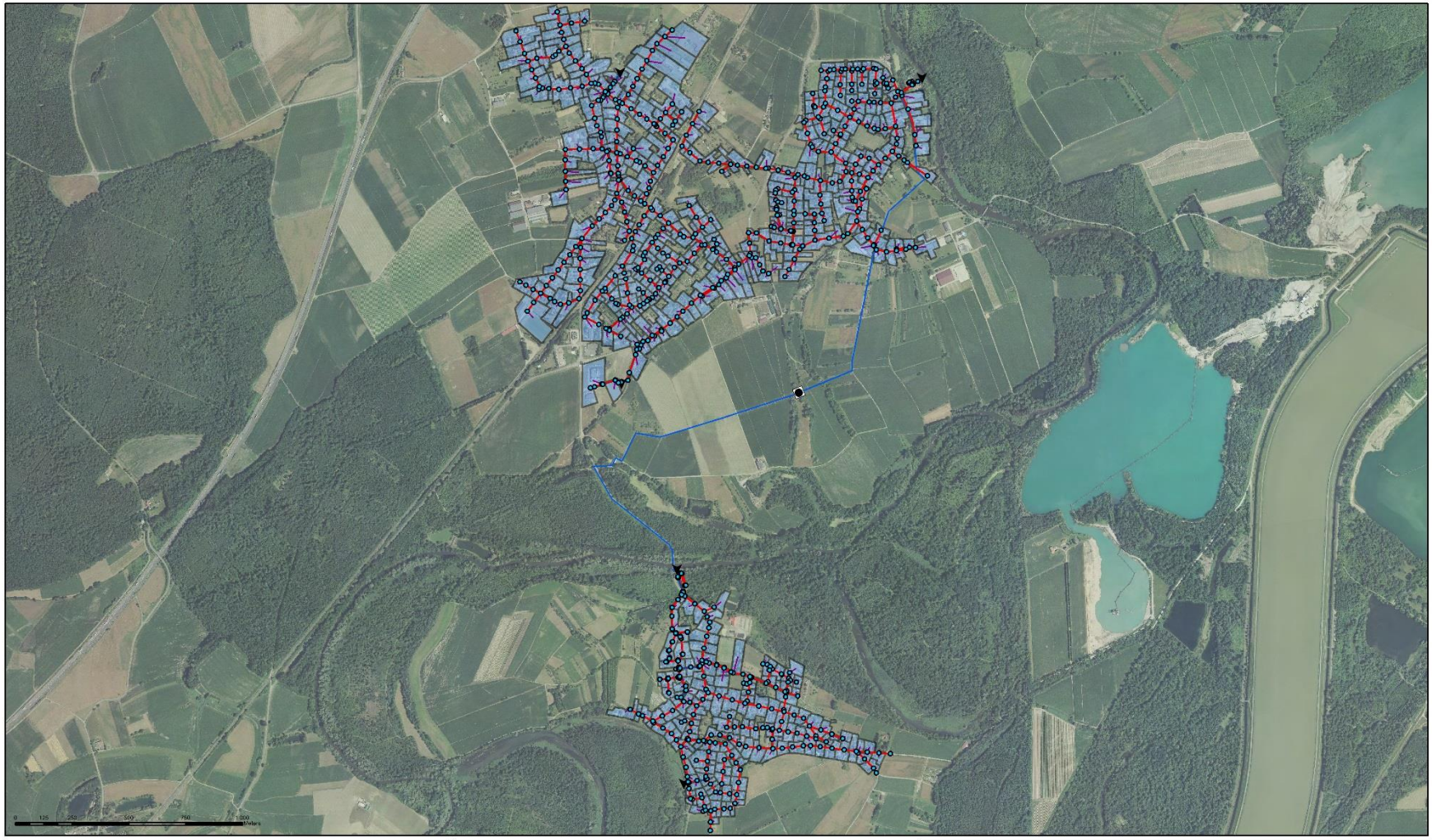
Etabli par	*Vérifié par*
Le Technicien d'Etudes	Le Directeur Etudes
Lucas GRIES	Marc THIERIOT

Table des Annexes

Annexe 1 : Plan du périmètre Rhin-Moder 53
Annexe 2 : Cartographie du modèle Rhin-Moder 54
Annexe 3 : Délimitations des bassins versants de Sessenheim et Stattmatten 55
Annexe 4 : Délimitations des bassins versants de Dalhunden 56
Annexe 5 : Cartographie des débordements sur la commune de Sessenheim et Stattmatten 57
Annexe 6 : Cartographie des débordements au Nord de la commune de Sessenheim 58
Annexe 7 : Cartographie des débordements au Sud de la commune de Sessenheim 59
Annexe 8 : Cartographie des débordements au Sud de Dalhunden 60
Annexe 9 : Déversoir d'orage, régulateurs et poste de pompage Sessenheim et Stattmatten 61
Annexe 10 : Déversoirs d'orages de Dalhunden 62
Annexe 11 : Régulateurs de débit de Dalhunden 63
Annexe 12 : Schéma de principe de la modélisation de la STEP de Stattmatten 64
Annexe 13 : Schéma de principe de la modélisation du déversoir/Bassin d'orage et pompage de Dalhunden 65

Annexe 1 : Plan du périmètre Rhin-Moder

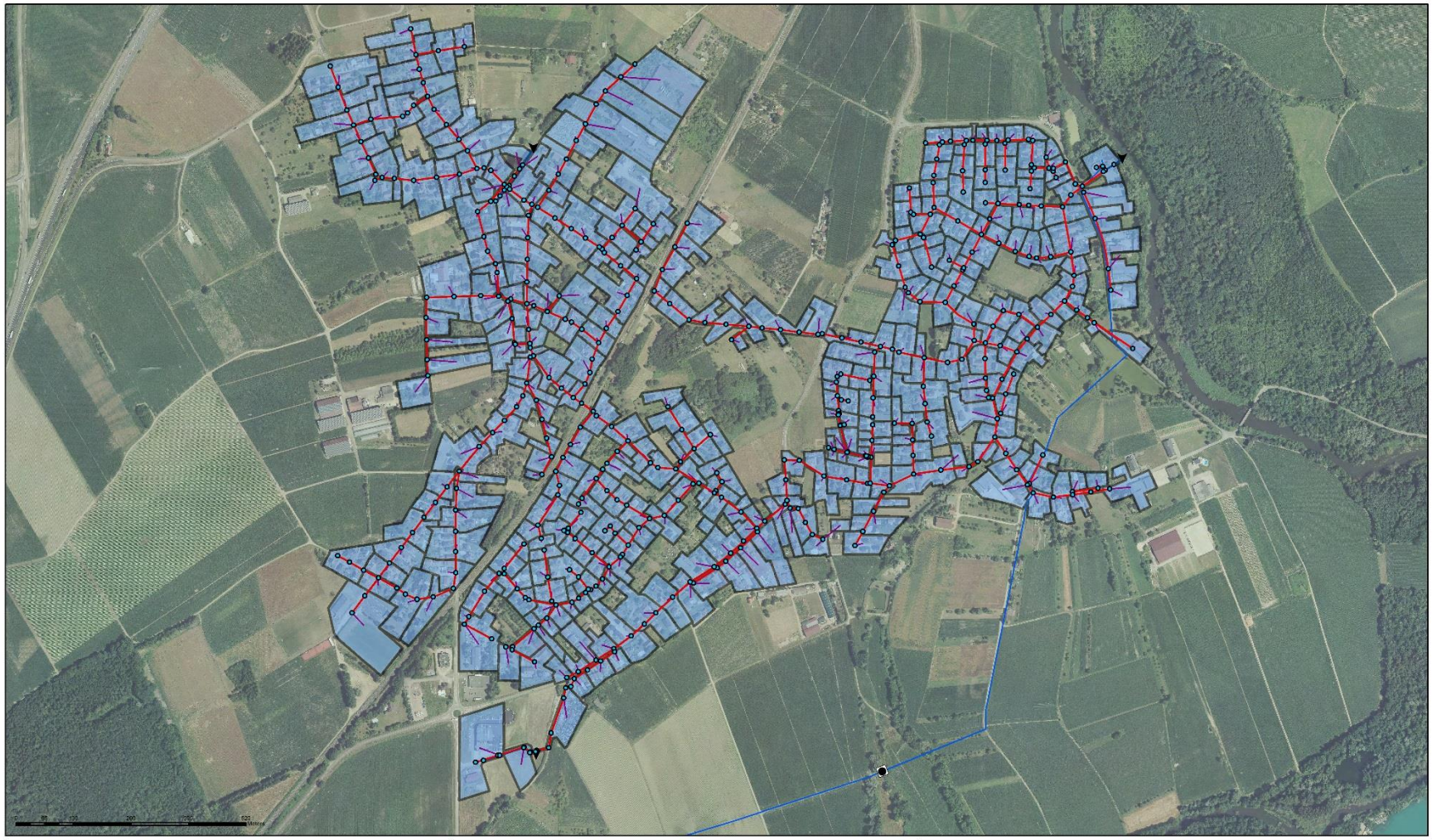




Cartographie du modèle Rhin-Moder	SDEA	N W E S	MIKE URBAN
			Drawn By:
			Date:
			Approved:
			Scale: 1:15 573

Annexe 2 : Cartographie du modèle Rhin-Moder

Annexe 3 : Délimitations des bassins versants de Sessenheim et Stattmatten



Délimitation des bassins versants Communes de Sessenheim et Stattmatten

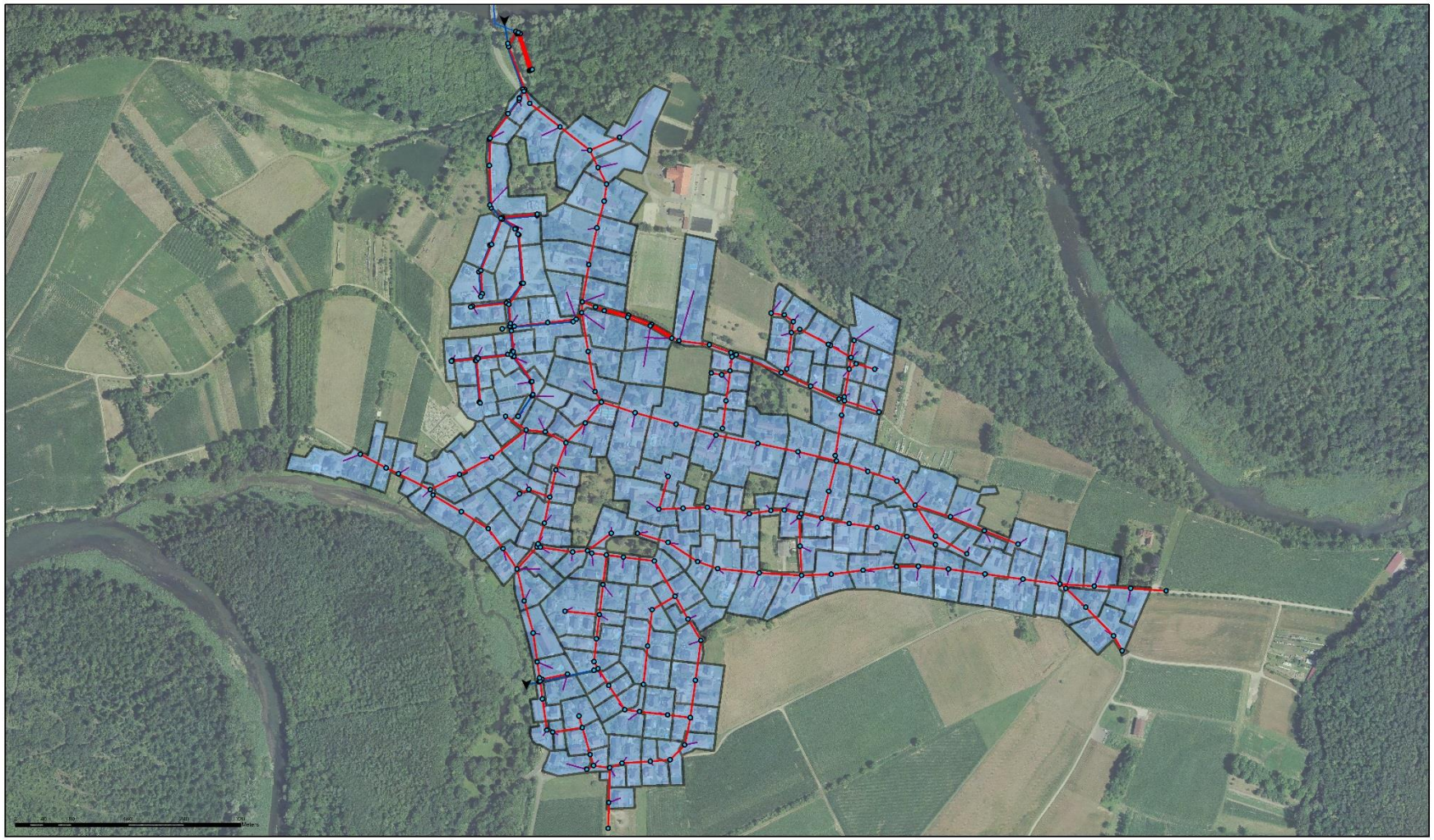
SDEA

MIKE URBAN

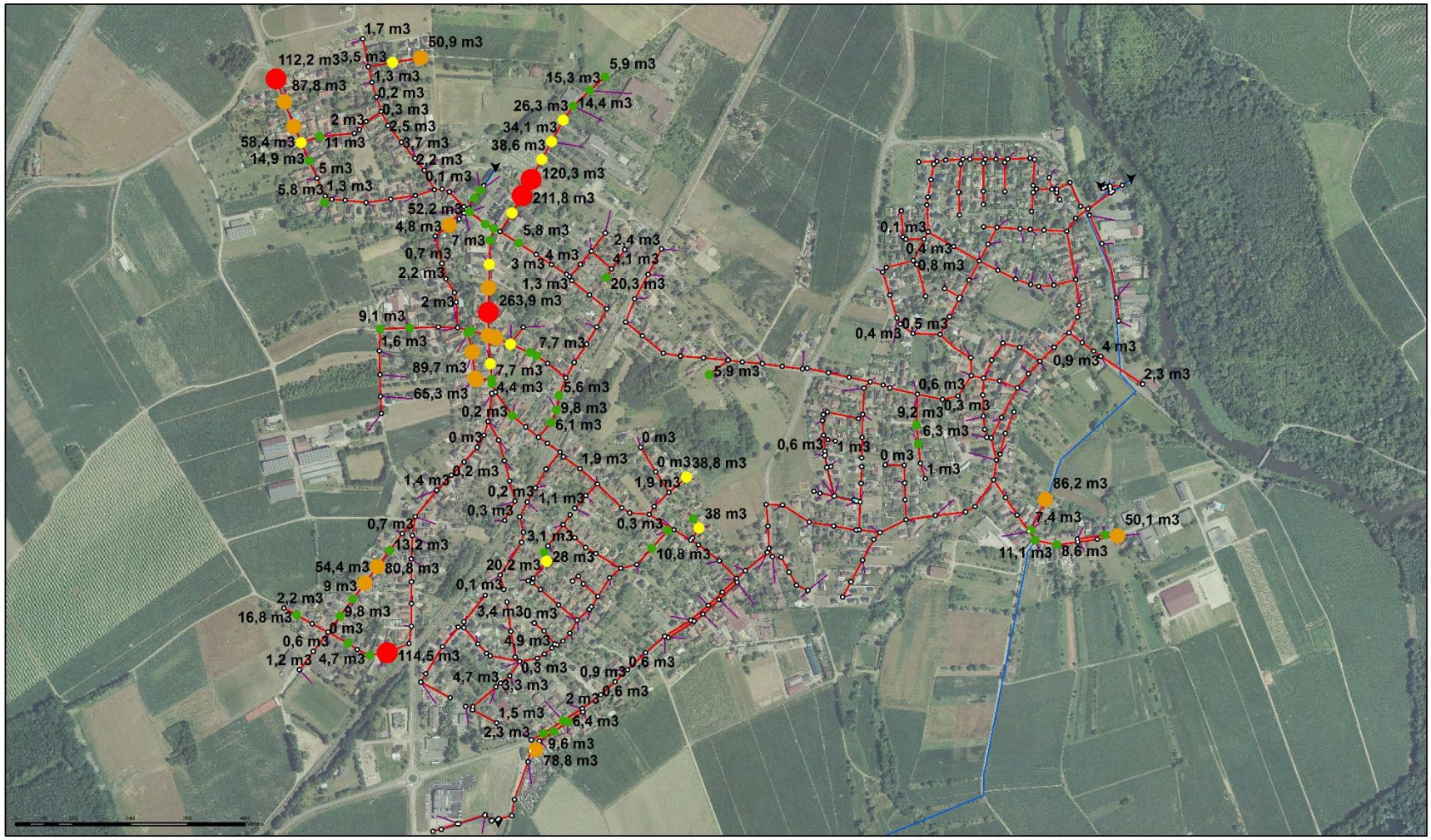
N W E S

Drawn By:	
Date:	
Approved:	
Scale:	1:7 979

Annexe 4 : Délimitations des bassins versants de Dalhunden



Délimitation des bassins versants Commune de Dalhunden		MIKE URBAN
		Drawn By:
		Date:
		Approved:
		Scale: 1:5 034



Cartographie des débordements
Communes de Sessenheim
et Stattmatten

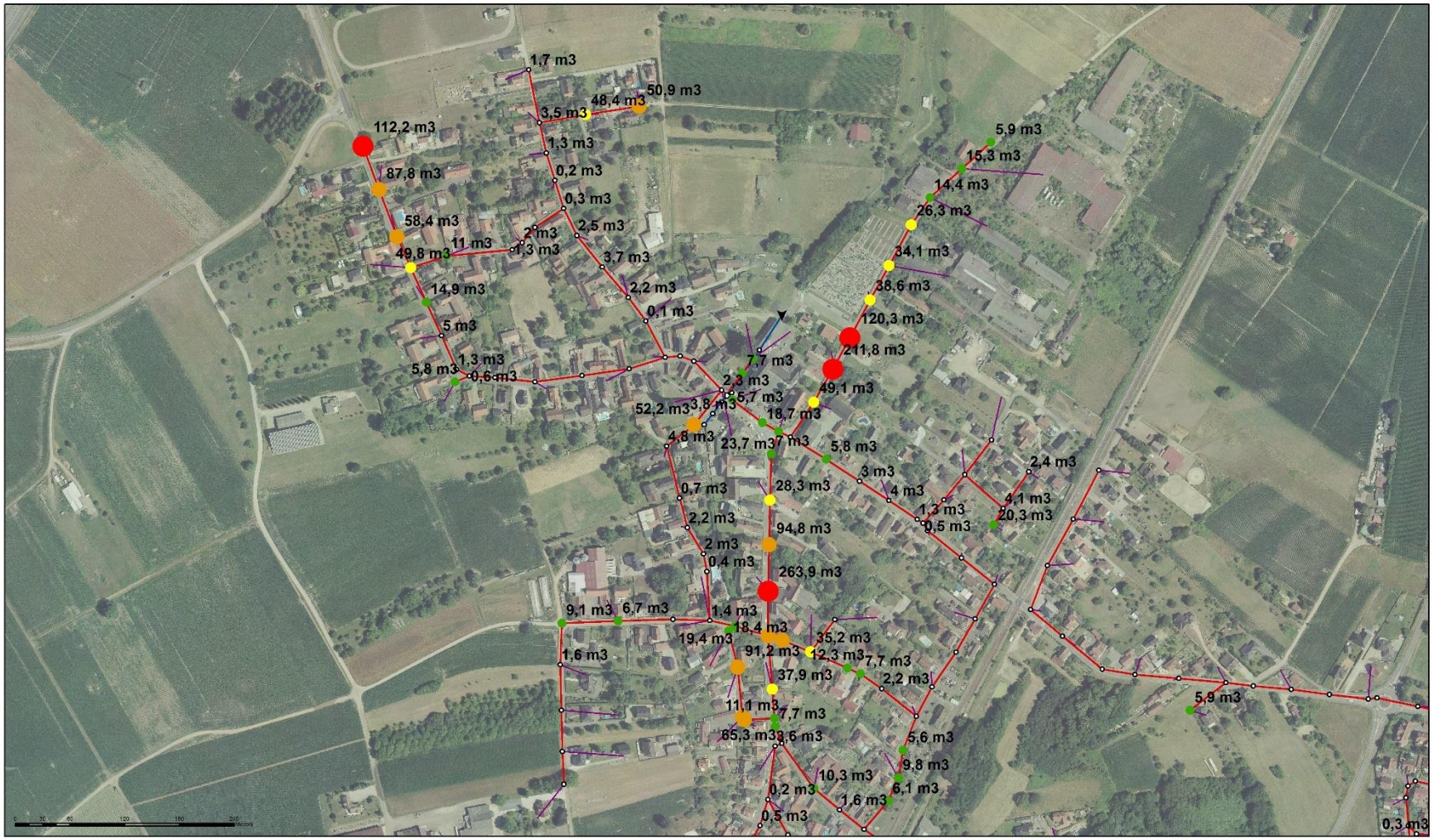
SDEA

MIKE URBAN

N
W E
S

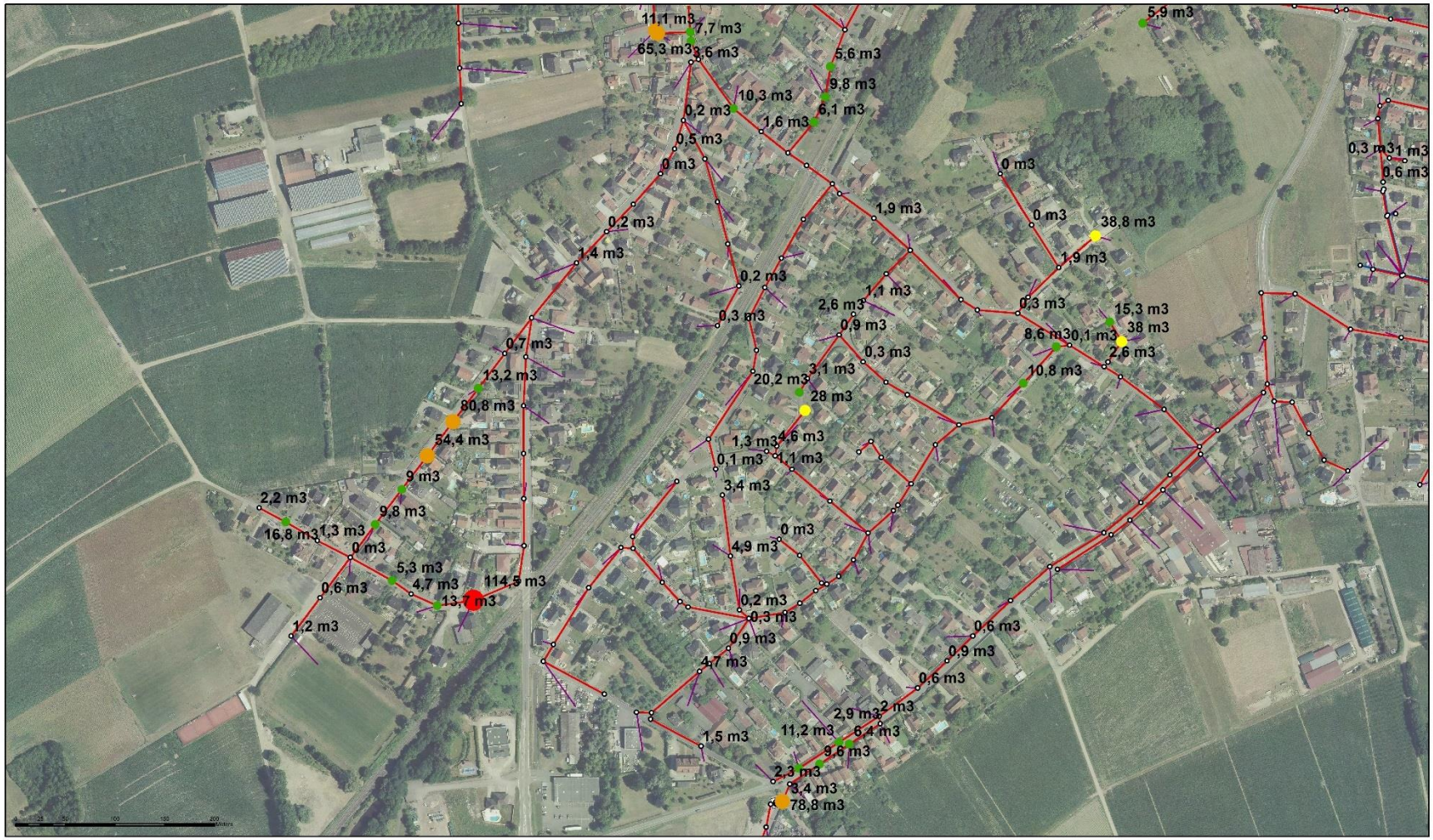
Drawn By:	
Date:	
Approved:	
Scale:	1:7 385

Annexe 5 : Cartographie des débordements sur la commune de Sessenheim et Stattmatten



Cartographie des débordements au Nord de Sessenheim	SDEA	N W E S	MIKE URBAN
			Drawn By:
			Date:
			Approved:
			Scale: 1:3 875

Annexe 6 : Cartographie des débordements au Nord de la commune de Sessenheim



Cartographie des débordements au Sud de Sessenheim

SDEA

MIKE URBAN

N
W E
S

Drawn By:	
Date:	
Approved:	
Scale:	1:3 559

Annexe 7 : Cartographie des débordements au Sud de la commune de Sessenheim

Cartographie des débordements au Sud de Dalhunden

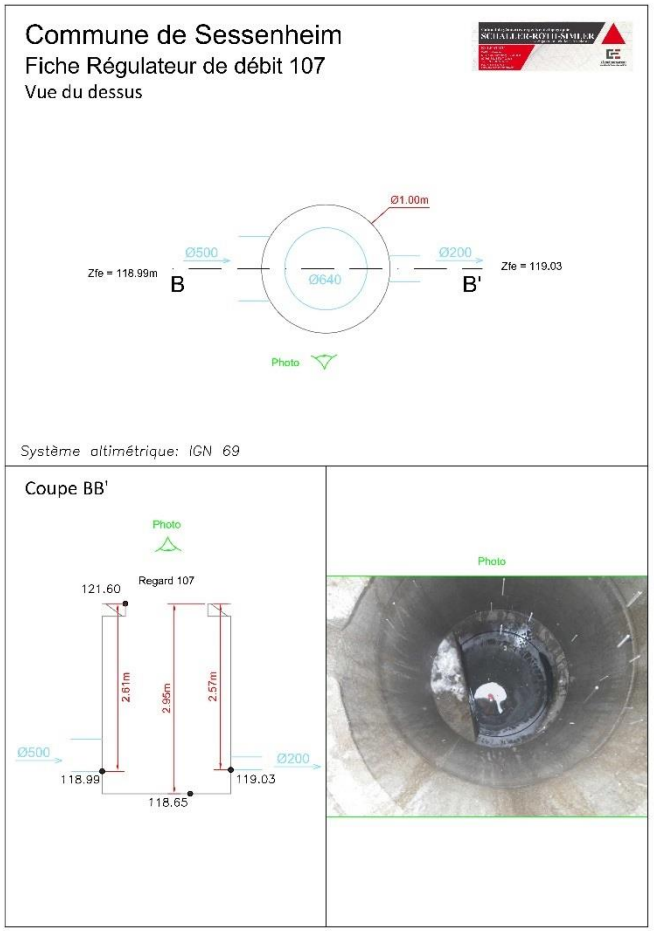
SDEA

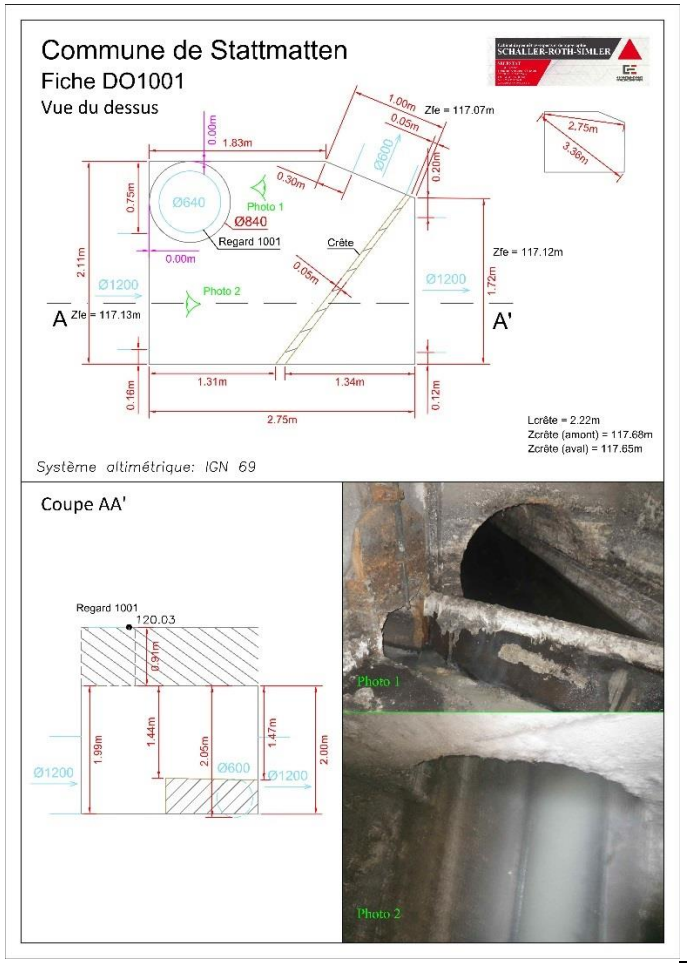
MIKE URBAN

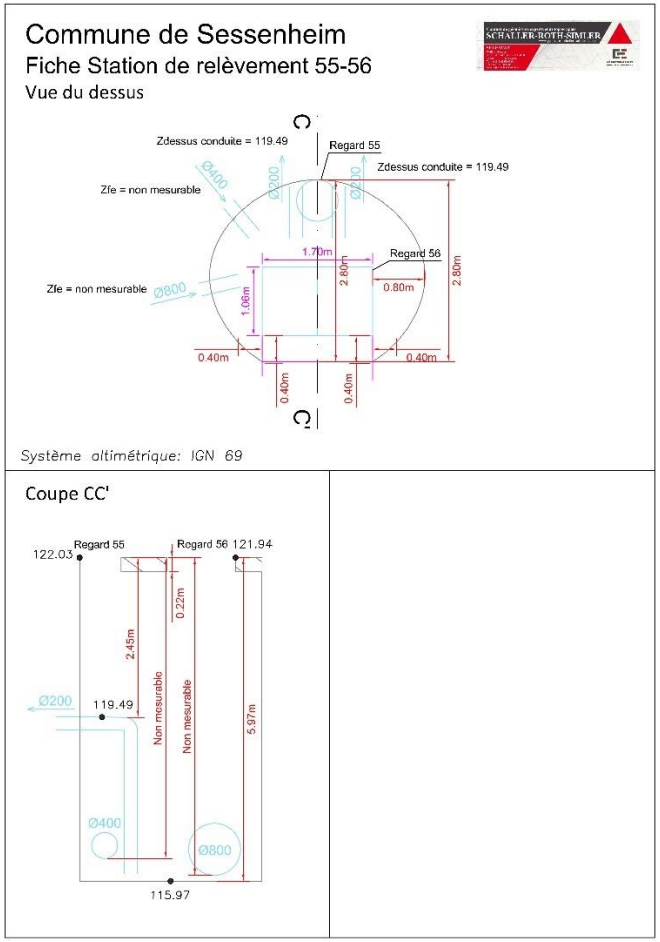
N
W E
S

Drawn By:	
Date:	
Approved:	
Scale:	1:2 969

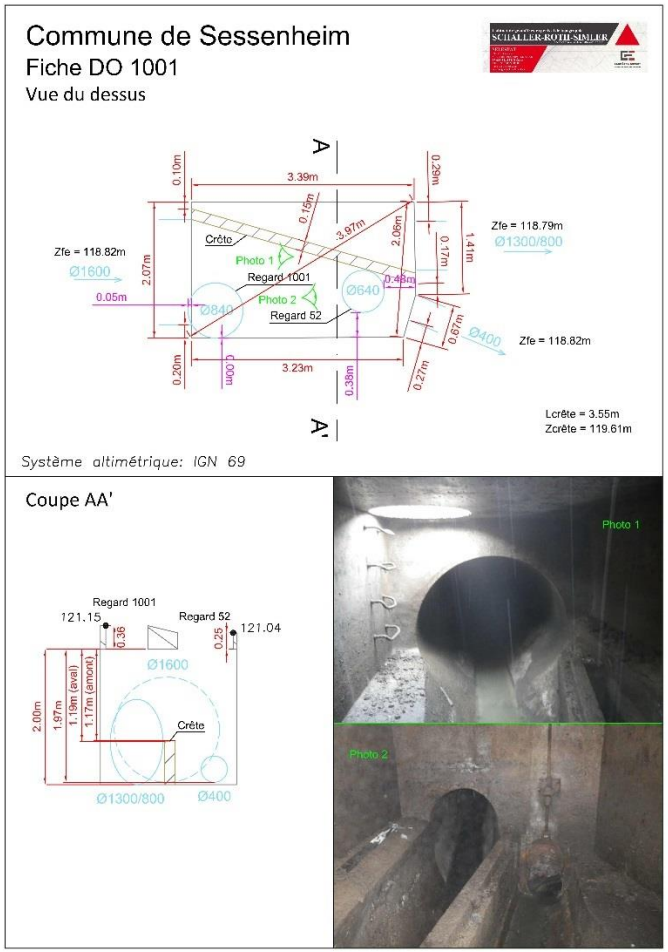
Annexe 8 : Cartographie des débordements au Sud de Dalhunden

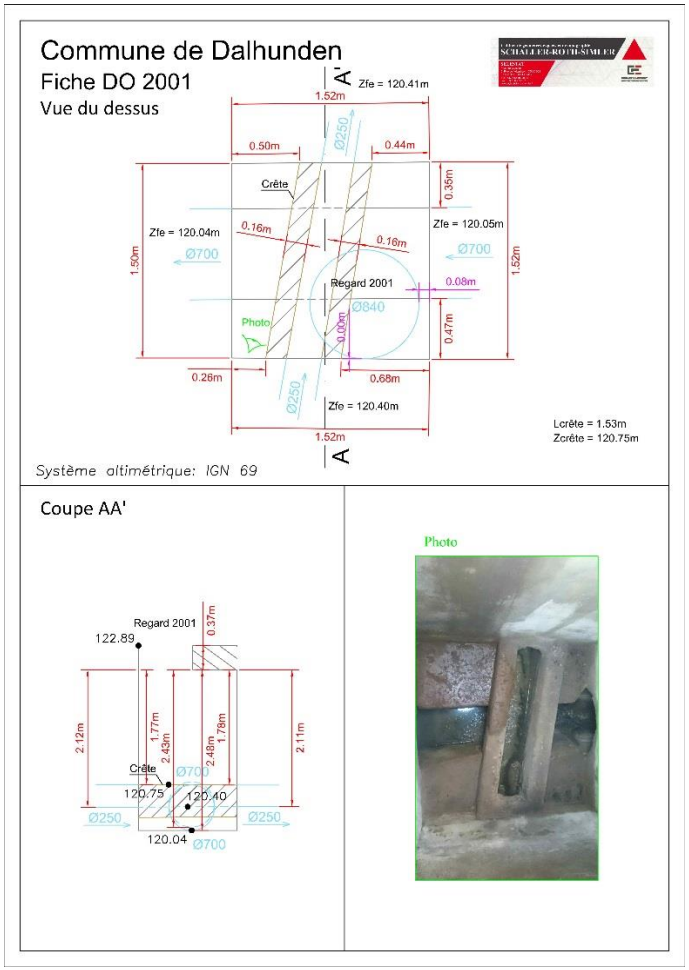


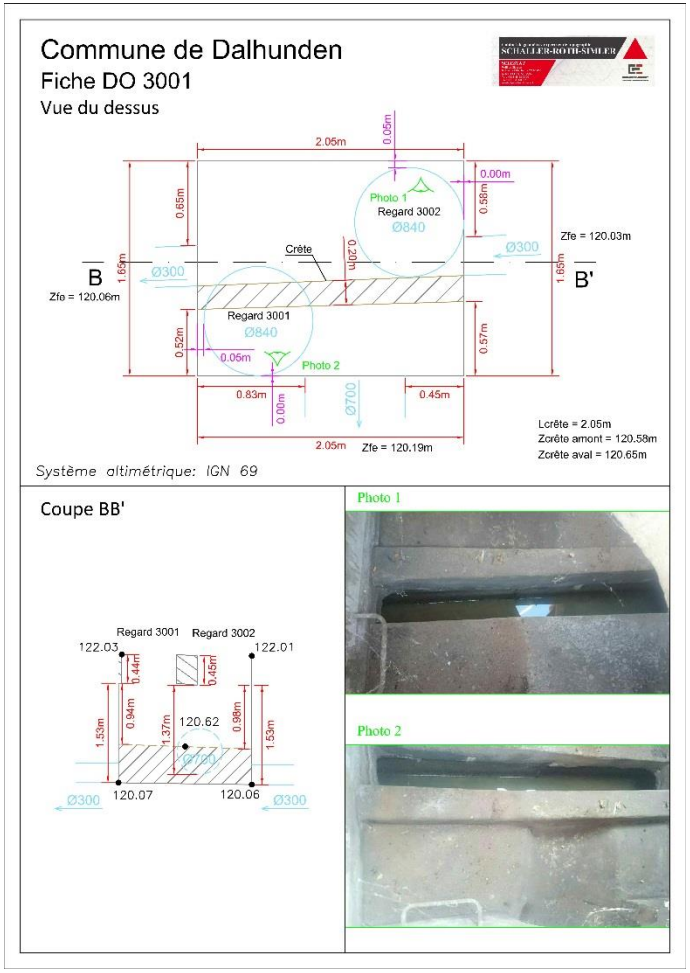




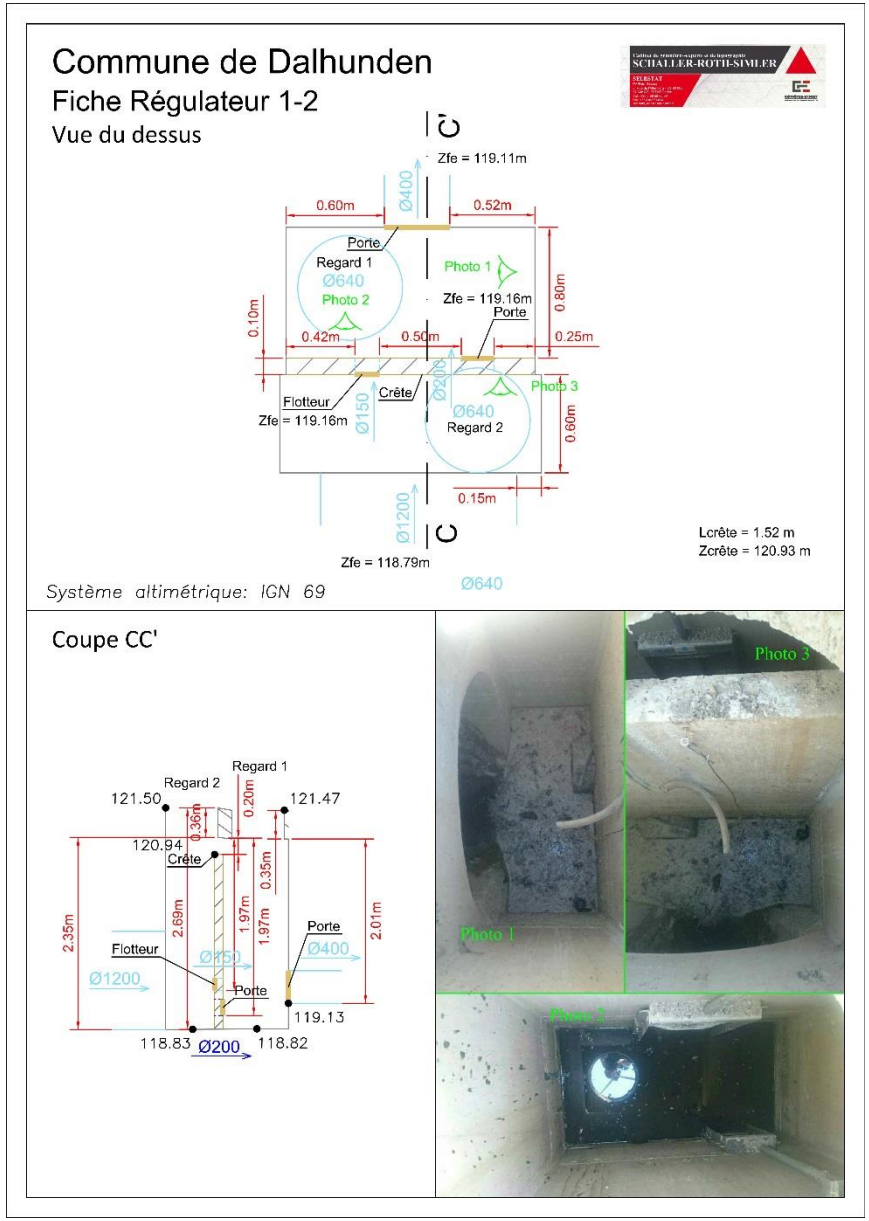
Annexe 9 : Déversoir d'orage, régulateurs et poste de pompage Sessenheim et Stattmatten

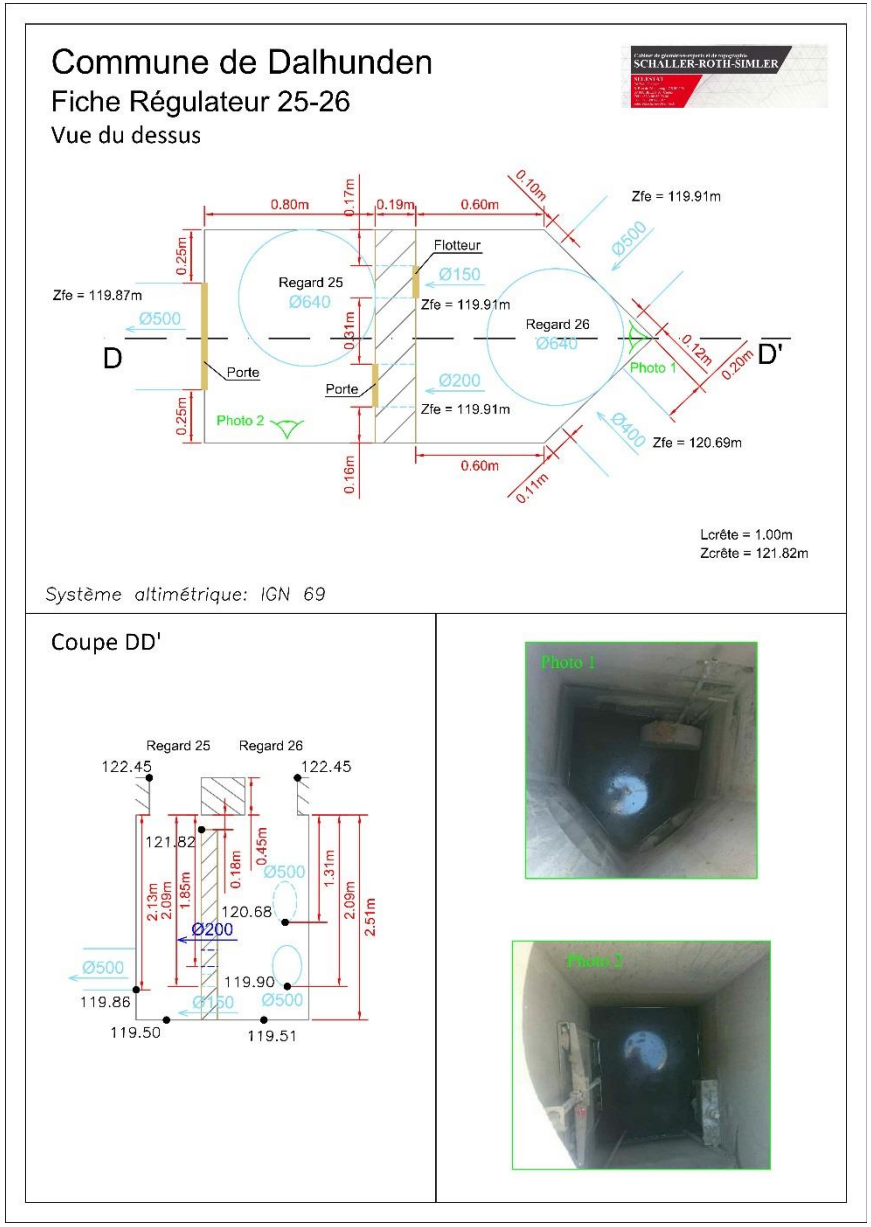




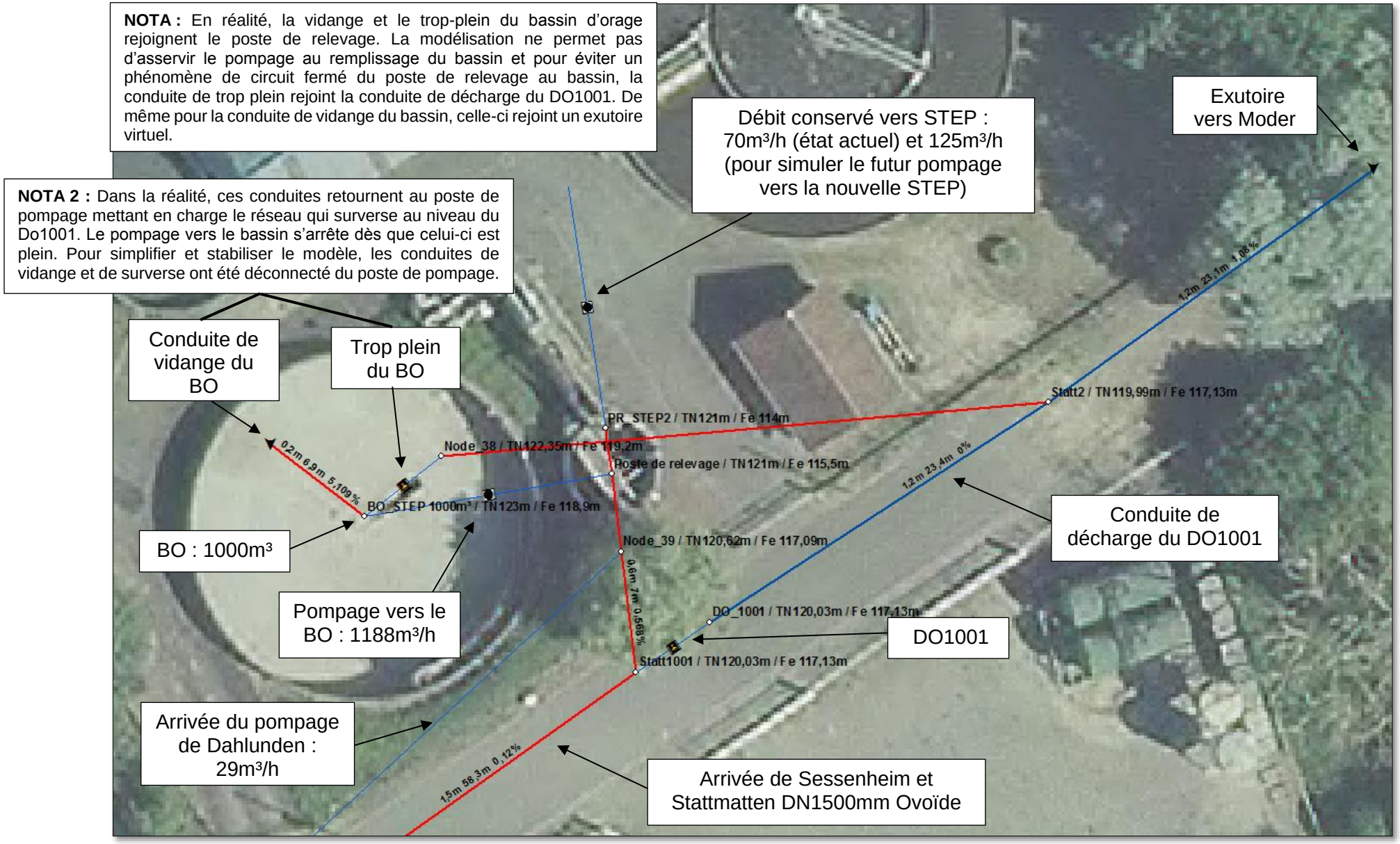


Annexe 10 : Déversoirs d'orages de Dalhunden

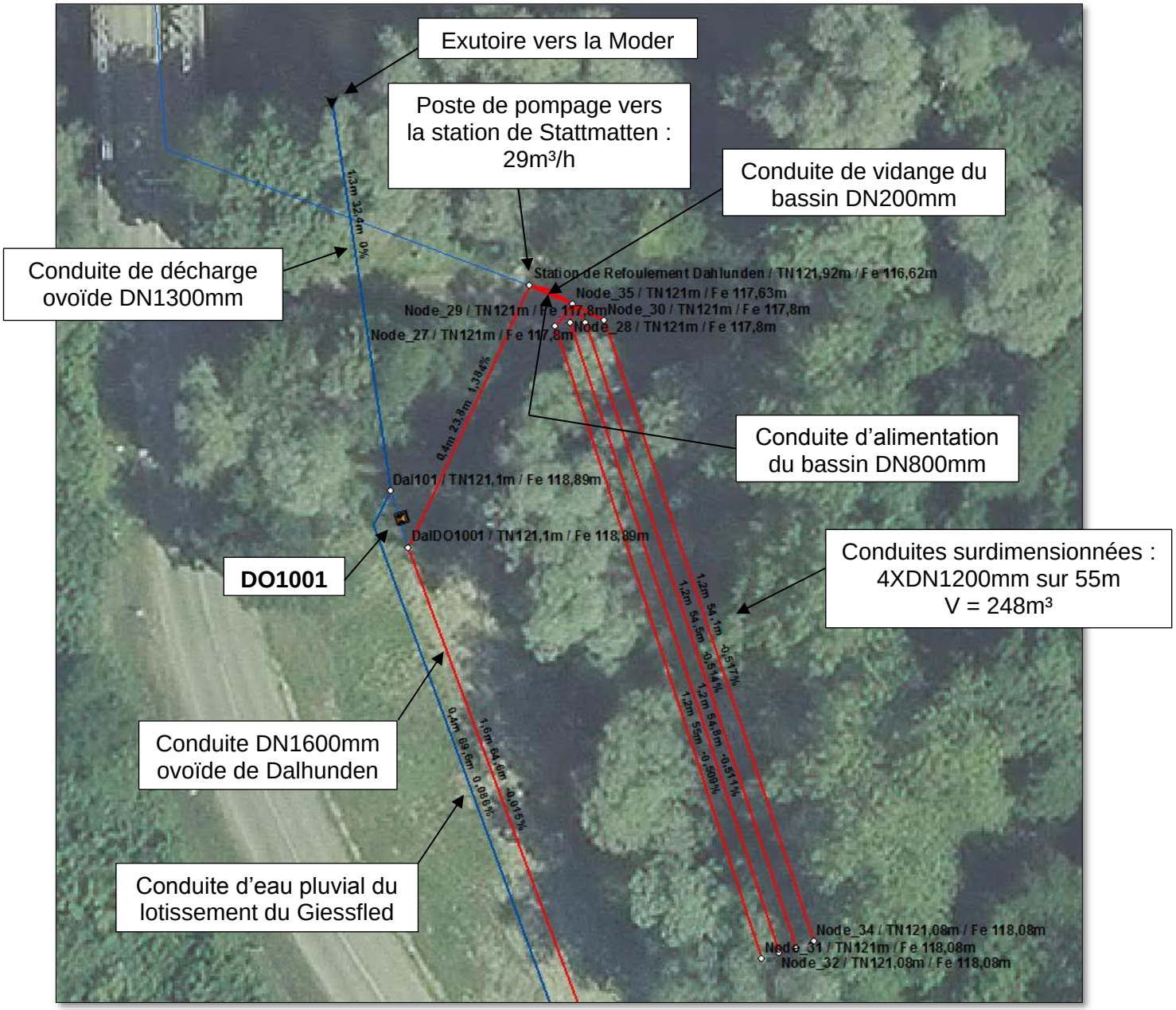




Annexe 11 : Régulateurs de débit de Dalhunden



Annexe 12 : Schéma de principe de la modélisation de la STEP de Stattmatten



Annexe 13 : Schéma de principe de la modélisation du déversoir/Bassin d'orage et pompage de Dalhunden