



avril 2015  
13EST040



## Périmètre du Piémont de Barr

# Modélisation des réseaux d'assainissement et étude d'impact par temps de pluie sur le milieu naturel

**Rapport de phase 3 :**

**Modélisation et calcul d'impact sur le milieu  
naturel**



**SIEGE SOCIAL**  
Parc de l'Ile  
15/27 rue du Port  
92022 NANTERRE CEDEX

**Agence de Strasbourg**  
Direction Déléguée France Est  
15, rue de Copenhague  
67300 SCHILTIGHEIM





**Numéro du projet : 13EST040****Intitulé du projet : Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel****Intitulé du document : Rapport de phase 3 – Modélisation et calcul d’impact sur le milieu naturel**

<b>Version</b>	<b>Rédacteur</b> NOM / Prénom	<b>Vérificateur</b> NOM / Prénom	<b>Date d’envoi</b> JJ/MM/AA	<b>COMMENTAIRES</b> Documents de référence / Description des modifications essentielles
<b>1</b>	ECHEVERRIA Javier KOCH Marion SCHAER Nicolas	ECHEVERRIA Javier KOCH Marion SCHAER Nicolas	29/04/2015	Version 1
<b>2</b>	ECHEVERRIA Javier KOCH Marion SCHAER Nicolas	ECHEVERRIA Javier KOCH Marion SCHAER Nicolas	29/04/2015	Version 2
<b>3</b>	ECHEVERRIA Javier KOCH Marion SCHAER Nicolas	ECHEVERRIA Javier KOCH Marion SCHAER Nicolas	29/04/2015	Version 3



# Sommaire

Introduction .....	13
<b>Contexte et objectifs .....</b>	<b>13</b>
<b>Phasage de l’étude .....</b>	<b>13</b>
<b>PARTIE 1 : Construction du modèle</b>	
1 ... Préambule .....	15
2 ... Présentation de l’outil de modélisation.....	15
<b>2.1 Le logiciel de modélisation Mike Urban .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Limites de la modélisation .....</b>	<b>16</b>
3 ... Modélisation hydrologique .....	16
<b>3.1 Modèle hydrologique retenu .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Délimitation de bassins versants .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Détermination des paramètres du modèle hydrologique .....</b>	<b>20</b>
3.3.1 Coefficient d’imperméabilisation .....	20
3.3.2 Longueur hydraulique et pente.....	21
4 ... Modélisation hydraulique .....	22
<b>4.1 Démarche suivie .....</b>	<b>22</b>
4.1.1 Intégration des données.....	22
4.1.2 Vérification de la cohérence .....	22
<b>4.2 Présentation du modèle.....</b>	<b>22</b>



<b>4.3 Conduites et nœuds du modèle.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Ouvrages particuliers .....</b>	<b>25</b>
4.4.1 Postes de pompages .....	25
4.4.2 Limiteurs de débit .....	25
4.4.3 Déversoirs d’orage .....	26
4.4.4 Bassins de rétention .....	27
<b>4.5 Synthèse du modèle hydraulique.....</b>	<b>28</b>

## **PARTIE 2 : Calage et validation du modèle**

1 ... Principe du calage .....	31
2 ... Variables de calage .....	31
3 ... Mise en œuvre du calage.....	31
4 ... Critères de validation du calage.....	31
5 ... Choix des pluies de calage.....	32
6 ... Présentation des points de calage .....	33
7 ... Resultats du calage de temps de pluie.....	35
<b>7.1 Résultats détaillés – Exemple avec le point de calage Pn1 .....</b>	<b>35</b>
<b>7.2 Synthèse des résultats .....</b>	<b>38</b>

## **PARTIE 3 : Diagnostic hydraulique des réseaux d'assainissement**

1 ... Objectifs .....	41
2 ... Définition des pluies de projet .....	41
3 ... Résultats du diagnostic hydraulique .....	43
<b>3.1 Préambule .....</b>	<b>43</b>

<b>3.2 Présentation des résultats</b> .....	<b>44</b>
<b>3.3 Analyse des résultats</b> .....	<b>47</b>
3.3.1 Analyse des secteurs prioritaires à risque de débordements.....	47
3.3.2 Autres secteurs sensibles .....	50
3.3.3 Récapitulatif des volumes de débordements.....	59

## ***PARTIE 4 : Calcul d'impact des réseaux d'assainissement par temps de pluie sur le milieu naturel***

1 ... Contexte.....	63
2 ... Méthodologie et hypothèses de calcul.....	63
<b>2.1 Généralités</b> .....	<b>63</b>
<b>2.2 Description détaillée de la méthode</b> .....	<b>64</b>
2.2.1 Durée de déclassement .....	65
2.2.2 Durée d’effet .....	66
2.2.3 Durée d’impact .....	66
2.2.4 Taux d’impact .....	66
<b>2.3 Modélisation de la qualité des cours d’eau</b> .....	<b>67</b>
<b>2.4 Hypothèses retenues pour la réalisation du calcul d’impact</b> .....	<b>69</b>
2.4.1 Cours d’eau étudiés .....	69
2.4.2 Paramètres de qualité étudiés.....	69
2.4.3 Pluies retenues .....	69
2.4.4 Débits des cours d’eau .....	75
2.4.5 Concentrations initiales dans le milieu naturel .....	77
2.4.6 Volumes rejetés des réseaux .....	80
2.4.7 Concentrations des rejets urbains.....	80
<b>2.5 Etapes du calcul d’impact des rejets</b> .....	<b>80</b>
2.5.1 Détermination des flux polluants aux points de rejet.....	81

2.5.2 Détermination de l’impact des rejets sur le milieu naturel.....81

3 ... Résultats du calcul d’impact.....81

**4.1 Résultats hydrauliques ..... 81**

4.1.1 Nombre de déversements..... 81

4.1.2 Volumes déversés par rejet ..... 84

4.1.3 Volumes rejetés par cours d’eau sur la période sensible ..... 89

**4.2 Analyse comparative des volumes déversés par pluie ..... 90**

**4.3 Evaluation de l’impact des rejets sur la qualité des milieux récepteurs91**

4.3.1 Résultats généraux..... 91

4.3.2 Analyse par cours d’eau ..... 92

## ***PARTIE 5 : Bilan du diagnostic capacitaire et du calcul d’impact des réseaux d’assainissement par temps de pluie sur le milieu naturel***

1 ... Contenu ..... 102

2 ... Diagnostic capacitaire ..... 102

3 ... Analyse d’impact des rejets d’assainissement sur le milieu naturel ..... 104



## Table des illustrations

Figure 3-1 : Principe général des modèles hydrologiques .....	17
Figure 3-2 : Schéma de principe du modèle du réservoir linéaire .....	17
Figure 3-3 : Modèle du réservoir linéaire – Définition du temps de réponse .....	17
Figure 4-1 : Modèle hydraulique du Piémont de Barr – SAFEGE 2014 .....	23
Figure 4-2: Répartition des déversoirs d’orage par commune du Piémont de Barr .....	27
Figure 6-1 : Localisation des points de calage de temps de pluie.....	34
Figure 7-1 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014 .....	36
Figure 7-2 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014.....	36
Figure 7-3 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014 .....	36
Figure 7-4 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014.....	37
Figure 7-5 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014 .....	37
Figure 7-6 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014.....	38
Figure 2-1 : Pluies de projet – Station Sélestat.....	42
Figure 3-1 : Carte de taux de remplissage des réseaux pour une pluie décennale .....	45
Figure 3-2 : Carte du risque de débordements pour une pluie décennale .....	46
Figure 3-3 : Débordements pour une pluie décennale – Secteur G1 - Gertwiller - Gutbrod .....	48
Figure 3-4 : Profil en long du collecteur du Secteur G1 - Gertwiller - Gutbrod.....	48
Figure 3-5 : Débordements pour une pluie décennale – Secteur H1 - Heiligenstein – Remparts .....	49
Figure 3-6 : Profil en long du collecteur du Secteur H1 - Heiligenstein – Remparts.....	50
Figure 3-7 : Débordements pour une pluie décennale – Le Hohwald.....	51
Figure 3-8 : Débordements pour une pluie décennale – Andlau .....	52
Figure 3-9 : Débordements pour une pluie décennale – Mittelbergheim .....	53
Figure 3-10 : Débordements pour une pluie décennale – Saint-Pierre.....	54
Figure 3-11 : Débordements pour une pluie décennale – Stotzheim .....	55
Figure 3-12 : Débordements pour une pluie décennale – Barr .....	56
Figure 3-13 : Débordements pour une pluie décennale – Heiligenstein .....	57
Figure 3-14 : Débordements pour une pluie décennale – Zellwiller.....	58

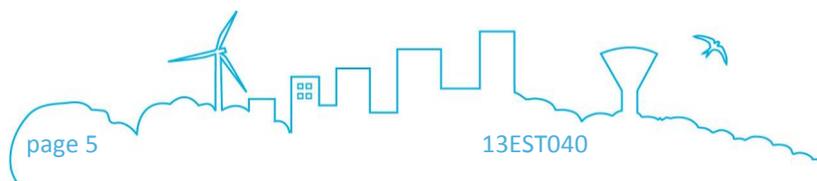


Figure 2-1 : Détermination de la durée de déclassement .....	65
Figure 2-2 : Schéma synoptique du modèle qualité du Piémont de Barr .....	68
Figure 2-3 : Représentation des classes de pluie en Cumul – Durée – Intensité .....	72
Figure 2-4 : Analyse fréquentielle des classes de pluie .....	73
Figure 2-5 : Débits retenus des cours d'eau pour le modèle qualité .....	76
Figure 2-6 : Stations de mesures de la qualité des cours d’eau (Source : AERM) .....	77
Figure 3-1 : Fonctionnement des rejets pour les pluies faibles (en m <sup>3</sup> déversés par pluie et par rejet) .....	82
Figure 3-2 : Fonctionnement des rejets pour les pluies fortes (en m <sup>3</sup> déversés par pluie et par rejet) .....	83
Figure 3-3 : Volumes déversés en m <sup>3</sup> sur la période sensible par rejet .....	85
Figure 3-4 : Volumes déversés en m <sup>3</sup> sur la période sensible par rejet .....	88
Figure 3-5 : Volumes déversés sur la période sensible par cours d’eau .....	90
Figure 3-6 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 1 pour la pluie n°3 .....	93
Figure 3-7 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2A pour la pluie n°3 .....	94
Figure 3-8 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2B pour la pluie n°3 .....	95
Figure 3-9 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2C pour la pluie n°3 .....	96
Figure 3-10 : Concentrations en DCO sur le Muehlbach pour la pluie n°3 .....	97
Figure 3-11 : Concentrations en DCO sur la Kirneck 1 pour la pluie n°3 .....	98
Figure 3-12 : Concentrations en DCO sur la Kirneck 2 pour la pluie n°3 .....	99
Figure 3-13 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2D pour la pluie n°3 .....	100
Figure 3-1 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (1/4) .....	110
Figure 3-2 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (2/4) .....	111
Figure 3-3 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (3/4) .....	112
Figure 3-4 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (4/4) .....	113
Figure 3-5 : Hyétogramme de la pluie du 20/07/2014 –Hohwald .....	115
Figure 3-6 : Hyétogramme de la pluie du 22/07/2014 –Hohwald .....	115
Figure 3-7 : Hyétogramme de la pluie du 25/07/2014 –Hohwald .....	115
Figure 3-8 : Hyétogramme de la pluie du 29/07/2014 –Hohwald .....	116
Figure 3-9 : Hyétogramme de la pluie du 30/07/2014 –Hohwald .....	116
Figure 3-10 : Hyétogramme de la pluie du 07/07/2014 –Sélestat .....	116
Figure 3-11 : Hyétogramme de la pluie du 20/07/2014 –Sélestat .....	116
Figure 3-12 : Hyétogramme de la pluie du 22/07/2014 –Sélestat .....	117
Figure 3-13 : Hyétogramme de la pluie du 25/07/2014 –Sélestat .....	117
Figure 3-14 : Hyétogramme de la pluie du 29/07/2014 –Sélestat .....	117
Figure 3-15 : Hyétogramme de la pluie du 30/07/2014 –Sélestat .....	117
Figure 3-16 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014 .....	119

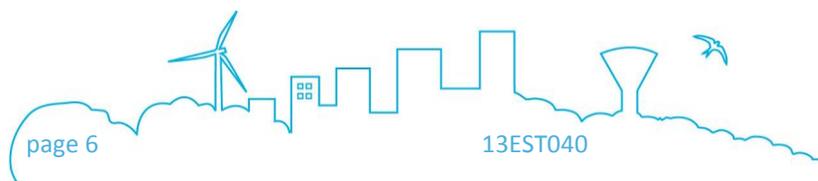


Figure 3-17 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014.....	119
Figure 3-18 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014.....	120
Figure 3-19 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014.....	120
Figure 3-20 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014.....	121
Figure 3-21 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014.....	121
Figure 3-22 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014.....	122
Figure 3-23 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014.....	122
Figure 3-24 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014.....	123
Figure 3-25 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014.....	123
Figure 3-26 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014.....	124
Figure 3-27 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014.....	124
Figure 3-28 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014.....	125
Figure 3-29 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014.....	125
Figure 3-30 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014.....	126
Figure 3-31 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014.....	126
Figure 3-32 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014.....	127
Figure 3-33 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014.....	127
Figure 3-34 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014.....	128
Figure 3-35 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 20/07/2014.....	128
Figure 3-36 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 20/07/2014.....	129
Figure 3-37 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 29/07/2014.....	129
Figure 3-38 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 29/07/2014.....	130
Figure 3-39 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 25/07/2014.....	130

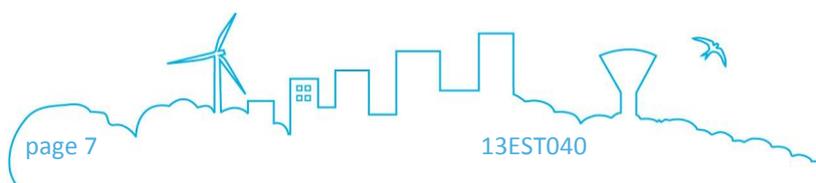


Figure 3-40 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 25/07/2014 .....	131
Figure 3-41 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 29/07/2014 .....	131
Figure 3-42 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 29/07/2014 .....	132
Figure 3-43 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 07/07/2014 .....	132
Figure 3-44 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 07/07/2014 .....	133
Figure 3-45 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 29/07/2014 .....	133
Figure 3-46 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 29/07/2014 .....	134
Figure 3-47 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn8 (Commune de Goxwiller) – Pluie du 25/07/2014 .....	134
Figure 3-48 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn8 (Commune de Goxwiller) – Pluie du 25/07/2014 .....	135
Figure 3-49 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn9 (Commune de Valff) – Pluie du 07/07/2014 .....	135
Figure 3-50 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn9 (Commune de Valff) – Pluie du 20/07/2014 .....	136
Figure 3-51 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn9 (Commune de Valff) – Pluie du 22/07/2014 .....	136
Figure 3-52 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps1 (Commune du Hohwald) – Pluie du 20/07/2014 .....	137
Figure 3-53 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps1 (Commune du Hohwald) – Pluie du 25/07/2014 .....	137
Figure 3-54 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps1 (Commune du Hohwald) – Pluie du 29/07/2014 .....	138
Figure 3-55 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps2 (Commune d’Andlau) – Pluie du 29/07/2014 .....	138
Figure 3-56 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps2 (Commune d’Andlau) – Pluie du 29/07/2014 .....	139
Figure 3-57 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 22/07/2014 .....	139
Figure 3-58 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 22/07/2014 .....	140
Figure 3-59 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 30/07/2014 .....	140
Figure 3-60 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 30/07/2014 .....	141
Figure 3-61 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 25/07/2014 .....	141
Figure 3-62 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 25/07/2014 .....	142

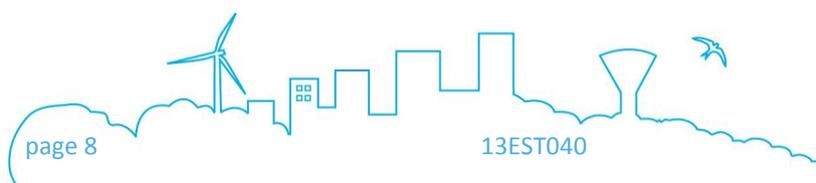


Figure 3-63 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 29/07/2014 .....	142
Figure 3-64 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 29/07/2014 .....	143
Figure 3-65 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 30/07/2014 .....	143
Figure 3-66 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 30/07/2014 .....	144
Figure 3-67 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 20/07/2014 .....	144
Figure 3-68 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 20/07/2014.....	145
Figure 3-69 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 30/07/2014 .....	145
Figure 3-70 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 30/07/2014.....	146
Figure 3-71 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 20/07/2014 .....	146
Figure 3-72 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 20/07/2014 .....	147
Figure 3-73 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 30/07/2014 .....	147
Figure 3-74 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 30/07/2014 .....	148
Figure 3-75 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 29/07/2014 .....	148
Figure 3-76 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 29/07/2014 .....	149
Figure 3-77 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 30/07/2014 .....	149
Figure 3-78 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 30/07/2014 .....	150
Figure 3-79 : Carte des débordements pour une pluie quinquennale .....	152
Figure 3-80 : Carte du taux de remplissage des réseaux pour une pluie quinquennale.....	153
Figure 3-81 : Carte des débordements pour une pluie vingtennale .....	155
Figure 3-82 : Carte du taux de remplissage des réseaux pour une pluie vingtennale .....	156
Figure 3-83 : Profil en long du collecteur du secteur LH1 .....	158
Figure 3-84 : Profil en long du collecteur du secteur LH2 .....	158
Figure 3-85 : Profil en long du collecteur du secteur A1 .....	159
Figure 3-86 : Profil en long du collecteur du secteur A2 .....	159
Figure 3-87 : Profil en long du collecteur du secteur A3 .....	160
Figure 3-88 : Profil en long du collecteur du secteur A4 .....	160
Figure 3-89 : Profil en long du collecteur du secteur A5 .....	161

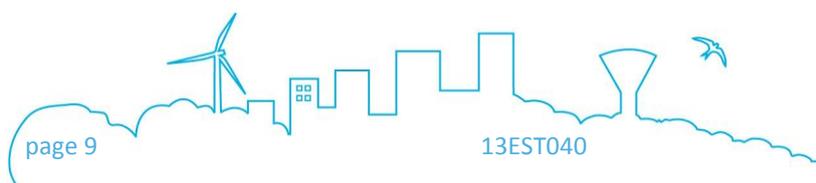


Figure 3-90 : Profil en long du collecteur du secteur A6 .....	161
Figure 3-91 : Profil en long du collecteur du secteur M1.....	162
Figure 3-92 : Profil en long du collecteur du secteur SP1 .....	162
Figure 3-93 : Profil en long du collecteur du secteur SP2 .....	163
Figure 3-94 : Profil en long du collecteur du secteur S1 .....	163
Figure 3-95 : Profil en long du collecteur du secteur B1 .....	164
Figure 3-96 : Profil en long du collecteur du secteur B2 .....	164
Figure 3-97 : Profil en long du collecteur du secteur B3 .....	165
Figure 3-98 : Profil en long du collecteur du secteur H2.....	165
Figure 3-99 : Profil en long du collecteur du secteur Z1 .....	166

## Table des tableaux

Tableau 3-1: Bassins versants modélisés sur le Piémont de Barr .....	19
Tableau 3-2 : Répartition des bassins versants élémentaires par type de réseau raccordé .....	19
Tableau 3-3 : Répartition des bassins versants élémentaires par commune.....	19
Tableau 3-4 : Coefficients d’imperméabilisation retenus par occupation de sols .....	20
Tableau 4-1 : Répartition modélisés pour chaque commune.....	24
Tableau 4-2 : Postes de pompage modélisés sous Mike Urban .....	25
Tableau 4-3 : Limiteurs de débit modélisés sous Mike Urban .....	26
Tableau 4-4 : Bassins de rétention modélisés sous Mike Urban .....	27
Tableau 4-1 : Critères de calage retenus .....	32
Tableau 5-1 : Caractéristiques des pluies de calage selon la pluviométrie enregistrée par le pluviomètre du Hohwald.....	32
Tableau 5-2 : Caractéristiques des pluies de calage selon la pluviométrie enregistrée par le pluviomètre de Sélestat .....	33
Tableau 7-1 : Résultats de calage obtenu – Point de mesures Pn1 (Barr).....	35
Tableau 7-2 : Résultats du calage de temps de pluie .....	39
Tableau 2-1 : Coefficients de Montana (Source : Station de Sélestat. Météo France).....	41
Tableau 2-2 : Caractéristiques des pluies de projet .....	42
Tableau 3-1 : Volumes théoriques de débordement.....	60
Tableau 3-2 : Remarques concernant les secteurs de débordement avec des volumes théoriques supérieurs à 50 m <sup>3</sup> pour la pluie de période de retour 5 ans .....	61
Tableau 2-1 : Concentrations seuils de paramètres analysés (source : MEEDDAT) .....	64

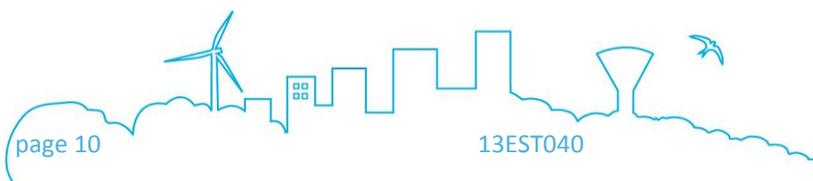
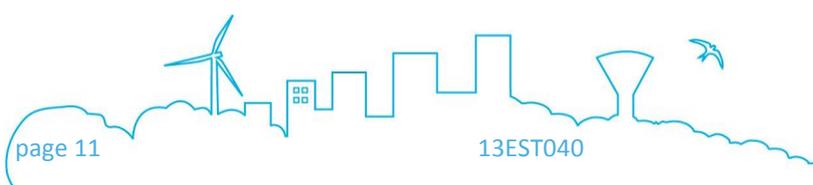


Tableau 2-2 : Événements pluvieux retenus pour le calcul d’impact .....	71
Tableau 2-3 : Caractéristiques et périodes de retour des classes de pluie retenues .....	74
Tableau 2-4 : Stations de suivi de la qualité des cours d’eau .....	78
Tableau 2-5 : Valeurs moyennes des paramètres sur la Kirneck à Barr .....	79
Tableau 2-6 : Valeurs moyennes des paramètres sur l’Andlau à Andlau .....	79
Tableau 2-7 : Concentrations initiales des cours d’eau.....	79
Tableau 2-8 : Concentrations des rejets d’assainissement.....	80
Tableau 3-1 : Classement des volumes rejetés sur la période sensible.....	87
Tableau 3-2 : Volumes déversés sur la période sensible par cours d’eau .....	89
Tableau 3-3 : Volumes déversés par classe de pluie simulée .....	90
Tableau 3-4 : Pourcentage de déclassements sur la période sensible.....	91



# Table des annexes

Annexe 1 Bassins versants modélisés

Annexe 2 Schéma synoptique des réseaux modélisés

Annexe 3 Déversoirs d’orage modélisés

Annexe 4 Hyétoigrammes des pluies de calage et de validation

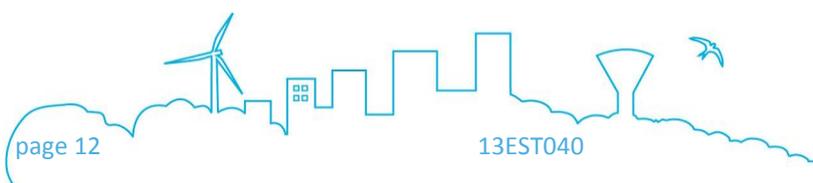
Annexe 5 Courbes de calage de temps de pluie

Annexe 6 Cartes des débordements et du taux de remplissage pour une pluie quinquennale

Annexe 7 Cartes des débordements et du taux de remplissage pour une pluie vingtennale

Annexe 8 Résultats de simulations de la pluie de période de retour 10 ans

Annexe 9 Résultats de l’analyse pluviométrique Météo-France



## INTRODUCTION

### CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le SDEA, dans le cadre de sa politique d’amélioration continue du fonctionnement de ses réseaux d’assainissement, engage la présente étude sur le secteur du Piémont de Barr avec l’objectif :

- De disposer d’un outil de modélisation performant des réseaux d’assainissement du périmètre concerné ;
- 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 contribueront à augmenter les apports ;
- De définir les aménagements nécessaires à limiter les flux par temps de pluie vers les milieux naturels récepteurs afin d’assurer le respect des objectifs de qualité qui leur sont assignés ;
- De chiffrer et hiérarchiser les aménagements proposés en conséquence sur les réseaux.

SAFEGE a été mandaté par le SDEA pour réaliser cette prestation. Nous présentons, dans les différents documents de l’étude, les résultats des analyses réalisées qui permettront de répondre aux objectifs de l’étude.

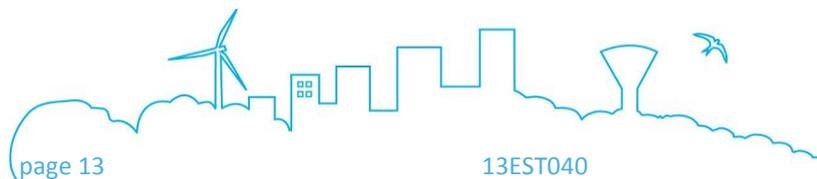
### PHASAGE DE L’ETUDE

L’étude des réseaux d’assainissement du Piémont de Barr est décomposée en 4 parties :

- **PHASE 1** : État des lieux ;
- **PHASE 2** : Campagne de mesures hydrauliques ;
- **PHASE 3** : Modélisation hydraulique et analyse de l’impact des rejets d’assainissement sur le milieu récepteur ;
- **PHASE 4** : Programme de travaux.

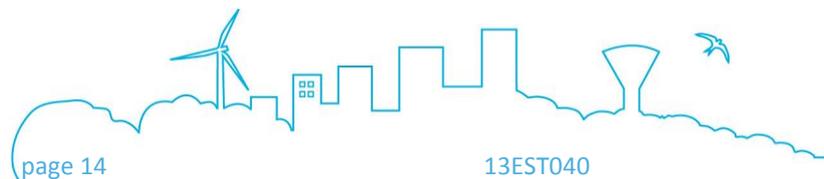
**Le présent rapport a pour objectif de présenter les résultats de la phase 3 de l’étude portée sur la modélisation hydraulique et l’évaluation de l’impact des rejets d’assainissement du Piémont de Barr sur le milieu récepteur. Il est décomposé en 4 parties (en excluant la présente introduction). Le document est présenté de la manière suivante :**

- Construction du modèle ;
- Calage et validation du modèle ;
- Diagnostic hydraulique des réseaux d’assainissement ;
- Calcul d’impact des réseaux d’assainissement par temps de pluie sur le milieu naturel.



# **PARTIE 1**

## ***Construction du modèle***



## 1 PREAMBULE

Les objectifs de la modélisation faite dans le cadre de la phase 3 de l’étude sont :

- Analyser le fonctionnement hydraulique des réseaux d’assainissement ;
- Évaluer l’impact des rejets des réseaux d’assainissement du Piémont de Barr sur le milieu naturel, dans le cadre de l’atteinte du bon état écologique des masses d’eau, objectif fixé par l’adoption, en décembre 2000, de la Directive Cadre Européenne, pour une politique communautaire dans le domaine de l’Eau ;
- Définir les actions à mener pour résoudre les éventuels dysfonctionnements mis en évidence par la modélisation numérique des réseaux et constatés sur le terrain par l’exploitant.

Le modèle des réseaux d’assainissement du Piémont de Barr est constitué d’un modèle hydrologique, permettant de transformer la pluie en débit ruisselé, et d’un modèle hydraulique, permettant l’analyse de la propagation des débits dans les conduites et autres ouvrages des réseaux.

## 2 PRESENTATION DE L’OUTIL DE MODELISATION

Le présent chapitre a pour objectif de décrire le logiciel de modélisation utilisé, ainsi que ses fonctionnalités.

### 2.1 LE LOGICIEL DE MODELISATION MIKE URBAN

Le logiciel utilisé dans le cadre de cette étude est le logiciel Mike Urban. Le logiciel Mike Urban a été développé par le Danish Hydraulic Institute (DHI). Il permet de réaliser l’évaluation du fonctionnement d’un réseau d’assainissement grâce aux deux moteurs de calculs (hydrologique et hydraulique) puissants. Le logiciel est intégré complètement dans la structure SIG d’ArcGIS, développée par ESRI, ce qui permet le stockage des données dans une base SIG et l’utilisation de ces nouvelles fonctionnalités cartographiques pour la gestion de base de données, l’utilisation du modèle et les traitements cartographiques dans l’affichage de résultats.

Mike Urban, permet de réaliser :

- **La modélisation du ruissellement de surface (module hydrologique).** Il s’agit d’une transformation pluie - débit par différentes méthode (méthode rationnelle généralisée, la méthode du réservoir linéaire ou du double réservoir linéaire), c’est-à-dire, à partir de données pluviométriques et des caractéristiques des différents bassins versants composant le territoire d’étude, le modèle hydrologique permet de calculer les débits générés à l’exutoire de chaque bassin d’apport pour tout épisode pluvieux. La mise en œuvre de cette phase de modélisation nécessite donc une caractérisation précise des différents bassins d’apport.

- **La simulation des écoulements dans les réseaux (modèle hydraulique)** par la résolution complète des équations de Barré Saint Venant (onde dynamique), ce qui lui permet de prendre en compte les phénomènes transitoires ou les influences aval (retour d’eau et influence du niveau d’eau aux exutoires). A partir des caractéristiques du réseau d’assainissement et des débits d’apport injectés dans le réseau (débit de temps sec, débits ruisselés issus de la modélisation hydrologique), le logiciel calcule les caractéristiques de l’écoulement (hauteur, débit, vitesse, volume) en tout point du réseau. La modélisation hydraulique s’appuie donc sur une description fine de la structure du réseau.

## 2.2 LIMITES DE LA MODELISATION

Le modèle élaboré permet de représenter de manière numérique une réalité physique complexe. Néanmoins, il se heurte à des limites liées :

- à la simulation de pluies homogènes sur l’ensemble d’un bassin versant ;
- aux données d’entrée restreintes aux données accessibles ;
- à la nécessaire simplification de la réalité, ainsi, par exemple, les paramètres hydrologiques sont décrits en considérant un bassin versant homogène ;
- à des paramètres non mesurables, comme les dépôts dans les canalisations non visités, les collecteurs obturés, etc... ;
- aux dérives possibles de calcul dans des conditions aux limites ou en dehors du domaine d’application des formules.

Ces limites sont partiellement levées au cours du calage du modèle qui consiste à ajuster les paramètres du modèle grâce à des mesures et qui permet de vérifier la représentativité du modèle numérique.

## 3 MODELISATION HYDROLOGIQUE

L’objectif de la construction du modèle hydrologique est de permettre de quantifier la relation entre la pluie et les débits véhiculés par les réseaux d’assainissement.

### 3.1 MODELE HYDROLOGIQUE RETENU

Pour l’estimation des débits, plusieurs méthodes sont utilisables en fonction des caractéristiques des bassins versants. Dans le cadre de la présente étude, le modèle hydrologique utilisé est le **modèle du réservoir linéaire** inclus dans le logiciel Mike Urban, combiné à des pertes initiales constantes.

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

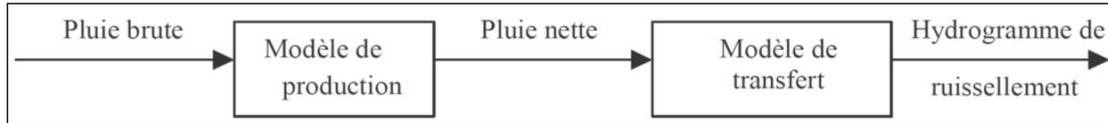


Figure 3-1 : Principe général des modèles hydrologiques

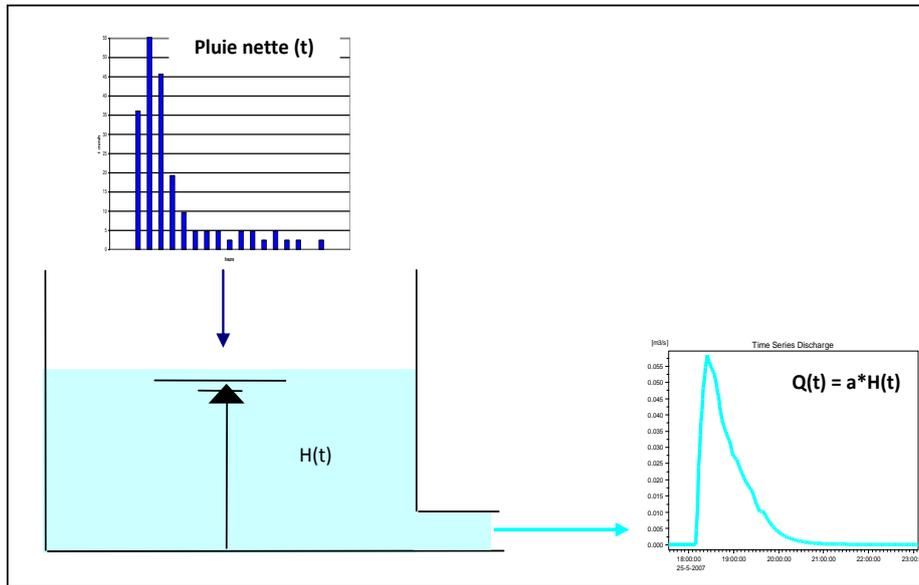


Figure 3-2 : Schéma de principe du modèle du réservoir linéaire

Ce modèle se caractérise par les paramètres suivants :

- **Pertes initiales** : hauteur minimale de pluie pour que le ruissellement début, soit 0,6 mm par défaut ;
- **Coefficient d’imperméabilisation** : égal au coefficient de ruissellement défini pour la formule rationnelle généralisée ;
- **Coefficient de réduction** : tenant en compte les pertes par stockage dans les dépressions des surfaces imperméables ;
- **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.

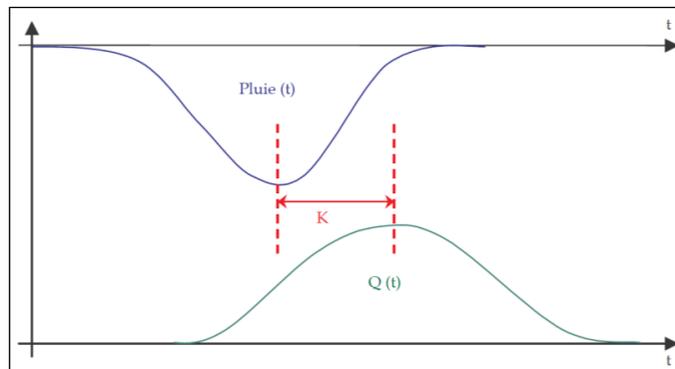


Figure 3-3 : Modèle du réservoir linéaire – Définition du temps de réponse

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).

Deux formules d’ajustement sont utilisées en fonction de la surface du bassin versant élémentaire. Elles sont présentées ci-dessous.

$K' = 0.8 * K \quad (A < 6ha)$
$K' = 0.7 * A^{0.09} * K \quad (A < 250ha)$

Ainsi les données d’entrée nécessaires aux calculs hydrologiques dans Mike Urban sont :

- Les coordonnées de l’exutoire du bassin versant ;
- La surface ;
- La surface imperméable ;
- Les pertes initiales ;
- Le coefficient de réduction ;
- Le temps de réponse.

### **3.2 DELIMITATION DE BASSINS VERSANTS**

La zone d’étude du Piémont de Barr a été découpée en une série des bassins versants élémentaires en tenant compte :

- du plan de recollement du réseau d’assainissement ;
- du niveau de précision nécessaire à la modélisation hydraulique des réseaux ;
- des observations de terrain ;
- des levés topographiques.

Les résultats du découpage des bassins versants sont présentés en Annexe 1. La synthèse en termes de nombre d’unités hydrologiques définies est présentée ci-dessous.

Tableau 3-1: Bassins versants modélisés sur le Piémont de Barr

Système	Nombre de bassins versants	Taille moyenne (en ha)
Nord	301	1,12
Sud	181	1,37

Tableau 3-2 : Répartition des bassins versants élémentaires par type de réseau raccordé

	Nombre de bassins versants	Surface (en ha)
Bassins versants unitaires	389	504
Bassins versants pluviaux	93	82

Tableau 3-3 : Répartition des bassins versants élémentaires par commune

Commune	Nombre de bassins versants	Surface (en ha)
Andlau	32	43
Barr	185	162
Bourgheim	19	27
Eichhoffen	20	30
Gertwiller	23	38
Goxwiller	20	29
Heiligenstein	22	30
Le Hohwald	10	12
Mittelbergheim	29	36
Saint-Pierre	21	32
Stotzheim	46	63
Valff	32	52
Zellwiller	23	32
<b>TOTAL</b>	<b>482</b>	<b>586</b>

Un total de 482 bassins versants a été défini (81% unitaires et 19% pluviaux) pour une surface totale de 586 ha. La surface moyenne des unités hydrologiques définies est de 1,2 ha, ce qui montre le niveau de détail de l’analyse hydrologique menée.

### **3.3 DETERMINATION DES PARAMETRES DU MODELE 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.

Ces paramètres permettront par la suite de calculer les hydrogrammes générés par chaque bassin versant pour chaque événement pluvieux et de les incorporer au réseau d’assainissement au droit de chaque nœud d’injection.

#### **3.3.1 COEFFICIENT D’IMPERMEABILISATION**

La détermination des coefficients d’imperméabilisation a été réalisée de la manière suivante :

- La zone d’étude a été découpée en trois types d’occupation de sols : bâti, secteurs perméables et voirie. Pour chaque type, un coefficient d’imperméabilisation théorique est affecté. Le tableau ci-dessous récapitule les valeurs retenues.

**Tableau 3-4 : Coefficients d’imperméabilisation retenus par occupation de sols**

	<b>Coefficient d’imperméabilité moyen par type d’occupation de sols</b>
<b>Secteur bâti</b>	0,80
<b>Secteur non bâti</b>	0,35
<b>Voirie</b>	0,90

- Ensuite, les coefficients d’imperméabilisation par bassin versant sont obtenus par la pondération des coefficients d’imperméabilisation par type d’occupation du sol à l’intérieur de chaque unité hydrologique. Sur le secteur du Piémont de Barr, les coefficients d’imperméabilisation varient entre 35 % et 76 %. Les coefficients théoriques d’imperméabilisation calculés sont intégrés directement au modèle hydrologique élaboré sous Mike Urban et utilisés pour le calcul de l’hydrogramme de ruissellement généré sur chaque bassin versant.

### 3.3.2 LONGUEUR HYDRAULIQUE ET PENTE

Physiquement, la longueur hydraulique représente le trajet le plus long que peut effectuer l’eau, une fois tombée au sol, à l’intérieur du bassin versant considéré. 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 ont été calculées au cas par cas à partir des données disponibles sur les bassins versants.

La pente de chaque bassin versant a été calculée automatiquement via un outil ArcGIS qui permet de calculer à partir des données topographiques (cotes du terrain naturel et des radiers des regards) la valeur moyenne représentative de chaque unité hydrologique. Les résultats ont été intégrés directement au modèle hydrologique élaboré sous Mike Urban pour le calcul du temps de réponse nécessaire à la transformation de la pluie en débit du modèle dit du « réservoir linéaire ».

## 4 MODELISATION HYDRAULIQUE

Cette partie du rapport a pour objet de détailler la démarche suivie par l’équipe de projet SAFEGE pour la construction du modèle hydraulique.

### 4.1 DEMARCHE SUIVIE

#### 4.1.1 INTEGRATION DES DONNEES

La première phase de la construction du modèle hydraulique a été l’intégration au modèle des données disponibles sur les réseaux d’assainissement.

Cette opération a été réalisée en deux étapes :

- Import des données concernant les nœuds et les collecteurs à l’aide de l’outil prévu dans le logiciel qui permet de récupérer des données externes et notamment les plans de recollement des réseaux fournis par le SDEA et de les intégrer à l’outil de modélisation.
- Intégration manuelle des éléments complémentaires (ouvrages singuliers, conditions aux limites, etc.).

#### 4.1.2 VERIFICATION DE LA COHERENCE

La dernière étape de la construction du modèle consiste à vérifier la cohérence des informations intégrées et à valider ainsi la qualité du modèle élaboré.

La démarche de vérification mise en œuvre a prévu :

- La réalisation des profils en long des principaux collecteurs pour une analyse graphique de la cohérence altimétrique de données ;
- La réalisation d’une série d’analyses cartographiques concernant les attributs altimétriques du modèle.
- La vérification globale du modèle à l’aide du module spécifique du logiciel dédié à cette tâche.

### 4.2 PRESENTATION DU MODELE

Le modèle définitif élaboré est présenté dans le présent chapitre.

La Figure 4-1 présente l’interface du logiciel avec les réseaux d’assainissement du Piémont de Barr modélisés.

# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

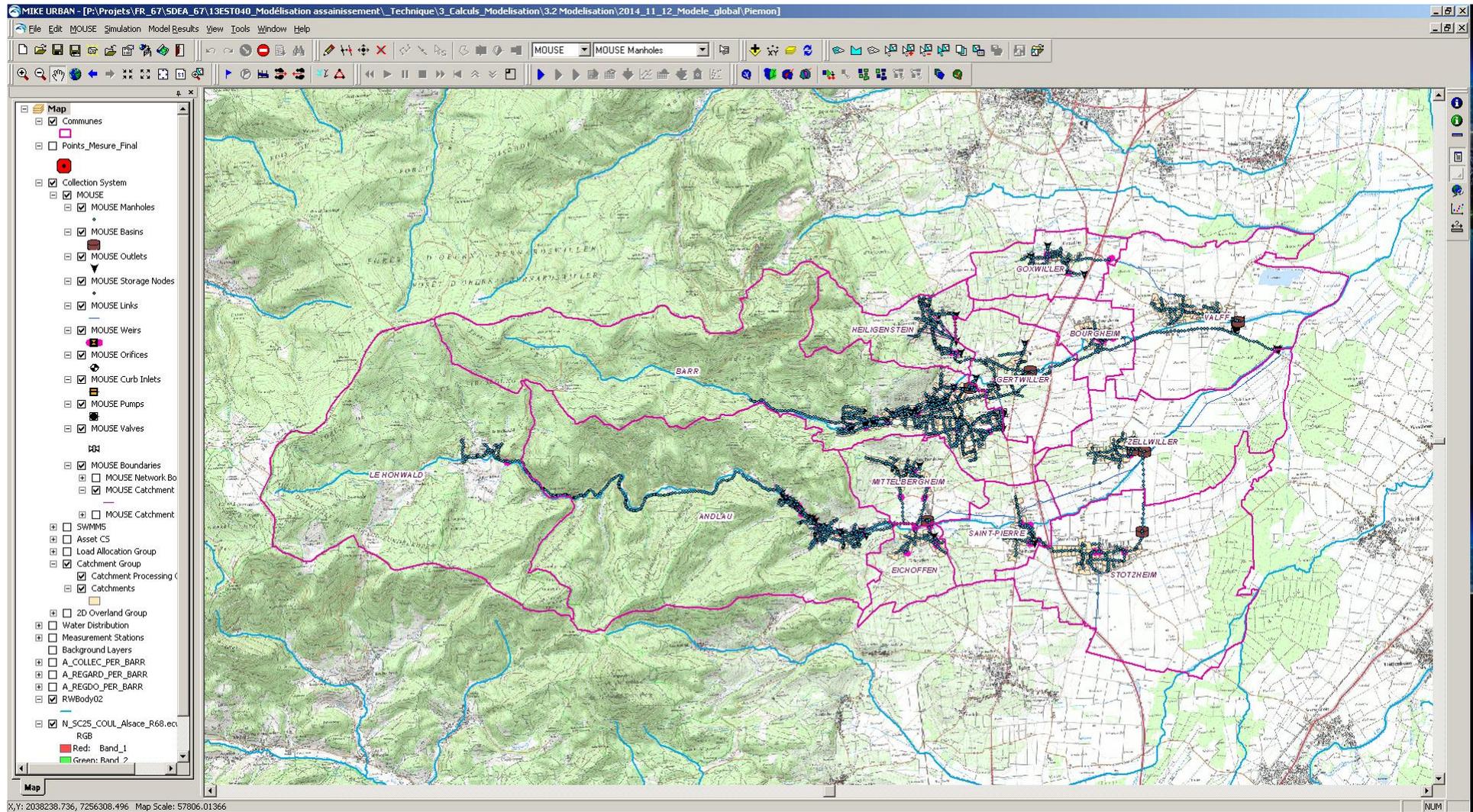


Figure 4-1 : Modèle hydraulique du Piémont de Barr – SAFEGE 2014

Les différents éléments constituant les réseaux du Piémont de Barr ont été intégrés au modèle hydraulique (regards, collecteurs, postes de pompage, bassins de rétention, déversoirs d’orage, organes de régulation). Les résultats de l’intégration sont présentés ci-après.

### 4.3 CONDUITES ET NŒUDS DU MODELE

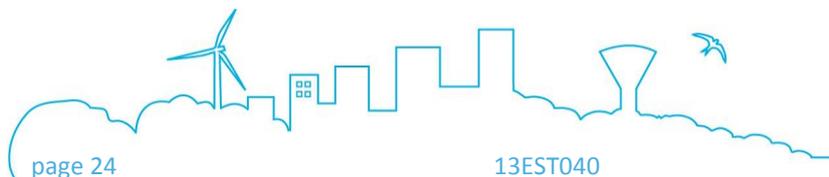
Au total, le modèle numérique du Piémont de Barr comporte 3 654 nœuds reliés par 3 620 canalisations qui totalisent une longueur d’environ 140 km.

Le tableau suivant détaille la répartition des conduites modélisées selon les communes et le type de réseau.

**Tableau 4-1 : Répartition modélisés pour chaque commune**

Commune	Réseau eaux usées		Réseau pluvial		Réseau unitaire	
	Nombre	Linéaire (m)	Nombre	Linéaire (m)	Nombre	Linéaire (m)
<b>Barr</b>	260	9 457	408	13 037	555	18 109
<b>Heiligenstein</b>	3	143	35	1164	217	6 633
<b>Gertwiller</b>	8	124	64	1 960	204	7 990
<b>Goxwiller</b>	0	0	8	322	138	5 652
<b>Bourgheim</b>	0	0	0	0	119	4 660
<b>Valff</b>	0	0	0	0	190	10 128
<b>Le Hohwald</b>	0	0	0	0	97	3 389
<b>Andlau</b>	0	0	126	3 593	529	16 835
<b>Mittelbergheim</b>	0	0	28	887	203	7 400
<b>Eichhoffen</b>	0	0	0	0	74	2 855
<b>Saint-Pierre</b>	0	0	0	0	95	7 090
<b>Stotzheim</b>	0	0	0	0	166	8 681
<b>Zellwiller</b>	0	0	0	0	115	10 621
<b>TOTAL</b>	271	9 724	669	20 963	2 702	110 043

En Annexe 2, une carte présente le schéma synoptique du modèle d’assainissement du Piémont de Barr.



## 4.4 OUVRAGES PARTICULIERS

Dans cette partie, sont présentés les ouvrages singuliers modélisés tels que les déversoirs d’orage, les bassins de rétention, les postes de pompage (refoulement et/ou relèvement) ainsi que les limiteurs de débit.

### 4.4.1 POSTES DE POMPAGES

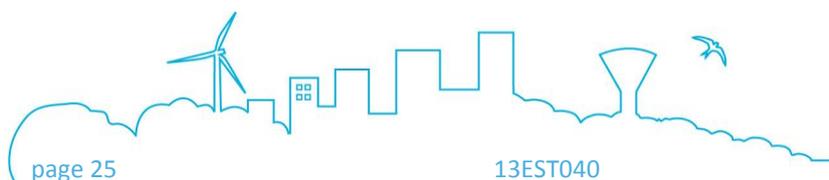
Les postes de pompage du secteur du Piémont de Barr jouant un rôle prépondérant dans le fonctionnement hydraulique du système ont été modélisés. Le modèle hydraulique comporte 10 postes de refoulement et/ou de relèvement détaillés dans le tableau suivant. Ils ont été représentés dans le modèle numérique à partir des données fournies par le service du SDEA en charge de l’exploitation des ouvrages (géométrie des bâches, caractéristiques des groupes de pompes, etc.).

**Tableau 4-2 : Postes de pompage modélisés sous Mike Urban**

Nom du poste sous le modèle	Commune	Localisation	Débit de la pompe modélisée (m <sup>3</sup> /h)
<b>POC-0002-REF</b>	Barr	Rue de l’Altenberg	54
<b>POT-0001-REF</b>		Lotissement Bodendorf	90
<b>POT-0012-REL-P1</b>		Chemin de Gertwiller	130
<b>POT-0005-REF</b>	Goxwiller	Chemin rural de l’échangeur autoroutier	175
<b>POT-0006-REL</b>	Mittelbergheim	Route d’Eichhoffen	54
<b>POT-0007-REL</b>	Stotzheim	Chemin Binnweg	108
<b>POT-0008-REF</b>	Valff	Rue Large	75
<b>POT-0009-REL</b>		Rue Large	51
<b>POT-0010-REF</b>	Zellwiller	Rue Verte	338
<b>POT-0015-REL</b>		Chemin d’exploitation	50

### 4.4.2 LIMITEURS DE DEBIT

12 limiteurs de débit ont été identifiés et renseignés dans le modèle hydraulique. Ils sont détaillés dans le tableau suivant.

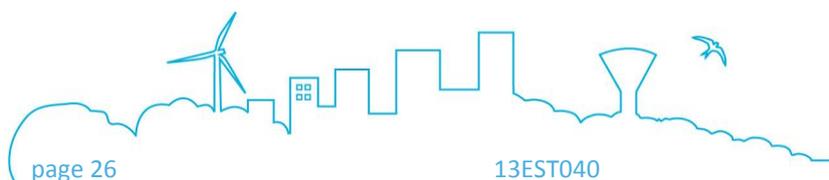


**Tableau 4-3 : Limiteurs de débit modélisés sous Mike Urban**

<b>Commune</b>	<b>Localisation</b>	<b>Consigne de régulation (l/s)</b>
Andlau	Rue du Jasmin	10
Barr	Chemin d’exploitation	10
	Rue d’Alsace	32
	Rue de l’Altenberg	12
	Rue Paul Degermann	700
	Rue de l’hôpital	450
	Rue des Prés	25
Heiligenstein	Chemin d’exploitation	25
Mittelbergheim	Chemin d’exploitation (proche de l’Andlau)	60
Saint-Pierre	Chemin de Stotzheim	33
Stotzheim	Rue du Bas Village	24,5
Valff	Rue Large	22

**4.4.3 DEVERSOIRS D’ORAGE**

Le modèle comprend 75 déversoirs d’orage, présents sur les réseaux d’assainissement du Piémont de Barr. Les principales caractéristiques de ces ouvrages (type de déversoir, côte de déversement, longueur de crête, forme de l’ouvrage) ont été renseignées grâce aux données fournies par le SDEA et aux visites de terrain réalisées par l’équipe de projet SAFEGE dans le cadre des phases précédentes de l’étude. La répartition des déversoirs d’orage par commune est synthétisée sous forme de graphe dans la figure ci-après.



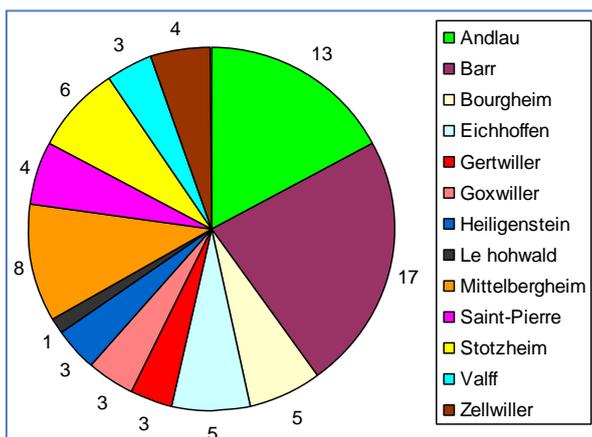


Figure 4-2: Répartition des déversoirs d’orage par commune du Piémont de Barr

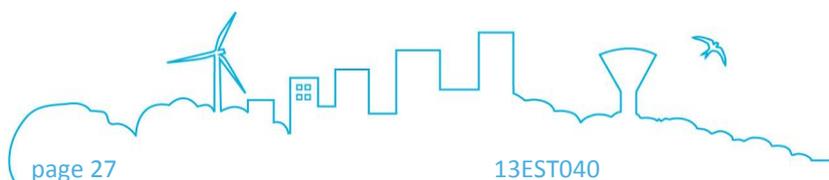
En Annexe 3, des tableaux récapitulent les déversoirs d’orage modélisés sur le secteur du Piémont de Barr, en indiquant leur identifiant, leur exutoire ainsi que leurs caractéristiques géométriques.

#### 4.4.4 BASSINS DE RETENTION

Le modèle du Piémont de Barr comporte 12 bassins de rétention. Le tableau suivant les présente.

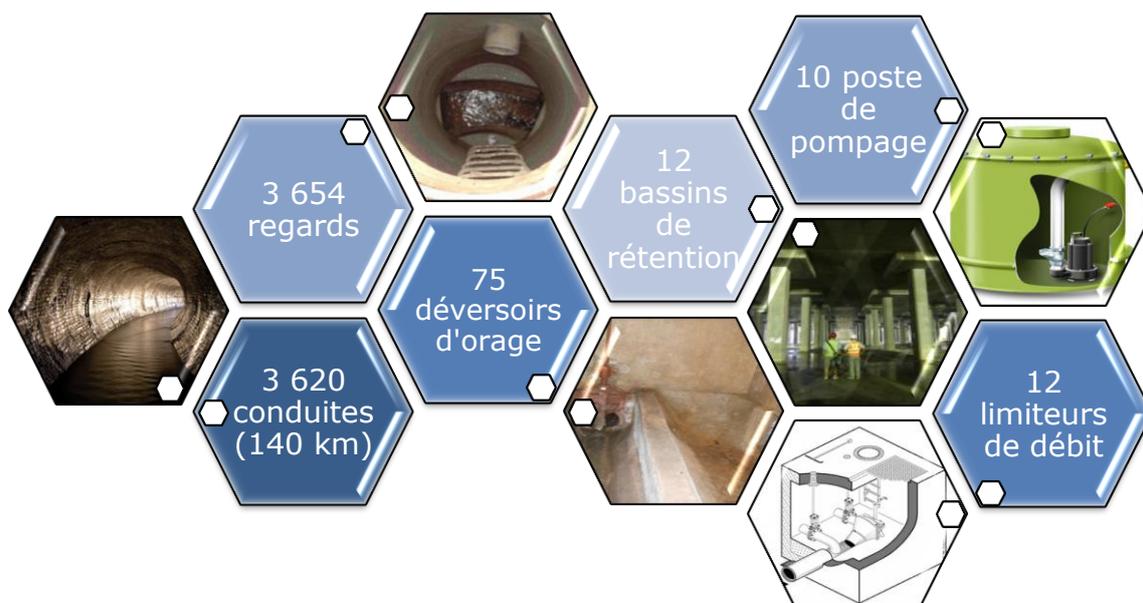
Tableau 4-4 : Bassins de rétention modélisés sous Mike Urban

Nom du bassin sous le modèle	Volume approximatif (m <sup>3</sup> )	Type	Localisation	Commune
Bassin d’orage 1	475	Ouvrage	Rue Large	Valff
Bassin d’orage 2	860		Route d’Eichhoffen	Mittelbergheim
Bassin d’orage 3	1500		Chemin de Gertwiller	Barr
Bassin d’orage 4	220		Chemin de Gutbrod	Gertwiller
Bassin d’orage 5	1200		Chemin Binnweg	Stotzheim
Bassin d’orage 6	300		Rue Verte	Zellwiler
Bassin d’orage 7	8	Stockage en ligne	Rue de l’Altenberg (amont)	Barr
Bassin d’orage 8	9		Rue de l’Altenberg (aval)	
Bassin d’orage 9	24		Rue du Lerchenberg	Heiligenstein
Bassin d’orage 10	185		Rue Simonsbrunnen	
Bassin d’orage 11	116		Chemin de Stotzheim	
Bassin d’orage 12	188		Rue Verte	Zellwiler



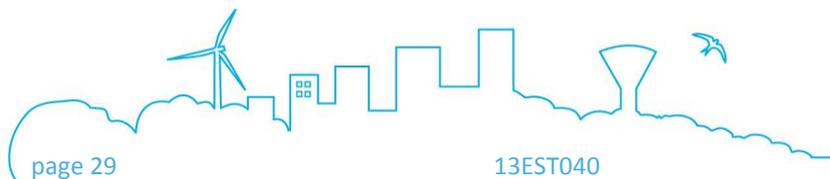
## 4.5 SYNTHÈSE DU MODÈLE HYDRAULIQUE

La figure suivante récapitule les différents éléments constituant le modèle numérique du Piémont de Barr.



## **PARTIE 2**

### ***Calage et validation du modèle***





## 1 PRINCIPE DU CALAGE

La phase de calage du modèle est une étape indispensable afin de s'assurer la bonne représentativité du réseau modélisé. Elle consiste à comparer les résultats d'une simulation avec les mesures réalisées en réseau sur la même période et ajuster les paramètres du modèle en fonction des éventuels écarts obtenus pour rapprocher le fonctionnement du modèle des réseaux d'assainissement de la réalité.

## 2 VARIABLES DE CALAGE

Les variables de calage sont multiples et dépendent du degré de précision de l'information qui a servi pour la construction du modèle :

- Paramètres hydrologiques :
  - Coefficients du ruissellement des bassins versants (utilisé pour l'ajustement du volume ruisselé) ;
  - Temps de réponse (utilisé pour l'ajustement de la concordance temporelle et la forme de la réponse) ;
- Paramètres hydrauliques :
  - Pertes de charges linéaires (coefficient de Strickler, utilisé pour l'ajustement de la forme de la réponse du réseau).
  - Pertes de charge singulières (utilisé pour l'ajustement de la forme de la réponse du réseau).

## 3 MISE EN ŒUVRE DU CALAGE

Le calage a été mené de la façon suivante, en procédant toujours des bassins versants amont vers les bassins versants aval :

- Ajustement des paramètres hydrologiques (coefficient de ruissellement, temps de réponse) des bassins versants élémentaires ;
- Ajustement des paramètres hydrauliques du modèle.

En effet, le calage est réalisé en ajustant, en premier lieu, les paramètres hydrologiques qui ont un impact significatif sur le fonctionnement du réseau et si besoin, il est complété par l'ajustement des paramètres hydrauliques, qui ont une influence moins importante sur la réponse du système.

## 4 CRITERES DE VALIDATION DU CALAGE

Les critères de validation du calage concernent les limites de tolérance admissibles des écarts entre les valeurs observées et simulées. Trois degrés de précision sont proposés pour évaluer la précision du calage du modèle.

Tableau 4-1 : Critères de calage retenus

Critère	Seuil	Caractérisation
Pointes	Écart sur les pics < 20 %	Précis
	20 % < Écart sur les pics < 40 %	Acceptable
	Écart sur les pics > 40 %	Non satisfaisant

## 5 CHOIX DES PLUIES DE CALAGE

Le choix des pluies de calage du calage a nécessité d’étudier en détail :

- **La représentativité des différentes pluies choisies :** les pluies de calage doivent avoir des formes, des intensités et des cumuls relativement distincts afin de permettre au modèle calé de pouvoir répondre correctement (c’est-à-dire conformément à la réponse du réseau physique) pour n’importe quelle pluie simulée par la suite ;
- **La réponse du réseau physique :** pour chaque pluie présélectionnée, une analyse des mesures en réseau permet de savoir si les points de mesure ont correctement fonctionné pendant cet événement pluvieux. Les pluies sélectionnées sont donc des pluies pour lesquelles un maximum des points de mesure a bien fonctionné.

L’analyse de la pluviométrie collectée a amené à choisir les pluies de calage suivantes :

Tableau 5-1 : Caractéristiques des pluies de calage selon la pluviométrie enregistrée par le pluviomètre du Hohwald

Pluie de calage	Hauteur précipitée (mm)	Durée de l’averse (h)	Intensité moyenne (mm/min)	Intensité maximale (mm/h)	Période de retour estimée
<b>Pluie n°1</b> 07/07/2014	4,2	20	0,004	1,3	Inférieure à 1 semaine
<b>Pluie n°2</b> 20/07/2014	13,4	8	0,028	8,0	Entre 0,5 et 1 mois
<b>Pluie n°3</b> 22/07/2014	8,0	12	0,011	1,9	Inférieure à 1 semaine
<b>Pluie n°4</b> 25/07/2014	7,4	9	0,014	18,0	2 mois
<b>Pluie n°5</b> 29/07/2014	4,9	18	0,005	6,7	Entre 1 et 2 semaines
<b>Pluie n°6</b> 30/07/2014	8,7	9	0,016	9,3	Entre 0,5 et 1 mois

L’ensemble des hyétogrammes des pluies est présenté dans l’Annexe 4.

**Tableau 5-2 : Caractéristiques des pluies de calage selon la pluviométrie enregistrée par le pluviomètre de Sélestat**

Pluie de calage	Hauteur précipitée (mm)	Durée de l'averse (h)	Intensité moyenne (mm/min)	Intensité maximale (mm/h)	Période de retour estimée
<b>Pluie n°1</b> <b>07/07/2014</b>	16,0	20	0,013	7,8	1 mois
<b>Pluie n°2</b> <b>20/07/2014</b>	12,1	8	0,025	6,7	Entre 0,5 et 1 mois
<b>Pluie n°3</b> <b>22/07/2014</b>	12,3	12	0,017	10,3	1 mois
<b>Pluie n°4</b> <b>25/07/2014</b>	0,6	9	0,001	1,3	Inférieure à 1 semaine
<b>Pluie n°5</b> <b>29/07/2014</b>	9,9	18	0,009	11,7	1 mois
<b>Pluie n°6</b> <b>30/07/2014</b>	17,1	9	0,032	41,8	Entre 3 et 6 mois

On observe dans les tableaux précédents que les périodes de retour des événements pluvieux choisis pour le calage varient entre 1 semaine et 4 mois.

## 6 PRESENTATION DES POINTS DE CALAGE

Les points de calage retenus pour le calage de temps de pluie sont localisés sur la carte ci-après.

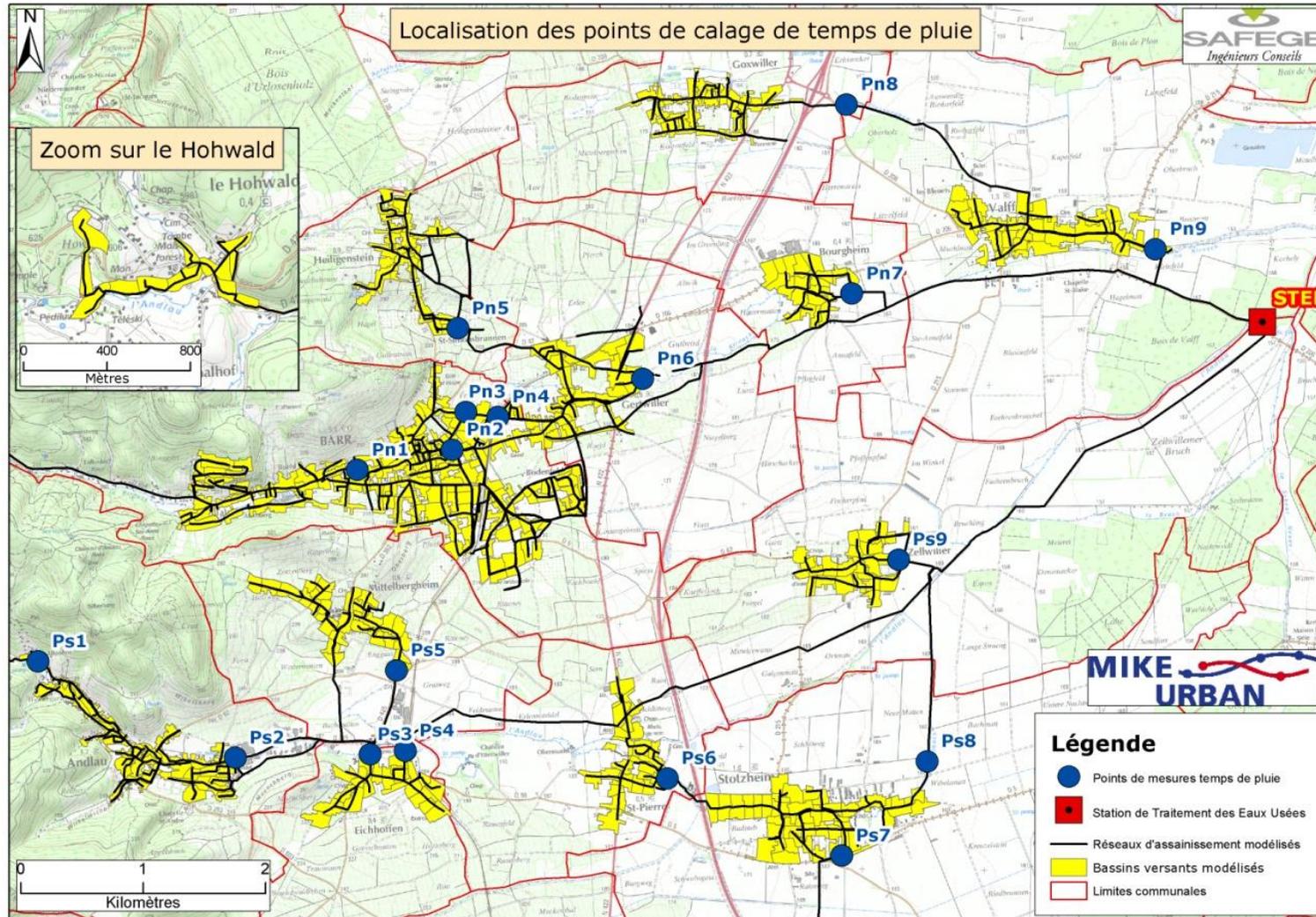


Figure 6-1 : Localisation des points de calage de temps de pluie

## 7 RESULTATS DU CALAGE DE TEMPS DE PLUIE

A noter



L’ensemble des résultats du calage est présenté en Annexe 5

### 7.1 RESULTATS DETAILLES – EXEMPLE AVEC LE POINT DE CALAGE PN1

Cette partie expose à titre d’exemple les résultats du calage de temps de pluie pour le point Pn1, situé en sortie du bassin versant de collecte « Barr 1 », à l’amont du déversoir d’orage DO10001 situé dans la continuité du collecteur communal en DN500 de la rue de l’Île à Barr.

Le tableau suivant présente les résultats du calage pour les pluies sélectionnées.

**Tableau 7-1 : Résultats de calage obtenu – Point de mesures Pn1 (Barr)**

Point de mesures	Pluies sélectionnées	Débit de pointe modélisé (en l/s)	Débit de pointe mesuré (en l/s)	Hauteur maximale modélisée (en mm)	Hauteur maximale mesurée (en mm)	Ecart entre les pics de débit (en %)	Ecart entre les pics de hauteur (en %)	Appréciation quantitative du calage
Point_Pn1	07/07/2014	91	94	133	130	+/- 6%	+/- 4%	Précis
	22/07/2014	103	102	141	142			
	29/07/2014	108	96	144	131			

Les figures suivantes présentent, pour chaque pluie de calage, les hydrogrammes et les limnigrammes mesurés et modélisés.

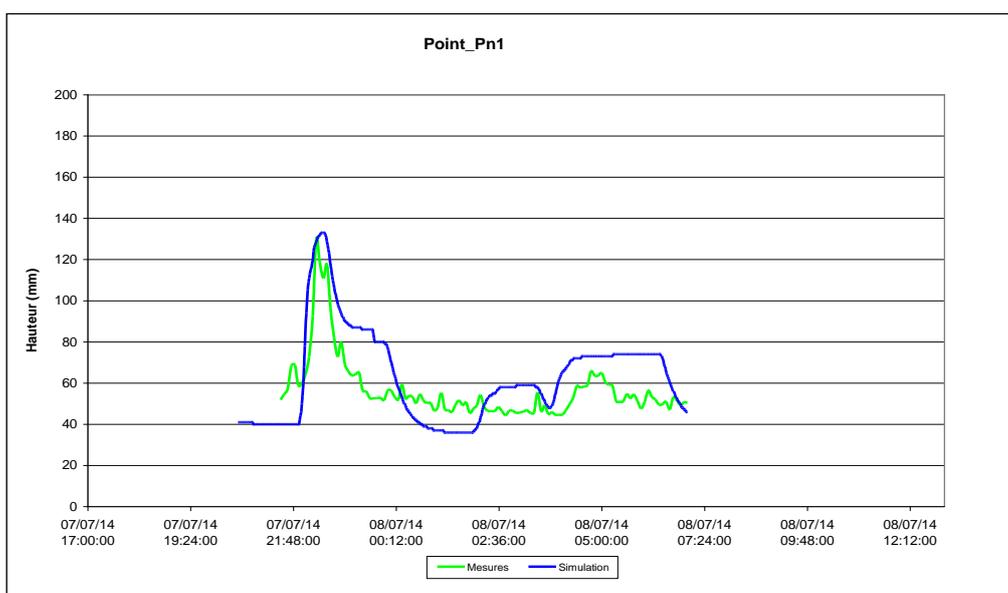


Figure 7-1 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014

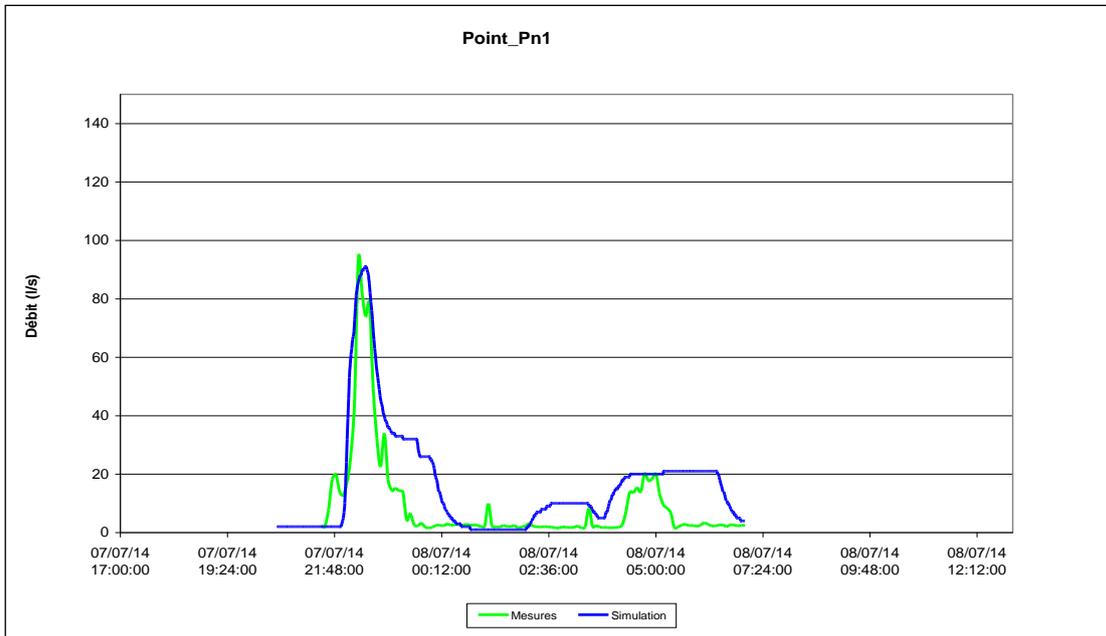


Figure 7-2 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014

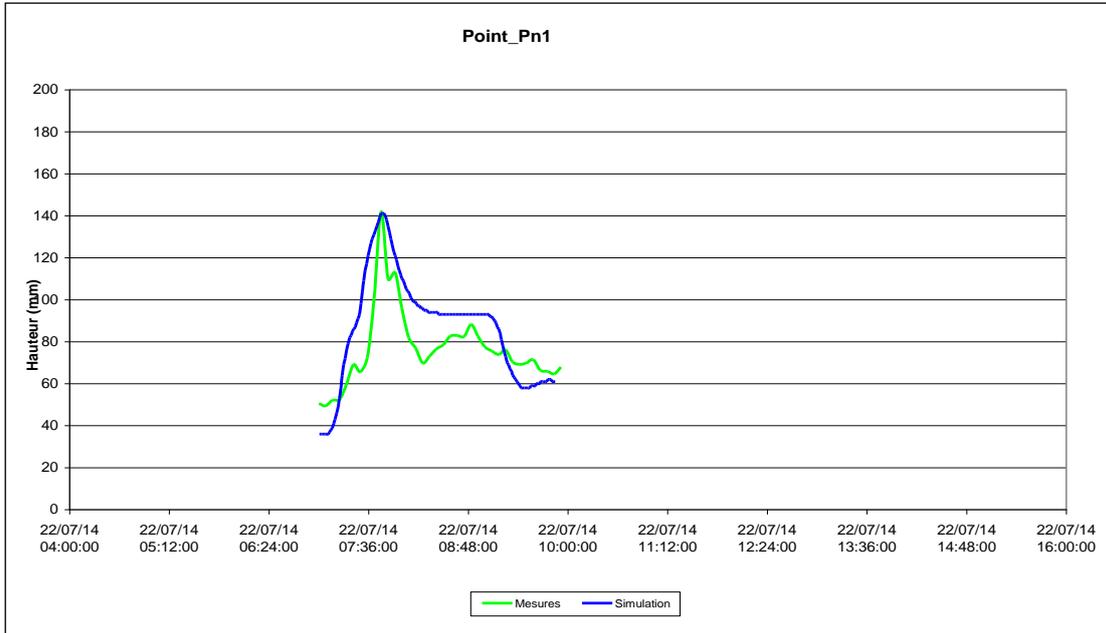


Figure 7-3 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014

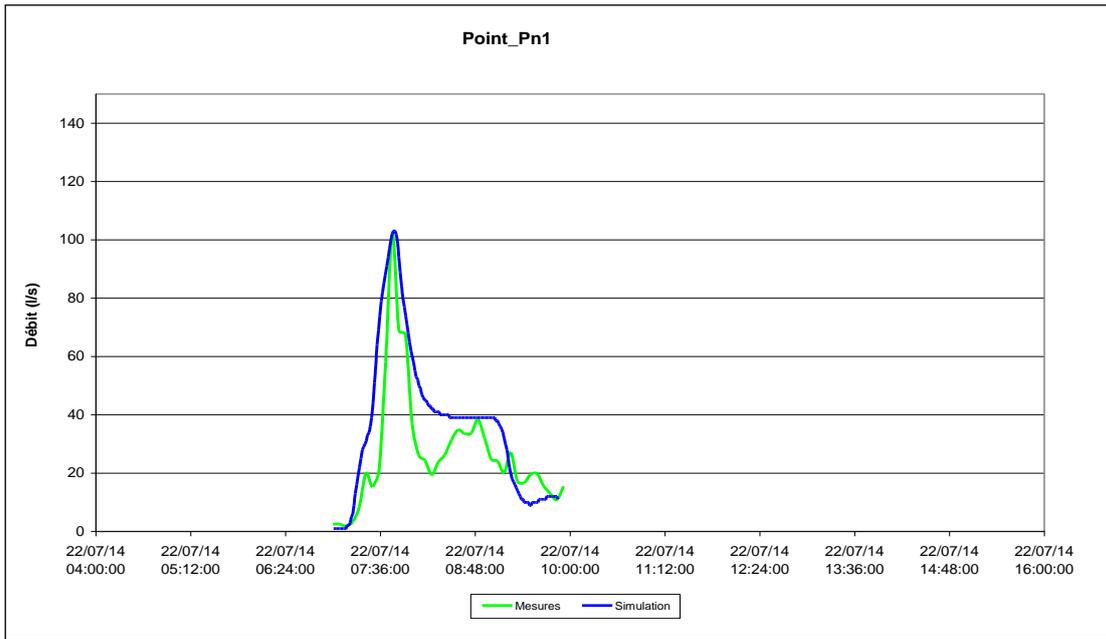


Figure 7-4 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014

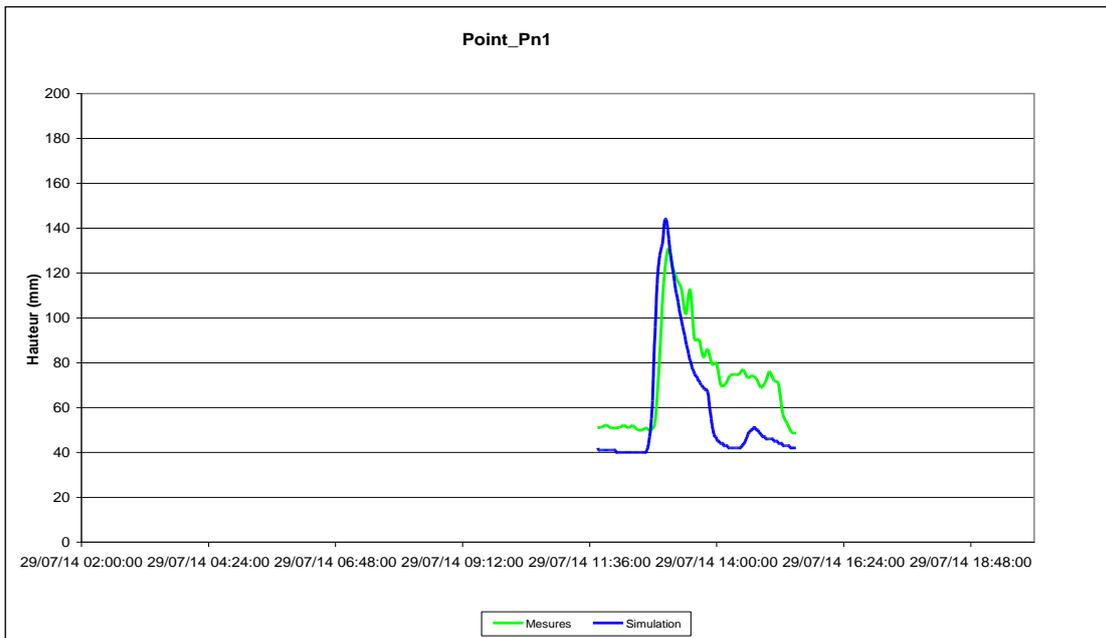
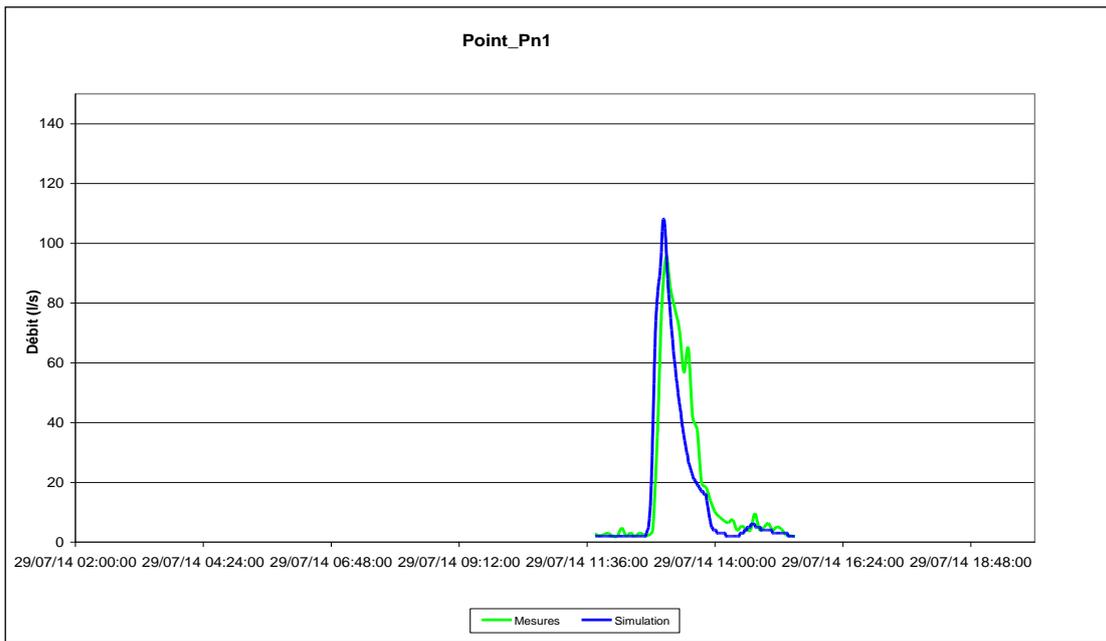


Figure 7-5 : Linnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014



**Figure 7-6 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014**

Le calage du point de mesures Pn1 est considéré comme « Précis ». Les écarts entre les hauteurs et les débits mesurés et modélisés sont faibles (inférieurs à 6%).

## 7.2 SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le paragraphe suivant présente les résultats obtenus pour l’ensemble des points de calage.

Tableau 7-2 : Résultats du calage de temps de pluie

Branche	Point de mesures	Pluies sélectionnées	Débit de pointe modélisé (en l/s)	Débit de pointe mesuré (en l/s)	Hauteur maximale modélisée (en mm)	Hauteur maximale mesurée (en mm)	Ecart entre les pics de débit (en %)	Ecart entre les pics de hauteur (en %)	Appréciation quantitative du calage	
Secteur Nord	Point_Pn1	07/07/2014	91	94	133	130	+/- 6%	+/- 4%	Précis	
		22/07/2014	103	102	141	142				
		29/07/2014	108	96	144	131				
	Point_Pn2	07/07/2014	-	-	540	562	+/- 11%	+/- 15%	Précis	
		20/07/2014	305	323	434	547				
		29/07/2014	452	391	663	554				
	Point_Pn3	07/07/2014	565	524	796	675	+/- 12%	+/- 10%	Précis	
		20/07/2014	443	524	687	670				
	Point_Pn4	20/07/2014	473	560	1 398	1 431	+/- 14%	-1%	Précis	
		29/07/2014	598	535	1 421	1 425				
	Point_Pn5	20/07/2014	103	107	315	392	+/- 13%	-26%	Acceptable	
		29/07/2014	70	53	251	375				
	Point_Pn6	25/07/2014	210	132	842	633	+36%	+/- 32%	Acceptable	
		29/07/2014	107	100	535	782				
	Point_Pn7	07/07/2014	95	97	563	528	+/- 7%	+8%	Précis	
29/07/2014		94	85	561	517					
Point_Pn8	25/07/2014	175	160	628	714	+9%	-12%	Précis		
Point_Pn9	07/07/2014	280	297	-	-	+/- 15%	-	Précis		
	20/07/2014	219	211	-	-					
	22/07/2014	245	168	-	-					
Secteur Sud	Point_Ps1	20/07/2014	23	23	-	-	+/- 3%	-	Précis	
		25/07/2014	25	25	-	-				
		29/07/2014	13	12	-	-				
	Point_Ps2	29/07/2014	159	164	286	262	-3%	+9%	Précis	
	Point_Ps3	22/07/2014	42	48	81	102	+/- 4%	-12%	Précis	
		30/07/2014	143	143	149	161				
	Point_Ps4	Calage des aprts au point Ps4 réalisé de manière concomitante au calage du point Ps5								
	Point_Ps5	25/07/2014	52	50	213	201	+/- 21%	+/- 13%	Acceptable	
		29/07/2014	21	45	134	179				
		30/07/2014	27	28	151	138				
Point_Ps6	20/07/2014	196	283	623	640	+/- 22%	-2%	Acceptable		
	30/07/2014	149	143	286	286					
Point_Ps8	20/07/2014	388	451	497	553	+/- 12%	+/- 8%	Précis		
	30/07/2014	269	246	359	343					
Point_Ps9	29/07/2014	123	120	190	174	+8%	+15%	Précis		
	30/07/2014	139	122	202	166					



Ce qu’il faut retenir...

Les résultats du calage sont satisfaisants. En effet, les écarts entre les hauteurs et les débits, mesurés et modélisés, sont faibles pour les pluies de calage testées et le niveau d’ajustement du modèle est estimé comme « précis » pour la plupart de points.

On peut considérer au vu de ces résultats que le fonctionnement hydrologique et hydraulique des bassins versant et des réseaux d’assainissement du Piémont de Barr est bien représenté par le modèle numérique.

Le modèle élaboré et calé peut donc être utilisé pour la réalisation du diagnostic hydraulique du réseau du Piémont de Barr et l’évaluation de leur impact sur le milieu récepteur.



## **PARTIE 3**

### ***Diagnostic hydraulique des réseaux d’assainissement***

## 1 OBJECTIFS

Le présent chapitre a pour objet de réaliser un diagnostic sur le fonctionnement hydraulique des réseaux d’assainissement du Piémont de Barr par temps de pluie et notamment pour des événements pluvieux exceptionnels afin d’évaluer la capacité d’évacuation du système d’assainissement et d’identifier les zones à risques de débordement.

## 2 DEFINITION DES PLUIES DE PROJET

L’évaluation de la capacité hydraulique des réseaux a été réalisée pour 3 pluies théoriques de caractère exceptionnel, dites « pluies de projet ».

Les pluies de projet utilisées sont de type « double triangle » centrées (construites suivant la formule de Desbordes adaptée par Chocat, 1981). Ces pluies ont les caractéristiques suivantes :

- Pluie généralisée à l’ensemble de la zone d’étude ;
- Pluie de projet définie de type double triangle centré avec une durée intense de 30 minutes, correspondant au temps de concentration des grands bassins versants, et une durée totale de 4 heures, afin d’intégrer une contrainte volumique dans le fonctionnement des ouvrages.

De telles pluies offrent une bonne représentativité de la structure réelle des précipitations. Elles sont actuellement utilisées dans le dimensionnement des ouvrages d’assainissement de façon unanime et permettent de vérifier le comportement hydraulique des réseaux pour une pluie de référence. Celle-ci ne doit en effet pas engendrer de débordements.

Les caractéristiques des pluies de projet utilisées sont définies par les coefficients de Montana (a et b) à la station de Sélestat. Ceux-ci ont été déterminés à partir de l’analyse statistique de la pluviométrie sur la période 1993-2010 et permettent de calculer la hauteur de pluie précipitée h (mm) en fonction de la durée t (min) de l’événement pluvieux et de la période de retour de celui-ci. La hauteur précipitée h est calculée d’après la formule suivante :

$$h = a * t^{1-b}$$

Les coefficients de Montana utilisés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 2-1 : Coefficients de Montana (Source : Station de Sélestat. Météo France)**

Période de retour	a	b
5 ans	6.791	0.722
10 ans	7.792	0.729
20 ans	8.622	0.731

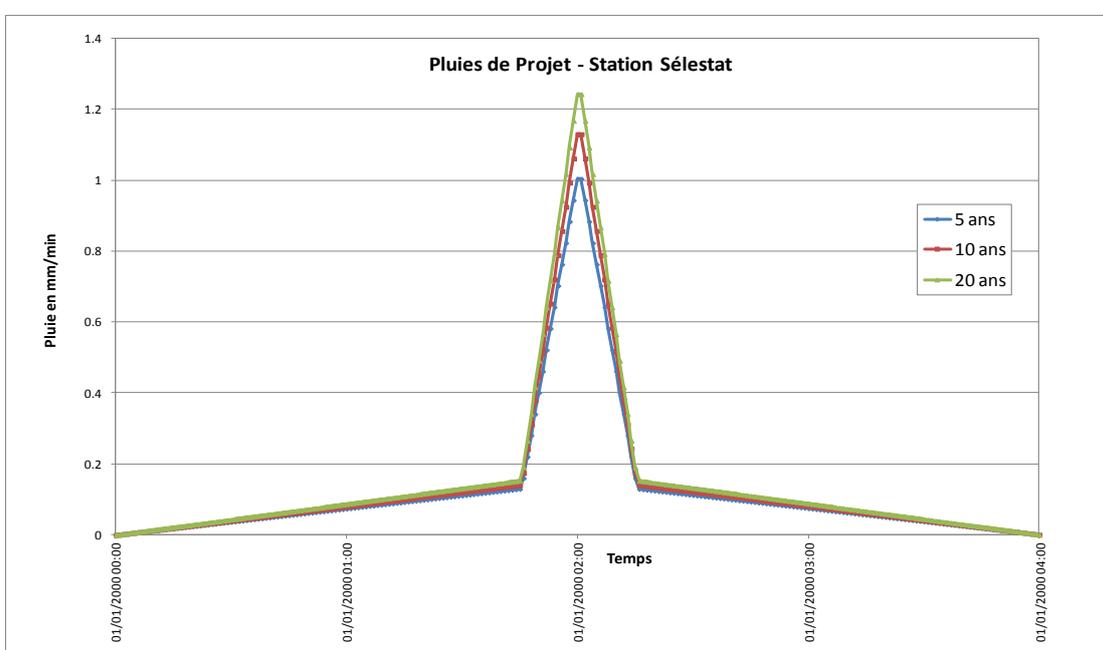
## RAPPORT DE PHASE 3

### Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Le tableau et graphe ci-dessous synthétisent les caractéristiques des pluies de projet retenues pour la simulation hydraulique de phénomènes pluvieux exceptionnels.

**Tableau 2-2 : Caractéristiques des pluies de projet**

Période de retour	Durée intense (min)	Hauteur précipitée durant la période intense (mm)	Durée totale (min)	Hauteur totale précipitée (mm)
5 ans	30	17.6	240	31.2
10 ans		19.7		34.4
20 ans		21.7		37.7



**Figure 2-1 : Pluies de projet – Station Sélestat**

## 3 RESULTATS DU DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

Ce chapitre présente les résultats obtenus pour les différentes simulations hydrologiques et hydrauliques effectuées pour des pluies de projet.

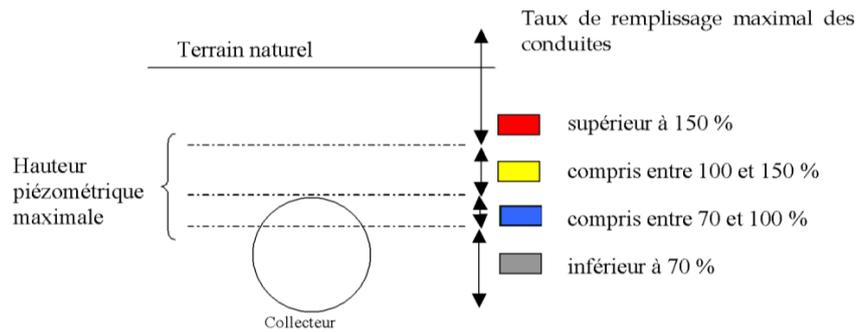
### 3.1 PREAMBULE

Les résultats présentés sont de deux types.

#### 1) Carte des taux de remplissage maximum des conduites

Elles montrent la sollicitation hydraulique des conduites pour les évènements pluvieux testés. Les résultats sont présentés selon la palette de couleurs suivante :

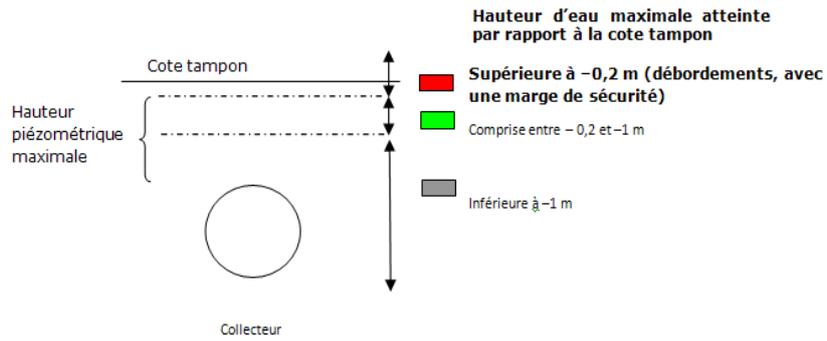
- Supérieur à 150 % → conduite très en charge et fortement sollicitée (couleur rouge) ;
- Entre 100 % et 150 % → conduite en charge (couleur jaune) ;
- Entre 70 % et 100 % → pas de mise en charge (couleur bleu) ;
- Inférieur à 70 % → conduite peu sollicitée, pas de mise en charge (couleur grise).



#### 2) Carte de risques de débordements

Elles représentant les hauteurs d’eau maximales dans les conduites pendant la pluie. Les résultats sont présentés selon la palette de couleurs suivante :

- Hauteur supérieure à - 20 cm par rapport au niveau du sol → débordements avec une marge de sécurité (couleur rouge) ;
- Hauteur comprise entre - 20 cm et 1 m → risque de débordements (couleur verte) ;
- Hauteur inférieure à 1 m → pas de risque de débordements (couleur grise).



### 3.2 PRESENTATION DES RESULTATS

Les figures ci-après présentent les résultats de simulation de la pluie décennale pour l’ensemble de la zone d’étude.

De plus, les cartes des risques de débordement et du taux de remplissage maximal des réseaux pour les autres pluies de projet utilisées lors de la phase de modélisation sont présentées en Annexe 6 et 7.

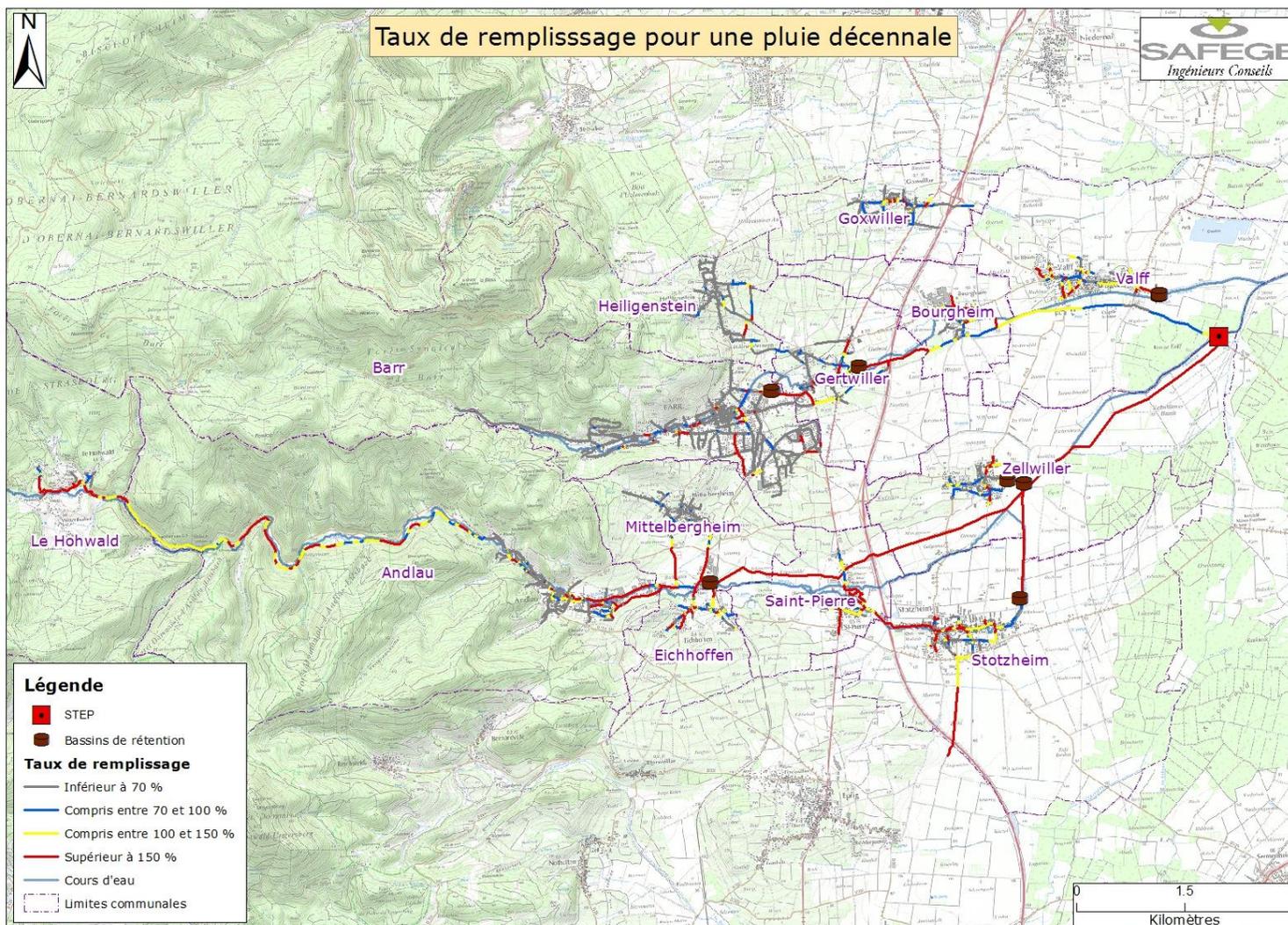


Figure 3-1 : Carte de taux de remplissage des réseaux pour une pluie décennale

### RAPPORT DE PHASE 3

Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

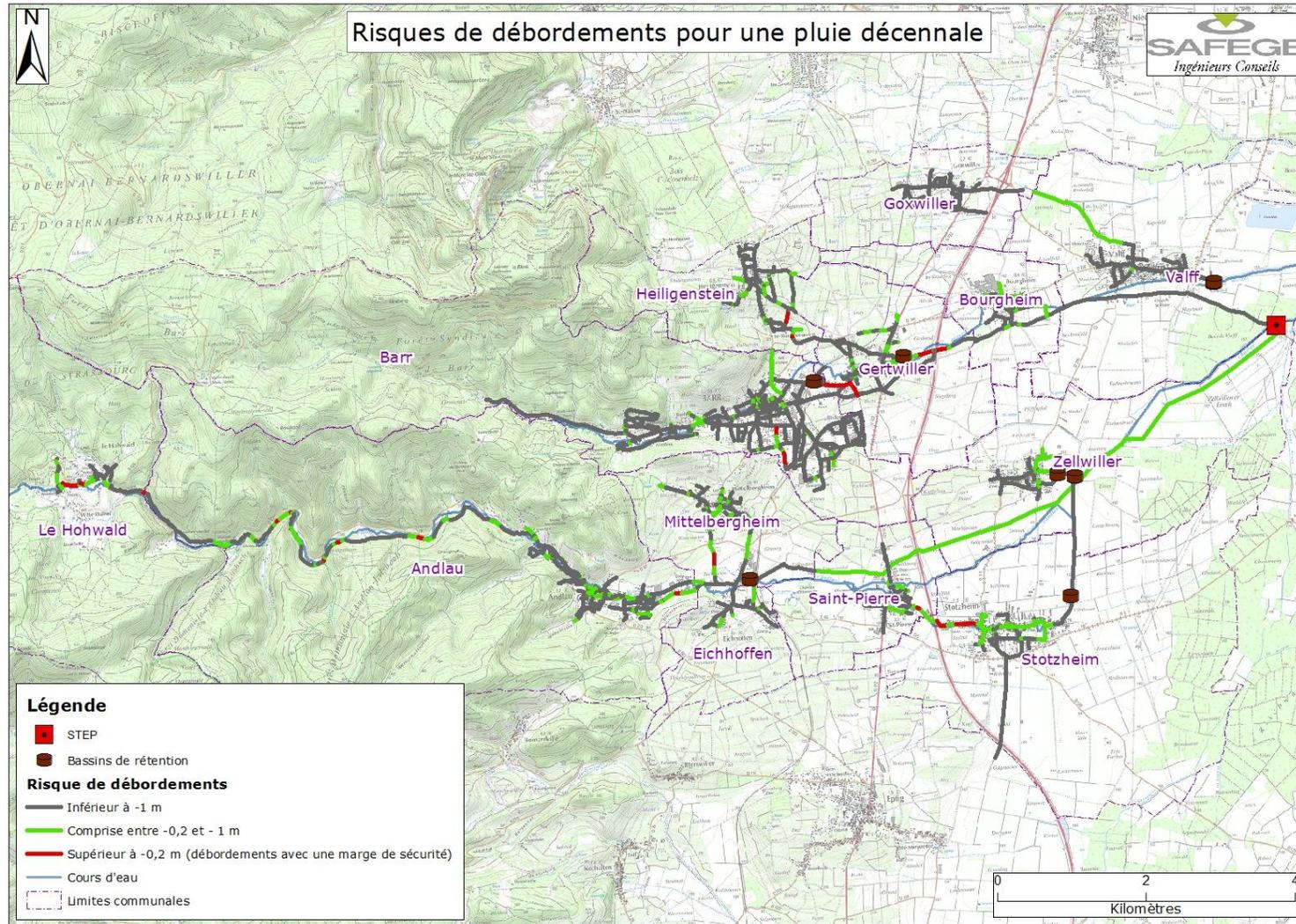


Figure 3-2 : Carte du risque de débordements pour une pluie décennale



## 3.3 ANALYSE DES RESULTATS



### A noter

*Ci-après nous présentons les différents secteurs ayant un risque de débordement modéré et fort, d'après la modélisation hydraulique. La démarche menée par SAFEGE a permis également d'estimer les volumes théoriques de débordement, présentés dans le Tableau 3-1.*

*En complément, le Tableau 3-2, présente notre analyse concernant les principaux secteurs de débordement (volumes théoriques de débordement supérieurs à 50 m<sup>3</sup> pour la pluie de période de retour 5 ans).*

### 3.3.1 ANALYSE DES SECTEURS PRIORITAIRES A RISQUE DE DEBORDEMENTS

Les résultats présentés au paragraphe précédent ont montré la présence de zones à risque de débordements sur la zone d'étude. Un diagnostic précis pour la pluie de période de retour 10 ans est présenté dans ce chapitre.

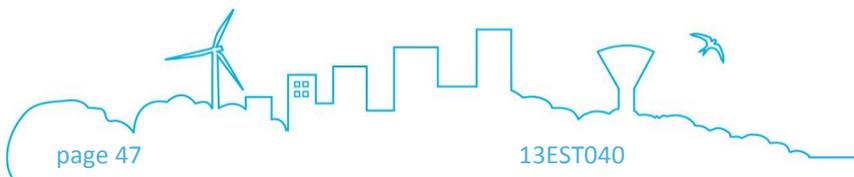
Les zones de dysfonctionnements sont identifiées dans les cartes précédentes.

- **Secteur G1 - Gertwiller - Gutbrod** : à l'est de la commune, à proximité du regard 1007, au niveau du passage du collecteur intercommunal sous l'autoroute A35 ;
- **Secteur H1 - Heiligenstein – Remparts** : au niveau de la rue des Remparts

#### 1) Secteur G1 - Gertwiller - Gutbrod

Ce secteur a été identifié par le modèle numérique comme une zone présentant un fort risque de débordements à partir d'une pluie de période de retour de 10 ans. Le risque de débordements relevé au niveau de ce secteur a été validé par l'exploitant des réseaux d'assainissement.

Il s'agit d'une zone située au niveau du lieu-dit « Gutbrod », à l'est de la commune de Gertwiller, au droit du passage des réseaux d'assainissement sous l'autoroute A35. La vue en plan ci-dessous présente la localisation précise de cette zone.



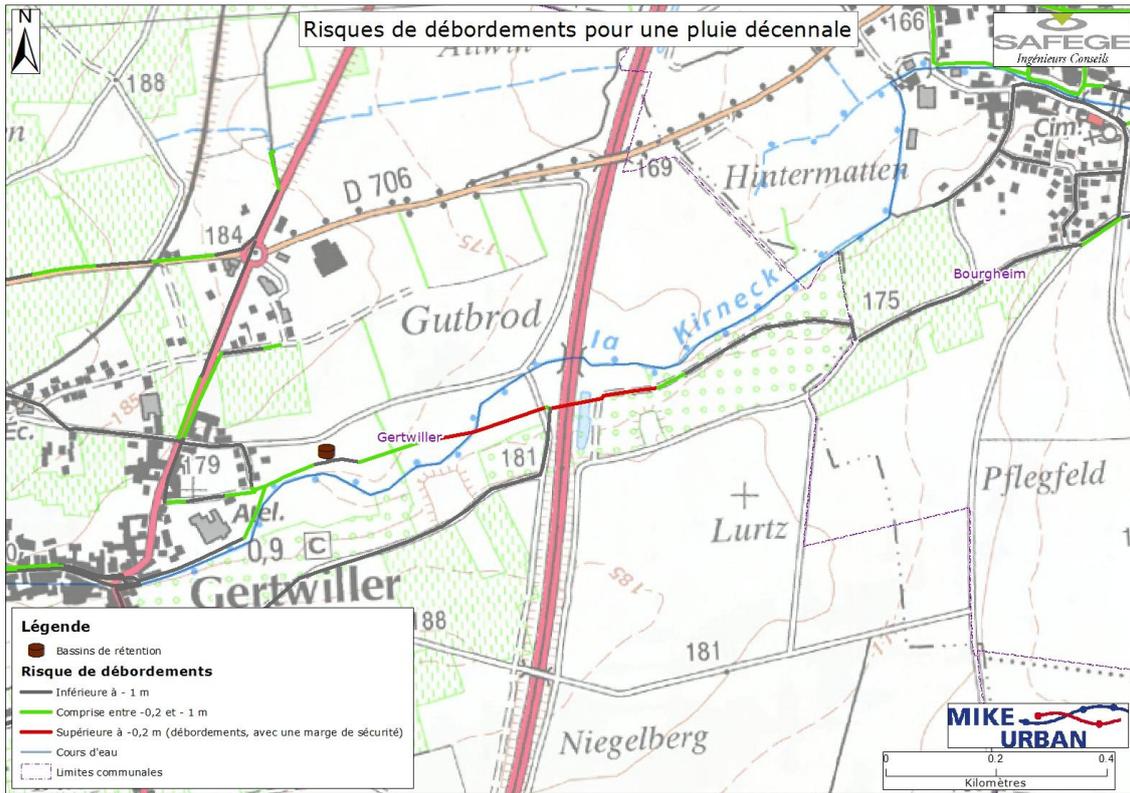


Figure 3-3 : Débordements pour une pluie décennale – Secteur G1 - Gertwiller - Gutbrod

La figure ci-dessous correspond à la ligne d’eau maximale modélisée pour une pluie de retour 10 ans au niveau du secteur Gutbrod de Gertwiller, au droit du passage sous l’autoroute A35.

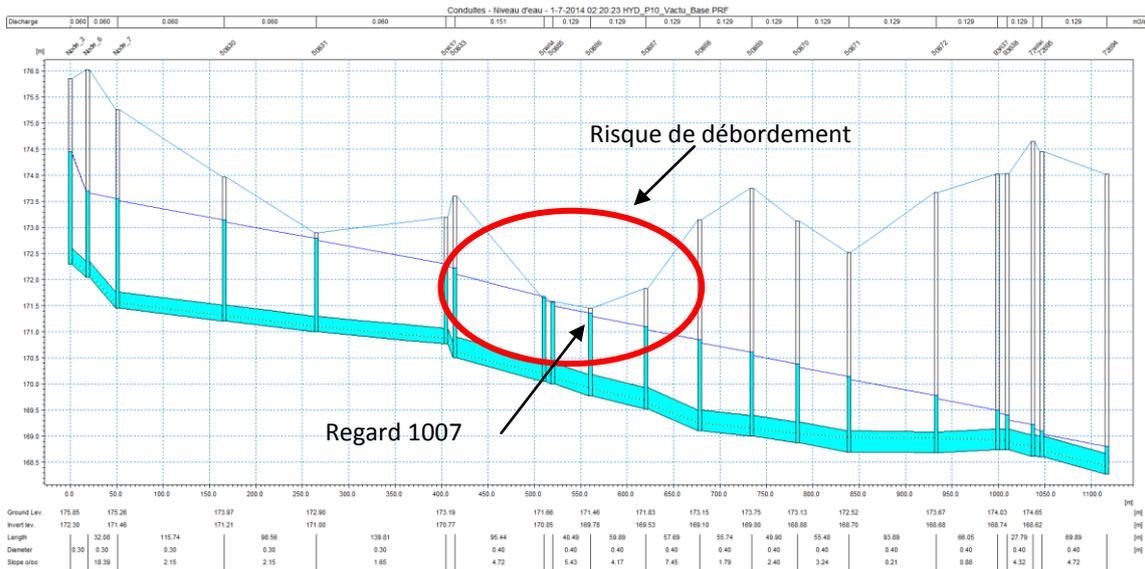


Figure 3-4 : Profil en long du collecteur du Secteur G1 - Gertwiller - Gutbrod



**A noter**

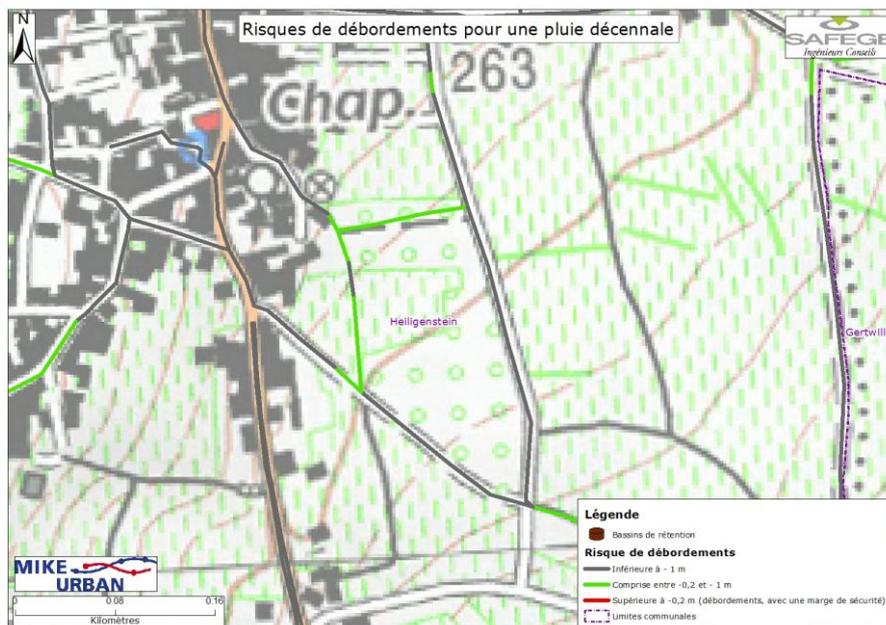
Sur le profil en long présenté ci-dessus, le terrain naturel correspond à la ligne bleue supérieure. La ligne bleue représente la ligne d’eau maximale pour la pluie modélisée. Les canalisations sont représentées par des lignes noires. Apparaissent également les diamètres (Diameter), les pentes (Slope), les longueurs (Length), les cotes radiers (Invert level) et TN (Ground level) pour chaque tronçon du collecteur.

Le risque de débordements relève de la mise en charge du réseau qui est fortement sollicité en cas d’épisodes pluvieux intenses. La présence de quatre tronçons de collecteur, actuellement en DN 400, proches du terrain naturel ainsi que le rehaussement de la ligne d’eau accentuent le risque de débordements sur ce secteur (cf. remarques Tableau 3-2, page 61).

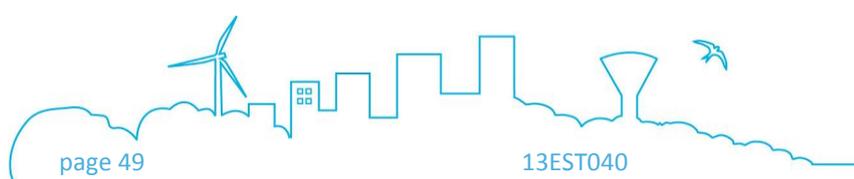
**2) Secteur H1 - Heiligenstein – Remparts**

Ce secteur a été identifié par le modèle numérique comme une zone présentant un risque modéré à fort de débordements à partir d’une pluie de période de retour de 5 ans. Le risque de débordements relevé au niveau de ce secteur de Heiligenstein a été validé par l’exploitant des réseaux d’assainissement.

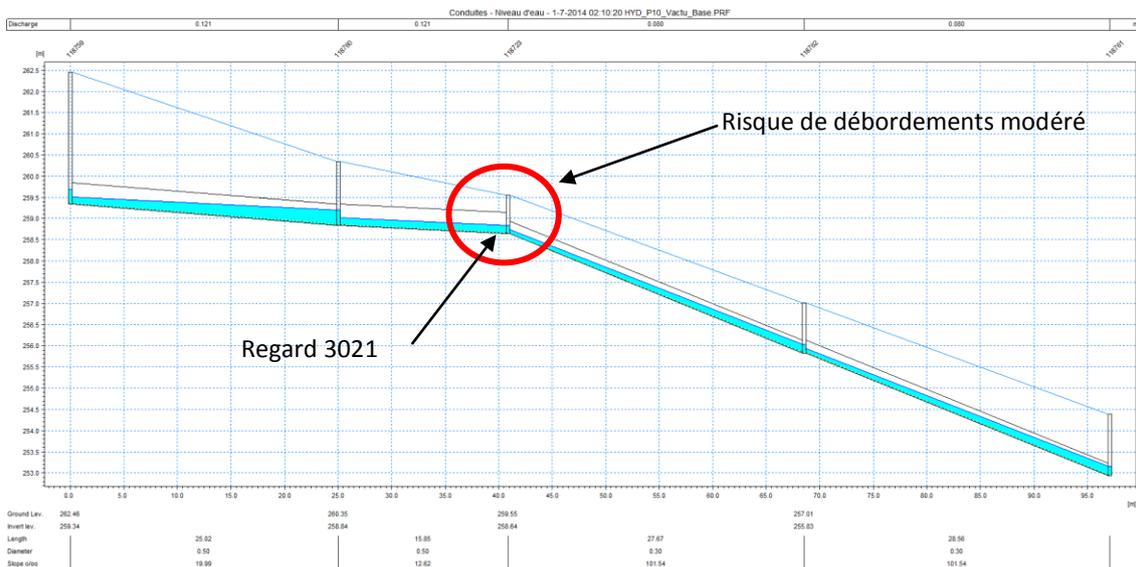
Il s’agit d’une zone située au niveau de la rue des Remparts à Heiligenstein. Les tronçons de collecteurs des réseaux d’assainissement concernés sont compris entre les regards 3 022 et 3 010. La vue en plan ci-dessous présente la localisation précise de cette zone.



**Figure 3-5 : Débordements pour une pluie décennale – Secteur H1 - Heiligenstein – Remparts**



La figure ci-dessous correspond à la ligne d’eau maximale modélisée pour une pluie de retour 10 ans au niveau du secteur de la rue des Remparts à Heiligenstein, en situation actuelle.



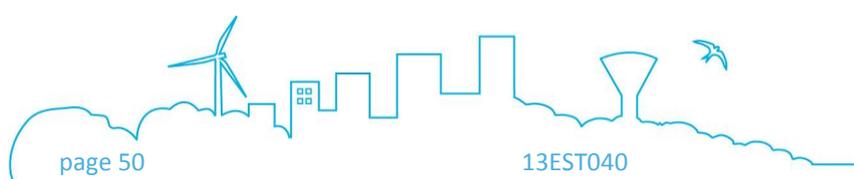
**Figure 3-6 : Profil en long du collecteur du Secteur H1 - Heiligenstein – Remparts**

Les simulations hydrauliques effectuées sous Mike Urban mettent en évidence une ligne d’eau maximale à moins d’un mètre du terrain naturel au droit du regard 3 021. Or, à l’aval de ce point, les tronçons de collecteurs des réseaux, actuellement en DN 500, présentent une pente forte, accentuant la capacité hydraulique d’écoulement des réseaux.

Au vu de ces éléments, la problématique de risque de débordements peut être qualifiée de modérée et demeure très locale. En conclusion, ce secteur de la rue des Remparts à Heiligenstein reste donc à surveiller pour valider les conclusions des simulations hydrauliques réalisées dans la présente phase de cette étude.

### 3.3.2 AUTRES SECTEURS SENSIBLES

Les simulations hydrauliques réalisées sous Mike Urban pour la pluie de période de retour 10 ans ont conduit à identifier d’autres secteurs pouvant présenter un risque vis-à-vis de la problématique de débordements et d’inondations.





**A noter**

Les autres secteurs présentés dans ce paragraphe ont été identifiés uniquement via les simulations numériques de la pluie de période de retour décennale, sans validation de la part de l’exploitant des réseaux d’assainissement.

Les autres secteurs identifiés sont présentés et détaillés, commune par commune, ci-dessous.

**Pour chaque zone détaillée, les profils en long des résultats des simulations hydrauliques sont présentés en Annexe 8 pour la pluie de période de retour 10 ans.**

• **Le Hohwald**

- Secteur LH1 : Tronçon de collecteurs en DN 200, entre la rue de la Mairie et la rue Principale, en rive gauche de l’Andlau, allant des regards 1 087 et 1 078.
- Secteur LH2 : Au niveau de la limite communale entre Le Hohwald et Andlau, entre les regards 20 186 et 20 185 sur le collecteur intercommunal en DN 200.

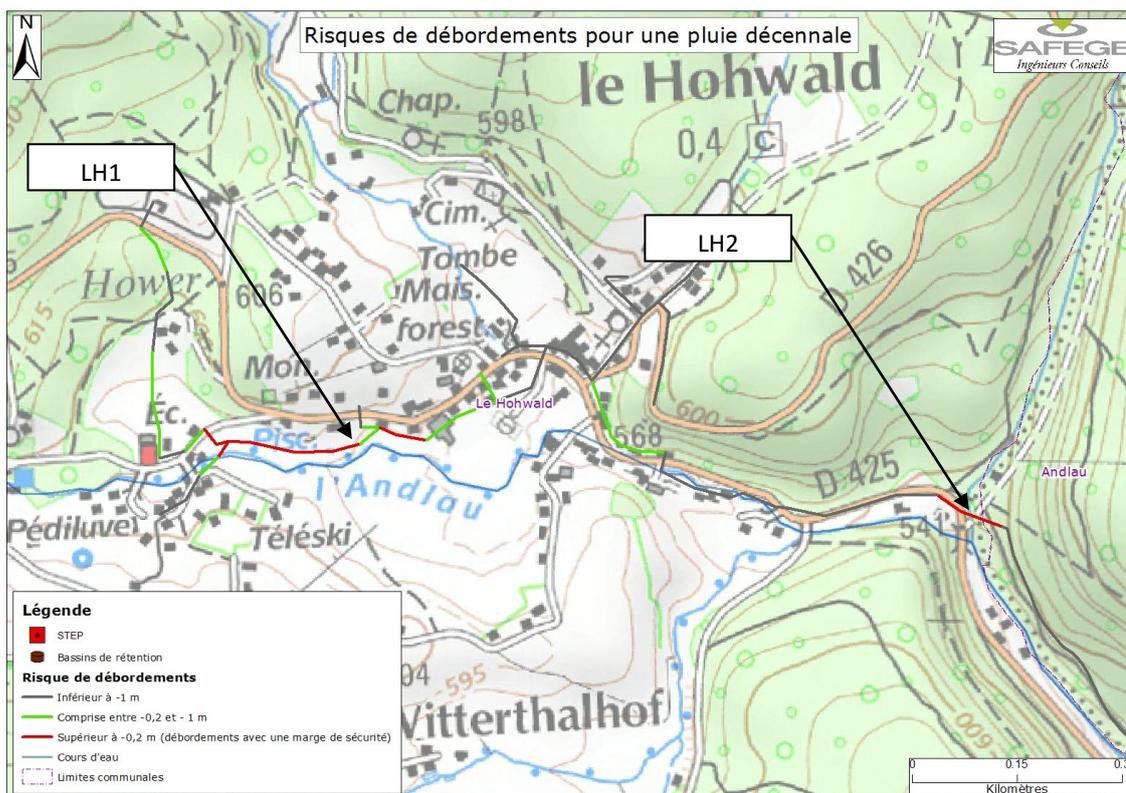


Figure 3-7 : Débordements pour une pluie décennale – Le Hohwald

#### • Andlau

- Secteur A1 : Sur le collecteur intercommunal en DN 200 venant du Hohwald, à l’aval du village d’Eftermatten, entre les regards 20 139 et 20 126.
- Secteur A2 : Sur le collecteur intercommunal en DN 200 venant du Hohwald, au niveau du lieu-dit Heiligenbaum, entre les regards 20 111 et 20 108 (faible pente).
- Secteur A3 : Sur le collecteur intercommunal en DN 200 venant du Hohwald, au niveau du lieu-dit Susannenmatten, entre les regards 20 093 et 20 089, en rive droite de l’Andlau.
- Secteur A4 : Entre les regards 5 020 (près de la tour des Sorcières) et 5 008 (rue du Frère Albert Martiny), sur les tronçons de collecteurs en DN 250.
- Secteur A5 : A l’aval du DO 6001 d’Andlau, au niveau de la rue du Général Koenig et la rue des remparts, entre les regards 5 041 et 5 038, sur les tronçons de collecteurs en DN 250.
- Secteur A6 : Au niveau de la rue des Roses, entre les regards 20 055 et 20 051, sur le collecteur intercommunal en DN 300, à la sortie d’Andlau.

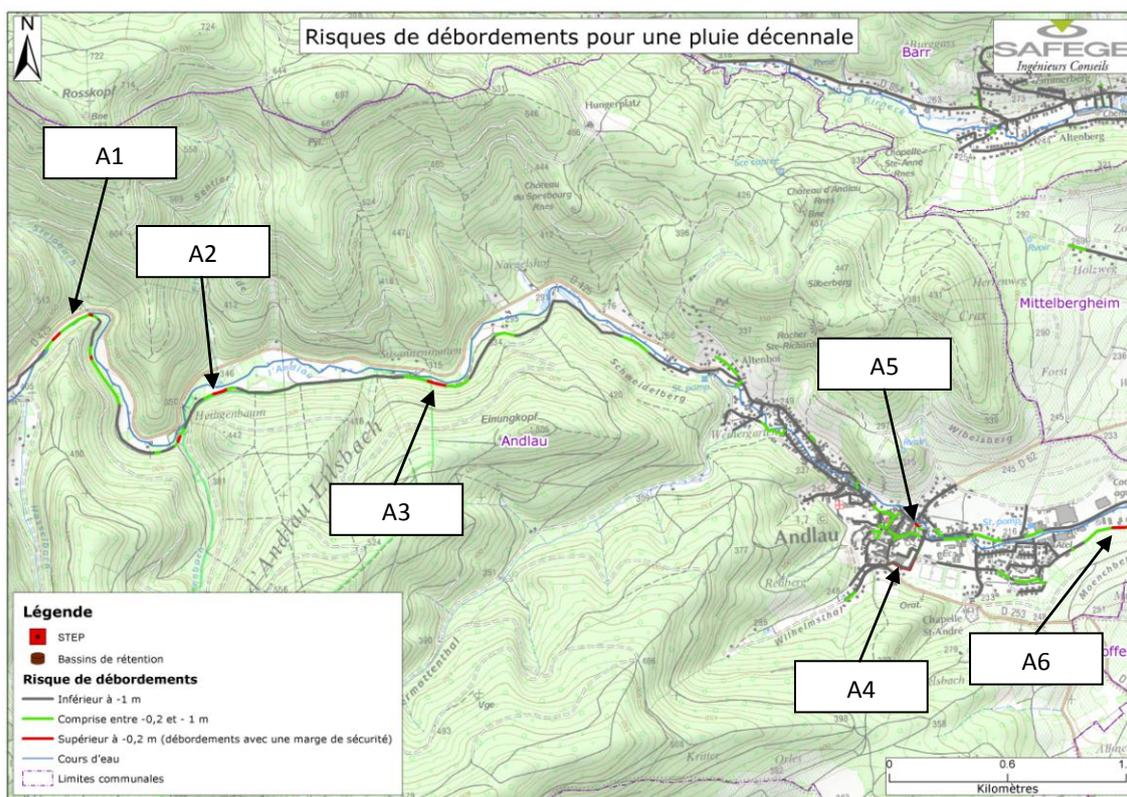


Figure 3-8 : Débordements pour une pluie décennale – Andlau

• **Mittelbergheim**

- Secteur M1 : A l’aval du déversoir d’orage 3001 de Mittelbergheim, entre les regards 20 030 et 20 028, sur le collecteur intercommunal en DN 300, au niveau des terrains de football.

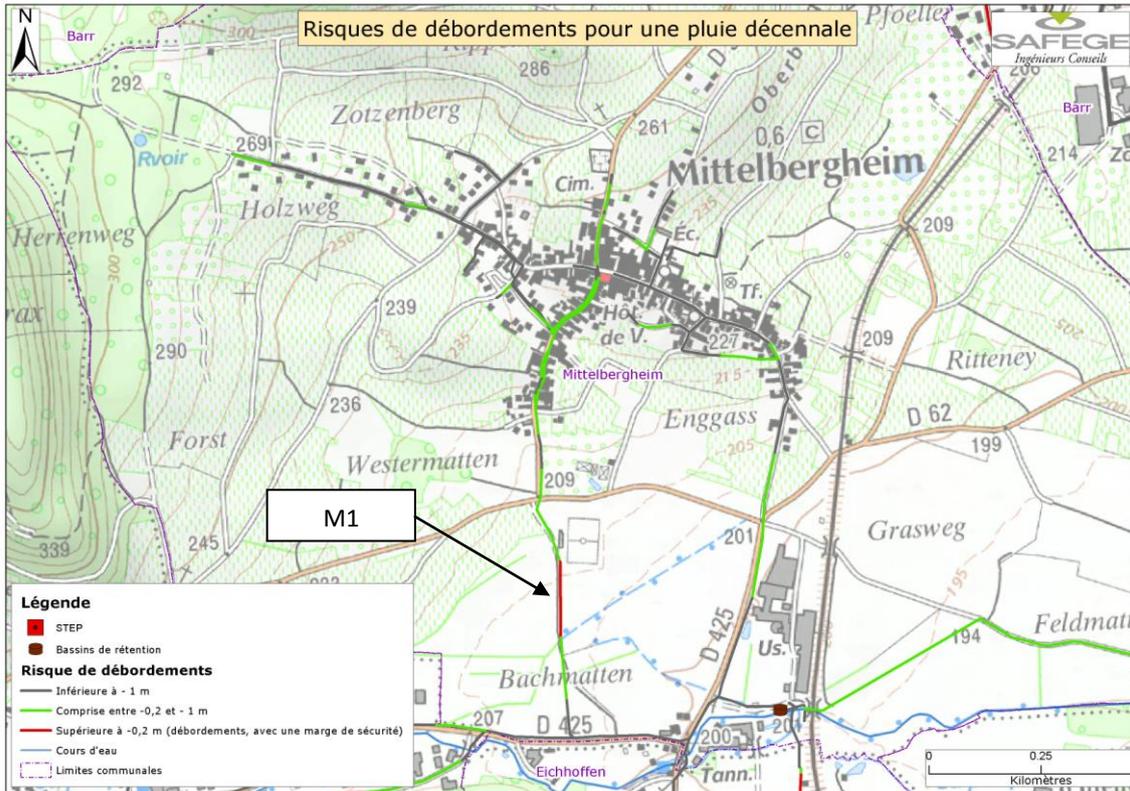


Figure 3-9 : Débordements pour une pluie décennale – Mittelbergheim

- **Saint-Pierre**

- Secteur SP1 : A l’aval du déversoir d’orage 1001 à Saint-Pierre, au niveau du stockage en ligne en DN 2000, situé chemin de Stotzheim, entre les regards 10 011 et 10 009.
- Secteur SP2 : Sur le collecteur intercommunal en DN 250 entre Saint-Pierre et Zellwiller, au niveau des regards 20 002 et 20 001 au droit du croisement de la Rue Principale et de la rue de Schlittweg (cf. remarques Tableau 3-2, page 61).

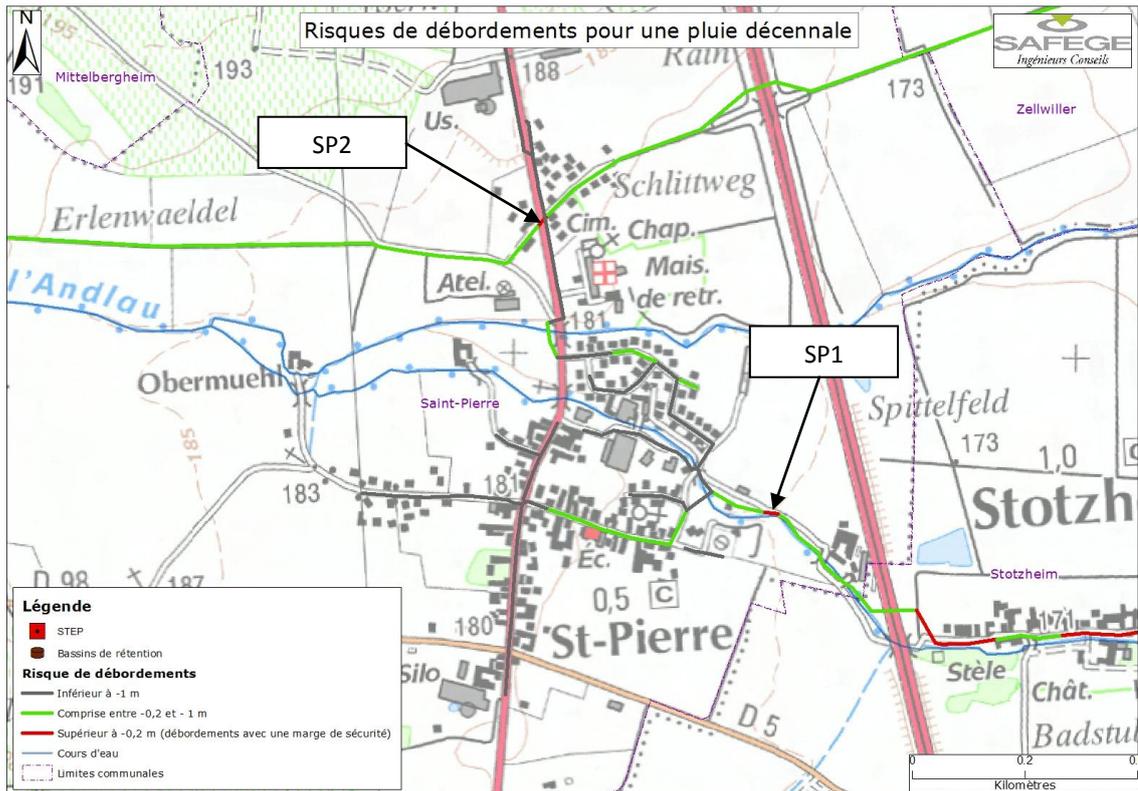


Figure 3-10 : Débordements pour une pluie décennale – Saint-Pierre

• **Stotzheim**

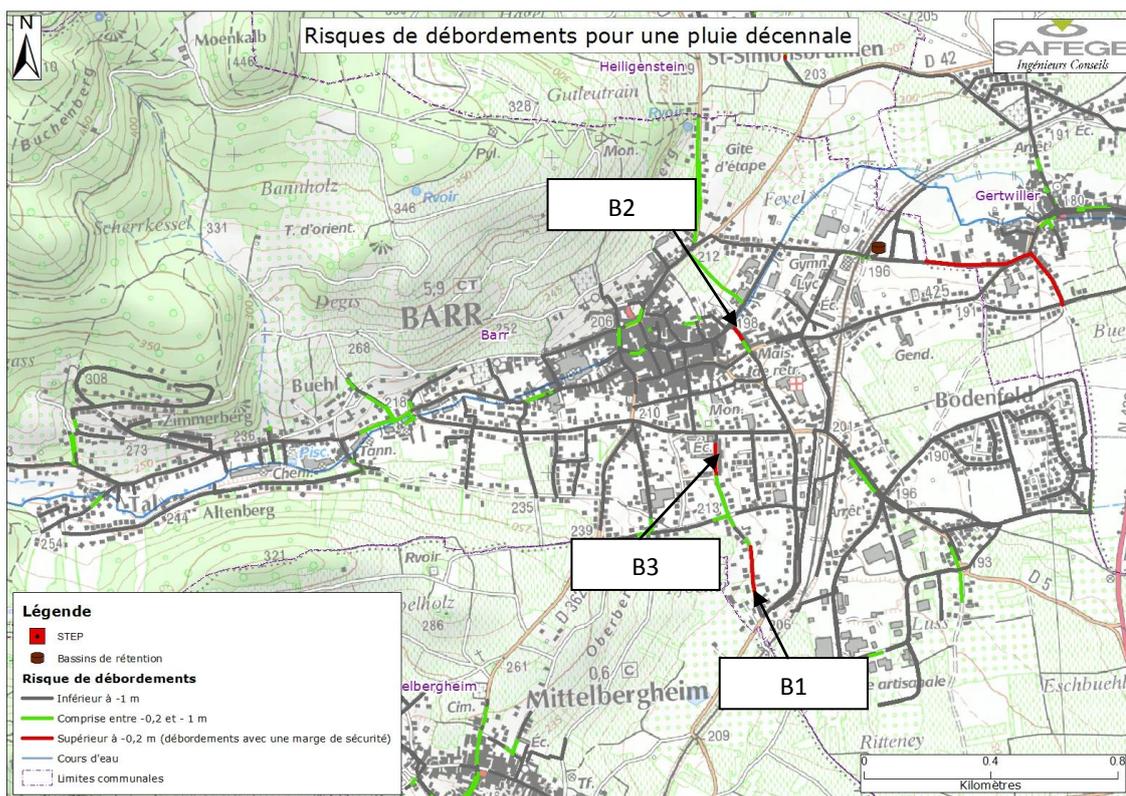
- Secteur S1 : A l’est de la commune, au niveau de la rue du Haut Village, entre les 5 038 et 5 024 du collecteur en DN 500 récupérant les apports de Saint-Pierre (cf. remarques Tableau 3-2, page 61).



Figure 3-11 : Débordements pour une pluie décennale – Stotzheim

- **Barr**

- Secteur B1 : Au sud-ouest de la commune, dans le secteur de la rue de la Binn et de la rue du Pfoeller.
- Secteur B2 : Au niveau de la route du Hohwald et de la rue de l’Hôpital, sur le collecteur actuellement en DN 1200 (cf. remarques Tableau 3-2, page 61).
- Secteur B3 : Au niveau de la rue de la Binn, à l’amont du croisement avec l’Avenue des Vosges, sur le tronçon unitaire des réseaux d’assainissement.



- **Heiligenstein**

- Secteur H2 : Au niveau des tronçons de collecteurs en DN 300, dans le quartier de la rue Simonsbrunnen, entre les regards 2 017 et 2 012 (cf. remarques Tableau 3-2, page 61).

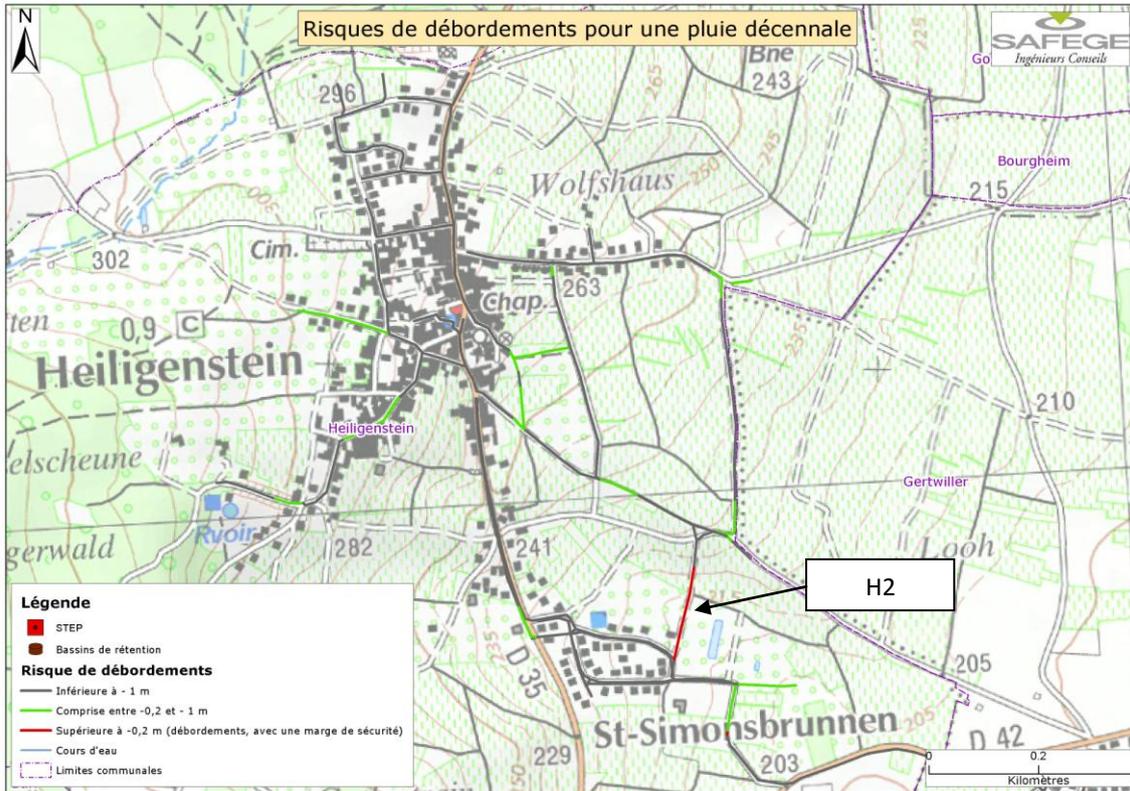


Figure 3-13 : Débordements pour une pluie décennale – Heiligenstein

- **Zellwiller**

- Secteur Z1 : A l’aval de Zellwiller, au droit de la vanne de régulation située sur les tronçons de collecteurs en DN 300, dans le quartier de la rue Verte, à proximité du bassin de stockage (cf. remarques Tableau 3-2, page 61).

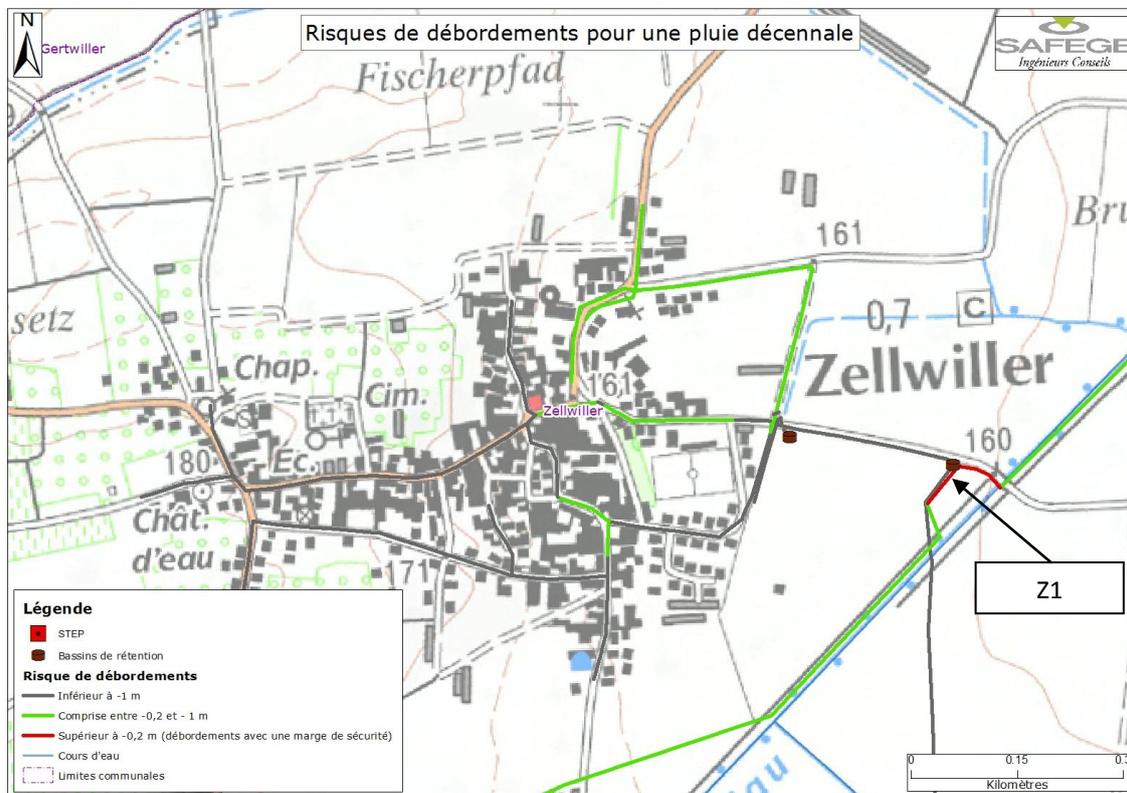
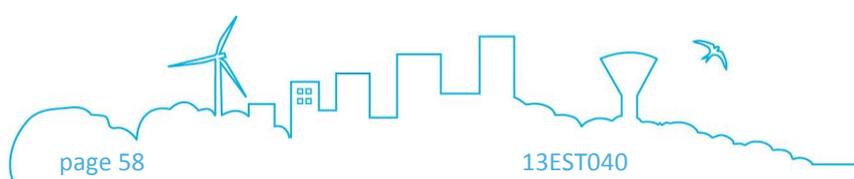


Figure 3-14 : Débordements pour une pluie décennale – Zellwiller



### A noter

*Ces secteurs ont été identifiés uniquement via les simulations numériques, sans validation, jusqu’à présent, de la part de l’exploitant des réseaux d’assainissement. Malgré l’absence des dysfonctionnements répertoriés, il s’agit des secteurs sensibles. Ils devront être surveillés afin d’éviter tout dysfonctionnement hydraulique.*



### 3.3.3 RECAPITULATIF DES VOLUMES DE DEBORDEMENTS

Les simulations hydrauliques réalisées sous Mike Urban pour les pluies de période de retour 5 ans, 10 ans et 20 ans ont conduit à identifier les points de débordements théoriques des réseaux d’assainissement du Piémont de Barr.

Les résultats présentés dans ce paragraphe sont consignés dans le Tableau 3-1 ci-après. Le tableau expose les volumes théoriques de débordement issus des modélisations. Les volumes sont détaillés pour tous les points identifiés via les modélisations et présentés pour chacune des pluies de projet modélisées.

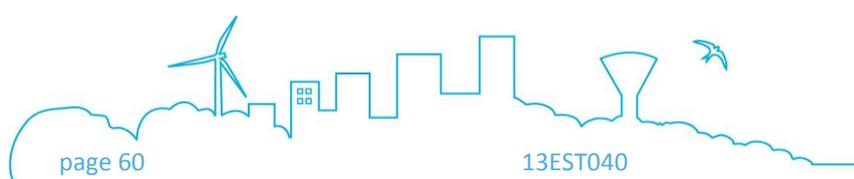
A noter que l’analyse réalisée sur les volumes de débordements est non conservative car tout volume débordé sort du système. Cette hypothèse aggrave le diagnostic des zones sensibles au risque de débordements car elle n’intègre pas la capacité de réinjection des réseaux d’assainissement. En effet, dans la réalité, les volumes débordés peuvent, dans certains cas, être réinjectés dans les réseaux d’assainissement si la capacité d’engouffrement du système et la capacité hydraulique des réseaux le permettent.

Au vu des résultats présentés ci-dessous, nous constatons que les écarts entre les pluies de période de retour 5 ans et 10 ans sont plutôt faibles en termes de nœuds ayant débordé et si l’on considère les volumes totaux théoriques de débordements. D’autre part, en se basant sur la pluie de période de retour 5 ans, les écarts relatifs entre les pluies peuvent être qualifiés de modérés en termes de nœuds débordants et de volume débordé d’une pluie à l’autre : écart relatif de 15 % entre les pluies 5 ans et 10 ans, et écart relatif de l’ordre de 30 % entre les pluies 5 ans et 20 ans.



**Tableau 3-1 : Volumes théoriques de débordement**

Point de débordement n°	Commune	Zone	Identifiant	Volume pour T 5 ans (m³)	Volume pour T 10 ans (m³)	Volume pour T 20 ans (m³)
1	Barr	B2	53827	1079.8	1263.5	1429.4
2	Barr	B2	53829	848.9	1006.7	1147.6
3	Zellwiller	Z1	107919	526.3	529.7	537.3
4	Zellwiller	Z1	107920	477.5	482.1	492.2
5	Gertwiller	G1	50864	104.4	106.5	108.4
6	Barr	B2	53830	87.6	158.9	233.0
7	Heiligenstein	H2	118721	57.7	68.9	78.2
8	Stotzheim	S1	42275	47.7	67.2	83.7
9	Stotzheim	S1	42266	24.6	36.5	47.7
10	Saint-pierre	SP2	25357	24.5	25.1	25.7
11	Andlau	A1	108717	19.8	22.0	24.0
12	Andlau	A3	108621	16.4	18.1	19.7
13	Le hohwald	LH1	109426	15.0	19.2	23.1
14	Andlau	A2	108663	14.2	15.5	16.9
15	Stotzheim	S1	42274	11.6	17.2	22.0
16	Andlau	A4	108287	11.3	15.7	19.0
17	Le hohwald	LH1	109419	11.0	17.9	22.7
18	Le hohwald	LH2	109721	9.9	11.4	12.7
19	Andlau	A2	108658	8.6	9.3	10.1
20	Stotzheim	S1	42268	7.7	17.3	27.6
21	Stotzheim	S1	42273	6.1	15.8	26.7
22	Stotzheim	S1	42276	3.0	16.5	33.3
23	Andlau	A4	108289	3.0	11.1	20.5
24	Mittelbergheim	M1	86970	2.2	2.5	2.9
25	Stotzheim	S1	42267	0.2	0.7	1.3
26	Stotzheim	S1	42379	0.0	0.0	2.8
27	Barr	B1	53815	0.0	0.0	0.2
28	Barr	B1	53816	0.0	2.6	18.1
29	Barr	B3	53847	0.0	1.9	11.4
30	Andlau	A4	108285	0.0	0.1	0.6
31	Andlau	A5	108514	0.0	0.0	0.1
32	Le hohwald	LH1	109274	0.0	0.0	2.6
33	Le hohwald	LH1	109403	0.0	0.0	1.5
34	Le hohwald	LH1	109404	0.0	2.6	6.6
<b>Volume total débordé (m³)</b>				<b>3419</b>	<b>3963</b>	<b>4510</b>
<b>Nœuds ayant débordé</b>				<b>25</b>	<b>29</b>	<b>34</b>
<b>% de nœuds du modèle où un débordement est observé</b>				<b>0.7%</b>	<b>0.8%</b>	<b>0.9%</b>
<b>Ecart relatif par rapport à T = 5 ans (%)</b>				<b>-</b>	<b>16%</b>	<b>32%</b>



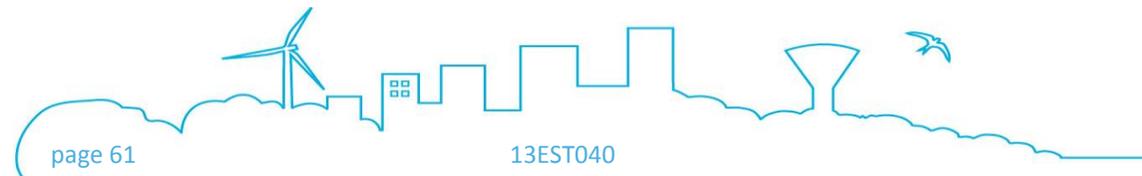
## RAPPORT DE PHASE 3

### Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Le tableau ci-dessous présente les remarques concernant les secteurs présentant des volumes théoriques de débordements supérieurs à 20 m<sup>3</sup> pour la pluie de période de retour 5 ans.

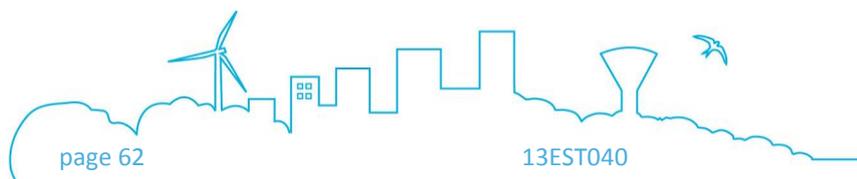
**Tableau 3-2 : Remarques concernant les secteurs de débordement avec des volumes théoriques supérieurs à 20 m<sup>3</sup> pour la pluie de période de retour 5 ans**

Point de débordement n°	Commune	Zone	Identifiant	Volume pour T 5 ans (m <sup>3</sup> )	Volume pour T 10 ans (m <sup>3</sup> )	Volume pour T 20 ans (m <sup>3</sup> )	Commentaires
1	Barr	B2	53827	1079.8	1263.5	1429.4	Les deux regards concernés par ces points de débordement se situent dans la rue de l'hôpital, à proximité du DO5001 à Barr, fermé lors de la campagne de reconnaissance de terrain. Le modèle en situation actuelle représente cette situation. Les résultats de simulation montrent un rehaussement de la ligne d'eau sur le collecteur amont, lié à la fermeture du déversoir et à la régulation de débit aval (limiteur à effet vortex calé à 450 l/s, situé dans la chambre de l'ouvrage). Un autre scénario, avec un fonctionnement « normal » (ouverture complète) du déversoir a été analysé. La simulation hydraulique de cette situation optimisée montre aucun risque de débordement sur ce site.
2	Barr	B2	53829	848.9	1006.7	1147.6	
3	Zellwiller	Z1	107919	526.3	529.7	537.3	D'après le modèle hydraulique, la capacité de la canalisation aval est localement insuffisante pour un débit égal au débit nominal du poste POT-0010-REF à Zellwiller. Un risque local de débordement a été identifié par le modèle dans cette configuration sans qu'aucun dégât soit constaté par l'exploitant. Ce secteur devra être particulièrement surveillé par l'exploitant.
4	Zellwiller	Z1	107920	477.5	482.1	492.2	Le modèle montre un point de débordement lié au mode de fonctionnement de la vanne de Zellwiller. La régulation de la vanne à Zellwiller (ouverture de la vanne lorsque la pompe POT-0010-REF est à l'arrêt) peut provoquer des mises en charge ponctuelle du réseau amont. Ce secteur devra être surveillé par l'exploitant afin de vérifier la régulation de l'ouvrage.
5	Gertwiller	G1	50864	104.4	106.5	108.4	Ce point de débordement se situe au niveau du secteur Gutbrod. Le risque de débordement est lié au rehaussement de la ligne d'eau provoqué par la présence de quatre tronçons de collecteur en DN400. Le risque de débordements relevé au niveau de ce secteur a été validé par l'exploitant des réseaux d'assainissement.
6	Barr	B2	53830	87.6	158.9	233.0	Ce regard se situe au niveau du DO5001 à Barr. Ce déversoir d'orage était fermé lors de la campagne de reconnaissance de terrain.
7	Heiligenstein	H2	118721	57.7	68.9	78.2	Ce point de débordement se situe au niveau de la zone H1 où le risque de débordement est provoqué par l'insuffisance capacitaire de deux tronçons de collecteur actuellement en DN300, présentant une faible pente d'écoulement.
8	Stotzheim	S1	42275	47.7	67.2	83.7	Ces points de débordements se situent dans le secteur S1 dans la rue du Haut Village au niveau du collecteur intercommunal provenant de Saint-Pierre. D'après le modèle hydraulique, le collecteur principal en DN500 présente une insuffisance capacitaire entre les regards 5026 et 5014, au niveau du croisement de la rue du Haut Village et de la rue du Quartier Central.
9	Stotzheim	S1	42266	24.6	36.5	47.7	
10	Saint-pierre	SP2	25357	24.5	25.1	25.7	Le modèle montre un point de débordement lié au mode de fonctionnement de la vanne de Zellwiller. La régulation de la vanne à Zellwiller (ouverture de la vanne lorsque la pompe POT-0010-REF est à l'arrêt) peut provoquer des mises en charge ponctuelle du réseau amont. Ce secteur devra être surveillé par l'exploitant afin de vérifier la régulation de l'ouvrage.



## **PARTIE 4**

### ***Calcul d’impact des réseaux d’assainissement par temps de pluie sur le milieu naturel***

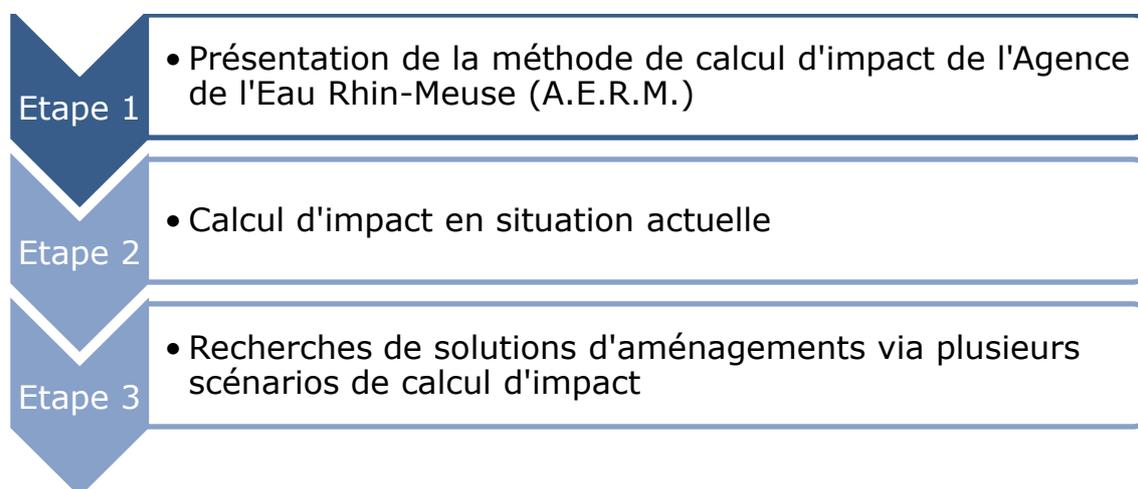


## 1 CONTEXTE

L’adoption en décembre 2000 de la Directive Cadre Européenne (DCE) pour une politique communautaire dans le domaine de l’eau a fixé les objectifs de qualité des masses d’eau superficielles sur le territoire national, à savoir, le « bon état écologique » des cours d’eau à l’horizon 2015.

L’étude menée ici consiste à évaluer l’impact des réseaux d’assainissement du Piémont de Barr par temps de pluie sur les différents cours d’eau de la zone d’étude et à préconiser les actions à mener pour atteindre les objectifs fixés.

L’étude de l’impact des rejets urbains par temps de pluie sur les milieux naturels sur le Piémont de Barr sera menée en trois étapes successives, détaillées ci-après. La partie 4 de ce rapport présente l’ensemble de ces chapitres.



## 2 METHODOLOGIE ET HYPOTHESES DE CALCUL

### 2.1 GENERALITES

La méthodologie utilisée pour l’évaluation de l’impact est basée sur la méthode développée par l’Agence de l’Eau Rhin-Meuse (A.E.R.M.), présentée dans le document « *Assainissement des agglomérations : Objectifs de protection des milieux par temps de pluie – Éléments méthodologiques* » (La Houille Blanche n°1/2-1994), qui vise une prise en compte graduée des atteintes au milieu naturel : du temps sec, aux événements pluvieux les plus importants en passant par les déversements fréquents dus aux petites pluies.

Dans la méthode AERM, l’impact des rejets est évalué à partir des flux des paramètres de référence de la pollution dans le milieu récepteur permettant de déterminer les durées de déclassement par rapport aux seuils de tolérance suivants :

**Tolérance n°1**

- Déclassement d’un rang autorisé pendant au maximum 10 % du temps de la période sensible

**Tolérance n°2**

- Pas de mortalité piscicole, traduit par un déclassement autorisé de deux rangs au maximum à 5 % de la période étudiée

Ces seuils de classes de pollution sont définis dans le tableau suivant.

**Tableau 2-1 : Concentrations seuils de paramètres analysés (source : MEEDDAT<sup>1</sup>)**

Classe d’état	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	DCO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)
<b>Très bon</b>	< 0,1	< 0,1	< 20	< 3
<b>Bon</b>	0,1 à 0,5	0,1 à 0,5	20 à 30	3 à 6
<b>Moyen</b>	0,5 à 2	0,5 à 1	30 à 40	6 à 10
<b>Médiocre</b>	2 à 5	1 à 2	40 à 80	10 à 25
<b>Mauvais</b>	> 5	> 2	> 80	> 25

## 2.2 DESCRIPTION DETAILLEE DE LA METHODE

L’évaluation de la durée d’impact (D<sub>i</sub>) sur le milieu naturel des rejets par temps de pluie se calcule de la manière suivante :

$$D_i = \sum_{groupes\ de\ pluie} [(D_d + D_e) \times N_p]$$

Avec :

D<sub>i</sub> : durée d’impact (heures) ;

<sup>1</sup> Le guide technique de 2009 correspond à l’ouvrage suivant : « Évaluation de l’état des eaux douces de surface métropoles », publié par le Ministère de l’Écologie, de l’Énergie, du Développement Durable et de l’Aménagement du Territoire, en mars 2009.

$D_d$  : durée de déclassement (heures) : temps pendant lequel la concentration du paramètre étudié est supérieure à la concentration limite du bon état pour ce même paramètre ;

$D_e$  : durée d’effet (heures) ;

$N_p$  : fréquence d’apparition de la pluie  $p$  sur la période sensible, exprimée en nombre de jours.

Ces différentes grandeurs sont explicitées dans les paragraphes suivants.

### 2.2.1 DUREE DE DECLASSEMENT

La durée de déclassement est la durée pendant laquelle la concentration du paramètre étudié est supérieure à la concentration limite du seuil de qualité.

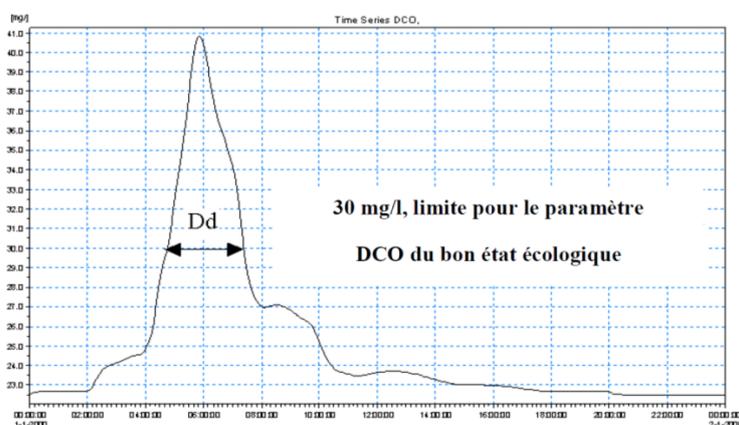


Figure 2-1 : Détermination de la durée de déclassement

Par exemple, sur le graphique ci-dessus, la durée de déclassement correspond au temps pendant lequel la concentration en DCO est supérieure à 30 mg/l, seuil de qualité des eaux de surface. La méthode consiste à calculer par itérations la concentration résultante par simple calcul de dilution suivant la formule suivante :

$$C_{res} = \frac{C_m Q_m + C_{rejet} Q_{rejet}}{Q_m + Q_{rejet}}$$

Avec :

$C_{res}$  : concentration résultante ;

$C_m$  : concentration du milieu récepteur ;

$Q_m$  : débit du milieu récepteur ;

$C_{rejet}$  : concentration du rejet ;

$Q_{rejet}$  : débit du rejet.

Cette relation permet, à chaque pas de temps, de connaître la concentration du paramètre étudié à l’aval du rejet. On connaît alors la variation dans le temps de la concentration d’un paramètre donné en un point donné. Ensuite, la comparaison de cette variation à la concentration maximale de l’objectif de qualité considéré, permet alors de connaître la durée de déclassement ainsi que le nombre de déclassements.

### 2.2.2 DUREE D’EFFET

La durée d’effet est définie dans le document « *Assainissement des agglomérations : objectifs de protection des milieux par temps de pluie - Éléments méthodologiques* » de l’Agence de l’Eau Rhin-Meuse comme étant la durée :

- en-deçà de laquelle les organismes peuvent tolérer des concentrations d’autant plus défavorables que l’exposition est courte,
- au-delà de laquelle les seuils de tolérance en termes de concentrations sont ceux de la grille de qualité. Pour l’oxygène dissous, la durée considérée oscille entre 100 et 500 minutes. Pour l’azote et l’ammonium non ionisé toxique, elle est comprise entre 100 et 1000 minutes.

L’Agence de l’Eau Rhin-Meuse propose la simplification méthodologique suivante : « La durée minimale d’effet (supposée constante quelque soit la pluie) peut être déterminée en évaluant le temps mis par la masse d’eau pour parcourir, en aval du déversement une distance de 5 à 10 km. ».

### 2.2.3 DUREE D’IMPACT

La durée d’impact est la somme des durées de déclassement et des durées d’effet sur la période sensible considérée et pour chaque évènement. Le rapport de la durée d’impact sur la durée de la période sensible donne le pourcentage de déclassement. Si ce déclassement est supérieur aux limites fixées par la méthode A.E.R.M., il est nécessaire de mettre en place des aménagements (stockage par exemple) pour se situer en-dessous de cette valeur limite. Les aménagements sont dimensionnés par des calculs successifs réalisés à partir du modèle numérique.

### 2.2.4 TAUX D’IMPACT

A partir de la durée d’impact, il est ensuite possible de calculer le taux d’impact ( $T_i$ ) comme suit :

$$T_i = \frac{D_i}{D_t}$$

Avec :

$T_i$  : Taux d’impact (en %) à comparer aux valeurs seuils de déclassement à respecter ;

$D_t$  : Durée totale d’étude, ici la période sensible.

## 2.3 MODELISATION DE LA QUALITE DES COURS D’EAU

Pour déterminer précisément les durées de déclassé (D<sub>d</sub>), on utilise :

- D’une part, **le modèle numérique** du réseau élaboré sur le secteur d’étude permettant de simuler le fonctionnement hydraulique du système d’assainissement par temps de pluie,
- et d’autre part, **un deuxième modèle dit « qualité » construit par SAFEGE** spécifiquement dans le cadre de l’étude permettant d’évaluer la dilution, la propagation et l’impact de la pollution sur le milieu récepteur. Ce modèle est constitué par le réseau hydrographique et ses principales caractéristiques hydromorphologiques, auquel on intègre les apports du réseau d’assainissement par temps de pluie calculés par le modèle hydraulique Mike Urban.

Le réseau hydrographique modélisé est présenté dans le synoptique suivant.



Périmètre du Piémont de Barr - Modélisation des réseaux d'assainissement et étude d'impact par temps de pluie sur le milieu naturel  
Phase 3 : Modélisation et impact  
Schéma synoptique du modèle qualité

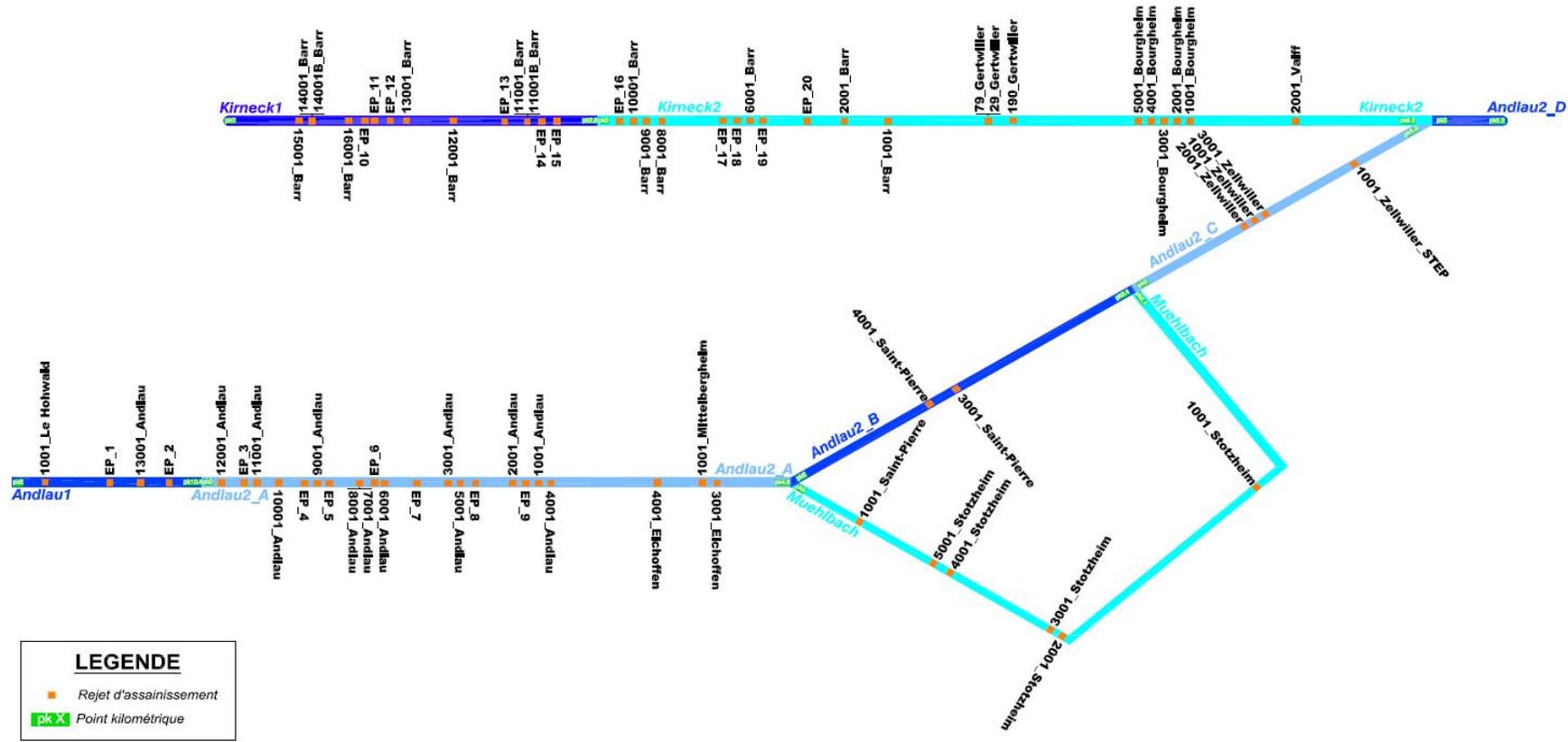


Figure 2-2 : Schéma synoptique du modèle qualité du Piémont de Barr



## 2.4 HYPOTHESES RETENUES POUR LA REALISATION DU CALCUL D'IMPACT

### 2.4.1 COURS D'EAU ETUDIES

Les cours d'eau étudiés dans le cadre de la présente étude sont :

- l'Andlau 1 ;
- L'Andlau 2, décomposé pour des besoins de la présente étude en quatre tronçons : Andlau 2A, 2B, 2C et 2D ;
- la Kirneck 1 ;
- la Kirneck 2 ;
- le Muehlbach de Stotzheim, affluent de l'Andlau 2.

### 2.4.2 PARAMETRES DE QUALITE ETUDIES

Les paramètres physico-chimiques utilisés pour l'analyse de l'impact sont :

- La Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)
- La Demande Chimique en Oxygène (DCO)
- L'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)
- Les orthophosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)

Les seuils utilisés pour le calcul ont été présentés dans le Tableau 2-1

### 2.4.3 PLUIES RETENUES

#### • **Identification des événements pluvieux représentatifs**

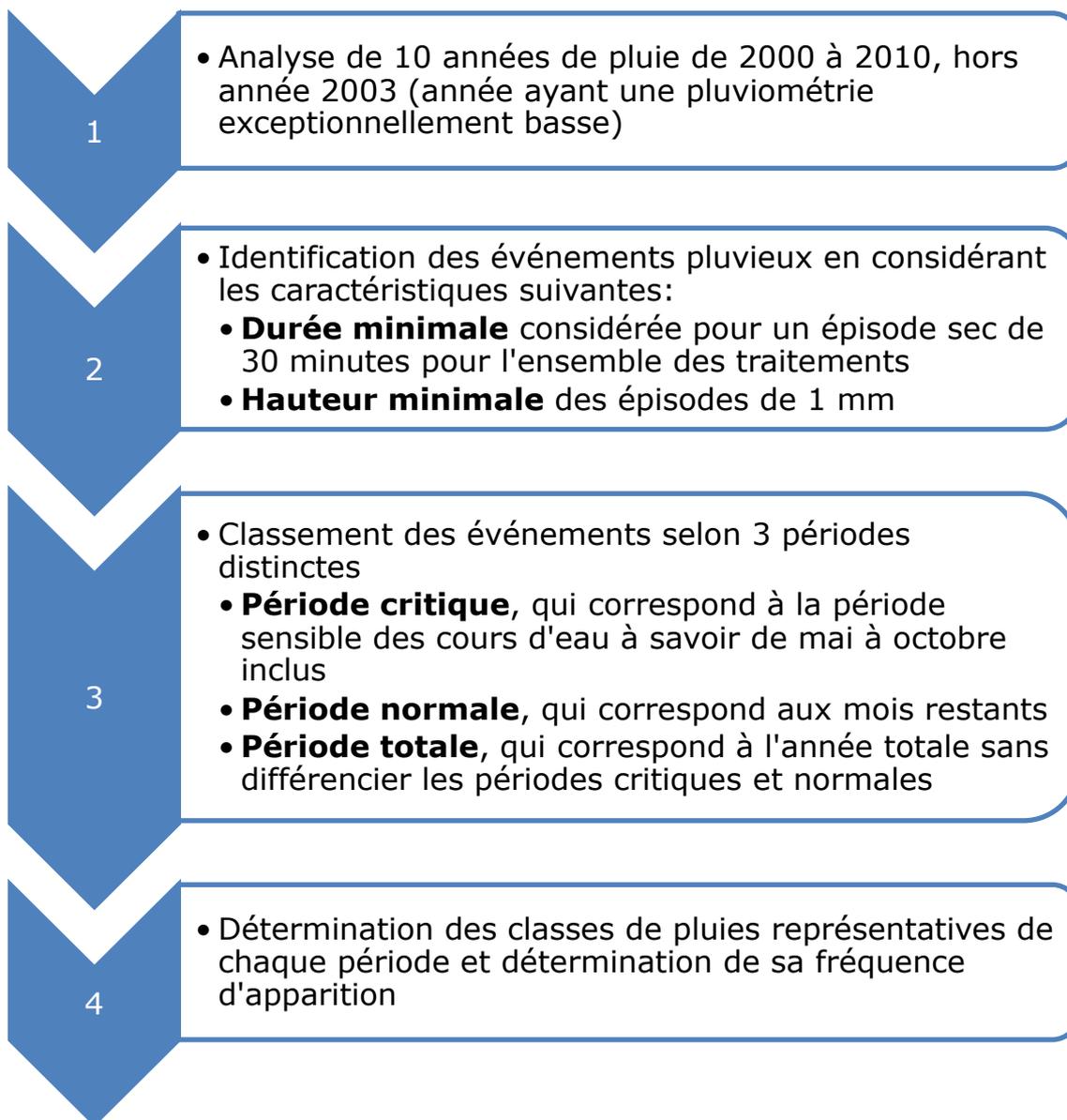
Les données météorologiques utilisées dans le cadre du calcul d'incidence ont été fournies par Météo France. Elles correspondent aux résultats d'une analyse statistique des données mesurées par la station Météo France de Sélestat, située sur la commune de Sélestat.

L'analyse, présentée en Annexe 8, permet d'identifier un ensemble de pluies représentatives de la période sensible de cours d'eau (appelée également période « critique »).

Les étapes de l'analyse menée par Météo France sont décrites ci-après.

## RAPPORT DE PHASE 3

### Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d'assainissement et étude d'impact par temps de pluie sur le milieu naturel



L'analyse a conduit alors à identifier **1 399 événements pluvieux** au total, dont **807 en période sensible** (période critique) et **592 en période normale**.

Les 807 événements de la période critique peuvent être classés en 6 groupes, chacun représenté par une pluie réelle mesurée :

Tableau 2-2 : Événements pluvieux retenus pour le calcul d'impact

Classe de pluie	Nombre d'événements	Fréquence d'apparition	Pluie modélisée	
			Début	Fin
Classe 1	210	21	24/09/2010 10h54	24/09/2010 15h36
Classe 2	84	8.4	15/08/2010 9h00	15/08/2010 10h12
Classe 3	45	4.5	14/08/2010 20h18	15/08/2010 3h06
Classe 4	7	0.7	16/10/2010 14h12	16/10/2010 23h24
Classe 5	439	43.9	20/10/2010 5h06	20/10/2010 5h42
Classe 6	22	2.2	03/07/2010 21h36	03/07/2010 22h06

- **Caractérisation des événements pluvieux représentatifs**

Les classes de pluies ont été caractérisées par les paramètres suivants :

- Durée de la pluie (en heures) ;
- Cumul (en mm) ;
- Intensité maximale sur 6 minutes (en mm/h) : Ce paramètre permet d'identifier les pluies dites « faibles » (intensité maximale sur 6 min inférieure à 16 mm/h) et les pluies dites « fortes » (intensité maximale sur 6 min supérieure à 16 mm/h) ;
- Intensité maximale sur 30 min (en mm/h) : compte tenu des phénomènes à modéliser et des temps de réponse des bassins versants, ce paramètre a été préféré au précédent (intensité maximale sur 6 min) pour déterminer les périodes de retour.

La figure suivante donne une représentation des 6 classes de pluies selon leur cumul et leur durée. La représentation des classes est sous forme de bulles dont la taille est proportionnelle à l'intensité sur 30 minutes.

### RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

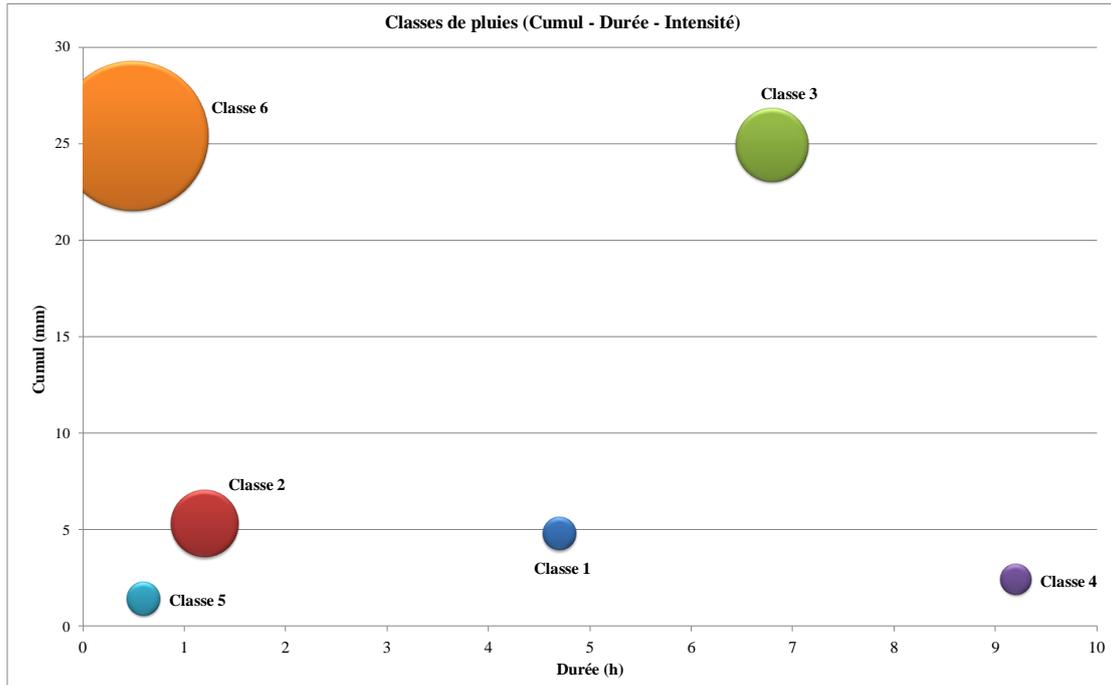


Figure 2-3 : Représentation des classes de pluie en Cumul – Durée – Intensité

Les périodes de retour de chaque pluie retenue pour le calcul d’impact ont été calculées à partir des coefficients de Montana de la station météorologique de Sélestat.

La figure ci-dessous présente les résultats de l’analyse permettant de déterminer la période de retour de chaque classe de pluie.

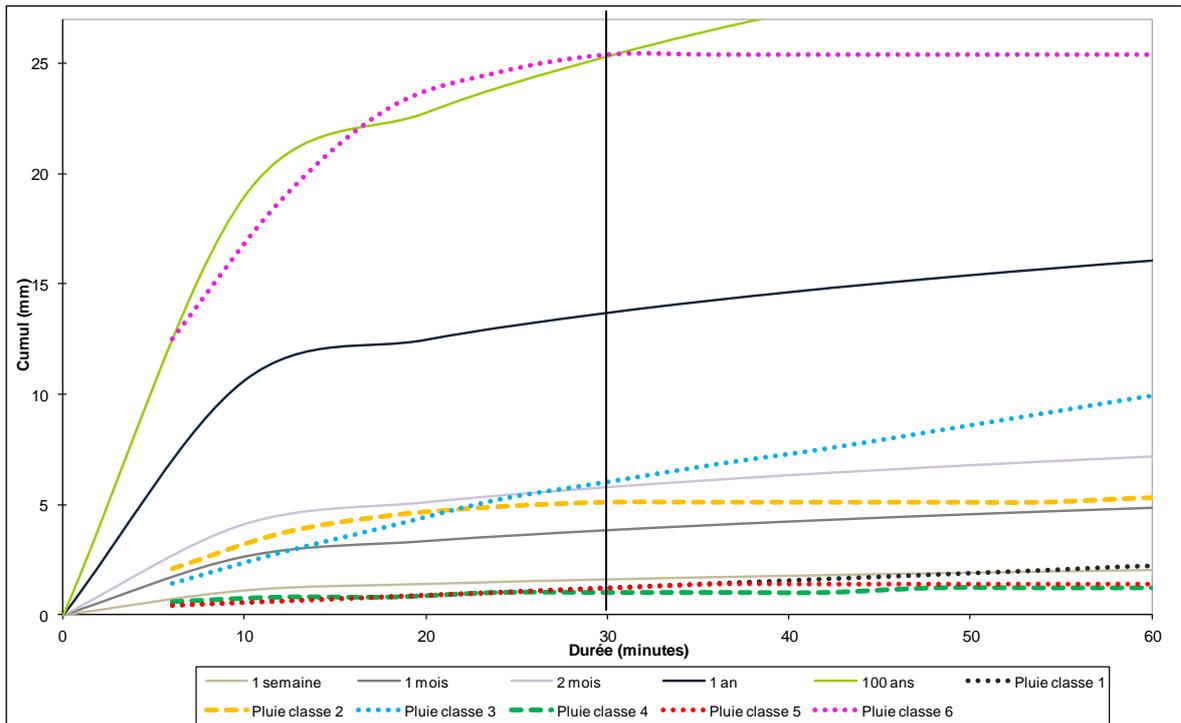


Figure 2-4 : Analyse fréquentielle des classes de pluie

Au regard des graphes présentés ci-dessus, les périodes de retour des six pluies retenues pour une durée de 30 min sont :

- Trois pluies possèdent une période de retour inférieure à 1 semaine, pour une durée de 30 minutes : il s'agit des classes 1, 4 et 5 ;
- Deux pluies possèdent une période de retour qui se situe entre 1 et 2 mois : il s'agit des classes 2 et 3 ;
- Une pluie, la pluie N°6, possède une période de retour centennale pour une durée de 30 minutes. Cette pluie représente des événements pluvieux exceptionnels.



#### A noter

*Au vu des résultats de l’analyse fréquentielle présentée ci-dessus, il apparaît que la période de retour (pour une durée de 30 min) de la classe de pluie 6 est très forte, proche de 100 ans. Cette pluie possède donc un caractère exceptionnel, quelque soit l’intensité maximale considérée (6 min, 30 min ou plus).*

*Sachant que le calcul d’impact s’attache davantage à évaluer des pluies courantes (plus sensibles vis-à-vis du milieu naturel), la pluie 6 s’éloigne de cet objectif en étant plus adaptée à une problématique de risques de débordements et d’inondations qu’à une approche d’impact de l’assainissement sur le milieu naturel.*

*Pour ces motifs, le calcul d’impact portera sur les 5 classes de pluies courantes, à savoir les classes 1 à 5.*

L’ensemble des résultats de l’analyse pluviométrique réalisée est synthétisé dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 2-3 : Caractéristiques et périodes de retour des classes de pluie retenues**

Classe de pluie critique	Nombre d'événements	Fréquence d'apparition	Pluie modélisée		Durée (h)	Cumul (mm)	I <sub>max</sub> sur 6 min (mm/h)	I <sub>max</sub> sur 30 min (mm/h)	Période de retour pour une durée de 30 min	Type de pluie selon I <sub>max</sub> sur 6min
			Début	Fin						
Classe 1	210	21	24/09/2010 10h54	24/09/2010 15h36	4.7	4.8	4.0	2.4	< 1 semaine	Faible
Classe 2	84	8.4	15/08/2010 9h00	15/08/2010 10h12	1.2	5.3	21.0	10.2	entre 1 mois et 2 mois	Forte
Classe 3	45	4.5	14/08/2010 20h18	15/08/2010 3h06	6.8	24.9	14.0	12.0	2 mois	Faible
Classe 4	7	0.7	16/10/2010 14h12	16/10/2010 23h24	9.2	2.4	6.0	2.0	< 1 semaine	Faible
Classe 5	439	43.9	20/10/2010 5h06	20/10/2010 5h42	0.6	1.4	4.0	2.4	< 1 semaine	Faible
Classe 6	22	2.2	03/07/2010 21h36	03/07/2010 22h06	0.5	25.4	125.0	50.8	100 ans	Exceptionnelle

#### 2.4.4 DEBITS DES COURS D’EAU

Les débits pris en compte dans le calcul d’impact correspondent au débit d’étiage **QMNA<sub>2</sub>** (débit mensuel minimal de chaque année civile de période de retour 2 ans).

Les données ont été collectées à partir de deux sources d’information :

- **Catalogues de débits classés de la DREAL Lorraine ;**
- **Systeme d’information de l’eau Rhin Meuse** (SIERM, Agence de l’Eau Rhin-Meuse).

Les valeurs sont présentées dans le synoptique des cours d’eau ci-après.



Périmètre du Piémont de Barr - Modélisation des réseaux d'assainissement et étude d'impact par temps de pluie sur le milieu naturel  
Phase 3 : Modélisation et impact  
Débits retenus des cours d'eau pour le modèle qualité

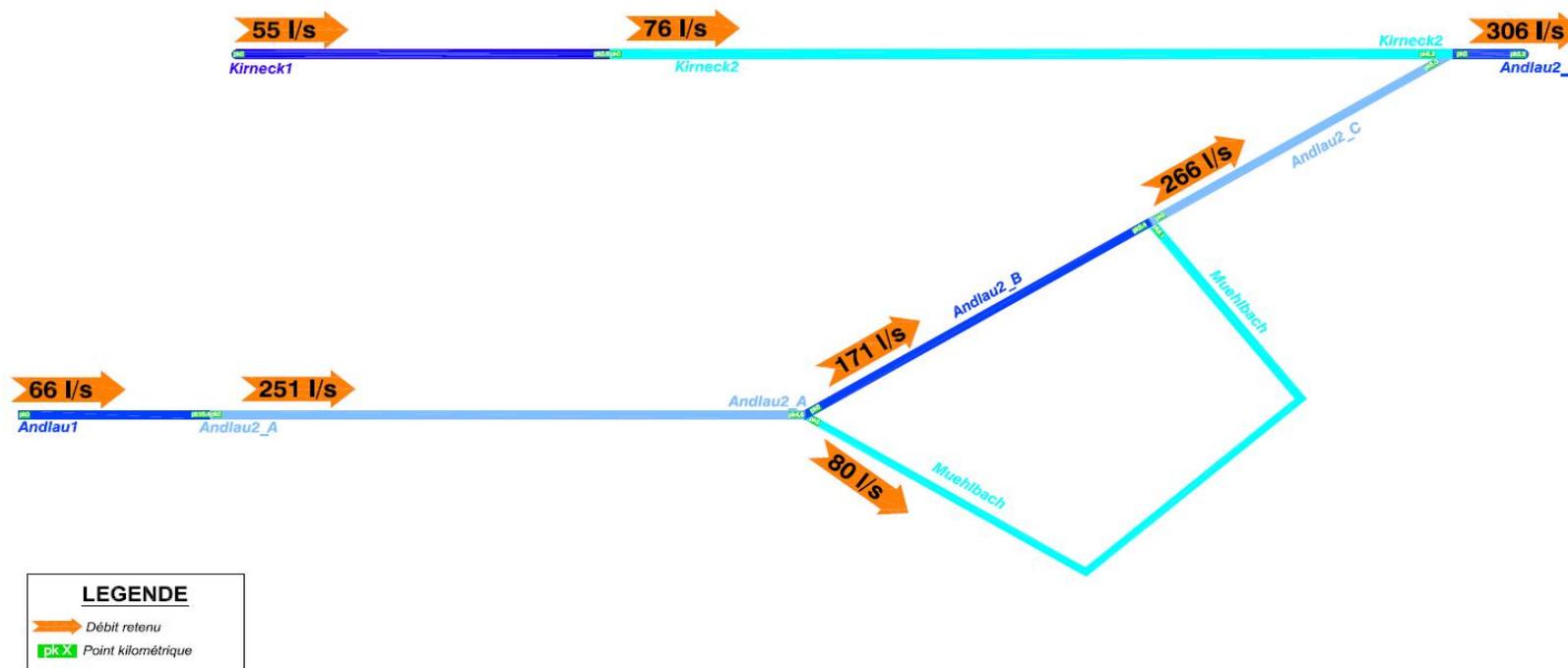


Figure 2-5 : Débits retenus des cours d'eau pour le modèle qualité



### 2.4.5 CONCENTRATIONS INITIALES DANS LE MILIEU NATUREL

L’objet de cette partie est de déterminer les concentrations initiales dans le milieu naturel, principalement à l’amont de la zone d’étude.

Quatre stations de mesures de la qualité des cours d’eau sont présentes actuellement dans la zone d’étude. Il s’agit de deux stations sur la Kirneck : la première est située à Barr et la seconde à Valff. On trouve deux autres stations sur l’Andlau à Andlau et à Zellwiller. La figure ci-dessous présente la position géographique des quatre stations de mesures de qualité des cours d’eau sur la zone d’étude.

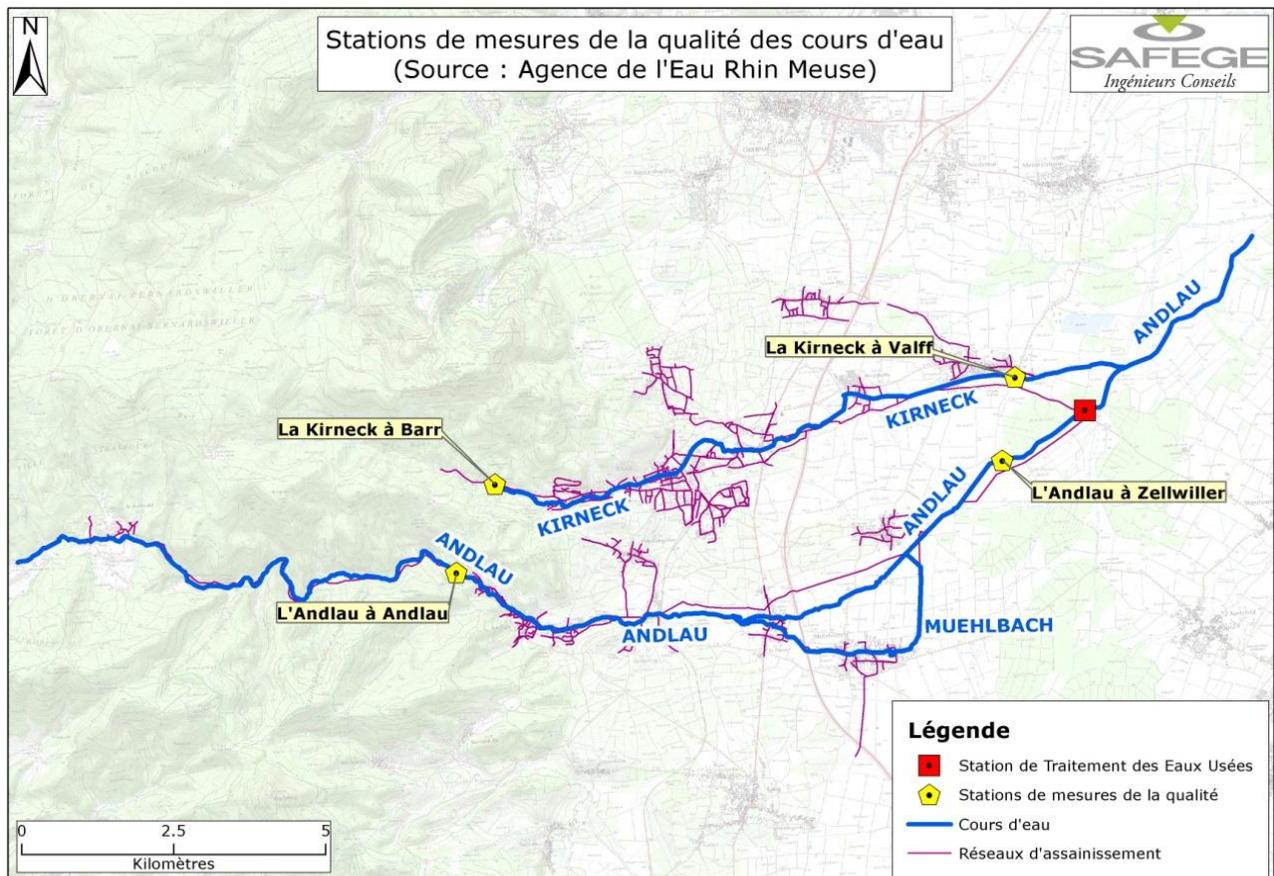


Figure 2-6 : Stations de mesures de la qualité des cours d’eau (Source : AERM)

Le tableau ci-dessous présente plus en détails les caractéristiques de ces quatre stations de mesures de la qualité.

**Tableau 2-4 : Stations de suivi de la qualité des cours d’eau**

Cours d’eau	Kirneck		Andlau	
	Station n°1	Station n°2	Station n°1	Station n°2
<b>Code SANDRE</b>	2028075	2028100	2028000	2028055
<b>Nom de la station</b>	La Kirneck à Barr	La Kirneck à Valff	L’Andlau à Andlau	L’Andlau à Zellwiller
<b>X (Lambert 93)</b>	1026368	1034930	1025734	1034720
<b>Y (Lambert 93)</b>	6821072	6822859	6819590	6821469
<b>Commune</b>	Barr	Valff	Andlau	Zellwiller
<b>Date de mise en service</b>	01/01/2008	01/01/2002	01/01/1971	01/01/2012

L’analyse de l’impact des réseaux d’assainissement sur les milieux naturels s’effectue en renseignant dans le modèle qualité l’état initial des cours d’eau pour les paramètres physico chimiques testés. Ces données ont été récupérées des stations de mesures de la qualité situées à l’amont du système, avant tout rejet. Il s’agit de :

- La Kirneck à Barr,
- L’Andlau à Andlau.

Les données fournies par ces deux stations de mesure de la qualité sur les quatre dernières années ont été analysées. Les tableaux ci-dessous récapitulent les valeurs moyennes des paramètres considérés, par station de mesure de la qualité, sur la période 2010-2013. Pour chaque paramètre, une moyenne interannuelle a été calculée. Cette moyenne a été confrontée par la suite aux seuils de classes de qualité du SEQ-Eau afin de caractériser l’état des masses d’eau.

Tableau 2-5 : Valeurs moyennes des paramètres sur la Kirneck à Barr

Cours d’eau	La Kirneck	Station	La Kirneck à Barr	
Année \ Paramètre	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)
2010	2,49	11,44	0,143	0,24
2011	2,54	9,94	0,021	0,25
2012	2,26	10,67	0,042	0,17
2013	1,94	8,89	0,012	0,17
<b>Moyenne</b>	<b>2,31</b>	<b>10,24</b>	<b>0,055</b>	<b>0,21</b>
<b>Classement SEQ-Eau</b>	<b>Très bon</b>	<b>Très bon</b>	<b>Très bon</b>	<b>Bon</b>

Tableau 2-6 : Valeurs moyennes des paramètres sur l’Andlau à Andlau

Cours d’eau	L’Andlau	Station	L’Andlau à Andlau	
Année \ Paramètre	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)
2010	3,00	12,00	0,000	0,10
2011	3,00	8,25	0,004	0,10
2012	1,44	7,25	0,000	0,06
2013	1,38	9,00	0,004	0,05
<b>Moyenne</b>	<b>2,21</b>	<b>9,13</b>	<b>0,002</b>	<b>0,08</b>
<b>Classement SEQ-Eau</b>	<b>Très bon</b>	<b>Très bon</b>	<b>Très bon</b>	<b>Très bon</b>

Les données présentées ci-dessus ont permis de conclure quant aux valeurs des concentrations initiales des quatre paramètres étudiés.

Tableau 2-7 : Concentrations initiales des cours d’eau

Cours d’eau	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)
<b>Kirneck à Barr</b>	2,31	10,24	0,055	0,21
<b>Andlau à Andlau</b>	2,21	9,13	0,002	0,08

### 2.4.6 VOLUMES REJETES DES RESEAUX

Les volumes rejetés par le réseau d’assainissement vers le milieu récepteur sont récupérés directement des simulations réalisées avec le modèle hydraulique pour les groupes de pluies réelles sélectionnés.

### 2.4.7 CONCENTRATIONS DES REJETS URBAINS

En l’absence des données spécifiques sur la zone d’étude, les concentrations des rejets urbains par temps de pluie ont été définies à partir des valeurs mesurées dans le cadre d’études similaires réalisées par SAFEGE sur d’autres secteurs du Bas Rhin.

Dans ces études, il avait été démontré empiriquement que les concentrations des rejets urbains pouvaient être différenciées selon le critère d’intensité des événements pluvieux. En concertation avec l’Agence de l’Eau Rhin Meuse, il avait été convenu de retenir des valeurs de concentrations différentes en deçà et au dessus du seuil d’intensité de 16 mm/h de la manière suivante.

Tableau 2-8 : Concentrations des rejets d’assainissement

Intensité en mm/h sur 5 minutes	Paramètre	Concentration (mg/l)
Intensité < 16 mm/h	DBO <sub>5</sub>	101
	DCO	391
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	17.5
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	7.9
Intensité > 16 mm/h	DBO <sub>5</sub>	38
	DCO	168
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	10.3
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	2.7

## 2.5 ETAPES DU CALCUL D’IMPACT DES REJETS

A partir des modèles élaborés (hydrologique, hydraulique et qualité) et des hypothèses retenues, le calcul d’impact a été réalisé en deux temps :

#### Etape 1

- Détermination des flux polluants aux points de rejets

#### Etape 2

- Détermination de l’impact des rejets sur le milieu naturel

### **2.5.1 DETERMINATION DES FLUX POLLUANTS AUX POINTS DE REJET**

Les débits de chaque point de rejet pour chaque événement simulé ont été déterminés à l’aide du modèle hydraulique Mike Urban. Les flux polluants ont été calculés par la suite en intégrant les concentrations en polluants selon le critère d’intensité de pluies défini précédemment.

### **2.5.2 DETERMINATION DE L’IMPACT DES REJETS SUR LE MILIEU NATUREL**

À partir du calcul des flux de polluants rejetés et des caractéristiques du milieu naturel, un calcul de l’impact de rejets est réalisé grâce au modèle « qualité ».

Ce modèle permet d’évaluer la dilution des polluants et la propagation des pollutogrammes et hydrogrammes dans le milieu. Au droit d’un rejet, le calcul de dilution permet d’estimer la concentration en aval immédiat du rejet avec l’hypothèse sous-jacente d’une dilution instantanée et un mélange parfait au droit du point de rejet.

La propagation des hydrogrammes et pollutogrammes est traitée avec la méthode de Muskingum qui a pour effet d’écraser et d’allonger les pollutogrammes le long d’un cours d’eau, tout en conservant la masse de polluants. Le phénomène d’autoépuration du milieu n’est pas pris en compte dans le calcul.

La durée de déclassé de chaque bief est calculée et comparée à l’objectif de qualité de l’AERM, pour chaque paramètre de pollution considéré afin de voir si les conditions du respect du « Bon État Écologique » sont atteintes dans le milieu.

## **3 RESULTATS DU CALCUL D’IMPACT**

### **4.1 RESULTATS HYDRAULIQUES**

L’exploitation des résultats de simulation des 5 pluies qualité testées a permis de dresser un bilan global de fonctionnement hydraulique des déversoirs d’orage modélisés et de déterminer le nombre de déversements ainsi que les volumes déversés sur la période sensible.

#### **4.1.1 NOMBRE DE DEVERSEMENTS**

Les résultats des simulations sont présentés dans les figures et les tableaux suivants. Ils portent sur les 68 rejets identifiés du secteur modélisé. Une distinction est faite dans la présentation des résultats entre les pluies faibles (classe de pluie 1, 3, 4 et 5) et la seule pluie forte retenue (classe de pluie 2).

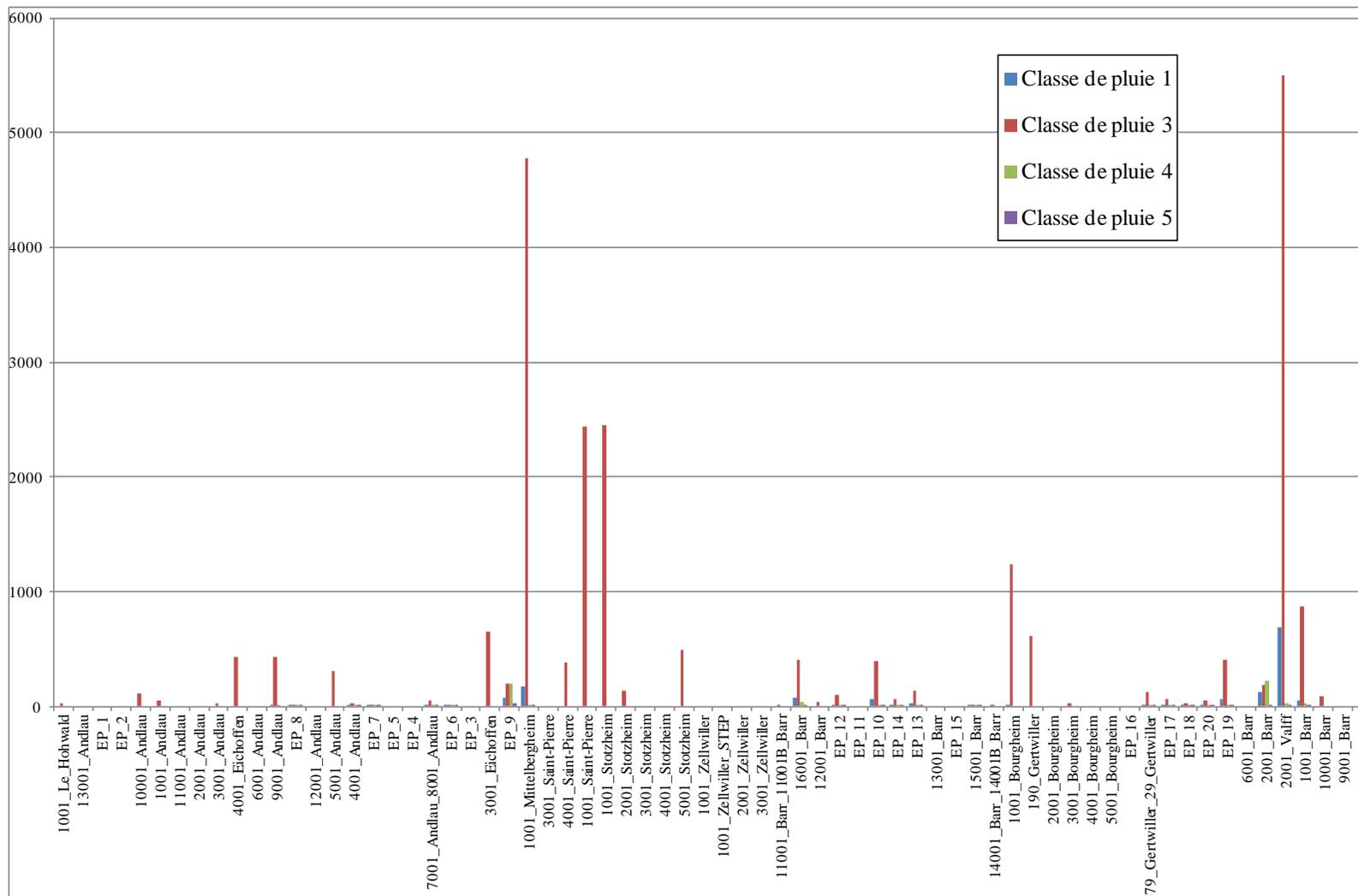


Figure 3-1 : Fonctionnement des rejets pour les pluies faibles (en m³ déversés par pluie et par rejet)



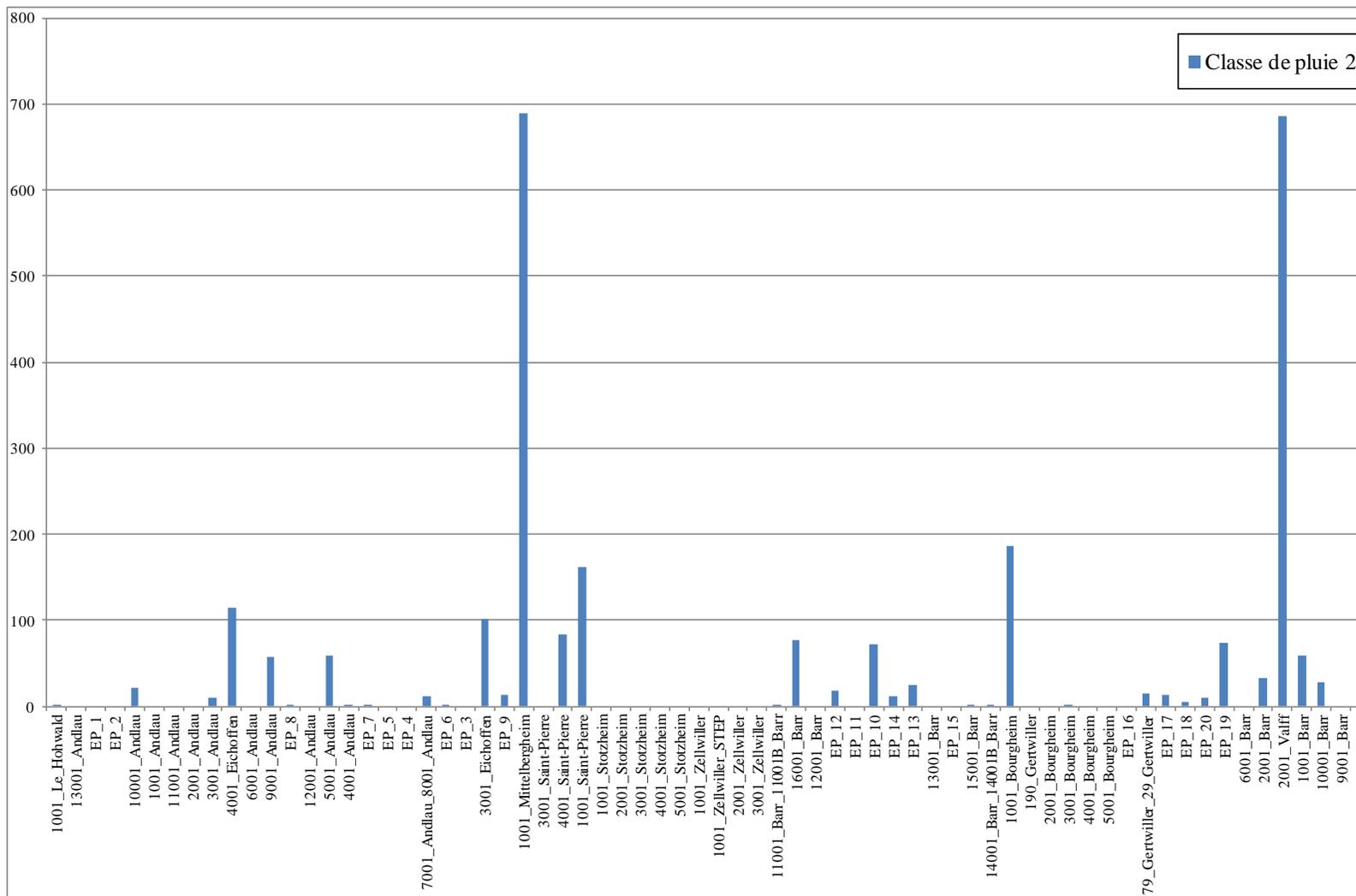


Figure 3-2 : Fonctionnement des rejets pour les pluies fortes (en m³ déversés par pluie et par rejet)



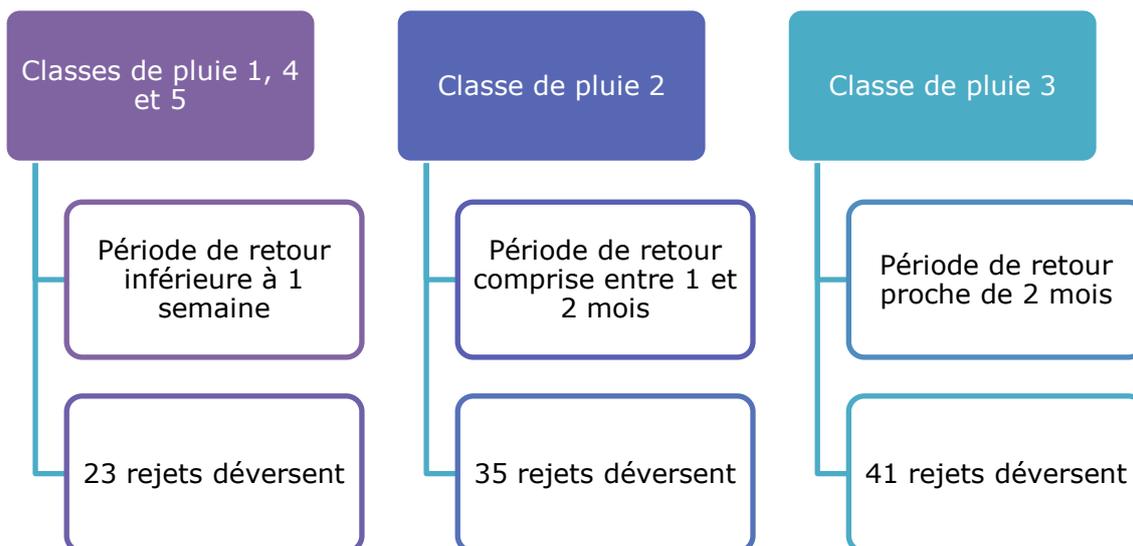
Les deux figures présentées ci-dessus mettent en évidence que sur les 68 rejets modélisés :

27 rejets ne fonctionnent jamais pendant la période sensible pour les événements pluvieux simulés

41 rejets fonctionnent au moins une fois pendant la période sensible pour les événements pluvieux simulés

- Sur ces 41 rejets, 23 fonctionnent pour des pluies de période de retour d'environ 1 semaine
- Sur ces 41 rejets, 35 fonctionnent pour des pluies de période de retour comprise entre 1 et 2 mois
- L'ensemble des 41 rejets déversent dans le milieu naturel à partir d'une pluie de période de retour de 2 mois

La figure suivante récapitule les principaux résultats à retenir en termes de nombre de rejets entrant en fonctionnement durant la période sensible pour les événements pluvieux simulés.



#### 4.1.2 VOLUMES DEVERSES PAR REJET

Le volume total déversé par rejet sur la période sensible est présenté dans la figure ci-dessous et tableau ci-après.

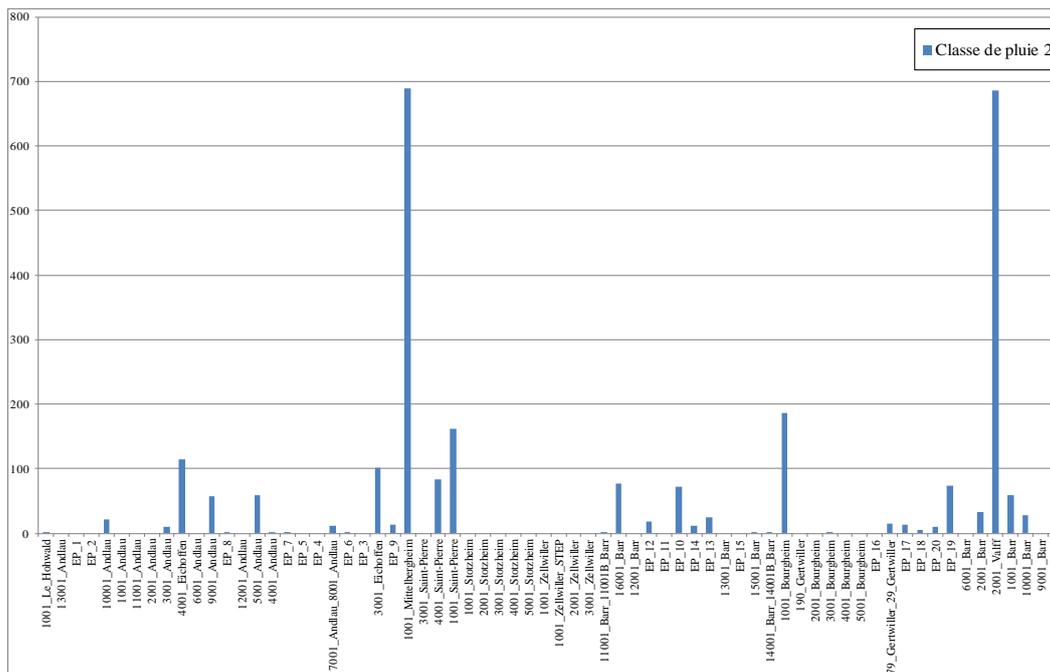
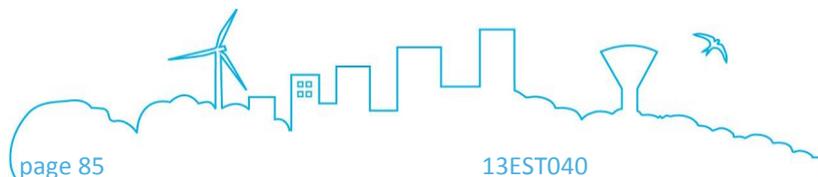


Figure 3-3 : Volumes déversés en m<sup>3</sup> sur la période sensible par rejet

Sur les 68 points de rejet au milieu naturel, seuls 41 rejettent des effluents vers le cours d’eau le plus proche.

A partir des volumes déversés, les rejets ont été classés par ordre décroissant, en excluant les points de rejet qui n’entrent jamais en fonctionnement sur l’ensemble de la période sensible. Le tableau ci-après présente les résultats de ce classement : des rejets déversant le plus à ceux contribuant faiblement au volume total déversé sur la période sensible. Pour chaque rejet, le volume a été exprimé en pourcentage traduisant sa contribution dans le volume total déversé par tous les rejets. Un cumul a été réalisé aussi bien en volume qu’en pourcentage sur l’ensemble du classement. D’après l’analyse, on constate les éléments suivants.

- Le rejet 2001\_Valff est celui qui rejette le plus durant la période sensible avec un volume total d’environ 45 000 m<sup>3</sup>, soit environ 28 % des volumes totaux.
- 7 rejets contribuent à près de 70 % du volume total déversé. Il s’agit des ouvrages suivants : le DO 2001 à Valff, le DO 1001 à Mittelbergheim, le DO 1001 à Saint-Pierre, le DO 1001 à Stotzheim, le DO 1001 à Bourgheim, le DO 1001 à Barr et le DO 2001 à Barr.
- L’analyse permet aussi d’identifier les déversoirs d’orage qui contribuent à plus de 90 % du volume total déversé par le système de collecte des eaux usées sur le périmètre du Piémont de Barr. Ce sont au total 15 déversoirs d’orage qui, cumulés, représentent environ 90 % du volume total déversé, soit environ 145 500 m<sup>3</sup>.



**A noter**

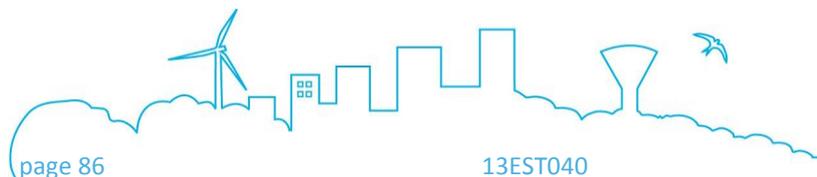
*Ce seuil de 70 % est à retenir vis-à-vis du cadre réglementaire en vigueur et plus particulièrement si on s'intéresse à l'arrêté du 22 juin 2007, relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité. Il fixe les dispositions particulières relatives à la surveillance des systèmes de collecte des agglomérations d'assainissement produisant une charge brute organique supérieure à 120 kg/j de DBO<sub>5</sub>.*

*L'article 18 de l'arrêté du 22 juin 2007 stipule que : « Les déversoirs d'orage et dérivations éventuelles situés sur un tronçon destiné à collecter une charge brute de pollution organique par temps sec supérieure à 120 kg DBO<sub>5</sub>/j et inférieure ou égale à 600 kg DBO<sub>5</sub>/j font l'objet d'une surveillance permettant d'estimer les périodes de déversement et les débits rejetés. Les déversoirs d'orage et dérivations éventuelles situés sur un tronçon destiné à collecter une charge brute de pollution organique par temps sec supérieure à 600 kg DBO<sub>5</sub>/j font l'objet d'une surveillance permettant de mesurer en continu le débit et d'estimer la charge polluante (MES, DCO) déversée par temps de pluie ou par temps sec. »*

*Or le préfet peut remplacer les prescriptions de l'alinéa précédent par le suivi des déversoirs d'orage présentant plus de 70 % des rejets du système de collecte.*

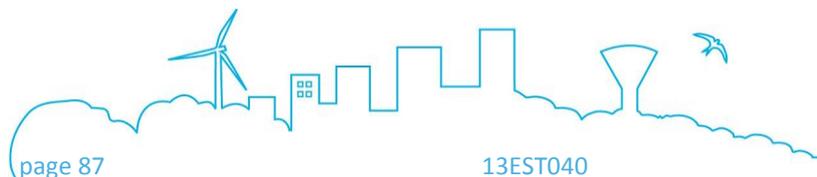
*L'exploitant des réseaux d'assainissement doit donc assurer la surveillance des déversoirs représentant au moins 70 % des rejets dans le milieu récepteur. La modélisation des réseaux d'assainissement et le calcul d'incidence ont permis de hiérarchiser les rejets des déversoirs d'orage et d'établir la liste des ouvrages représentant plus de 70 % des rejets par temps de pluie. Cependant, pour les déversoirs d'orage rejetant dans les milieux naturels les plus sensibles, et situés sur les tronçons destinés à collecter une charge brute de pollution organique par temps sec supérieure à 600 kg de DBO<sub>5</sub>, par jour, l'exploitant devra réaliser des mesures de débit en continu et estimera la charge polluante (MES, DCO) déversée par temps de pluie.*

*L'analyse menée dans le cadre de la présente étude à partir de la modélisation globale réalisée a permis de dresser la liste des déversoirs représentant plus de 70 % des rejets par temps de pluie sur la période sensible étudiée.*



**Tableau 3-1 : Classement des volumes rejetés sur la période sensible**

Cours d'eau	Rejet	Volume total déversé sur la période sensible (m³)	Part du volume total déversé (%)	Volume total déversé cumulé sur la période sensible (m³)	Part cumulée du volume total déversé (%)
Kirneck2	2001_Valff	44 908	27.83%	44908	27.83%
Andlau2_a	1001_Mittelbergheim	31 021	19.22%	75928	47.05%
Muehlbach	1001_Saint-Pierre	12 313	7.63%	88241	54.68%
	1001_Stotzheim	11 026	6.83%	99267	61.51%
Kirneck2	1001_Bourgheim	7 213	4.47%	106480	65.98%
	1001_Barr	5 708	3.54%	112188	69.52%
	2001_Barr	4 801	2.97%	116989	72.49%
Kirneck1	16001_Barr	4 357	2.70%	121346	75.19%
	EP_10	4 054	2.51%	125400	77.70%
Kirneck2	EP_19	3 963	2.46%	129364	80.16%
Andlau2_a	EP_9	3 838	2.38%	133202	82.54%
	3001_Eichoffen	3 787	2.35%	136989	84.88%
	4001_Eichoffen	2 894	1.79%	139883	86.68%
Kirneck2	190_Gertwiller	2 769	1.72%	142652	88.39%
Andlau2_a	9001_Andlau	2 711	1.68%	145363	90.07%
Andlau2_b	4001_Saint-Pierre	2 428	1.50%	147791	91.58%
Muehlbach	5001_Stotzheim	2 200	1.36%	149991	92.94%
Andlau2_a	5001_Andlau	1 868	1.16%	151859	94.10%
Kirneck1	EP_13	1 393	0.86%	153252	94.96%
Kirneck2	79_Gertwiller_29_Gertwiller	1 151	0.71%	154403	95.67%
Kirneck1	EP_12	1 034	0.64%	155437	96.32%
Andlau2_a	10001_Andlau	699	0.43%	156136	96.75%
Kirneck2	EP_17	694	0.43%	156830	97.18%
	10001_Barr	644	0.40%	157475	97.58%
Muehlbach	2001_Stotzheim	631	0.39%	158105	97.97%
Kirneck1	EP_14	576	0.36%	158682	98.33%
Kirneck2	EP_20	569	0.35%	159251	98.68%
Andlau2_a	7001_Andlau_8001_Andlau	352	0.22%	159603	98.90%
Kirneck2	EP_18	279	0.17%	159883	99.07%
Andlau2_a	1001_Andlau	245	0.15%	160127	99.22%
	3001_Andlau	229	0.14%	160357	99.36%
Kirneck1	12001_Barr	174	0.11%	160530	99.47%
Andlau2_a	4001_Andlau	154	0.10%	160684	99.57%
Kirneck2	3001_Bourgheim	151	0.09%	160836	99.66%
Andlau1	1001_Le_Hohwald	138	0.09%	160974	99.75%
Andlau2_a	EP_7	130	0.08%	161104	99.83%
	EP_8	65	0.04%	161169	99.87%
	EP_6	65	0.04%	161234	99.91%
Kirneck1	15001_Barr	65	0.04%	161298	99.95%
	14001_Barr_14001B_Barr	42	0.03%	161341	99.97%
	11001_Barr_11001B_Barr	42	0.03%	161383	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>161 383</b>	<b>100%</b>		



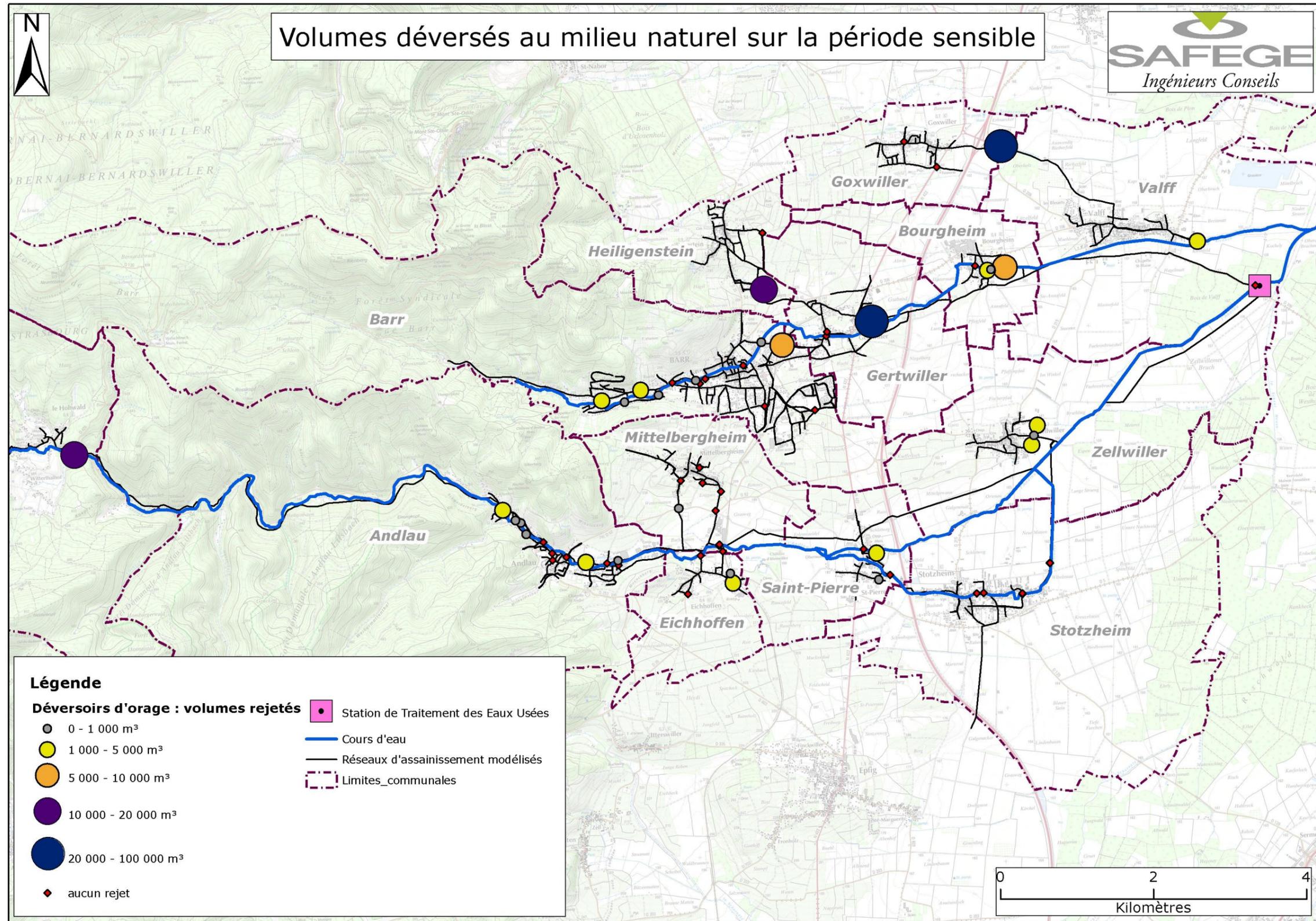


Figure 3-4 : Volumes déversés en m<sup>3</sup> sur la période sensible par rejet

### 4.1.3 VOLUMES REJETES PAR COURS D’EAU SUR LA PERIODE SENSIBLE

Le tableau ci-dessous récapitule par cours d’eau le volume total rejeté sur l’ensemble de la période sensible en considérant les 5 classes de pluie.

D’après ce tableau, il est notable que les rejets des réseaux d’assainissement les plus importants se situent au niveau de la Kirneck2 (tronçon de la Kirneck entre le début de son passage souterrain à Barr jusqu’à sa confluence avec l’Andlau à l’aval de Valff). D’après l’analyse, la Kirneck2 reçoit près de 45 % du total des volumes déversés par les rejets d’assainissement sur la zone d’étude.

L’Andlau 2a (tronçon allant du lieu-dit « Weihergarten, à l’amont d’Andlau, jusqu’à la diffluence située à l’amont de Stotzheim) est le second cours d’eau recevant le plus de volumes déversés par les réseaux d’assainissement, avec un part égale à environ 30 % des volumes totaux.

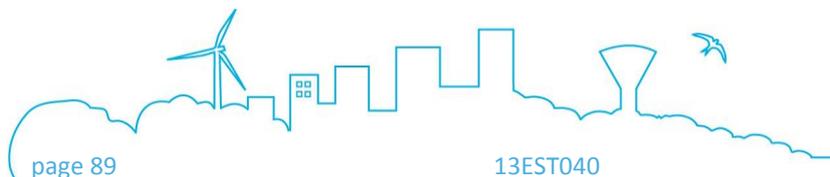
Sur la zone d’étude, trois cours d’eau reçoivent peu, voire aucun volume rejeté de la part des réseaux d’assainissement : il s’agit de l’Andlau2b (tronçon allant de la diffluence entre l’Andlau2a et le Muehlbach à Stotzheim jusqu’à la confluence avec le Muehlbach près de Zellwiller) qui collecte environ 2 % des volumes totaux déversés, et l’Andlau1 et l’Andlau2c qui ne sont pas impactés par des volumes déversés.

Sur l’ensemble de la période sensible, le total des rejets déversés par les réseaux d’assainissement vers les cours d’eau s’élève à environ 161 500 m<sup>3</sup>, sur la zone d’étude.

**Tableau 3-2 : Volumes déversés sur la période sensible par cours d’eau**

Cours d'eau	Volume total déversé sur la période sensible (m <sup>3</sup> )	Part du volume total déversé (%)
Kirneck2	72 851	45 %
Andlau2a	48 057	30 %
Muehlbach	26 170	16 %
Kirneck1	11 738	7 %
Andlau2b	2 428	2 %
Andlau1	138	0 %
Andlau2c	0	0 %
<b>TOTAL</b>	<b>161 383</b>	<b>100%</b>

La figure ci-dessous donne une autre représentation de la répartition de l’ensemble des volumes rejetés selon les différents cours d’eau de la zone d’étude.



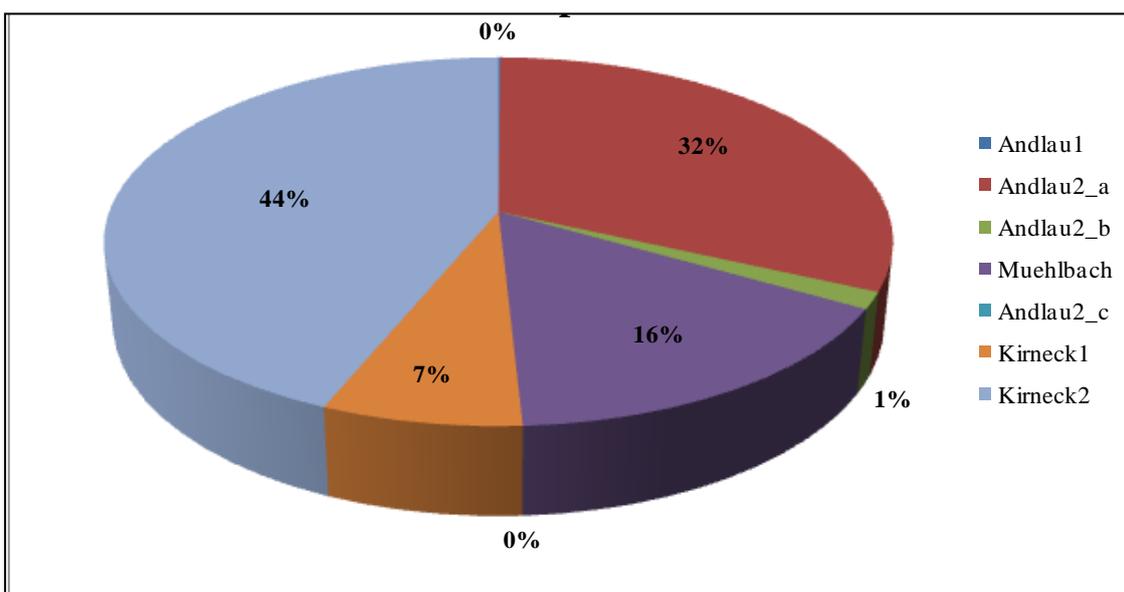


Figure 3-5 : Volumes déversés sur la période sensible par cours d’eau

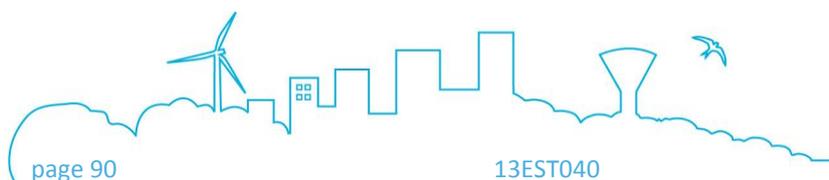
## 4.2 ANALYSE COMPARATIVE DES VOLUMES DEVERSES PAR PLUIE

L’analyse des résultats du calcul d’incidence s’est faite également en comparant les volumes par pluie. Le tableau ci-dessous présente les volumes déversés vers le milieu naturel pour chaque événement pluvieux simulé.

Tableau 3-3 : Volumes déversés par classe de pluie simulée

Pluie Qualité	Fréquence d'apparition annuelle	Volume total déversé sur la période sensible (m <sup>3</sup> )
Classe de pluie 3	5	23 684
Classe de pluie 2	8	2 697
Classe de pluie 1	21	1 591
Classe de pluie 4	1	607
Classe de pluie 5	44	73

D’après les résultats présentés ci-dessus, on observe que l’événement 3 est celui où les volumes déversés par les réseaux d’assainissement sur la zone d’étude sont les plus importants.



## 4.3 EVALUATION DE L’IMPACT DES REJETS SUR LA QUALITE DES MILIEUX RECEPTEURS

### 4.3.1 RESULTATS GENERAUX

Les résultats de l’analyse d’impact des rejets sur la qualité des cours d’eau sont présentés ci-après. Ils présentent les pourcentages de déclassement des cours d’eau pour chacun de trois critères analysés ainsi que les éventuels dépassements des seuils de tolérance admissibles selon la méthode AERM.

Le tableau identifie les dépassements des seuils de tolérance admissibles de la manière suivante :

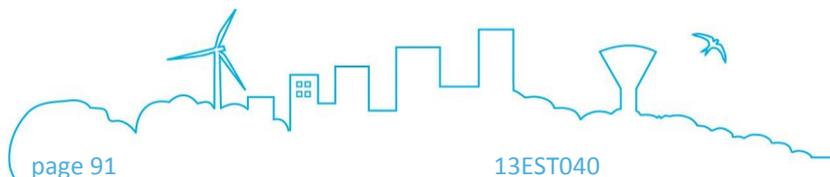
- les déclassements d’une classe supérieurs à 10% sont identifiés en couleur jaune ;
- les déclassements de deux classes supérieurs à 5% sont identifiés en couleur orange ;
- les déclassements de trois classes sont identifiés en couleur rouge.

Tableau 3-4 : Pourcentage de déclassements sur la période sensible

Cours d'eau	DCO			DBO5			NH4+			PO43-		
	%_declass ment_1 sse (%)	%_declass es (%)	%_declass es (%)	%_declass sse (%)	%_declass ses (%)	%_declass ses (%)	%_declass sse (%)	%_declass ses (%)	%_declass ses (%)	%_declass sse (%)	%_declass ses (%)	%_declass ses (%)
andlau1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0
andlau2_a	2.0	1.6	0.9	2.1	1.6	0.6	2.6	1.4	0.7	2.0	1.3	0.6
andlau2_b	2.6	2.0	0.9	3.1	2.1	0.7	3.9	1.9	0.8	2.9	1.6	0.7
muehlbach	4.2	3.1	1.4	4.6	3.2	1.1	6.1	2.7	1.2	4.3	2.3	1.1
andlau2_c	2.1	1.8	1.0	3.1	1.8	0.9	5.4	1.9	0.9	2.6	1.1	0.9
kirneck1	3.2	2.3	0.4	4.1	2.2	0.3	4.8	1.5	0.2	3.9	1.6	0.3
kirneck2	6.8	5.6	4.6	10.2	5.6	4.2	12.6	5.1	4.1	10.1	5.0	4.1
andlau2_d	5.6	5.1	1.6	6.0	5.0	1.2	7.1	4.9	1.1	5.7	4.1	1.2

Le tableau met en évidence les aspects suivants :

- Des déclassements d’une classe dépassant le seuil de tolérance admissible de 10 % seulement pour la Kirneck2.
- Des déclassements de deux classes dépassant le seuil de tolérance admissible de 5 % seulement pour la Kirneck2 et l’Andlau2d.
- Des déclassements de trois classes pour l’ensemble des cours d’eau à l’exception de l’Andlau1.
- Les quatre paramètres analysés provoquent des durées similaires de déclassement.



### 4.3.2 ANALYSE PAR COURS D'EAU

Cette partie comporte une analyse détaillée de chaque cours d'eau déclassé. Elle permet d'identifier au sein d'un cours d'eau les rejets les plus impactants. Cette analyse est réalisée pour l'événement le plus pénalisant, à savoir la pluie critique n°3, qui possède une période de retour de 2 mois (14/08/2010 20h18 au 15/08/2010 3h06).

- **ANDLAU 1**

L'Andlau 1 reçoit les apports de 4 rejets urbains. Parmi eux un apport est plus significatif et contraignant en termes d'impact sur le milieu hydrographique du point de vue de la DCO : il s'agit du rejet 1001 au Hohwald.

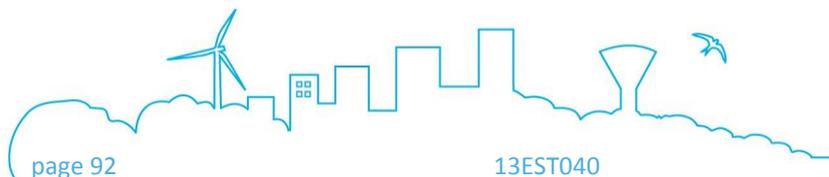
La Figure 3-6 ci-après décrit l'évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans l'Andlau 1 lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l'évolution de la concentration à l'amont de l'Andlau 1 au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l'évolution de la concentration de la DCO à l'extrémité aval de l'Andlau 1.



#### A noter

*Sont représentées les limites des classes de qualité pour le paramètre DCO (cf. chapitre 3.2) sur ce même graphique. La limite entre la classe du bon état et la classe de l'état moyen (seuil à 30 mg/l) est symbolisée par les pointillés horizontaux de couleur verte. La limite entre la classe de l'état moyen et la classe de l'état médiocre (seuil à 40 mg/l) est symbolisée par les pointillés horizontaux de couleur jaune. Enfin la limite entre la classe de l'état médiocre et la classe de l'état mauvais (seuil à 80 mg/l) est symbolisée par les pointillés horizontaux de couleur rouge.*

Au regard de la figure ci-dessous, on note que la concentration à l'amont de l'Andlau 1 est égale à environ 10 mg/l. La figure ci-dessous illustre la forte augmentation de la concentration en DCO à l'aval du rejet 1001 au Hohwald. On constate que la limite entre l'état moyen et l'état médiocre (40 mg/l) est dépassée suite au déversement du rejet 1001 au Hohwald.



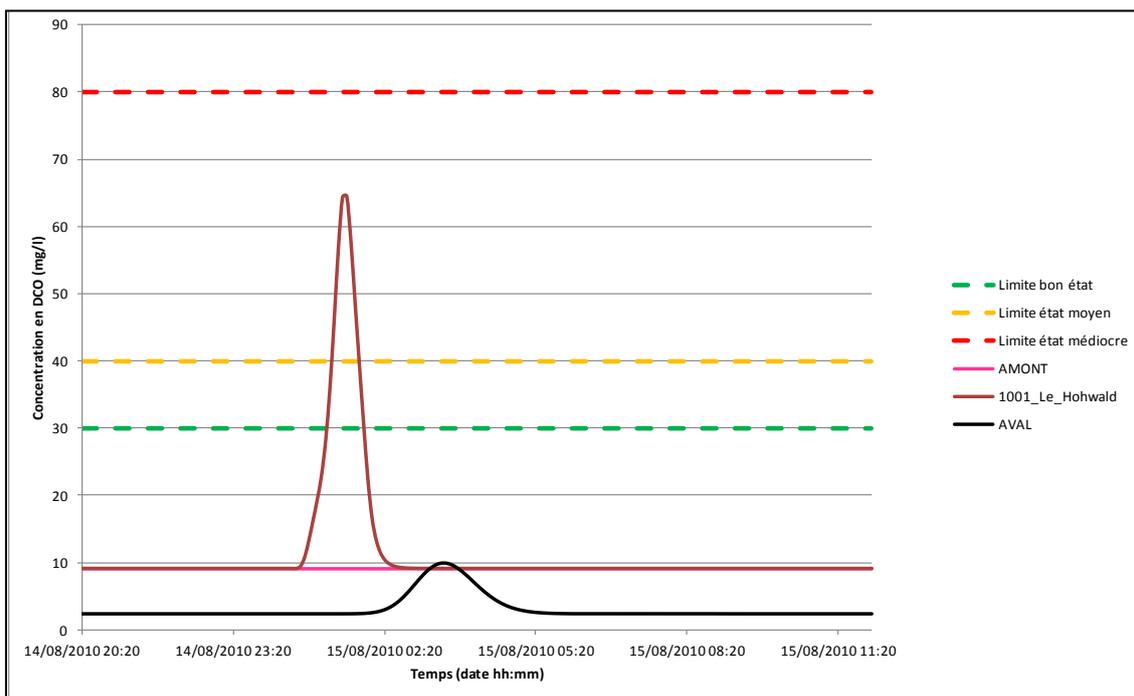


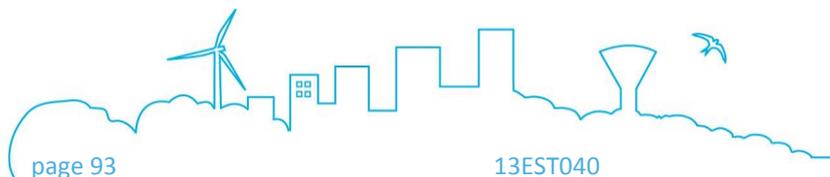
Figure 3-6 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 1 pour la pluie n°3

#### • ANDLAU 2A

Le tronçon Andlau 2A se situe à l’aval du tronçon Andlau 1 présenté ci-dessus. Il reçoit les apports de 21 rejets urbains. Parmi eux, des apports sont plus significatifs et contraignants en termes d’impact sur le milieu hydrographique du point de vue de la DCO. Il s’agit des rejets suivants :

- Le rejet du déversoir d’orage 10001 à Andlau,
- Le rejet du déversoir d’orage 9001 à Andlau,
- Le rejet du déversoir d’orage 5001 à Andlau,
- Le rejet du déversoir d’orage 1001 à Mittelbergheim.

La Figure 3-7 ci-après décrit l’évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans l’Andlau 2A lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l’évolution de la concentration à l’amont de l’Andlau 2A au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l’évolution de la concentration de la DCO à l’extrémité aval de l’Andlau 2A.



Au regard de la figure ci-dessous, on relève les fortes augmentations de la concentration en DCO à l’aval des différents rejets listés précédemment et considérés comme impactants pour l’Andlau 2A. On note ici que l’augmentation de la concentration à l’aval du rejet 1001 à Mittelbergheim est plus prononcée que pour les autres rejets observés. On constate que la concentration maximale dans le milieu est proche de 280 mg/l, ce qui implique l’atteinte de l’état mauvais par le dépassement du seuil inférieur de la classe fixé à 80 mg/l pour le paramètre DCO. Ce seuil de 80 mg/l est dépassé à partir de l’aval du rejet 9001 à Andlau.

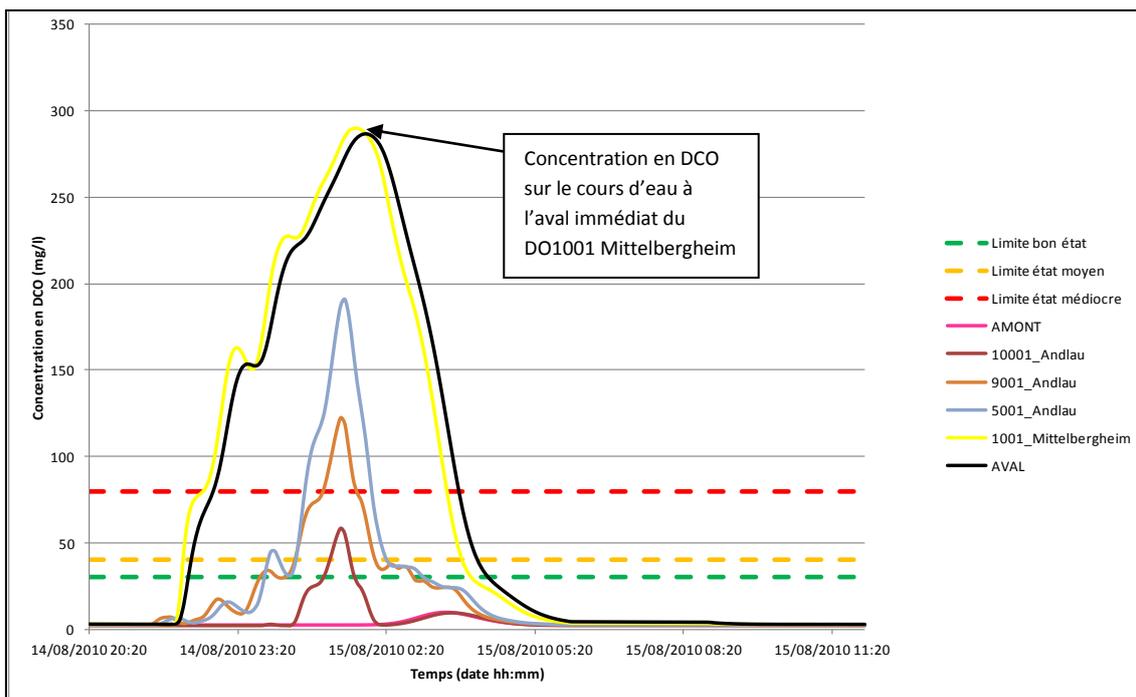


Figure 3-7 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2A pour la pluie n°3

• **ANDLAU 2B**

Le tronçon Andlau 2B se situe à l’aval du tronçon Andlau 2A présenté ci-dessus. Il est issu de la diffluence de l’Andlau 2A avec le Muehlbach de Stotzheim .Il reçoit les apports de 2 rejets urbains (décharges des déversoirs d’orage 3001 et 4001 à Saint-Pierre). La Figure 3-8 ci-dessous décrit l’évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans l’Andlau 2B lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l’évolution de la concentration à l’amont de l’Andlau 2B au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l’évolution de la concentration de la DCO à l’extrémité aval de l’Andlau 2B.

Au regard de la figure ci-dessous, on note que la concentration entre l’amont et l’aval de l’Andlau 2B reste sensiblement la même. Ces concentrations sont fortement impactées par l’état du bief amont (Andlau 2A) : elles demeurent élevées et similaires à celles observées sur le tronçon précédent (atteinte de la classe de

qualité « mauvais état »). Ainsi il semble donc qu’aucun des rejets urbains repérés sur ce tronçon n’aggrave davantage la qualité du milieu récepteur pour le paramètre DCO dans le cas de la pluie critique n°3 sur ce tronçon.

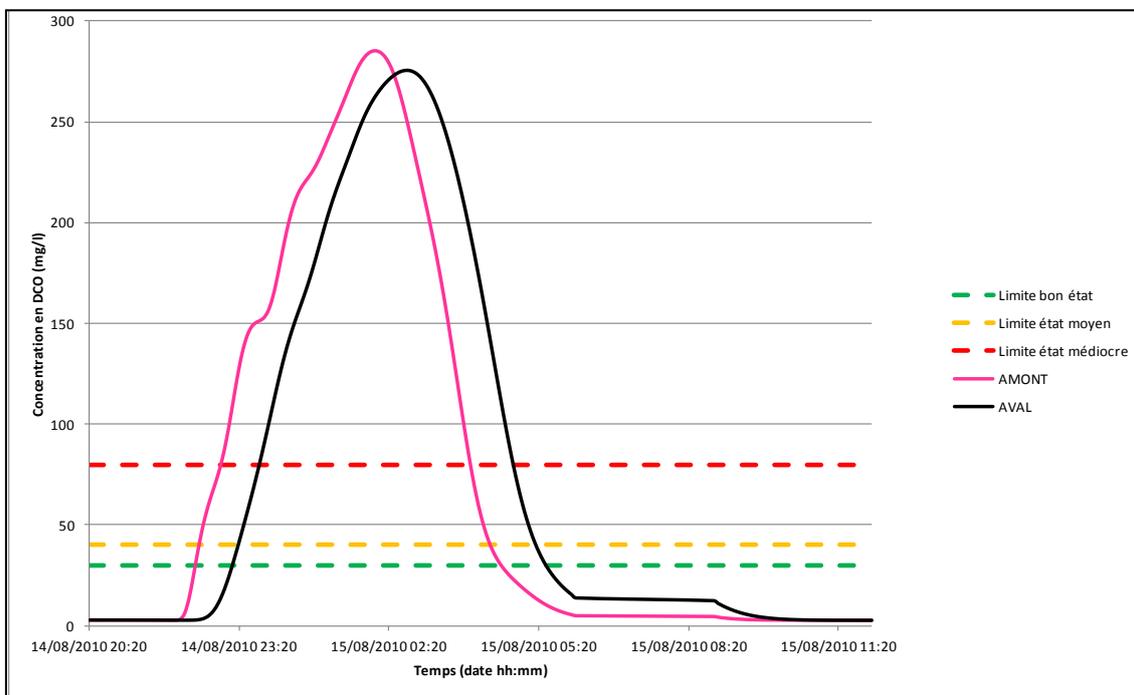
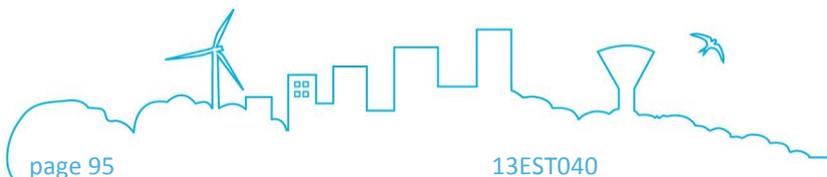


Figure 3-8 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2B pour la pluie n°3

#### • ANDLAU 2C

Le tronçon Andlau 2C se situe à l’aval du tronçon Andlau 2B présenté ci-dessus. Il est issu de la confluence entre l’Andlau 2B et le Muehlbach de Stotzheim. Il reçoit les apports de 4 rejets urbains. La Figure 3-9 ci-dessous décrit l’évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans l’Andlau 2C lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l’évolution de la concentration à l’amont de l’Andlau 2C au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l’évolution de la concentration de la DCO à l’extrémité aval de l’Andlau 2C.

Au regard de la figure ci-dessous, on note que la concentration entre l’amont et l’aval de l’Andlau 2C reste sensiblement la même. Ces concentrations sont fortement impactées par l’état du bief amont (Andlau 2B) : elles demeurent élevées et similaires à celles observées sur le tronçon précédent (atteinte de la classe de qualité « mauvais état »). Ainsi il semble donc qu’aucun des rejets urbains repérés sur ce tronçon n’aggrave davantage la qualité du milieu récepteur pour le paramètre DCO dans le cas de la pluie critique n°3 sur ce tronçon, excepté le rejet de la STEP de Zellwiller qui provoque une augmentation très locale de la DCO.



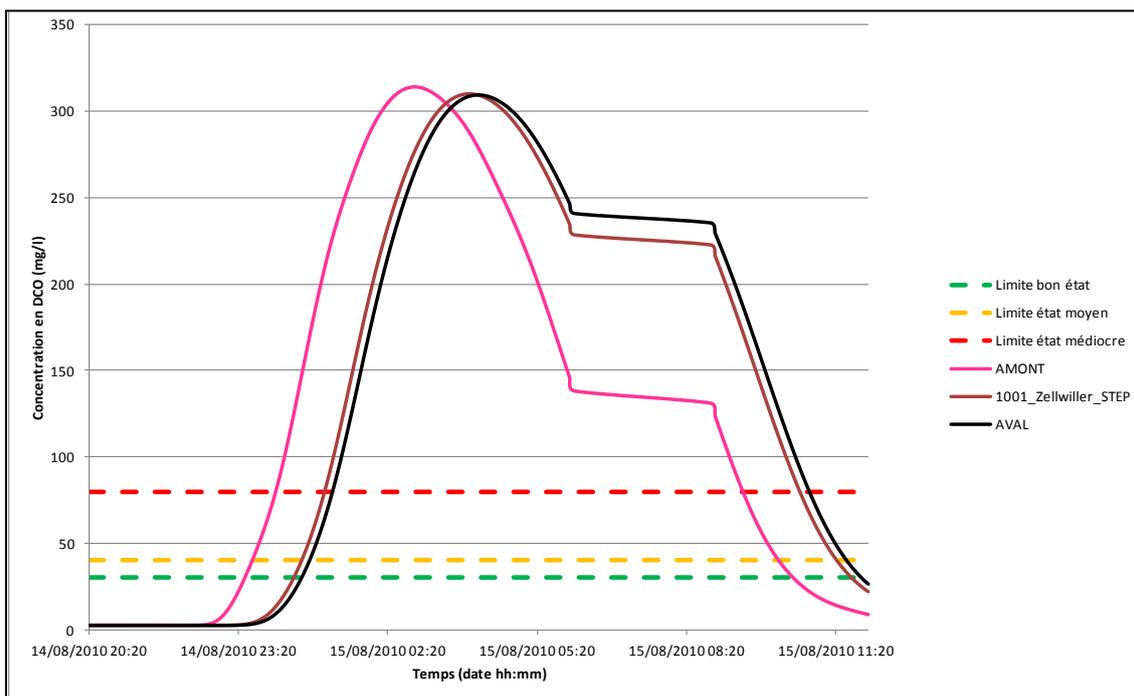


Figure 3-9 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2C pour la pluie n°3

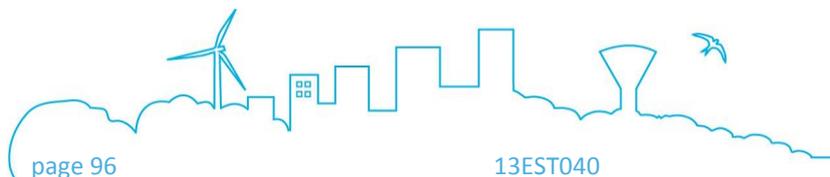
• **MUEHLBACH**

Le Muehlbach de Stotzheim se situe à l’aval du tronçon Andlau 2A présenté précédemment. Il est issu de la diffluence entre l’Andlau 2A avec l’Andlau 2B. Il reçoit les apports de 6 rejets urbains. Parmi eux, des apports sont plus significatifs et contraignants en termes d’impact sur le milieu hydrographique du point de vue de la DCO. Il s’agit des rejets suivants :

- Le rejet du déversoir d’orage 1001 à Saint-Pierre,
- Le rejet du déversoir d’orage 1001 à Stotzheim.

La Figure 3-10 ci-dessous décrit l’évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans le Muehlbach lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l’évolution de la concentration à l’amont du Muehlbach au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l’évolution de la concentration de la DCO à l’extrémité aval du Muehlbach.

Au regard de la figure ci-dessous, on relève les augmentations de la concentration en DCO à l’aval des différents rejets listés précédemment et considérés comme impactants pour le Muehlbach. Néanmoins les valeurs des concentrations en DCO dans ce tronçon sont à relativiser par rapport au bief amont (Andlau 2A). En effet, l’état du bief amont impacte fortement la qualité du Muehlbach.



Les concentrations observées dans le Muehlbach étaient déjà supérieures au seuil de 80 mg/l (atteinte de la classe « état mauvais ») dans l’Andlau 2A. Ainsi les augmentations de concentrations dues aux rejets 1001 à Saint-Pierre et 1001 à Stotzheim doivent être relevées tout en considérant l’état du milieu observé au préalable dans l’Andlau 2A.

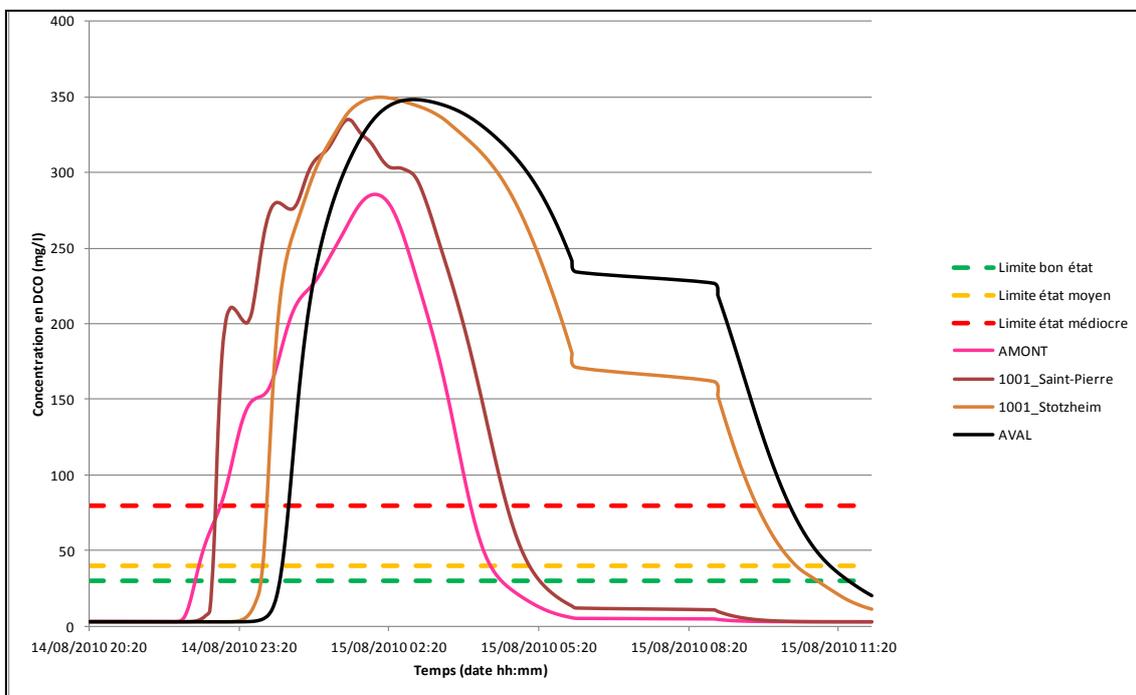


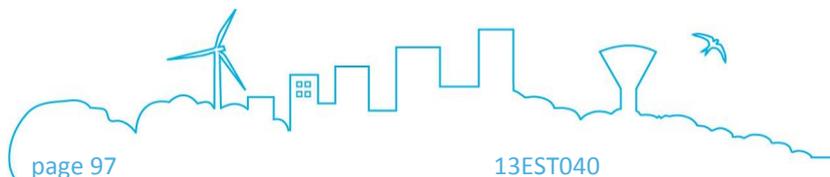
Figure 3-10 : Concentrations en DCO sur le Muehlbach pour la pluie n°3

• **KIRNECK 1**

La Kirneck 1 reçoit les apports de 12 rejets urbains. Parmi eux un apport est plus significatif et contraignant en termes d’impact sur le milieu hydrographique du point de vue de la DCO : il s’agit du rejet 16001 à Barr.

La Figure 3-11 ci-après décrit l’évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans la Kirneck 1 lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l’évolution de la concentration à l’amont de la Kirneck 1 au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l’évolution de la concentration de la DCO à l’extrémité aval de la Kirneck 1.

Au regard de la figure ci-dessous, on note que la concentration à l’amont de la Kirneck 1 est égale à environ 10 mg/l. La figure ci-dessous illustre la forte augmentation de la concentration en DCO à l’aval du rejet 16001 à Barr. On constate que la limite entre l’état médiocre et l’état mauvais (80 mg/l) est dépassée suite au déversement du rejet 16001 à Barr.



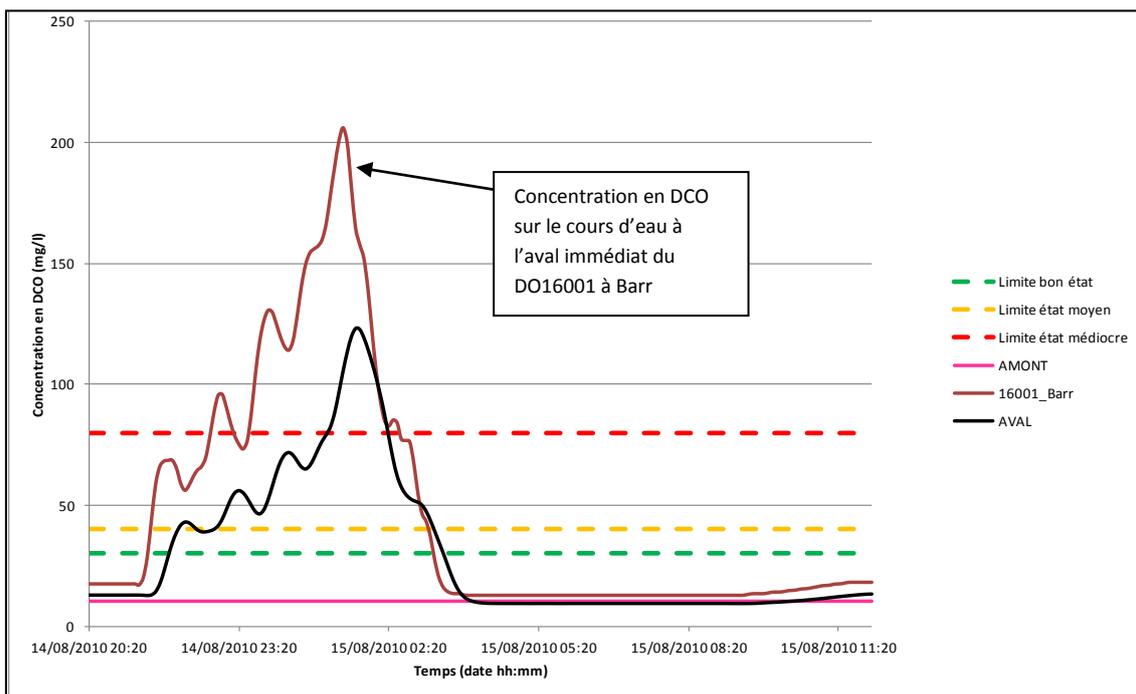


Figure 3-11 : Concentrations en DCO sur la Kirneck 1 pour la pluie n°3

• **KIRNECK 2**

Le tronçon Kirneck 2 se situe à l’aval du tronçon Kirneck 1 présenté ci-dessus et constitue ainsi sa suite hydraulique. Il reçoit les apports de 19 rejets urbains. Parmi eux, des apports sont plus significatifs et contraignants en termes d’impact sur le milieu hydrographique du point de vue de la DCO. Il s’agit des rejets suivants :

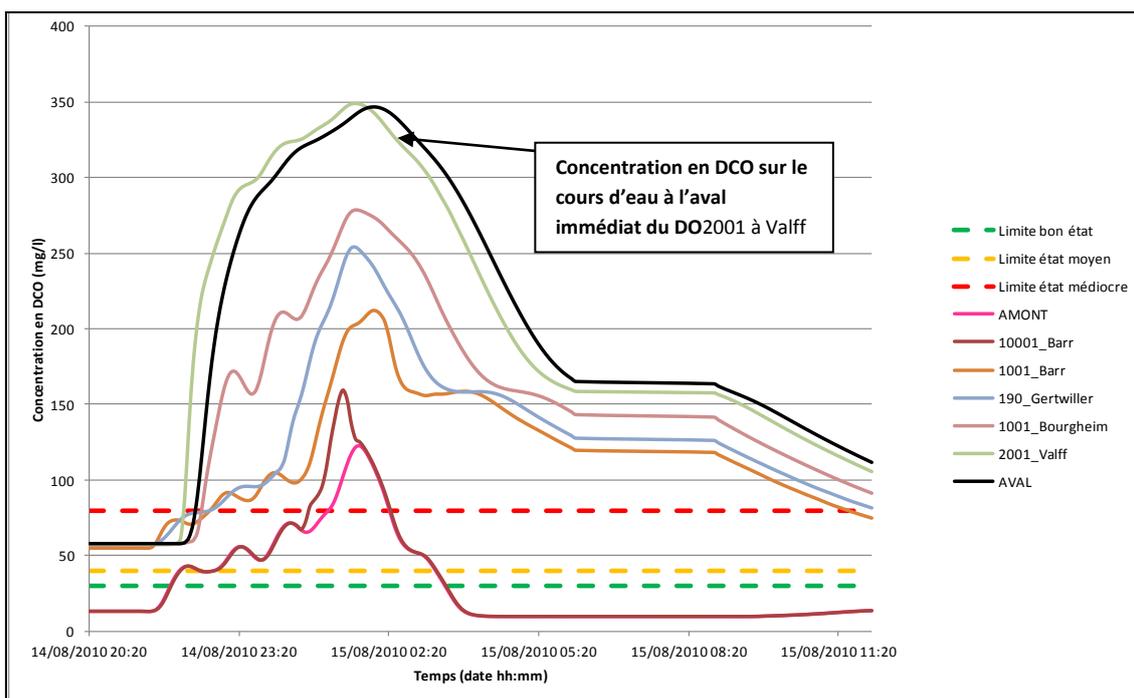
- Le rejet du déversoir d’orage 10001 à Barr,
- Le rejet du déversoir d’orage 1001 à Barr,
- Le rejet du déversoir d’orage 190 à Gertwiller,
- Le rejet du déversoir d’orage 1001 à Bourgheim,
- Le rejet du déversoir d’orage 2001 à Valff.

La Figure 3-12 ci-après décrit l’évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans la Kirneck 2 lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l’évolution de la concentration à l’amont de la Kirneck 2 au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l’évolution de la concentration de la DCO à l’extrémité aval de la Kirneck 2.

Au regard de la figure ci-dessous, on relève les fortes augmentations de la concentration en DCO à l’aval des différents rejets listés précédemment et considérés comme impactants pour la Kirneck 2. On note ici que l’augmentation de la concentration à l’aval du rejet 2001 à Valff est plus prononcée que pour les autres rejets observés.

On constate que la concentration maximale dans le milieu est proche de 350 mg/l, ce qui implique l’atteinte de l’état mauvais par le dépassement du seuil inférieur de la classe fixé à 80 mg/l pour le paramètre DCO. Ce seuil de 80 mg/l est déjà dépassé à l’amont du bief. En effet, les concentrations sont fortement impactées par l’état du bief amont (Kirneck 1) : elles demeurent élevées mais significativement supérieures à celles observées sur le tronçon précédent.

Ainsi la Kirneck 2 est impacté à la fois par l’état physico-chimique du tronçon amont par temps de pluie mais aussi par les rejets urbains qui s’ajoutent et qui viennent dégrader davantage la qualité du milieu.

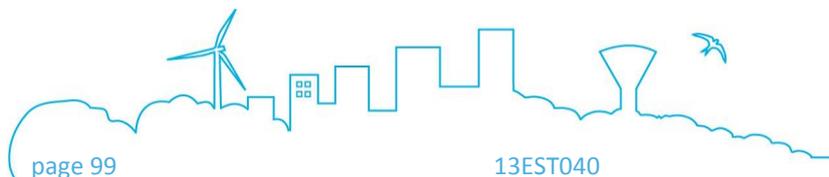


**Figure 3-12 : Concentrations en DCO sur la Kirneck 2 pour la pluie n°3**

- **ANDLAU 2D**

Le tronçon de l’Andlau 2D est issu de la confluence entre la Kirneck 2 et l’Andlau 2C. Il ne reçoit aucun apport de rejets urbains, à la différence des tronçons présentés précédemment.

La Figure 3-13 ci-dessous décrit l’évolution de la concentration en DCO (axe des ordonnées) dans l’Andlau 2D lors de la pluie critique n°3 au cours du temps (axe des abscisses). Sur cette figure, la courbe rose représente l’évolution de la concentration à l’amont de l’Andlau 2D au cours du temps pour la pluie critique n°3. De même, la courbe noire correspond à l’évolution de la concentration de la DCO à l’extrémité aval de l’Andlau 2D.



Au regard de la figure ci-dessous, on note que la concentration entre l’amont et l’aval de l’Andlau 2D reste sensiblement la même. Ces concentrations sont fortement impactées par l’état des biefs amont (Andlau 2C et Kirneck 2). En effet, à l’aval de ces deux biefs, la classe de qualité « mauvais état » est atteinte et se répercute sur la qualité du tronçon Andlau 2D.

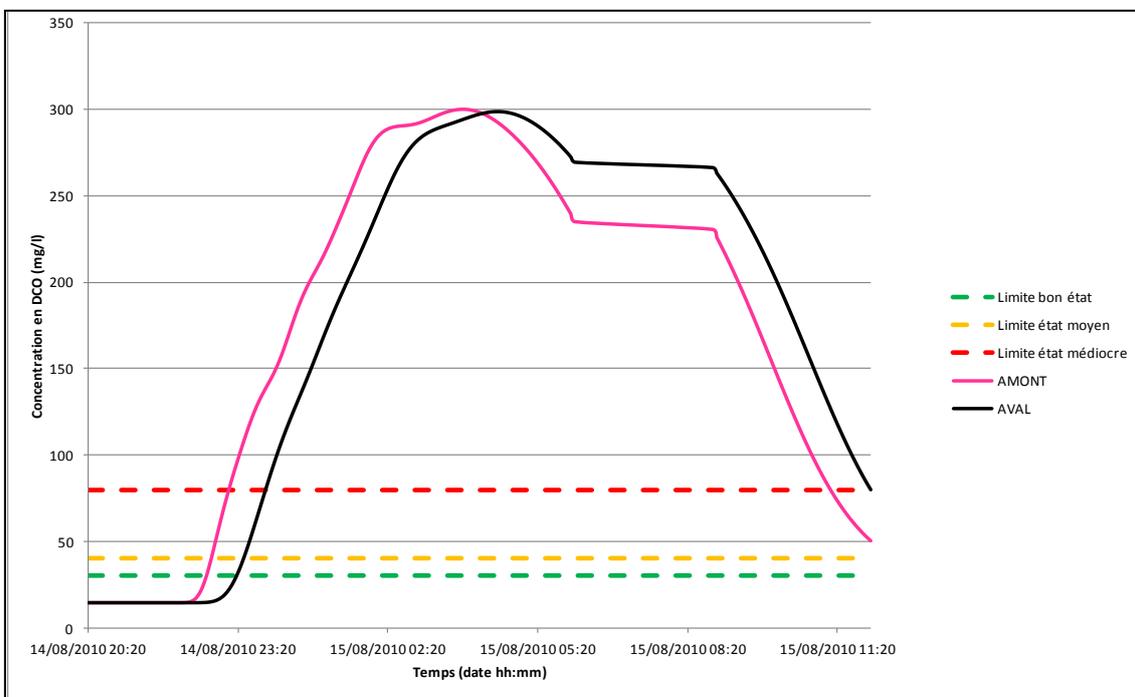
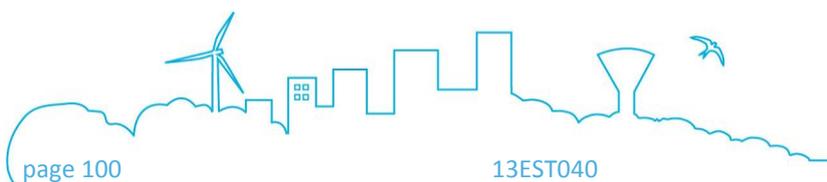
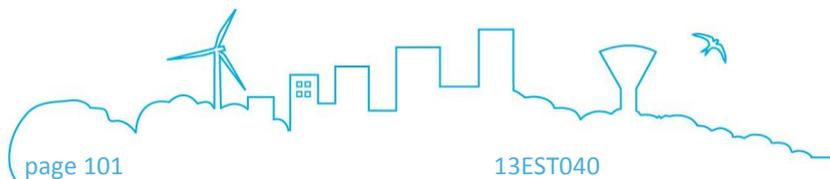


Figure 3-13 : Concentrations en DCO sur l’Andlau 2D pour la pluie n°3



## **PARTIE 5**

### ***Bilan du diagnostic capacitaire et du calcul d’impact des réseaux d’assainissement par temps de pluie sur le milieu naturel***



## 1 CONTENU

Ce rapport technique a synthétisé l’ensemble des résultats de la phase 3 de l’étude des réseaux d’assainissement du Piémont de Bar, et plus particulièrement les étapes de modélisation des réseaux d’assainissement et l’étude de l’impact par temps de pluie sur le milieu naturel.

Ce mémoire a exposé les éléments de construction et de calage du modèle numérique, exploité par la suite dans le diagnostic hydraulique des réseaux d’assainissement par temps de pluie et dans le calcul d’incidence de l’impact des rejets urbains sur les cours d’eau.

Les principaux aspects à retenir de l’analyse réalisée sont présentés ci-dessous.

## 2 DIAGNOSTIC CAPACITAIRE

Les simulations hydrauliques réalisées sous Mike Urban pour la pluie de période de retour 10 ans ont conduit à mettre en évidence des risques de débordements sur les secteurs suivants :

- **Secteur G1 - Gertwiller - Gutbrod** : à l’est de la commune, à proximité du regard 1007, au niveau du passage du collecteur intercommunal sous l’autoroute A35 ;
- **Secteur H1 - Heiligenstein – Remparts** : au niveau de la rue des Remparts.

**Le risque de débordements relevé au niveau de ces deux secteurs avec le modèle hydraulique a été identifié également par l’exploitant des réseaux d’assainissement.**

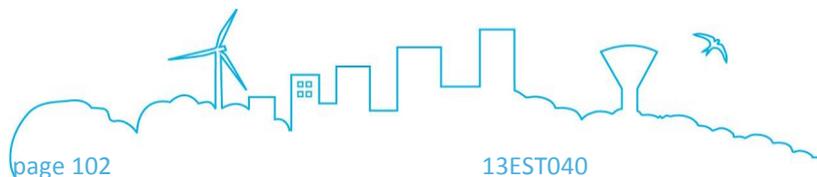
La simulation de la pluie de période de retour 10 ans a conduit à repérer également d’autres secteurs pouvant présenter un risque vis-à-vis de la problématique de débordements. Il s’agit des secteurs suivants :

### 1) Le Hohwald (2 secteurs)

- Collecteur DN 200, entre la rue de la Mairie et la rue Principale, en rive gauche de l’Andlau, allant des regards 1 087 et 1 078.
- Collecteur intercommunal DN 200, au niveau de la limite communale entre Le Hohwald et Andlau, entre les regards 20 186 et 20 185.

### 2) Andlau (6 secteurs)

- Collecteur intercommunal DN 200 venant du Hohwald, à l’aval du village d’Eftermatten, entre les regards 20 139 et 20 126.
- Collecteur intercommunal DN 200 venant du Hohwald, au niveau du lieu-dit Heiligenbaum, entre les regards 20 111 et 20 108.
- Collecteur intercommunal en DN 200 venant du Hohwald, au niveau du lieu-dit Susannenmatten, entre les regards 20 093 et 20 089 ;
- Collecteurs DN 250, entre les regards 5 020 et 5 008 ;



- Collecteurs DN 250, à l’aval du DO 6001 d’Andlau, au niveau de la rue du Général Koenig et la rue des remparts, entre les regards 5 041 et 5 038.
- Collecteurs DN 300, au niveau de la rue des Roses, entre les regards 20 055 et 20 051, à la sortie d’Andlau.

**3) Mittelbergheim (1 secteur)**

- Collecteur intercommunal DN 300, à l’aval du déversoir d’orage 3001 de Mittelbergheim, entre les regards 20 030 et 20 028.

**4) Saint-Pierre (2 secteurs)**

- A l’aval du déversoir d’orage 1001 à Saint-Pierre, au niveau du stockage en ligne en DN 2000, entre les regards 10 011 et 10 009.
- Sur le collecteur intercommunal en DN 250 entre Saint-Pierre et Zellwiller, au niveau des regards 20 002 et 20 001.

**5) Stotzheim (1 secteur)**

- A l’est de la commune, au niveau de la rue du Haut Village, entre les 5 038 et 5 024 du collecteur en DN 500 récupérant les apports de Saint-Pierre.

**6) Barr (3 secteurs)**

- Au sud-ouest de la commune, dans le secteur de la rue de la Binn et de la rue du Pfoeller.
- Au niveau de la route du Hohwald et de la rue de l’Hôpital, sur le collecteur actuellement en DN 1200.
- Au niveau de la rue de la Binn, à l’amont du croisement avec l’Avenue des Vosges, sur le tronçon unitaire des réseaux d’assainissement.

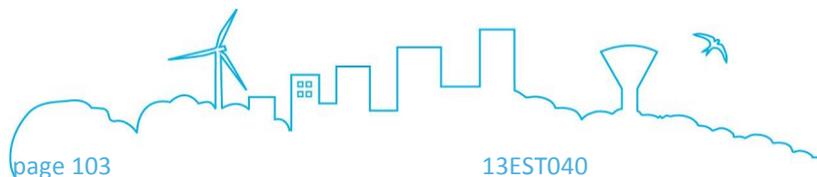
**7) Heiligenstein (1 secteur)**

- Au niveau des tronçons de collecteurs en DN 300, dans le quartier de la rue Simonsbrunnen, entre les regards 2 017 et 2 012.

**8) Zellwiller (1 secteur)**

- A l’aval de Zellwiller, au droit de la vanne de régulation située sur les tronçons de collecteurs en DN 300, dans le quartier de la rue Verte, à proximité du bassin de stockage.

**Ces secteurs ont été identifiés via les simulations numériques. Pour certains d’entre eux, l’exploitant n’a pas constaté des dégâts majeurs. Malgré l’absence des dysfonctionnements répertoriés, il s’agit de secteurs sensibles. Ils devront être surveillés afin d’éviter tout dysfonctionnement hydraulique.**



### 3 ANALYSE D'IMPACT DES REJETS D'ASSAINISSEMENT SUR LE MILIEU NATUREL

Les résultats de l'analyse d'incidence par temps de pluie des différents cours d'eau concernés par l'étude montrent :

- Des déclassements d'une classe dépassant le seuil de tolérance admissible de 10 % seulement pour la Kirneck2.
- Des déclassements de deux classes dépassant le seuil de tolérance admissible de 5 % seulement pour la Kirneck2 et l'Andlau2d.
- Des déclassements de trois classes pour l'ensemble des cours d'eau à l'exception de l'Andlau1.
- Les quatre paramètres analysés provoquent des durées similaires de déclassement.

L'analyse détaillée de l'impact de rejets sur la qualité des cours d'eau réalisée pour l'événement le plus pénalisant, à savoir, la pluie critique n°3 met en évidence les aspects détaillés ci-dessous par masse d'eau.

#### ■ L'Andlau 1

Ce cours d'eau ne présente pas de déclassements au delà des seuils admissibles selon la méthode AERM.

#### ■ L'Andlau 2A

L'Andlau 2A reçoit les apports de 14 rejets unitaires. Parmi eux les apports plus significatifs sont rejetés par les DO10001, 9001 et 5001 à Andlau et notamment le DO 1001 à Mittelbergheim.

#### ■ L'Andlau 2B et 2C

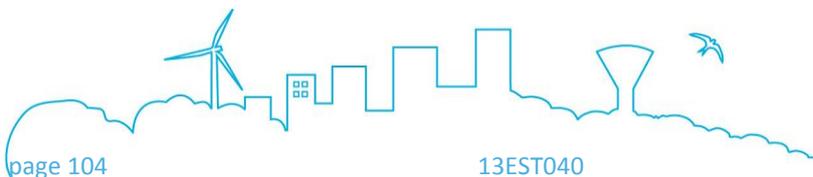
Ces deux tronçons de l'Andlau, situés à l'aval du tronçon précédent, sont fortement impactés par l'état de ce bief amont. Les concentrations restent élevées et similaires aux valeurs de l'Andlau 2a, proches de 300 mg/l en DCO.

#### ■ La Kirneck 1

La Kirneck 1 reçoit les apports de 6 rejets unitaires. Parmi eux, les apports les plus significatifs sont rejetés par le DO 16001 à Barr.

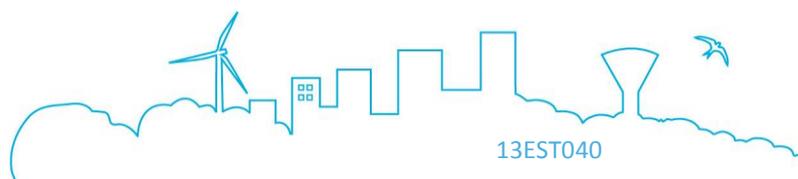
#### ■ La Kirneck 2

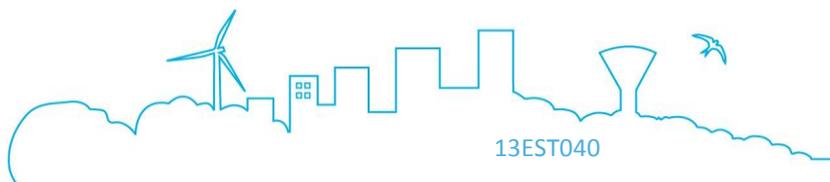
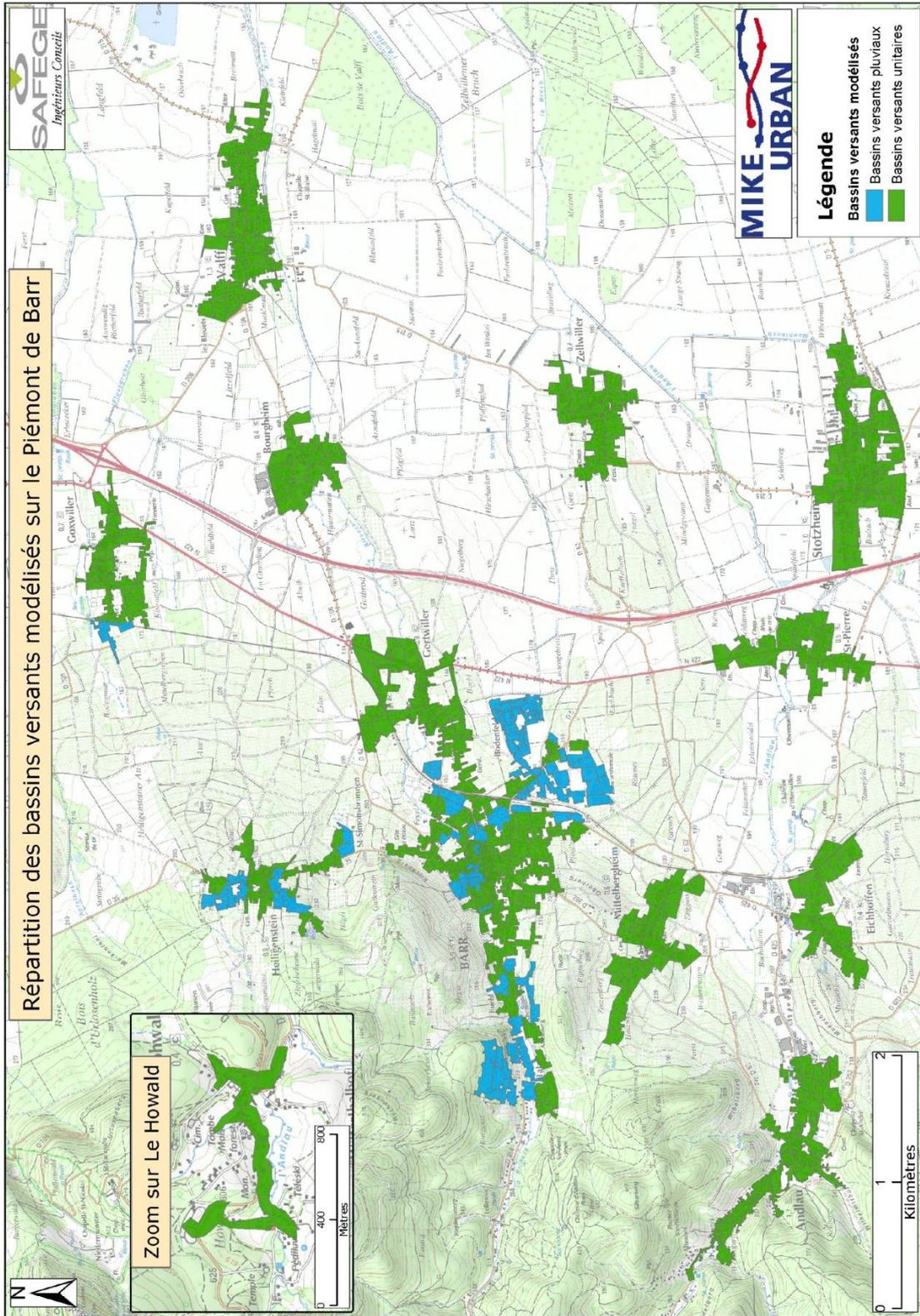
La Kirneck 2 constitue la suite hydraulique du tronçon précédent, il est donc impacté par l'état physico-chimique du tronçon amont par temps de pluie ainsi que par les rejets de 14 déversoirs unitaires.



# ANNEXE 1

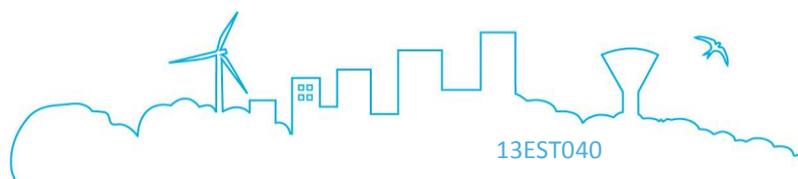
## BASSINS VERSANTS MODELISES





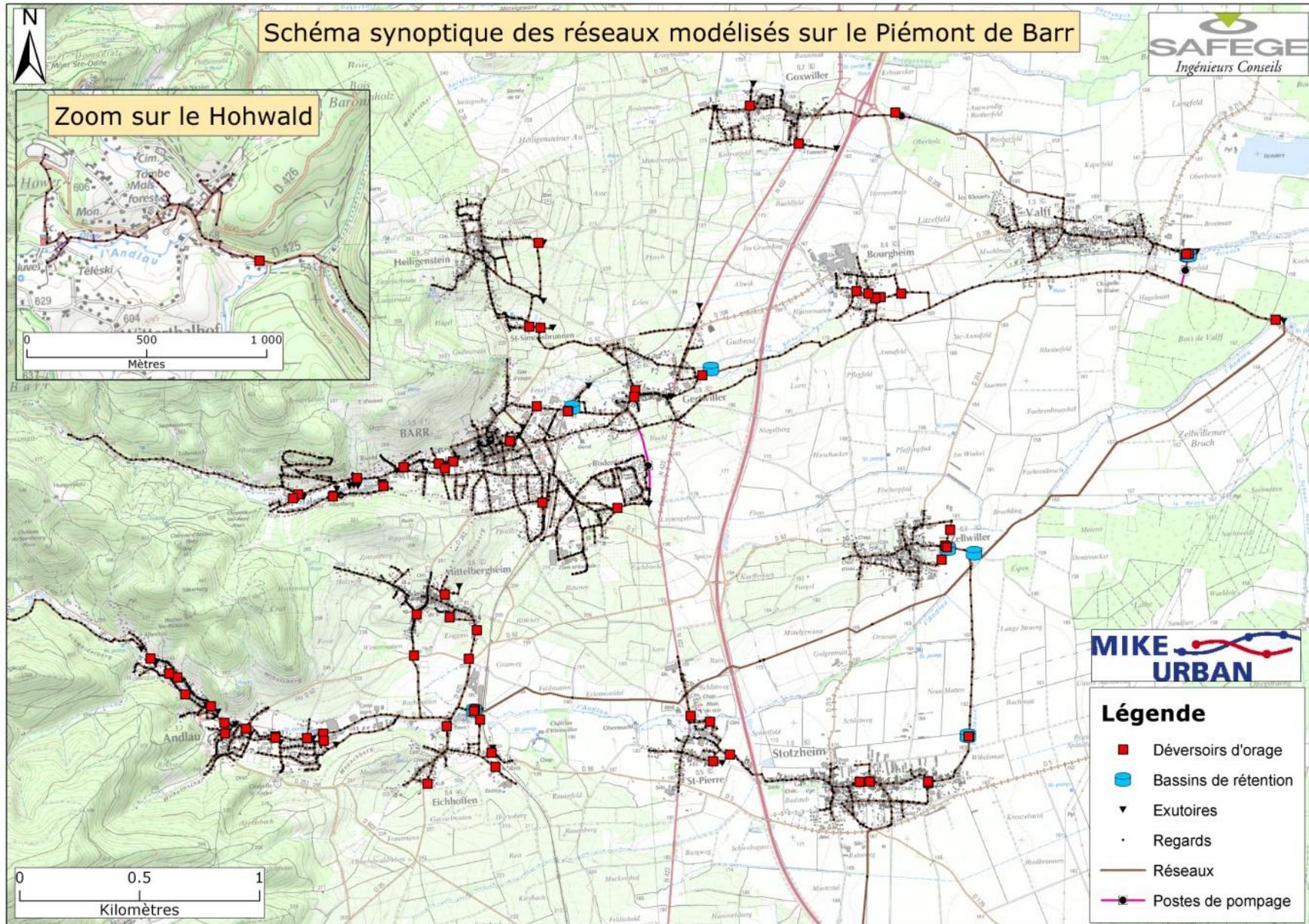
# ANNEXE 2

## SCHEMA SYNOPTIQUE DES RESEAUX MODELISES



# RAPPORT DE PHASE 3

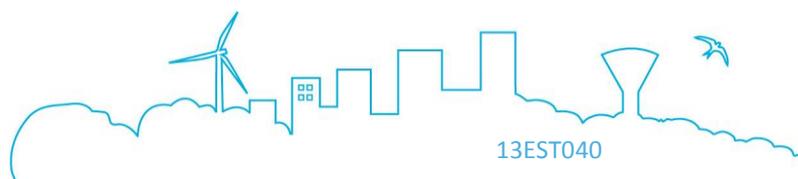
## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel



# ANNEXE 3

## DEVERSOIRS D'ORAGE

### MODELISES



**Figure 3-1 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (1/4)**

Nom sous le modèle Mike Urban	Commune	Cote altimétrique de la lame (m)	Longueur (m)	Exutoire
10001_Andlau	Andlau	235,1	2,1	Andlau
10001_Barr	Barr	208,08	1,99	Kirneck
1001_Andlau	Andlau	212,66	2,4	Andlau
1001_Barr_B	Barr	188,1	2	Bassin d'orage
1001_Bourgheim	Bourgheim	161,83	3	Kirneck
1001_Eichhoffen	Eichhoffen	198,49	1,49	Fossé
1001_Goxwiller	Goxwiller	159,45	4,15	Flussgraben
1001_Heiligenstein	Heiligenstein	207,39	1,8	Fossé
1001_Le Hohwald	Le Hohwald	553,48	0,56	Andlau
1001_Mittelbergheim	Mittelbergheim	195,57	1,5	Andlau
1001_Saint-Pierre	Saint-Pierre	175,05	3,28	Muehlbach
1001_Stotzheim	Stotzheim	162,05	6,5	Muehlbach
1001_Zellwiller	Zellwiller	158,58	8	Andlau
1001_Zellwiller_STEP	Valff	155,82	3	Andlau
11001_Andlau	Andlau	240,595	2,72	Andlau
11001_Barr	Barr	217,72	1,29	Kirneck
11001B_Barr	Barr	217,33	0,64	Kirneck
12001_Andlau	Andlau	242,945	2,16	Andlau
12001_Barr	Barr	225,44	0,94	Kirneck
13001_Andlau	Andlau	250,21	2,99	Andlau
13001_Barr	Barr	232,1	1,36	Kirneck
14001_Barr	Barr	244,51	1,2	Kirneck

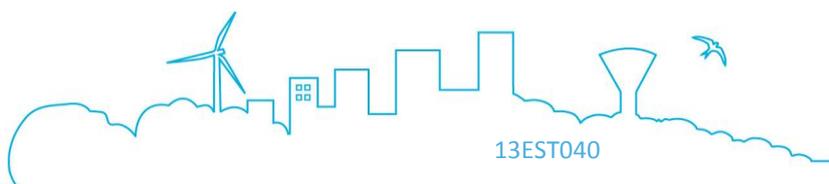
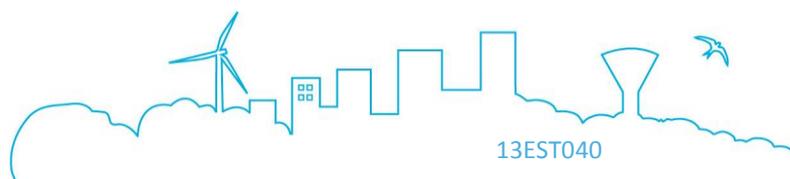


Figure 3-2 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (2/4)

Nom sous le modèle Mike Urban	Commune	Cote altimétrique de la lame (m)	Longueur (m)	Exutoire
14001B_Barr	Barr	244,48	0,63	Kirneck
15001_Barr	Barr	245,03	0,4	Kirneck
16001_Barr	Barr	240,77	1,06	Kirneck
190_Gertwiller	Gertwiller	174,76	5	Kirneck
2001_Andlau	Andlau	213,98	0,5	Andlau
2001_Barr	Barr	194,58	2,45	Kirneck
2001_Bourgheim	Bourgheim	163,15	1	Kirneck
2001_Eichhoffen	Eichhoffen	202,35	1,98	Fossé
2001_Goxwiller	Goxwiller	163,11	4,8	Fossé
2001_Heiligenstein	Heiligenstein	210,99	3,6	Fossé
2001_Mittelbergheim	Mittelbergheim	220,6	10	Fossé
2001_Saint-Pierre	Saint-Pierre	176,105	0,89	Fossé
2001_Stotzheim	Stotzheim	163,81	2,6	Muehlbach
2001_Valff	Valff	155,14	4,75	Kirneck
2001_Zellwiller	Zellwiller	158,93	2,25	Andlau
29_Gertwiller	Gertwiller	179,3	3	Réseau
3001_Andlau	Andlau	217,55	3,12	Andlau
3001_Barr	Barr	184,65	3	Réseau
3001_Bourgheim	Bourgheim	163,08	3,25	Kirneck
3001_Eichhoffen	Eichhoffen	196,29	3,27	Andlau
3001_Goxwiller	Goxwiller	166,89	1,75	Fossé
3001_Mittelbergheim	Mittelbergheim	207,61	3,08	Fossé
3001_Saint-Pierre	Saint-Pierre	176,72	2,15	Andlau



**Figure 3-3 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (3/4)**

Nom sous le modèle Mike Urban	Commune	Cote altimétrique de la lame (m)	Longueur (m)	Exutoire
3001_Stotzheim	Stotzheim	163,74	1,8	Muehlbach
3001_Zellwiller	Zellwiller	158,64	3	Andlau
4001_Andlau	Andlau	212,14	1,65	Andlau
4001_Barr	Barr	201,95	0,96	Réseau
4001_Bourgheim	Bourgheim	163,88	1,43	Kirneck
4001_Eichhoffen	Eichhoffen	198,39	1,99	Andlau
4001_Heiligenstein	Heiligenstein	243,42	2,26	Fossé
4001_Mittelbergheim	Mittelbergheim	222,195	1,97	Fossé
4001_Saint-Pierre	Saint-Pierre	177,05	3,28	Andlau
4001_Stotzheim	Stotzheim	165,53	0,4	Muehlbach
5001_Andlau	Andlau	218,89	4,37	Andlau
5001_Bourgheim	Bourgheim	163,71	4,65	Kirneck
5001_Eichhoffen	Eichhoffen	212,39	2,18	Fossé
5001_Mittelbergheim	Mittelbergheim	206,47	1,98	Fossé
5001_Stotzheim	Stotzheim	166,64	1,6	Muehlbach
6001_Andlau	Andlau	222,54	1,78	Andlau
6001_Barr	Barr	196,36	1,95	Kirneck
6001_Mittelbergheim	Mittelbergheim	200,74	2,17	Fossé
7001_Andlau	Andlau	226,36	4,95	Andlau
7001_Mittelbergheim	Mittelbergheim	233,93	2,5	Fossé
79_Gertwiller	Gertwiller	179,14	4,05	Kirneck
8001_Andlau	Andlau	227,89	3,5	Andlau
8001_Barr	Barr	207,22	1	Kirneck

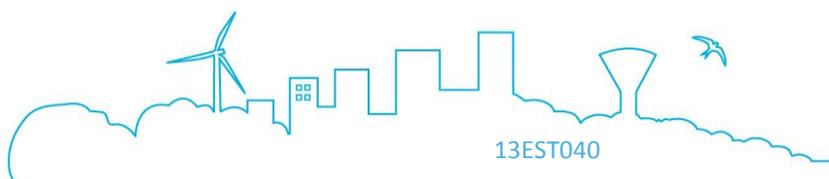
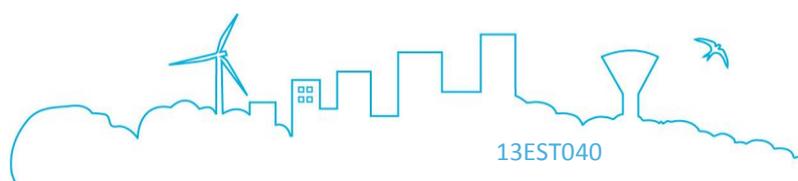


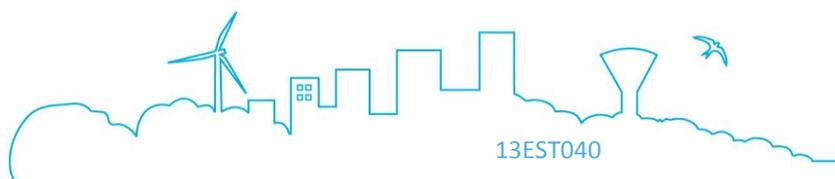
Figure 3-4 : Déversoirs d’orage modélisés sous Mike Urban (4/4)

Nom sous le modèle Mike Urban	Commune	Cote altimétrique de la lame (m)	Longueur (m)	Exutoire
9001_Andlau	Andlau	230,46	4,4	Andlau
9001_Barr	Barr	209,93	0,95	Kirneck
BO_Stotzheim	Stotzheim	161,65	1	Bassin d'orage
Weir_1	Valff	155,34	3	Bassin d'orage
Weir_2	Barr	189,03	3,58	Bassin d'orage
Weir_3	Mittelbergheim	194,665	7	Bassin d'orage
Weir_5	Zellwiller	157,73	1	Bassin d'orage
9001_Barr	Barr	209,93	0,95	Andlau
BO_Stotzheim	Stotzheim	161,65	1	Kirneck
Weir_1	Valff	155,34	3	Bassin d'orage
Weir_2	Barr	189,03	3,58	Bassin d'orage
Weir_3	Mittelbergheim	194,665	7	Bassin d'orage
Weir_5	Zellwiller	157,73	1	Bassin d'orage



# ANNEXE 4

## HYETOGRAMMES DES PLUIES DE CALAGE ET DE VALIDATION



### Pluviomètre du Hohwald : pluies de calage et de validation

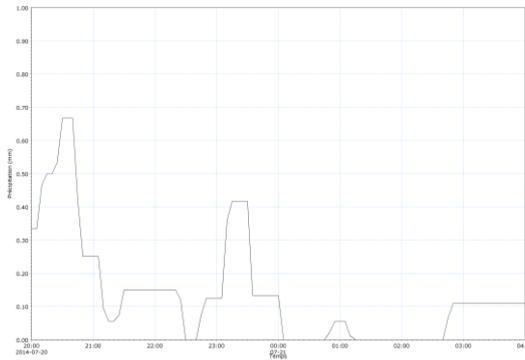


Figure 3-5 : Hyetogramme de la pluie du 20/07/2014 –Hohwald

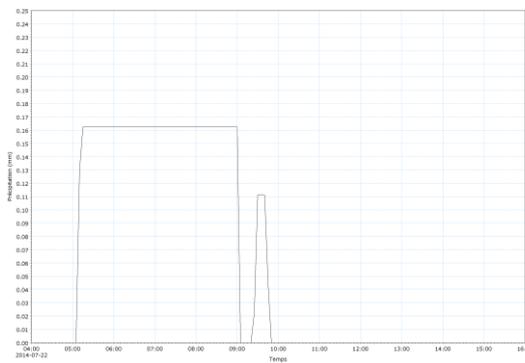


Figure 3-6 : Hyetogramme de la pluie du 22/07/2014 –Hohwald

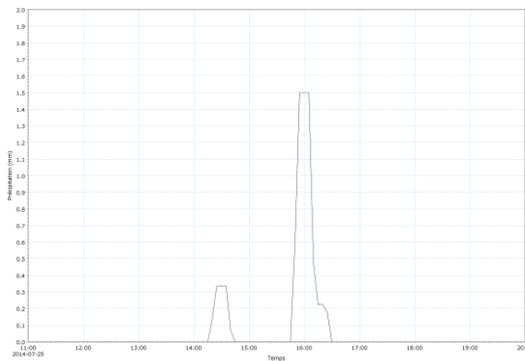
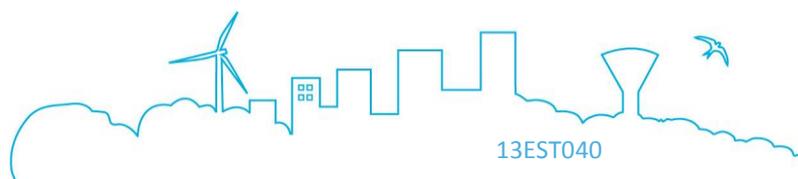
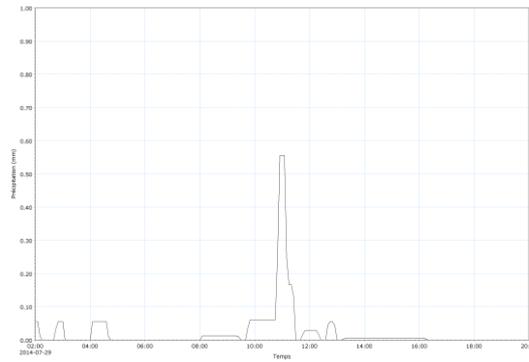
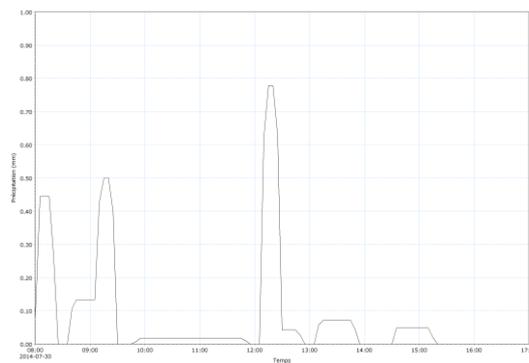


Figure 3-7 : Hyetogramme de la pluie du 25/07/2014 –Hohwald



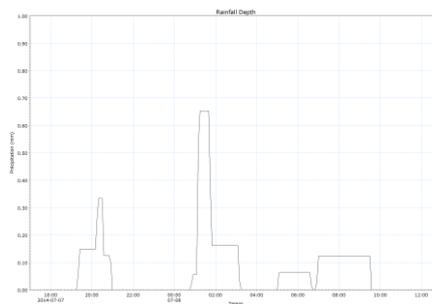


**Figure 3-8 : Hyetogramme de la pluie du 29/07/2014 –Hohwald**

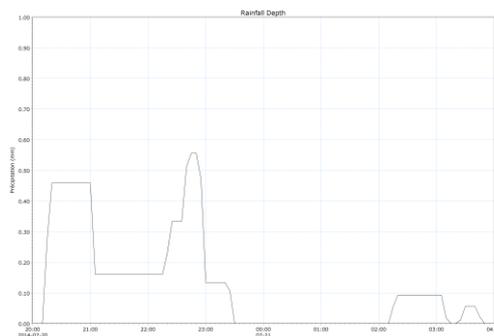


**Figure 3-9 : Hyetogramme de la pluie du 30/07/2014 –Hohwald**

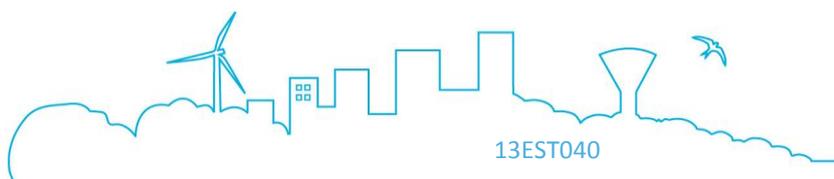
Pluviomètre de Sélestat : pluies de calage et de validation

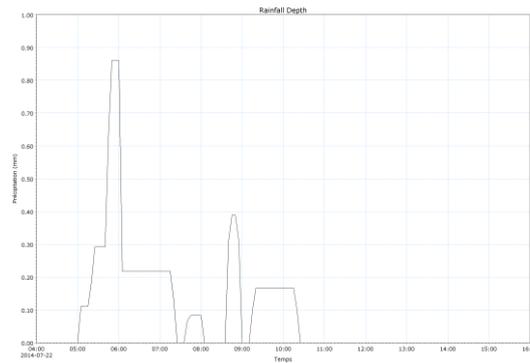


**Figure 3-10 : Hyetogramme de la pluie du 07/07/2014 –Sélestat**

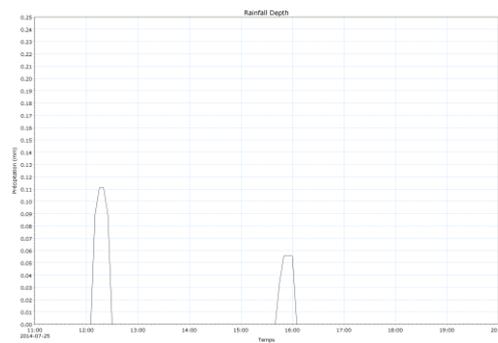


**Figure 3-11 : Hyetogramme de la pluie du 20/07/2014 –Sélestat**

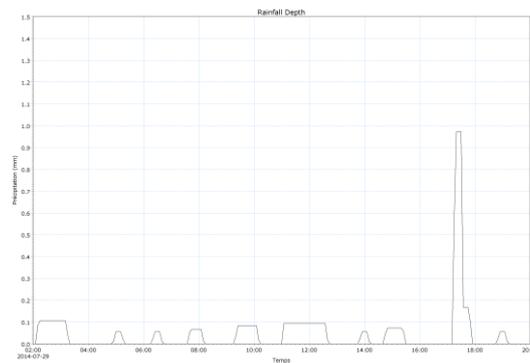




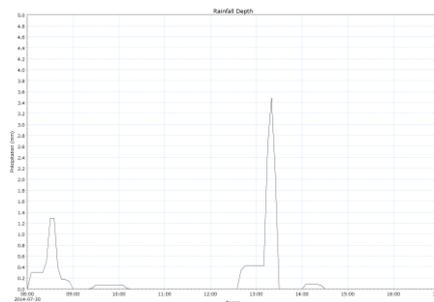
**Figure 3-12 : Hyétoqramme de la pluie du 22/07/2014 –Sélestat**



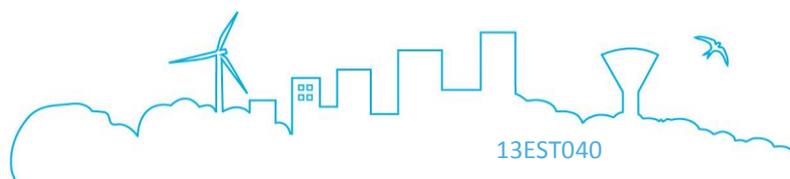
**Figure 3-13 : Hyétoqramme de la pluie du 25/07/2014 –Sélestat**



**Figure 3-14 : Hyétoqramme de la pluie du 29/07/2014 –Sélestat**

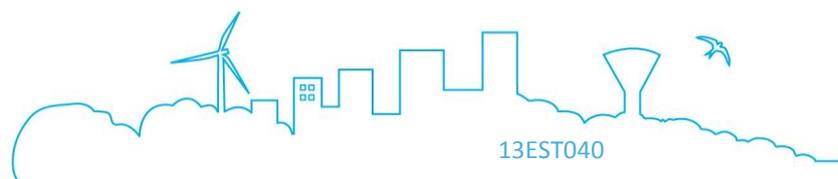


**Figure 3-15 : Hyétoqramme de la pluie du 30/07/2014 –Sélestat**



# ANNEXE 5

## COURBES DE CALAGE DE TEMPS DE PLUIE



Point de mesures Pn1

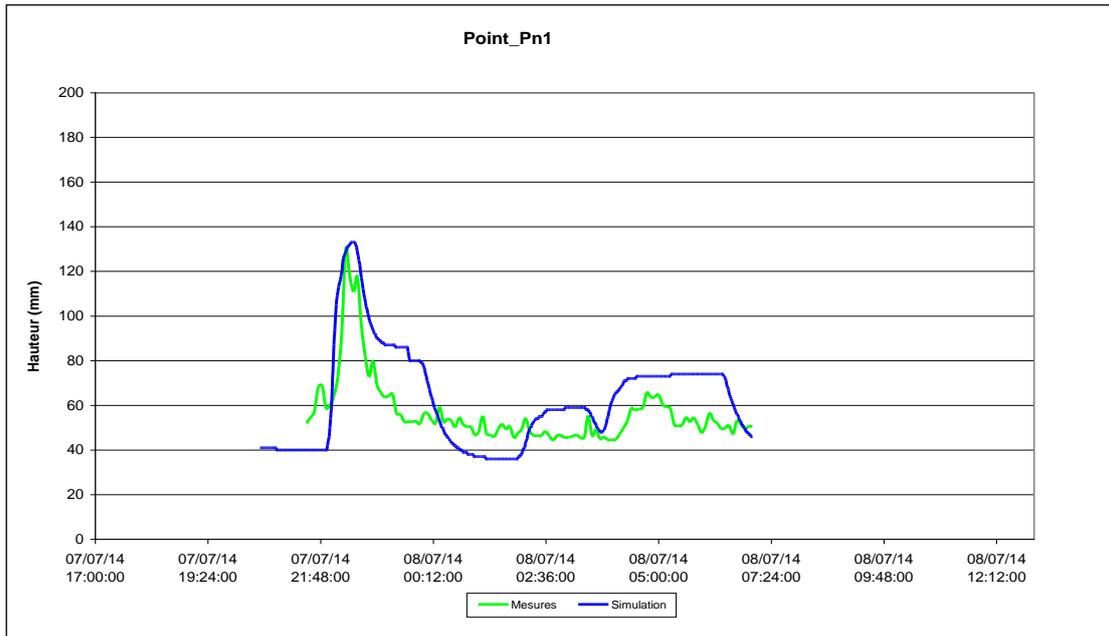


Figure 3-16 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014

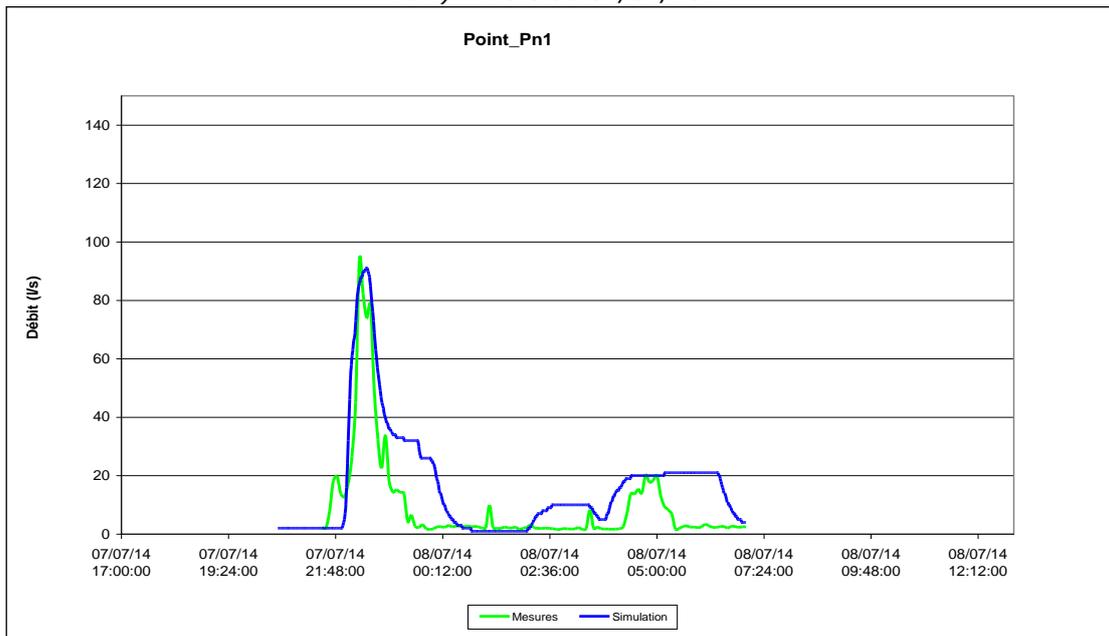
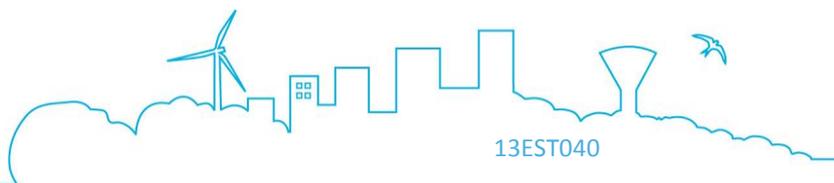


Figure 3-17 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014



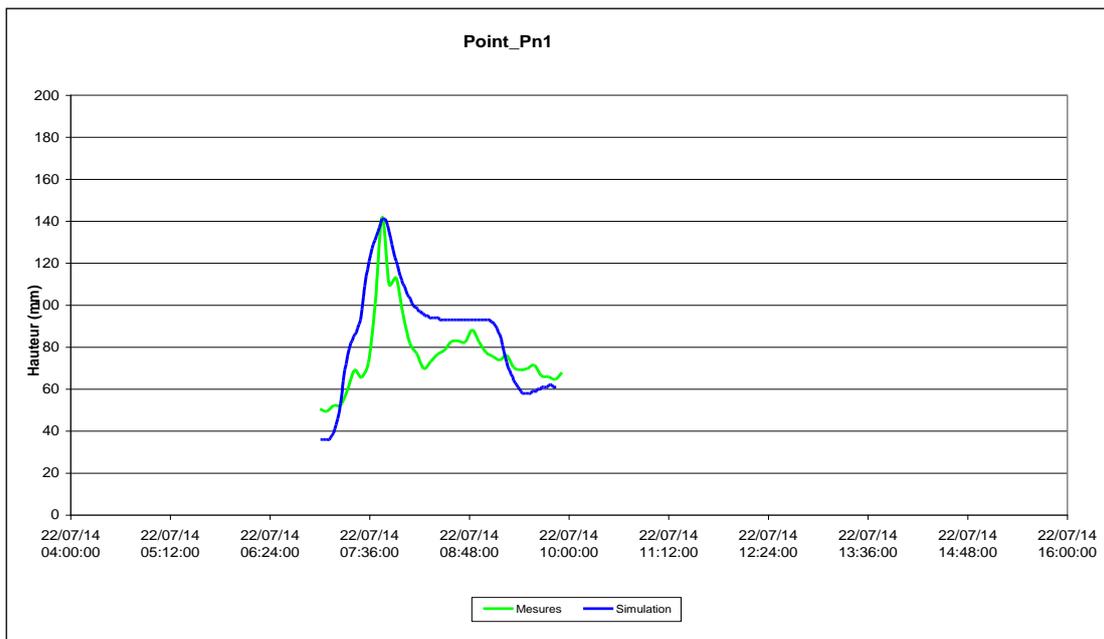


Figure 3-18 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014

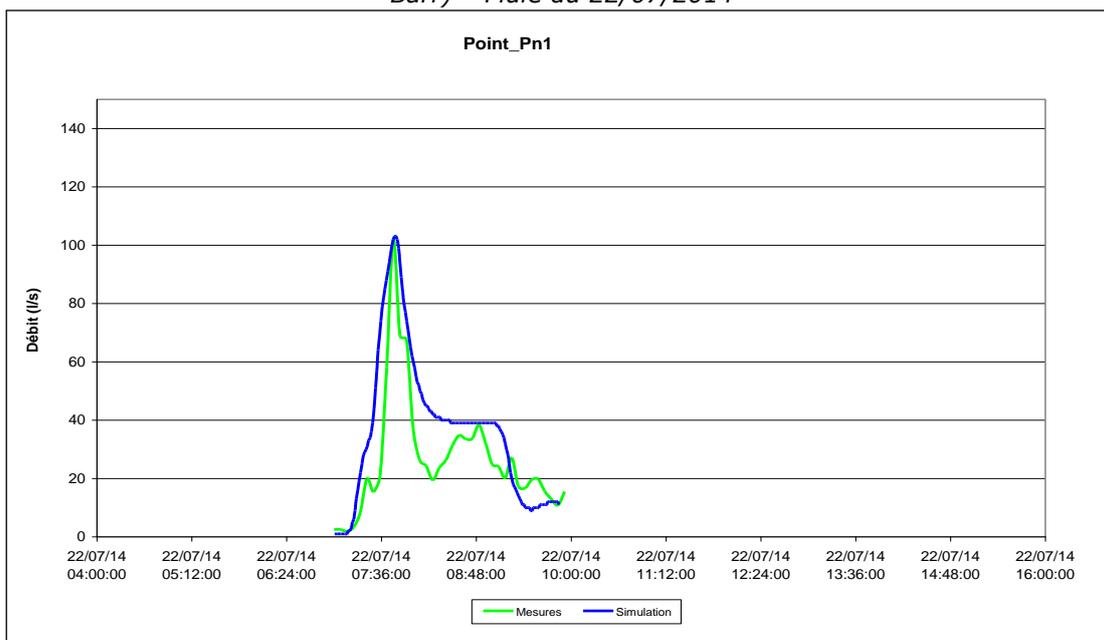
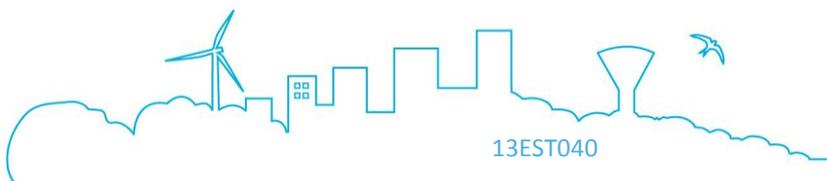


Figure 3-19 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 22/07/2014



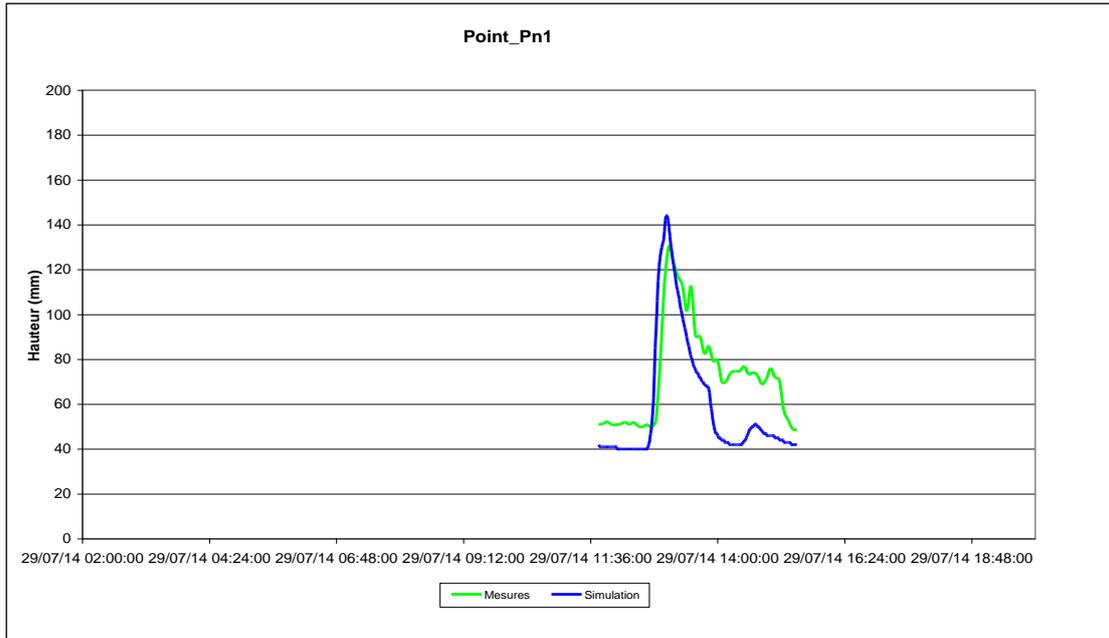


Figure 3-20 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014

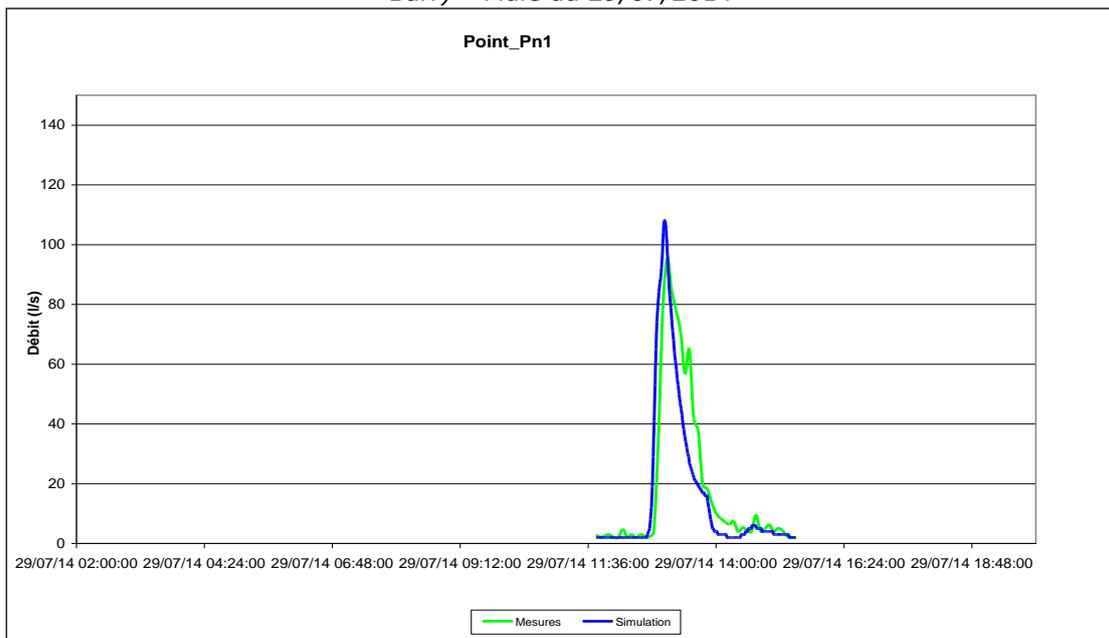
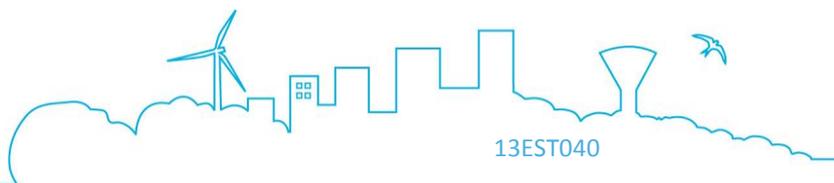


Figure 3-21 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn1 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Pn2



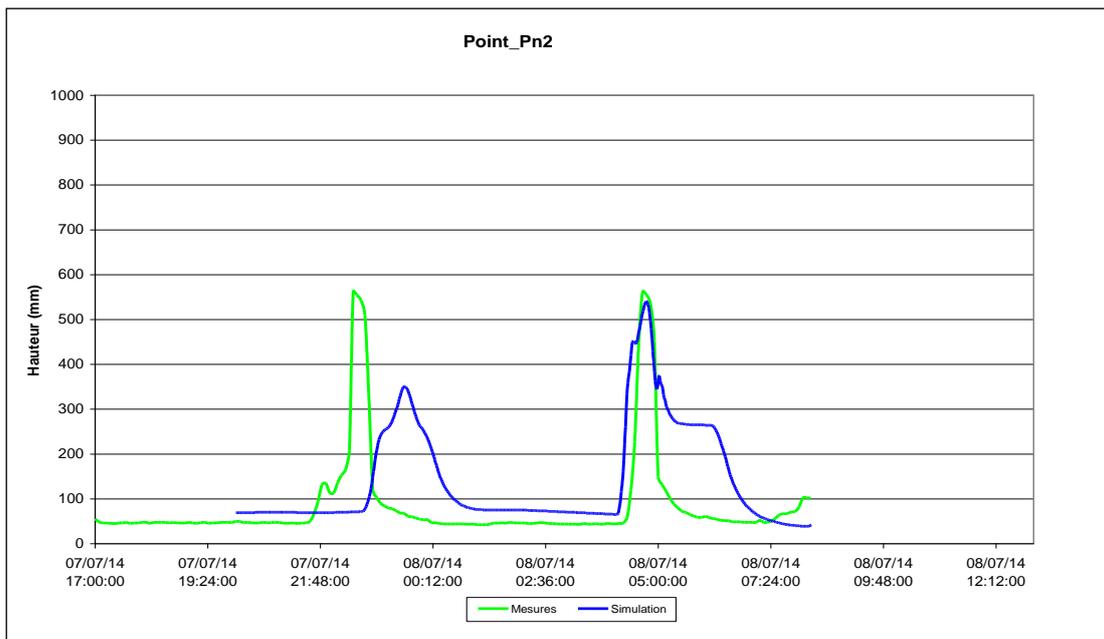


Figure 3-22 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014

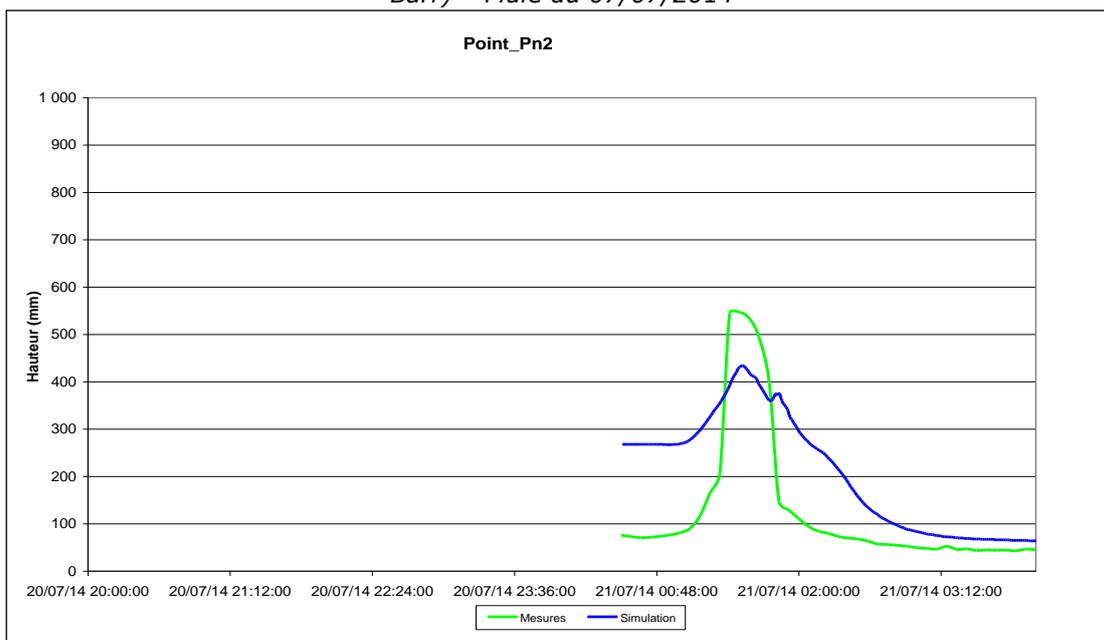
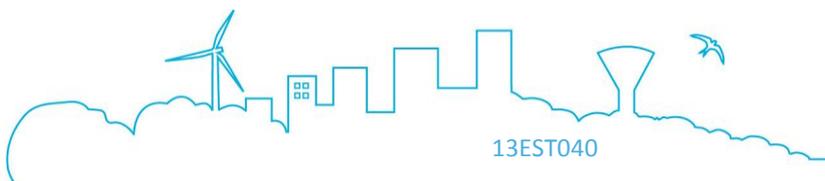


Figure 3-23 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014



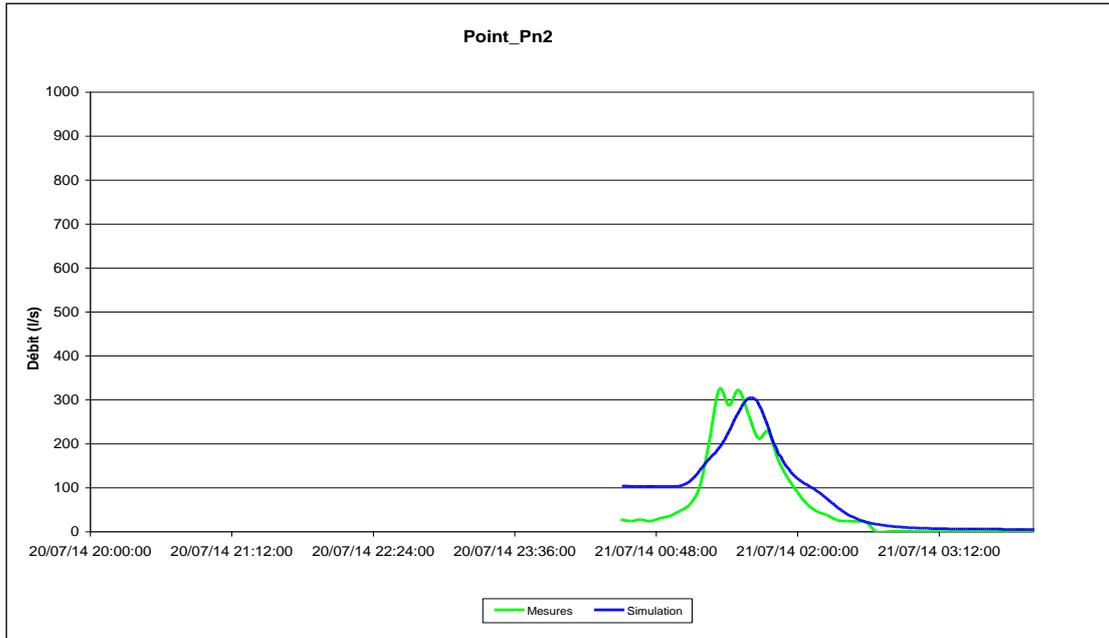


Figure 3-24 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014

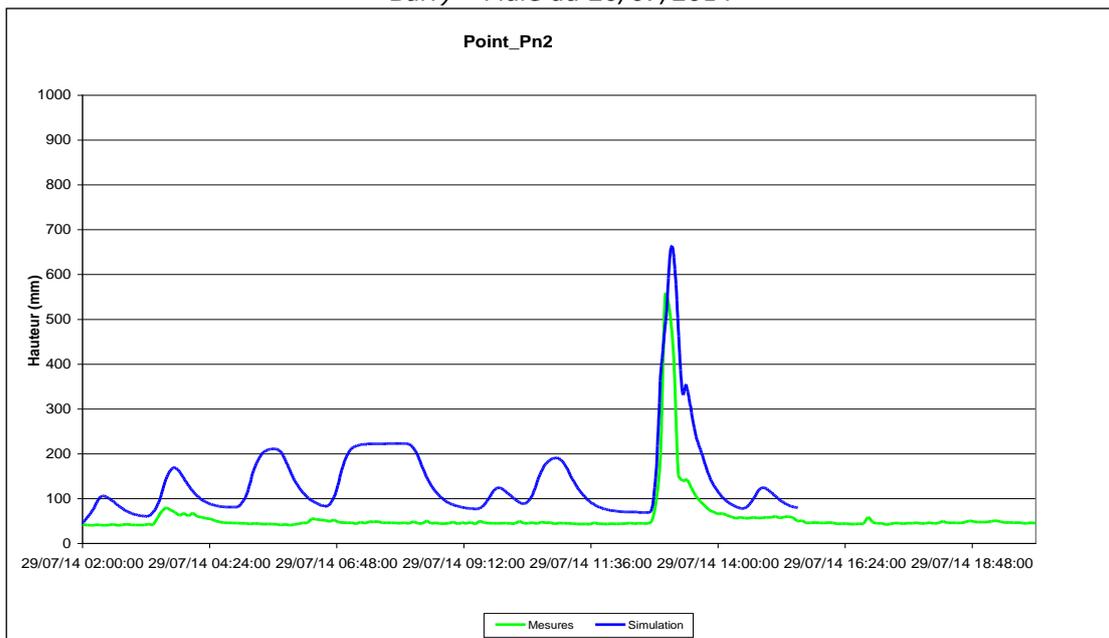
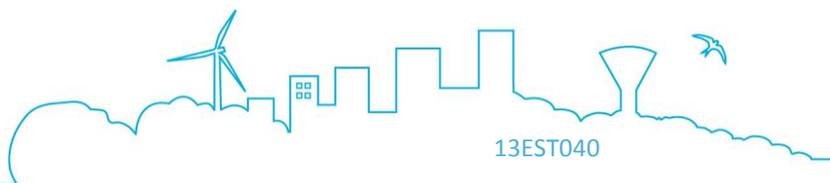


Figure 3-25 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014



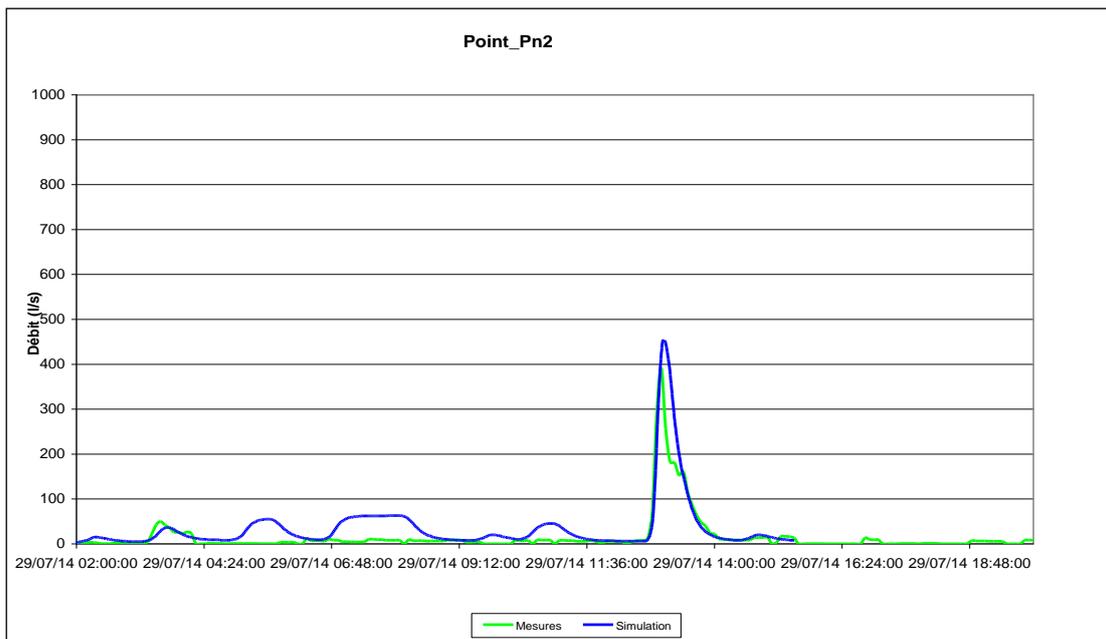


Figure 3-26 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn2 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Pn3

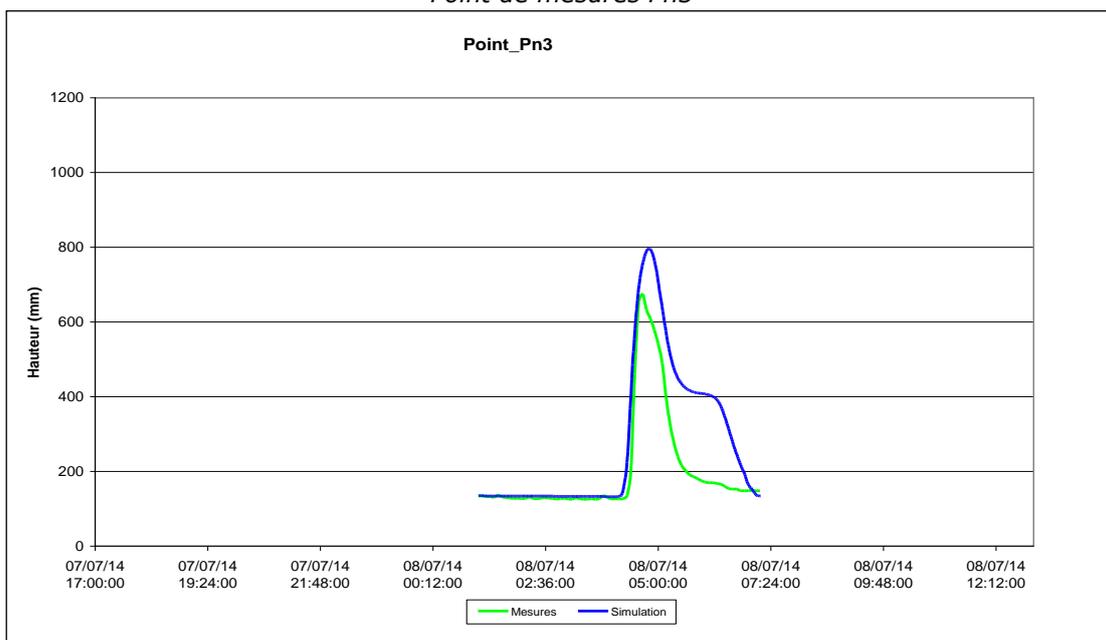


Figure 3-27 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014

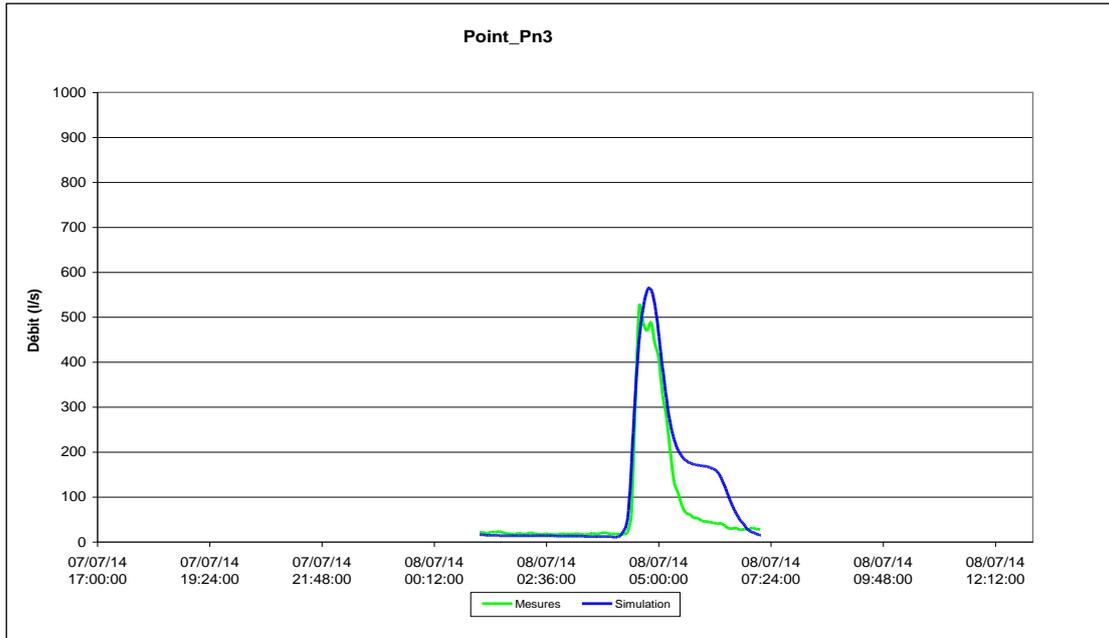


Figure 3-28 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 07/07/2014

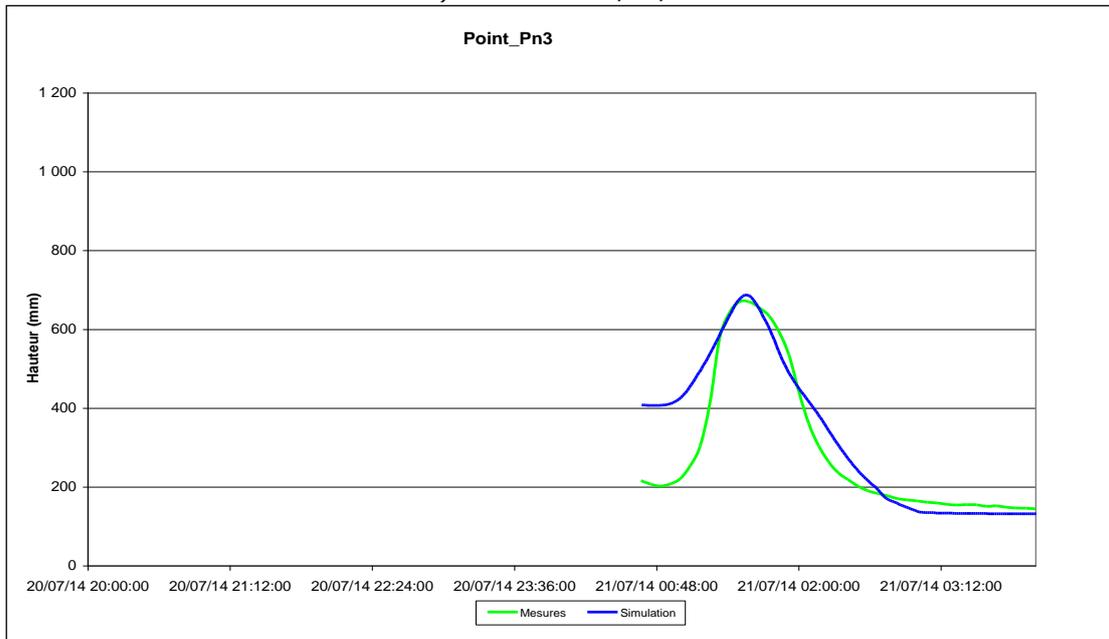
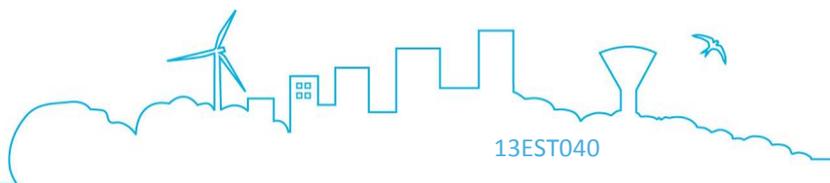


Figure 3-29 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014



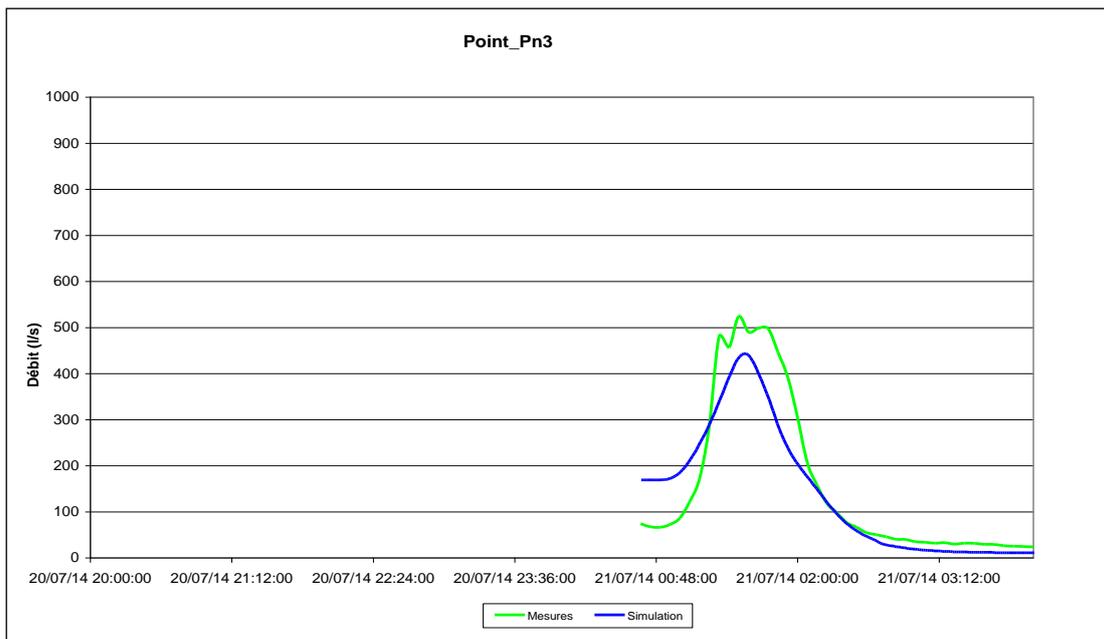


Figure 3-30 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn3 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014  
Point de mesures Pn4

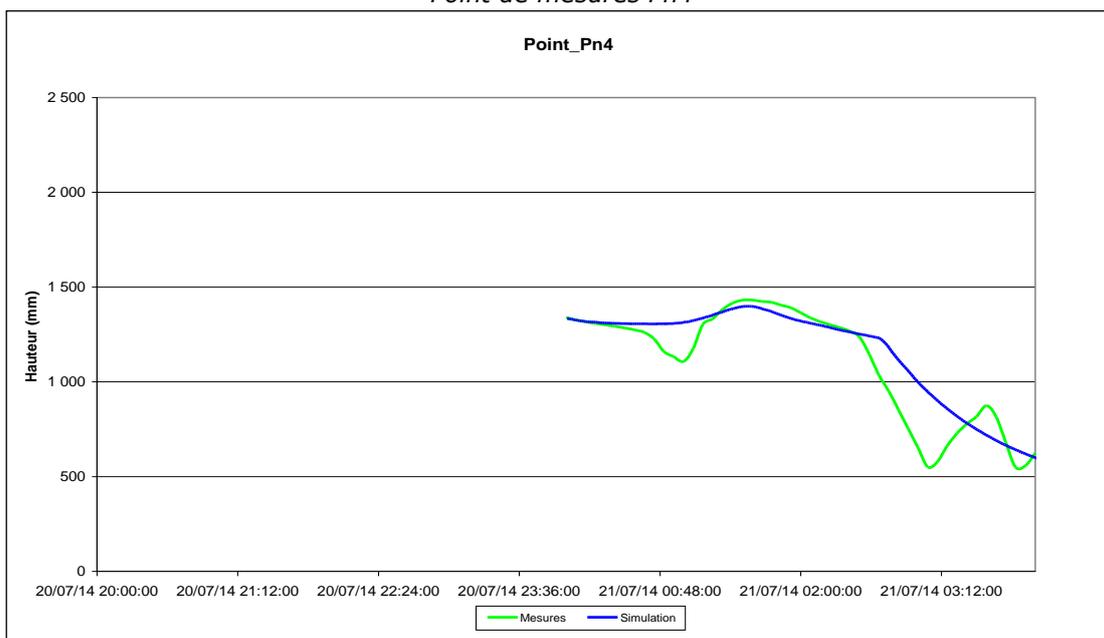
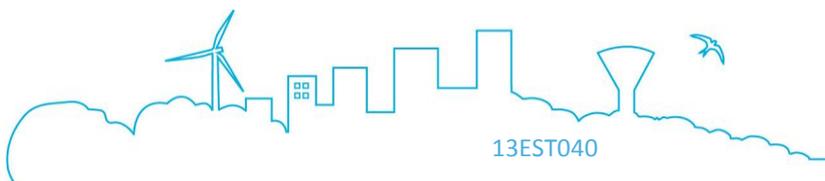


Figure 3-31 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014



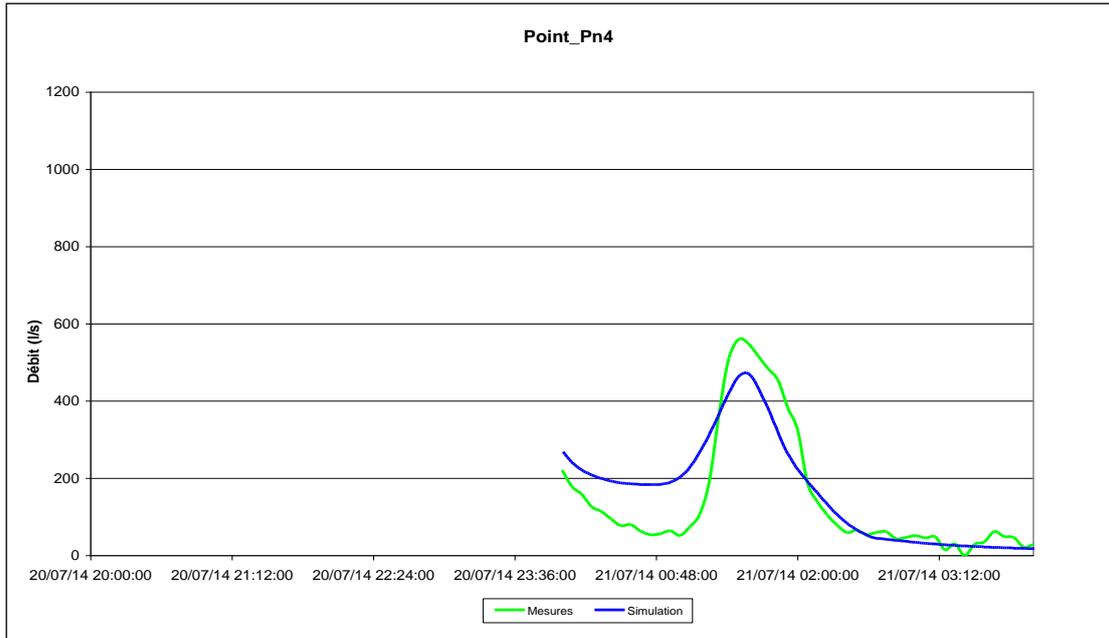


Figure 3-32 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 20/07/2014

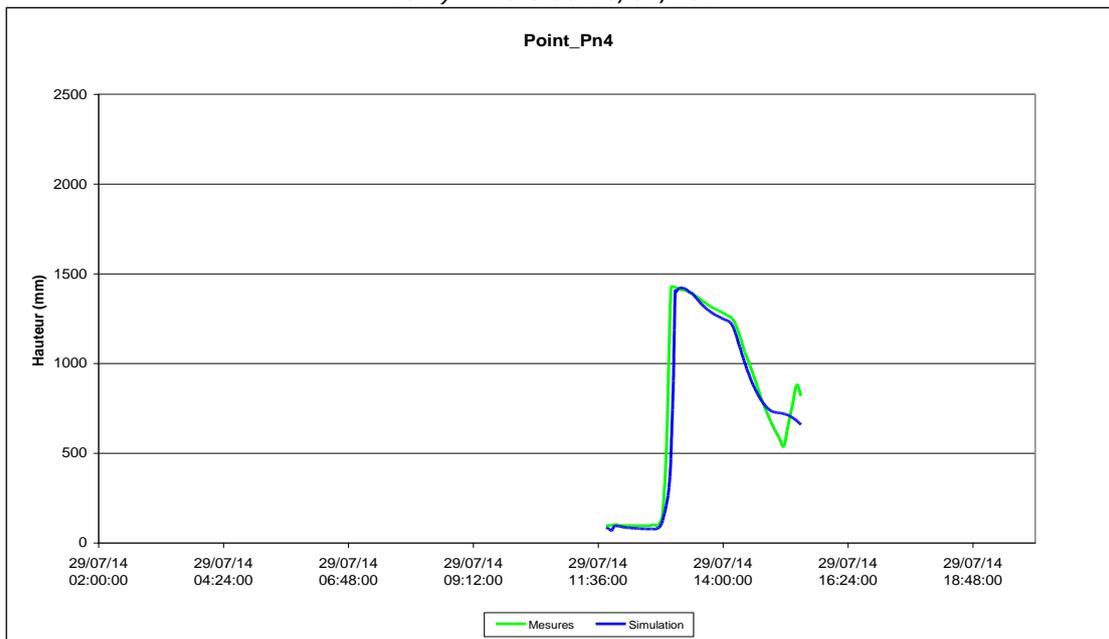


Figure 3-33 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014

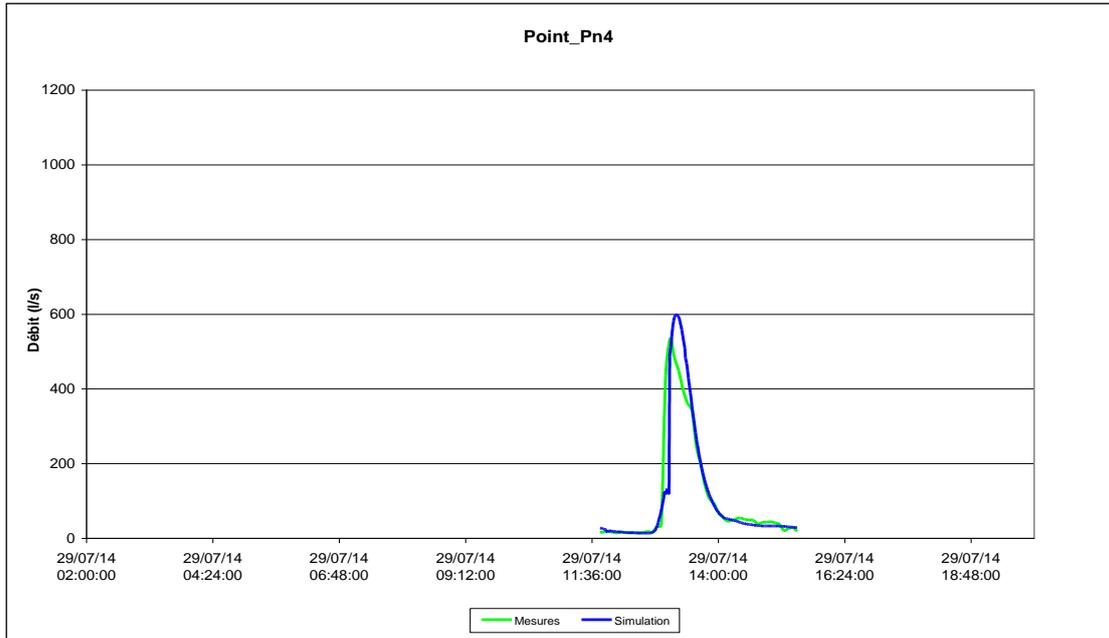


Figure 3-34 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn4 (Commune de Barr) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Pn5

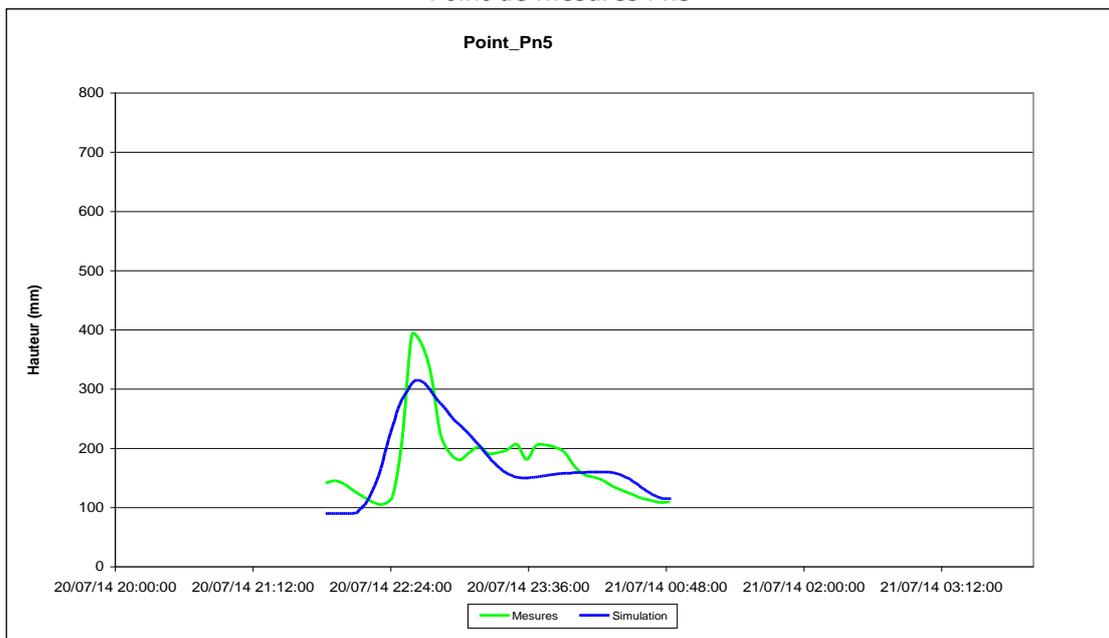


Figure 3-35 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 20/07/2014

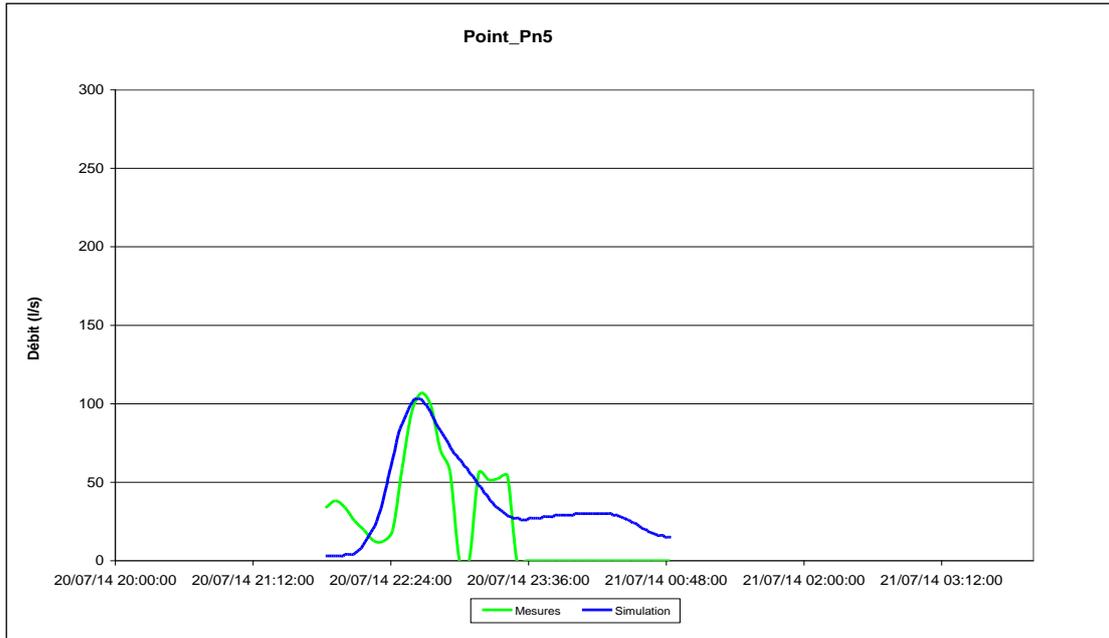


Figure 3-36 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 20/07/2014

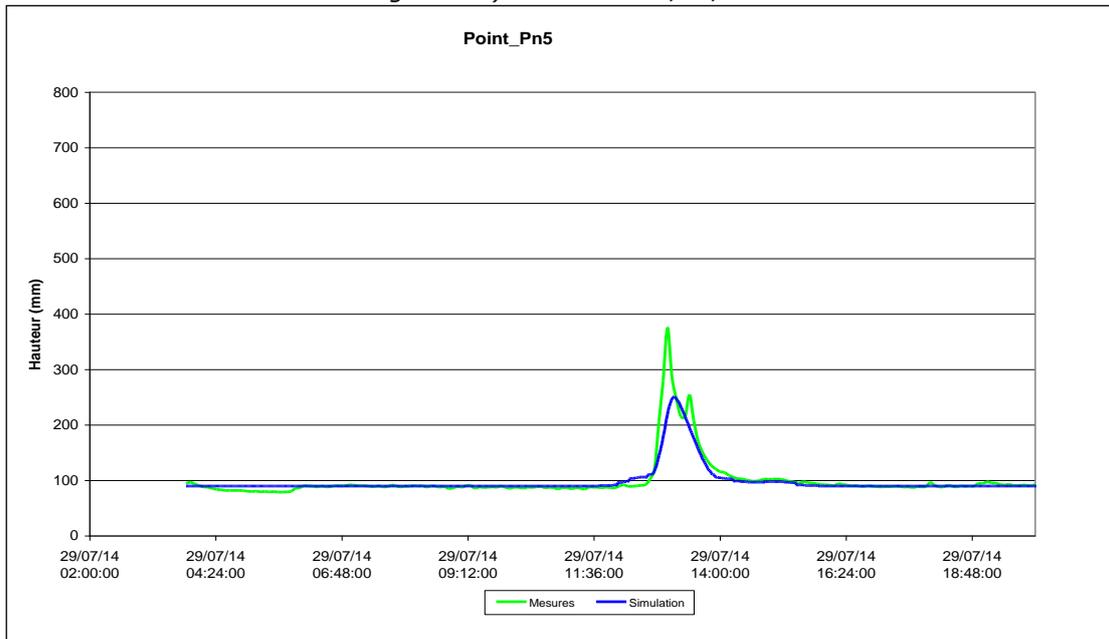


Figure 3-37 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 29/07/2014

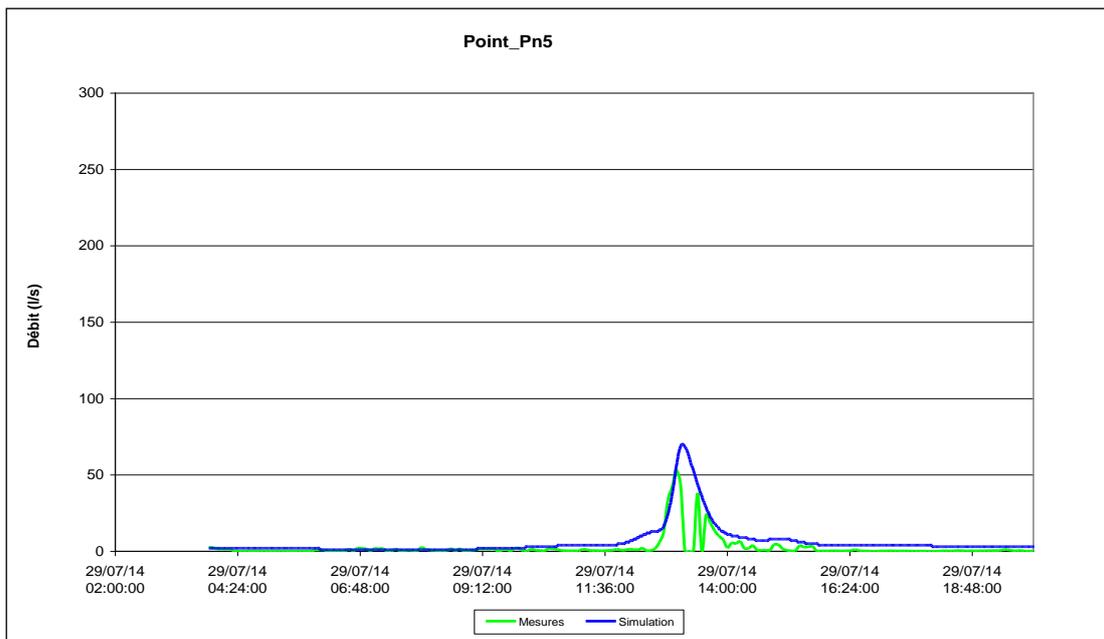


Figure 3-38 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn5 (Commune de Heiligenstein) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Pn6

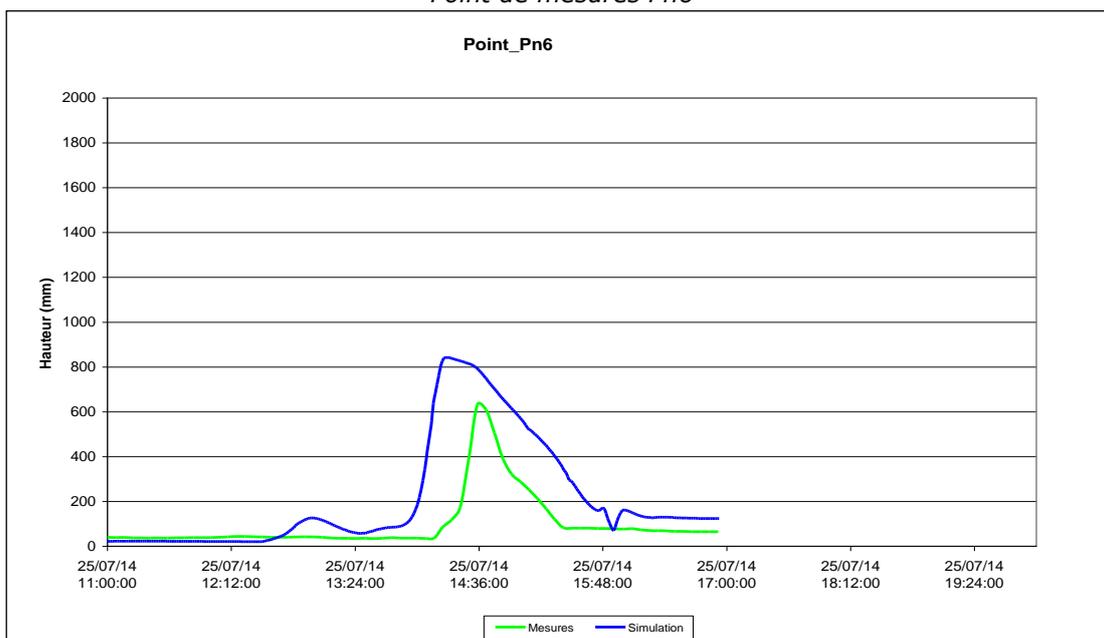
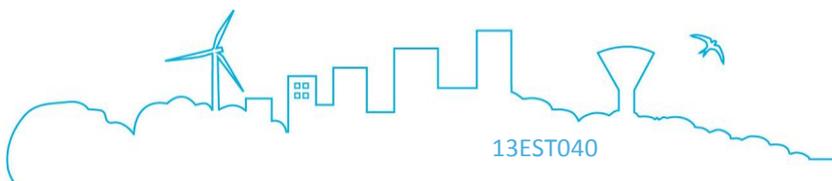


Figure 3-39 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 25/07/2014



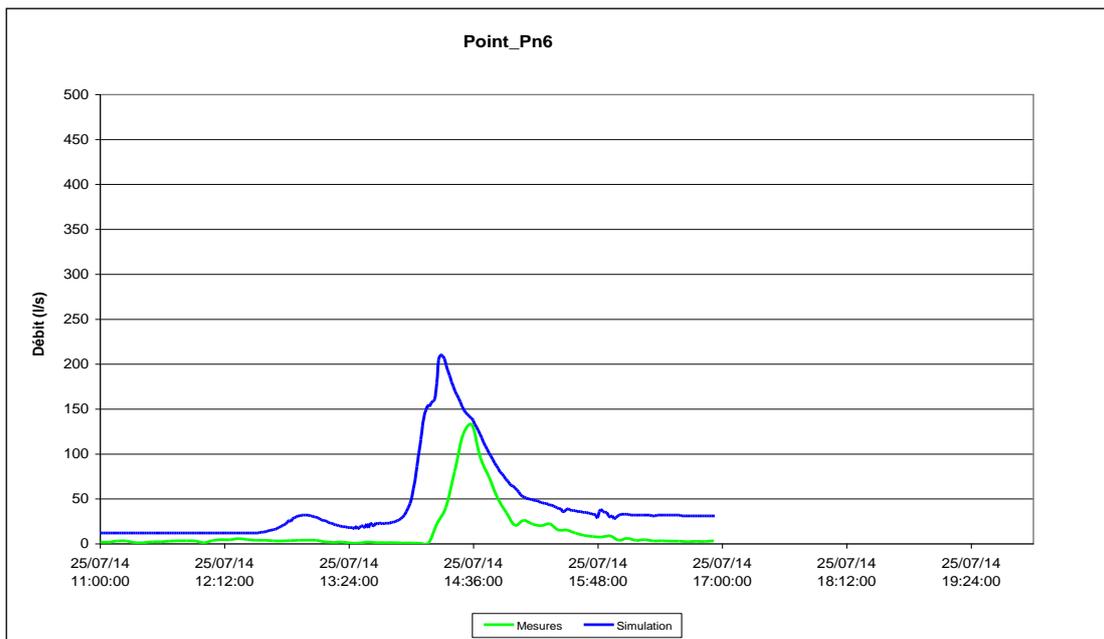


Figure 3-40 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 25/07/2014

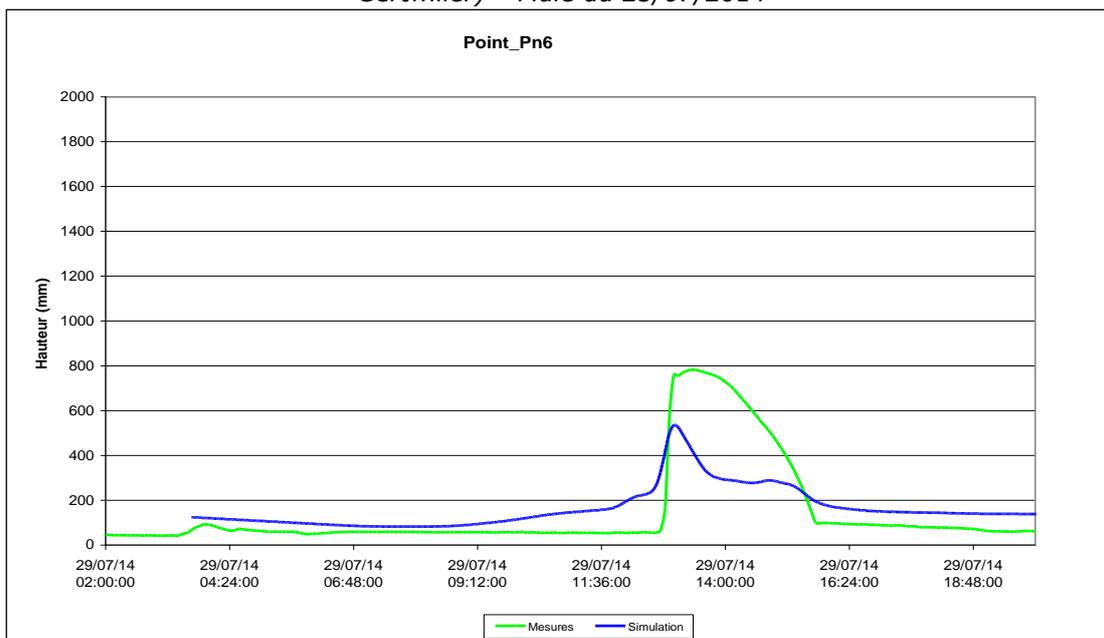
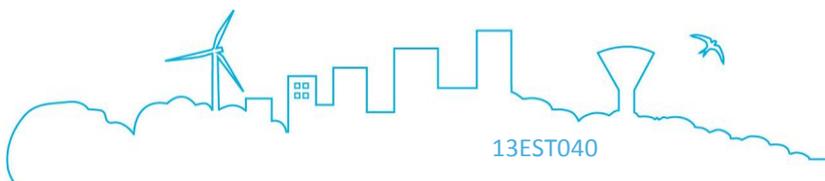


Figure 3-41 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 29/07/2014



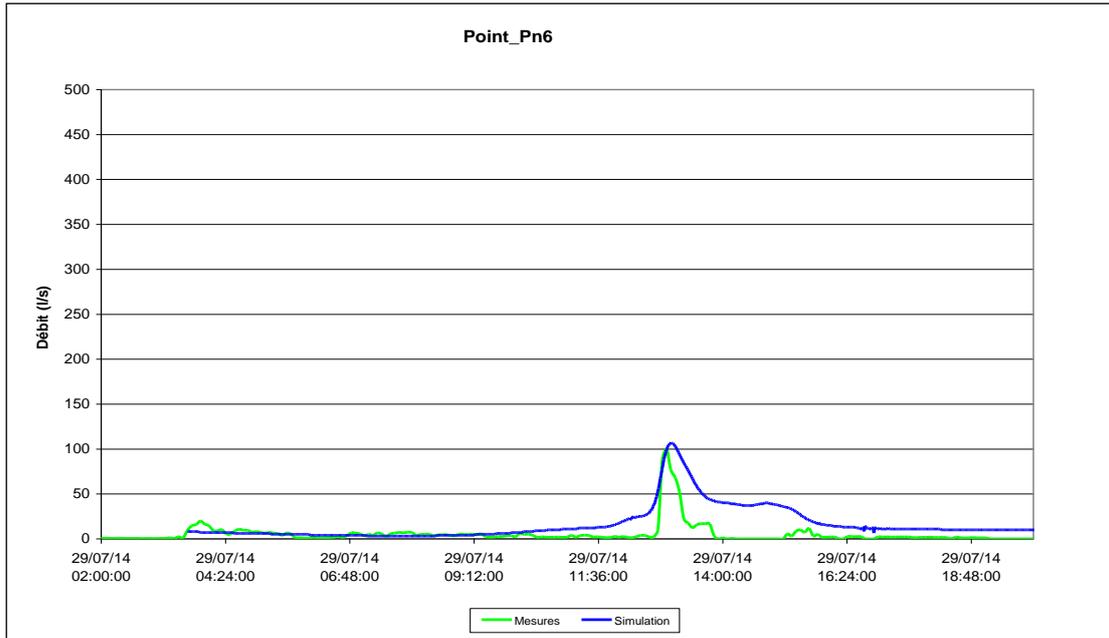


Figure 3-42 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn6 (Commune de Gertwiller) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Pn7

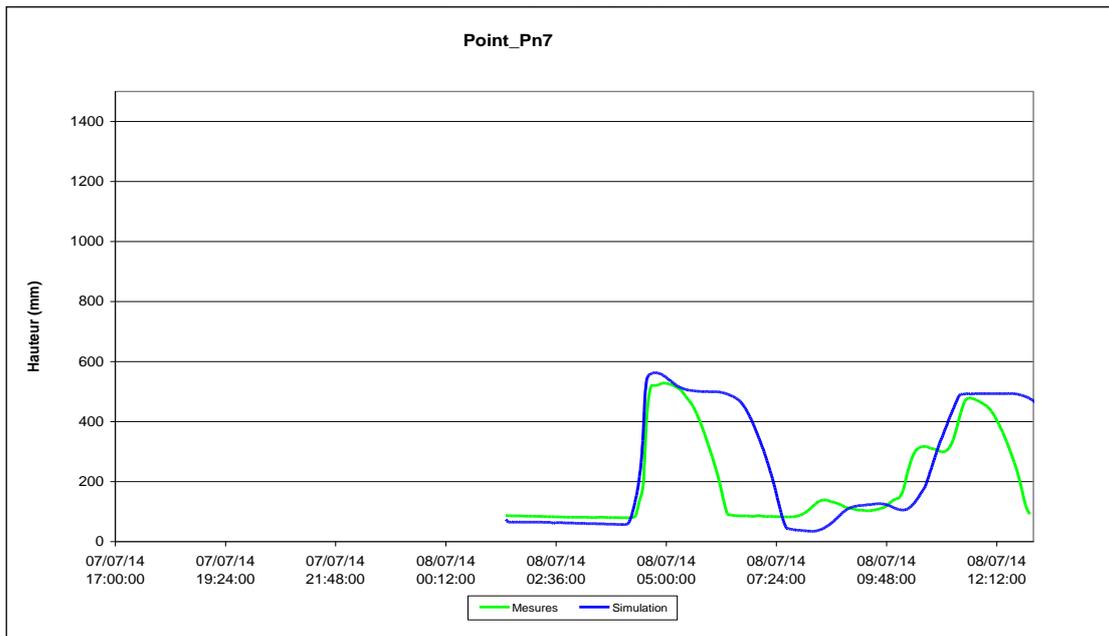


Figure 3-43 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 07/07/2014

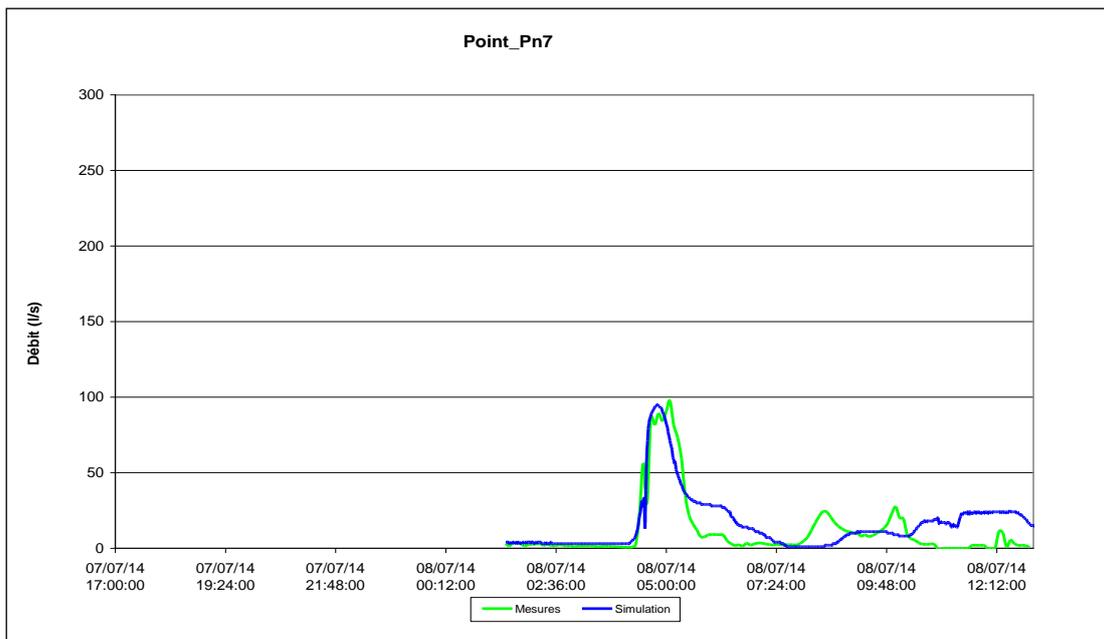


Figure 3-44 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 07/07/2014

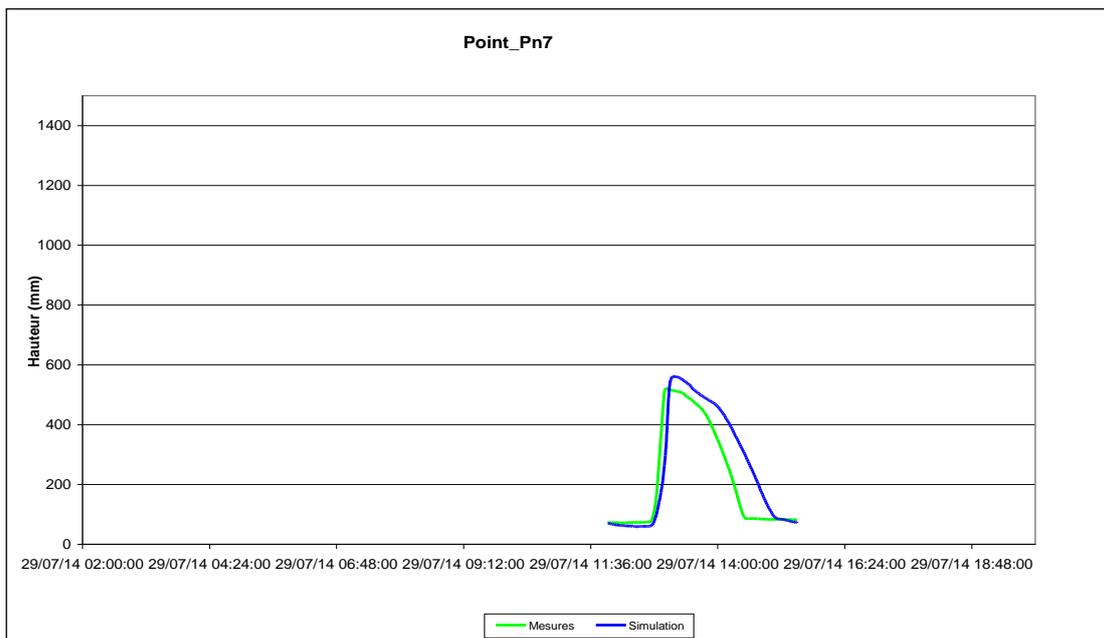


Figure 3-45 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 29/07/2014

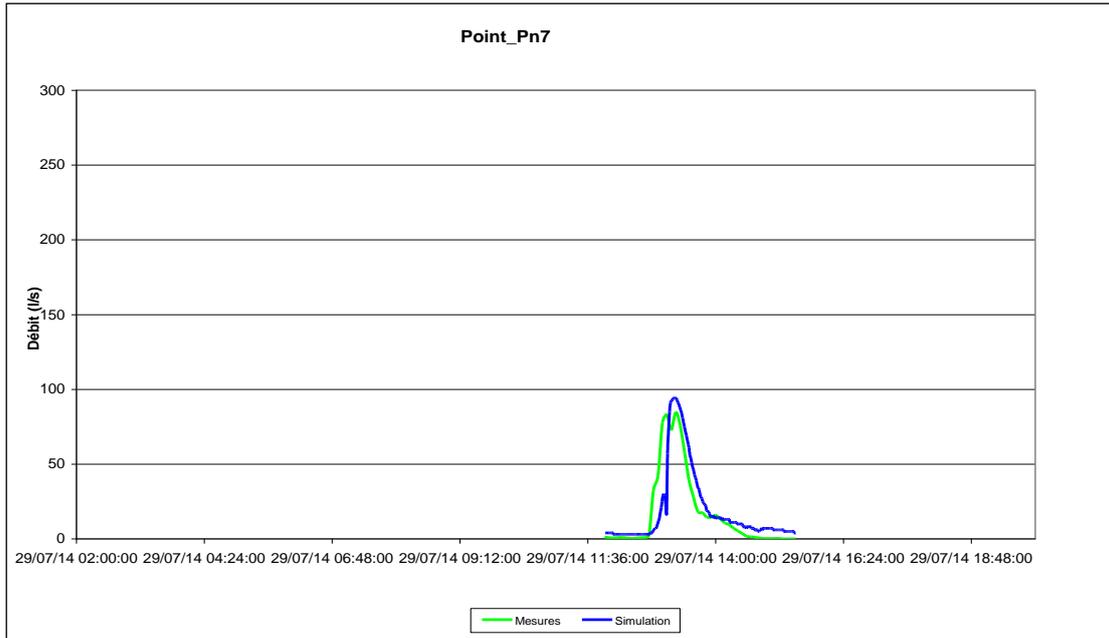


Figure 3-46 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn7 (Commune de Bourgheim) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Pn8

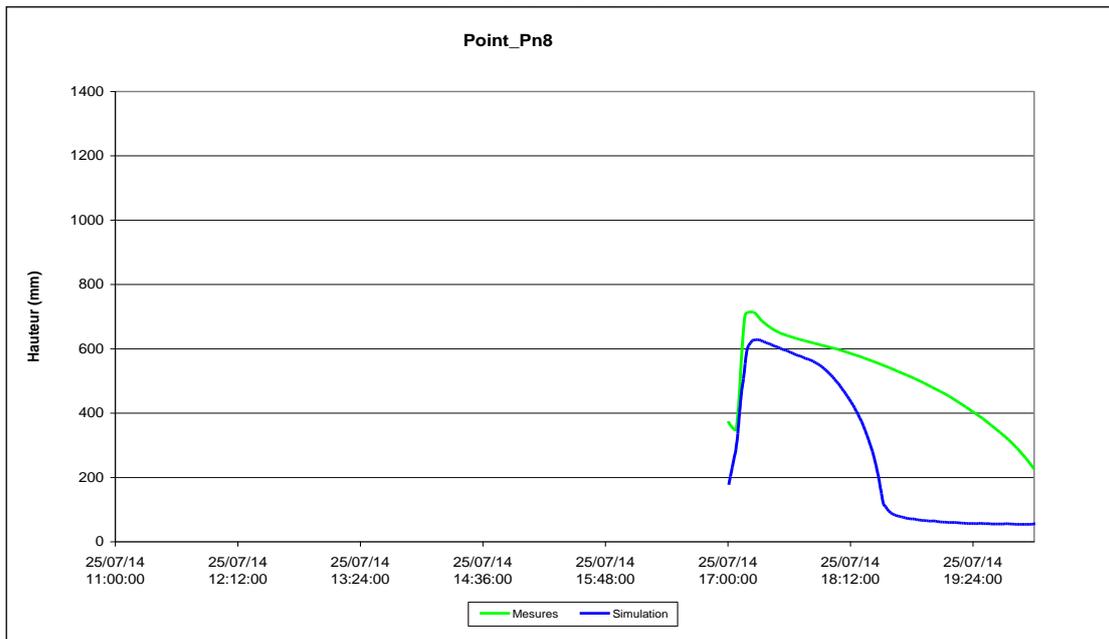


Figure 3-47 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn8 (Commune de Goxwiller) – Pluie du 25/07/2014

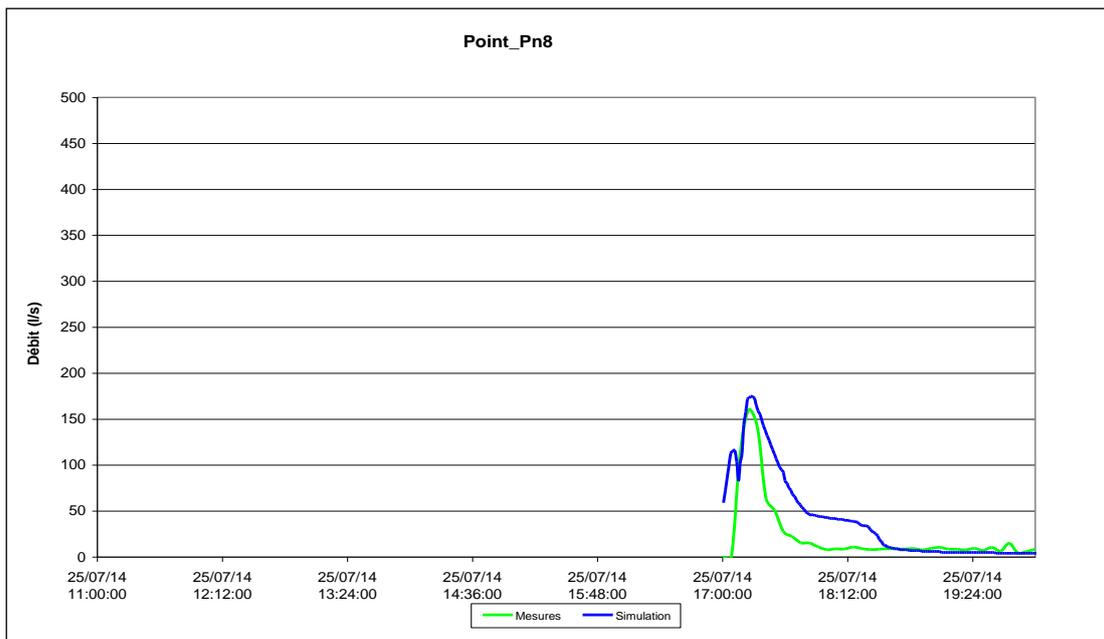


Figure 3-48 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn8 (Commune de Goxwiller) – Pluie du 25/07/2014  
Point de mesures Pn9

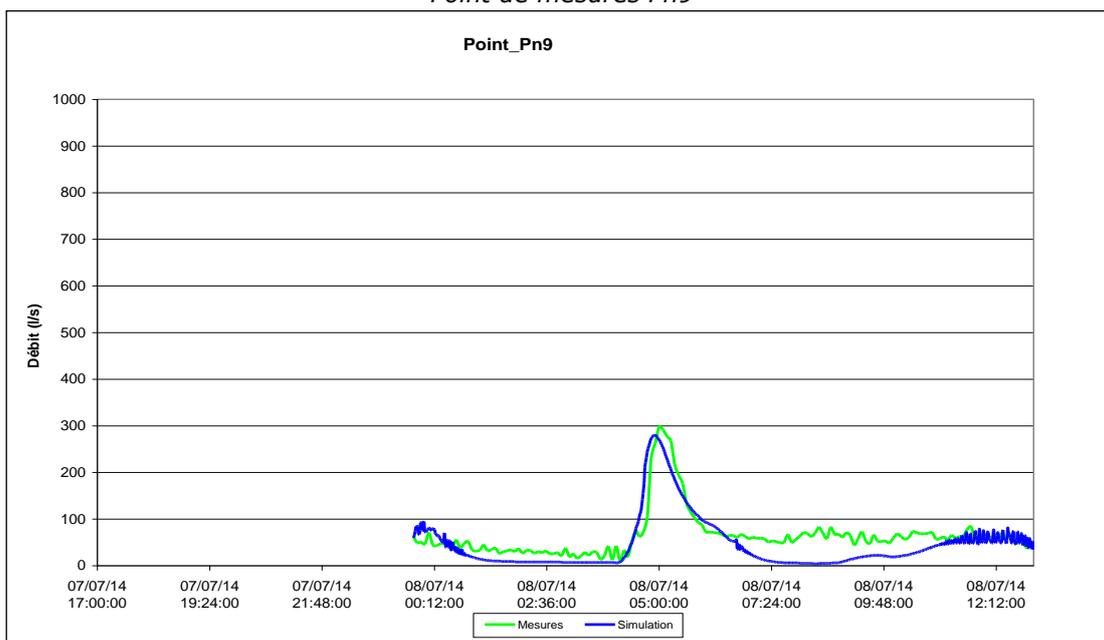
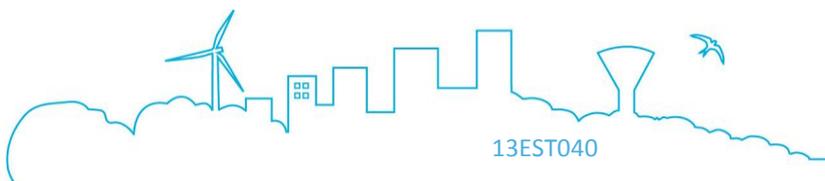


Figure 3-49 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn9 (Commune de Valff) – Pluie du 07/07/2014



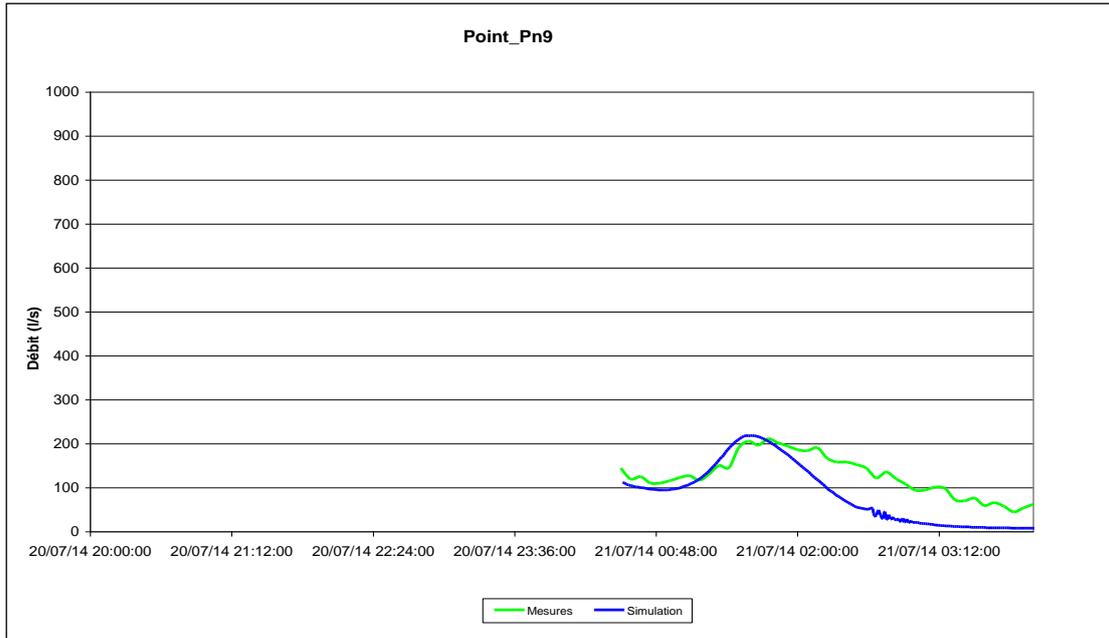


Figure 3-50 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn9 (Commune de Valff) – Pluie du 20/07/2014

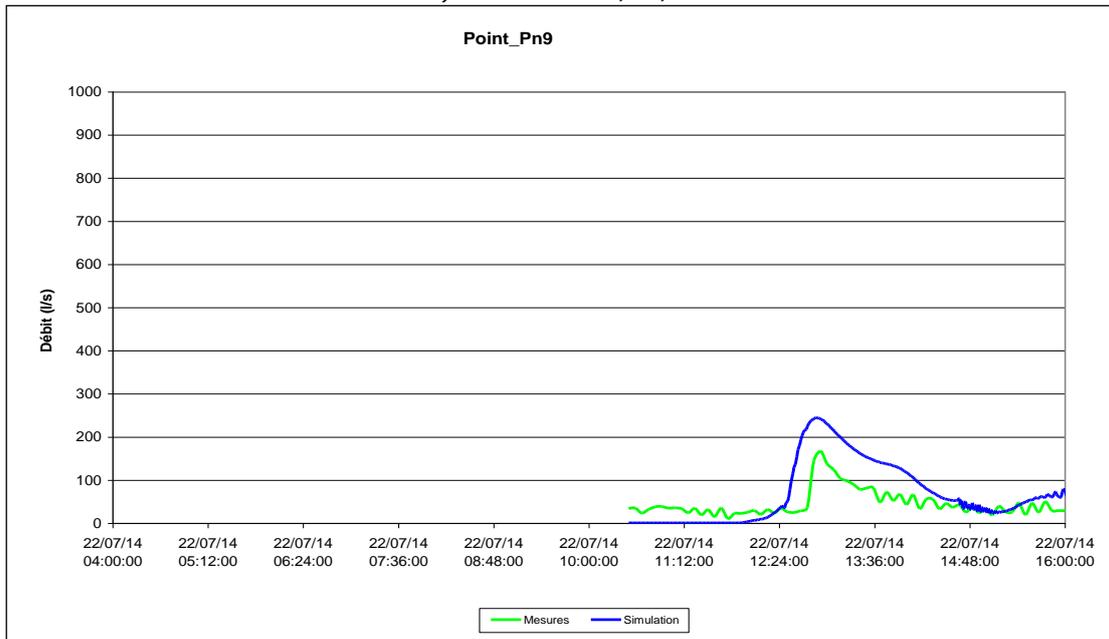
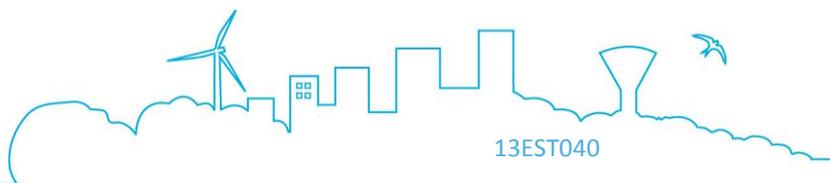


Figure 3-51 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Pn9 (Commune de Valff) – Pluie du 22/07/2014  
Point de mesures Ps1



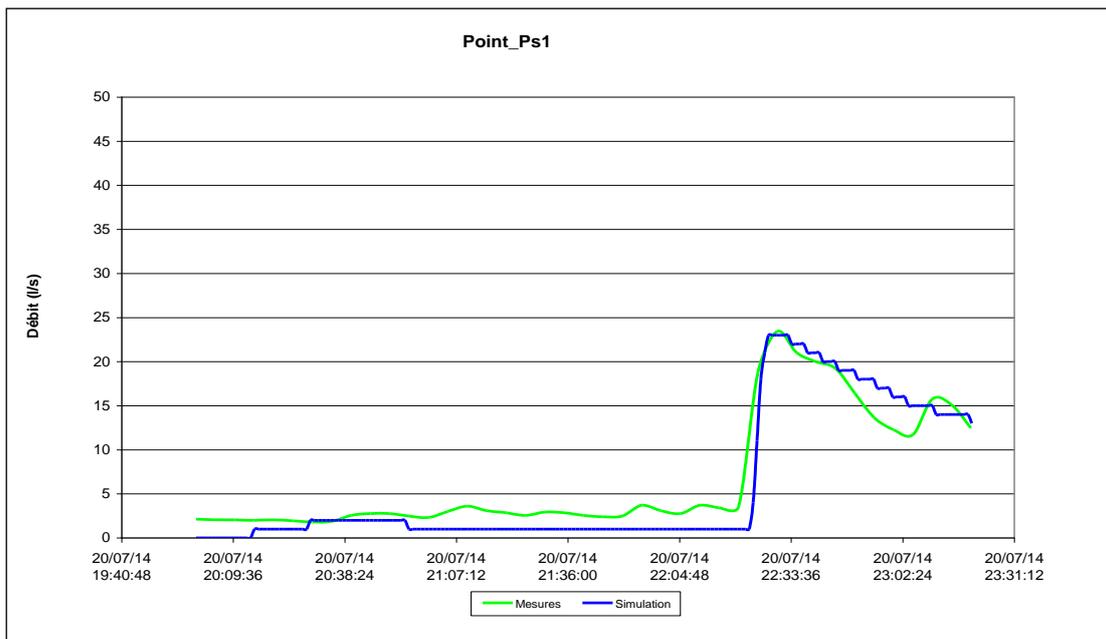


Figure 3-52 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps1 (Commune du Hohwald) – Pluie du 20/07/2014

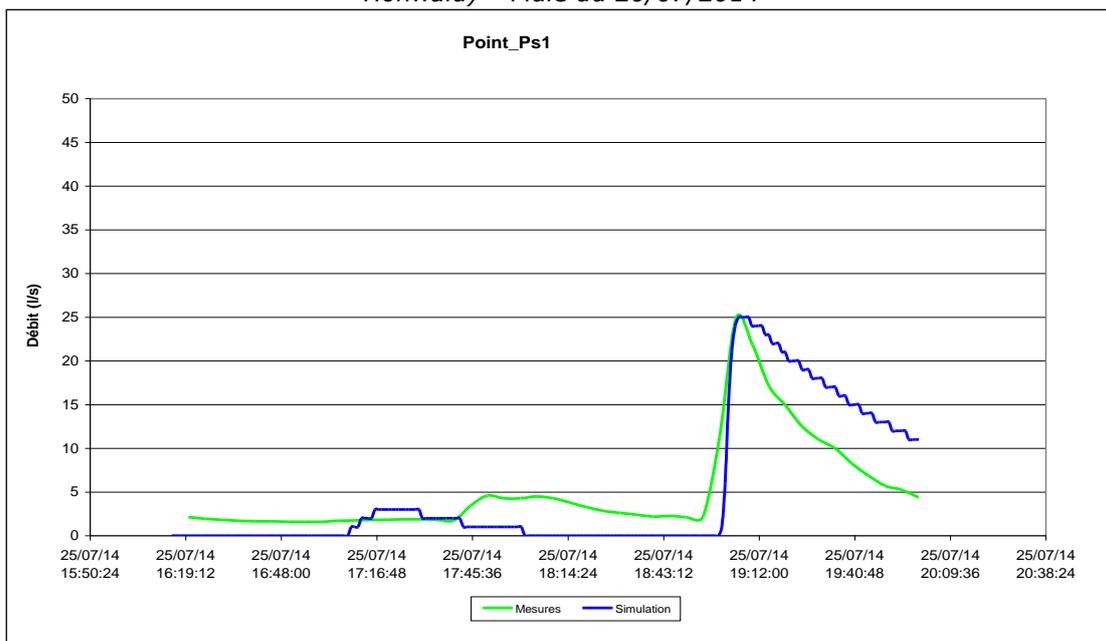
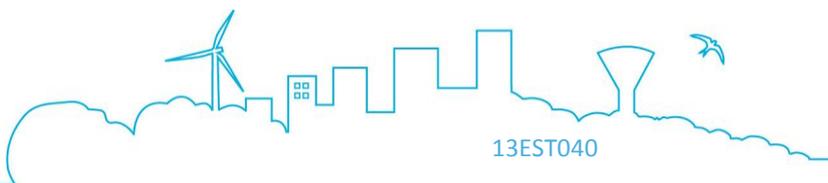


Figure 3-53 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps1 (Commune du Hohwald) – Pluie du 25/07/2014



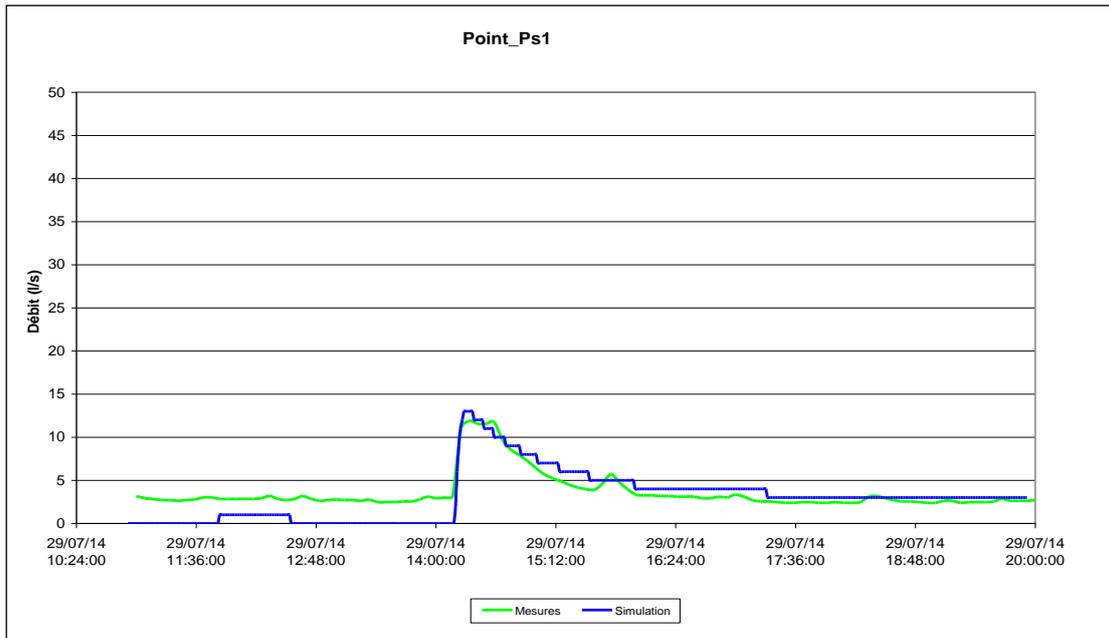


Figure 3-54 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps1 (Commune du Hohwald) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Ps2

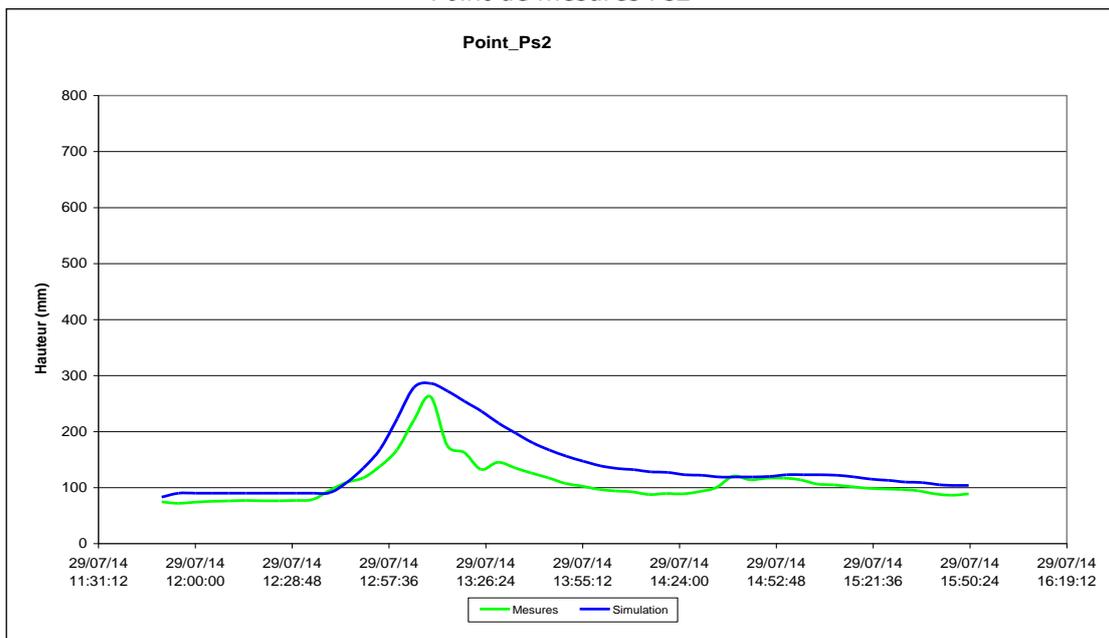
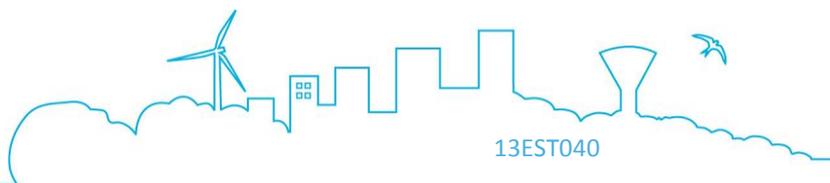


Figure 3-55 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps2 (Commune d’Andlau) – Pluie du 29/07/2014



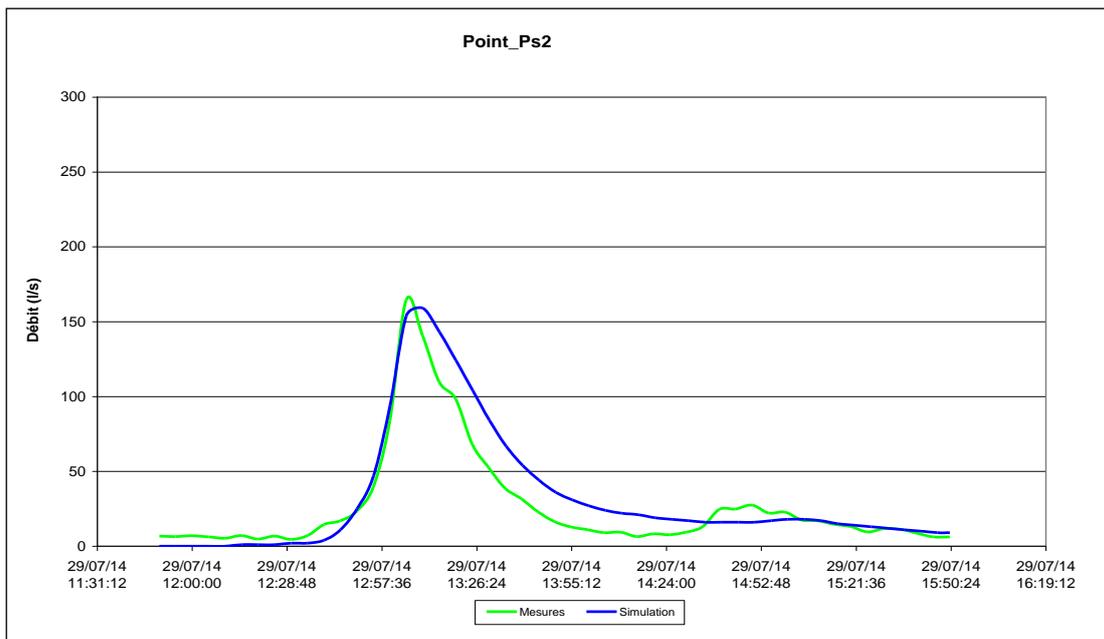


Figure 3-56 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps2 (Commune d’Andlau) – Pluie du 29/07/2014  
Point de mesures Ps3

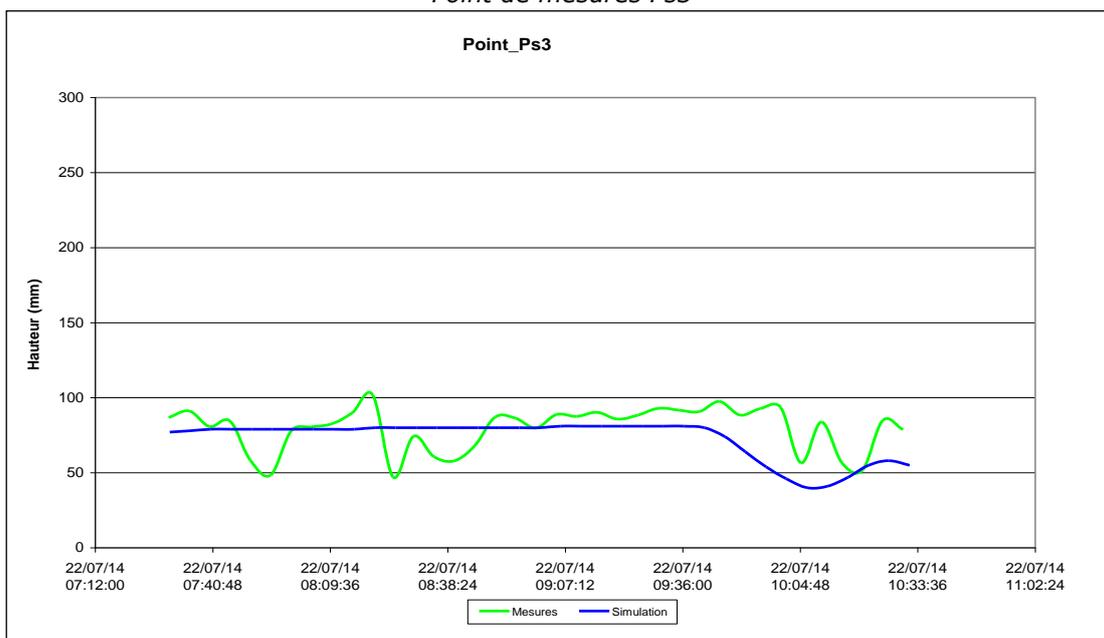


Figure 3-57 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 22/07/2014

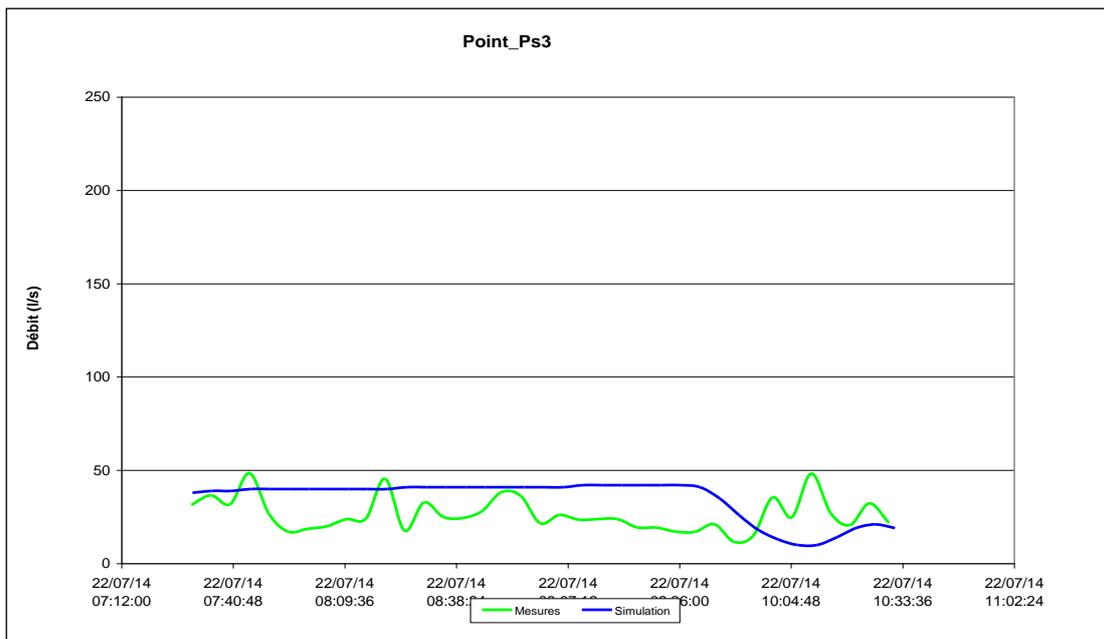


Figure 3-58 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 22/07/2014

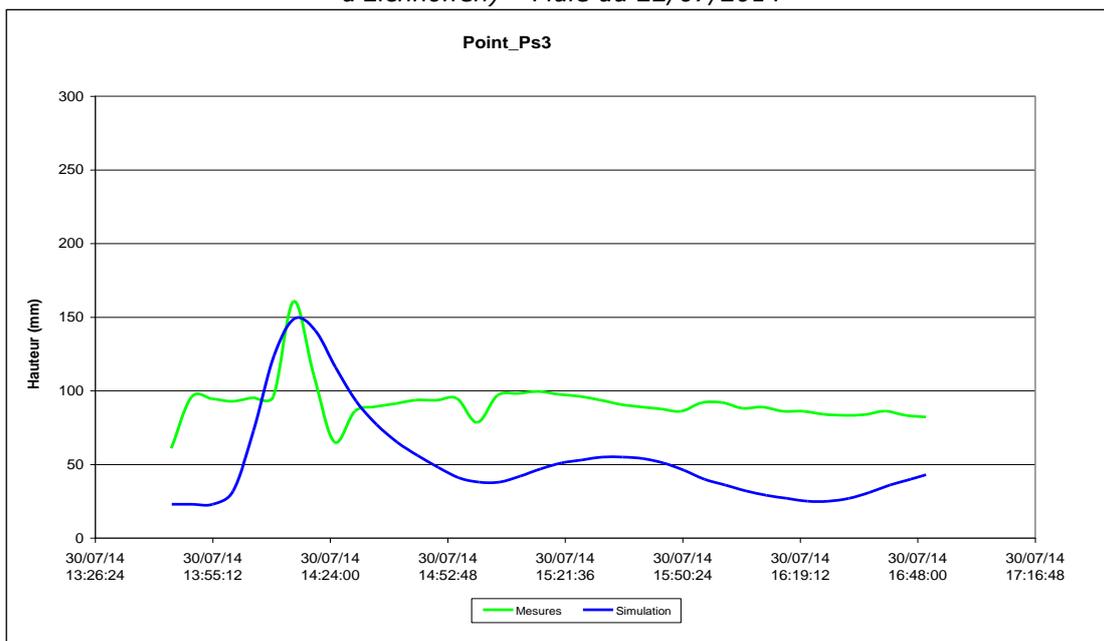


Figure 3-59 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 30/07/2014

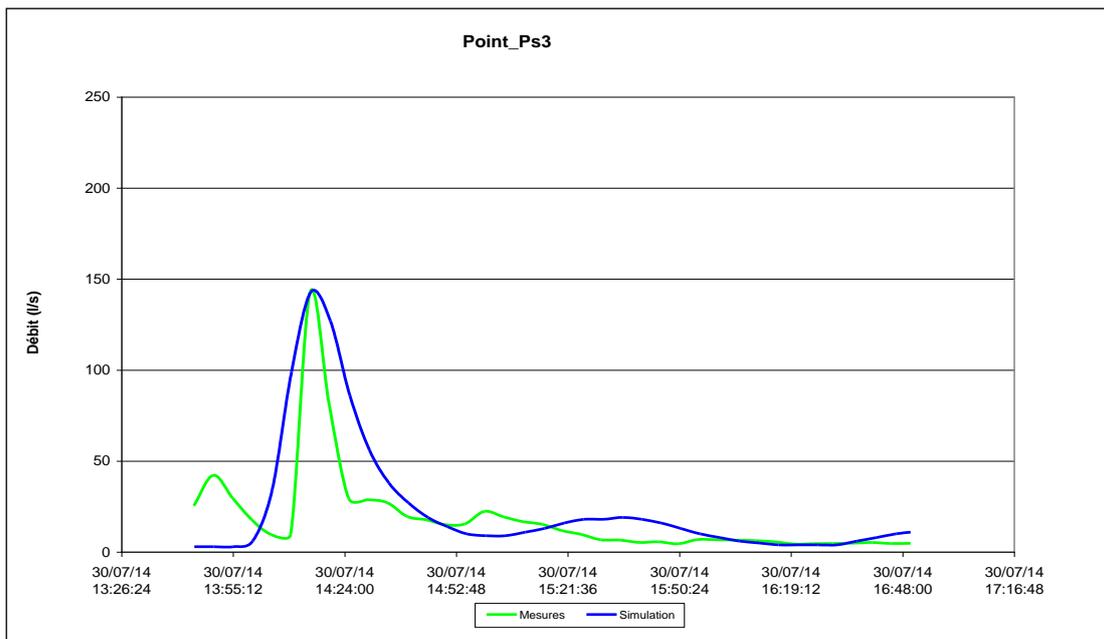


Figure 3-60 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps3 (Commune d’Eichhoffen) – Pluie du 30/07/2014  
Point de mesures Ps5

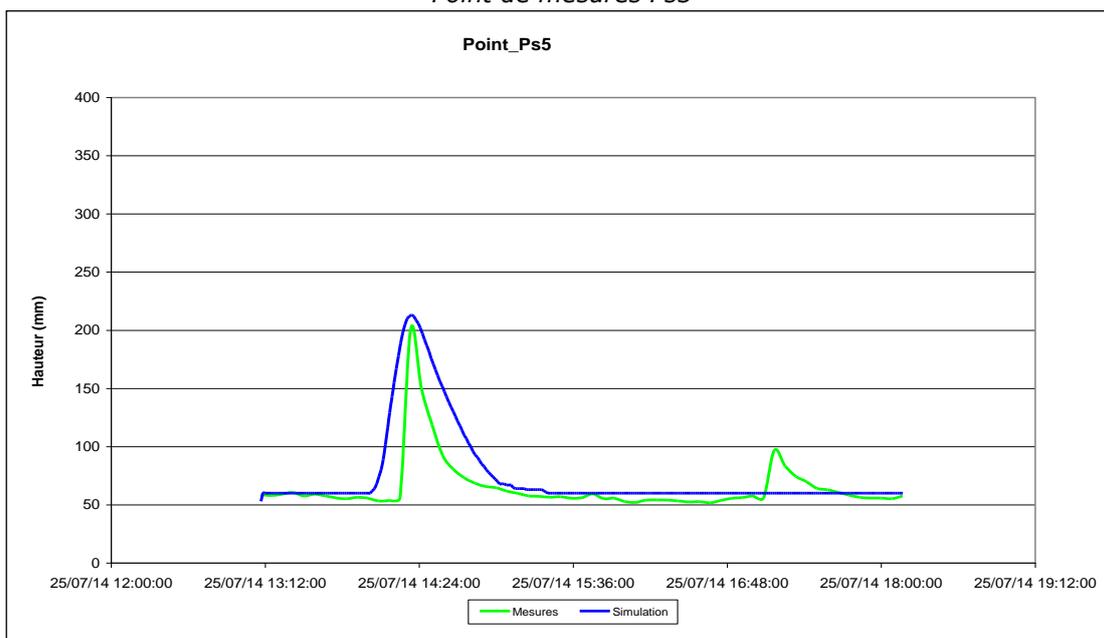
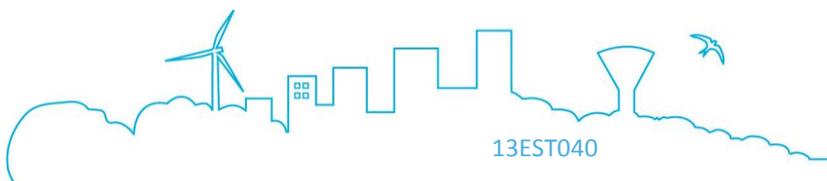


Figure 3-61 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 25/07/2014



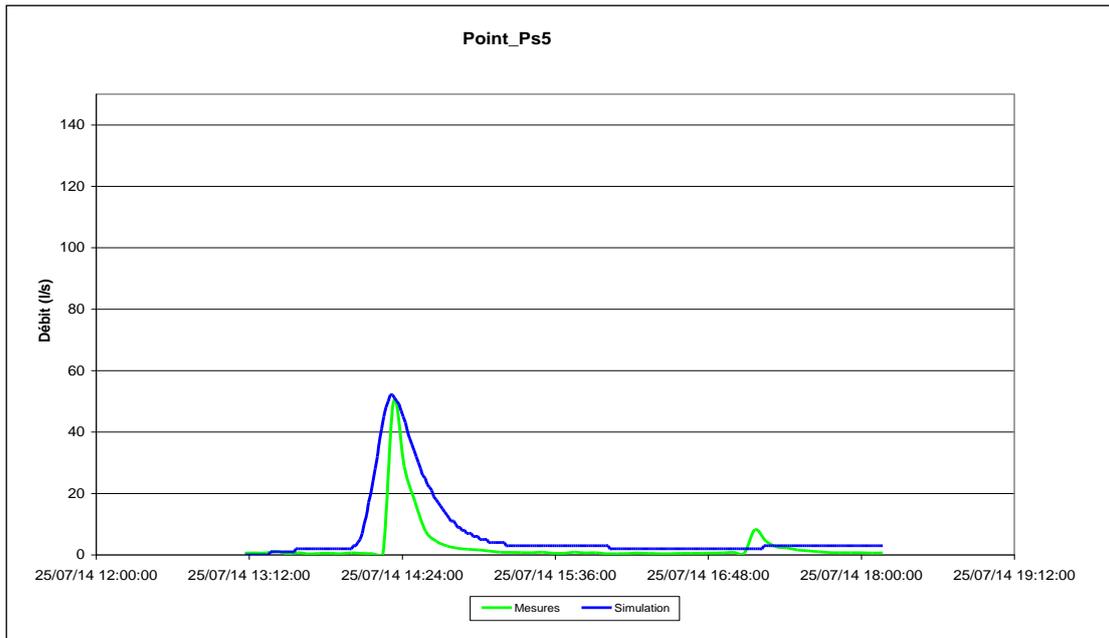


Figure 3-62 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 25/07/2014

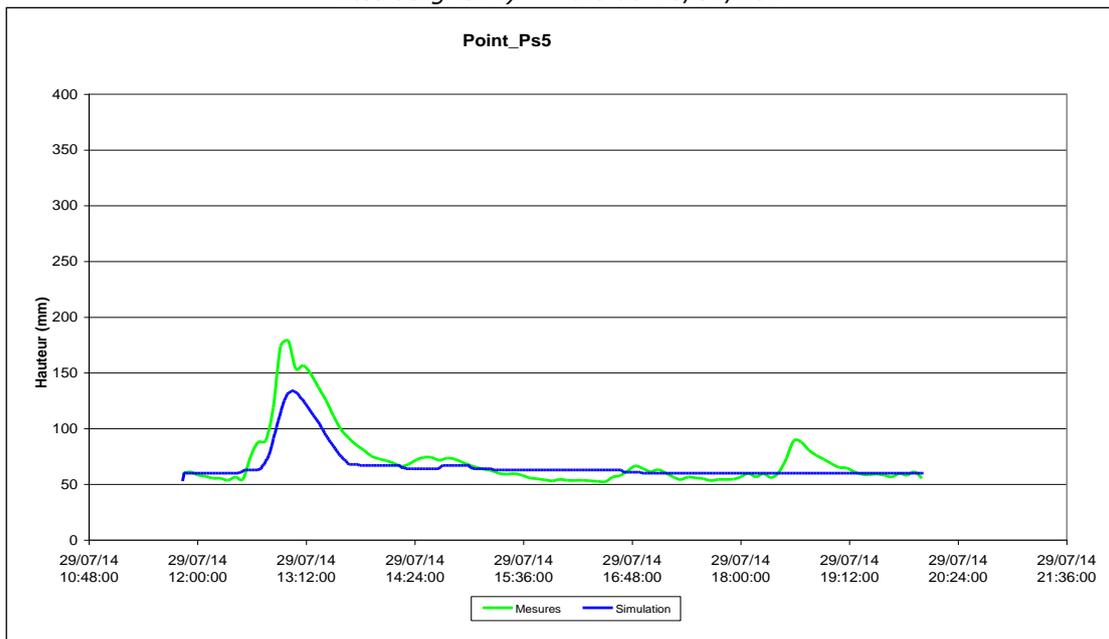
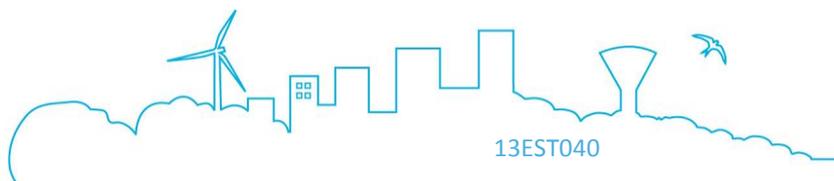


Figure 3-63 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 29/07/2014



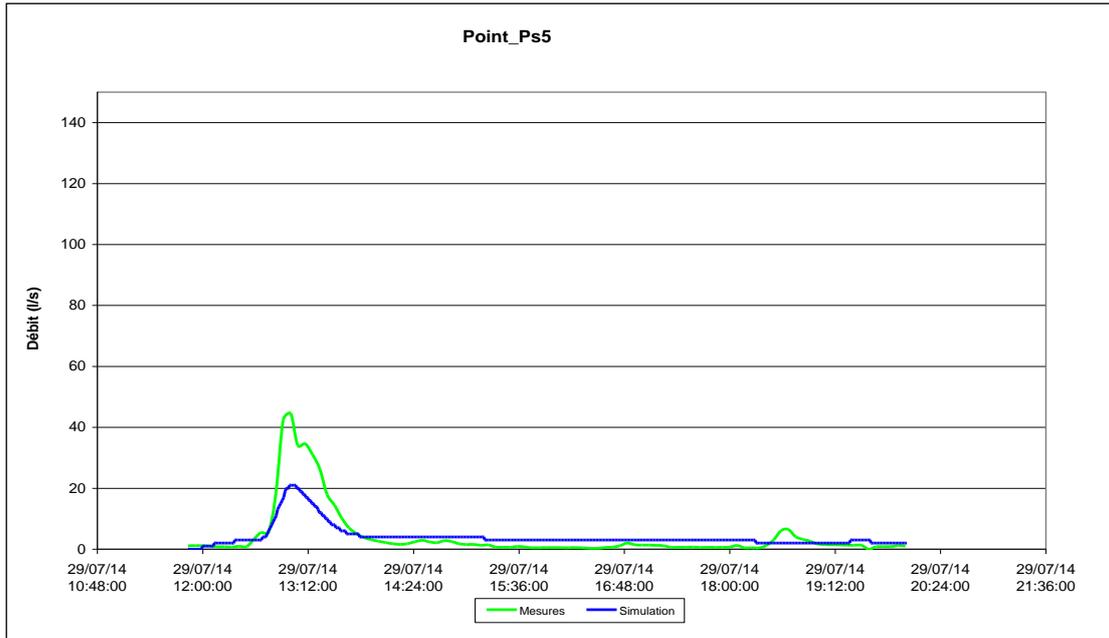


Figure 3-64 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 29/07/2014

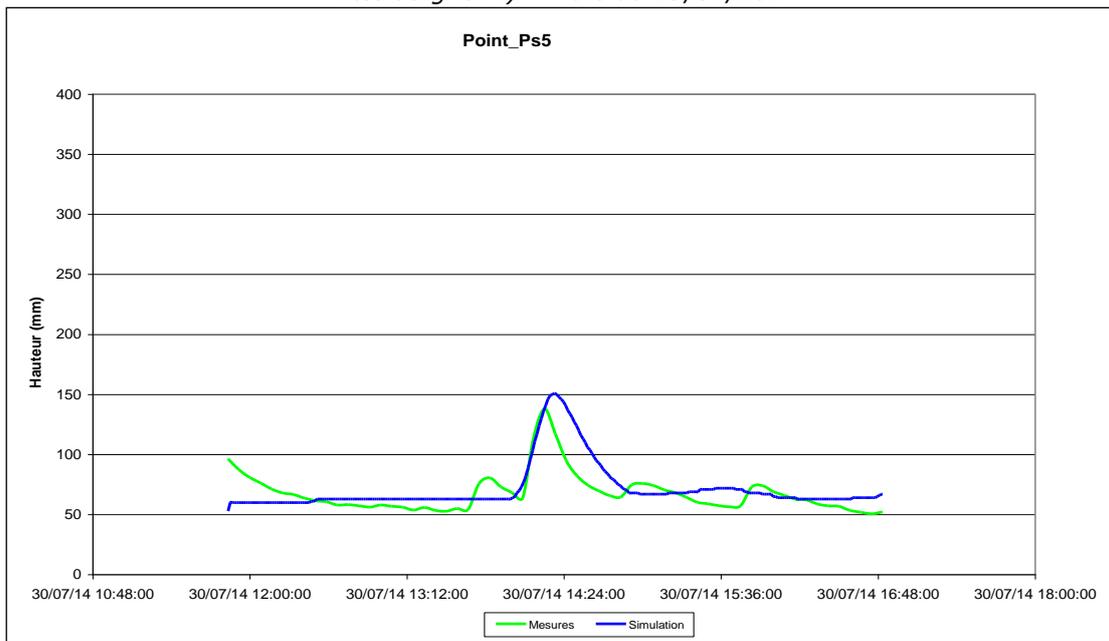
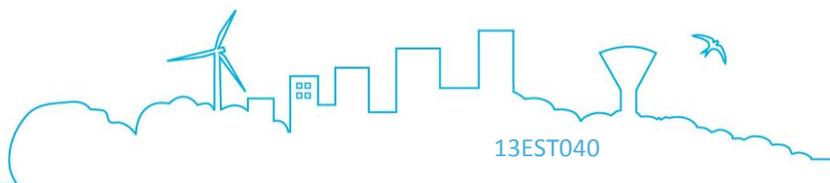


Figure 3-65 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 30/07/2014



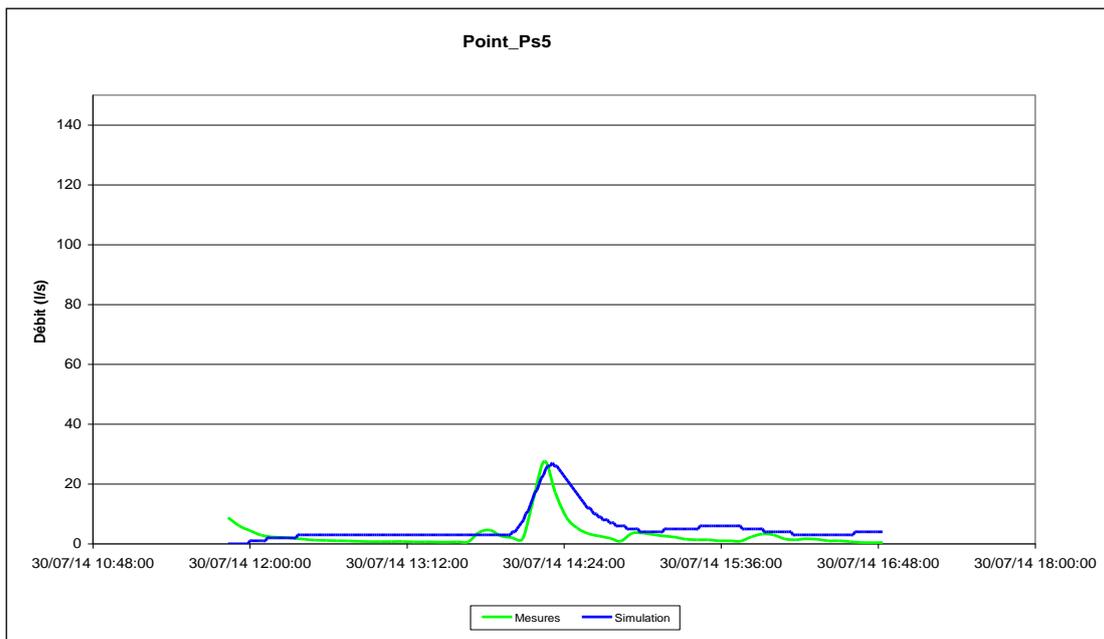


Figure 3-66 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps5 (Commune de Mittelbergheim) – Pluie du 30/07/2014  
Point de mesures Ps6

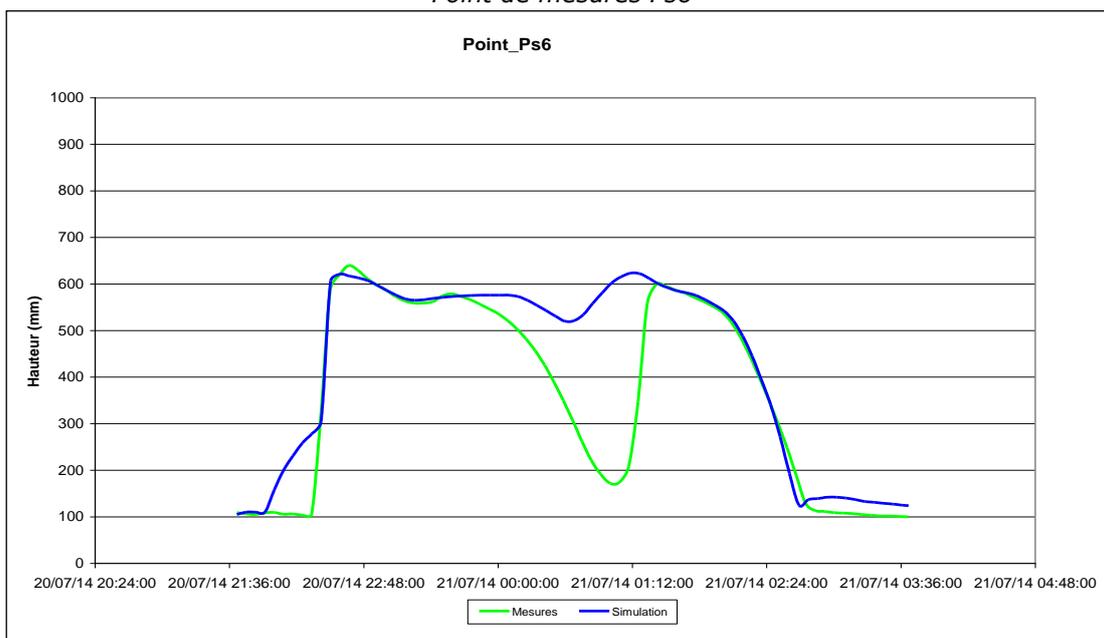
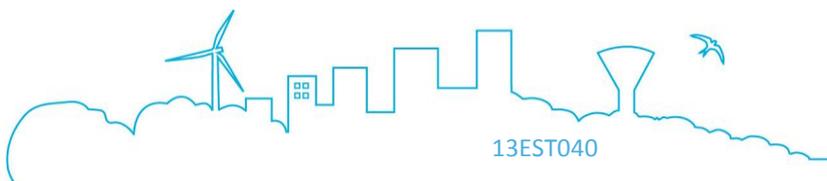


Figure 3-67 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 20/07/2014



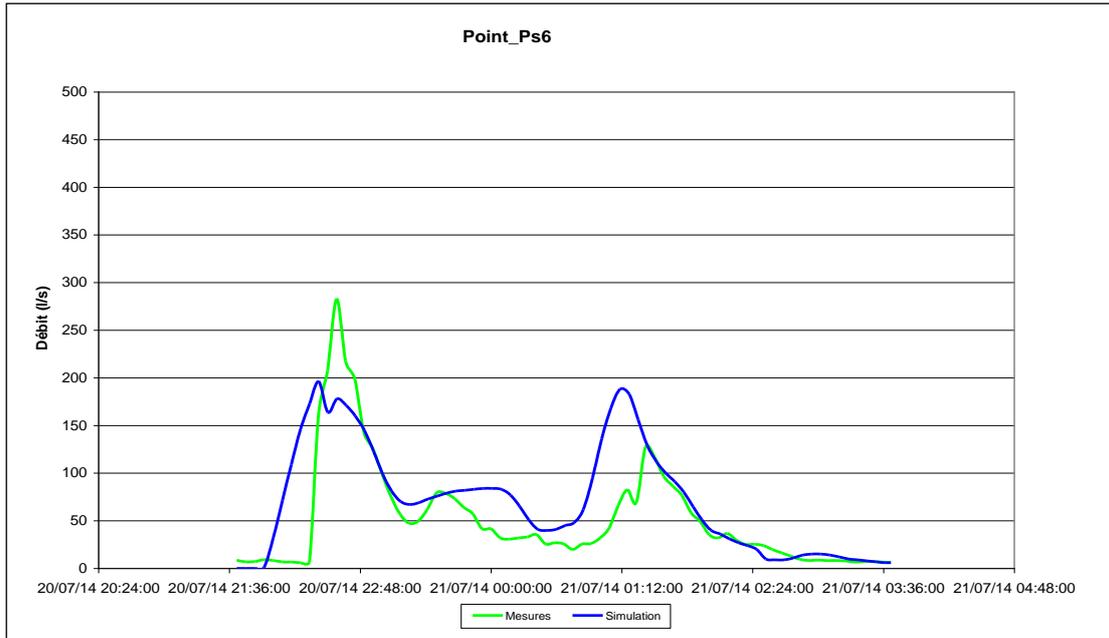


Figure 3-68 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 20/07/2014

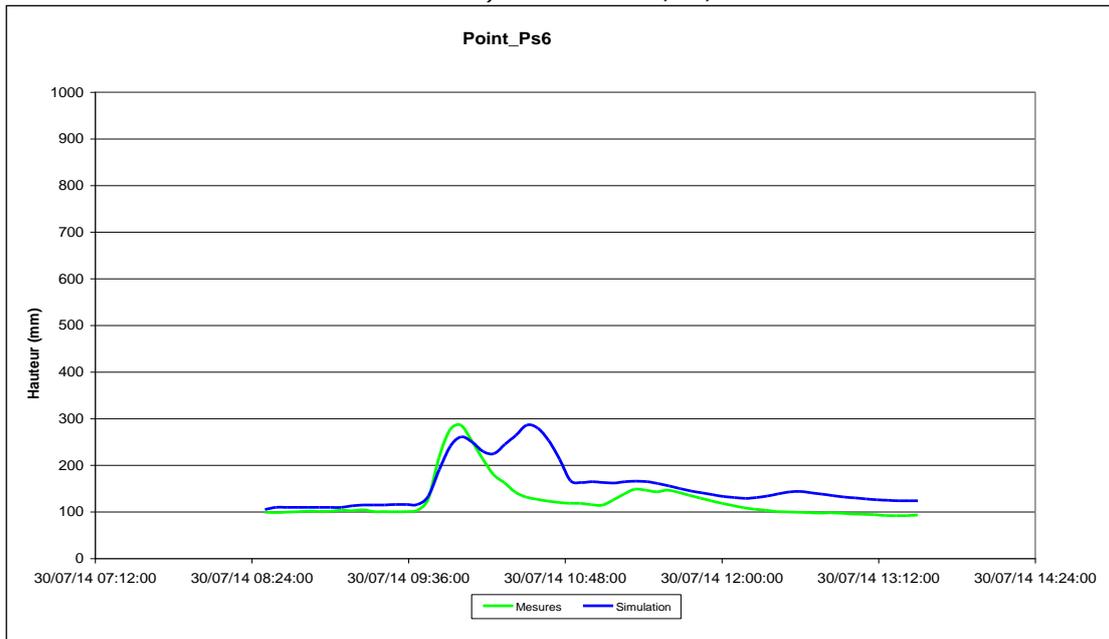
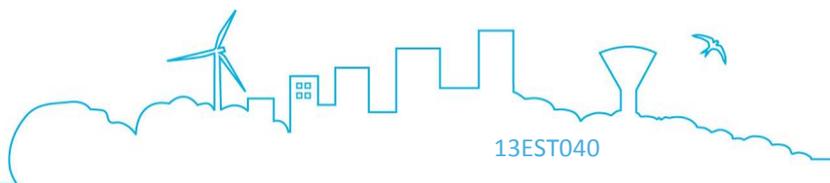


Figure 3-69 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 30/07/2014



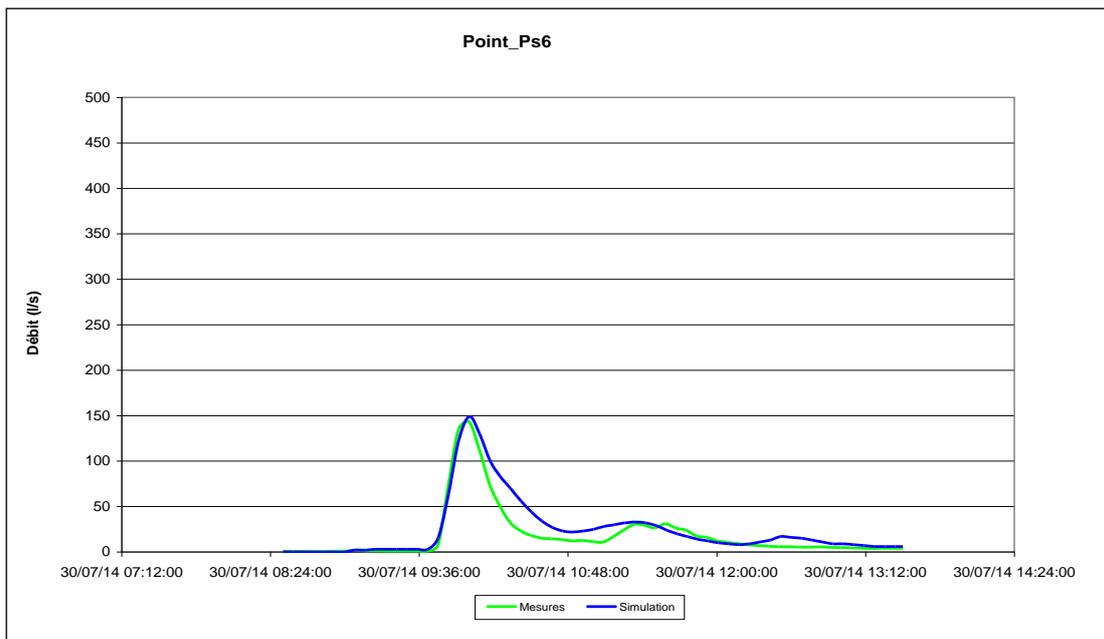


Figure 3-70 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps6 (Commune de Saint-Pierre) – Pluie du 30/07/2014  
Point de mesures Ps8

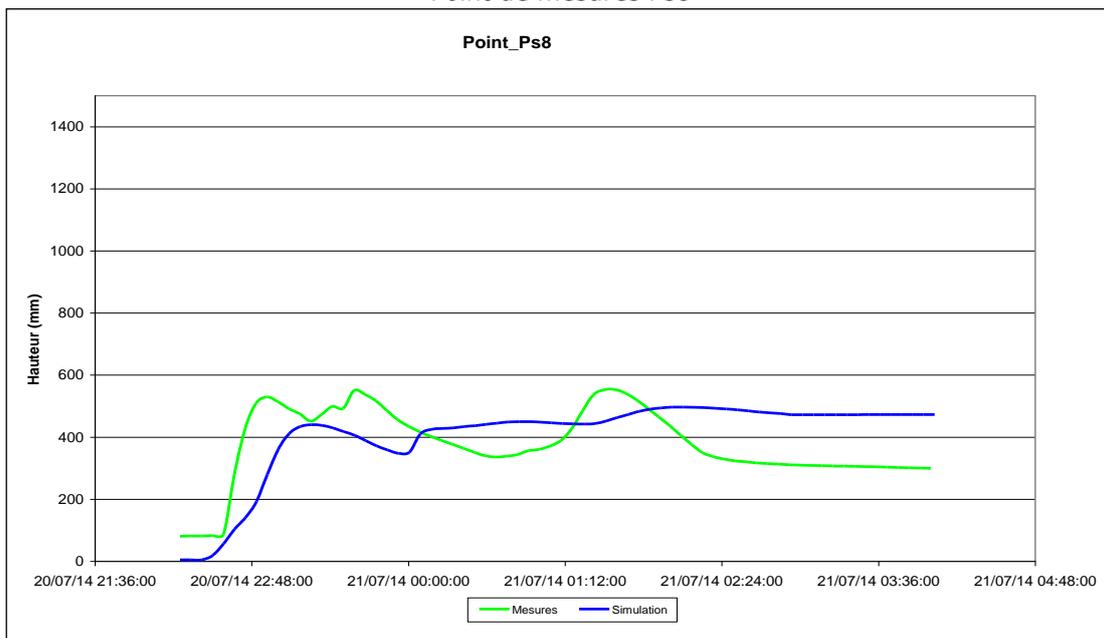
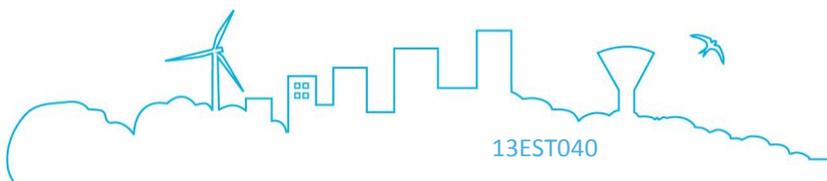


Figure 3-71 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 20/07/2014



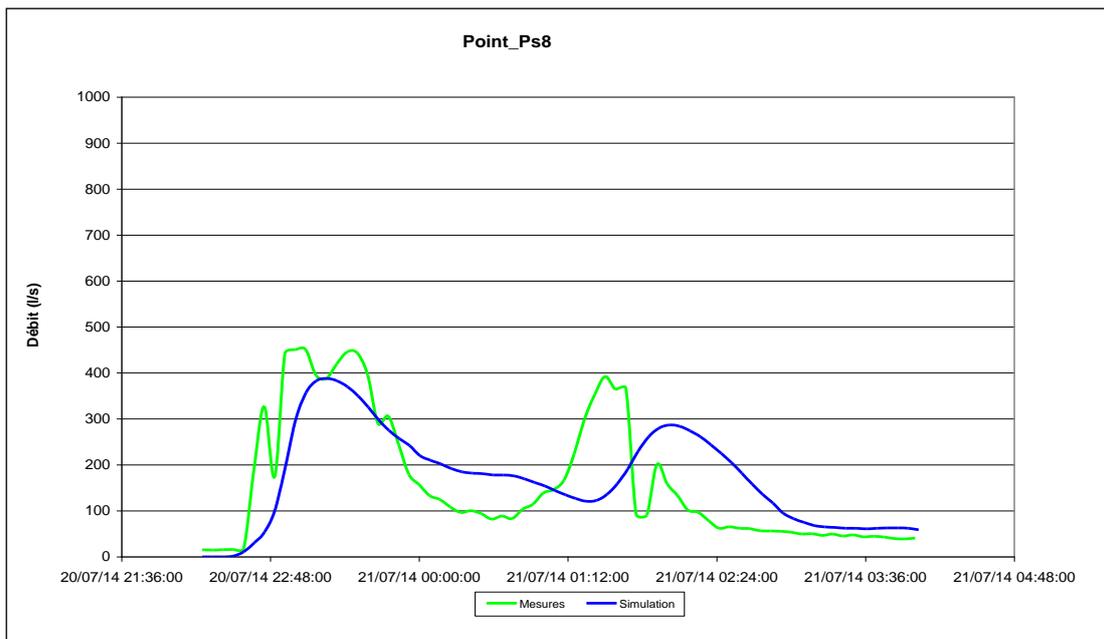


Figure 3-72 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 20/07/2014

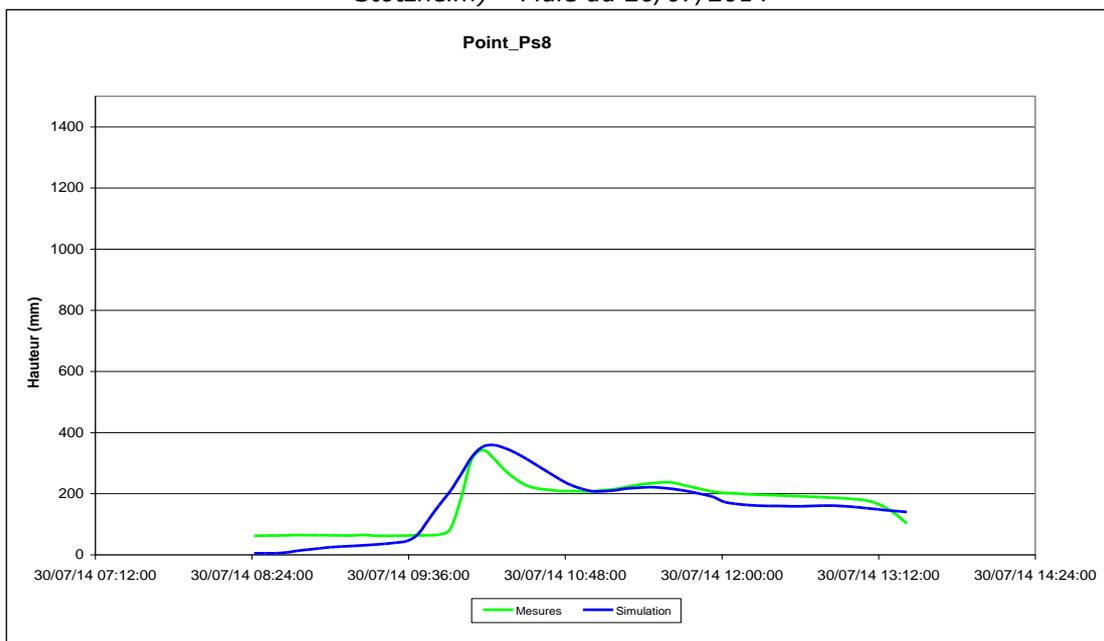
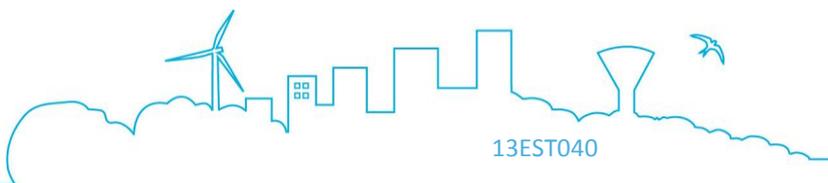


Figure 3-73 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 30/07/2014



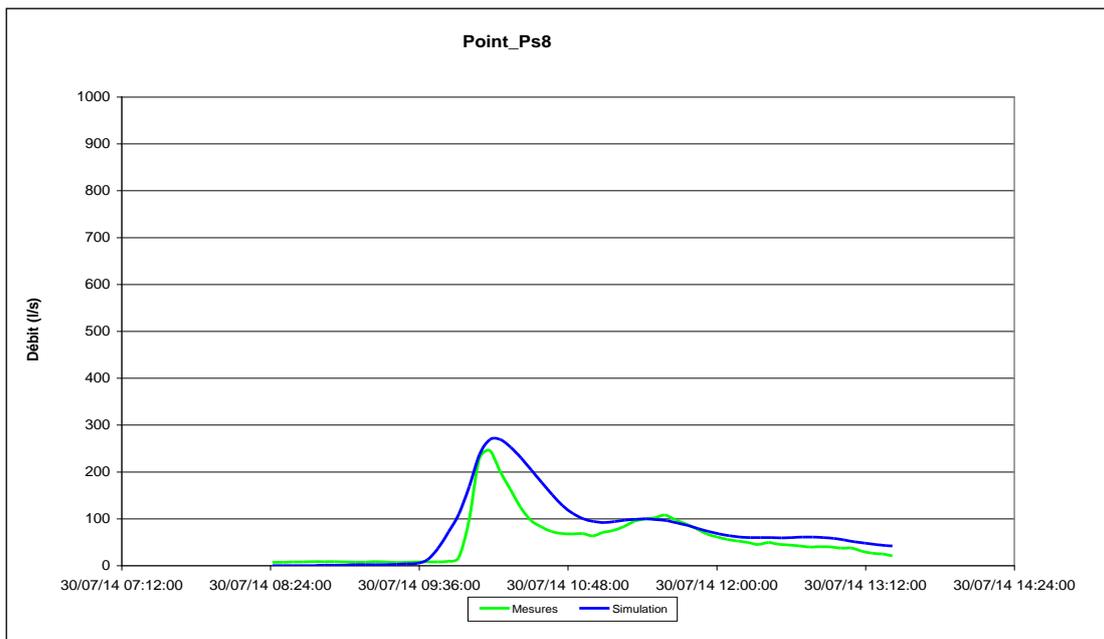


Figure 3-74 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps8 (Commune de Stotzheim) – Pluie du 30/07/2014  
Point de mesures Ps9

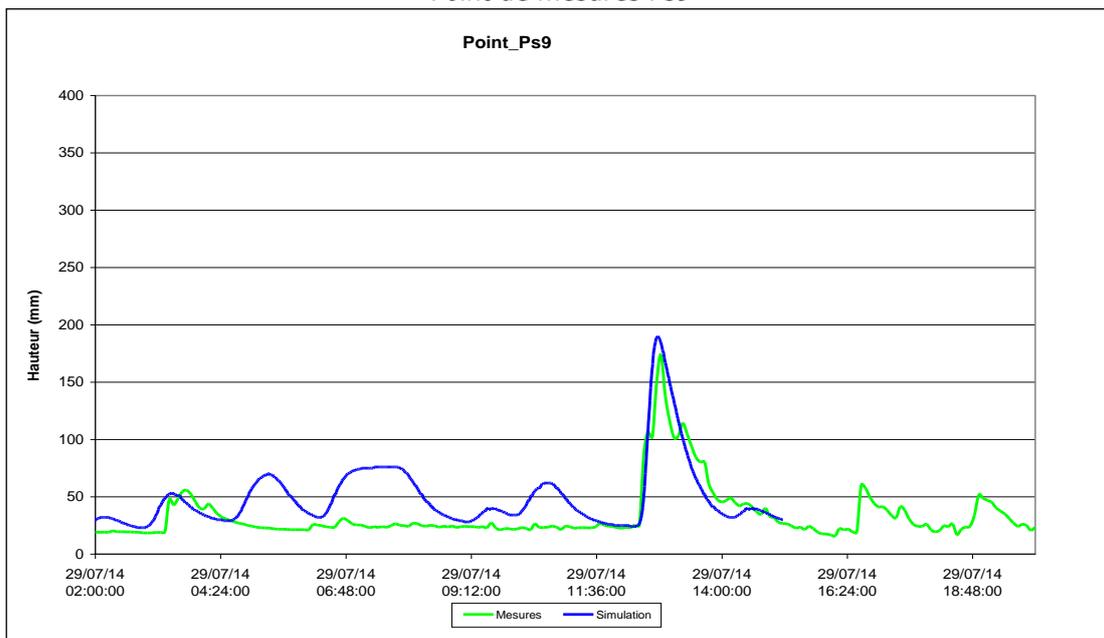
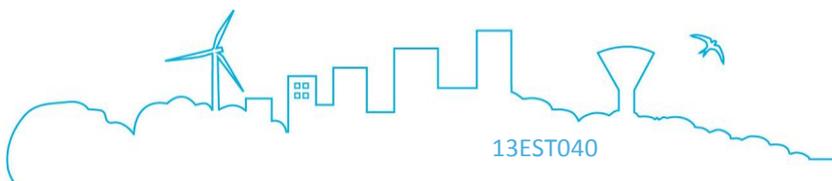


Figure 3-75 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 29/07/2014



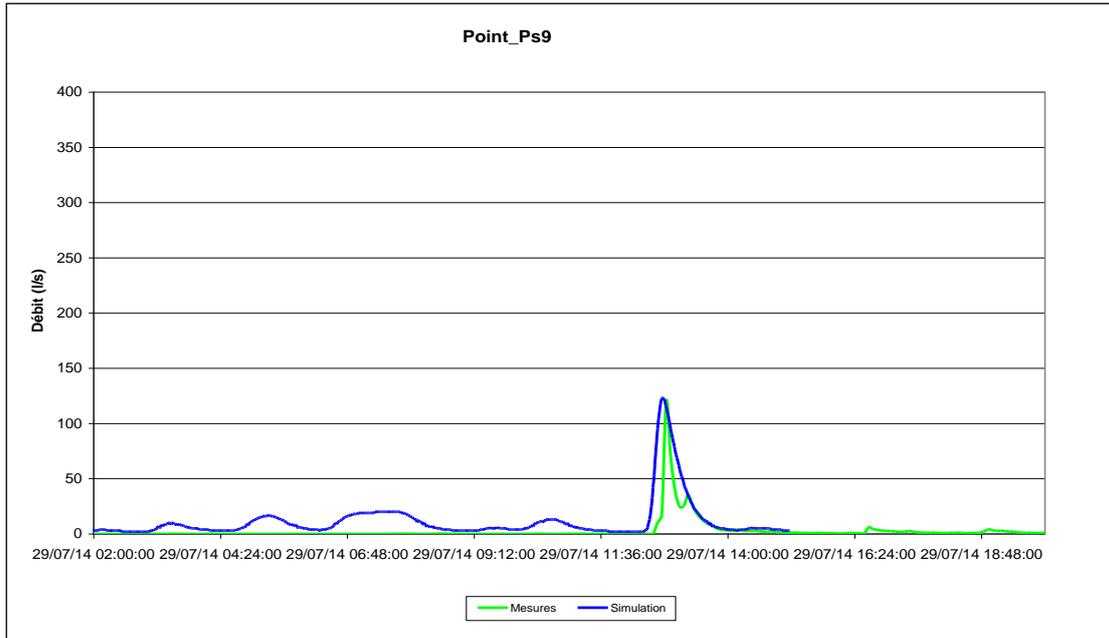


Figure 3-76 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 29/07/2014

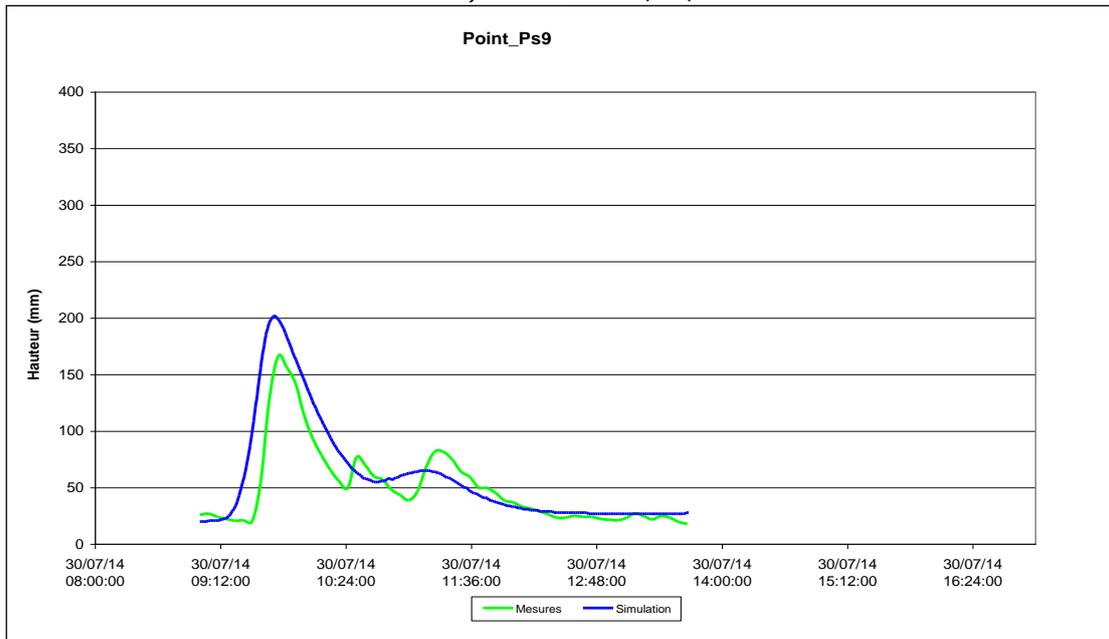
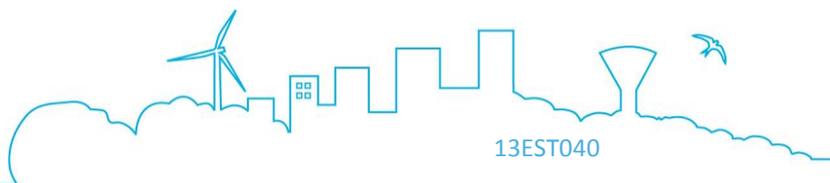


Figure 3-77 : Limnigrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 30/07/2014



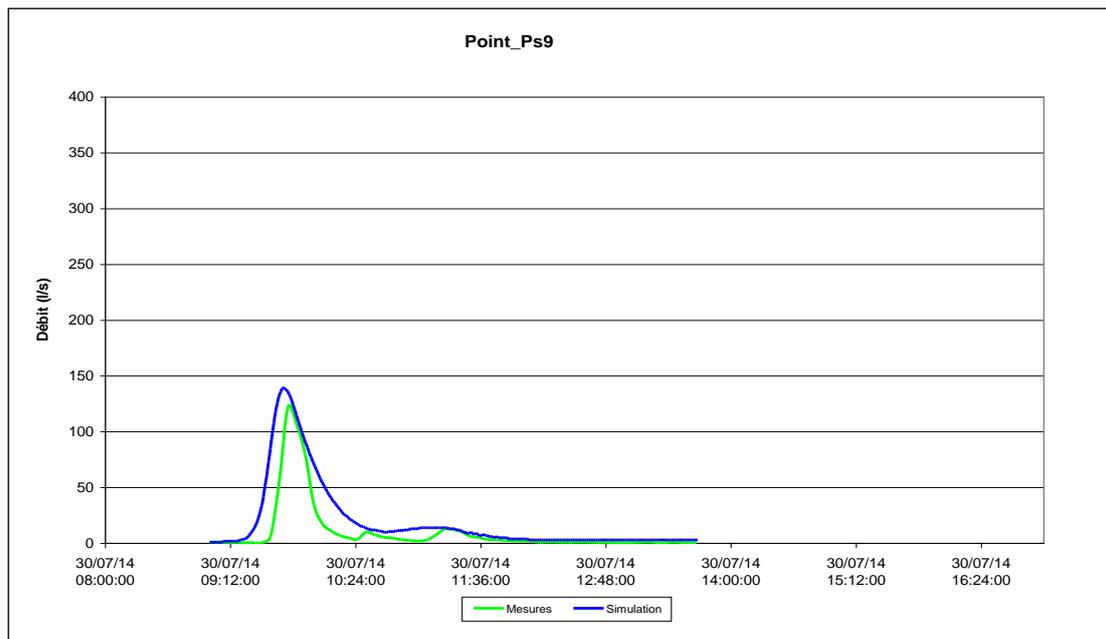


Figure 3-78 : Hydrogrammes mesurés et modélisés – Point de mesures Ps9 (Commune de Zellwiller) – Pluie du 30/07/2014

# ANNEXE 6

## CARTES DES DEBORDEMENTS ET DU TAUX DE REMPLISSAGE POUR UNE PLUIE QUINQUENNALE



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact

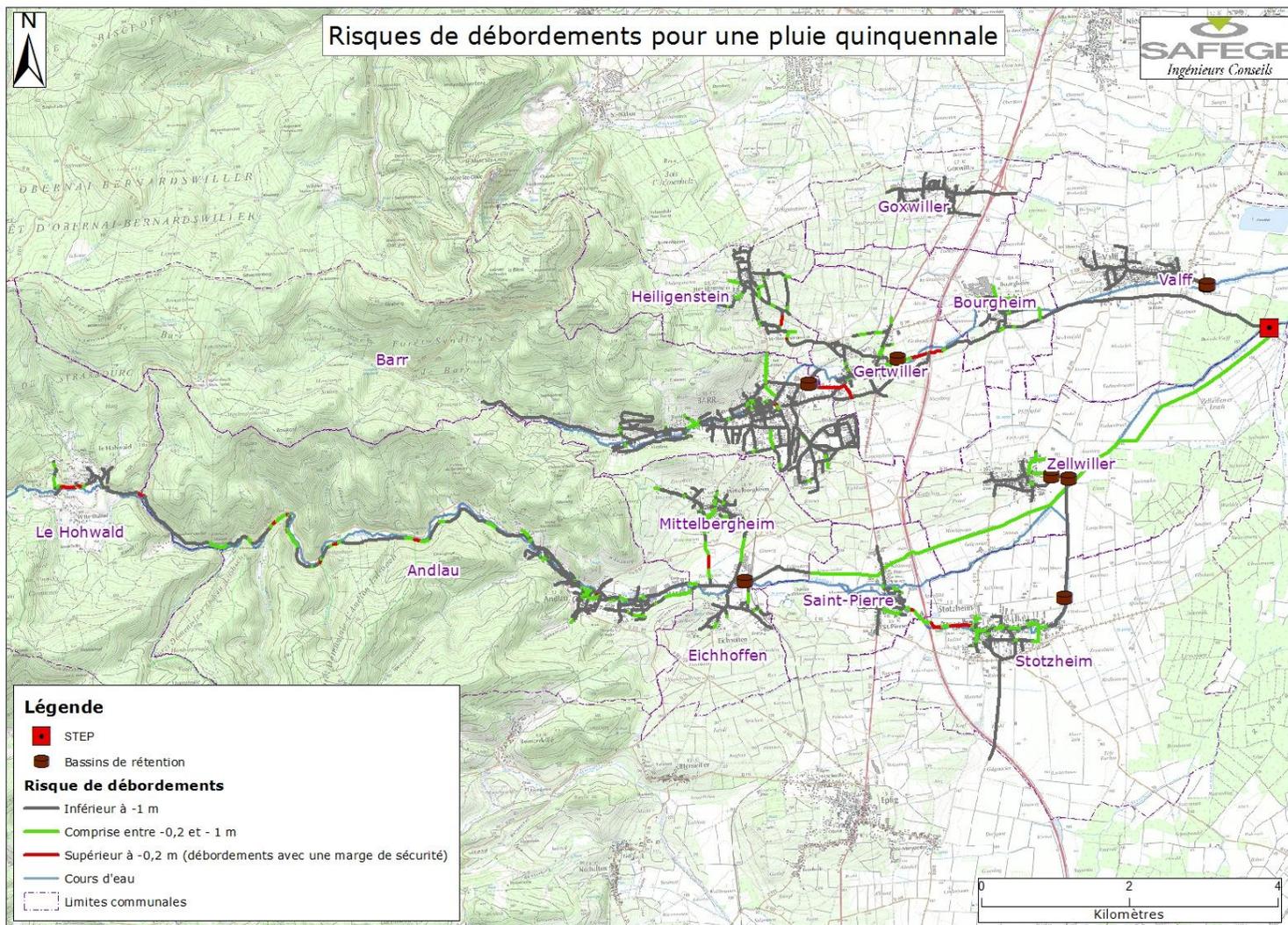


Figure 3-79 : Carte des débordements pour une pluie quinquennale



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact

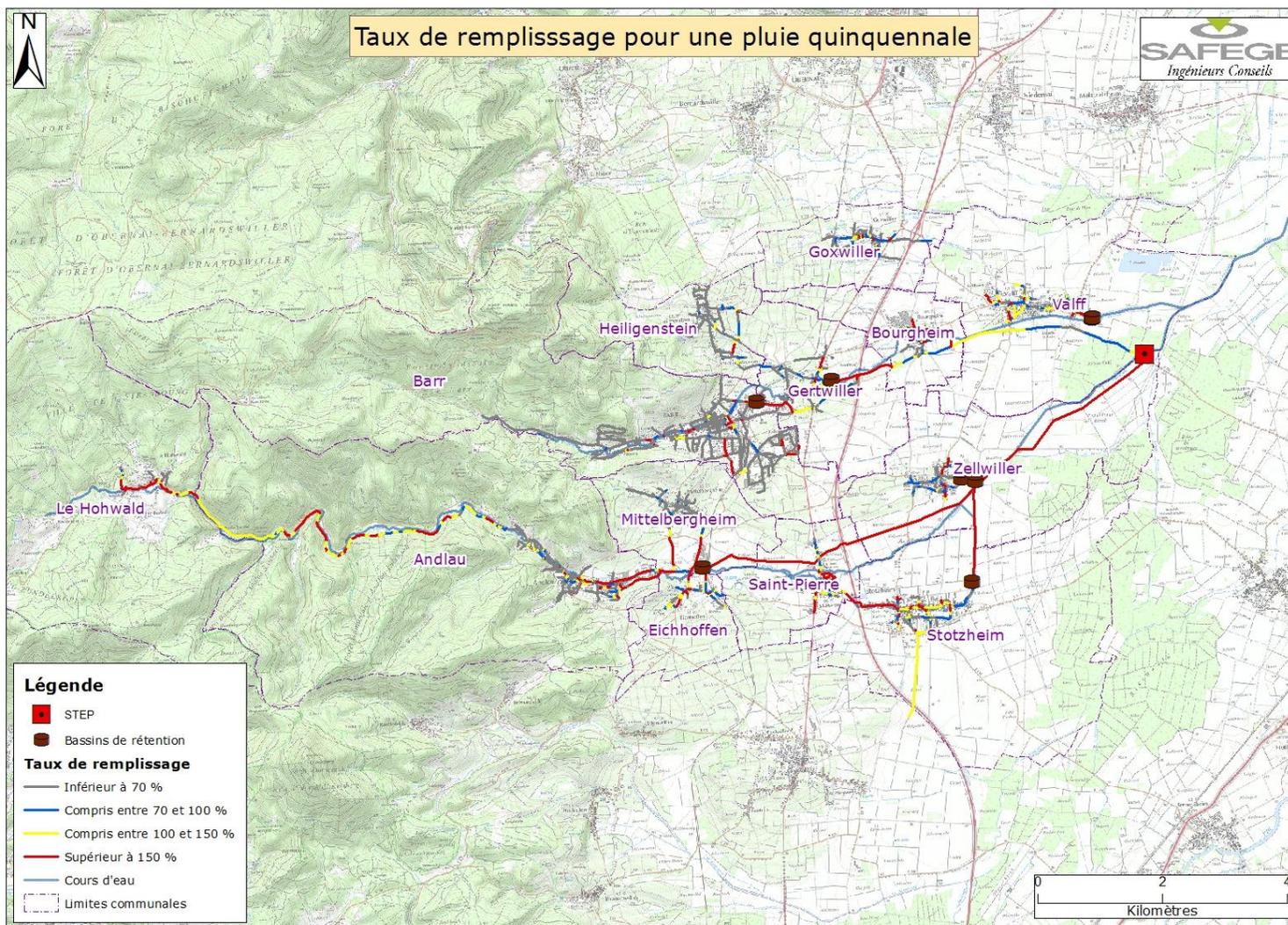


Figure 3-80 : Carte du taux de remplissage des réseaux pour une pluie quinquennale

# ANNEXE 7 CARTES DES DEBORDEMENTS ET DU TAUX DE REMPLISSAGE POUR UNE PLUIE VINGTENNALE



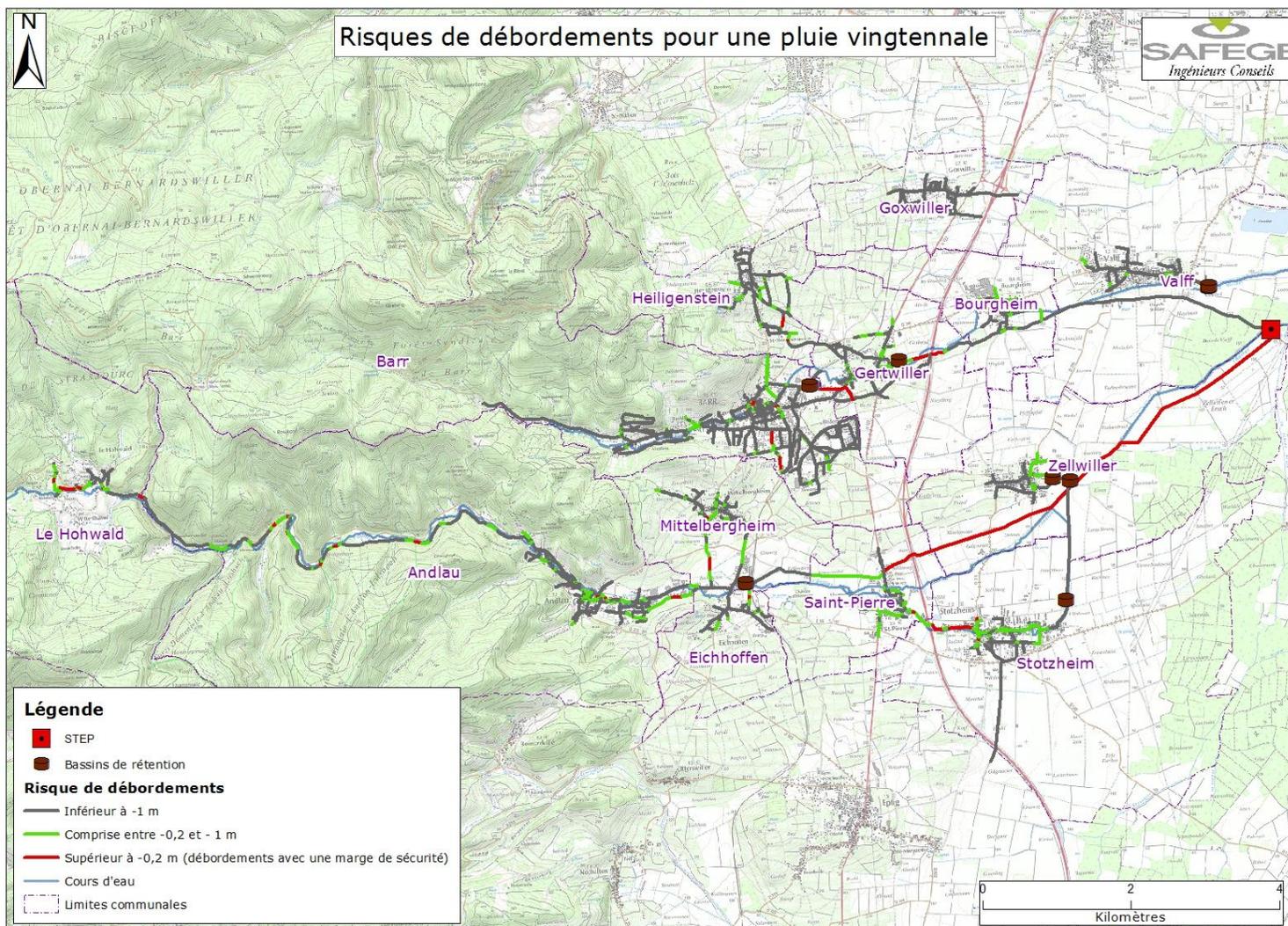


Figure 3-81 : Carte des débordements pour une pluie vingtennale



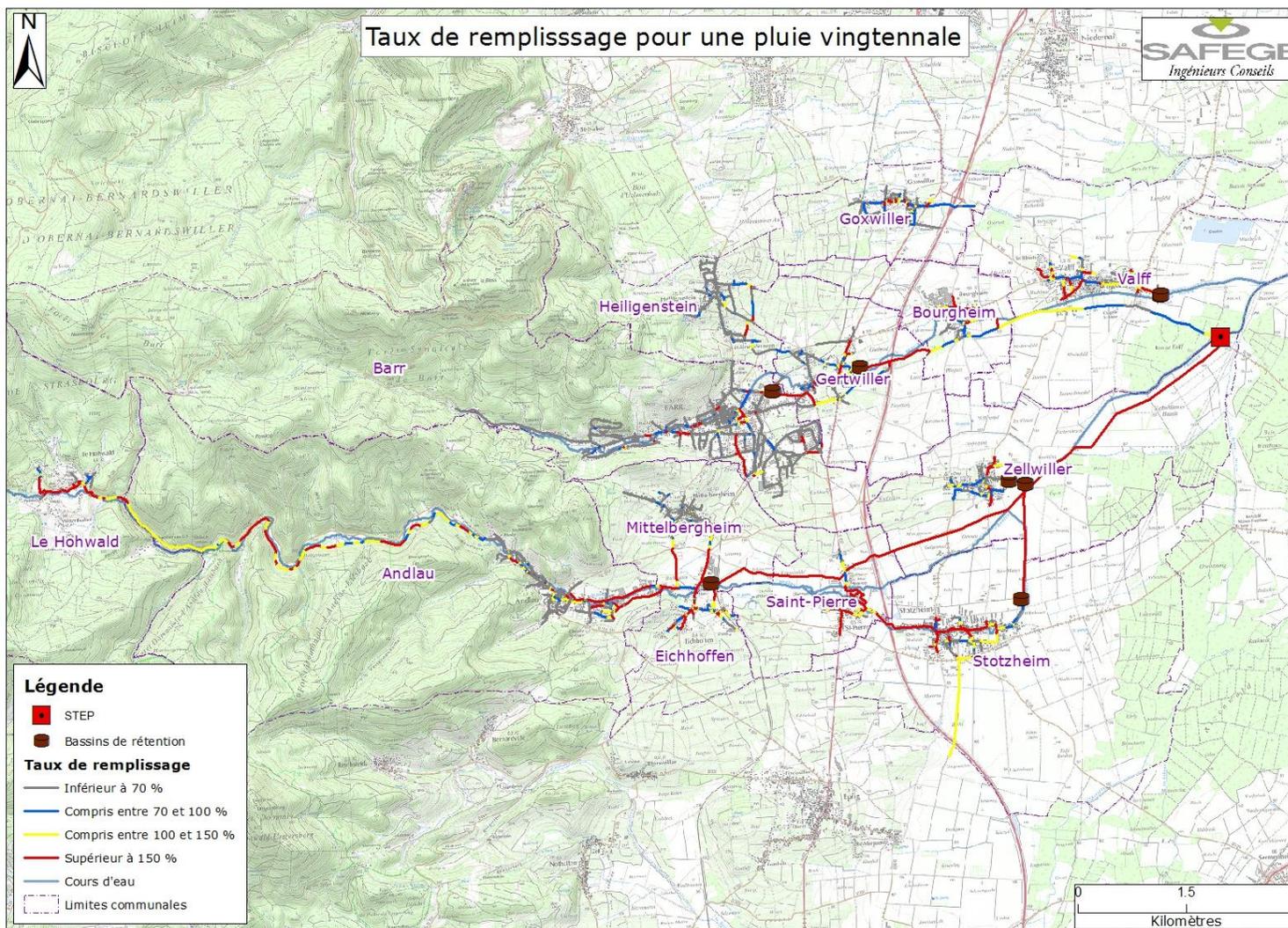


Figure 3-82 : Carte du taux de remplissage des réseaux pour une pluie vingtennale

# ANNEXE 8

## RESULTATS DE SIMULATIONS DE LA PLUIE DE PERIODE DE RETOUR 10 ANS



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



### Le Hohwald : secteur LH1

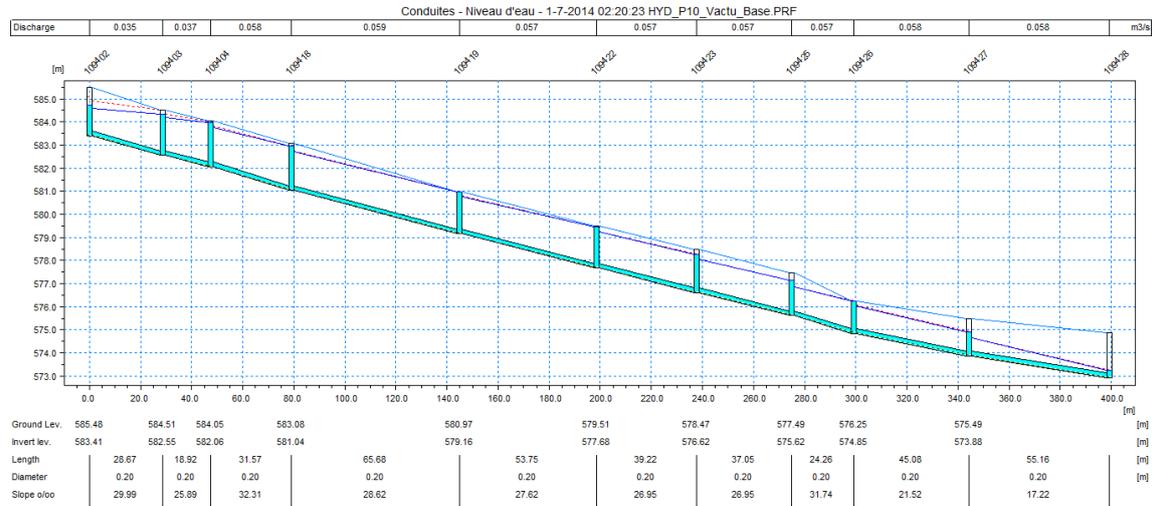


Figure 3-83 : Profil en long du collecteur du secteur LH1

### Le Hohwald : secteur LH2

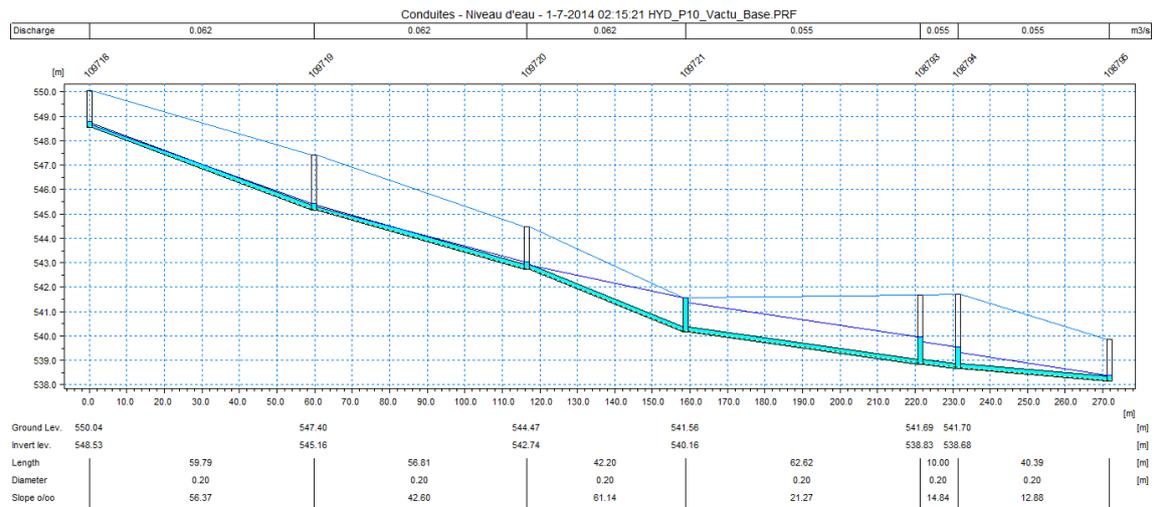


Figure 3-84 : Profil en long du collecteur du secteur LH2



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



### Andlau : secteur A1

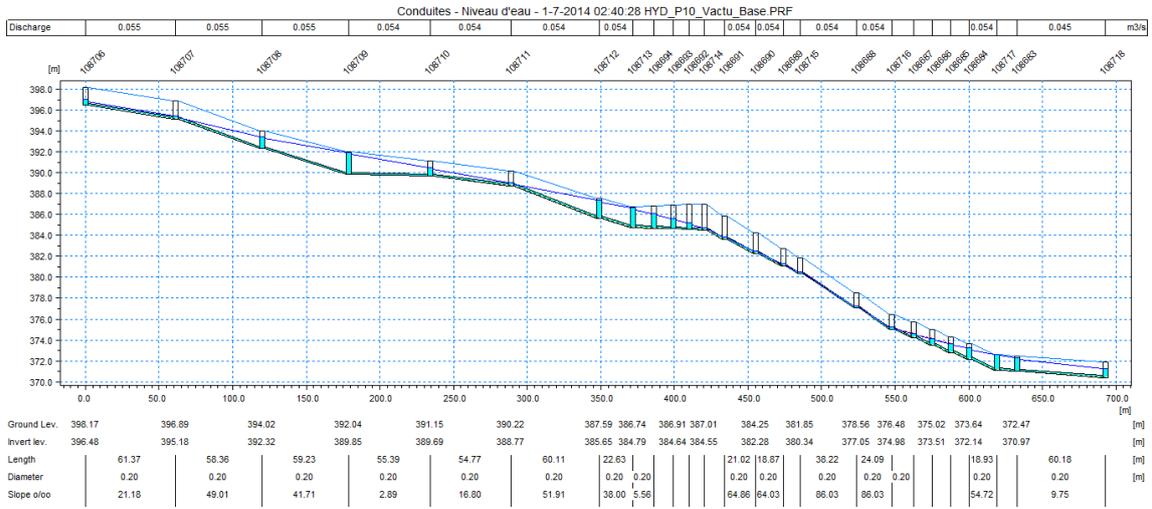


Figure 3-85 : Profil en long du collecteur du secteur A1

### Andlau : secteur A2

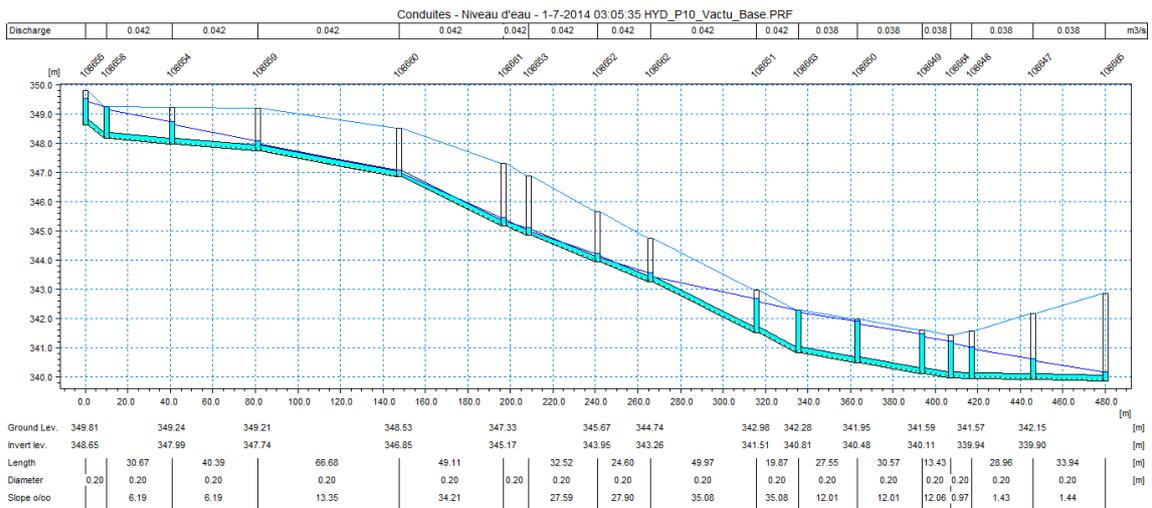


Figure 3-86 : Profil en long du collecteur du secteur A2



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



### Andlau : secteur A3

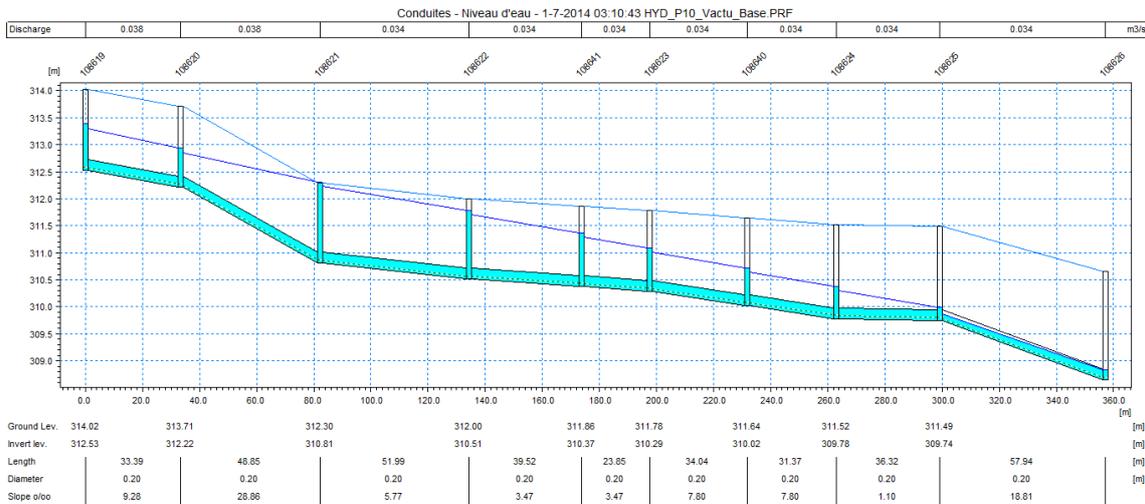


Figure 3-87 : Profil en long du collecteur du secteur A3

### Andlau : secteur A4

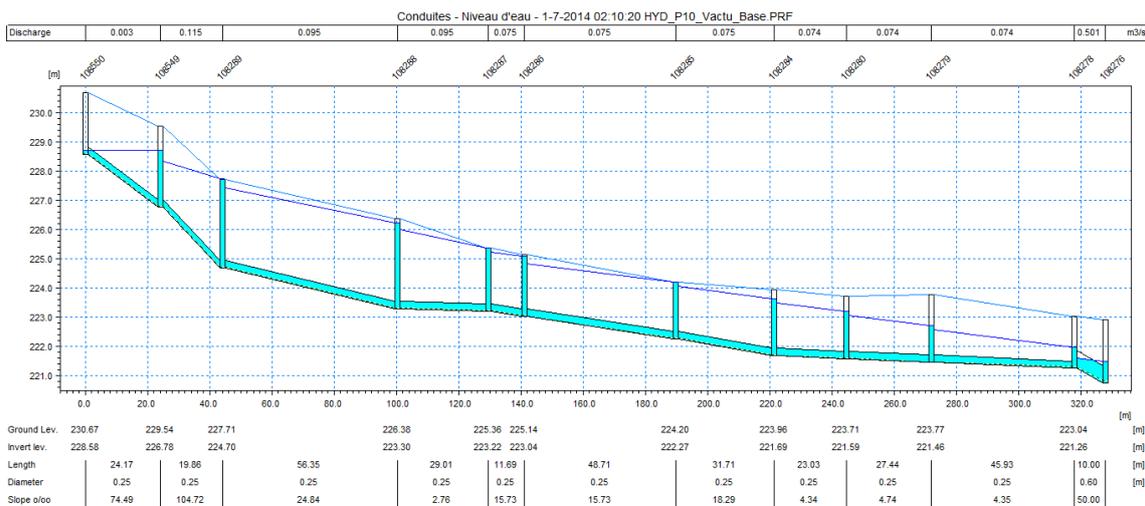


Figure 3-88 : Profil en long du collecteur du secteur A4



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



### Andlau : secteur A5

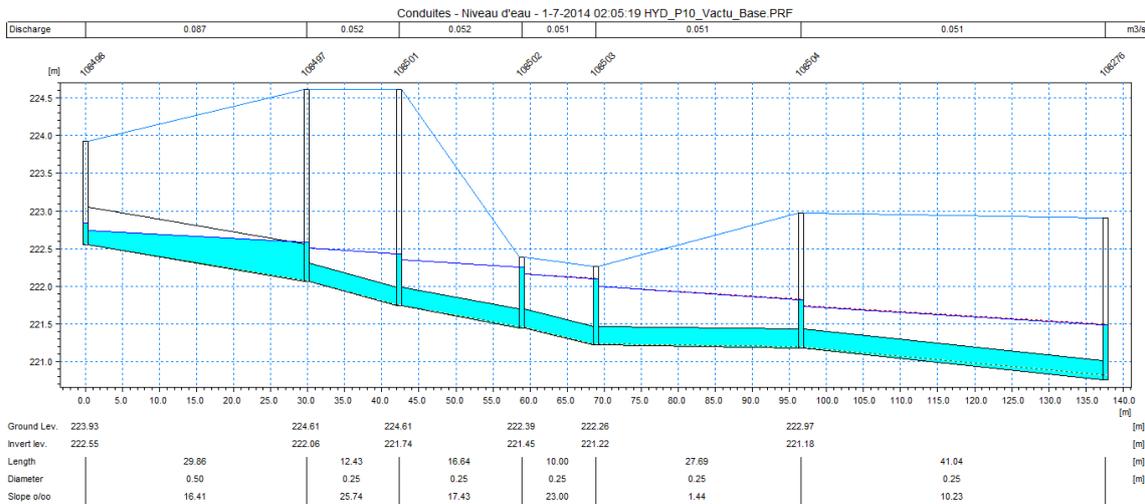


Figure 3-89 : Profil en long du collecteur du secteur A5

### Andlau : secteur A6

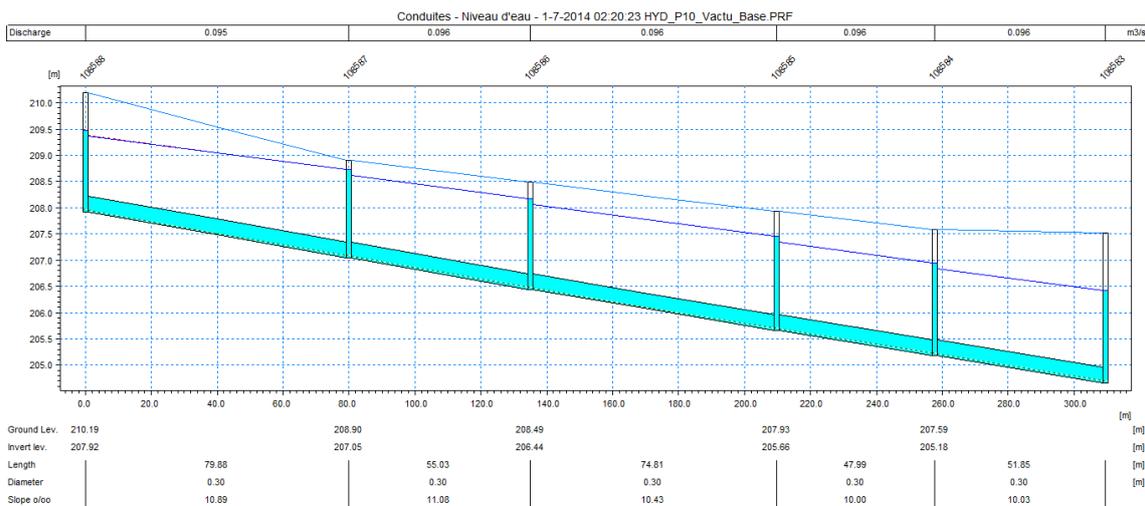


Figure 3-90 : Profil en long du collecteur du secteur A6



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



### Mittelbergheim : secteur M1

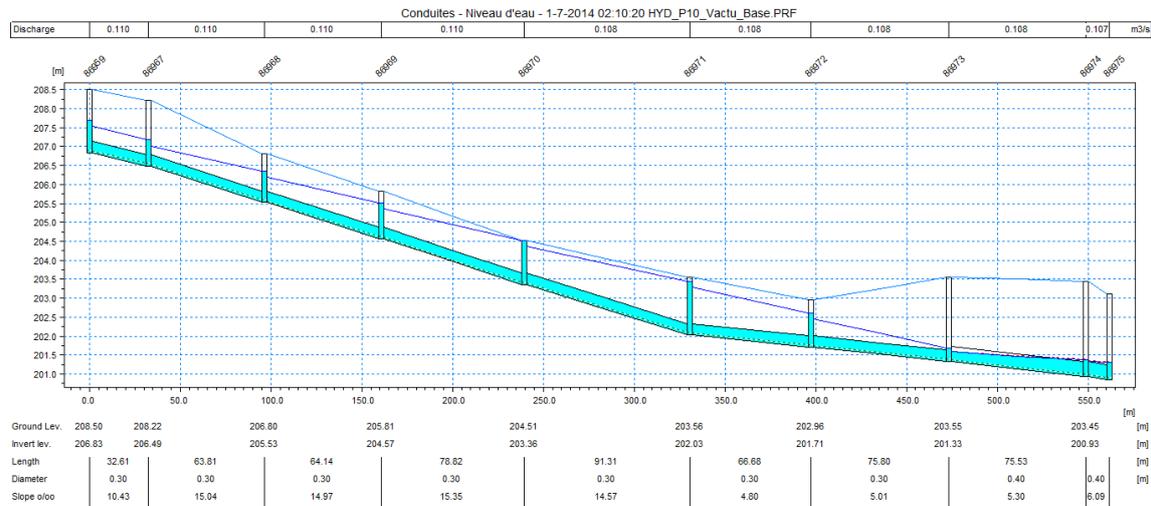


Figure 3-91 : Profil en long du collecteur du secteur M1

### Saint-Pierre : secteur SP1

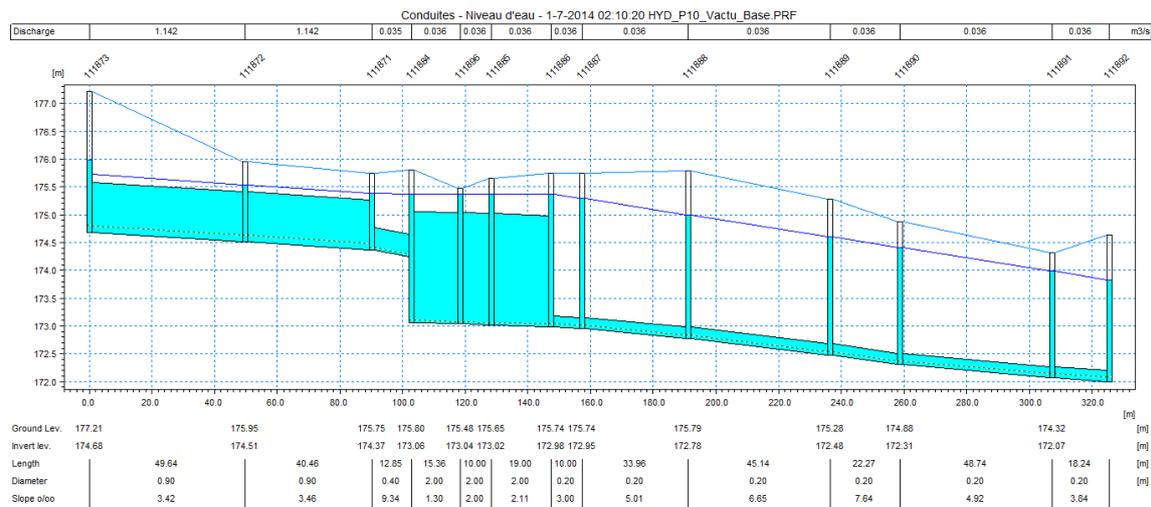


Figure 3-92 : Profil en long du collecteur du secteur SP1



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



### Saint-Pierre : secteur SP2

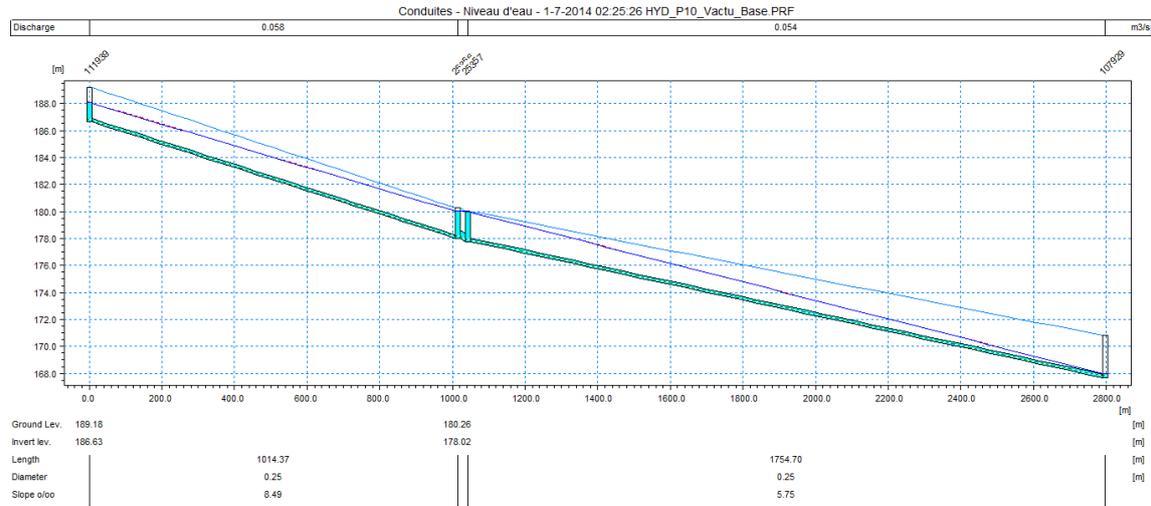


Figure 3-93 : Profil en long du collecteur du secteur SP2

### Stotzheim : secteur S1

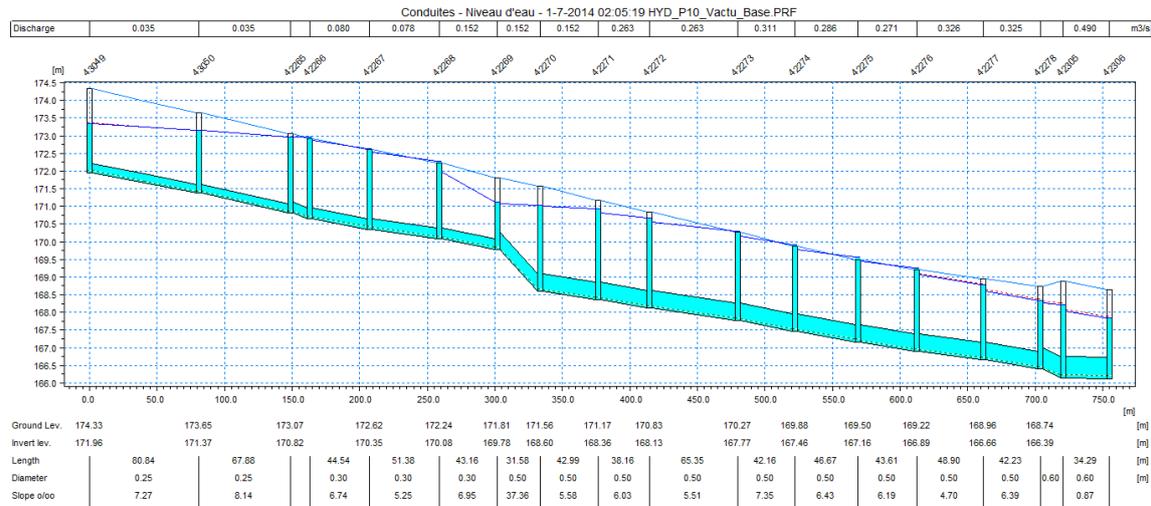


Figure 3-94 : Profil en long du collecteur du secteur S1



# RAPPORT DE PHASE 3

Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel  
Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



## Barr : secteur B1

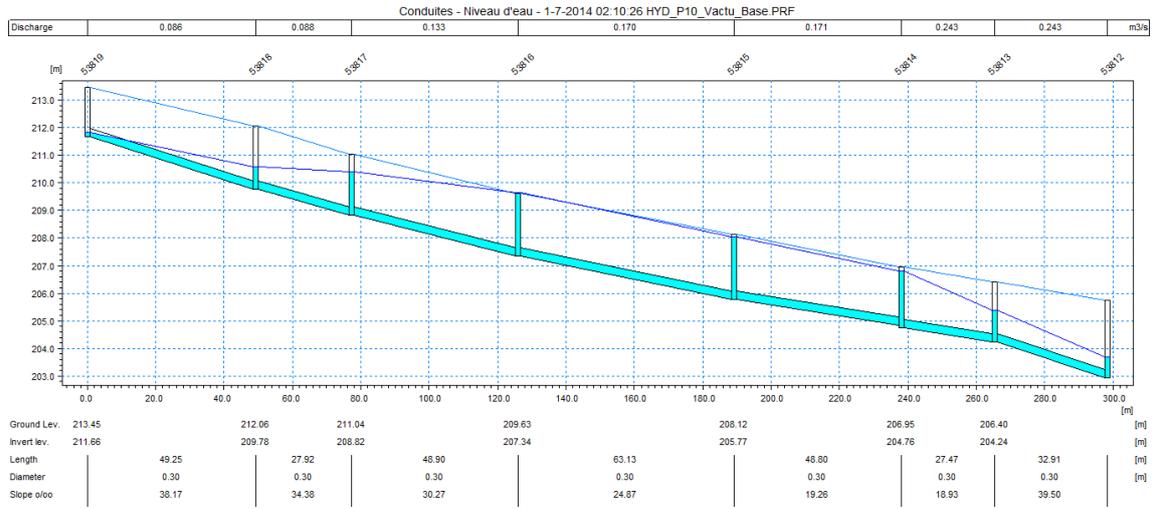


Figure 3-95 : Profil en long du collecteur du secteur B1

## Barr : secteur B2

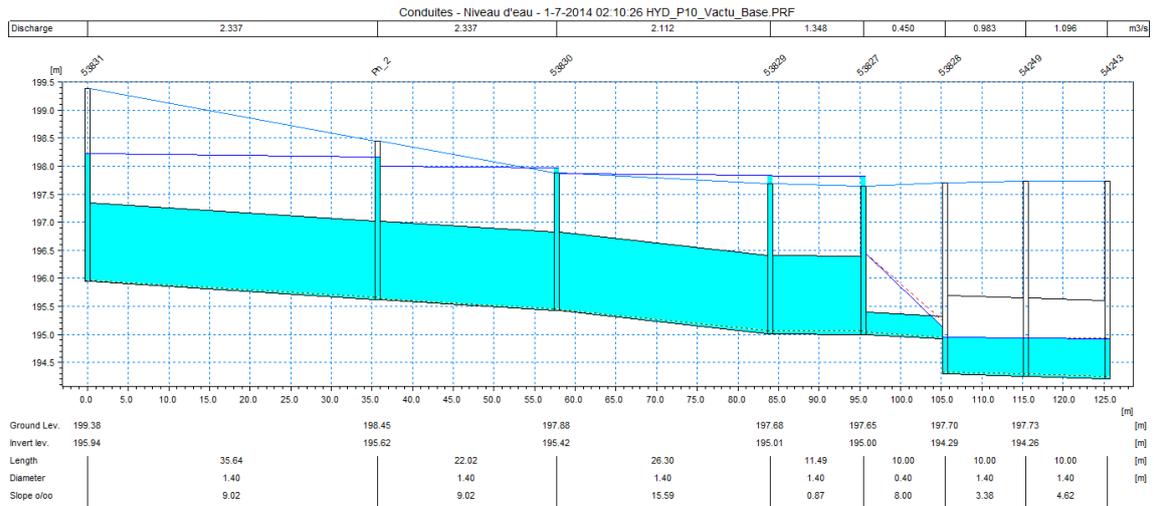


Figure 3-96 : Profil en long du collecteur du secteur B2



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d’assainissement et étude d’impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



### Barr : secteur B3

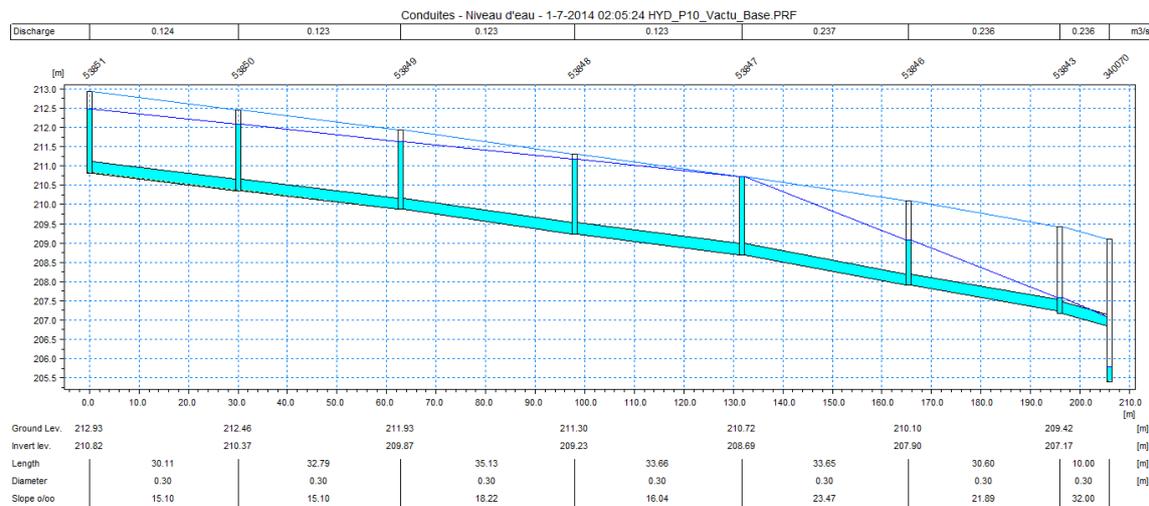


Figure 3-97 : Profil en long du collecteur du secteur B3

### Heiligenstein : secteur H2

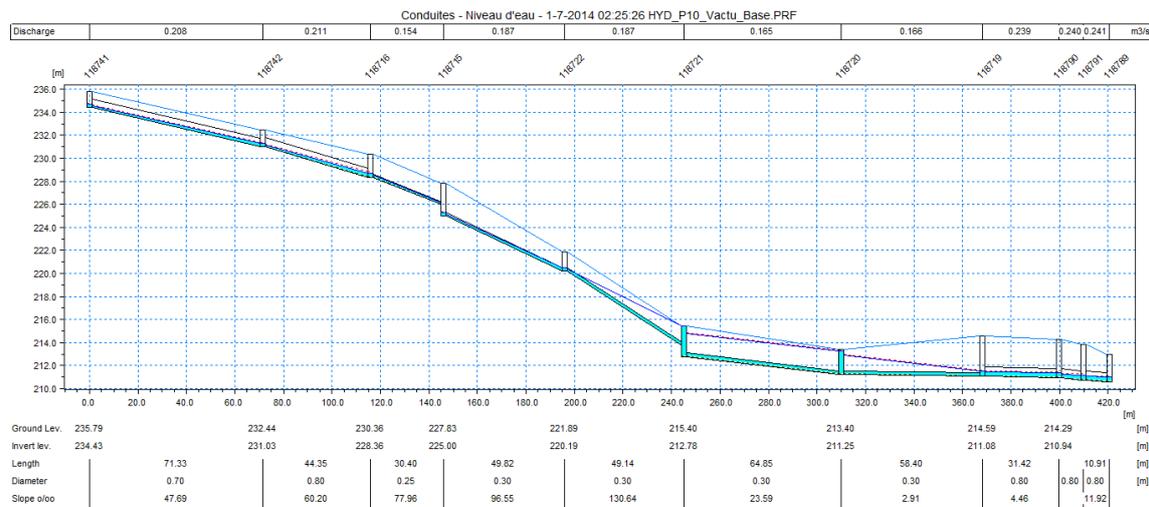


Figure 3-98 : Profil en long du collecteur du secteur H2



# RAPPORT DE PHASE 3

## Périmètre du Piémont de Barr – Modélisation des réseaux d'assainissement et étude d'impact par temps de pluie sur le milieu naturel

Rapport de phase 3 : Modélisation et impact



Zellwiller : secteur Z1

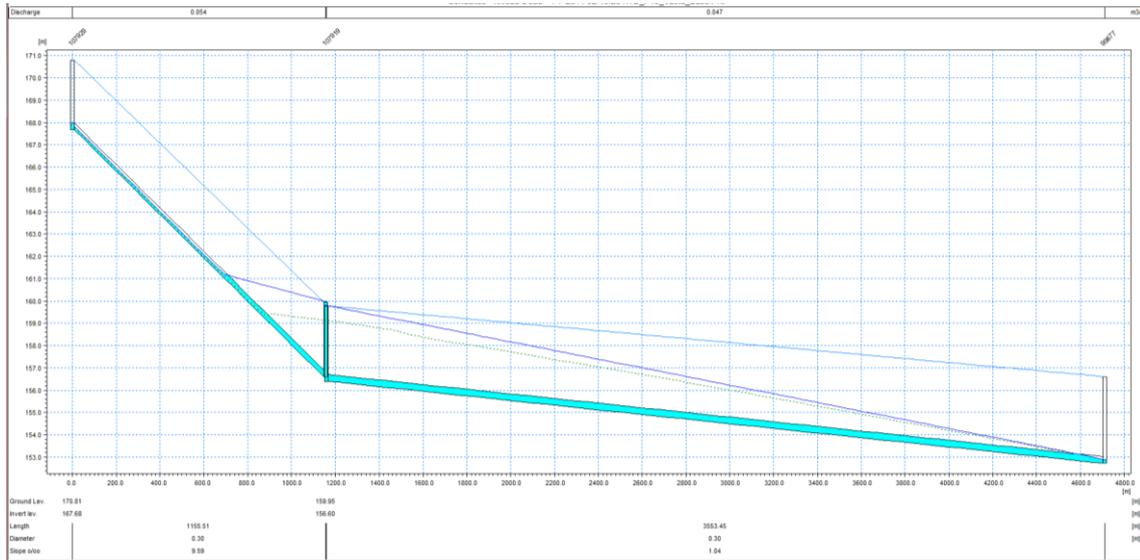


Figure 3-99 : Profil en long du collecteur du secteur Z1



# ANNEXE 9

## RESULTATS DE L'ANALYSE PLUVIOMETRIQUE METEO- FRANCE



# SELESTAT

## Constitution d'une année de précipitations synthétique

### Vos interlocuteurs Météo-France :

#### Responsable commercial :

Isabelle LEBRUN  
Météo-France Nord-Est  
Boulevard G. d'Andernach  
BP 50120 – Parc d'Innovation  
67403 Illkirch Cedex  
Tél. : 03 88 40 42 72 - Fax : 03 88 40 42 10  
Mail : [isabelle.lebrun@meteo.fr](mailto:isabelle.lebrun@meteo.fr)

#### Contact technique :

Grégory FIFRE  
Météo-France Nord-Est  
Boulevard G. d'Andernach  
BP 50120 – Parc d'Innovation  
67403 Illkirch Cedex  
Tél. : 03 88 40 42 71 - Fax : 03 88 40 42 10  
Mail : [gregory.fifre@meteo.fr](mailto:gregory.fifre@meteo.fr)



**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

## VOLET TECHNIQUE

I. DESCRIPTION DU PRODUIT .....	2
II. TERMINOLOGIE ADOPTEE.....	2
III. CLASSIFICATION DES EVENEMENTS PLUVIEUX.....	3
1. Inventaire et caractéristiques des événements pluvieux .....	3
2. Classification des événements pluvieux.....	4
3. Etude des liens entre les variables d, h, TSL au sein des différentes classes .....	4
IV. CONSTITUTION D'UNE ANNEE SYNTHETIQUE DE PLUIE.....	5
1. Méthodologie adoptée .....	5
2. Affectation de l'événement à une classe .....	5
3. Evaluation de la valeur de la durée d.....	6
4. Evaluation de la valeur de la hauteur h .....	6
5. Evaluation de la valeur de TSL .....	6
6. Traitement particulier du cas de liaison entre deux variables (tirage biaisé) .....	6
V. RESULTAT ET VALIDATION .....	7

## ETUDE SUR SELESTAT

I. PRESENTATION .....	8
1. La station de Sélestat.....	8
2. Objectif.....	8
3. Paramètres utilisés.....	8
II. CONSTITUTION D'UNE ANNEE SYNTHETIQUE .....	9
1. Inventaire des événements pluvieux.....	9
2. Classification des événements pluvieux.....	10
3. Résultats et Validation.....	16
IV. ANNEE SYNTHETIQUE RETENUE.....	17

## VOLET TECHNIQUE

### I. DESCRIPTION DU PRODUIT

---

Les bureaux d'étude ou organismes de recherche ont parfois besoin d'années types, appelées **années synthétiques**, reproduisant des successions d'événements pluvieux à pas de temps fin pour un poste donné (dimensionnement d'ouvrages d'assainissement par exemple).

La méthode utilisée pour la constitution d'une année synthétique est celle mise au point par C. Merlier et al en 1995<sup>1</sup>.

Cette méthode s'applique pour des postes disposant de données pluviographiques à pas de temps 6 minutes disposant d'au moins 5 années complètes non nécessairement consécutives de mesures pluviographiques disponibles dans la Base de Données Climatologique de Météo-France.

Pour chaque poste sélectionné, les événements pluvieux sont classés selon le couple hauteur durée par un algorithme de classification hiérarchique ascendante.

A partir de cette classification, une série chronologique correspondant à une année représentative de la pluviométrie pour chaque poste étudié est générée.

### II. TERMINOLOGIE ADOPTÉE

---

L'appareil utilisé dans le poste de l'étude est un pluviomètre à basculements d'augets. La pluie ou l'hydrométéore fondu est collecté par un cône. L'auget se remplit et bascule dès qu'il est plein, soit pour 0,2 mm. Le nombre de basculements est comptabilisé toutes les 6 minutes. Il n'y a donc pas de basculement d'auget par temps sec ou pour une chute de pluie inférieure à 0,2 mm.

La terminologie suivante est adoptée lors du développement de la méthodologie de constitution d'une année synthétique :

---

<sup>1</sup> Revue LE CLIMAT, volume 14, n°1 de mai 1996

- **Épisode pluvieux** : intervalle de temps d'intensité pluvieuse constante, qui constitue la donnée de base des enregistrements pluviographiques de Météo-France
- **Épisode sec** : intervalle de temps pendant lequel aucun cumul de précipitations n'est enregistré
- **Événement pluvieux** : somme d'épisodes pluvieux consécutifs dont le cumul est supérieur ou égal à un seuil défini par l'utilisateur en mm et dont la fin est fixée par une interruption des précipitations d'au moins 30 minutes (épisode sec durant au moins 30 minutes)

Chaque événement est décrit par :

- sa date de début (année, mois, jour, heure, minutes)
- sa durée (d) en minutes
- sa hauteur totale en millimètres
- sa durée de temps sec au sens strict (TSS) en minutes
- sa durée de temps sec au sens large (TSL) en minutes

- **Temps sec au sens strict (noté TSS)** : durée de temps sec précédant immédiatement l'événement pluvieux ( $\geq 30$  minutes)
- **Temps sec au sens large (noté TSL)** : durée de temps sec précédant immédiatement l'événement pluvieux augmentée de la durée des épisodes n'entrant pas dans la définition d'un événement pluvieux car ne répondant pas aux critères fixés précédemment (épisodes pluvieux inférieurs au seuil prédéfini)
- **Période totale** : année civile entière
- **Période critique** : correspond à la période d'étiage, variable selon les régions climatiques. La période d'étiage considérée pour Sélestat s'étend de mai à octobre
- **Période normale** : correspond à la période complémentaire et s'exprime par des paramètres de même nature que ceux de la période critique
- **Saut d'intensité** : différence entre l'intensité maximale et l'intensité moyenne
- **Position du pic d'intensité** : détermine la position du pic, du début de l'épisode jusqu'à la fin de l'épisode

### III. CLASSIFICATION DES ÉVÉNEMENTS PLUVIEUX

---

#### 1. Inventaire et caractéristiques des événements pluvieux

Pour chaque traitement, on obtient l'inventaire des événements pluvieux. A partir de ces événements et pour chacune des périodes (totale, critique et normale), les éléments statistiques descriptifs des paramètres durée de l'événement (d), hauteur totale (h), TSS et TSL sont calculés.

Ces paramètres descriptifs sont :

- le minimum (min)
- le maximum (max)
- la moyenne (moy)
- l'écart type (sig)
- les quantiles q20, q40, q50, q60 et q80 correspondant respectivement à des fréquences de non-dépassement de 20, 40, 50, 60 et 80% (ces valeurs sont encore appelées respectivement premier et second quintiles, médiane, troisième et dernier quintile)

## 2. Classification des événements pluvieux

On cherche à regrouper les événements pluvieux selon le couple hauteur-durée en classes homogènes. On utilise pour cela l'outil statistique qu'est la classification automatique. On cherche alors à regrouper les points définis par leur coordonnées h et d de façon à obtenir les classes les plus compactes possibles et les plus distantes les unes des autres.

Les variables hauteur (h) et durée (d) n'étant pas homogènes du point de vue dimensionnel (h exprimé en millimètres et d en minutes), leurs plages de variations sont très différentes. Pour s'affranchir des problèmes de dimension, les variables ont été réduites par la valeur maximale observée de l'échantillon, selon la formule suivante :

$$\delta^2(i, j) = \left[ \frac{(d_i - d_j)}{d_{\max}} \right]^2 + \left[ \frac{(h_i - h_j)}{h_{\max}} \right]^2$$

Cette normalisation par division par la valeur maximale permet de ramener les deux variables dans le même intervalle [0, 1].

Le type de classification utilisé est une classification hiérarchique ascendante. Le critère d'agglomération employé est celui de Ward qui maximise la variance interclasse et minimise la variance intra classe (en d'autres termes, la classification produit les classes aussi compactes et aussi séparées que possible). L'intérêt de ce type de classification est qu'il n'oblige pas à fixer arbitrairement le nombre de classes final. Celui-ci est déterminé à l'examen des résultats de la procédure.

Cette classification permet de mettre en évidence plusieurs types d'événements pluvieux, représentés par X classes. Ceux-ci sont décrits par différents paramètres descriptifs des variables utilisées : minimum, maximum, moyenne, écart type et fréquences d'occurrence (séparées en quintiles).

## 3. Etude des liens entre les variables d, h, TSL au sein des différentes classes

Pour chaque poste et chaque période, on calcule par classe les corrélations entre les différents couples de variables durée/hauteur, durée/TSL et hauteur/TSL afin de déterminer ceux pour lesquels il existe une liaison entre les variables. A noter, les corrélations n'ont pas été calculées pour des classes dont l'effectif ne dépasse pas les quatre éléments.

## IV. CONSTITUTION D'UNE ANNEE SYNTHETIQUE DE PLUIE

L'objectif est d'obtenir, à partir des résultats des statistiques, une série chronologique de précipitations correspondant à une année et constituée de valeurs pour les variables d (durée de l'événement), h (hauteur de l'événement) et TSL (durée de temps sec précédant l'événement) représentative de la pluviométrie annuelle du poste considéré.

### 1. Méthodologie adoptée

Les résultats d'études précédentes montrent qu'il existe pour certains couples de valeurs d, h ou TSL des liens. Il est alors raisonnable d'estimer la deuxième variable une fois la première variable déterminée. On détermine :

1. Tout d'abord la classe de l'événement,
2. puis, à l'intérieur de cette classe, la durée de l'épisode pluvieux,
3. puis la hauteur de précipitation
4. et enfin la durée de temps sec au sens large (TSL) précédant l'épisode pluvieux.

On débute le traitement le 1er janvier à 00h00.

### 2. Affectation de l'événement à une classe

- Tirage au sort d'une valeur dans l'intervalle [0,1]
- Détermination de la classe correspondant à cette valeur (avec prise en compte de la date courante pour la détermination de la période) en fonction des probabilités d'occurrence des différentes classes.

Pour l'ensemble des classes d'une même période, on établit la fréquence d'apparition cumulée des événements de chaque classe.

Exemple : soit une période critique avec 4 classes, le nombre total d'événements de cette période est de 511 événements.

Numéro de classe	Nombre d'événements	Nb éven <sup>t</sup> / Nb total	Fréquence cumulée
1	9	0,018	0,018
2	47	0,092	0,110
3	6	0,012	0,122
4	449	0,878	1,0
total	511		

On tire un nombre réel 'r' de 0 à 1, si  $0 \leq r < 0,018$  : la classe choisie est la classe 1

si  $0,018 \leq r < 0,110$  : classe 2

si  $0,110 \leq r < 0,122$  : classe 3

si  $0,122 \leq r \leq 1$  : classe 4

Ceci montre bien qu'un événement de la classe 4 dont le nombre d'événements est élevé sera plus susceptible d'être tiré au sort que celui de la classe 3.

### 3. Evaluation de la valeur de la durée d

- Tirage au sort d'une valeur dans l'intervalle [0,1]
- Détermination de la valeur de d calculée en tenant compte de la répartition de cette variable au sein de la classe.

### 4. Evaluation de la valeur de la hauteur h

Deux cas se distinguent :

- une liaison a été mise en évidence entre d et h pour la classe choisie : on détermine h en la prenant en compte (voir méthode plus loin).
- aucune liaison n'a été mise en évidence : on évalue h comme d

### 5. Evaluation de la valeur de TSL

Le traitement est analogue à celui retenu pour l'évaluation de h, mais cette fois-ci on prend en compte les liaisons éventuelles entre TSL et d ou TSL et h lorsqu'elles existent.

Une fois tous ces éléments décrivant l'événement déterminés, on calcule la date (mois, jour et heure) de la fin de l'événement. On retourne ensuite au point 1 tant qu'on n'a pas atteint le 31 décembre à 23h59.

### 6. Traitement particulier du cas de liaison entre deux variables (tirage biaisé)

On considère un couple de variables  $x$  et  $y$  pour lesquelles on a montré qu'il existe une liaison significative au sein d'une classe donnée. Une fois la valeur de  $x$  déterminée, la valeur de  $y$  est liée à celle prise par  $x$  et ne peut être totalement déterminée au hasard.

En effet, la variable  $y$  est liée en moyenne à la variable  $x$  par l'équation de régression linéaire de  $y$  en  $x$  qui s'écrit :  $y = a x + b$ . Cette équation donne la meilleure estimation possible (au sens des moindres carrés) de la valeur  $y$  en fonction de celle prise par  $x$ .

Les coefficients  $a$  et  $b$  sont donnés par les relations :

$a = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$  et  $b = \bar{y} - a \bar{x}$ , où  $\bar{x}$  et  $\sigma_x$  sont la moyenne et l'écart type de la variable  $x$  (même notation pour  $y$ ) et  $r$  le coefficient de corrélation linéaire entre  $y$  et  $x$ .

L'erreur d'estimation  $\varepsilon$ , c'est à dire la différence entre la valeur  $y$  observée et celle estimée par l'équation de régression, soit  $\varepsilon = y - (ax + b)$  est distribuée suivant une loi de Gauss de moyenne nulle et d'écart type  $\sigma = \sigma_y \sqrt{1 - r^2}$ .

Ainsi en cas de liaison significative entre  $x$  et  $y$ , la valeur prise par  $y$  est calculée par la relation :

$y = a x + b + T^{-1}(\varphi \sigma_y \sqrt{1 - r^2})$  où  $\varphi$  est la valeur tirée au sort dans l'intervalle [0, 1] et  $T^{-1}$  la fonction inverse de la fonction de Gauss.

## V. RESULTAT ET VALIDATION

---

A partir de la méthodologie exposée ci-dessus, on peut produire un nombre important d' « années-types ». Il semble judicieux de choisir, au sein de celles-ci, une des plus représentatives.

Pour cela, on choisit comme paramètres permettant d'estimer la qualité globale de l'année produite, le nombre total d'événements (nb), la durée totale de précipitations (dtot), la hauteur totale de précipitations (supérieures au seuil prédéterminé) (htot) et la durée totale de TSL (TSLtot). Pour ces paramètres, on calcule à partir des années d'étude différents quantiles correspondant à des fréquences de non-dépassement de 20, 40, 45, 50, 55, 60 et 80% (notés respectivement q20, q40, q45, q50, q55, q60 et q80)

A partir de ces éléments descriptifs, on sélectionne l'année type dont les paramètres nb, dtot, htot et TSLtot sont les plus proches des valeurs médianes.

### Remarques :

Les hauteurs cumulées de précipitations ont des valeurs beaucoup plus faibles que les cumuls annuels moyens de précipitations réelles. Ceci s'explique par le fait que tous les événements pluvieux n'ont pas été pris en compte dans ces séries, seuls les événements de 1 millimètre ou plus ont été cumulés.

D'autre part, certains événements à caractère exceptionnel, situés dans les classes à faible probabilité d'apparition ont pu être exclus par le procédé de tirage au sort pour la constitution de l'année synthétique. Il faut garder à l'esprit l'existence de ces événements exceptionnels.

**Une année synthétique constitue une bonne image d'une année type médiane pour la station étudiée.**

## ETUDE SUR SELESTAT

### I. PRESENTATION

#### 1. La station de Sélestat

Cette station est située sur la commune de Sélestat, au lieu-dit Runtzfeld. Elle est référencée sous le numéro 67462004 dans les bases de données de Météo-France. Compte tenu de la qualité des données, la période 2000-2002 et 2004-2010 a été retenue pour la constitution de cette année synthétique.



Lieu dit Runtzfeld

Latitude : 48°16'18" N  
Longitude : 07°28'42" E

Altitude : 173 m

#### 2. Objectif

Cette étude a pour but de fournir une année de pluie synthétique à la station de Sélestat.

#### 3. Paramètres utilisés

Plusieurs éléments sont paramétrables dans la constitution d'une année synthétique.

- période dite « critique » du mois de **mai** au mois **d'octobre**
- durée minimale considérée pour un épisode sec de **30 minutes** pour l'ensemble des traitements
- hauteur minimale des épisodes pluvieux de **1 mm**

## II. CONSTITUTION D'UNE ANNEE SYNTHETIQUE

### 1. Inventaire des événements pluvieux

Chaque événement inventorié est décrit par :

- sa date de début (année-mois-jour-heure-minutes)
- sa hauteur totale en mm
- sa durée de temps sec au sens large (TSL) en minutes
- son saut d'intensité (Saut : intensité maximale – intensité moyenne de l'événement) en mm/h
- sa position du pic d'intensité (de 0 pic en début d'épisode à 1 pic en fin d'épisode)

**1399** événements ont été relevés au total, dont **807** en période critique et **592** en période normale.

#### *Période totale*

	min	max	moy	éc-type	Q50	Q20	Q40	Q60	Q80
d (min)	6.0	2880.0	131.1	159.6	90.0	42.0	72.0	108.0	180.0
h (mm)	1.0	49.8	3.8	4.5	2.2	1.2	1.8	2.8	5.0
TSL (min)	36.0	69996.0	3620.0	6203.0	1068.0	156.0	618.0	1854.0	5448.0
Saut (mm/h)	0.0	112.4	2.7	6.4	0.8	0.0	0.5	1.3	3.0
Position du pic	0.00490	0.99554	0.43599	0.24270	0.50000	0.18750	0.42958	0.50000	0.61607

#### *Période normale*

	min	max	moy	éc-type	Q50	Q20	Q40	Q60	Q80
d (min)	12.0	2880.0	150.1	183.2	108.0	48.0	84.0	126.0	206.4
h (mm)	1.0	25.2	2.9	3.0	1.8	1.2	1.6	2.4	4.0
TSL (min)	36.0	41220.0	4245.6	6750.3	1389.0	198.0	828.0	2245.2	6381.6
Saut (mm/h)	0.0	18.8	1.2	1.7	0.7	0.0	0.4	1.0	2.2
Position du pic	0.00490	0.99554	0.44215	0.25937	0.50000	0.17283	0.42787	0.50000	0.66374

#### *Période critique*

	min	max	moy	éc-type	Q50	Q20	Q40	Q60	Q80
d (min)	6.0	1440.0	117.2	138.1	78.0	36.0	60.0	96.0	162.0
h (mm)	1.0	49.8	4.4	5.3	2.5	1.4	2.0	3.4	6.0
TSL (min)	36.0	69996.0	3161.1	5725.3	870.0	141.6	487.2	1603.2	4754.4
Saut (mm/h)	0.0	112.4	3.8	8.1	1.1	0.0	0.5	1.7	4.7
Position du pic	0.00532	0.98529	0.42897	0.24407	0.50000	0.17773	0.38889	0.50000	0.59660

## 2. Classification des événements pluvieux

*Période totale*

classe	var	nbr	min	max	moy	éc-type	Q50	Q20	Q40	Q60	Q80
1	d(mn)	21	18.0	240.0	83.4	50.3	72.0	44.4	54.0	92.4	115.2
1	h(mm)	21	4.8	28.9	16.1	7.0	16.2	7.4	14.8	19.8	22.6
1	TSL mn	21	168.0	22158.0	6813.4	6949.3	3774.0	501.6	2577.6	5998.8	15121.2
1	S. intensité	21	12.9	65.4	36.1	12.2	34.9	27.3	32.7	37.7	46.0
1	Pos. du pic	21	0.05556	0.81250	0.36671	0.22093	0.36667	0.13778	0.23109	0.41111	0.55529
2	d(mn)	1	114.0	114.0	114.0	0.0	***	***	***	***	***
2	h(mm)	1	37.2	37.2	37.2	0.0	***	***	***	***	***
2	TSL mn	1	588.0	588.0	588.0	0.0	***	***	***	***	***
2	S. intensité	1	112.4	112.4	112.4	0.0	***	***	***	***	***
2	Pos. du pic	1	0.34211	0.34211	0.34211	0.00000	***	***	***	***	***
3	d(mn)	3	1440.0	2880.0	1920.0	678.8	***	***	***	***	***
3	h(mm)	3	1.2	7.0	3.9	2.4	***	***	***	***	***
3	TSL mn	3	1386.0	1800.0	1608.0	170.3	***	***	***	***	***
3	S. intensité	3	0.0	0.0	0.0	0.0	***	***	***	***	***
3	Pos. du pic	3	0.25000	0.50000	0.41667	0.11785	***	***	***	***	***
4	d(mn)	120	18.0	942.0	347.4	216.5	312.0	127.2	260.4	366.0	536.4
4	h(mm)	120	6.6	22.0	12.0	3.7	10.9	8.8	9.9	11.8	15.4
4	TSL mn	120	36.0	69996.0	4554.1	8858.4	918.0	120.0	584.4	2224.8	7537.2
4	S. intensité	120	0.0	24.8	6.0	6.6	3.3	0.5	1.4	4.5	12.2
4	Pos. du pic	120	0.00490	0.88384	0.38368	0.23905	0.36145	0.14230	0.27471	0.45071	0.60472
5	d(mn)	870	6.0	192.0	71.0	41.0	66.0	30.0	54.0	78.0	108.0
5	h(mm)	870	1.0	4.6	1.7	0.7	1.4	1.2	1.4	1.6	2.4
5	TSL mn	870	36.0	49824.0	3433.8	5956.9	1029.0	151.2	584.4	1755.6	5054.4
5	S. intensité	870	0.0	6.5	1.0	1.2	0.5	0.0	0.0	0.9	2.0
5	Pos. du pic	870	0.01613	0.98214	0.45503	0.23034	0.50000	0.22727	0.50000	0.50000	0.57429
6	d(mn)	374	12.0	672.0	173.5	95.5	171.0	78.0	150.0	198.0	246.0
6	h(mm)	374	1.4	8.5	4.4	1.5	4.2	3.0	3.8	4.6	5.8
6	TSL mn	374	36.0	36894.0	3633.8	5685.9	1092.0	168.0	648.0	2028.0	6144.0
6	S. intensité	374	0.0	23.7	3.4	4.3	1.3	0.3	0.9	2.7	6.2
6	Pos. du pic	374	0.00847	0.99554	0.41110	0.26756	0.42154	0.14894	0.30882	0.50000	0.67021
7	d(mn)	10	228.0	1194.0	747.6	285.8	795.0	414.0	771.6	868.8	997.2
7	h(mm)	10	24.4	49.8	32.2	7.8	30.0	25.0	27.7	32.4	39.9
7	TSL mn	10	42.0	6444.0	2299.8	2207.5	1764.0	72.0	730.8	2973.6	4539.6
7	S. intensité	10	0.0	25.7	4.6	7.7	1.1	0.4	0.7	1.6	9.6
7	Pos. du pic	10	0.20548	0.86432	0.49829	0.22959	0.46374	0.27292	0.36260	0.50709	0.80814

Classe	Nbre évènements	Nb pics significatifs	Nb pic=1	Nb pic=2	Nb pic=3
1	21	20	9	8	3
2	1	1	0	1	0
3	3	0	0	0	0
4	120	68	3	50	15
5	870	260	0	119	141
6	374	174	0	98	76
7	10	3	0	0	3

*Pics significatifs : saut d'intensité > intensité moyenne*

*Période normale*

classe	var	nbr	min	max	moy	éc-type	Q50	Q20	Q40	Q60	Q80
1	d(mm)	205	18.0	216.0	78.5	45.5	72.0	36.0	54.0	81.6	124.8
1	h(mm)	205	1.0	3.0	1.4	0.4	1.2	1.0	1.2	1.4	1.8
1	TSL mn	205	36.0	36840.0	4235.8	6758.5	1374.0	163.2	726.0	2240.4	6039.6
1	S. intensité	205	0.0	1.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5
1	Pos. du pic	205	0.05000	0.97222	0.48265	0.19400	0.50000	0.33809	0.50000	0.50000	0.53000
2	d(mm)	105	24.0	294.0	119.8	57.9	114.0	73.2	102.0	120.0	162.0
2	h(mm)	105	1.0	3.6	1.8	0.7	1.6	1.0	1.4	1.8	2.4
2	TSL mn	105	36.0	41220.0	3710.3	7006.3	996.0	127.2	565.2	1669.2	5109.6
2	S. intensité	105	0.9	2.1	1.3	0.2	1.3	1.1	1.3	1.4	1.5
2	Pos. du pic	105	0.01020	0.98571	0.39213	0.36184	0.25000	0.02526	0.15898	0.49091	0.79615
3	d(mm)	84	12.0	672.0	81.4	81.5	63.0	30.0	54.0	78.0	120.0
3	h(mm)	84	1.0	4.4	1.9	0.8	1.8	1.2	1.4	2.0	2.6
3	TSL mn	84	36.0	37434.0	3536.4	5860.0	1335.0	246.0	780.0	2058.0	4260.0
3	S. intensité	84	1.9	5.3	3.0	0.8	2.8	2.3	2.7	2.9	3.7
3	Pos. du pic	84	0.03846	0.99554	0.44741	0.26271	0.39899	0.18750	0.31481	0.50000	0.70833
4	d(mm)	32	30.0	456.0	170.6	103.7	159.0	75.6	118.8	174.0	242.4
4	h(mm)	32	2.4	8.6	5.0	1.6	5.1	3.2	4.4	5.6	6.1
4	TSL mn	32	36.0	29562.0	3279.9	5892.8	654.0	88.8	500.4	930.0	7671.6
4	S. intensité	32	1.2	8.2	4.7	1.7	4.5	3.0	4.0	5.1	6.5
4	Pos. du pic	32	0.02632	0.86842	0.39401	0.26393	0.32731	0.12993	0.25357	0.48909	0.67458
5	d(mm)	107	18.0	426.0	190.7	105.5	186.0	75.6	156.0	216.0	278.4
5	h(mm)	107	2.0	5.4	3.4	0.8	3.4	2.6	3.0	3.8	4.2
5	TSL mn	107	36.0	36894.0	5350.5	7208.0	2220.0	306.0	1378.8	3550.8	9280.8
5	S. intensité	107	0.0	1.3	0.4	0.4	0.3	0.0	0.2	0.4	0.7
5	Pos. du pic	107	0.00847	0.99057	0.42150	0.23993	0.50000	0.15342	0.48555	0.50000	0.53168
6	d(mm)	40	84.0	624.0	341.3	144.0	306.0	211.2	280.8	343.2	493.2
6	h(mm)	40	5.2	11.8	7.7	1.8	7.3	6.2	6.9	8.1	9.6
6	TSL mn	40	42.0	24108.0	4811.1	6555.4	1734.0	412.8	1353.6	3363.6	7756.8
6	S. intensité	40	0.0	2.9	0.6	0.6	0.5	0.2	0.4	0.6	1.0
6	Pos. du pic	40	0.00490	0.99242	0.42617	0.22137	0.43229	0.23059	0.36981	0.47464	0.60952
7	d(mm)	1	2880.0	2880.0	2880.0	0.0	***	***	***	***	***
7	h(mm)	1	3.6	3.6	3.6	0.0	***	***	***	***	***
7	TSL mn	1	1638.0	1638.0	1638.0	0.0	***	***	***	***	***
7	S. intensité	1	0.0	0.0	0.0	0.0	***	***	***	***	***
7	Pos. du pic	1	0.25000	0.25000	0.25000	0.00000	***	***	***	***	***
8	d(mm)	3	48.0	72.0	64.0	11.3	***	***	***	***	***
8	h(mm)	3	2.8	4.2	3.5	0.6	***	***	***	***	***
8	TSL mn	3	390.0	930.0	692.0	225.1	***	***	***	***	***

8	S. intensité	3	13.0	18.8	15.1	2.6	***	***	***	***	***
8	Pos. du pic	3	0.18750	0.79167	0.45139	0.25250	***	***	***	***	***
9	d(mm)	15	414.0	1194.0	716.4	213.1	690.0	525.6	626.4	759.6	937.2
9	h(mm)	15	13.4	25.2	17.3	3.4	16.4	14.4	15.7	17.3	19.5
9	TSL mn	15	36.0	25710.0	5652.8	7587.4	2658.0	111.6	1033.2	3840.0	9370.8
9	S. intensité	15	0.1	5.4	1.8	1.7	0.9	0.3	0.5	1.7	4.1
9	Pos. du pic	15	0.03889	0.86432	0.51266	0.28081	0.52899	0.15474	0.47369	0.69005	0.80904

\*\*\* : donnée non significative étant donnée la taille de l'échantillon

Classe	Nbre évènements	Nb pics significatifs	Nb pic=1	Nb pic=2	Nb pic=3
1	205	14	0	0	14
2	105	93	45	16	32
3	84	67	18	26	23
4	32	27	11	9	7
5	107	14	0	1	13
6	40	6	0	1	5
7	1	0	0	0	0
8	3	3	1	1	1
9	15	6	0	0	6

Pics significatifs : saut d'intensité > intensité moyenne

*Période critique*

classe	var	nbr	min	max	moy	éc-type	Q50	Q20	Q40	Q60	Q80
1	d(mn)	210	18.0	330.0	163.9	57.0	156.0	120.0	144.0	168.0	214.8
1	h(mm)	210	1.2	12.5	4.1	1.9	4.0	2.4	3.4	4.6	5.8
1	TSL mn	210	36.0	26910.0	2609.9	4329.3	792.0	121.2	379.2	1581.6	4033.2
1	S. intensité	210	0.0	9.4	1.7	1.9	1.0	0.2	0.7	1.3	2.8
1	Pos. du pic	210	0.01064	0.97917	0.42466	0.26265	0.45652	0.14831	0.35714	0.50000	0.67113
2	d(mn)	84	18.0	324.0	106.5	73.7	90.0	36.0	66.0	102.0	174.0
2	h(mm)	84	2.2	19.2	8.2	3.5	8.6	4.6	6.2	9.4	11.2
2	TSL mn	84	36.0	31674.0	3773.1	5556.2	873.0	126.0	528.0	2478.0	7626.0
2	S. intensité	84	0.0	24.8	12.3	5.2	12.1	7.6	10.8	13.6	17.0
2	Pos. du pic	84	0.02941	0.92500	0.36039	0.24494	0.25000	0.13636	0.20833	0.43750	0.62500
3	d(mn)	45	228.0	828.0	421.9	142.5	378.0	312.0	358.8	433.2	547.2
3	h(mm)	45	5.8	33.2	14.0	6.3	12.6	8.4	10.6	14.9	19.0
3	TSL mn	45	36.0	69996.0	4606.0	11536.5	726.0	120.0	423.6	1297.2	4380.0
3	S. intensité	45	0.0	18.1	3.5	4.6	1.4	0.4	1.0	2.1	5.9
3	Pos. du pic	45	0.03279	0.90984	0.43352	0.23506	0.45161	0.20244	0.34907	0.50000	0.64316
4	d(mn)	7	786.0	1440.0	1046.6	258.9	930.0	796.8	915.6	997.2	1440.0
4	h(mm)	7	1.2	49.8	27.9	16.4	31.2	4.7	29.3	35.5	44.3
4	TSL mn	7	42.0	4434.0	1400.6	1465.1	1386.0	56.4	354.0	1717.2	2961.6
4	S. intensité	7	0.0	25.7	6.0	8.8	0.7	0.0	0.7	3.0	16.9
4	Pos. du pic	7	0.26645	0.81716	0.44704	0.17479	0.42748	0.28587	0.34098	0.48550	0.62686
5	d(mn)	439	6.0	120.0	52.8	26.4	48.0	30.0	42.0	60.0	78.0
5	h(mm)	439	1.0	4.5	1.8	0.8	1.6	1.2	1.4	1.8	2.6
5	TSL mn	439	36.0	49824.0	2996.8	5296.8	870.0	150.0	480.0	1494.0	4350.0
5	S. intensité	439	0.0	11.6	1.3	2.1	0.3	0.0	0.0	1.0	2.6
5	Pos. du pic	439	0.02778	0.97059	0.45160	0.20576	0.50000	0.25000	0.50000	0.50000	0.50000
6	d(mn)	22	18.0	162.0	79.4	37.2	81.0	45.6	55.2	99.6	116.4
6	h(mm)	22	4.8	37.2	16.7	7.7	16.7	7.6	15.6	19.9	22.2
6	TSL mn	22	168.0	22158.0	6970.9	6945.2	4011.0	524.4	2836.8	6085.2	14962.8
6	S. intensité	22	4.0	112.4	39.2	20.5	36.1	27.5	33.0	38.0	46.6
6	Pos. du pic	22	0.05556	0.81250	0.35707	0.21263	0.34606	0.15666	0.25073	0.37333	0.55353

Classe	Nbre évènements	Nb pics significatifs	Nb pic=1	Nb pic=2	Nb pic=3
1	210	70	0	28	42
2	84	67	28	26	13
3	45	18	0	11	7
4	7	3	0	2	1
5	439	117	0	62	55
6	22	21	9	9	3

*Pics significatifs : saut d'intensité > intensité moyenne*

## 3. Résultats et Validation

*Valeurs observées par année d'étude*

Année	Nombre d'événements	Durée totale (mn)	Hauteur totale (mm)	TSLtot (mn)
2000	147	18354	550.8	498689
2001	168	19794	622.0	512772
2002	162	22386	636.2	503658
2004	144	19974	520.4	501540
2005	134	14688	448.5	517662
2006	125	17400	484.7	472668
2007	131	17748	478.7	513702
2008	115	15810	477.5	505434
2009	129	16296	491.4	543486
2010	144	20994	585.6	494814

*Calcul de paramètres statistiques afin de constituer une année synthétique*

	Q20	Q30	Q35	Q40	Q45	Q50	Q55	Q60	Q65	Q70	Q80
PERIODE TOTALE											
Nbr	125.8	129.6	130.7	132.2	133.8	139.0	144.0	144.0	144.4	146.1	159.0
d (mn)	15907.2	16627.2	17234.4	17539.2	17730.6	18051.0	18426.0	19218.0	19821.0	19920.0	20790.0
h (mm)	477.7	480.5	483.8	487.4	491.1	505.9	521.9	538.6	556.0	575.2	614.7
TSL (mn)	495589	499544	501112	502387	503552	504546	505801	509837	512911	513423	516870
PERIODE NORMALE											
Nbr	48.2	49.9	51.6	54.8	58.6	61.0	63.1	64.2	65.0	65.0	66.6
d (mn)	7695.6	8517.6	8590.2	8612.4	8615.7	8631.0	8672.7	8966.4	9343.8	9944.4	10348.8
h (mm)	145.7	152.6	155.9	161.0	166.9	167.4	168.0	174.7	180.1	182.0	210.1
TSL (mn)	230008	240488	246125	248958	250740	251084	251498	254036	256049	256660	265224
PERIODE CRITIQUE											
Nbr	67.2	69.5	72.3	73.8	74.9	78.5	82.2	83.8	86.5	92.0	95.0
d (mn)	7508.4	8883.6	9055.2	9123.6	9153.3	9219.0	9311.7	9638.4	10002.9	10468.2	11230.8
h (mm)	300.4	316.3	325.4	330.0	332.8	350.6	368.2	369.9	375.1	389.5	401.5
TSL (mn)	247740	249104	249272	249743	250327	251568	252812	253429	254330	255986	265794

## IV. ANNEE SYNTHETIQUE RETENUE

---

### Période totale

- Nombre d'événements = 140
- Durée totale en minutes = 18999 minutes
- Hauteur totale = 538.6 mm

### Période normale

- Nombre d'événements = 61
- Durée totale en minutes = 9103 minutes
- Hauteur totale = 174.5 mm

### Période critique

- Nombre d'événements = 79
- Durée totale en minutes = 9896 minutes
- Hauteur totale = 360.8 mm

Un événement commence par une période de temps sec au sens large (TSL) puis il est suivi par une précipitation d'une durée (d). Cette précipitation est caractérisée par sa hauteur (h), le saut d'intensité maximale et la position du pic d'intensité maximale.

Le tableau ci-dessous liste les événements pluvieux de l'année synthétique retenue, caractérisée par les champs suivants :

- **Numéro** : numéro de l'événement dans l'année
- **Jour** : jour et mois de l'événement au format JJ/MM
- **Heure** : heure et minute de l'événement au format HHMi
- **Classe** : classe de l'événement dans la période considérée
- **TSL (mn)**: temps sec précédant l'événement en minutes
- **d (mn)** : durée de l'événement en minutes
- **h (mm)** : hauteur de l'événement en millimètres
- **Saut d'intensité (mm/h)** : différence entre l'intensité maximale et l'intensité moyenne si elle est significative ( \*\*\*\* dans le cas contraire)
- **Position du pic d'intensité** : 1 si dans le 1<sup>er</sup> tiers de l'événement, 2 si dans le 2<sup>ème</sup> tiers de l'événement, 3 si dans le 3<sup>ème</sup> tiers, 0 si le pic n'est pas significatif ( saut d'intensité est inférieur à l'intensité moyenne)

Numéro	jour	heure	classe	TSL (mm)	d (mn)	h (mm)	Saut d'intensité (mm/h)	Position du pic d'intensité
1	1/01	0000	2	130	82	1.0	2.452	3
2	1/01	0332	6	4857	288	8.5	2.779	0
3	4/01	1717	2	299	66	2.0	2.835	0
4	4/01	2322	1	84	99	1.9	1.458	0
5	5/01	0225	4	784	238	6.1	4.372	2
6	5/01	1927	2	1029	80	2.1	3.032	0
7	6/01	1356	1	108	168	2.0	1.598	3
8	6/01	1832	2	1552	156	2.5	2.444	3
9	7/01	2300	1	27341	72	2.4	2.016	0
10	26/01	2353	3	36	211	3.3	4.846	2
11	27/01	0400	1	14424	144	1.5	0.782	0
12	6/02	0648	2	1444	66	1.4	2.280	0
13	7/02	0758	4	230	152	5.8	6.216	2
14	7/02	1420	5	1445	96	3.8	2.435	0
15	8/02	1601	5	8881	352	3.1	1.468	3
16	15/02	0154	5	846	204	4.8	1.725	0
17	15/02	1924	5	1015	125	4.3	2.621	0
18	16/02	1424	2	2903	120	2.3	2.585	1
19	18/02	1647	2	73	145	2.0	2.439	1
20	18/02	2025	3	3097	36	1.0	4.590	2
21	21/02	0038	2	4888	36	1.0	3.267	0
22	24/02	1042	1	48	64	1.5	2.125	0
23	24/02	1234	2	279	108	1.9	2.377	3
24	24/02	1901	3	569	96	3.0	4.462	1
25	25/02	0606	3	6441	72	1.0	4.132	3
26	1/03	1839	1	2038	78	1.5	1.138	0
27	3/03	0555	3	30237	138	1.7	3.220	1
28	24/03	0810	2	2933	120	1.8	2.286	1
29	26/03	1103	2	1683	114	1.0	2.126	3
30	27/03	1700	5	1446	138	3.2	1.994	0
31	28/03	1924	5	142	18	1.9	6.766	0
32	28/03	2204	2	2795	24	1.0	3.918	0
33	30/03	2103	2	9466	162	2.6	2.347	1
34	6/04	1331	1	144	24	1.0	2.500	0
35	6/04	1619	5	13221	270	3.9	1.173	0
36	16/04	0110	2	1082	114	1.0	1.693	1
37	16/04	2106	5	41	276	3.8	0.950	0
38	17/04	0223	2	146	75	1.9	3.400	3
39	17/04	0604	6	3361	244	2.2	1.072	0

Numéro	jour	heure	classe	TSL (mm)	d (mn)	h (mm)	Saut d'intensité (mm/h)	Position du pic d'intensité
40	19/04	1809	3	3830	18	1.6	10.391	0
41	22/04	1017	1	36	72	1.0	0.833	0
42	22/04	1205	9	1873	778	15.5	2.731	3
43	24/04	0816	1	1923	72	1.2	0.971	0
44	25/04	1731	1	196	138	1.8	1.059	0
45	25/04	2305	2	2589	78	1.0	1.921	2
46	27/04	1932	5	306	54	2.9	3.306	0
47	28/04	0132	1	3470	156	1.1	1.374	3
48	30/04	1358	5	2309	196	4.0	1.992	0
49	2/05	0743	3	944	96	1.0	4.800	3
50	3/05	0103	5	201	18	3.1	17.270	0
51	3/05	0442	1	297	138	6.8	6.851	2
52	3/05	1157	5	9286	54	2.5	5.254	0
53	9/05	2337	5	1855	54	1.6	5.737	2
54	11/05	0726	3	1299	318	9.7	7.036	2
55	12/05	1023	5	10676	36	2.3	4.441	0
56	19/05	2055	5	7274	30	1.7	3.452	0
57	24/05	2239	1	639	114	3.4	1.789	0
58	25/05	1112	5	42	30	1.1	2.924	0
59	25/05	1224	2	90	90	7.8	20.215	3
60	25/05	1524	5	1772	84	1.3	5.428	3
61	26/05	2220	1	96	18	5.0	18.512	0
62	27/05	0014	1	92	174	3.4	2.644	3
63	27/05	0440	2	170	324	17.4	6.294	0
64	27/05	1254	2	8406	105	10.3	20.303	2
65	2/06	1045	1	286	168	5.6	5.337	3
66	2/06	1819	1	102	132	8.4	5.459	0
67	2/06	2213	5	360	36	1.0	2.181	0
68	3/06	0449	1	70	114	5.8	5.801	0
69	3/06	0753	2	7277	232	12.3	15.903	1
70	8/06	1302	5	48	58	1.7	1.793	0
71	8/06	1448	1	2471	114	4.0	3.147	0
72	10/06	0953	1	669	156	2.8	2.146	0
73	10/06	2338	2	3177	259	10.4	3.108	0
74	13/06	0854	5	1393	42	2.9	10.374	3
75	14/06	0849	5	36	30	2.0	7.673	0
76	14/06	0955	1	432	280	2.2	3.234	3
77	14/06	2147	6	2765	44	12.4	63.005	1
78	16/06	2036	5	90	48	1.0	1.250	0
79	16/06	2254	1	17813	138	2.0	3.707	3

Numéro	jour	heure	classe	TSL (mm)	d (mn)	h (mm)	Saut d'intensité (mm/h)	Position du pic d'intensité
80	29/06	1005	5	205	72	2.8	4.757	3
81	29/06	1442	5	504	66	1.6	1.448	0
82	30/06	0012	1	1741	162	5.0	1.852	0
83	1/07	0755	1	314	108	1.6	0.889	0
84	1/07	1457	5	114	78	1.5	7.516	2
85	1/07	1809	5	4249	30	2.4	8.996	0
86	4/07	1728	5	1274	66	3.1	4.182	0
87	5/07	1548	5	60	42	1.5	3.372	0
88	5/07	1730	1	60	150	4.4	2.177	0
89	5/07	2100	6	7169	162	13.5	39.399	1
90	10/07	2311	5	3509	48	1.0	1.250	0
91	13/07	1028	5	360	51	2.6	7.757	2
92	13/07	1719	5	6793	84	1.5	3.161	3
93	18/07	1156	3	120	591	8.4	2.650	3
94	18/07	2347	5	2976	66	2.2	1.968	0
95	21/07	0229	5	6098	64	2.2	3.395	0
96	25/07	0911	5	3846	36	2.2	3.739	0
97	28/07	0153	1	235	232	4.7	5.514	3
98	28/07	0940	6	11228	62	6.7	39.181	2
99	5/08	0550	1	25694	253	2.3	1.948	3
100	23/08	0617	2	119	48	4.2	9.079	0
101	23/08	0904	6	13208	49	6.8	120.739	2
102	1/09	1401	5	359	24	1.7	4.618	0
103	1/09	2024	5	42	36	1.4	5.230	3
104	1/09	2142	5	290	72	2.0	5.715	3
105	2/09	0344	5	5240	42	1.0	1.883	0
106	5/09	1946	5	195	24	1.8	5.435	0
107	5/09	2325	1	84	234	1.6	3.654	3
108	6/09	0443	5	5037	84	2.1	3.084	2
109	9/09	1804	2	2541	176	3.7	3.431	2
110	11/09	1521	1	17969	138	5.6	3.881	0
111	24/09	0508	5	7534	96	2.0	2.821	3
112	29/09	1218	1	126	143	4.5	4.443	3
113	29/09	1647	1	4003	162	4.8	6.289	3
114	2/10	1412	1	855	240	2.8	0.700	0
115	3/10	0827	5	60	18	1.8	7.588	0
116	3/10	0945	1	2324	271	4.4	6.536	3
117	5/10	0500	3	329	480	14.3	7.297	2
118	5/10	1829	5	126	96	2.5	4.089	2
119	5/10	2211	5	360	42	2.3	4.388	0

Numéro	jour	heure	classe	TSL (mn)	d (mn)	h (mm)	Saut d'intensité (mm/h)	Position du pic d'intensité
120	6/10	0453	5	4347	24	2.3	7.604	0
121	9/10	0544	5	11062	78	1.9	5.880	2
122	16/10	2324	5	42	18	1.4	7.180	0
123	17/10	0024	1	3015	204	7.0	6.631	2
124	19/10	0603	1	301	132	4.0	5.841	3
125	19/10	1316	4	3287	786	42.3	14.214	2
126	22/10	0909	5	9032	24	1.5	7.145	0
127	28/10	1605	1	5000	156	4.6	3.344	0
128	1/11	0601	1	66	138	2.0	2.237	2
129	1/11	0925	1	1419	191	2.1	1.243	0
130	2/11	1215	1	3721	54	1.6	1.911	0
131	5/11	0310	1	9482	54	1.5	1.650	0
132	11/11	1806	1	13364	60	1.0	1.000	0
133	21/11	0150	3	154	18	1.4	7.215	0
134	21/11	0442	5	1621	258	3.8	1.312	0
135	22/11	1201	3	2733	42	1.8	4.962	0
136	24/11	1016	9	25710	629	18.3	2.977	0
137	12/12	1715	3	4207	72	2.4	6.265	3
138	15/12	1634	5	50	258	2.7	0.925	0
139	15/12	2142	1	18960	114	1.0	1.032	0
140	29/12	0336	6	4521	624	9.8	1.457	0