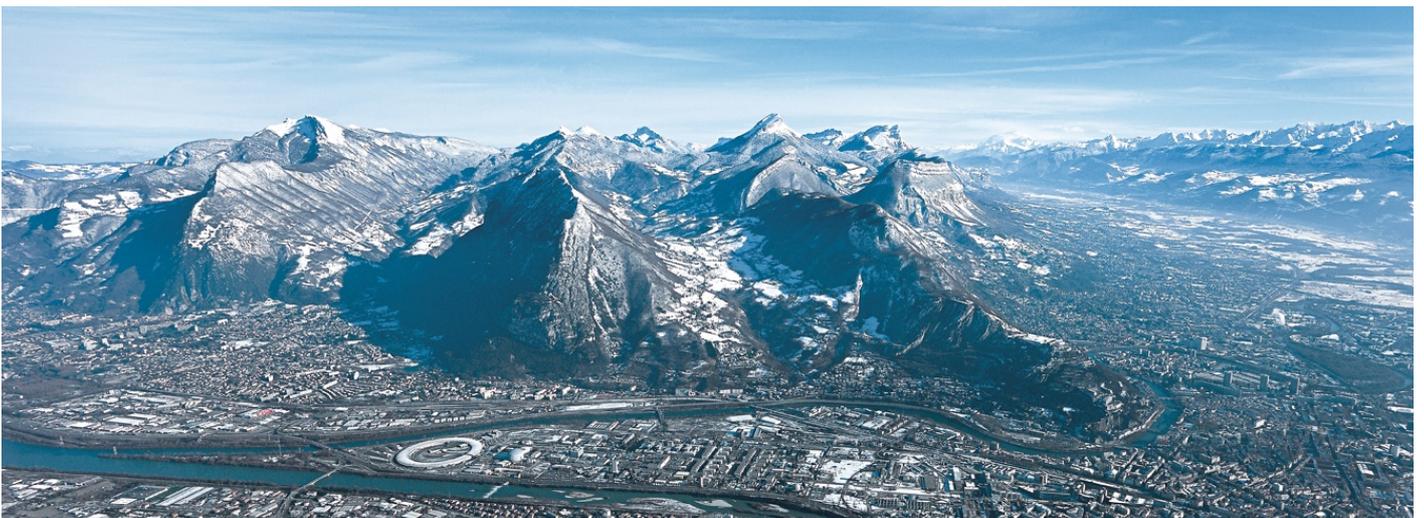


# Etude pour l'extension et l'actualisation du schéma directeur assainissement de Grenoble Alpes Métropole

Volet Eaux pluviales : pluviométrie, ruissellement, débordement et gestion intégrée

Version 6



mars 2018



# Informations qualité

## Contrôle qualité

Version	Date	Rédigé par	Visé par :
Ind A	Juillet 2016	T.GOVIGNON, S. RAVEL	D. PIERLOT, N.LAROCHE
Ind B	Septembre 2016	T.GOVIGNON, S. RAVEL	D. PIERLOT, N.LAROCHE
Ind C	Novembre 2016	S. RAVEL, C.MANDRAS	D. PIERLOT, N.LAROCHE
Ind D	Février 2017	S. RAVEL, C.MANDRAS	D. PIERLOT, N.LAROCHE
Ind E	Décembre 2017	S. RAVEL/ N.LAROCHE	
Ind F	Mars 2018	S. RAVEL/ N.LAROCHE	

## Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :
	Régie Eau et Assainissement	Avril 2018

Copie à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

# Table des matières

<b>1.</b>	<b>Cadre et objet de l'étude .....</b>	<b>17</b>
1.1	Contexte général.....	17
1.2	Objet de l'étude et du présent document .....	19
<b>2.</b>	<b>Contexte et objectifs .....</b>	<b>21</b>
2.1	Rappel du contexte de gestion des eaux pluviales sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole .....	21
2.2	Description du système de collecte des eaux pluviales .....	22
<b>3.</b>	<b>Construction du modèle pluvial .....</b>	<b>23</b>
3.1	Présentation du logiciel de modélisation .....	23
3.2	Méthodologie générale.....	25
3.3	Description des réseaux modélisés.....	26
3.3.1	Données générales.....	26
3.3.2	Mise à jour du modèle .....	27
3.3.3	Intégration des réseaux structurants des communes issues de la fusion 2014 du territoire Métropolitain .....	29
3.4	Apports temps de pluie .....	30
3.4.1	Découpage et caractérisations des bassins versants.....	30
3.4.2	Mise à jour des paramètres infiltration- partie perméable .....	31
3.4.3	Affectation des pluviomètres .....	34
<b>4.</b>	<b>Analyse de la pluviométrie .....</b>	<b>37</b>
4.1	Objectifs .....	37
4.2	Contexte climatique.....	37
4.2.1	Climat des alpes du Nord et de la plaine de Grenoble.....	37
4.2.2	Classification des régimes précipitants .....	38
4.3	Description des données disponibles .....	40

4.3.1	Postes pluviométriques .....	40
4.3.2	Radar pluviométrique .....	42
4.3.3	Historique des données .....	43
4.3.4	Pas de temps des données .....	44
4.3.5	Données des postes de la Régie Assainissement .....	45
4.3.5.1	Traitement des fichiers .....	45
4.3.5.2	Traitement des lacunes : .....	47
4.3.5.3	Critique des données : graphes de doubles cumuls .....	47
<b>4.4</b>	<b>Analyse des données .....</b>	<b>50</b>
4.4.1	Chroniques de pluies annuelles .....	50
4.4.2	Analyse saisonnière .....	54
4.4.3	Analyse spatiale - rappel .....	59
4.4.4	Analyse des pluies fréquentes (problématique déversement) .....	61
4.4.4.1	Rappel des conclusions de l'étude faite en 2010 .....	61
4.4.4.2	Actualisation des données .....	62
4.4.5	Analyse des pluies peu fréquentes (problématique capacité hydraulique) .....	66
4.4.5.1	Rappel des conclusions de l'étude faite en 2010 .....	66
4.4.5.2	Actualisation de l'analyse des pluies peu fréquentes .....	66
4.4.5.3	Synthèse des caractéristiques des pluies peu fréquentes .....	69
4.4.6	Analyse des données radar .....	71
4.4.6.1	Répartition spatiale des cumuls .....	71
4.4.6.2	Codes qualité des données radar .....	74
4.4.6.3	Comparaison données radar / données postes pluviomètres .....	77
4.4.7	Analyse de la répartition spatiale des épisodes .....	80
<b>4.5</b>	<b>Pluies réelles observés .....</b>	<b>88</b>
<b>4.6</b>	<b>Pluies de projet - construction .....</b>	<b>89</b>
4.6.1	Pluies courantes : période de retour 15 jours, 3 semaines, 1 mois, 2 mois et 3 mois .....	90
4.6.2	Pluies rares et fortes : période de retour 2, 10, 30 ans .....	91
<b>4.7</b>	<b>Synthèse .....</b>	<b>94</b>

<b>5. Diagnostic global de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : diagnostic des dépassements de capacité et des points de débordements .....</b>	<b>95</b>
5.1 Préambule .....	95
5.2 Dysfonctionnements établis par la modélisation .....	96
5.3 Détail et origine des désordres constatés sur les réseaux .....	96
<b>6. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : Grenoble Centre .....</b>	<b>105</b>
<b>7. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : Secteur Rive Gauche Drac .....</b>	<b>109</b>
<b>8. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : Secteur Chartreuse .....</b>	<b>116</b>
<b>9. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares sur le Secteur Sud Romanche.....</b>	<b>123</b>
<b>10. Vulnérabilité des collecteurs EP en cas de crue à l'exutoire .....</b>	<b>127</b>
10.1 Secteur Grenoble Centre.....	129
10.2 Secteur Isère amont Rive gauche .....	129
10.3 Secteur Sud Agglomération.....	130
10.4 Secteur Isère aval .....	130
10.5 Secteur Chartreuse.....	130
10.6 Secteur Rive Gauche Drac .....	130
10.7 Secteur Abords Rode .....	131
10.8 Secteur Verderet (amont réseau EP de Grenoble Alpes Métropole).....	132
<b>11. Scénarios d'aménagements – volet protection contre les débordements .....</b>	<b>135</b>
11.1 Préambule .....	135

11.2	Scénarios de maîtrise du ruissellement (réduction de l'imperméabilisation).....	136
11.3	Scénarios d'aménagements structurants – échelle globale.....	140
11.3.1	Scénario renforcement et recalibrage .....	140
11.3.2	Scénario –rétention/stockage.....	142
11.4	Scénarios d'aménagements - secteur détaillé Grenoble Centre .....	145
11.4.1	Maillage entre collecteur .....	145
11.5	Scénarios d'aménagements - secteur détaillé Rive Gauche Drac .....	146
11.5.1	Renforcement et recalibrage .....	146
11.5.2	Rétention sur les zones amont.....	146
11.5.3	Zoom et alternative sur les aménagements préconisés.....	148
11.6	Scénarios d'aménagements - secteur détaillé Chartreuse .....	154
11.6.1	Actions réalisées de maillage Chantourne de La Tronche /Chantourne de Meylan .....	154
11.6.2	Scénario – unique Chantourne.....	155
11.6.3	Scénario - Réalisation d'un intercepteur.....	157
11.6.4	Réalisation de maillages sur la commune de la Tronche.....	158
11.6.5	Renforcement/recalibrage des collecteurs .....	158
11.6.6	Rétention/stockage.....	159
12.	Questions posées par la gestion des eaux pluviales dans la Métropole grenobloise .....	162
12.1	Un territoire contrasté entre plaine et montagne, ville et campagne.....	162
12.2	Une transition à accompagner vers la gestion intégrée des eaux pluviales .....	163
12.3	Gérer toutes les pluies, quelle que soit leur durée et leur intensité, en préservant les modelés naturels .....	164
12.4	Une gestion de la production d'eaux pluviales et de la protection des biens et des personnes .....	164
12.5	Des principes à décliner pour chacun des contextes hydrologiques et urbains représentatifs du territoire .....	165
13.	Analyse du fonctionnement hydrologique du territoire.....	167

<b>13.1</b>	<b>Méthodologie : collecte de données, rendus cartographiques et identification d'un échantillon de communes représentatives du territoire .....</b>	<b>167</b>
13.1.1	Déroulement des visites de terrain .....	167
13.1.2	Collecte des données pour le recensement des dysfonctionnements liés aux eaux pluviales.....	167
13.1.2.1	Communes .....	167
13.1.2.2	Régie assainissement .....	168
13.1.2.3	Service voirie.....	168
13.1.3	Identification d'un échantillon de communes représentatives du territoire .....	168
13.1.4	Cartes de synthèse .....	169
<b>13.2</b>	<b>Cartographie du fonctionnement hydrologique : identification des bassins versants et des axes de ruissellement sur l'ensemble du territoire .....</b>	<b>171</b>
13.2.1	Cartographie des bassins versants .....	171
13.2.2	Axes de ruissellement naturels et zones d'interception .....	171
13.2.2.1	Identification des axes de ruissellement naturels.....	171
13.2.2.2	Zones d'interception des axes de ruissellement par les zones urbanisées situés en pied ou à flancs de coteaux : différents degrés d'intégration dans l'urbanisation .....	174
13.2.2.3	Rappels sur la réglementation des PPRN en matière d'axes et de risque de ruissellement .....	184
13.2.3	Identification des axes de ruissellement artificiels .....	186
<b>13.3</b>	<b>Typologie des contextes favorables aux inondations .....</b>	<b>188</b>
13.3.1.1	Ruissellement provenant de l'espace naturel .....	188
13.3.1.2	Ruissellement provenant des surfaces imperméabilisées.....	191
13.3.1.3	Saturation du réseau eaux pluviales et des exutoires.....	193
13.3.1.4	Saturation du réseau unitaire due aux apports d'eaux pluviales.....	196
<b>13.4</b>	<b>Analyse de détail du fonctionnement hydrologique sur l'échantillon de 10 communes .....</b>	<b>198</b>
13.4.1	Préambule.....	198
<b>13.5</b>	<b>Débits naturels de référence.....</b>	<b>199</b>
13.5.1	Analyse des débits spécifiques des cours d'eau locaux .....	199
13.5.2	Débits générés par un bassin versant naturel.....	201

13.6	Conclusions sur la typologie des contextes propices aux dysfonctionnements et sur la prise en compte des axes de ruissellement dans l'urbanisation .....	202
<b>14.</b>	<b>Elaboration d'une cartographie indicative des contraintes à l'infiltration .....</b>	<b>205</b>
14.1	Les paramètres à prendre en considération .....	205
14.1.1	Nature des sols et perméabilité.....	205
14.1.2	Pente .....	206
14.1.3	Périmètres de captage d'eau potable .....	207
14.1.4	Périmètres de protection du PPRN .....	207
14.1.5	Sites et sols pollués .....	208
14.1.6	Retrait/gonflement des argiles .....	208
14.1.7	Risque de remontée de nappe.....	208
14.1.8	Cavités .....	209
14.2	Carte de synthèse des contraintes à l'infiltration.....	210
14.2.1	Cartographie des contraintes.....	210
14.2.2	Synthèse des contraintes et des prescriptions en matière d'infiltration .....	210
<b>15.</b>	<b>Bases du plan de gestion des eaux pluviales.....</b>	<b>213</b>
15.1	Identification des contraintes à l'urbanisation future .....	213
15.1.1	Risque de dysfonctionnements sur des aménagements futurs.....	213
15.1.2	Risque de dysfonctionnements en aval d'aménagements futurs .....	216
15.1.3	Contraintes multiples à la gestion des eaux pluviales dans certains secteurs .....	217
15.1.4	Bilan des contraintes existantes sur les zones d'urbanisation future.....	219
15.1.5	Exemple de mise en œuvre : avis proposés sur les secteurs d'OAP identifiés .....	221
15.1.5.1	Commune de Claix.....	221
15.1.5.2	Avis proposé sur les OAP de la commune de Jarrie .....	225
15.2	Orientations de gestion des eaux pluviales dans un contexte de fortes contraintes à l'infiltration .....	229
15.2.1	Glissements de terrain .....	229

15.2.2	Périmètres de protection de captage.....	231
15.2.3	Risque de remontée de nappe.....	232
<b>15.3</b>	<b>Orientations de gestion des eaux pluviales pour résoudre les dysfonctionnements actuels .....</b>	<b>233</b>
15.3.1	<b>Orientations par type de dysfonctionnement .....</b>	<b>233</b>
15.3.1.1	Ruissellement provenant de l'espace urbanisé .....	233
15.3.1.2	Ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées situées à l'amont.....	234
15.3.1.3	Saturation du réseau eaux pluviales ou unitaire .....	235
15.3.2	<b>Principes d'intervention pour la déconnexion des eaux pluviales .....</b>	<b>236</b>
15.3.2.1	Déconnexion des toitures et gouttières des particuliers .....	236
15.3.2.2	Déconnexion des établissements publics .....	237
15.3.2.3	Valorisation des espaces verts disponibles pour la rétention et l'infiltration.....	238
15.3.2.4	Décottements sur les routes rurales en pente .....	239
15.3.2.5	Retrait des bordures.....	239
15.3.2.6	Mise à profit des travaux sur voirie .....	240
15.3.2.7	Zones commerciales et industrielles et parkings .....	241
15.3.3	<b>Exemples de mise en œuvre .....</b>	<b>242</b>
15.3.3.1	Point n°22 à Claix : Rue du Coteau .....	242
15.3.3.2	Site Merlin à Meylan.....	245
15.3.3.3	Autres exemples .....	252
<b>15.4</b>	<b>Définition des objectifs de gestion des eaux pluviales.....</b>	<b>254</b>
15.4.1	<b>Une gestion différenciée selon les types de pluie .....</b>	<b>254</b>
15.4.1.1	Gestion des pluies courantes.....	254
15.4.1.2	Gestion des pluies moyennes et fortes (6 mois<T<30 ans).....	255
15.4.1.3	Gestion des pluies exceptionnelles (T>30 ans).....	257
15.4.2	<b>Proposition de rédaction pour le règlement d'assainissement.....</b>	<b>258</b>
15.4.2.1	Abattement des premières pluies .....	258
15.4.2.2	Evacuation par infiltration .....	258
15.4.2.3	Evacuation en surface par un rejet à débit limité.....	258
15.4.2.4	Evacuation par surverse .....	259
<b>15.5</b>	<b>Préconisations en matière d'urbanisme.....</b>	<b>261</b>
15.5.1	<b>Limitation de l'imperméabilisation.....</b>	<b>261</b>

15.5.1.1	Organisation de l'espace public et privé.....	261
15.5.1.2	Utilisation de revêtements poreux.....	262
15.5.1.3	Mise en œuvre de toitures végétalisées pour gérer les pluies courantes .....	262
<b>15.5.2</b>	<b>Prévention du risque inondation par les eaux pluviales .....</b>	<b>263</b>
15.5.2.1	Respect des axes de ruissellement dans les secteurs destinés à l'urbanisation.....	263
15.5.2.2	Réduction de la vulnérabilité en site inondable .....	263

# Liste des tableaux

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DU MODELE DEPLOYE	26
TABLEAU 2 : REPARTITION DES SURFACES DE BASSINS VERSANTS	31
TABLEAU 3 : REPARTITION DES COEFFICIENTS DE HORTON SUR LE TERRITOIRE D'ETUDE	33
TABLEAU 4 : DONNEES PLUVIOMETRIQUES DISPONIBLES SUR L'AIRE GRENOBLOISE	43
TABLEAU 5 DONNEES PLUVIOMETRIQUES DISPONIBLES ET PAS DE TEMPS ASSOCIES	44
TABLEAU 6 CUMULS ANNUELS DE 1996 A 2015 ET MOYENNES INTERANNUELLES	50
TABLEAU 7 CUMULS ANNUELS DE 2009 A 2015 A TOUS LES POSTES	51
TABLEAU 8 ECARTS DES CUMULS ANNUELS PAR RAPPORT A LA MOYENNE 2010-2015	52
TABLEAU 9 : NOMBRE D'EVENEMENTS OBSERVES EN MOYENNE PAR CLASSE ENTRE 1996 ET 2015	56
TABLEAU 10 : ECARTS ENTRE LES QUANTILES HORAIRES DES POSTES RONDEAU, PHILIPPEVILLE ET GRENOBLE SMH	60
TABLEAU 11 PLUIE COURANTE – FREQUENCES D'APPARITION - POSTE DE PHILIPPEVILLE	61
TABLEAU 12 PLUIE COURANTE – FREQUENCES D'APPARITION - POSTE DE GRENOBLE LE VERSOUD (PERIODE 2001-2013) ET POSTE DE GRENOBLE SMH (PERIODE 1981-1998) (VALEURS ENTRE PARENTHESES)	62
TABLEAU 13 TABLE INTENSITE-DUREE-FREQUENCE POUR LES PLUIES FREQUENTES AU POSTE DE PHILIPPEVILLE	66
TABLEAU 14 : TABLEAUX SYNTHESE PHILIPPEVILLE	69
TABLEAU 15 : TABLEAUX DE SYNTHESE FONTANIL	69
TABLEAU 16 : TABLEAUX DE SYNTHESE SECTEUR VERCORS ET CHARTREUSE	70
TABLEAU 17 : TABLEAUX DE RAPPEL GRENOBLE ST GEOIRS (SOURCE METEO FRANCE – PERIODE 1971 -2014)	70
TABLEAU 18 COMPARAISON DES CUMULS RADAR ET AUX POSTES PLUVIOS POUR LES EPISODES DU 22 MAI ET DU 7 JUIN 2016	77
TABLEAU 19 INTENSITES HORAIRES MAXIMALES OBSERVEES AUX POSTES SUR LA PERIODE 2009-2015	81
TABLEAU 20 : PLUIES REELLES OBSERVEES	88
TABLEAU 21 : CARACTERISTIQUES DES PLUIES DE PROJET (DUREE 4H ET PERIODE INTENSE 1H) – DIAGNOSTIC DEVERSEMENT	90
TABLEAU 22 : CARACTERISTIQUES DES PLUIES DE PROJET (OCCURRENCE > 2 ANS , DUREE 4H ET PERIODE INTENSE 1H) – DIAGNOSTIC CAPACITAIRE	91
TABLEAU 23 : VOLUMES COLLECTES – SECTEUR BERGES SUITE AUX TRAVAUX DE 2014.	112
TABLEAU 24 : FONCTIONNEMENT CŒUR DE PLAINE	115
TABLEAU 25 : DEBITS DE POINTE AU NIVEAU DU DELESTAGE DE LA CHANTOURNE BUSEE VERS LA PETITE CHANTOURNE.	121
TABLEAU 26 : CONDITION LIMITE AVAL AUX EXUTOIRES DU RESEAU MODELISE	128
TABLEAU 27 : PROGRAMME DE TRAVAUX –ETUDE INONDABILITE (HYDRETUDES)	147
TABLEAU 28 : ELEMENTS CARTOGRAPHIES DANS LES CARTES DE SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE	170
TABLEAU 29 : SYNTHESE DE LA TYPOLOGIE DES ZONES D'INTERCEPTION DES AXES DE RUISSELLEMENT PAR LES ZONES URBANISEES	183
TABLEAU 30 : TAILLE DES BASSINS VERSANTS ET DEBITS DE CRUES DECENNALES (SOURCE : BANQUE HYDRO)	200

TABLEAU 31 : REPARTITION DES TESTS DE PERMEABILITE EFFECTUES SUR 17 COMMUNES DE LA METROPOLE VIS-A-VIS DE LA NATURE DU SOL	205
TABLEAU 32 : CONTRAINTES A LA GESTION DES EAUX PLUVIALES ET A L'URBANISATION DES ZONES D'URBANISATION FUTURE	220
TABLEAU 33 : DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES TIREES DU PPRN DE CORENC	229
TABLEAU 34 : SURFACES D'APPORTS MINIMALES NECESSAIRES EN AMONT D'UN OUVRAGE DE REGULATION SELON LE DEBIT SPECIFIQUE DE REJET AUTORISE	259

## Liste des figures

FIGURE 1: PRESENTATION DE GRENOBLE ALPES METROPOLE (SOURCE : WWW.LAMETRO.FR).....	18
FIGURE 2 : PRINCIPE DE MODELISATION SOUS PCSWMM.....	24
FIGURE 3 : METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DU RESEAU MODELISE .....	25
FIGURE 4 : REPARTITION DES TYPES DE BASSINS VERSANTS EN % DE LA SURFACE TOTALE. ....	31
FIGURE 5 : AFFECTATION DES PLUVIOMETRES EXISTANTS – CAS DES PLUIES REELLES .....	36
FIGURE 6 : LOCALISATION DES PLUVIOMETRES ET DU RADAR .....	41
FIGURE 7 : EXTRAIT VIDEO FRANCE 3 INAUGURATION RADAR SAINT NIZIER DU MOUCHEROTTE .....	42
FIGURE 8 GRAPHE DE DOUBLES CUMULS POUR L'ANNEE 2015 PAR RAPPORT AU POSTE LES DEUX PONTS .....	48
FIGURE 9 COMPARAISON DES PLUIES CUMULEES ET DES DOUBLES CUMULS AUX POSTES PLUVIOS DE SEPTEMBRE A DECEMBRE 2014 .....	49
FIGURE 10 PLUIES ANNUELLES SUR LA PERIODE 2009-2015 AUX POSTES PLUVIOS.....	53
FIGURE 11 RELATION ENTRE LES CUMULS ANNUELS AUX POSTES DES 2 PONTS, VIZILLE ET VARGES, POUR LES ANNEES 2010 A 2015.....	53
FIGURE 12 : REPRESENTATION DES PRECIPITATIONS EN MOYENNE SUR UE ANNEE ENTRE 1996 ET 2015 .....	58
FIGURE 13 : AJUSTEMENT SUR LES PLUIES HORAIRES A RONDEAU ET PHILIPPEVILLE ET COMPARAISON AVEC LES QUANTILES A GRENOBLE SMH .....	60
FIGURE 14 COMPARAISON DES PLUIES HORAIRES COURANTES AUX DIFFERENTS POSTES SUR LA PERIODE 2009- 2015.....	64
FIGURE 15 COMPARAISON DES PLUIES 24H COURANTES AUX DIFFERENTS POSTES SUR LA PERIODE 2009-2015 .....	65
FIGURE 16 INTENSITES HORAIRES CLASSEES SUR LA PERIODE 2009-2015 (VALEURS SUPERIEURES A 10MM/H) 67	67
FIGURE 17 CUMULS JOURNALIERS CLASSES SUR LA PERIODE 2009-2015 (VALEURS SUPERIEURES A 35MM/JOUR).....	68
FIGURE 18 CUMUL SUR L'EPISODE DU 22 MAI 2016.....	72
FIGURE 19 CUMUL SUR L'EPISODE DU 7 JUIN 2016.....	73
FIGURE 20 : CARTES DES QUANTILES DES CODES QUALITE POUR L'EPISODE DU 22 MAI 2016 .....	75
FIGURE 21 CARTES DES QUANTILES DES CODES QUALITE POUR L'EPISODE DU 7 JUIN 2016.....	76
FIGURE 22 COMPARAISON DES HYETOGRAMMES AUX POSTES PLUVIOS ET AUX PIXELS RADAR CORRESPONDANTS – EPISODE 22 MAI 2016.....	78
FIGURE 23 COMPARAISON DES HYETOGRAMMES AUX POSTES PLUVIOS ET AUX PIXELS RADAR PROCHES – EPISODE 7 JUIN 2016.....	79

FIGURE 24 : HYETOGRAMME DE LA PLUIE 1 MOIS (SMH ET PHILIPPEVILLE) .....	90
FIGURE 25 : HYETOGRAMME DE LA PLUIE 10 ANS (SMH, PHILIPPEVILLE, FONTANIL ET VERCORS ET CHARTREUSE) .....	92
FIGURE 26 : AFFECTATION DES PLUIES DE PROJET POUR LES PERIODES DE RETOUR 2 A 30 ANS .....	93
FIGURE 27 : DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE –PLUIE 10 ANS – ISERE AMONT RIVE GAUCHE .....	98
FIGURE 28 : DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE PLUIE 10 ANS – SUD AGGLOMERATION.....	99
FIGURE 29 : DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE PLUIE 10 ANS – SECTEUR DE CLAIX .....	100
FIGURE 30 : DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE – PLUIE 10 ANS – SECTEUR ABORDS ROCADE.....	103
FIGURE 31 : DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE – PLUIE 10 ANS – ISERE AVAL.....	104
FIGURE 32 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T=10 ANS – SECTEUR GRENOBLE CENTRE.....	106
FIGURE 33 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T = 30 ANS – SECTEUR GRENOBLE CENTRE .....	107
FIGURE 34 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T= 10 ANS – SECTEUR RGD .....	110
FIGURE 35 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T= 30 ANS – SECTEUR RGD .....	111
FIGURE 36 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR GRANDE SAULNE – PLUIE 2 ANS – AVANT TRAVAUX .....	113
FIGURE 37 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR GRANDE SAULNE – PLUIE 2 ANS – APRES TRAVAUX .....	114
FIGURE 38 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR AVAL BERGES – PLUIE 2 ANS – AVANT TRAVAUX.....	114
FIGURE 39 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR AVAL BERGES – PLUIE 2 ANS – APRES TRAVAUX.....	114
FIGURE 40 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T= 10 ANS – SECTEUR CHARTREUSE .....	117
FIGURE 41 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T=30 ANS – SECTEUR CHARTREUSE .....	118
FIGURE 42 : PROFIL EN LONG DE LA CHANTOURNE DE LA TRONCHE – PLUIE T = 2 ANS.....	120
FIGURE 43 : PROFIL EN LONG COLLECTEUR SP10 ET PROFIL EN LONG COLLECTEUR RICOU .....	122
FIGURE 44 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T= 10 ANS – SECTEUR SUD ROMANCHE .....	124
FIGURE 45 : BILAN DE MISE EN CHARGE ET DE DYSFONCTIONNEMENTS – PLUIE DE PROJET T=30 ANS – SECTEUR SUD ROMANCHE.....	125
FIGURE 46 : SCENARIO DE VULNERABILITE – PROFIL EN LONG COLLECTEUR EP SCHWEITZER .....	131
FIGURE 47 : VOLUME A STOCKER POUR PROTECTION T10 OU T30 ANS DU SECTEUR ABORDS ROCADE .....	144
FIGURE 48 : SCENARIO AMENAGEMENT – PLUIE 10 ANS – SECTEUR GRENOBLE CENTRE .....	145
FIGURE 49 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR RUE VICTOR HUGO .....	148
FIGURE 50 : SCHEMA AMENAGEMENT-AMONT BERGES.....	149
FIGURE 51 : SCENARIO AMENAGEMENT AMONT GRANDE SAULNE.....	151
FIGURE 52 : SCENARIO - AMENAGEMENT PETITE SAULNE .....	153
FIGURE 53 : SCENARIO DE MAILLAGE DES CHANTOURNES – ETAT DE FONCTIONNEMENT DES COLLECTEURS	154
FIGURE 54 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR DN 800.....	156
FIGURE 55 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR DN2,0*1,0.....	156
FIGURE 56 : PROFIL EN LONG DU COLLECTEUR DN 600.....	156
FIGURE 57 : LOCALISATION DE L'INTERCEPTEUR .....	157
FIGURE 58 : SCENARIO GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LE SECTEUR CHARTREUSE.....	160
FIGURE 59 : EXEMPLE D'AXES DE RUISSELLEMENT NATURELS IDENTIFIES SUR LA COMMUNE DE SEYSSINS ....	172

FIGURE 60 : AXE DE RUISSELLEMENT IDENTIFIABLE PAR LA VEGETATION ET L'ETAT DU CHEMIN (COMMUNE DE SAINT-EGREVE) .....	173
FIGURE 61 : EXEMPLE DE CARTOGRAPHIE DE ZONES D'INTERCEPTION DES AXES DE RUISSELLEMENT PAR LES ZONES URBANISEES SUR LA COMMUNE DE FONTAINE : LE RUISSELLEMENT PENETRE DANS LA ZONE URBANISEE EN PIED DE COTEAUX AU NIVEAU DE LA RUE COMMANDANT LENOIR.....	174
FIGURE 62 : AXE DE RUISSELLEMENT SUR LA COMMUNE DE SASSENAGE, PEU DEVIE PAR LA VOIRIE D531.....	176
FIGURE 63 : AVALOIR SITUE SUR LA ROUTE DEPARTEMENTALE D531, AU NIVEAU DE LA COMMUNE DE SASSENAGE.....	176
FIGURE 64 : AXE DE RUISSELLEMENT IDENTIFIABLE EN SECTEUR URBAIN SUR LA COMMUNE DE JARRIE .....	177
FIGURE 65 : AXE DE RUISSELLEMENT IDENTIFIABLE GRACE A UN FOSSE A JARRIE.....	177
FIGURE 66 : AXE DE RUISSELLEMENT INTERCEPTE PAR LA VOIRIE SUR LA COMMUNE DE HERBEYS .....	178
FIGURE 67 : AXE DE RUISSELLEMENT INTERCEPTE PAR UN FOSSE EN BORDURE DE VOIRIE SUR LA COMMUNE DE HERBEYS .....	178
FIGURE 68 : AXE DE RUISSELLEMENT INTERCEPTE PAR LA VOIRIE SUR LA COMMUNE DE SAINT-MARTIN-LE-VINOUX.....	179
FIGURE 69 : AXE DE RUISSELLEMENT INTERCEPTE PAR LA VOIRIE SUR LA COMMUNE DE SAINT-MARTIN-LE-VINOUX.....	179
FIGURE 70 : AXE DE RUISSELLEMENT RECUPERE PAR LE RESEAU ENTERRE (EAUX PLUVIALES OU RUISSEAU BUSE) A SON ENTREE EN ZONE URBANISEE (COMMUNE DE MEYLAN) .....	179
FIGURE 71 : LYCEE PROFESSIONNEL JACQUES PREVERT, SITUE EN PIED DE COTEAUX SUR UN AXE DE RUISSELLEMENT .....	180
FIGURE 72 : LOTISSEMENT PAVILLONNAIRE RECENT SITUE RUE DES TERRASSES SUR LES COTEAUX DE SASSENAGE.....	181
FIGURE 73 : INTERCEPTION DU RUISSELLEMENT EN PIED DE COTEAUX PAR UN STADE SUR LA COMMUNE DE SAINT-EGREVE .....	182
FIGURE 74 : STADE ET TERRAIN DE TENNIS SITUES SUR DES AXES DE RUISSELLEMENT SUR LA COMMUNE DE SAINT-EGREVE .....	182
FIGURE 75 : SUPERPOSITION DE LA CARTOGRAPHIE DES AXES DE RUISSELLEMENT NATUREL ET DES ZONAGES RUISSELLEMENT ET CRUE TORRENTIELLES DES PPRN .....	184
FIGURE 76 : AXE DE RUISSELLEMENT NATUREL SUR LA COMMUNE DE NOYAREY CONTRARIE PAR LA ROUTE D74 .....	186
FIGURE 77 : ACCES A UNE ZONE PAVILLONNAIRE RECENTE RUE DES TERRASSES SUR LES HAUTS DE SASSENAGE .....	187
FIGURE 78: RUISSELLEMENT DESCENDANT DES COTEAUX VERS LE CHEMIN DE JAYERES ET ETANT INTERCEPTE PAR LA VOIRIE.....	189
FIGURE 79 : ARRIVEE D'UN AXE DE RUISSELLEMENT SUR LE CHEMIN DE JAYERES .....	189
FIGURE 80 : CARTE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE AU NIVEAU DU DYSFONCTIONNEMENT N°81 (QUARTIER DE LA COMBE) .....	190
FIGURE 81 : HABITAT PAVILLONNAIRE SITUEE DANS LA PENTE SUR UN AXE DE RUISSELLEMENT.....	190
FIGURE 82 : CARTE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE AU NIVEAU DU DYSFONCTIONNEMENT N°22 (RUE DU COTEAU) .....	191
FIGURE 83 : HABITATION RUE DU COTEAU .....	192
FIGURE 84 : CARTE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE AU NIVEAU DU DYSFONCTIONNEMENT N°23 (RUE DES PEROUSES/RUE BOUGAULT) .....	193
FIGURE 85 : HABITATION SITUEE EN CONTREBAS DE LA VOIRIE SUR LA RUE DES PEROUSES .....	193
FIGURE 86 : CARTE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE AU NIVEAU DU DYSFONCTIONNEMENT N°43 ....	194

FIGURE 87 : CARTE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE AU NIVEAU DU DYSFONCTIONNEMENT N°70 (CARREFOUR DE L'ARGENTIERE) .....	195
FIGURE 88 : CARREFOUR DE L'ARGENTIERE LORS D'UN EPISODE PLUVIEUX.....	195
FIGURE 89 : CARTE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE AU NIVEAU DU DYSFONCTIONNEMENT N°25 (AVENUE DE BELLEDONNE) .....	196
FIGURE 90 : CARTE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE AU NIVEAU DU DYSFONCTIONNEMENT N°86 (CHEMIN DE LA GAROUDIÈRE) .....	197
FIGURE 91 : TYPOLOGIE DES DYSFONCTIONNEMENTS RECENSES SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE DE GRENOBLE ALPES METROPOLE .....	203
FIGURE 92: ORGANIGRAMME DE DECISION CONCERNANT L'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES.....	212
FIGURE 93 : SUPERPOSITION DES SECTEURS OUVERTS A L'URBANISATION ET DES AXES DE RUISSELLEMENT IDENTIFIES A SASSENAGE .....	214
FIGURE 94 : SUPERPOSITION DES SECTEURS OUVERTS A L'URBANISATION ET DES AXES DE RUISSELLEMENT IDENTIFIES A CORENC.....	215
FIGURE 95 : LOCALISATION DES SECTEURS OUVERTS A L'URBANISATION ET DES DYSFONCTIONNEMENTS HYDRAULIQUES IDENTIFIES A CORENC .....	216
FIGURE 96 : SUPERPOSITION DES SECTEURS OUVERTS A L'URBANISATION ET DES ZONES DE PRESCRIPTION PPRN A CORENC .....	217
FIGURE 97 : SUPERPOSITION DES SECTEURS OUVERTS A L'URBANISATION ET DES ZONES DE PRESCRIPTION PPRN A SAINT-MARTIN-LE-VINOUX.....	218
FIGURE 98 : LOCALISATION DES 5 SECTEURS DE PROJET POUR LES OAP DE LA COMMUNE DE CLAIX.....	222
FIGURE 99 : SITUATION DES 5 SECTEURS D'OAP PAR RAPPORT AU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DE LA COMMUNE .....	222
FIGURE 100 : EXEMPLE D'INFILTRATION DES EAUX DE VOIRIE DANS LES ACCOTEMENTS A PRE NOUVEL (SEYSSINS).....	224
FIGURE 101 : EXEMPLE D'UN ESPACE VERT INONDABLE A PRE NOUVEL (SEYSSINS) .....	224
FIGURE 102 : LOCALISATION DES 4 SECTEURS DE PROJET POUR LES OAP DE LA COMMUNE DE JARRIE .....	225
FIGURE 103 : SITUATION DES 4 SECTEURS D'OAP PAR RAPPORT AU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DE LA COMMUNE .....	226
FIGURE 104 : GLISSEMENT DE TERRAIN A SAMOËNS (A GAUCHE – SOURCE : FRANCE 3) ET REACTIVATION DU GLISSEMENT DE TERRAIN DU CHATELARD (A DROITE – SOURCE : IRMA).....	230
FIGURE 105 : SCHEMATISATION DES 3 PERIMETRES DE PROTECTION D'UN CAPTAGE (SOURCE : FICHE METHODOLOGIQUE POUR L'ELABORATION DES PLU, DEPARTEMENT DE L'ISERE, NOVEMBRE 2008).....	231
FIGURE 106 : PROPOSITION DE DEFLECTEUR PREFABRIQUE POUR ELOIGNER LES EAUX DE GOUTTIERE DE LA FAÇADE.....	236
FIGURE 107 : PLAQUETTE D'INFORMATION ETABLIE PAR LA VILLE DE SAINT-JEROME (CANADA) POUR INCITER A LA DECONNEXION DES GOUTTIERES ( <a href="http://www.vsj.ca/fr/gouttieres.aspx">HTTP://WWW.VSJ.CA/FR/GOUTTIERES.ASPX</a> ) .....	237
FIGURE 108 : EXEMPLES DE DECOTTEMENTS EN BORD DE VOIRIE.....	239
FIGURE 109 : EXEMPLE D'ABSENCE DE BORDURE PERMETTANT LE RUISSELLEMENT DES EAUX DE VOIRIE VERS L'ESPACE VERT .....	239
FIGURE 110 : GESTION DES EAUX PLUVIALES ET AMENAGEMENT PAYSAGER SUR UNE VOIRIE DE 8,5 M DE LARGE (SOURCE : ATM) .....	240
FIGURE 111 : EXEMPLE DE VOIRIE A SEYSSINS (PRE NOUVEL) .....	240
FIGURE 112 : EXEMPLES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR DES ZONES COMMERCIALES © INFRASERVICES .....	241
FIGURE 113 : PROPOSITIONS DE DECONNEXIONS EN AMONT DE LA RUE DU COTEAU A CLAIX .....	242

FIGURE 114 : VOIRIE CONDUISANT LES EAUX DE RUISSELLEMENT EN DIRECTION DU QUARTIER PAVILLONNAIRE .....	243
FIGURE 115 : ESPACE VERT VALORISABLE POUR UN SIMPLE EPANDAGE DES EAUX DE VOIRIE .....	243
FIGURE 116 : SURFACES IMPERMEABILISEES IMPORTANTES OFFRANT DES POSSIBILITES DE DESIMPERMEABILISATION ET DE GESTION IN SITU (RUE DE LA BALMETTE) .....	243
FIGURE 117 : FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DU SITE .....	245
FIGURE 118 : PRINCIPES DE GESTION DIFFERENCIEE DES EAUX PLUVIALES EN FONCTION DES CONTRAINTES A L'INFILTRATION.....	256
FIGURE 119 : SCHEMA DE PRINCIPE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES DANS LES SECTEURS A FAIBLE CONTRAINTES A L'INFILTRATION.....	260
FIGURE 120 : SCHEMA DE PRINCIPE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES DANS LES SECTEURS A FORTE CONTRAINTES A L'INFILTRATION .....	260
FIGURE 121 : EXEMPLE D'HABITAT CONÇU GARAGES A PROXIMITE IMMEDIATE DE LA VOIRIE – TOITURES VEGETALISEES - MAISONS JUMEELES CONÇUES PAR L'AGENCE ISIS ARCHITECTURE & URBANISME : A PRE NOUVEL, SEYSSINS.....	262
FIGURE 122 : PROGRAMME IMMOBILIER DE 14 LOGEMENTS ADAPTE AU RUISSELLEMENT DE PENTE - QUARTIER DE PRE NOUVEL – SEYSSINS (38) (MAQUETTE ©TRAIT-D'AXE) .....	263
FIGURE 123 : MAISONS JUMEELES CONÇUES PAR L'AGENCE ISIS ARCHITECTURE & URBANISME : ACCES DE PLAIN-PIED ORIENTES VERS L'AVAL - PRE NOUVEL, SEYSSINS (38) .....	264
FIGURE 124 : EXEMPLE D'UNE RUPTURE RADICALE DES FORMES ARCHITECTURALES POUR UNE ADAPTATION AU RISQUE INONDATION : MAISON SUR PILOTIS A DRAVEIL (91) (SOURCE : <a href="http://marc.lafagne.free.fr/nouveautes.html">HTTP://MARC.LAFAGNE.FREE.FR/NOUVEAUTES.HTML</a> ).....	264

# 1. Cadre et objet de l'étude

## 1.1 Contexte général

Grenoble Alpes Métropole exerce la compétence assainissement des eaux usées et la compétence assainissement non collectif pour le compte des communes membres comprenant la collecte, le transport et le traitement des eaux usées depuis le point de raccordement jusqu'au rejet à l'Isère après traitement à la station d'épuration principale « Aquapôle », et aux cinq stations d'épuration secondaire de Miribel Lanchâtre, du hameau de Prélénfrey situé sur la commune de Le Gua, des deux stations d'épuration de Quaix en Chartreuse, et de l'ouvrage de décantation de Notre Dame de Commiers.

Les 49 communes membres sont récapitulées ci-après :

Bresson	Corenc,	Le Fontanil	Jarrie	Muriannette	Pont de Claix	Sassenage	St Martin d'hères	Seyssins	Vaulnaves le bas
Brié et Angonnès	Domene	Gières	Meylan	Notre Dame de Commiers	Proveysieux	Saint Barthelemy de Séchillienne	St Martin le Vinoux	La Tronche	Vaulnaves le Haut
Champ sur Drac	Echirolles	Grenoble	Miribel Lanchâtre	Notre Dame de Mésage	Quaix en Chartreuse	St Egreve	St Paul de Varcès	Varces	Vif
Champagnier	Eybens	Le Gua	Montchaboud	Noyarey	Le Sappey en Chartreuse	St Georges de Commiers	Séchillienne	Venon	Vizille
Claix	Fontaine	Herbeys	Mont Saint Martin	Poisat	Sarcenas	St Pierre de Mésage	Seyssinet pariset	Veurey-Voroize	

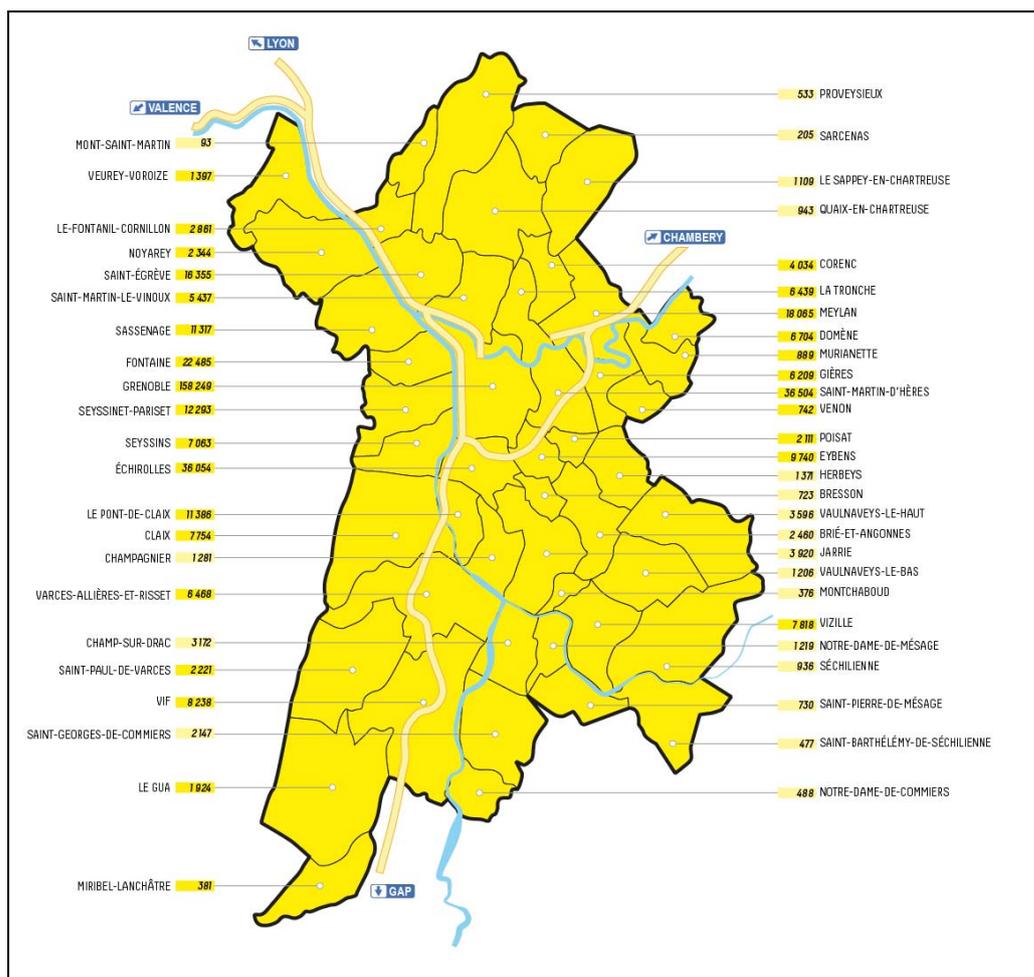


Figure 1: Présentation de Grenoble Alpes Métropole (source : [www.lametro.fr](http://www.lametro.fr))

Grenoble Alpes Métropole assure également le transport et le traitement à la station Aquapôle des eaux usées de 14 communes extérieures associées directement ou par le biais de syndicat intercommunal.

Grenoble Alpes Métropole est également chargée de la collecte des eaux pluviales des communes membres ainsi que les ouvrages communautaires à l'exception des fossés, cours d'eau et bassins.

Enfin, devenue Métropole au 1<sup>er</sup> janvier 2015, la collectivité exerce de nouvelles compétences : eau potable, urbanisme, voirie ... et sera transféré à Grenoble Alpes Métropole au 1<sup>er</sup> janvier 2018, la Gestion des Milieux Aquatiques et Protection contre les Inondations.

En juillet 2013, Grenoble Alpes Métropole a adopté son schéma directeur assainissement avec une programmation d'aménagements sur son territoire limité à 28 communes.

Afin de tenir compte du nouveau périmètre Métropolitain, de l'évolution réglementaire (arrêté ministériel du 21 juillet 2015), des nouvelles performances de la STEU suite au plan de modernisation,

des mises en demeure concernant l'assainissement de plusieurs communes ayant rejoint Grenoble Alpes Métropole en 2014, la collectivité souhaite aujourd'hui actualiser l'étude de ses systèmes d'assainissement afin de définir les orientations et les actions à engager pour les 10-15 prochaines années (échéance 2030) en matière d'assainissement.

Enfin, la présente étude s'inscrit dans le cadre du projet de révision de l'arrêté préfectoral loi sur l'eau du système d'assainissement réseaux et station de Grenoble/Aquapôle.

## 1.2 Objet de l'étude et du présent document

Les objectifs de ce schéma sont nombreux :

- mieux comprendre et apprécier le **fonctionnement du système de collecte** (réseaux unitaire et séparatifs, postes de refoulement, déversoirs d'orages...),
- parfaire la connaissance du fonctionnement du réseau en se dotant d'un outil de modélisation,
- évaluer l'impact des rejets urbains par temps de pluie, et des rejets d'assainissement sur l'état du milieu naturel Isère et Drac, y compris pour ce qui concerne les micropolluants et les substances dangereuses et prioritaires pour l'eau,
- évaluer l'impact des aménagements réalisés ces dernières années,
- satisfaire aux **exigences réglementaires** (Directive Cadre Européenne sur l'eau, Directive sur les Eaux Résiduaires Urbaines, Loi sur l'Eau et les Milieux aquatiques, arrêté du 21 juillet 2015, prescriptions de la Police de l'Eau, ...),
- répondre aux mises en demeure sur certaines communes ayant rejoint Grenoble Alpes Métropole en 2015,
- s'intégrer dans les démarches de préservation et reconquête des **milieux naturels** (Directive Cadre sur l'Eau, SDAGE Rhône Méditerranée, SAGE ...),
- optimiser la collecte et le transfert des effluents par temps sec et temps de pluie,
- définir et optimiser les **travaux à engager** sur les réseaux et maîtriser ainsi l'évolution du prix de l'eau en fonction des coûts prévisionnels,
- anticiper et permettre le **développement des communes**, encadré par le SCOT et les PLU,
- accompagner les politiques de **développement durable**, portées par Grenoble Alpes Métropole,
- et poser les bases d'une gestion intégrée des Eaux Pluviales (développer la gestion des eaux pluviales à la source par des solutions intégrées à toutes les échelles – de la parcelle à la métropole – et la réalisation d'aménagement pour du débordement contrôlé sur espace multi-usages).

Cette étude de Schéma directeur d'assainissement est organisée autour d'une double approche :

- Approche globale sur l'ensemble structurant des systèmes assainissement, et en particulier celui d'Aquapôle,
- Une Approche détaillée sur des secteurs précis :
  - Secteur Grenoble Centre
  - Secteur Rive Gauche Drac
  - Secteur Communes pieds de Chartreuse
  - Secteur Sud Romanche,

Pour chacune des deux approches, l'étude est décomposée en 3 Etapes :

- Etape 1 : Analyse des données existantes, visites de terrain, Etat des Lieux,
- Etape 2 : Campagnes de mesures et pré-diagnostic de fonctionnement
- Etape 3 : Diagnostic et scénario de fonctionnement sur la base d'une modélisation.

L'étude s'appuie sur la méthodologie suivante :

- Recherche et analyse de données (études antérieures d'assainissement, démographie, urbanisme, zones d'activité, milieux récepteurs et usages, sources de pollution domestiques et non domestiques, données d'auto-surveillance,...),
- Rencontres avec Grenoble Alpes Métropole, exploitants et partenaires (services de l'état, syndicats,...) : réunions bimensuelles, réunions thématiques....,
- Reconnaissance et pré diagnostic du système de collecte,
- Mise à jour du SIG des réseaux, sur la base des visites de terrain et des campagnes topographiques complémentaires
- Analyse du fonctionnement du système de collecte :
  - campagnes de mesures à l'échelle de la métropole sur les réseaux structurants du système assainissement et analyse de l'autosurveillance, avec prélèvements temps sec et temps de pluie,
  - évaluation de la qualité du milieu (suivi physico-chimique, évaluation biologique, analyses micropolluants, en temps sec, et post-déversements) en parallèle des campagnes de mesures sur le réseau,
  - modélisation des réseaux structurants du système assainissement,
  - campagne de mesures sur des secteurs précis (sous-bassins versants) et analyse de l'autosurveillance, avec prélèvements temps sec et temps de pluie,
  - modélisation détaillée de sous-bassins versants.
- Propositions d'actions prioritaires :
  - amélioration du transfert des effluents jusqu'à la STEU Aquapôle en temps sec et par temps de pluie en fonctionnement actuel et futur,
  - amélioration du traitement à la STEU par temps de pluie,
  - amélioration du traitement aux STEUs secondaires
  - scénarios d'aménagement pour la gestion des eaux pluviales.

**Ce document présente le volet Eaux Pluviales de l'étude, avec en particulier :**

- **L'analyse de la pluviométrie locale du territoire Métropolitain,**
- **L'analyse de l'hydrologie du territoire, et plus spécifiquement des axes de ruissellement naturel,**
- **Le bilan capacitaire des réseaux du système assainissement (volet débordement),**
- **La proposition d'aménagements pour la maîtrise des débordements,**
- **Les bases de proposition d'une gestion intégrée des eaux pluviales.**

## 2. Contexte et objectifs

### 2.1 Rappel du contexte de gestion des eaux pluviales sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole

Sur le périmètre d'étude, la problématique « inondation pluviale urbaine / gestion des Eaux Pluviales » qui est directement influencée par le contexte géographique (talweg d'écoulement et milieu récepteur, occupation des sols, topographie, pluviométrie locale...) se trouve partagée entre différents acteurs institutionnels, à l'échelle du bassin versant :

- Grenoble Alpes Métropole qui est chargée de la collecte des eaux pluviales, limitée aux ouvrages canalisés,
- Les Communes, qui ont la charge des fossés et bassins,
- Les cours d'eau qui sont à la charge de structures locales (Associations Syndicales, SYMBHI,...).

En outre, les compétences connexes (urbanisme, voirie et prévention des risques) sont exercées directement par les communes membres.

Quant à la problématique « zone inondable » de l'Isère et de ses affluents, celle-ci s'avère être du ressort des Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI) qui délimitent les zones pouvant être impactées en cas de crue. Une partie du territoire métropolitain est inclus dans le périmètre du TRI (Territoires à Risques Inondation) Grenoble Voiron. Le PGRI 2016 2021 prévoit la mise en place de trois SLGRI (Stratégies Locales de Gestion des Risques Inondation) couvrant une large part du territoire : Isère amont, Drac Romanche, et Voironnais.

NB : L'approche « Eaux Pluviales » du schéma directeur d'assainissement s'est concentrée, avant tout, sur les ouvrages où la Régie Eau et Assainissement est compétence. Elle a donc concerné :

- Les réseaux unitaires et pluviaux jusqu'à leurs exutoires,
- Les stations de relevage anti-crue des eaux pluviales.

## 2.2 Description du système de collecte des eaux pluviales

Grenoble Alpes Métropole est assainie par environ 2000 km de réseau d'assainissement dont 400 km de réseaux unitaires, 750 km de réseaux Eaux Pluviales, et 850 km de réseaux Eaux Usées.

La collecte des eaux pluviales s'effectue par des réseaux unitaires à Grenoble et dans les centres anciens et par des réseaux séparatifs eaux pluviales sur la partie périphérique du territoire et sur les secteurs urbanisés plus récents.

Les principaux secteurs en unitaire sont situés sur les communes de :

- Grenoble, Saint Martin d'Hères,
- Corenc, La Tronche,
- Seyssinet-Pariset et Fontaine, quartiers bord de Drac.

Les zones séparatives concernent les quartiers d'urbanisation plus récents.

Avant rejet vers le milieu récepteur, les eaux pluviales transitent soit dans des anciens fossés et ruisseaux qui ont été busés en parallèle de l'urbanisation (Mogne, Grande Saulne, Verderet...), soit dans des collecteurs structurants construits lors des extensions urbaines (collecteurs EPI, Zup Isère), gérés par la Régie Assainissement, soit dans les fossés, ruisseaux drainant la plaine en parallèle des digues et gérés par les structures locales compétentes.

L'ensemble du territoire est marqué par la présence de nombreux fossés, ruisseaux ou chantourne maillés avec les réseaux d'assainissement de Grenoble Alpes Métropole (exutoire des réseaux d'assainissement ou apports amont vers les réseaux d'assainissement).

De plus, les crues des différents milieux récepteurs, présents sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole, peuvent avoir un impact sur le fonctionnement du réseau. Aussi, à certains exutoires de collecteurs, des dispositifs de protection anti-crue avec des consignes de vannage ont été installés. On peut citer, à ce titre, les 4 principales stations de pompage anti-crue suivantes :

- Station Mogne, Jean Macé et Fontenay<sup>1</sup>, associé au 3 DO principaux de Grenoble,
- Station Péri, associée aux collecteurs EPI et ZUP.

A noter la station de relevage (Berges), qui permet le refoulement des eaux pluviales du bassin versant Seyssins/Seyssinet vers le Drac. (station nouvellement en fonctionnement à 100% EP suite à de nombreux travaux de séparation EU/EP).

A Gières, un bassin de rétention / infiltration à vocation multi-usages a été créé au niveau de la Plaine des Sports : espace vert et aire de jeux, ce secteur se transforme en zone de rétention et d'infiltration pour les eaux pluviales des collecteurs amont.

Le plan en annexe présente le schéma structurant de fonctionnement de la collecte des eaux pluviales et les principaux ruisseaux, exutoires des réseaux d'assainissement.

# 3. Construction du modèle pluvial

## 3.1 Présentation du logiciel de modélisation

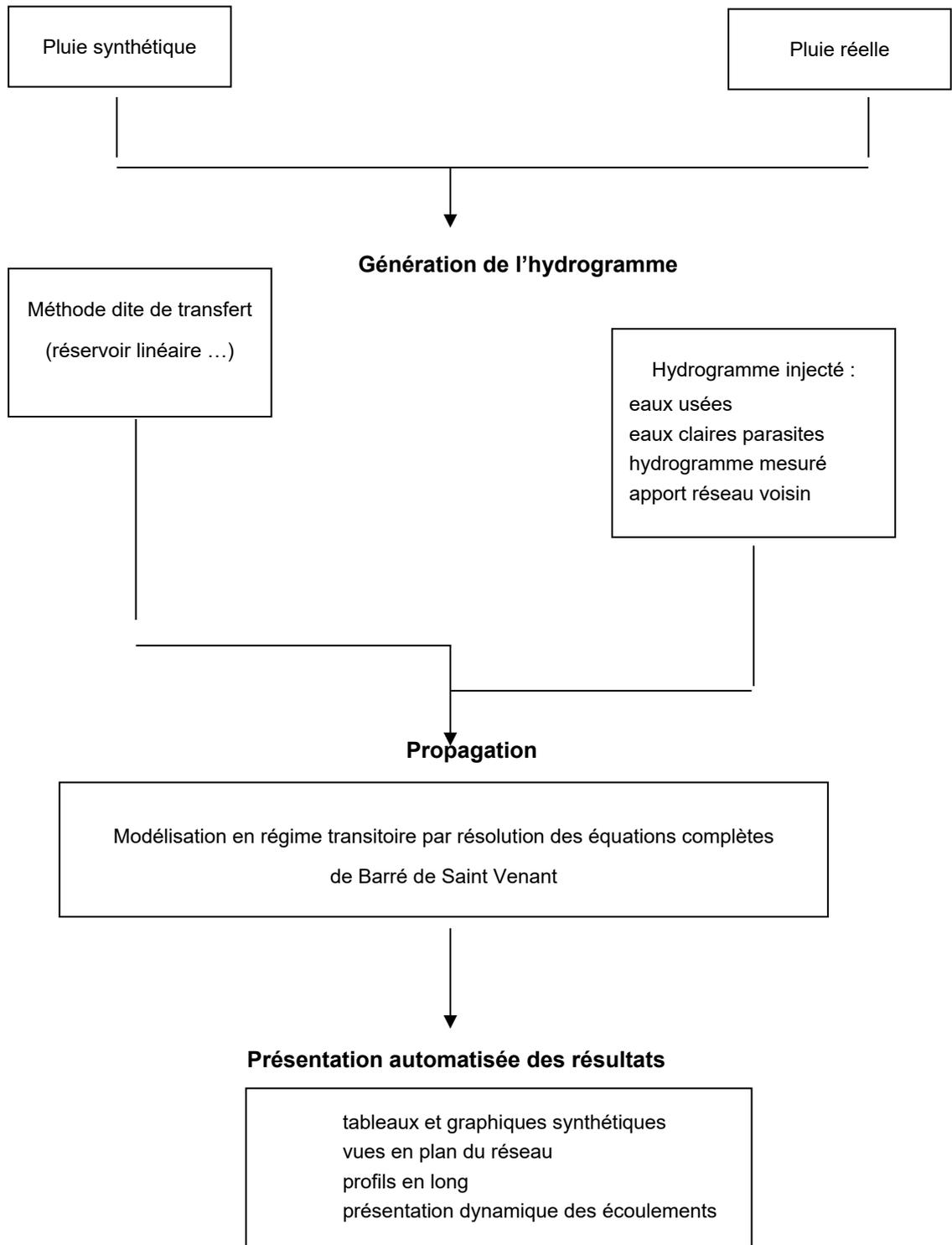
Le modèle mathématique utilisé est PCSWMM.net développé par CHI Software.

Ce logiciel PCSWMM France, distribué par HydroPraxis, possède les particularités suivantes :

- Il intègre un modèle **de simulation hydraulique** (résolution des équations de Barré de Saint Venant).
- Le modèle permet de représenter la **production et la collecte des eaux pluviales ainsi que des eaux usées**, pouvant ainsi représenter tous les types de réseaux (séparatifs et/ou unitaires).
- Les **modules hydrologiques français** (transformation pluie-débit et pluie de projet de Desbordes) sont intégrés dans le logiciel.
- L'**infiltration** peut être simulée par 3 modèles possibles (Horton / Green Ampt / SCS).
- Le logiciel intègre également un module de **double drainage** permettant la modélisation couplée du système enterré avec le système superficiel (rues, fossés).
- L'ensemble des **ouvrages hydrauliques** susceptibles d'être rencontrés ou créés sur un réseau pluvial peut être pris en compte dans la modélisation y compris :
  - les interconnexions avec des ouvrages à surface libre de type canaux
  - les bassins de rétention
  - les déversoirs
  - les pompes...
- Tous les **types d'exutoires** sont possibles : chutes libres ou contrainte aval : niveau fixe, marée, ou variable dans le temps (type hydrogramme).
- Le programme de calcul utilise les **pluies de projets** qui peuvent être créées automatiquement par le logiciel et/ou des pluies réelles qui peuvent être appliquées pour chaque bassin de manière indépendantes.

*☞ Grenoble Alpes Métropole a souhaité acquérir ce logiciel de modélisation. Des formations spécifiques à l'utilisation de l'outil et une assistance (type Hotline) sont assurées par la société Hydropraxis (Sous-traitant d'Egis Eau).*

**PRINCIPE DE MODELISATION – PCSWMM France**



**Figure 2 : principe de modélisation sous PCSWMM**

## 3.2 Méthodologie générale

La modélisation s’articule autour des étapes principales suivantes :

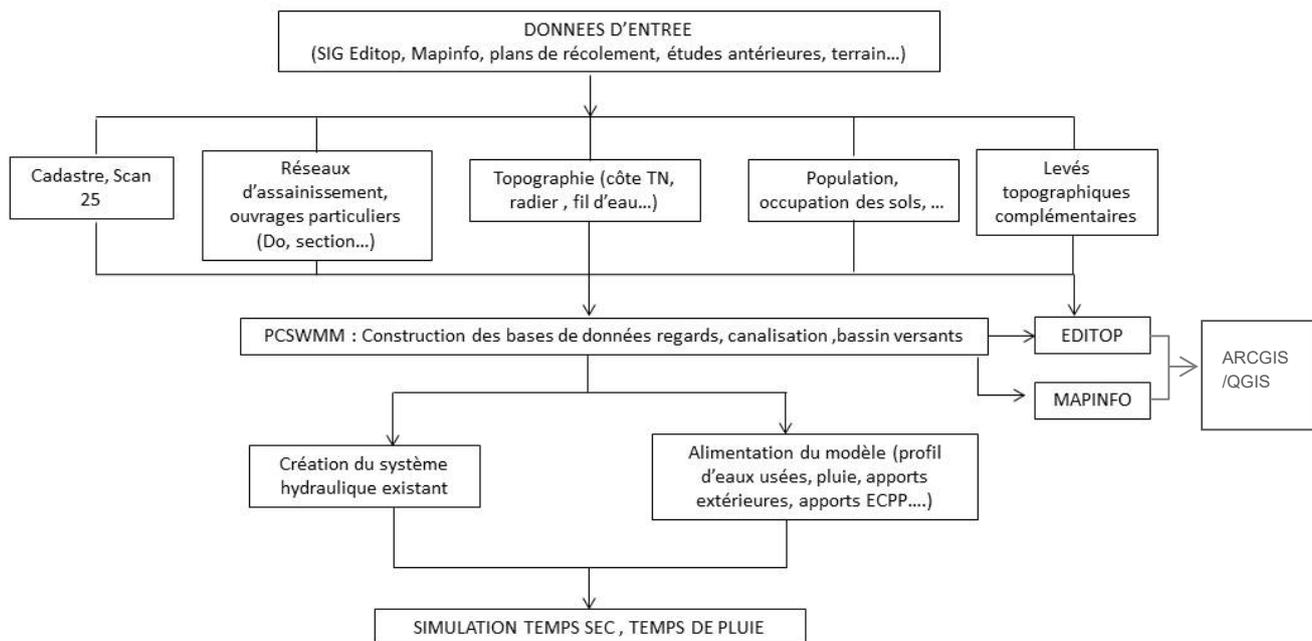


Figure 3 : Méthodologie de construction du réseau modélisé

En premier lieu, les données disponibles du SIG Editop et MAPINFO (données bassins versants, population,...), des plans de récolement, des études antérieures, reconnaissances de terrain sont consultées pour la création des tables spécifiques à la modélisation (regard, canalisation, exutoire, bassins versants).

Dans ces tables, il est renseigné les caractéristiques du réseau d’assainissement (cotes TN, radier, file d’eau, diamètre, pente, rugosité, les ouvrages particuliers (station de pompage, déversoir d’orage, siphon...), ainsi que les caractéristiques des bassins versants (population raccordée, surface du bassin versant, pente du terrain naturel, pourcentage imperméabilisée, ....), et les caractéristiques des pluies (pluie réelle, chronique annuelle, pluie de projet).

A ce stade, le système hydraulique existant est modélisé, et les bassins versants sont caractérisés.

Il est procédé ensuite aux simulations de fonctionnement du réseau modélisé : simulation de temps sec, simulations de temps de pluie (pluie réelle, chronique annuelle, pluie de projet).

## 3.3 Description des réseaux modélisés

### 3.3.1 Données générales

L'ensemble des **réseaux structurants** de Grenoble Alpes Métropole et des réseaux détaillés des 4 sous-bassins versant (Rive Gauche Drac, Chartreuse, Grenoble Centre, Sud Romanche) a été modélisé.

Il s'agit de réseaux séparatifs eaux usées, eaux pluviales et unitaires.

Le modèle complet du territoire Métropolitain présente les caractéristiques suivantes :

Modèle « complet et sud »	
<b>Linéaire de réseau modélisé</b>	<b>≈ 460 km dont 150 km réseau EU, 130 km réseau UN, 110 km réseau EP, 25 km de ruisseaux à ciel ouvert et 45 km de ruisseaux busés</b>
<b>Nombre de nœuds correspondants</b>	<b>≈ 3600</b>
<b>Nombre de tronçons</b>	<b>≈ 3500</b>
<b>Nombre de stations de pompage</b>	<b>47</b>
<b>Nombre d'ouvrages de déversements</b>	<b>77 dont 29 &gt; 2000 EH (yc surverses et trop plein de poste de pompage)+ by-pass entrée STEP*</b>

**Tableau 1 : caractéristiques du modèle déployé**

NB : 1) Les modèles détaillés Rive Gauche Drac, Chartreuse, Grenoble Centre, et Sud Romanche sont constitués des éléments structurants du modèle global auquel il a été ajouté les ouvrages d'assainissement détaillés présents sur ces trois bassins versants.

2) A l'issue de ces deux approches (globale et détaillée), il a été décidé, avec le comité technique de l'étude, de constituer un unique modèle composé de l'ossature modélisée (dans le cadre de l'approche globale et détaillée).

3) Le modèle intègre tout le linéaire réseau modélisé lors de l'étude hydraulique menée par Hydrétudes en 2011 sur la Petite Saulne et la Grande Saulne. Il intègre en plus les réseaux eaux usées structurants, les réseaux unitaires secondaires et toutes les singularités significatives recensées (changement de section, chute, surverse, coude...).

4) Le Modèle intègre tout le linéaire réseau unitaire modélisé lors de l'étude de Schéma Directeur de La Tronche (Safege- 2011).

Toutes les singularités significatives recensées sont prises en compte dans le modèle (changement de section, chute, déversoir...).

Des nœuds ont été créés aux points singuliers du réseau :

- changement de pente,
- changement de section,
- regard avec des arrivées en chutes,
- points particuliers (déversoirs d'orage, postes de refoulement,...),
- maillage de collecteurs,
- exutoires.

### Réseaux UN

Les collecteurs unitaires représentent l'**ossature principale** du réseau modélisé. Ainsi, environ **130 km** de linéaires sur les 460 km de réseaux unitaires sont intégrés au modèle, **dont 40 km modélisés en détaillé sur Grenoble Centre, 10 kms modélisés en détaillé sur le secteur Rive Gauche Drac, 20 km modélisés en détaillé sur le secteur Chartreuse, 5 kms modélisés en détaillé sur le secteur Sud Romanche.**

### Réseaux EP

Les principales **branches pluviales** ont été intégrées dans le modèle hydraulique.

Ainsi, c'est environ **180 km** de linéaires de collecte du ruissellement qui sont modélisés dont 110km de réseaux EP sur les 750 km de réseaux pluviaux, et qui permettent de représenter le fonctionnement général du réseau, **dont 30 km modélisés en détaillé sur la partie rive Gauche Drac, 25 km modélisés en détaillé sur le secteur Chartreuse, 10 km modélisés en détaillé sur le secteur Sud Romanche.**

En outre, il a été intégré sur certains bassins versants EP **une partie du linéaire de fossé ou ruisseau contribuant à la continuité de l'écoulement du réseau structurant, soit environ 45km de ruisseaux busés et 25 km de ruisseaux à ciel ouvert.**

Le plan en annexe présente l'ossature des réseaux modélisés.

## 3.3.2 Mise à jour du modèle

Le modèle du précédent schéma directeur a été mis à jour pour représenter le réseau à l'état 2015.

Les principales mises à jour concernent :

- Des mises à jour de tracé

- Des mises à jour de côte
- Des mises à jour de bassin versant (découpage et/ou caractérisation)
- De l'optimisation de paramétrage :
  - Affectation pluviométrique
  - Paramétrage des surfaces perméables
- L'intégration des travaux réalisés depuis le déploiement du modèle en 2011
- L'intégration des exutoires principaux des réseaux d'assainissement eaux pluviales, à l'échelle des 49 communes.

Les modifications ont été réalisées :

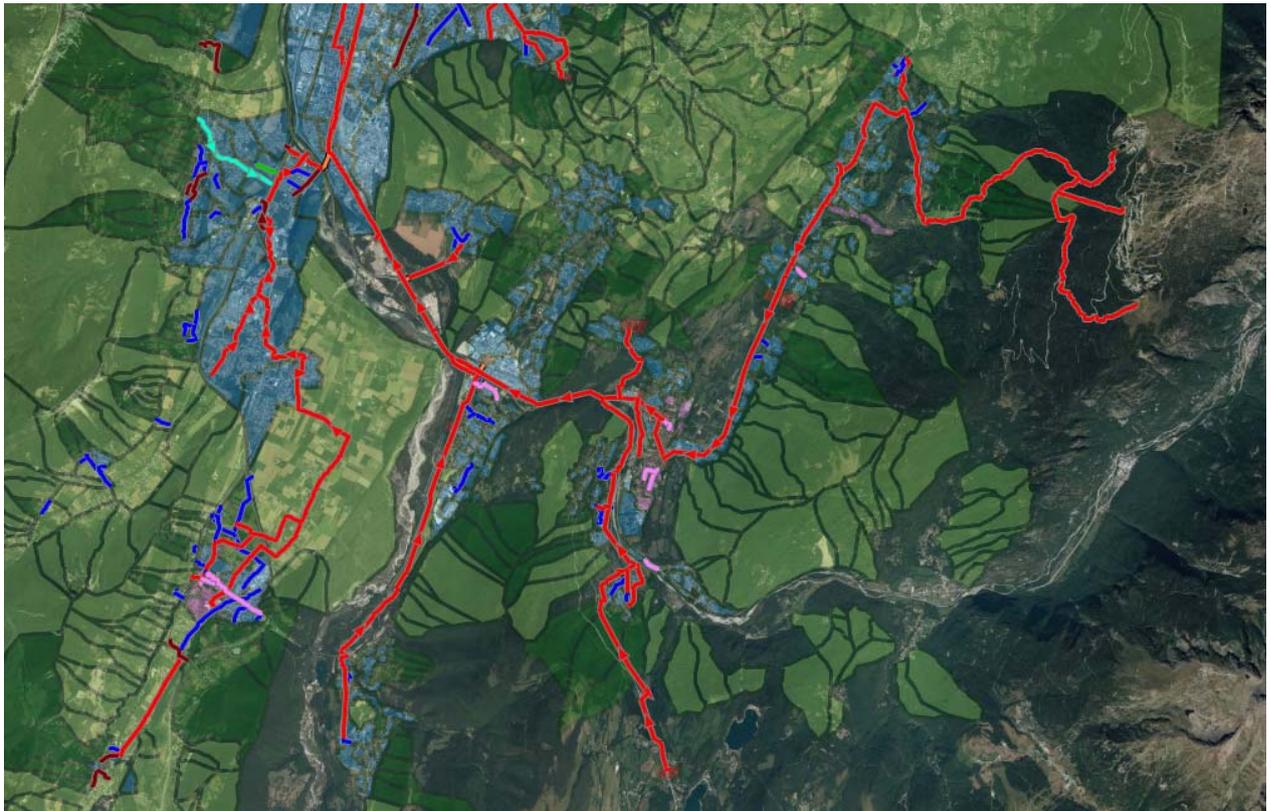
- Sur la base des données Editop,
- En prenant en compte les divers plans de récolement suite aux travaux réalisés,
- En fonction des enquêtes de terrain, réalisées par nos équipes avec les différents responsables de secteur
- En fonction de l'approche menée sur la partie rurale / naturelle des bassins versants avec le partenaire SEPIA.
- Sur la base de la campagne topographique complémentaire

### 3.3.3 Intégration des réseaux structurants des communes issues de la fusion 2014 du territoire Métropolitain

En parallèle du travail de mise à jour de l'ancien modèle, une extension du modèle pour les communes du secteur Sud Romanche a été réalisée.

Le modèle détaillé des nouvelles communes est ensuite ajouté au modèle global Aquapôle, afin de disposer d'un modèle unique.

La carte ci-après localise l'extension du réseau modélisé sur le secteur détaillé (Sud Romanche).



## 3.4 Apports temps de pluie

### 3.4.1 Découpage et caractérisations des bassins versants

Les bassins versants de l'aire d'étude ont été découpés en sous-bassins versants.

Chaque sous-bassin versant est défini par les paramètres suivants :

- superficie,
- pente, déterminée à partir de la base de données alti, MNT, ou des données des côtes des tampons d'assainissement,
- plus grande longueur hydraulique (longueur maximale du bassin versant depuis son point culminant jusqu'à l'exutoire),
- coefficients d'imperméabilisation (urbains ou ruraux) définis à partir des données d'occupation des sols, des données cadastrales (pour estimation de surface de voirie et de bâti notamment), et renseignés dans le modèle par :
  - une partie imperméable : pourcentage de voiries, toitures de la surface du bassin versant
  - dont une partie 0-perméable : pourcentage de toitures de la surface imperméable du bassin versant
  - une partie perméable : pourcentage de forêt, espaces verts, cultures de la surface du bassin versant (cf paragraphe mise à jour des paramètres d'infiltration – partie perméable)
- hauteur de déperditions de surface (mm) : A partir des hydrogrammes mesurés, on constate qu'une pluie de 2 mm occasionne une réponse quasi-inexistante du point de mesures (augmentation du débit non-lisible). Aussi, il est pris comme hypothèse dans le modèle que les deux premiers millimètres de précipitations n'occasionnent pas de ruissellement sur le bassin versant,
- Exutoire du bassin versant (nœud du modèle).

Au total, ce sont un peu plus de **2200 bassins versants, couvrant environ 580 km<sup>2</sup>** qui sont intégrés dans le modèle global :

- 608 bassins versants naturel
- Environ 264 bassins versants naturels potentiellement raccordés sur un réseau enterré (majoritairement EP, parfois unitaire)
- 820 bassins versants EP
- Environ 56 bassins versants EP raccordés sur des réseaux unitaires
- Plus de 431 bassins versants unitaires
- Plus de 56 bassins versants fictifs représentant les apports d'eaux claires parasites au réseau EU

Ces bassins participent à la modélisation du comportement du réseau lorsqu'il est sollicité par un évènement pluvieux.

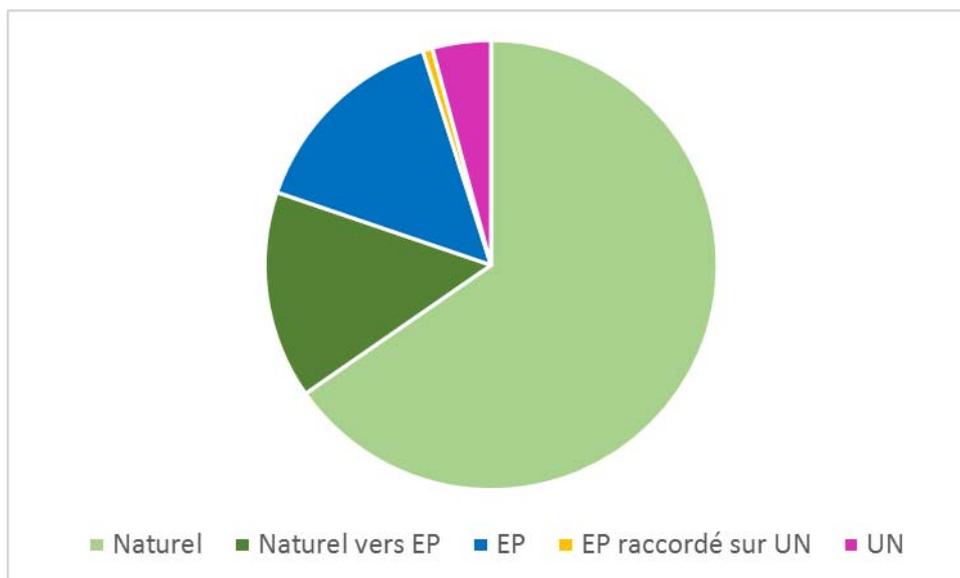


Figure 4 : répartition des types de bassins versants en % de la surface totale.

Type de bassin versant	Surface couverte	% de la surface totale
EP	8715	15%
EP raccordé sur UN	407	0.7%
Naturel	38300	65%
Naturel vers EP	8760	15%
UN	2450	4%

Tableau 2 : Répartition des surfaces de bassins versants

### 3.4.2 Mise à jour des paramètres infiltration- partie perméable

Le modèle PCSWMM de Grenoble Alpes Métropole a été paramétré sur la méthode de calcul de ruissellement de SWMM5. Dans le cadre de la mise à jour du modèle, il a été affiné les paramètres d'infiltration (loi de Horton).

Globalement sur le territoire, il est possible de définir deux grandes zones, notamment en se basant sur l'étendue des masses d'eau souterraines présentes sur le territoire.

On distingue ainsi :

- les zones sous influence de nappe, dont les sols sont constitués d'alluvions fluviales, principalement des limons et des sables. Les alluvions sont globalement plus fins sur la vallée

de l'Isère que sur la vallée du Drac (dont le caractère est légèrement plus torrentiel). Mais ces zones de sables ou de graviers sont régulièrement recouvertes d'une couche d'argile.

- Les zones pentues des massifs qui entourent les vallées, de la Chartreuse, du Vercors ou de Belledonne, avec, sur les versants concernés par le système de Grenoble Alpes Métropole, une végétation relativement fournie et un sol partiellement argileux dans les zones d'éboulis et glaciaires.

Les paramètres ont été définis en fonction de ces indications et de l'occupation des sols. Les coefficients suivants ont été choisis :

- ZONE A : Prés/Pelouses en plaine ou en zones urbaines (à noter qu'il est bien question ici des secteurs perméables en zone urbaine, que nous avons donc assimilé à de la pelouse), secteur sous influence de la nappe et dont les sols sont constitués d'alluvions fluviales :
  - 90 mm/hr de taux d'infiltration max ;
  - 8 mm/hr de taux d'infiltration min
- ZONE B : Zones de forêts, souvent sur les secteurs des massifs entourant le territoire métropolitain, secteur peu influencé par les nappes : :
  - 120 mm/hr de taux d'infiltration max ;
  - 4 mm/hr de taux d'infiltration min

Pour les deux autres paramètres, des coefficients moyens ont été choisis :

- Constante de décroissance K : 4
- Temps de séchage : 3 jours.

Pour des pluies d'occurrence 2 ans, 10 ans, 30 ans, les coefficients de ruissellement résultant par la modélisation pour un bassin type rural/naturel (donc perméable) d'1 hectare sont évalués à :

Période de retour	Zone A	Zone B	Zone B
	Plaine	Coteau (pente moyenne)	Massif (pente forte)
<b>2 ans</b>	<0.1	<0.1	0.10
<b>10 ans</b>	0.11	0.14	0.16
<b>30 ans</b>	0.24	0.30	0.32

Ces ordres de grandeurs de coefficient de ruissellement sont proches des valeurs de la littérature pour différents types de bassins versant ruraux/naturels.

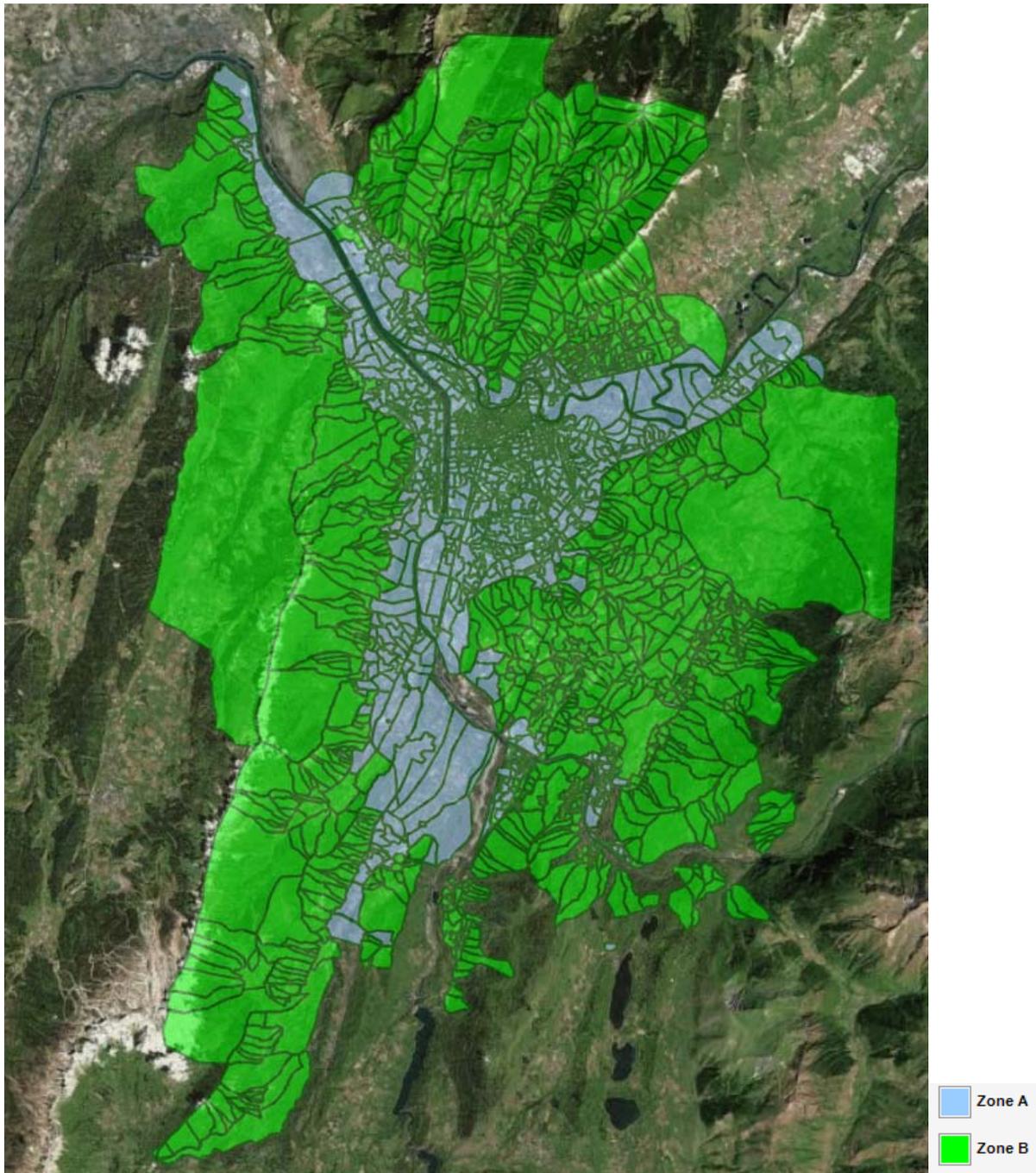


Tableau 3 : Répartition des coefficients de Horton sur le territoire d'étude

### 3.4.3 Affectation des pluviomètres

La pluviométrie sur le territoire métropolitain est un paramètre difficile à appréhender tant les cumuls de précipitation sont différents d'un point à l'autre, parfois sur des distances très courtes. Une analyse spécifique des données existantes sur la métropole grenobloise a été réalisée, et a permis :

- D'affecter les pluviomètres de Grenoble Alpes Métropole sur les bassins versants modélisés pour les simulations des pluies réelles
- De créer des pluies de projet utilisable pour les scénariis d'aménagements.

A ce jour (2016), Grenoble Alpes Métropole dispose de 10 pluviomètres :

- Les 8 pluviomètres historiques
  - Rondeau et Philippeville depuis 1999
  - 2 Ponts, Bessey, Grande Saulne, Bonnais, Péri, Peupliers depuis 2009
- Le pluviomètre de Vif a été mis en service le 19 Avril 2013
- Le pluviomètre de Quesnay a été mis en service le 22 Janvier 2014

Par ailleurs, Météo France dispose de 3 pluviomètres, en périphérie du territoire modélisé :

- Le pluviomètre du Versoud
- Le pluviomètre de Varcès
- Le pluviomètre de Fontanil
- Un radar sur le site de St Nizier du Moucherotte

Enfin, il est à noter l'existence d'un réseau de pluviomètre du Réseau d'Observation Météo du Massif Alpin (ROMMA), en périphérie du territoire modélisé :

- Le pluviomètre de Vizille
- Le pluviomètre du Sappey
- Le pluviomètre de Chamrousse
- Le pluviomètre de Cholonge

Pour la phase de calage, l'ensemble des postes pluviométriques pour lesquels nous disposons de données sur la période des campagnes de mesure a été intégré au modèle.

A chaque bassin versant est affecté un pluviomètre : le choix du poste pluviométrique a été réalisé en affectant le poste pluviométrique le plus proche, puis cette répartition est affinée lors du calage sur les épisodes de temps de pluie.

Pour la modélisation des chroniques annuelles (2011 et 2015), les pluviomètres relevés par le service télégestion de la Régie Assainissement ont été utilisés dans le modèle (cf page suivante).

Ainsi, le poste Philippeville est affecté pour le cœur d'agglomération (secteur Grenoble Centre en particulier) et notamment pour les bassins versants Mogne, Jean Macé et Fontenay 1.

Le poste Grande Saulne est affecté pour la partie aval des bassins versants Grande Saulne et Petite Saulne ainsi que pour les sous-bassins versant de la confluence Isère et Drac.

Le poste Bessey est affecté pour la partie amont des bassins versants Petite Saulne et Grande Saulne.

Le poste Péri est affecté pour le secteur Chartreuse et pour la partie Est du bassin versant Mogne. Pendant la campagne de mesures, ce poste est complété du pluviomètre installé à Corenc.

Le poste Rondeau est affecté pour les bassins versants du secteur Abords Rocade, et du secteur amont de la plaine située en rive gauche du Drac. Pendant la campagne de mesures, ce poste est complété du pluviomètre installé à Eybens.

Le poste 2 Ponts est affecté pour les bassins versants du secteur Sud Agglomération. Pendant la campagne de mesures, ce poste est complété du pluviomètre installé à Vif.

Le poste Bonnais est affecté pour les bassins versants du secteur Isère aval.

Le poste Peupliers est affecté pour les bassins versants du secteur Isère amont.

Le poste Vif est affecté pour les bassins versants du Sud Agglo

Le poste Quesnay est affecté pour les bassins versants secteur Rocade

De plus, même avec 4 pluviomètres à proximité (Philippeville, Péri, Rondeau et Quesnay), la pluviométrie tombant sur Grenoble (partie Sud Rocade) est souvent mal représentée.

**Aussi, dans le modèle, il a été créé un pluviomètre fictif (moyenne des 4 pluviomètres Philippeville, Péri, Rondeau, Quesnay) pour la partie Grenoble Centre.**

Enfin, il est à noter que pour certains épisodes pluvieux qui présentent des écarts significatifs entre Rondeau et Philippeville (cas des épisodes orageux), une affectation du pluviomètre Rondeau à la partie Grenoble-Drac pourrait s'avérer, dans certains cas, plus adaptée.

#### Remarque

- Pour les chroniques 2011 à début 2013, les bassins versants affectés au pluviomètre de Vif (mis en service en avril 2013) ont été alimentés par les pluies du pluviomètre des Deux Ponts.
- Pour les chroniques 2011 à début 2014, les bassins versants affectés au pluviomètre de Quesnay (mis en service en 2014) ont été alimentés par les pluies du pluviomètre de Rondeau.

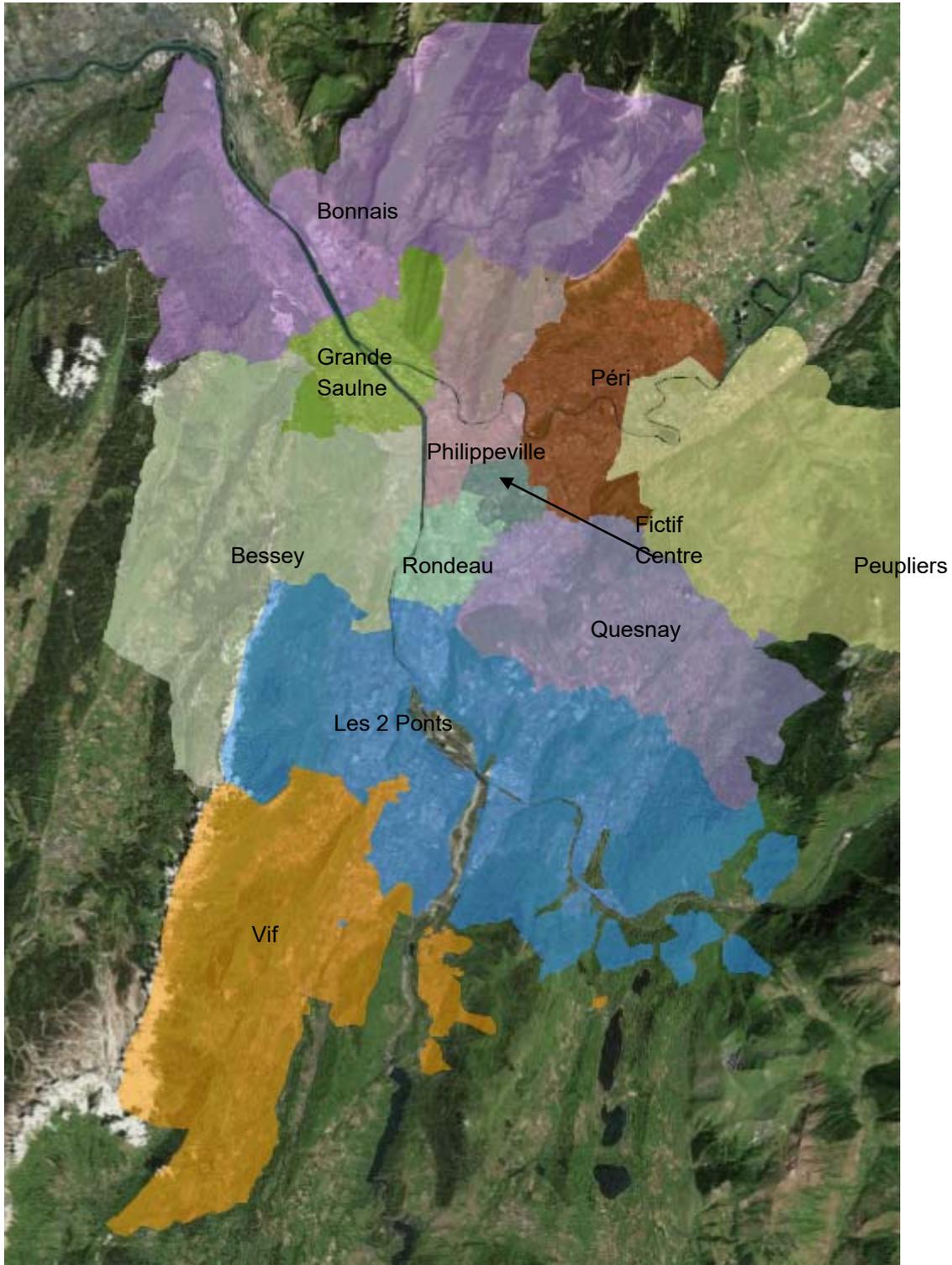


Figure 5 : Affectation des pluviomètres existants – cas des pluies réelles

# 4. Analyse de la pluviométrie

## 4.1 Objectifs

L'actualisation de l'analyse de la pluviométrie répond aux objectifs suivants :

- Extension du territoire d'analyse à l'ensemble de la métropole,
- Actualisation des données et des analyses, prenant en compte les données pluviométriques les plus récentes,
- Prise en compte de nouvelles données, et notamment des données radar, qui couvrent maintenant la Métropole.

## 4.2 Contexte climatique

### 4.2.1 Climat des alpes du Nord et de la plaine de Grenoble

L'influence dominante dans les Alpes est océanique. Combinée avec le relief constitué de murailles face à l'Ouest, elle entraîne humidité et fraîcheur.

Les massifs de la Chartreuse et du Vercors condensent le maximum d'humidité, en présentant une barrière topographique au flux d'air le plus humide provenant de l'Ouest. L'abondance et la fréquence des pluies diminuent l'ensoleillement et les températures moyennes. Les massifs de la Chartreuse et du Vercors reçoivent de 1 500 à 1 800 mm de pluie par an selon l'altitude et l'exposition.

La plaine de Grenoble bénéficie d'un climat privilégié. L'abri aux vents et la faible altitude modèrent les hivers, et contribuent à la chaleur des étés. Les dépressions d'Ouest arrivent ensuite sur le massif de Belledonne. Par rapport aux massifs de la Chartreuse et du Vercors, le nombre de jours pluvieux diminue, l'ensoleillement augmente et les températures sont moins écartées. La pluie moyenne annuelle est de l'ordre de 800 à 1000 mm.

## 4.2.2 Classification des régimes précipitants

Dans le cadre du TPG dans les années 1990 (TPG pour Transect de Pluviographes pour l'analyse et la modélisation de Gradients d'intensité en altitude), les pluies ont pu être analysées et classées.

Sur le secteur comme sur l'ensemble du territoire français, la majeure partie des perturbations proviennent de l'ouest. On peut cependant distinguer trois grands types de flux.

### **Flux d'Ouest :**

On distingue trois types de flux d'ouest, correspondant aux grands flux de la zone tempérée, selon les régions affectées :

- Le type W1 regroupe les perturbations touchant la partie nord de la région Rhône Alpes. On retrouve une dépression sur le nord des Iles Britanniques et une partie de la péninsule scandinave et un anticyclone centré sur l'Espagne et remontant sur le sud-ouest de la France. Dans ce cas, les précipitations sont modérées.
- Le type W2 correspond à des perturbations touchant toute la région. On a une dépression centrée sur les Iles Britanniques et un anticyclone légèrement à l'ouest de la péninsule ibérique. Les précipitations sont assez importantes sur les versants au vent des reliefs et plus modérées dans les vallées intérieures (versants sous le vent).
- Le type W3 regroupe les perturbations affectant la partie sud de la région. La situation synoptique correspond à un anticyclone positionné sur le nord de l'Europe et une partie de la Scandinavie.

Près de 40 % des précipitations à Grenoble résultent d'une telle configuration.

### **Flux de Sud 'Ouest :**

On peut distinguer trois types de flux de sud-ouest :

- Le type SW1 regroupe des perturbations qui touchent la partie nord ouest de la région. On retrouve une dépression positionnée sur le nord des îles Britanniques et un anticyclone sur l'Est de la Méditerranée et l'Europe du Sud-est (Italie, Grèce, Roumanie...). Les précipitations y sont faibles.
- Le type SW2 correspond un peu aux mêmes conditions synoptiques (dépression sur le Royaume Uni, anticyclone sur l'Europe du Sud-est), mais légèrement décalé vers le sud. Les perturbations affectent donc plus la région. On peut observer des précipitations assez abondantes, de nature souvent orageuses sur une partie des Préalpes.

- Le type SW3 correspond à des perturbations traversant essentiellement le Sud de la région. Ce type de pluie intéresse donc peu le Grésivaudan.

Entre 20 et 34 % des précipitations à Grenoble résultent d'une telle configuration.

### **Flux de Nord'Ouest :**

On peut distinguer trois types de flux de nord-ouest :

- Le type NW1 correspond à des perturbations traversant les Alpes du Nord. On est en présence d'un anticyclone sur la péninsule Ibérique qui remonte sur le golfe de Gascogne et une dépression sur l'Europe du Nord et le sud de la Scandinavie. Les précipitations sont dans la plupart des cas relativement modérées.
- Les perturbations de type NW2 touchent de plein fouet le centre du massif alpin. La situation synoptique correspond à un anticyclone sur la partie ouest de la péninsule Ibérique et une dépression centrée sur l'Europe de l'Ouest. On observe de fortes précipitations sur les versants au vent des reliefs, ici les versants ouest et nord-ouest.
- Le type NW3 correspond aux perturbations abordant la partie sud de la région. La situation synoptique est souvent une perturbation centrée sur la Manche. Ce type de pluie intéresse donc peu le Grésivaudan.

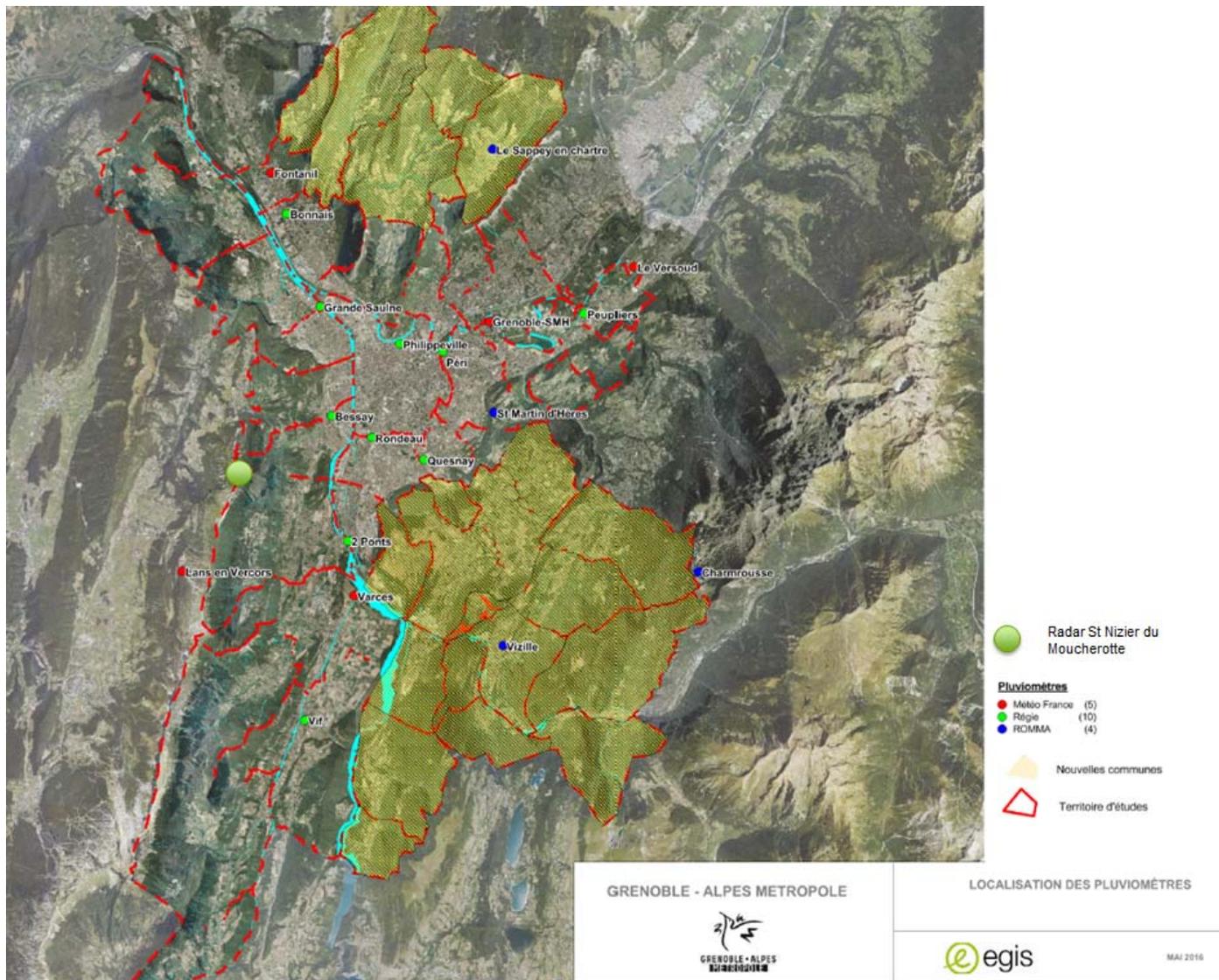
Entre 15 et 25 % des précipitations à Grenoble résultent d'une telle configuration.

## 4.3 Description des données disponibles

### 4.3.1 Postes pluviométriques

Les postes disponibles dans la zone d'étude ou à son voisinage sont représentés sur la figure suivante :

- 5 postes gérés par Météo France : 3 pluviomètres de Météo France sont installés à l'entrée de chaque branche du « Y » grenoblois (Fontanil, Le Versoud et Varcès). Le poste de Lans en Vercors ne semble pas représentatif des secteurs plus à l'Est, du fait des effets orographiques. Le poste de Grenoble Saint Martin d'Hères est arrêté depuis 2008.
- 10 postes du service télégestion de la régie d'assainissement : les postes de la Régie, implantés sur les communes périphériques de Grenoble, en pied du Vercors et de la Chartreuse, permettent d'avoir des mesures en ville. Depuis 2011, suite au SDA, le dispositif a été complété par deux nouveaux pluviomètres. Les postes de Le Quesnay et de Vif ont été mis en service. Le poste de Vif permet notamment de mieux représenter la pluie au Sud de la zone.
- 4 postes du Réseau d'Observation Météo du Massif Alpin (ROMMA) : les pluviomètres du ROMMA complètent les informations disponibles, en particulier sur les communes qui ont récemment intégré la métropole : postes de Vizille, et le Sappey en Chartreuse. Le poste de Chamrousse est situé en haute altitude. Le ROMMA dispose d'un poste à Saint-Martin-d'Hères, sur un emplacement différent du poste Météo France.



### 4.3.2 Radar pluviométrique

Depuis novembre 2015, le radar Météo France de Saint Nizier du Moucherotte est en service et couvre le territoire de la Métropole.

Il est situé à 1900 mètres d'altitude, et avec un rayon d'action de 50km, il couvre toute la métropole grenobloise.

Il fournit des images de précipitations toutes les 5 minutes, sur une grille de pixels de 1km<sup>2</sup>, et mesure également le vent lié aux précipitations.

Du fait de sa récente mise en exploitation, seules les données de quelques épisodes seront récupérées et analysées.



Figure 7 : Extrait vidéo France 3 inauguration radar Saint Nizier du Moucherotte

☞ Sur le territoire pris en compte en 2010, le réseau de pluviomètres existant permettait d'obtenir une vision globale satisfaisante de la répartition spatiale des cumuls pluviométriques sur chaque événement, et d'obtenir des informations, même sur des épisodes très localisés.

Pour les communes nouvellement intégrées, le réseau de pluviomètre est moins dense. Seuls les postes du ROMMA fournissent des données sur les nouvelles communes : poste de Vizille pour les communes de la partie Sud-Est, poste de Le Sappey en Chartreuse pour les communes en pied de Chartreuse, Chamrousse (haute altitude). Ces postes ne fournissent que des données journalières. Dans un secteur où les effets orographiques, ainsi que l'exposition des versants jouent des rôles importants, il est important d'analyser la représentativité des postes existants et de définir éventuellement les lacunes du réseau. L'analyse des données récentes du radar de Saint Nizier du Moucherotte permettra d'apporter des éléments de réponse.

### 4.3.3 Historique des données

Le tableau ci-après présente l'ensemble des données disponibles.

Gestionnaire	Poste Pluviométrique	Période disponible	Nombre d'années complètes avec données valides
Météo France	Fontanil	1952 - 2011	59
	Versoud	2001 - 2011	10
	Varces	1957 - 2011	54
	Grenoble – Saint-Martin-d'Hères	1969 - 2000	32
ROMMA	Vizille	04/2008 – 2015	2
	Saint-Martin-d'Hères	04/2008 - 2015	2
	Le Sappey en Chartreuse	06/2012 – 05/2016	0 (données très partielles)
	Chamrousse	05/2008 – 05/2016	4 (1 mois manquant en 2010 et 2011, 5 mois manquants en 2015)
Régie Assainissement	Bessay	03/2009 – 06/2016	7
	Bonnais	03/2009 – 06/2016	7
	Grande Saulne	03/2009 – 06/2016	7
	Les 2 Ponts	02/2009 – 06/2016	7
	Peupliers	03/2009 – 06/2016	7
	Péri	03/2009 – 06/2016	6 (données 2014 incomplètes)
	Philippeville	01/1996 – 06/2016	14
	Rondeau	01/1996 – 06/2016	14
	Vif	01/2013 – 06/2016	2
	Le Quesnay	22/01/2014 – 06/2016	1 (faible manque début 2014)

**Tableau 4 : Données pluviométriques disponibles sur l'aire grenobloise**

☞ Les données de 8 postes Régie (sur 10) comportent maintenant au moins 7 années de données, et 14 années pour les postes plus anciens de Philippeville et Rondeau.

Les deux postes récents Vif et Le Quesnay ne comportent que deux années de données (2014 et 2015).

#### 4.3.4 Pas de temps des données

Le tableau ci-après présente les pas de temps disponibles à chaque poste.

Le pas de temps d'acquisition des données des postes de la Régie Assainissement a été modifié, il est passé de 6 minutes à 5 minutes (changements effectués de novembre 2013 à septembre 2014).

		Pas de temps 6 minutes	Pas de temps 5 minutes	Cumuls journaliers 6h-6h UTC	Cumuls horaire (heures légales)
Météo-France	Grenoble - SMH			de 1969 à 2000	
	Grenoble - SMH	de 1973 à 1998			
	Versoud	depuis 2001			
	Fontanil			depuis 1952	
	Varces			depuis 1957	
Régie Assainissement	Bonnais	mars 2009 – 24/01/2014	depuis le 24/01/2014		
	Philippeville	mars 2009 – 07/01/2014	depuis le 07/01/2014		de 1996 à 2008
	Grande Saulne	mars 2009 – 29/11/2013	depuis le 29/11/2013		
	Peupliers	mars 2009 – 11/12/2013	depuis le 11/12/2013		
	Rondeau	mars 2009 – 18/12/2013	depuis le 18/12/2013		de 1996 à 2008
	Péri	mars 2009 – 03/09/2014	depuis le 03/09/2014		
	Bessey	mars 2009 – 24/03/2014	depuis le 24/03/2014		
	Les 2 Ponts	mars 2009 – 20/12/2013	depuis le 20/12/2013		
	Vif		depuis le 19 avril 2013		
	Quesnay		depuis le 22 janvier 2014		
ROMMA	Saint Martin d'Hères			depuis avril 2008	
	Vizille			depuis avril 2008	
	Chamrousse			depuis avril 2008	

Tableau 5 Données pluviométriques disponibles et pas de temps associés

☞ Seul le pluviomètre de Grenoble- Saint Martin d'Hères a recueilli des données historiques à un pas de temps 6 min, sur une période de 26 ans qui permet de réaliser des statistiques pertinentes. Le poste de Versoud dispose de ces données depuis 2001, soit maintenant 15 ans de données. Cependant les statistiques du poste Grenoble-Versoud ne sont pas publiées par Météo France.

Les données à pas de temps fin des postes de la Régie Assainissement couvrent maintenant une période de 6 années. Cette durée est insuffisante pour des statistiques sur les événements extrêmes. L'analyse des événements fréquents est possible.

### 4.3.5 Données des postes de la Régie Assainissement

Les données des postes de la Régie Assainissement de la période 2011-2015 ont été traitées et critiquées. Tout d'abord, un premier traitement des fichiers a été effectué, les formats des données fournies étant différents d'une année sur l'autre, et certaines anomalies apparaissant dans les fichiers. Ce traitement a permis de comprendre comment identifier les lacunes dans les données. Un traitement des lacunes a alors été effectué. Ensuite, une analyse comparative des données par la méthode des doubles cumuls a été effectuée afin de détecter d'éventuelles mesures incohérentes.

#### 4.3.5.1 Traitement des fichiers

Les données analysées sur la période 2011-2015, fournies avec des formats différents, montrent différentes anomalies, qui peuvent avoir un impact plus ou moins fort lors de l'utilisation des données. Ces anomalies sont les suivantes :

- Présence de données à ne pas prendre en compte :
  - Certains fichiers de données comportent des données à ne pas prendre en compte. Dans l'exemple suivant, les données de 0.1 mm correspondent pour la reconstitution des lignes manquantes pour l'utilisation sous PCSWMM, à des lacunes (cellule vide pour le nombre d'unités). La mesure minimale du pluvio est 0.2mm, il est donc cohérent de ne pas prendre en compte les valeurs de 0.1mm.

TOPKAPI	PCSWMM	date	heure	Unités	unité
---------	--------	------	-------	--------	-------

LES_2_PON	Les_2_Ponts	35:00.0	07:35:00	0	0
LES_2_PON	Les_2_Ponts	40:00.0	07:40:00		0.1
LES_2_PON	Les_2_Ponts	45:00.0	07:45:00	0	0

LES_2_PON	Les_2_Ponts	40:00.0	10:40:00	0	0
LES_2_PON	Les_2_Ponts	45:00.0	10:45:00	2	0.4
LES_2_PON	Les_2_Ponts	50:00.0	10:50:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	55:00.0	10:55:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	00:00.0	11:00:00	2	0.4
LES_2_PON	Les_2_Ponts	05:00.0	11:05:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	10:00.0	11:10:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	15:00.0	11:15:00	2	0.4
LES_2_PON	Les_2_Ponts	20:00.0	11:20:00	2	0.4
LES_2_PON	Les_2_Ponts	25:00.0	11:25:00	1	0.2
LES_2_PON	Les_2_Ponts	30:00.0	11:30:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	35:00.0	11:35:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	40:00.0	11:40:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	45:00.0	11:45:00	3	0.6
LES_2_PON	Les_2_Ponts	50:00.0	11:50:00	2	0.4
LES_2_PON	Les_2_Ponts	55:00.0	11:55:00	0	0

- Présence de données à des pas de temps intermédiaires, alors que les données sont censées être au pas de temps 5 minutes :

Ainsi une donnée à 23h59 apparaît souvent juste avant la donnée à 0h00, avec une valeur soit identique, soit différente, et alors que l'ensemble des données est au pas de temps 5 minutes. Cette donnée n'a pas été prise en compte (donnée supprimée du fichier).

2016-01-03 23:50:00.000	0
2016-01-03 23:55:00.000	0.2
2016-01-03 23:59:00.000	0.2
2016-01-04 00:00:00.000	0.2
2016-01-04 00:05:00.000	0.2

2016-01-04 23:50:00.000	0
2016-01-04 23:55:00.000	0
2016-01-04 23:59:00.000	0
2016-01-05 00:00:00.000	0.2

2016-01-30 23:50:00.000	0.2
2016-01-30 23:55:00.000	0
2016-01-30 23:59:00.000	0
2016-01-31 00:00:00.000	0.2
2016-01-31 00:05:00.000	0.2

2016-01-31 23:50:00.000	0.2
2016-01-31 23:55:00.000	0.2
2016-01-31 23:59:00.000	0.2
2016-02-01 00:00:00.000	0
2016-02-01 00:05:00.000	0

- Instant des données différant de 1 minute par rapport au pas de temps régulier 5 minutes. La donnée a été affectée à l'instant le plus proche au pas de temps exact de 5 minutes.

#### 4.3.5.2 Traitement des lacunes :

Les données comportent quelques lacunes, globalement peu nombreuses, et pour la plupart de très courte durée (quelques pas de temps). Un traitement de ces lacunes a été effectué, afin de pouvoir disposer pour les analyses de séries complètes. Pour traiter ces lacunes, la méthode appliquée a été la suivante :

- Identification de la période de lacune,
- Comparaison avec les postes voisins,
- Remplacement par les données des postes les plus proches.

Remarque : une lacune commune à l'ensemble des postes a eu lieu le 20 septembre 2014.

#### 4.3.5.3 Critique des données : graphes de doubles cumuls

Des graphes de comparaison des cumuls et de doubles cumuls année par année entre postes ont été réalisés afin de détecter d'éventuelles anomalies dans les données. Cette analyse montre une bonne cohérence globale des données, et met en évidence quelques anomalies :

- Les données du poste de Vif pour l'année 2015, apparaissent vraisemblablement erronées du 4 avril au 15 mai. Le graphe suivant représente les doubles cumuls sur les données au pas de temps 5 minutes entre les postes Les deux Ponts et les autres postes. On remarque le « décrochage » très net du poste de Vif, avec une période incohérente qui va de fin avril à mi-mai. Le cumul de l'année 2015 (1313mm) apparaissait a priori douteux. Pour l'analyse, les données douteuses ont été remplacées par les données du poste les Deux Ponts.
- A titre d'exemple, on montre sur le graphe une incohérence qui apparaît pour le poste de Philippeville, de fin janvier à début février : cette anomalie est due à la prise en compte des valeurs égales à 0.1 dans les cumuls (les valeurs égales à 0.1 concernent des périodes de lacunes, et doivent être traitées en conséquence). Pour les analyses, cette anomalie a été corrigée en remplaçant les données manquantes par les données du poste proche de Péri.
- Une anomalie apparaît au poste de Peri pour le mois de septembre 2014, avec des données anormalement faibles par rapport à celles des autres postes (voir graphe de comparaison des cumuls aux postes). Ces données ont été remplacées par celles du poste de Philippeville pour l'analyse.

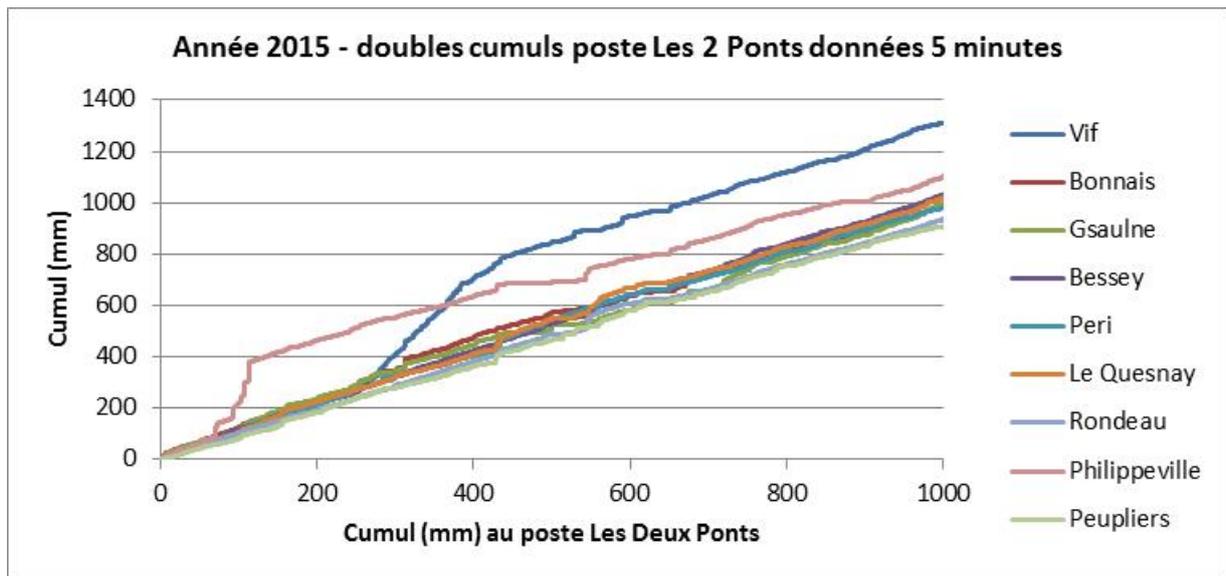
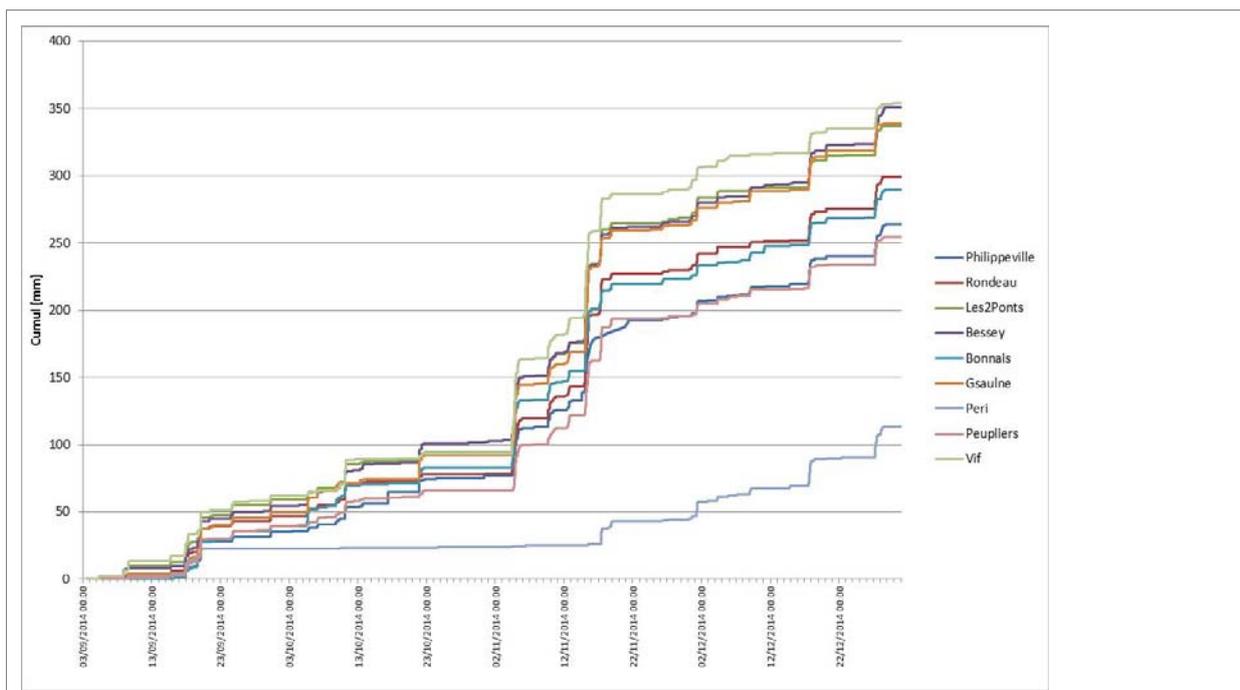


Figure 8 Graphe de doubles cumuls pour l'année 2015 par rapport au poste Les Deux Ponts



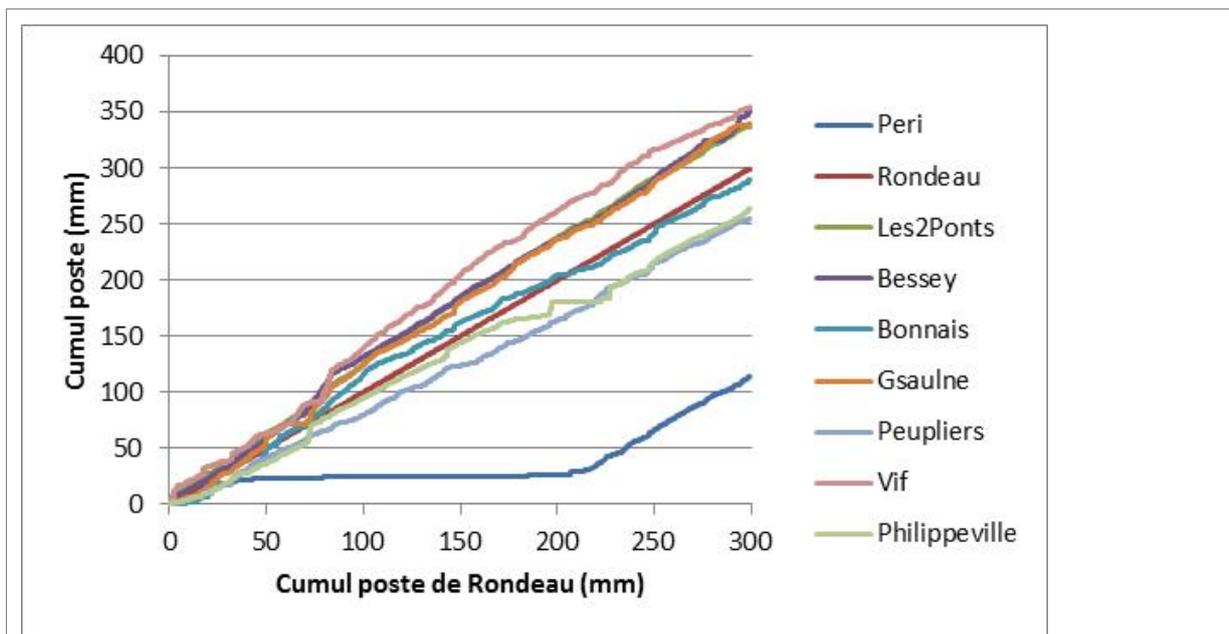


Figure 9 Comparaison des pluies cumulées et des doubles cumuls aux postes pluviométriques de septembre à décembre 2014

Le traitement des fichiers de données reçus a donc nécessité du temps, du fait des formats différents selon les années, et de la présence de lacunes et d'anomalies dans certains fichiers.

Ce travail est nécessaire lorsque l'on souhaite utiliser les données à des fins d'analyse et de modélisation.

👉 Les données brutes de pluie doivent obligatoirement être critiquées avant utilisation.

Des processus de contrôle « minimaux » sont à mettre en œuvre afin d'assurer un premier niveau de qualité des données. Ces processus minimaux sont les suivants :

- Comparaison des cumuls et/ou graphes de doubles cumuls entre les postes pour détecter les anomalies importantes : poste bouché notamment, dérive du poste. Cette analyse a notamment permis de détecter l'anomalie au poste de Vif pour l'année 2015 et celle du poste Péri pour le mois de septembre 2014. Les doubles cumuls peuvent être réalisés à différentes échelles : depuis l'échelle mensuelle jusqu'à l'échelle interannuelle.

## 4.4 Analyse des données

### 4.4.1 Chroniques de pluies annuelles

L'analyse des cumuls annuels a été complétée par la prise en compte de la période 2011-2015, ainsi que les postes pouvant représenter les nouvelles communes ayant intégré la Métropole.

Les deux tableaux suivants présentent les cumuls annuels sur la période 1996-2015 pour les postes ayant les durées d'observations les plus importantes, puis sur la période 2009-2015 pour tous les postes disponibles.

	Fontanil	Varces	Versoud	Grenoble - SMH	Philippeville	Rondeau	MOYENNE
<b>1996</b>	1552.4	1037.4	-	978.4	812	911.8	1058.4
<b>1997</b>	1119.2	808	-	793.4	892	1073.4	937.2
<b>1998</b>	1294.6	924.8	-	950.8	968	761.2	979.9
<b>1999</b>	1630.9	1204	-	1255	1189.4	944.1	1244.7
<b>2000</b>	1206.2	951.2	-	1009.4	893	638.2	939.6
<b>2001</b>	1370	1113	1182.2	-	1077	1006.8	1149.8
<b>2002</b>	1694.3	1169.1	1086.6	-	1170.4	714.6	1167
<b>2003</b>	1002.9	836.8	782.8	-	635.1	incomplet	814.4
<b>2004</b>	1113.9	778.8	808.8	-	incomplet	incomplet	900.5
<b>2005</b>	1450.6	834.3	793.6	-	incomplet	954.5	1008.3
<b>2006</b>	988.3	756.9	835.8	-	421.2	631	726.6
<b>2007</b>	1468.5	919.1	993.8	-	992.4	992.4	1073.2
<b>2008</b>	1332.9	993	1084	-	940.7	847.8	1039.7
<b>2009</b>	910.6	694	700.6	694.8	incomplet	incomplet	768.4
<b>2010</b>	1173.5	919.4	978.3	1054	929	923	984.6
<b>2011</b>	1138.1	805.2	937	872.6	844.8	803.2	900.2
<b>2012</b>	1269.1	913	1022	1012.6	1004.4	899.8	1020.2
<b>2013</b>	1286.7	1019.5	1130.6	1168.4	1054	1033.8	1115.5
<b>2014</b>	1331.5	1026.7	1123.7	1108	1164.1	1062.3	1136.0
<b>2015</b>	1111	839	987.3	992.4	848.6	938.8	955.9
<b>MOYENNE 1996-2010</b>	<b>1287.3</b>	<b>929.3</b>	<b>924.7</b>	<b>997.4</b>	<b>910.0</b>	<b>866.6</b>	<b>986.2</b>
<b>MOYENNE 1996-2015</b>	<b>1272.3</b>	<b>927.2</b>	<b>963.1</b>	<b>990.8</b>	<b>931.5</b>	<b>890.4</b>	<b>995.8</b>

Tableau 6 Cumuls annuels de 1996 à 2015 et moyennes interannuelles

Remarques :

- à partir de 2009, les données du poste de Grenoble SMH sont les données du poste ROMMA (avant 2009 : données poste MF)
- en italique : période incomplète (années manquantes)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Moyenne 2010-2015
<b>Philippeville</b>	-	929	844.8	1004.4	1054	1164.1	848.6	<b>974.1</b>
<b>Rondeau</b>	-	922.6	803.2	899.8	1033.8	1062.3	938.8	<b>943.5</b>
<b>Bessey</b>	-	955.8	949.8	1081.8	1212	1269.3	996.6	<b>1077.6</b>
<b>Quesnay</b>	-	-	-	-	-	incomplet	1004	
<b>Vif</b>	-	-	-	-	incomplet	1124.4	977.4	
<b>les 2Ponts</b>	-	982.4	889.4	1019.8	1158	1186.7	952.6	<b>1031.5</b>
<b>Grande Saulne</b>	-	1140.6	1023.8	1227.2	1280	1252.1	992	<b>1152.6</b>
<b>Bonnais</b>	-	1084.6	1027.8	1182.4	1238.8	1211.1	1001.4	<b>1124.3</b>
<b>Peri</b>	-	1019	881.8	996.2	1027	1000.8	981.6	<b>984.4</b>
<b>Peupliers</b>	-	961.4	899.6	1004.4	1087.4	1037.5	910.8	<b>983.5</b>
<b>Vizille</b>	696.7	1009.1	841.4	1073.1	1163.7	1136.7	958.6	<b>1030.4</b>
<b>Chamrousse</b>	769.4	-	-	1242	1337.4	1316.4	-	
<b>Saint Martin d'Hères</b>	694.8	1054	872.6	1012.6	1168.4	1108	992.4	<b>1034.7</b>
<b>Fontanil</b>	910.6	1173.5	1138.1	1269.1	1286.7	1331.5	1111	<b>1218.3</b>
<b>Varces</b>	694	919.4	805.2	913	1019.5	1026.7	839	<b>920.5</b>
<b>Le Versoud</b>	700.6	978.3	937	1022	1130.6	1123.7	987.3	<b>1029.8</b>

Tableau 7 Cumuls annuels de 2009 à 2015 à tous les postes

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Philippeville</b>		-4.6%	-13.3%	3.1%	8.2%	19.5%	-12.9%
<b>Rondeau</b>		-2.2%	-14.9%	-4.6%	9.6%	12.6%	-0.5%
<b>Bessey</b>		-11.3%	-11.9%	0.4%	12.5%	17.8%	-7.5%
<b>Quesnay</b>							
<b>Vif</b>							
<b>les 2Ponds</b>		-4.8%	-13.8%	-1.1%	12.3%	15.0%	-7.6%
<b>Grande Saulne</b>		-1.0%	-11.2%	6.5%	11.1%	8.6%	-13.9%
<b>Bonnais</b>		-3.5%	-8.6%	5.2%	10.2%	7.7%	-10.9%
<b>Peri</b>		3.5%	-10.4%	1.2%	4.3%	1.7%	-0.3%
<b>Peupliers</b>		-2.3%	-8.5%	2.1%	10.6%	5.5%	-7.4%
<b>Vizille</b>	-32.4%	-2.1%	-18.3%	4.1%	12.9%	10.3%	-7.0%
<b>Chamrousse</b>							
<b>Saint Martin d'Hères</b>	-32.8%	1.9%	-15.7%	-2.1%	12.9%	7.1%	-4.1%
<b>Fontanil</b>	-25.3%	-3.7%	-6.6%	4.2%	5.6%	9.3%	-8.8%
<b>Varces</b>	-24.6%	-0.1%	-12.5%	-0.8%	10.8%	11.5%	-8.9%
<b>Le Versoud</b>	-32.0%	-5.0%	-9.0%	-0.8%	9.8%	9.1%	-4.1%

**Tableau 8 Ecart des cumuls annuels par rapport à la moyenne 2010-2015**

Sur la période 2010-2015, on note :

- 2011 est une année relativement sèche : écarts par rapport à la moyenne supérieurs à 10% pour une majorité de postes sur cette période,
- 2015 est également une année plutôt sèche, moins sèche que 2011, avec des écarts par rapport à la moyenne qui dépassent 10% pour quelques postes,
- 2013 et 2014 sont des années relativement humides : les écarts par rapport à la moyenne de ces années sont supérieurs à 10% pour une majorité de postes,
- 2010 et 2012 sont des années proches de la moyenne, pour lesquelles les écarts à la moyenne sont inférieurs à 10% en valeur absolue pour la majorité des postes.
- La moyenne sur la période 2010-2015 est un peu supérieure à la moyenne sur la période 1996-2015 (3 années manquantes) pour les postes de Philippeville et Rondeau, avec un écart faible respectivement de 2.4 et 2.8%. Des lacunes sont toutefois présentes dans les données anciennes.
- Pour les postes de Fontanil et Varces, pour lesquels toutes les données sont présentes depuis 1996, la comparaison des moyennes des différentes périodes montre :
  - Une moyenne stable entre la période 1996-2010 et 1996-2015, avec une très légère diminution pour la période 1996-2015 (-1% pour Fontanil, -0.2% pour Varces). Cela correspond à une moyenne sur la période 2010-2015 plus basse de 4% et 0.7% respectivement pour Fontanil et Varces, par rapport à la période complète 1996-2015.

- Les écarts interannuels aux postes de Fontanil sont moins élevés qu'aux autres postes : par exemple, ils n'atteignent jamais 10% sur la période 2010-2015, alors que c'est le cas pour plusieurs années pour les autres postes.
- Le poste de Vizille a une moyenne 2010-2015 très proche de celle du poste Les Deux Ponts, ces moyennes étant supérieures à celle du poste pluvio de Varcès, situé dans la même zone. La Figure 11 représente les cumuls annuels aux postes de Vizille et de Varcès en fonction du cumul annuel au poste des Deux Ponts. L'analyse de la corrélation entre les cumuls journaliers permettrait de définir comment utiliser le poste des Deux ponts pour représenter les communes du Sud-Est du territoire.
- Le poste de Vif ne peut être comparé que pour les deux années 2014 et 2015 (sachant que pour l'année 2015, les données du mois d'avril ont été remplacées par celles du poste des Deux Ponts). Pour ces années, le cumul annuel est très proche de celui du poste de Vizille, et de celui des Deux Ponts. Le poste de Varcès présente des cumuls nettement inférieurs à ceux obtenus aux postes de Vif (pour 2014 et 2015), et des 2Ponts (sur la période 2010-2015).

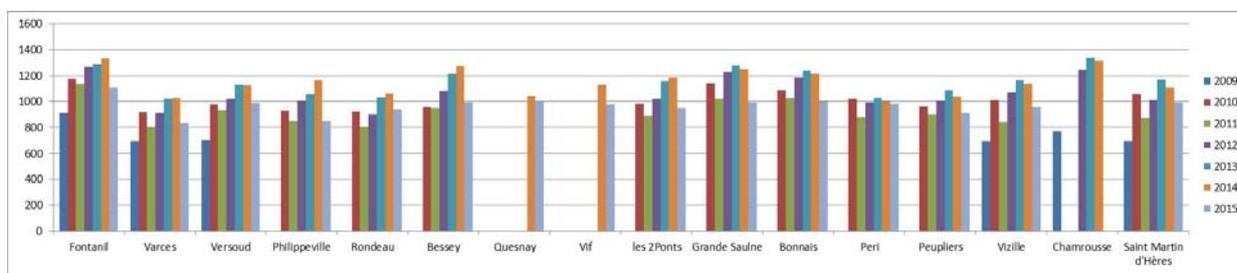


Figure 10 Pluies annuelles sur la période 2009-2015 aux postes pluvios

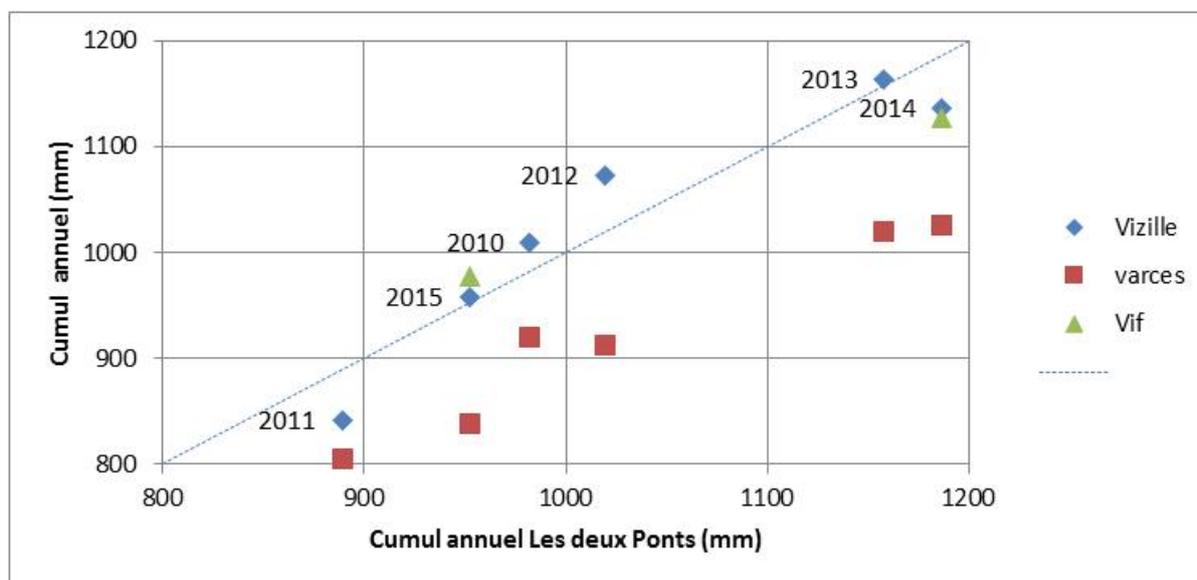


Figure 11 Relation entre les cumuls annuels aux postes des 2 Ponts, Vizille et Varcès, pour les années 2010 à 2015

#### 4.4.2 Analyse saisonnière

Une analyse des pluies « par classes » sur les cumuls journaliers a permis de montrer quelles sont les périodes de l'année les plus arrosées, mais aussi de voir quels sont les types d'évènements, orageux, faibles ou homogènes que l'on y retrouve.

Lorsque l'on regarde les données du tableau ci-après, les évènements aux plus forts cumuls journaliers – Cumuls supérieur à 30mm en 24h non centrées – se retrouvent à la fin de l'été (septembre), et sont en général des précipitations orageuses.

*☞ La tendance commune à tous les pluviomètres montre que 3 périodes de fortes précipitations se distinguent chaque année depuis 15 ans :*  
*La fin du printemps*  
*La fin de l'été*  
*Le début de l'hiver*  
*C'est à la fin de l'été que l'occurrence de pluies orageuses importantes est la plus grande tandis qu'au mois de novembre une forte répétition d'épisodes homogènes et plutôt intenses – entre 20 et 30 mm en 24h-a lieu.*

Fontanil	<5mm	5<P<10mm	10<P<20mm	20<P<30mm	P>30mm	Cumul
Janvier	7,7	2,9	2,1	0,8	0,4	95,4
Février	7,7	1,7	1,9	0,9	0,3	86,1
Mars	7,0	2,3	2,3	0,8	0,3	94,1
Avril	6,8	2,4	2,3	0,9	0,6	105,1
Mai	8,1	2,8	2,6	0,9	0,5	115,2
Juin	6,1	2,3	2,2	0,7	0,5	98,3
Juillet	5,7	1,5	1,1	0,8	0,9	96,5
Août	5,2	2,7	1,8	1,4	0,9	137,3
Septembre	6,0	1,6	1,6	0,8	1,1	113,5
Octobre	9,3	2,9	2,7	0,7	0,7	116,6
Novembre	8,9	3,2	3,0	0,6	1,0	134,5
Décembre	7,6	2,7	2,5	0,8	0,2	94,7

Varces	<5mm	5<P<10mm	10<P<20mm	20<P<30mm	P>30mm	Cumul
Janvier	5,5	2,1	2,0	0,5	0,2	73,9
Février	5,1	1,8	1,1	0,3	0,3	54,7
Mars	5,7	2,3	1,4	0,5	0,1	64,3
Avril	5,4	2,5	1,5	0,5	0,3	75,2
Mai	5,7	2,9	2,5	0,3	0,3	88,7
Juin	4,9	1,5	1,7	0,9	0,4	77,5
Juillet	3,7	1,8	1,5	0,3	0,4	61,5
Août	4,9	2,3	1,8	0,7	0,7	94,2
Septembre	4,5	1,7	1,3	0,7	0,6	79,6
Octobre	6,4	2,1	1,8	0,6	0,5	84,8
Novembre	6,7	2,5	2,2	0,5	0,9	108,8
Décembre	5,8	2,8	1,4	0,4	0,2	66,2

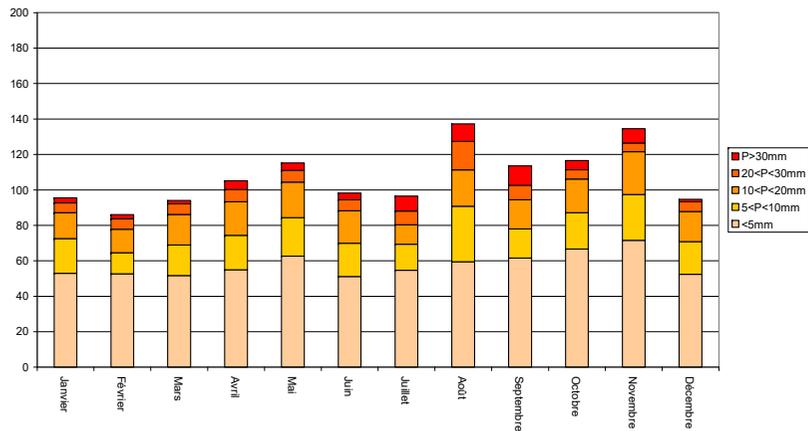
Grenoble SMH	<5mm	5<P<10mm	10<P<20mm	20<P<30mm	P>30mm	Cumul
Janvier	6,6	2,4	1,0	0,4	0,2	64,4
Février	6,2	2,2	1,8	0,6	0,0	67,2
Mars	5,0	1,6	1,2	0,4	0,0	45,4
Avril	6,6	2,6	2,8	1,4	0,2	98,8
Mai	9,0	3,2	2,2	0,4	0,2	76,6
Juin	9,0	2,4	2,4	0,4	0,2	81,8
Juillet	8,4	1,8	2,2	1,0	0,4	91,4
Août	12,0	1,4	1,8	0,6	0,6	84,2
Septembre	15,8	1,2	1,8	1,0	0,8	101,4
Octobre	16,0	2,0	2,6	0,6	0,2	90,8
Novembre	10,2	3,2	3,0	0,8	0,6	123,1
Décembre	10,6	1,2	1,6	0,8	0,2	72,3

Versoud	<5mm	5<P<10mm	10<P<20mm	20<P<30mm	P>30mm	Cumul
Janvier	7,2	2,2	2,0	0,4	0,2	75,3
Février	5,3	1,4	1,5	0,5	0,1	52,7
Mars	8,2	2,7	1,8	0,8	0,1	81,1
Avril	7,1	2,5	1,9	0,4	0,0	66,9
Mai	10,5	3,1	2,4	0,6	0,2	91,7
Juin	9,1	1,2	2,1	0,5	0,2	67,6
Juillet	8,8	1,8	1,4	0,4	0,5	68,9
Août	13,6	2,2	2,5	0,7	0,6	102,0
Septembre	13,1	1,9	1,3	0,8	0,3	70,8
Octobre	12,5	1,2	2,5	0,7	0,4	87,9
Novembre	7,1	2,7	1,5	0,7	0,5	89,2
Décembre	6,8	2,7	1,6	0,8	0,0	70,5

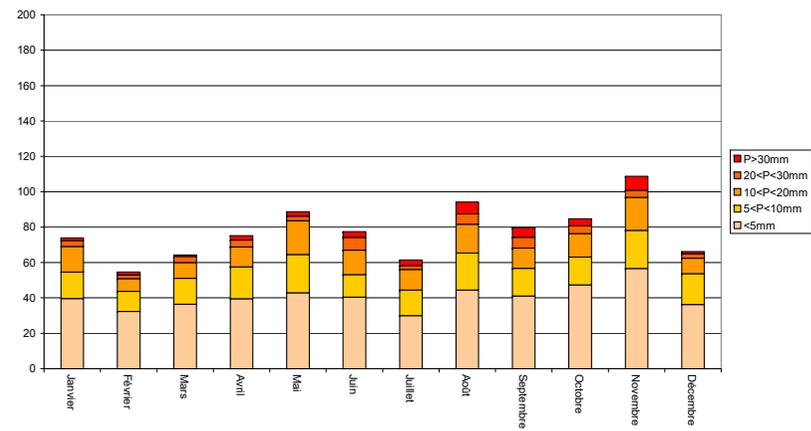
Philippeville	<5mm	5<P<10mm	10<P<20mm	20<P<30mm	P>30mm	Cumul	Rondeau	<5mm	5<P<10mm	10<P<20mm	20<P<30mm	P>30mm	Cumul
Janvier	7,2	2,4	1,9	0,4	0,1	68,6	Janvier	7,3	1,9	2,0	0,4	0,2	71,2
Février	7,0	1,1	1,4	0,6	0,1	62,8	Février	6,1	1,5	1,6	0,2	0,4	61,9
Mars	7,3	2,0	0,6	0,3	0,3	55,2	Mars	6,7	2,5	1,3	0,3	0,2	61,9
Avril	7,5	2,0	1,5	0,7	0,2	75,6	Avril	7,9	2,5	1,6	0,7	0,3	81,5
Mai	9,4	1,5	1,6	0,3	0,4	74,5	Mai	10,2	1,9	1,9	0,7	0,4	85,0
Juin	6,3	1,0	1,1	0,6	0,3	59,3	Juin	6,6	1,2	1,1	0,7	0,5	69,5
Juillet	5,5	1,5	0,7	0,5	0,3	55,3	Juillet	6,0	1,2	1,4	0,5	0,3	62,1
Août	6,1	1,9	1,5	0,7	0,3	74,4	Août	6,6	2,5	1,3	0,7	0,8	100,9
Septembre	5,1	1,6	1,3	0,5	0,7	78,7	Septembre	6,5	1,8	1,1	0,7	0,3	68,1
Octobre	9,0	2,2	1,5	0,3	0,6	76,4	Octobre	8,7	1,6	1,5	0,3	0,6	73,4
Novembre	8,5	2,1	1,6	1,0	0,5	97,5	Novembre	7,6	2,4	1,5	0,6	0,5	79,0
Décembre	8,2	1,7	1,4	0,5	0,1	67,8	Décembre	6,6	2,1	1,4	0,5	0,1	60,7

Tableau 9 : Nombre d'évènements observés en moyenne par classe entre 1996 et 2015

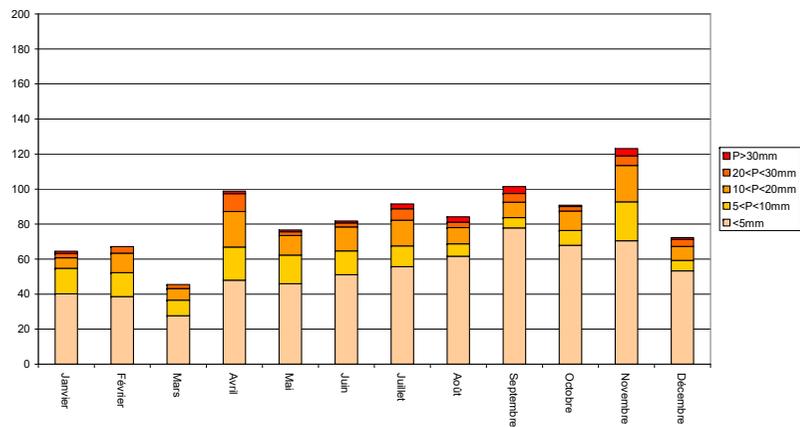
**Fontanil  
1996 - 2010**



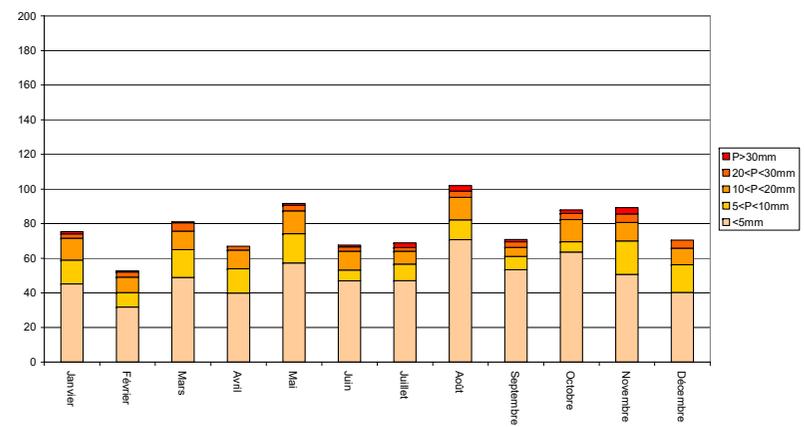
**Varces  
1996 - 2010**



**Grenoble SMH  
1996 - 2000**



**Versoud  
2001 - 2010**



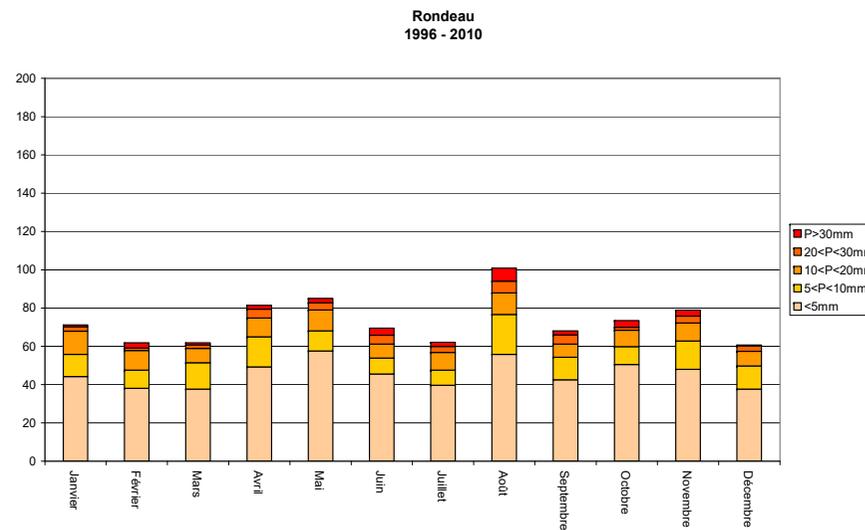
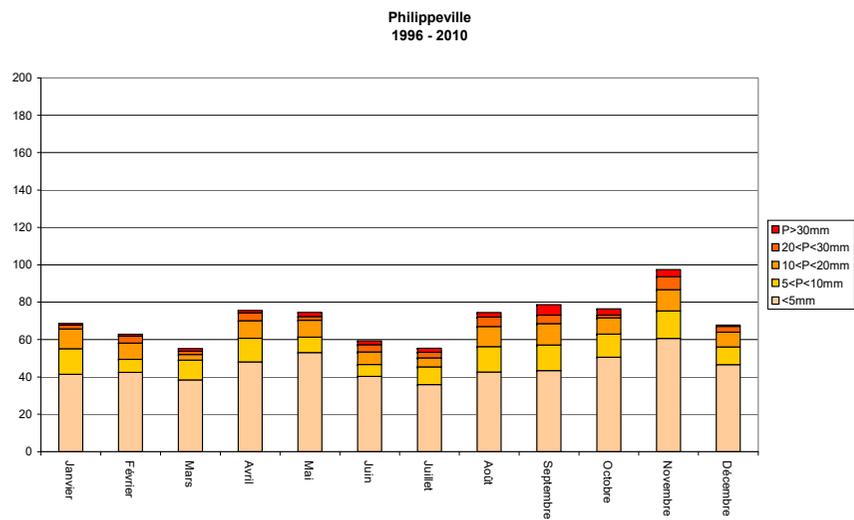


Figure 12 : Représentation des précipitations en moyenne sur ue année entre 1996 et 2015

### 4.4.3 Analyse spatiale - rappel

Avec 15 ans de données journalières disponibles, une analyse statistique sur les valeurs maximales annuelles est possible, et permet de comparer les quantiles de pluies journalières de chaque station.

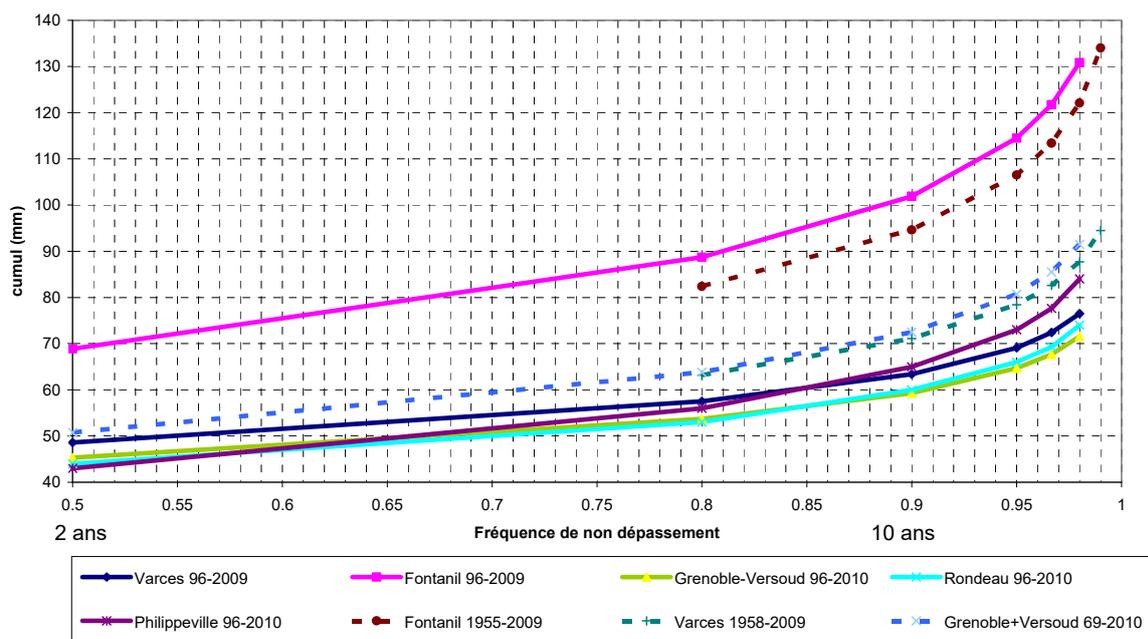
L'analyse des valeurs maximales journalières annuelles a été effectuée sur deux périodes :

- La période 1996-2010, pour les 5 postes (période courte),
- La période longue de données disponibles pour les postes de Météo France : Varcès : 1958-2010, Fontanil : 1952-2010, 1969-2000 pour Grenoble-SMH

Remarque : les données des postes de Grenoble et Versoud ont été amalgamées dans une même série pour la période 1996-2010, afin d'avoir une série de durée suffisante sur la même durée que les postes de la Régie. Cela revient à faire l'hypothèse que le comportement est similaire entre ces deux postes. Comme il n'y a aucune période d'observation commune à ces deux stations, cette hypothèse ne peut être strictement vérifiée. Cependant, il a été vérifié que la corrélation des données journalières de ces deux stations avec les données du poste de Varcès est de même nature sur les périodes de mesures communes (coefficient de régression 0.86 entre les cumuls journaliers de Varcès et Versoud et de 0.84 entre Grenoble et Varcès). Cette vérification n'est certes pas suffisante et les résultats sont fournis à titre indicatif.

La figure suivante présente les résultats.

Pluies maximales journalières annuelles - périodes 1996-2010 et périodes longues (postes MF)



*L'ajustement de Gumbel des maxima journaliers annuels présenté sur la figure ci-dessus montre clairement que les quantiles de Fontanil sont très au-dessus de ceux des autres pluviomètres (écart de l'ordre de 27% par rapport à Grenoble Saint Martin d'Hères.. Cependant pour ce qui est des autres postes, l'ajustement ne montre qu'un écart de 10% sur le quantile 10 ans et un écart maximum de 17% sur le quantile 50ans (entre Philippeville et Grenoble-Versoud).*

Les ajustements réalisés sur les données horaires sont représentés dans la figure suivante, qui représente également les valeurs des quantiles horaires pour Grenoble Saint-Martin-d'Hères sur la période 1973-1998, valeurs centrées et non centrées (estimées en utilisant la correction de Weiss).

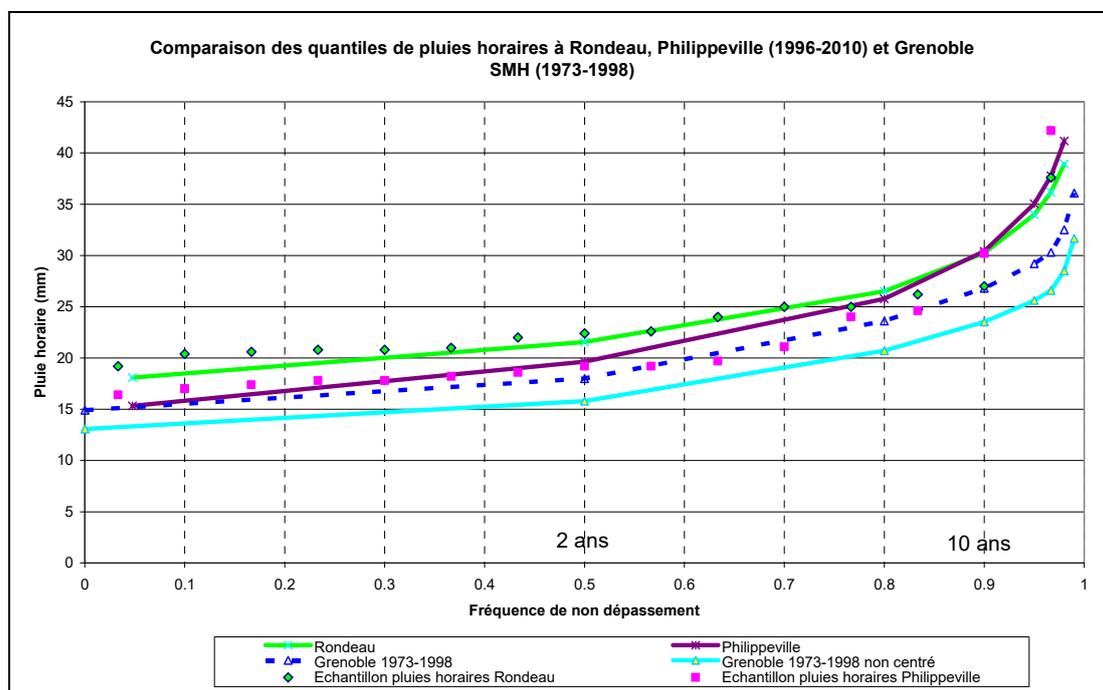


Figure 13 : ajustement sur les pluies horaires à Rondeau et Philippeville et comparaison avec les quantiles à Grenoble SMH

Tout d'abord, on constate peu d'écart entre les quantiles obtenus à Rondeau et Philippeville, l'écart étant un peu plus important pour les faibles périodes de retour (10% pour 2ans, 18% pour 1an). On constate des écarts significatifs entre les quantiles de Rondeau/Philippeville et Grenoble Saint-Martin-d'Hères, avec des valeurs plus élevées à Rondeau et Philippeville.

Le tableau suivant présente les écarts de quantile de pluie horaire entre les différents postes :

	1.05 an	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans
Philippeville/Rondeau	-18%	-10%	-3%	1%	3%	4%
Rondeau/Grenoble SMH non centré	38%	37%	28%	29%	33%	36%
Philippeville/Grenoble SMH non centré	17%	24%	24%	29%	37%	42%

Tableau 10 : Ecarts entre les quantiles horaires des postes Rondeau, Philippeville et Grenoble SMH

Nous proposons que les pluies de projet de référence soient donc construites sur la base des données de la station Météo France de Grenoble Saint-Martin-d'Hères, corrigées à partir des résultats de l'analyse des données horaires sur la période 1996-2010 à Philippeville.

#### 4.4.4 Analyse des pluies fréquentes (problématique déversement)

##### 4.4.4.1 Rappel des conclusions de l'étude faite en 2010

Les analyses précédentes nous conduisent à proposer les principes suivants pour la construction des pluies de projet :

- Les courbes IDF de Philippeville sont établies avec :
  - Pour les occurrences > 2 ans (Méthode ajustement de Gumbel) :
    - Pour les durées < 3h : les valeurs obtenues à Philippeville sont plus élevées qu'au poste Grenoble SMH.
    - Pour les durées ≥ 3h, on conservera les valeurs des courbes IDF de Grenoble-SMH. En effet, les écarts étant plus faibles pour la durée de 24h, c'est la valeur des quantiles de Grenoble Saint-Martin-d'Hères, un peu plus pessimistes, qui sera conservée pour les différentes périodes de retour
  - Pour les occurrences < 2 ans (Méthode fréquence d'apparition) : Pour les durées supérieures ou égales à 3h, les quantiles sont supérieurs à ceux de Grenoble Saint Martin d'Hères, pour les durées < 3h les quantiles retenus sont équivalents à ceux de Grenoble SMH.

Les caractéristiques des pluies courantes prises en compte suite aux analyses faites en 2010 étaient basées sur les caractéristiques suivantes, établies au poste de Philippeville :

IDF	30 minutes		1 heure		3 heures		6 heures		24 heures	
	intensité	hauteur	intensité	hauteur	intensité	hauteur	intensité	hauteur	intensité	hauteur
hebdomadaire	5.20	2.60	3.50	3.50	1.60	4.80	0.83	5.00	0.42	10.10
bi-mensuelle	7.00	3.50	5.10	5.10	2.70	8.10	1.60	9.60	0.83	19.80
mensuelle	9.40	4.70	6.80	6.80	3.80	11.40	2.50	15.00	1.14	27.40
bimestrielle	12.40	6.20	8.60	8.60	5.13	15.39	3.50	21.00	1.51	36.20
trimestrielle	14.40	7.20	9.50	9.50	6.07	18.21	4.23	25.40	1.80	43.20
semestrielle	18.80	9.40	12.00	12.00	6.97	20.91	4.70	28.20	1.97	47.20
annuelle	22.80	11.40	14.90	14.90	7.60	22.80	5.73	34.40	2.06	49.40

**Tableau 11 Pluie courante – Fréquences d'apparition - Poste de Philippeville**

Remarques : ces valeurs correspondaient pour partie aux valeurs du poste de Grenoble SMH (période 1981-1998), et pour parties aux valeurs établies pour le poste de Philippeville sur la période 1996-2010. Les valeurs maximales avaient été prises en compte.

#### 4.4.4.2 Actualisation des données

Les statistiques Météo France (fréquences d'apparition) sont maintenant disponibles au poste Grenoble-Le Versoud sur la période 2001-2013. Comparées aux valeurs du poste de Grenoble SMH sur la période 1981-1998 (valeurs entre parenthèses dans le tableau), les valeurs fournies par Météo France sont les suivantes :

Hauteur (mm)	30 minutes	1 heure	3 heures	6 heures	24 heures
hebdomadaire	2.4 (2.6)	3.4 (3.5)	4.8 (4.8)	5.4 (5.5)	-
bi-mensuelle	3.5 (3.5)	5.0 (5.1)	7.9 (8.1)	10.0 (10.1)	12.8 (13.2)
mensuelle	4.6 (4.7)	6.6 (6.8)	11.0 (11.4)	14.0 (14.9)	21.6 (21.6)
bimestrielle	6.2 (6.2)	8.6 (8.6)	14.4 (15.4)	18.8 (20.6)	28.0 (30.2)
trimestrielle	7 (7.2)	9.9 (9.5)	16.5 (18.2)	21.6 (23.7)	31.8 (35.8)
semestrielle	10.4 (9.4)	12.8 (12)	20.2 (20.9)	26.4 (27.3)	40.8 (43.8)
annuelle	12.9 (11.4)	17.1 (14.9)	23.8 (22.8)	32.4 (31.1)	49.4 (49.6)
bisannuelle	15.2 (13.3)	19.0 (18)	27.6 (31.7)	38.3 (38.0)	53.0 (57)

**Tableau 12 Pluie courante – Fréquences d'apparition - Poste de Grenoble Le Versoud (période 2001-2013) et poste de Grenoble SMH (période 1981-1998) (valeurs entre parenthèses)**

Les différences entre les valeurs obtenues aux deux postes sont minimes à faibles, avec cependant une tendance générale à des valeurs un peu plus faibles au poste de Versoud jusqu'à la fréquence trimestrielle, et des valeurs un peu plus élevées pour les fréquences semestrielle, annuelle et bisannuelle. Les écarts deviennent significatifs lorsqu'ils dépassent quelques %, les intervalles de confiance à 70% fournis par Météo France étant de l'ordre de 1.5% à 3%. Les écarts commencent par conséquent à être significatifs à partir de la fréquence trimestrielle et au-delà.

Cette comparaison faite sur des périodes différentes ne permet pas de savoir si ces différences sont dues à la localisation différente des postes, ou bien à la répartition pluviométrique différente entre les deux périodes.

#### Analyse des pluies courantes aux postes de la Régie Assainissement

L'analyse des pluies de durées 1h et 24h a été effectuée sur les données de la période 2009-2015, période pour laquelle 8 postes Régie sont disponibles. Les valeurs ont été déterminées à origine fixe, puis classées sur la période complète. Les quantiles correspondant aux fréquences d'apparition hebdomadaire, bi-mensuelle, mensuelle, bimestrielle, semestrielles et annuelle ont été déterminés. Les figures ci-après représentent les valeurs obtenues aux différents postes, ainsi que les valeurs aux postes de Grenoble SMH (période 1981-1998) et Le Versoud (2001-2013). Pour la durée 24h, les données journalières aux postes de Fontanil, Varcès et Versoud ont également été analysées sur la période 2009-2015.

Pour les postes pluvios de la Régie Assainissement, on remarque :

- Le quantile annuel ne semble pas significatif sur une période de 7 années, qui est trop courte, et ne sera pas pris en compte dans l'analyse. Les résultats obtenus sont les plus variables d'un poste à l'autre. La variabilité diminue ensuite pour les autres quantiles.
  
- Pour les valeurs 24h :
  - On peut regroupe les postes de la Régie en trois sous-ensembles :
    - les postes de Philippeville, Rondeau et Peupliers qui présentent les valeurs les plus basses,
    - Les postes de Bessey, Grande Saulne, Bonnais qui présentent les valeurs les plus élevées,
    - Les postes de Péri et 2 Ponts qui sont en position intermédiaire entre ces deux groupes.
  - Les postes Météo France de Fontanil, Varcès et Versoud se situent comme suit parmi ces groupes :
    - Le poste de Varcès présente souvent les valeurs les plus faibles,
    - Le poste de Fontanil présente des quantiles supérieurs aux postes de la Régie Assainissement, sauf pour les quantiles bi-mensuel et semestriel où il est dépassé par le poste de Bessey,
    - Le poste de Versoud est en position intermédiaire.
  - On note une plus grande variabilité entre les postes, par rapport à ce qui est obtenu pour les quantiles horaires :
    - pour les postes de Philippeville, Rondeau, Péri et Peupliers, les écarts vont de 10 à 25% par rapport aux valeurs maximales obtenues au poste de Bessey,
    - Les écarts entre les postes de Bessey, Grande Saulne et Bonnais restent faibles (0 à 7%),
    - Les écarts entre le poste de Bessey et le poste des 2 Ponts modérés (de 7 à 15%)
  - Les valeurs au poste de Grenoble SMH sont proches des valeurs les plus élevées, sauf pour les quantiles bi-mensuel et mensuels, où elles sont proches des valeurs au poste des 2Ponts, qui se situe en position moyenne.
  - La faible durée d'analyse (7 années) a probablement plus d'incidence sur les pluies de durée 24h que sur les pluies de durée 1h. On note ainsi pour le poste de Versoud sur les périodes 2009-2015 et 2001-2013 des écarts de 1 à 7% entre les quantiles des deux périodes, les valeurs étant un peu plus élevées sur la période longue pour la plupart des quantiles.

- ☞ L'analyse des pluies courantes, jusqu'à la fréquence annuelle, sur la période 2009-2015 montre :
- La zone nord-Ouest est exposée à des pluies plus intenses : le poste de Fontanil présente les pluies 24h parmi les plus élevées. Le poste de Bonnais fournit des valeurs inférieures.
  - Le poste de Bessey est particulièrement exposé, et fournit les valeurs maximales, ou parmi les maximales, pour les durées horaires et 24h,
  - La zone Nord-est est soumise à des pluies moins intenses : les postes de Péri, Peupliers et Rondeau ont des valeurs souvent proches, et parmi les plus basses obtenues,
  - La zone Sud est soumise aux pluies les moins intenses. Seule l'analyse des pluies journalières a été effectuée pour le poste de Varcès. Cette conclusion reste à confirmer pour les pluies horaires, notamment au poste de Vif, situé le plus au Sud, mais dont la durée d'observation est encore insuffisante.

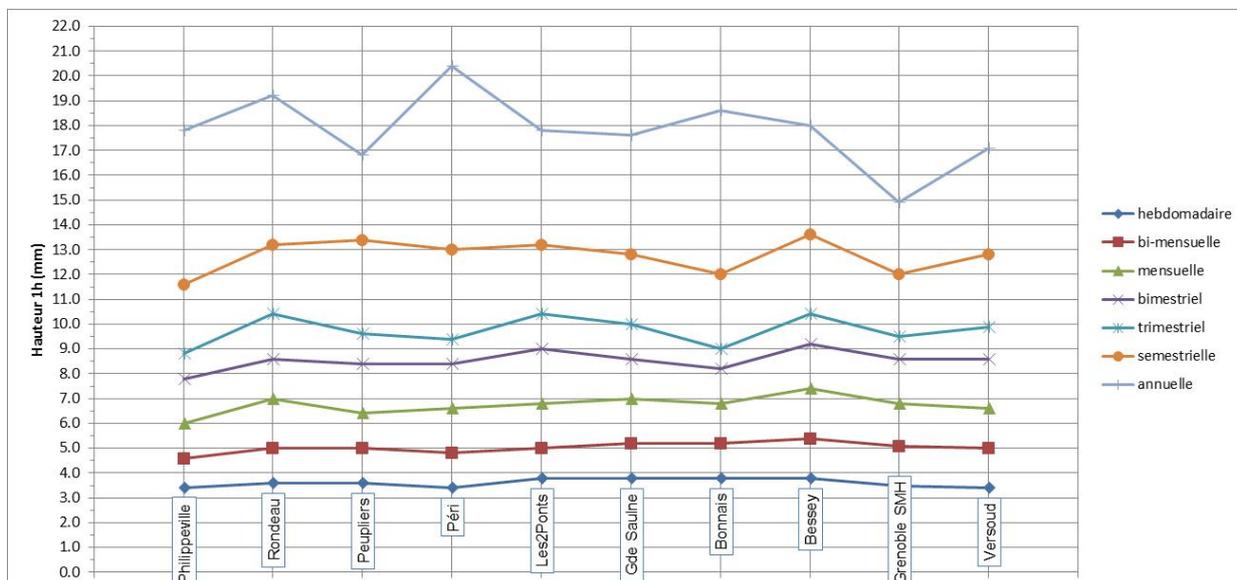


Figure 14 Comparaison des pluies horaires courantes aux différents postes sur la période 2009-2015

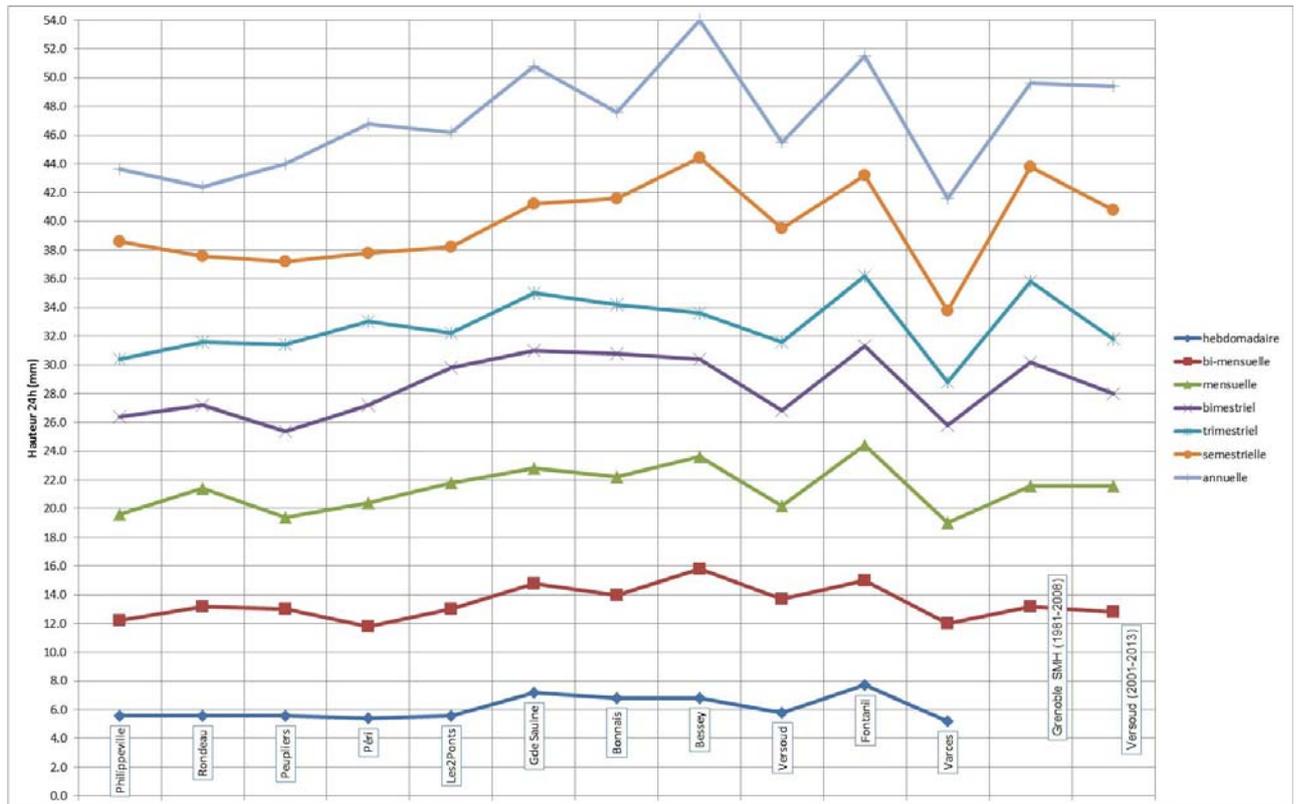


Figure 15 Comparaison des pluies 24h courantes aux différents postes sur la période 2009-2015

NB : Le quantile annuel ne semble pas significatif sur une période de 7 années, qui est trop courte, et ne sera pas pris en compte dans l'analyse. Les résultats obtenus sont les plus variables d'un poste à l'autre. La variabilité diminue ensuite pour les autres quantiles.

#### 4.4.5 Analyse des pluies peu fréquentes (problématique capacité hydraulique)

##### 4.4.5.1 Rappel des conclusions de l'étude faite en 2010

Les caractéristiques des pluies courantes prises en compte suite aux analyses faites en 2010 étaient basées sur les caractéristiques suivantes, définies au poste de Philippeville, calculées sur la base des données Météo France au poste de Grenoble-SMH (période 1981-1998) et corrigées avec les ajustements du poste de Philippeville :

Intensité [mm/h]	30 minutes	1 heure	3 heures	6 heures	24 heures
bisannuelle	26,60	19,60	10,57	6,33	2,38
5ans	36,30	25,80	10,73	6,90	2,74
10ans	43,60	30,40	12,80	7,85	3,04
20ans	51,90	35,10	15,20	8,80	3,31
30ans	57,40	37,80	16,80	9,38	3,46

Tableau 13 Table intensité-durée-fréquence pour les pluies fréquentes au poste de Philippeville

Pour les autres pluviomètres, des coefficients sont appliqués selon les secteurs :

- Zone de Fontanil : un coefficient majorateur de 27% sera appliqué aux courbes sur toutes les durées. Cela revient à faire l'hypothèse souvent effectuée que les intensités sur des courtes durées sont également plus importantes, mais sans pouvoir réellement valider cette hypothèse (le poste proche de Bonnais, pour lequel on dispose de 2 ans de données à pas de temps fin pourra peut-être venir conforter cette hypothèse, mais la durée disponible est trop courte pour une validation).
- Zone Sud (secteur Rondeau et Varcès) : les quantiles sont du même ordre de grandeur (écart de 10%) que ceux de la station Philippeville. En première approche, il sera donc utilisé ces grandeurs.
- Zone de Bessay/Vercors et par équivalence secteur Chartreuse: on corrigera les courbes IDF de Grenoble-St Martin d'Hères par un coefficient majorateur de 30%.

##### 4.4.5.2 Actualisation de l'analyse des pluies peu fréquentes

Les statistiques au poste de Grenoble Le Versoud ne sont pas disponibles auprès de Météo France (pour info : pour les pluies de courtes durées, Météo France publie pour Grenoble uniquement les statistiques au poste de Grenoble St Geoirs, poste principal du département de l'Isère, mais ces données ne peuvent être considérées représentatives de la pluviométrie sur la zone urbaine de Grenoble, du fait des effets de relief et de localisation mis en évidence lors de l'analyse de la répartition spatiale des pluies.

L'actualisation peut alors uniquement porter sur les pluies maximales journalières, les pluies journalières étant disponibles aux postes Météo France de Fontanil, Varcès et Versoud, ainsi qu'aux postes de la Régie Assainissement.

Une actualisation des séries de pluies maximales journalières a été effectuée, prenant en compte les pluies de la période 2011-2015, soit 6 années de données supplémentaires.

Les figures ci-après représentent d'une part, les intensités maximales horaires classées aux postes de la Régie Assainissement, d'autre part journaliers classés aux postes de la Régie Assainissement et Météo France.

■ Pour les valeurs horaires :

- Des valeurs plus faibles obtenues au poste de Philippeville pour tous les quantiles,
- Des valeurs plus élevées obtenues au poste de Bessey, les valeurs maximales du quantile hebdomadaire étant atteintes à 4 postes (Bessey, Gde Saulne, Les deux ponts, Bonnais),
- Les postes de Péri et Rondeau ont les valeurs maximales les plus fortes (pour les fréquences plus rares que la fréquence annuelle),

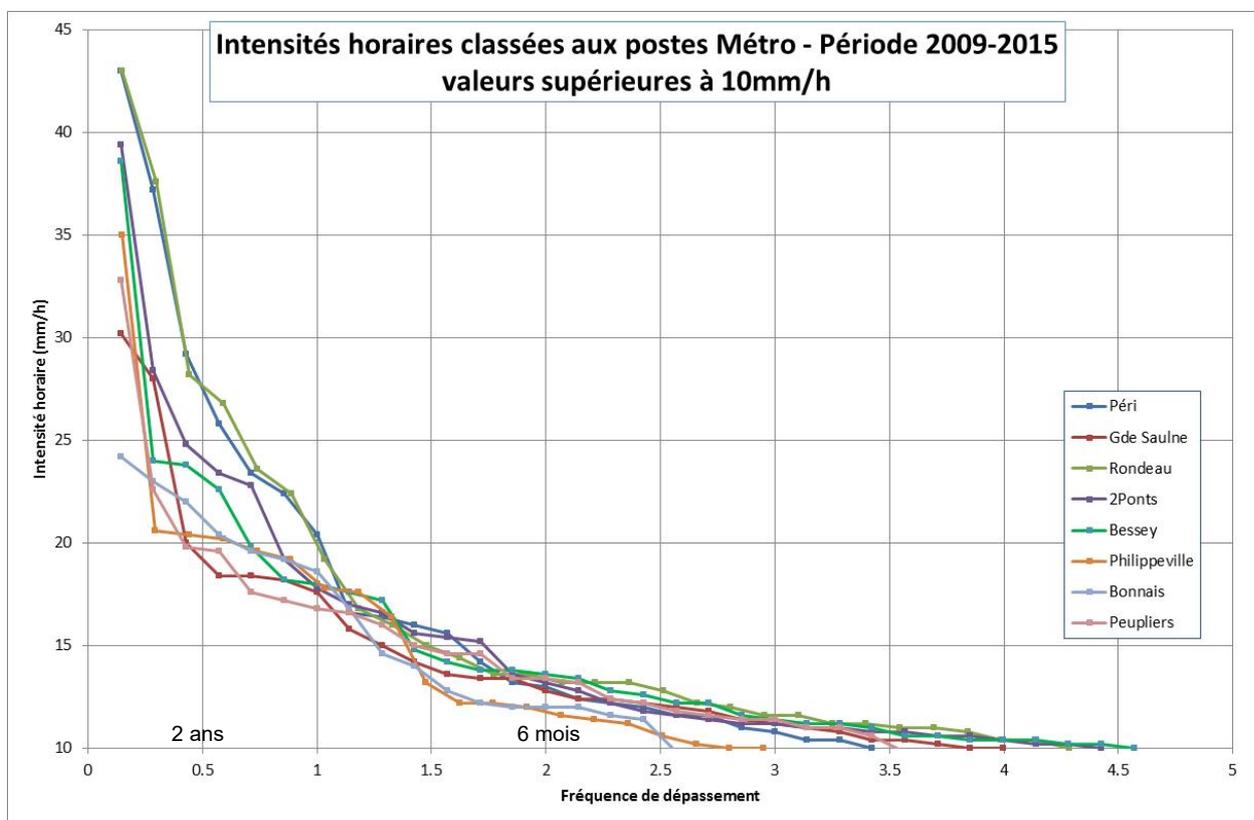


Figure 16 Intensités horaires classées sur la période 2009-2015 (valeurs supérieures à 10mm/h)

■ Pour les valeurs journalières :

- Des valeurs plus faibles obtenues au poste de Philippeville, Varcès, Peupliers
- Des valeurs plus élevées obtenues au poste de Bonnais, Grande Saulne, Bessey
- Les postes de Péri et Rondeau se situent en intermédiaires.

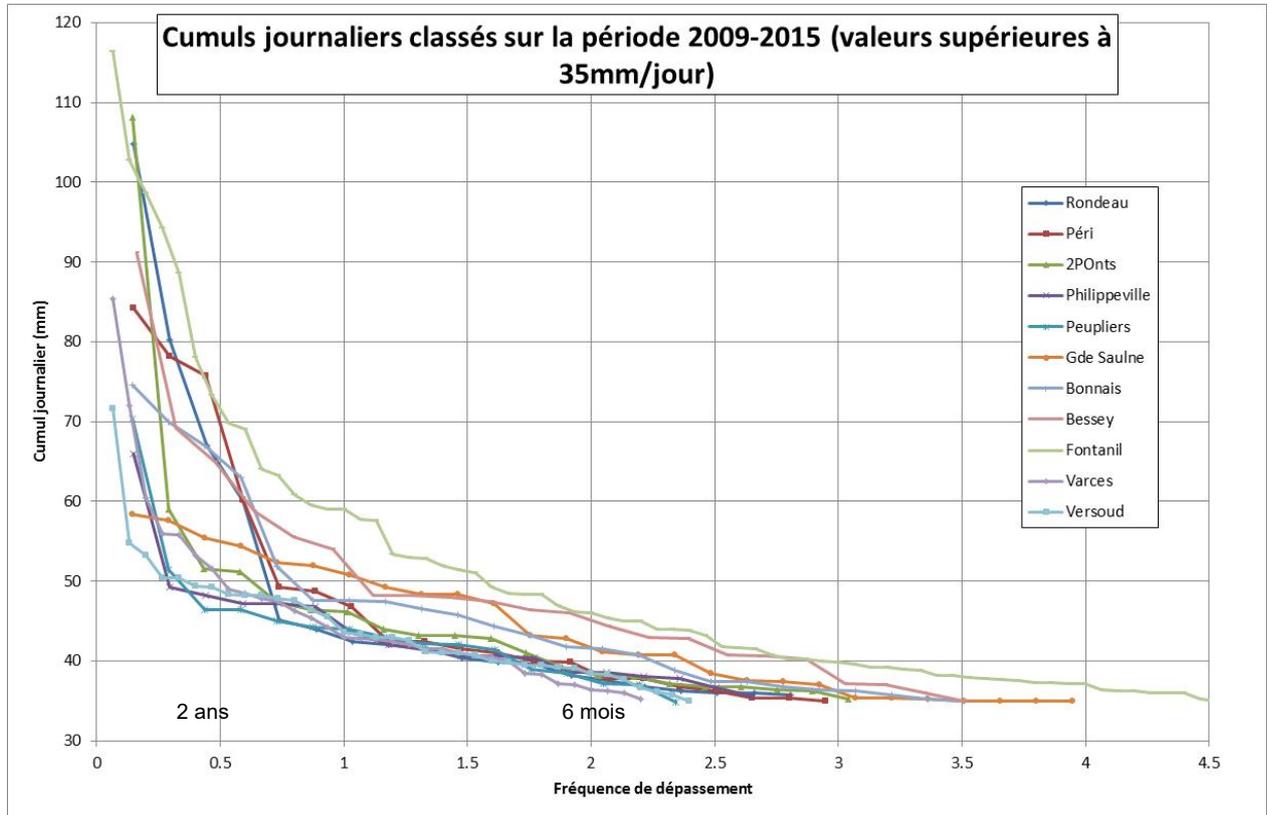


Figure 17 Cumuls journaliers classés sur la période 2009-2015 (valeurs supérieures à 35mm/jour)

☞ Pour les fréquences plus rares que la fréquence annuelle, la période de 7 ans n'est pas suffisante pour estimer les quantiles avec suffisamment de fiabilité. On note que les valeurs maximales horaires sont obtenues aux postes de Rondeau et Péri. Les valeurs maximales journalières ont été obtenues aux postes de Fontanil, les postes de Rondeau, Les 2 Ponts et Péri présentant ensuite les deux plus fortes valeurs.

#### 4.4.5.3 Synthèse des caractéristiques des pluies peu fréquentes

Les tableaux ci-après récapitulent les caractéristiques des pluies 2 ans à 30 ans

Intensité [mm/h]	30 minutes	1 heure	3 heures	6 heures	24 heures
bisannuelle	26,60	19,60	10,57	6,33	2,38
5ans	36,30	25,80	10,73	6,90	2,74
10ans	43,60	30,40	12,80	7,85	3,04
20ans	51,90	35,10	15,20	8,80	3,31
30ans	57,40	37,80	16,80	9,38	3,46

Les coefficients de Montana sont les suivants :

T	a	b
2 ans	4,15	0,63
5 ans	6,43	0,69
10 ans	6,66	0,67
30 ans	12,27	0,74

Tableau 14 : Tableaux synthèse Philippeville

Intensité [mm/h]	30 minutes	1 heure	3 heures	6 heures	24 heures
bisannuelle	33.8	22.9	13.4	8.0	3.0
5ans	42.2	30.0	13.6	8.8	3.5
10ans	50.0	34.0	16.3	10.0	3.86
20ans	57.7	37.1	19.3	11.2	4.2
30ans	62.2	38.5	21.3	11.9	4.4

T	a	b
2 ans	4,96	0,63
5 ans	6,8	0,65
10 ans	8,65	0,66
30 ans	11,09	0,68

Tableau 15 : tableaux de synthèse Fontanil

Intensité [mm/h]	30 minutes	1 heure	3 heures	6 heures	24 heures
bisannuelle	34.6	23.4	13.7	8.2	3.09
5ans	43.2	30.7	13.9	9.0	3.56
10ans	51.2	34.8	16.6	10.2	3.95
20ans	59.0	38.0	19.8	11.4	4.3
30ans	63.7	39.4	21.8	12.2	4.49

Les coefficients de Montana sont les suivants :

T	a	b
2 ans	5,05	0,62
5 ans	7,01	0,65
10 ans	8,66	0,66
30 ans	11,09	0,67

**Tableau 16 : tableaux de synthèse Secteur Vercors et Chartreuse**

Le tableau ci-après rappelle les grandeurs de Grenoble Saint Geoirs, peu représentatifs de la pluviométrie locale au niveau de Grenoble - Alpes Métropole.

Durée de retour	a	b
5 ans	4.695	0.592
10 ans	5.465	0.59
20 ans	6.096	0.585
30 ans	6.419	0.58
50 ans	6.791	0.575
100 ans	7.218	0.566

**Tableau 17 : tableaux de rappel Grenoble St Geoirs (source Météo France – période 1971 -2014)**

#### 4.4.6 Analyse des données radar

Les données du radar de Saint Nizier du Moucherotte ont été acquises auprès de Météo France pour deux épisodes :

- Le 22 mai 2016 : du 22 mai 20h05 au 23 mai 3h
- Le 7 juin 2016 : du 7 juin 20h au 8 juin 1h

Les données fournies par Météo France comportent :

- Les valeurs des cumuls au pas de temps 5 minutes pour chaque pixel,
- Le code qualité associé à chaque pixel et chaque pas de temps,
- Le fichier de projection.

Les traitements suivants ont été effectués :

- Carte du cumul pluviométrique sur l'épisode,
- Carte des codes qualité (quantiles 25%, médian et 75% des codes qualité),
- Comparaison entre les données radar et les données aux postes pluvios, pour les pixels correspondant aux pluvios.

##### 4.4.6.1 Répartition spatiale des cumuls

Les figures suivantes représentent les cartes des cumuls pour chacun des deux épisodes. Il s'agit d'épisodes faibles (cumuls de l'ordre de 15 à 20 mm au maximum sur le territoire), cependant la période d'observation disponible ne comporte pas d'autres épisodes plus significatifs.

Par rapport à l'information apportée par les postes pluvios, ces cartes montrent la plus grande finesse dans la répartition spatiale des épisodes apportée par les données radar, avec une vision par pixel de 1km<sup>2</sup>.

- Pour l'épisode de mai, la partie nord de la zone est celle qui présente les plus forts cumuls. Le poste de Bonnais, le plus au nord représentera imparfaitement la pluviométrie des zones situées plus au Nord du poste. L'analyse faite en 2010 avait montré que cette partie nord était plus arrosée que les autres secteurs (confirmé par les statistiques au poste de Fontanil sur une longue période), les données radar pourraient permettre de préciser le gradient pluviométrique sud-nord sur les communes du nord de la métropole. De même, les zones situées en pied de Vercors, plus arrosées que la zone centrale, ne seront pas correctement représentées par les postes pluvios les plus proches (postes de Bessay et Grande Saulne notamment).
- l'épisode de juin est beaucoup plus contrasté : il a concerné une bande de 10km de large environ, d'orientation Sud-Ouest-Nord-Est, dans un axe Claix-Biviers, et dont les zones les plus intenses ont concerné sur la Métropole les communes de Claix, Varcès-Allières-et-Risset, et le Sappey en Chartreuse. On remarque que le secteur le plus intense vu par le radar sur la Métropole est situé entre les pluviomètres de 2 Ponts et Vif.

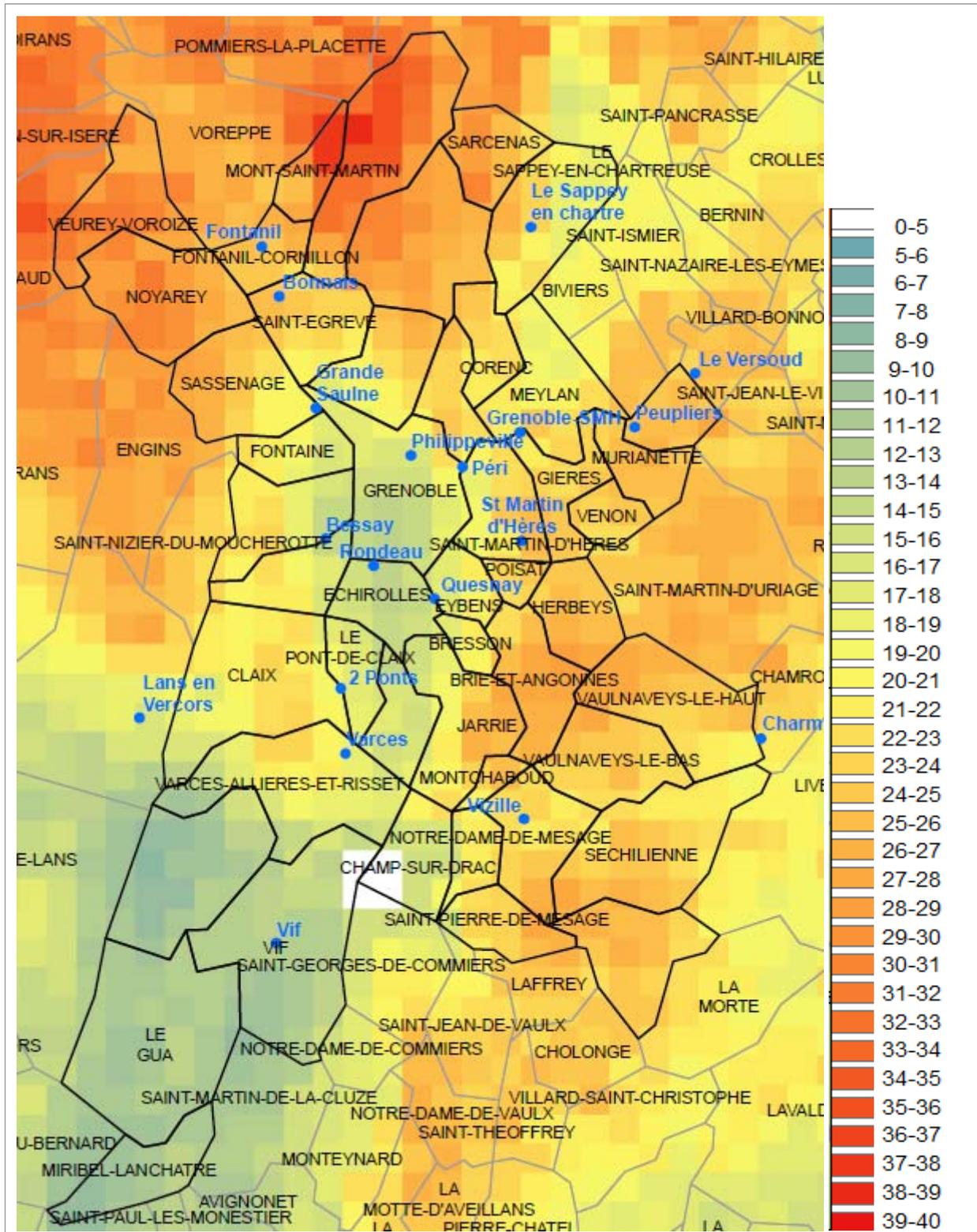


Figure 18 Cumul sur l'épisode du 22 mai 2016

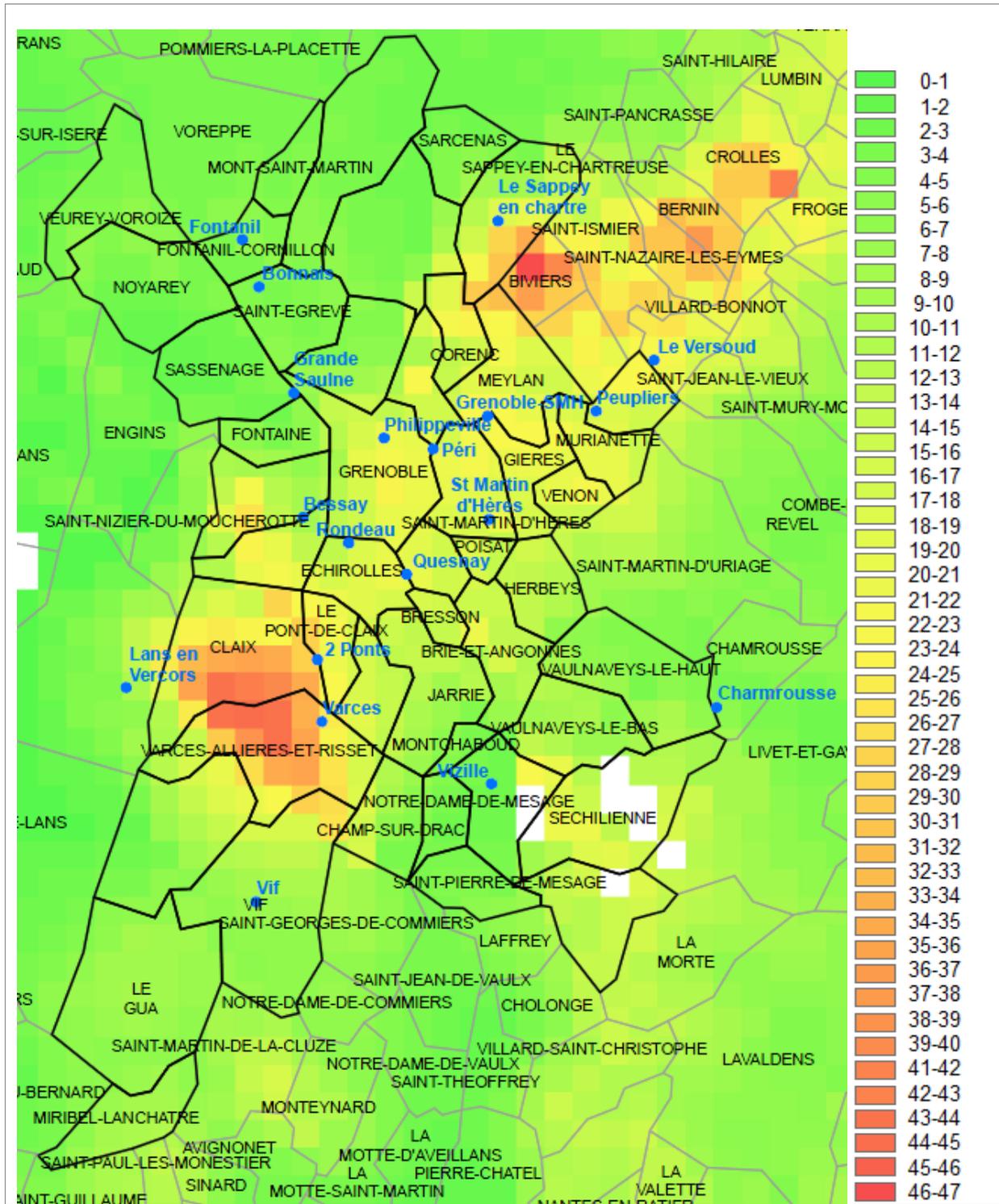


Figure 19 Cumul sur l'épisode du 7 juin 2016

#### 4.4.6.2 Codes qualité des données radar

Les codes qualité donnent les informations suivantes :

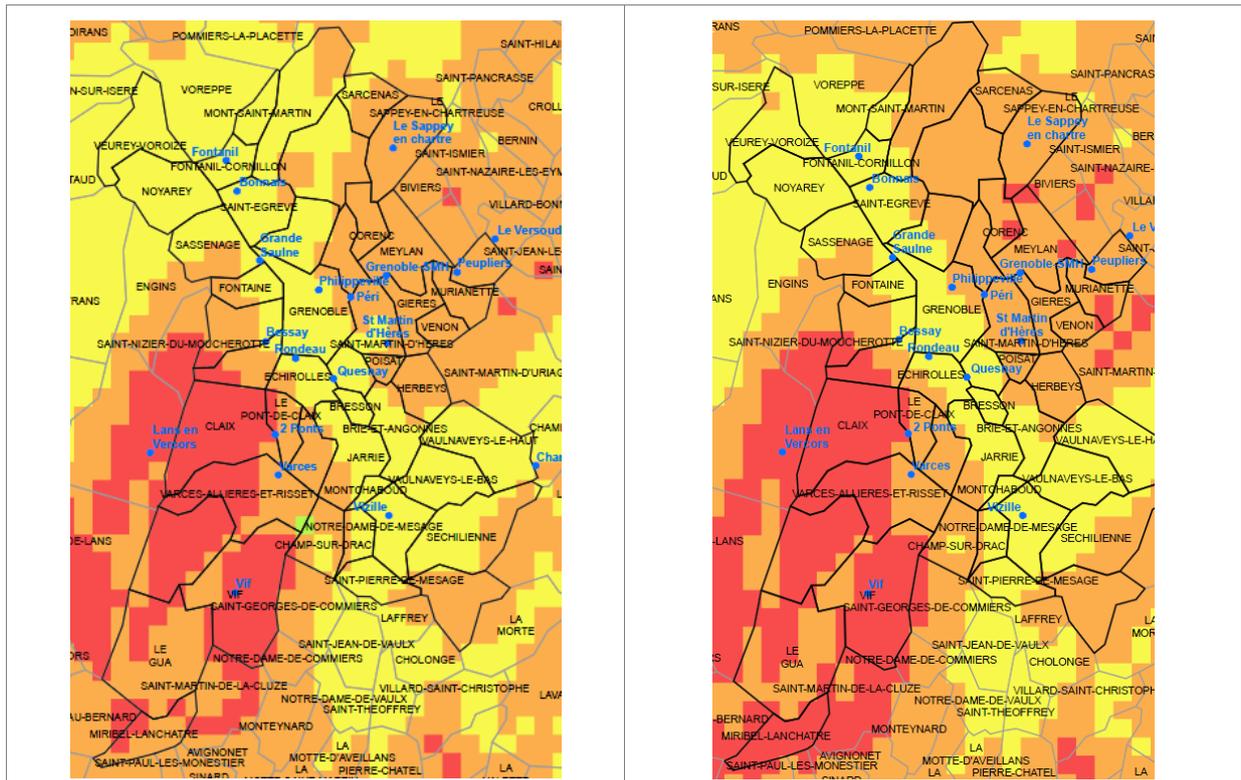
- Les valeurs sont comprises entre 0 (mauvaise donnée) et 100 (excellent).
- La donnée est jugée bonne si la qualité est supérieure à 84 (valeur communément admise)
- Si le code qualité est inférieur à 84, il est probable que l'estimation de la lame d'eau soit sous-estimée
- Valeur inférieure à 70 : donnée à ne pas utiliser
- Le code qualité n'est pas un pourcentage. La valeur du code qualité est majoritairement dépendante de la hauteur du faisceau au dessus du sol à l'endroit où la mesure est faite (pixel), plus le faisceau est proche du sol et plus le code qualité associé à la mesure est bon. Par conséquent pour un radar de montagne tel que Moucherotte (altitude antenne = 1909 m) le faisceau est beaucoup plus éloigné du sol sur les zones de plaines situées en contre bas du radar que sur les crêtes, les reliefs ou les plateaux d'altitudes proches de celle du site de Moucherotte, c'est ce qui explique qu'en plaine les code qualité sont moins bons que sur ces zones.

Les cartes suivantes représentent les quantiles 25%, médians et 75% des codes qualité pour chaque pixel, pour chaque épisode. Les classes choisies pour l'analyse des codes qualité correspondent aux limites décrites précédemment :

- Rouge : donnée très bonne (code qualité >90).
- Orange : donnée bonne (code qualité entre 84 et 90)
- Jaune : donnée de qualité moyenne à bonne (code qualité entre 80 et 84)
- Vert clair : donnée de qualité moyenne à médiocre (code qualité entre 70 et 80)
- Vert foncé : donnée inutilisable (code qualité inférieur à 70)

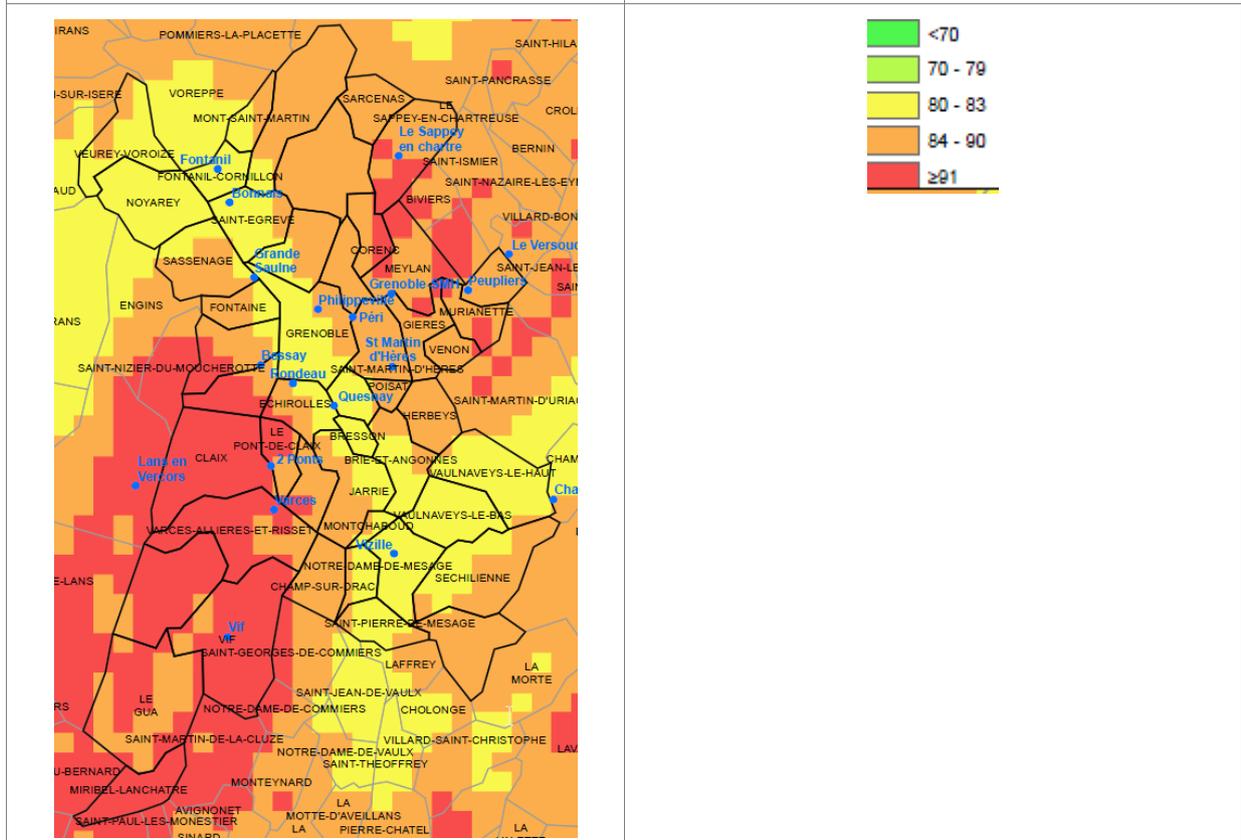
On constate :

- Pour l'épisode de juin, de nombreux codes qualité inférieurs à 70, sur au moins la moitié de l'épisode,
- On retrouve pour les deux épisodes des codes qualité relativement faibles sur une bande centrale orientée Nord-ouest-Sud-Est, qui va de Vizille à Fontanil. Pour l'épisode de juin, certaines zones ont des codes médians mauvais (inférieurs à 70). Les communes de la partie Sud-Est (St Pierre de Mésage, Vizille, Vaulnaveys le Bas, Valunaveys le Haut, Séchilienne) ont également des codes qualité faibles pour les deux épisodes. Cette bande concerne notamment des zones très urbanisées.



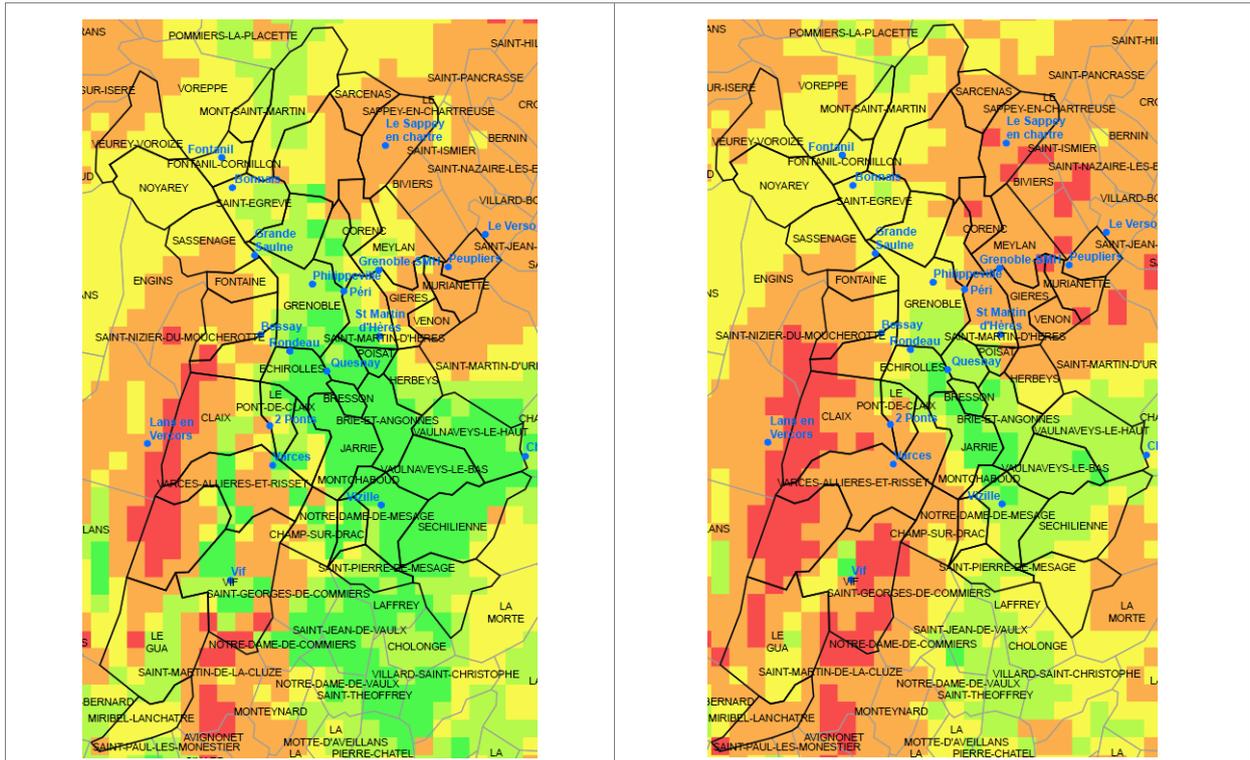
Quantiles 25% des codes qualité

Quantiles médians des codes qualité



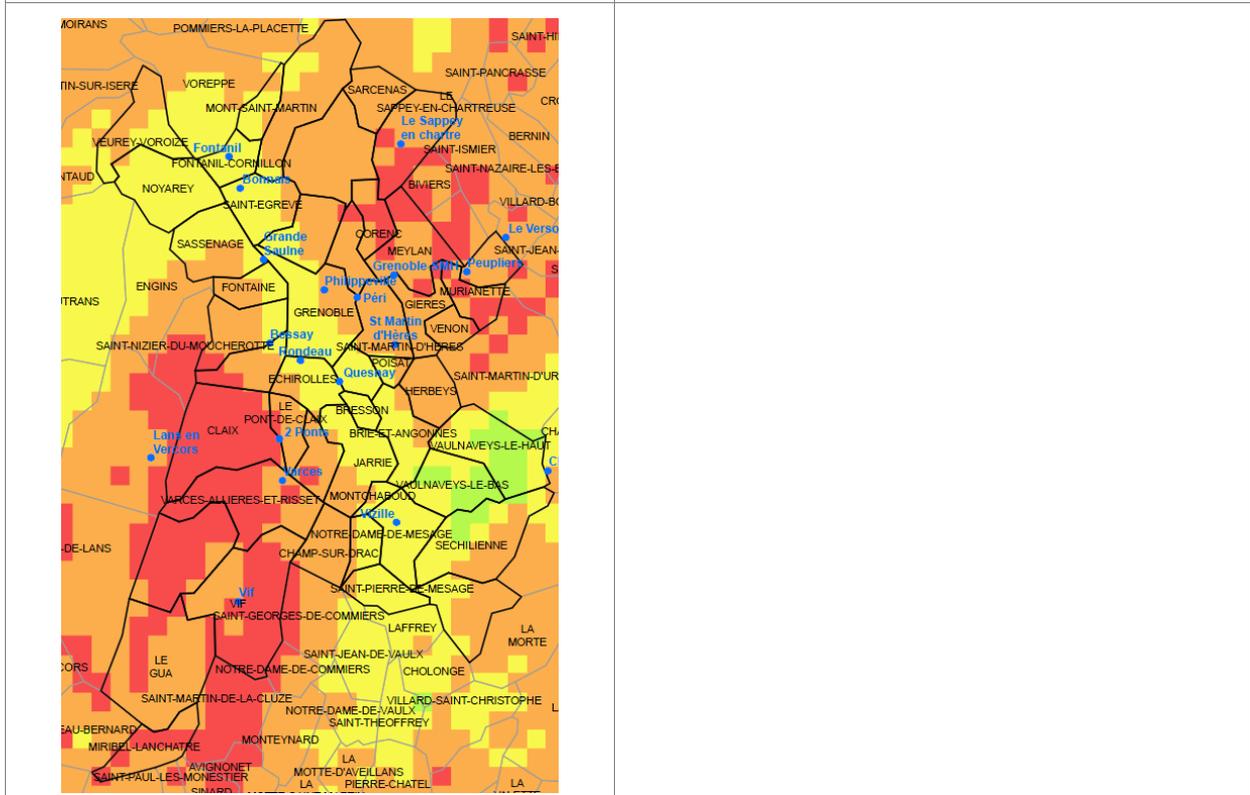
Quantiles 75% des codes qualité

Figure 20 : Cartes des quantiles des codes qualité pour l'épisode du 22 mai 2016



Quantiles 25% des codes qualité

Quantiles médians des codes qualité



Quantiles 75% des codes qualité

Figure 21 Cartes des quantiles des codes qualité pour l'épisode du 7 juin 2016

#### 4.4.6.3 Comparaison données radar / données postes pluviomètres

Le tableau suivant fournit la comparaison des cumuls aux postes pluvios, et au pixel correspondant au poste.

Poste	Episode 22 mai 2016		Episode 7 juin 2016	
	Cumul au poste (mm)	Cumul radar (mm)	Cumul au poste (mm)	Cumul radar (mm)
<b>Philippeville</b>	14	16.9	10.2	21.6
<b>Rondeau</b>	11.2	13.8	3.6	18.2
<b>Les2Ponts</b>	-	19.5	4.6	29.5
<b>Bessey</b>	-	14.7	7	9.6
<b>Bonnais</b>	12	25.0	0	4.2
<b>Grande Saulne</b>	11.4	17.7	11.8	7.5
<b>Peri</b>	16	20.1	15	17.0
<b>Peupliers</b>	16.6	24.6	3.8	17.1
<b>Vif</b>	17	12.3	0	7.8
<b>Le Quesnay</b>	-	17.3	8.8	20.1

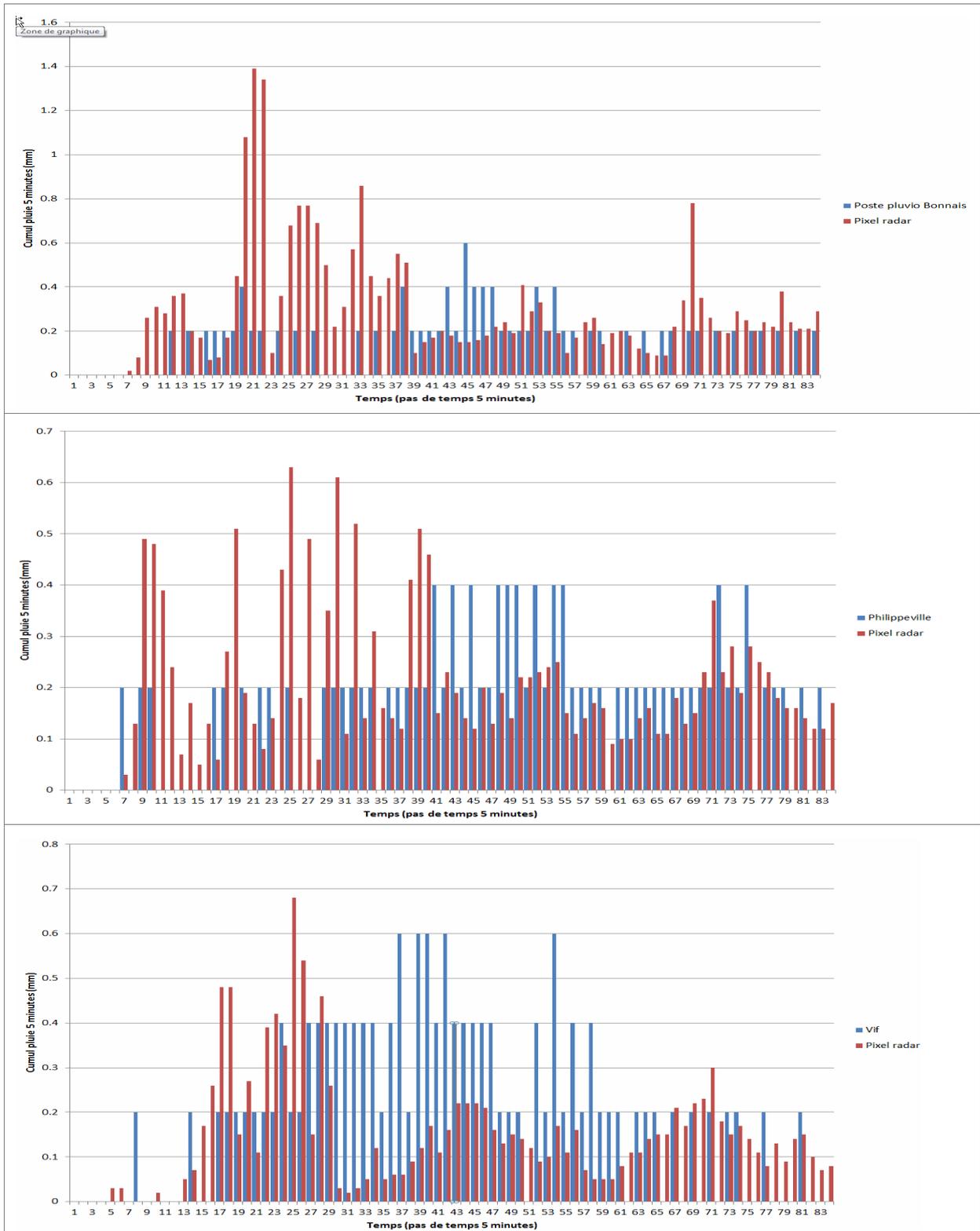
**Tableau 18 Comparaison des cumuls radar et aux postes pluvios pour les épisodes du 22 mai et du 7 juin 2016**

L'analyse de ces chiffres doit prendre en compte le fait que les lames radar sont une lame moyenne sur un pixel de 1km<sup>2</sup>, alors que les données des pluvios sont beaucoup plus localisées (surface du capteur), et que le radar mesure la pluie en altitude, et qu'il peut donc y avoir un décalage si la pluie est hétérogène et se déplace rapidement.

Pour l'épisode de juin, on note des écarts pouvant être très importants, mais qui témoignent probablement de la forte variabilité spatiale et temporelle de l'épisode orageux.

On note également que le radar fournit des données plus fines que le pluvio, avec des cumuls 5 minutes qui peuvent être inférieurs à 0.2mm, 0.2mm étant la valeur minimale d'une mesure du pluviomètre.

Pour certains postes, on a regardé les cumuls obtenus aux pixels entourant le poste, afin de se faire une idée de la représentativité des données radar, et des postes. Les graphes suivants présentent des comparaisons des hyétogrammes entre certains postes pluvios et les pixels, pour les deux épisodes.



**Figure 22 Comparaison des hyétogrammes aux postes pluviométriques et aux pixels radar correspondants – Episode 22 mai 2016**

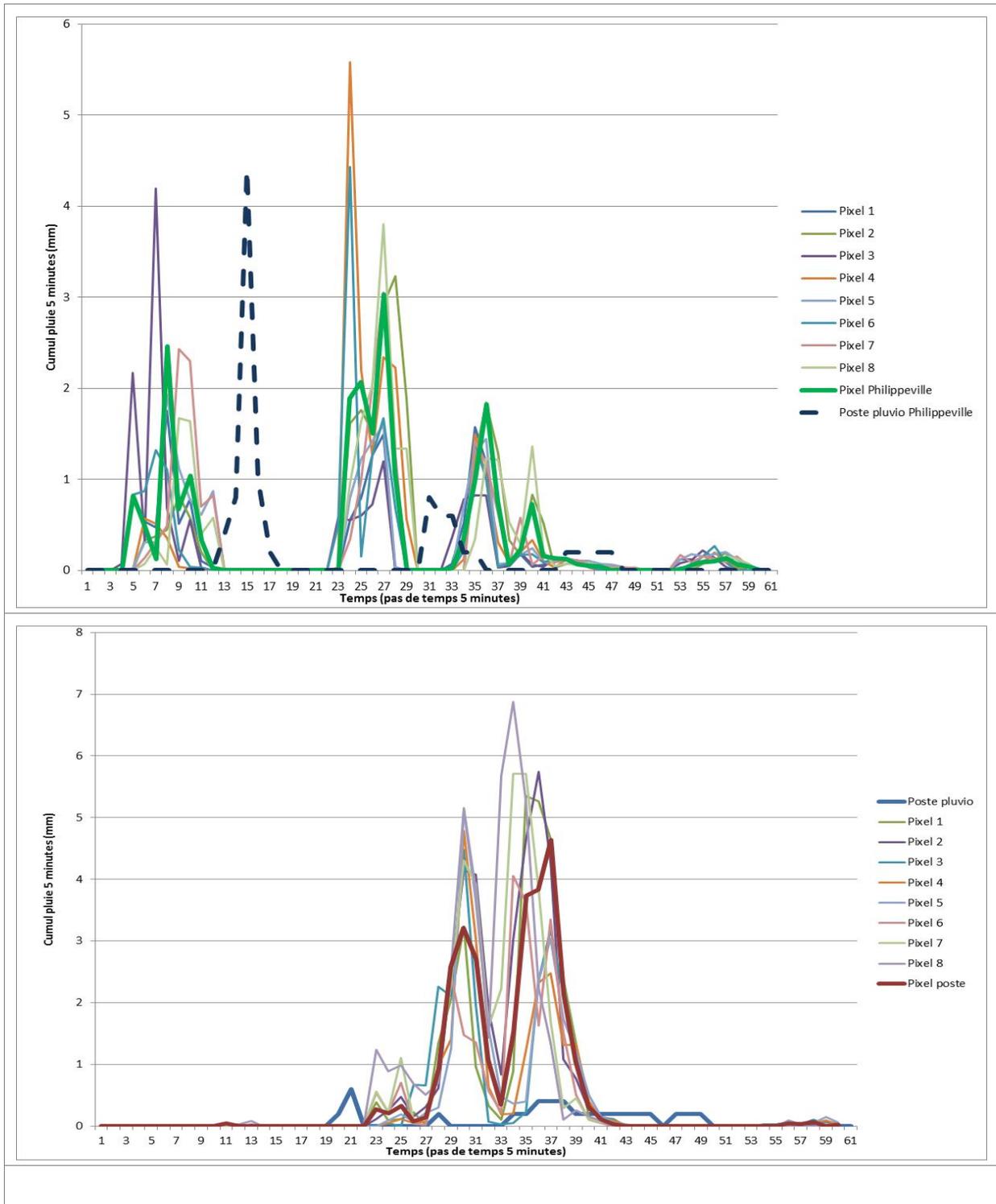


Figure 23 Comparaison des hyétogrammes aux postes pluvios et aux pixels radar proches – Episode 7 juin 2016

☞ Les données radar apportent des informations plus précises et très utiles sur la répartition spatiale de la pluie sur le territoire. Il peut aider à définir la localisation la plus pertinente pour améliorer le réseau de mesures.

- Le radar nécessite probablement des étapes de calibration et de validation. A priori, les données ne peuvent être utilisées directement en l'état.
- Les codes qualité sont à analyser pour d'autres épisodes. S'il se confirme que la qualité des données peut parfois être médiocre ou mauvaise sur les zones les plus urbanisées, une analyse conjointe avec Météo France est à faire pour voir si des améliorations du calibrage du radar sont possibles.

#### 4.4.7 Analyse de la répartition spatiale des épisodes

Les épisodes de la période 2009-2015 ont été recensés et analysés. La sélection a tout d'abord été effectuée pour les épisodes avec un cumul d'au moins 30mm à l'un des postes sur 24h (92 épisodes ont été obtenus), puis avec un cumul d'au moins 40 mm (38 épisodes ont été obtenus). Parmi ces épisodes, 12 se sont produits en 2009 ou 2010, et faisaient partie de l'analyse initiale.

Les cartes des cumuls maximaux journaliers (6hTU-6hTU) sont fournies en annexe.

L'analyse de la répartition spatiale des cumuls pour les différents épisodes montre :

- des épisodes correspondant à des situations orageuses, avec des zones concernées par de forts cumuls qui peuvent être plus ou moins étendues :
  - orages isolés ayant concerné un ou deux postes pluvios :
    - 22 juillet 2015 : poste de Peupliers (42.6mm)
    - 6 juin 2010 : poste de Péri (84.2mm)
    - 25 août 2009 : poste de Rondeau (104.8mm)
  - les orages concernent plus souvent au moins 3 postes :
    - 24 juillet 2015 : zone centre : postes de Péri, Rondeau et Quesnay les plus arrosés
    - 10 juin 2014 : pied du Vercors : postes de Grande Saulne, Bessey, 2 Ponts et Varcès les plus arrosés
    - 17 juillet 2013 : pied de la Chartreuse : postes Philippeville, Péri, Peupliers et Versoud les plus arrosés
    - 16 juin 2010 : zone centre et pied Vercors : postes de Péri, Bessey et Philippeville les plus arrosés
  - l'épisode de courte durée le plus remarquable en termes de cumul et de nombre de postes concernés est celui du 28 juillet 2013, qui présente un cumul de 108mm au poste Les 2 Ponts, et des cumuls entre 65mm et 85 mm aux autres postes. Les intensités maximales horaires sont de 28.4mm/h.
  - Concernant les intensités maximales horaires, les valeurs observées sont fournies dans le tableau suivant. On constate que les postes de Péri et Rondeau présentent les valeurs maximales sur la période 2009-2015.

Poste	Date	Intensité maximale horaire mm/h
Philippeville	29/07/2013 03:00	20.6
	17/07/2013 22:00	35

Rondeau	25/8/09 15:00	37.6
	24/07/2015 17:00	43
Les 2 Ponts	29/07/2013 03:00	28.4
	10/06/2014 18:00	39.4
Bessey	2/11/09 4:00	24
	10/06/2014 18:00	38.6
Bonnais	01/09/2011 01:00	23
	24/8/09 23:00	24.2
Gde Saulne	24/8/09 23:00	28
	21/07/2014 15:00	30.2
Péri	06/06/2010 15:00	37.2
	24/07/2015 17:00	43
Peupliers	02/08/2010 14:00	22.6
	17/07/2013 22:00	32.8

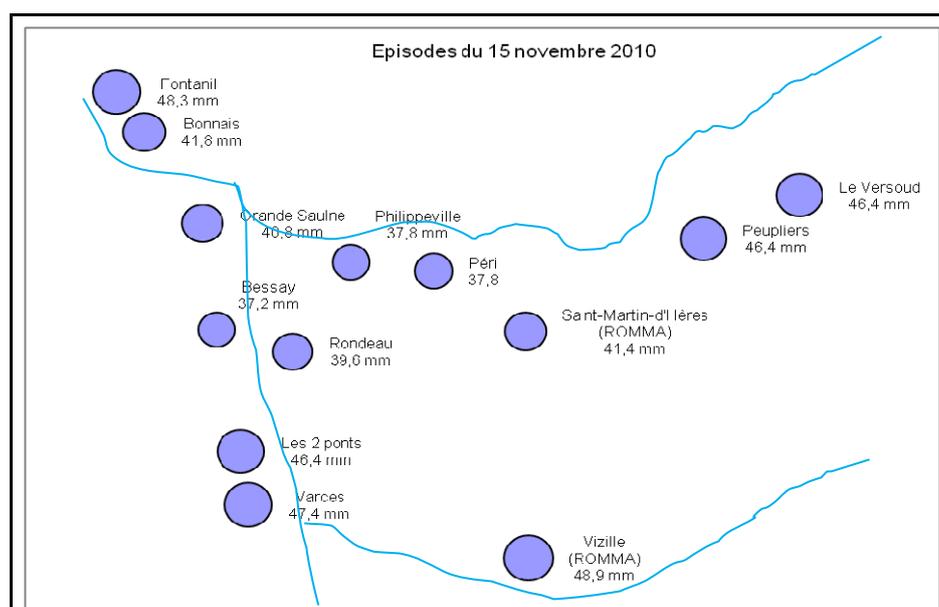
**Tableau 19 Intensités horaires maximales observées aux postes sur la période 2009-2015**

- On ne retrouve pas sur la période 2010-2015 de situation aussi contrastée que les situations des épisodes de l'été et de l'automne 2009 où le poste de Bessey avait des cumuls très supérieurs à ceux des postes voisins. Cela s'expliquerait peut-être par le fait que l'année 2009 était une année relativement atypique et particulièrement sèche. Seul l'épisode du 10 juin 2014 concerne plus particulièrement le pied du Vercors, mais sur une zone plus étendue (de Gde Saulne à Varcès).
- Concernant les épisodes plus homogènes :
  - on retrouve des épisodes homogènes sur l'ensemble des postes,
  - on retrouve également des épisodes avec des cumuls plus importants à Fontanil, la zone de plus fort cumul s'étendant généralement jusqu'au poste de Grande Saulne, les autres postes recevant des cumuls plus faibles mais homogènes,
- on trouve des épisodes affectant des zones particulières, toutes les directions pouvant être concernées, les autres postes ayant des cumuls homogènes ou présentant un gradient :
  - épisodes arrosant plus la partie Nord (branche Fontanil et branche Est), la partie Sud étant moins arrosée : 30 mai 2010,
  - épisodes arrosant plus les parties Est et Sud : 9 mai 2013
  - épisodes arrosant plus la branche Est : 5 janvier 2012
  - épisodes arrosant plus la partie Ouest (du Sud au Nord) : dans ce cas, seule la branche Est est moins arrosée : 26 novembre 2012
- L'épisode des 26-28 novembre 2012 est un épisode de 3 jours qui présente des cumuls journaliers importants :
  - un total de 80 à 100 mm les 26 et 27 novembre, la zone Ouest étant la plus arrosée,
  - 40 à 60 mm le 28 novembre aux postes de Fontanil, Bonnais et Grande Saulne, et entre 5 et 20mm aux autres postes, ce qui aboutit à un total de l'ordre de 130 à 150mm sur les 3 jours pour ces 3 postes, le cumul aux autres postes étant compris entre 85 et 110 mm.

Le tableau suivant récapitule les épisodes analysés et leur type.

	Date	Nbre de postes	Cumul 24h max (mm)	Poste cumul max	Intensité horaire max (mm/h)	Commentaire
<b>Episodes homogènes</b>						
	15 nov 2010	12	48.9	Vizille		Autres postes 37 à 48mm
	10 nov 2012	12	55.9	Vizille		Entre 40 et 46 mm à tous les postes, sf Vizille plus fort
	27 nov 2012	12	43.2	2 Ponts		33 à 43mm Fait partie d'un épisode de 3 jours
	29 mar 2015	14	44	Vif		Autres postes 29 à 43mm (centre un peu moins arrose)

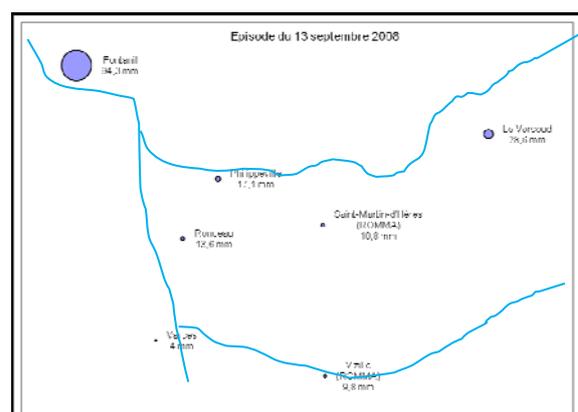
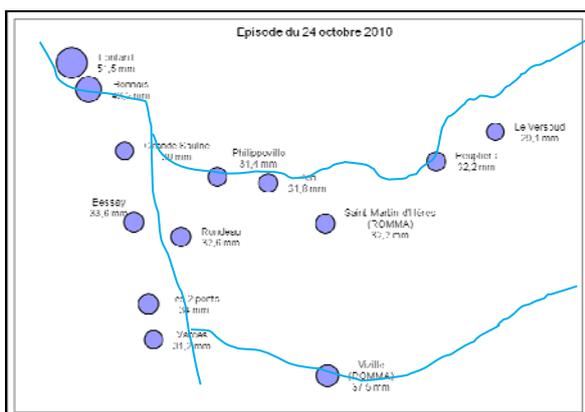
- Ces événements montrent une répartition uniforme du cumul journalier sur l'ensemble des postes d'observation. Ces épisodes ont principalement eu lieu entre les mois de septembre et de novembre. Ce sont des épisodes longs, de plus de 10h avec un pic d'intensité faible, de 10mm/h au maximum.



Episodes avec cumul plus élevé sur le secteur Entrée Nord (Fontanil, Bonnais et Grande Saulne), homogène autres postes.

	Date	Nbre de postes	Cumul 24h max (mm)	Poste cumul max	Intensité horaire max (mm/h)	Commentaire
	22 juil 2010	12	43.2	Fontanil		Autres postes 26 à 24mm (centre), 26 à 32mm (extrémités Est et Sud)
	24 oct 2010	12	51.5	Fontanil		
	17 juil 2011	12	73.3	Fontanil		Autres postes : 42 à 53mm
	3 juin 2012	12	41.2	Gde Saulne		Autres postes 22 à 30mm
	28 nov 2012	12	63	Bonnais		Branche Nord : 41 à 63mm Autres postes : 5 à 20mm Fait partie d'un épisode de 3 jours
	29 juil 2014	14	45	Fontanil		Autres postes 25 à 35 mm
	27 avril 2015	14	57.8	Fontanil		Autres postes : 25 à 35 mm, Philippeville, Péri et Peupliers : 16 à 19mm
	13 sept 2015	14	50.8	Gde Saulne		Autres postes 25 à 37mm

- épisodes dans lesquels le poste de Fontanil cumule une hauteur beaucoup plus forte que les autres postes se sont dégagés. Ces événements se séparent encore en deux catégories. Les épisodes pour lesquels la pluie tombe quasi exclusivement à Fontanil, et ceux pour lesquels le cumul sur le reste du territoire métropolitain est moindre mais homogène.



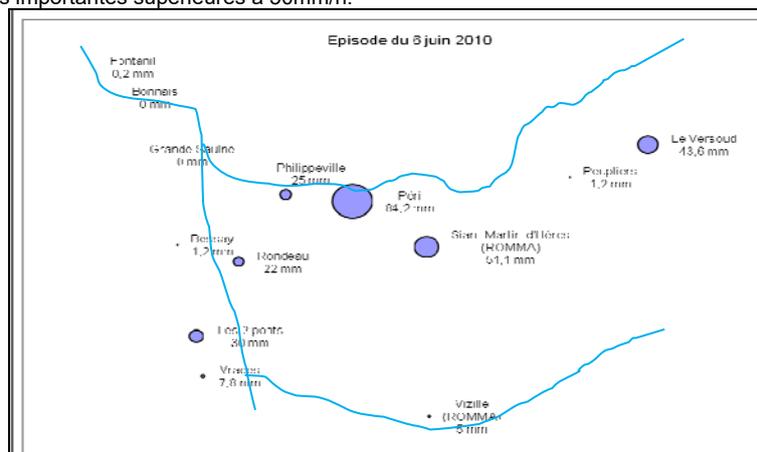
**Episodes avec zone plus arrosée, autres postes homogènes ou avec gradient**

	Date	Nbre de postes	Cumul 24h max (mm)	Poste cumul max	Intensité horaire max (mm/h)	Commentaire
Zone Sud-Est-Nord-Ouest plus arrosée	4 nov 2011	12	52	Gde Saulne		De 51 mm (Fontanil), à 44 mm (Vizille), autres postes 30 à 36mm
Zones Est et Sud plus arrosée	9 mai 2013	13	49.4	Peupliers		40 à 49mm branche Est et zone Sud, pluie diminue sur le centre et vers le nord (36 à 29mm)  Données à Vif douteuses
Zone Ouest plus arrosée, du Nord au Sud	4 nov 2014	14	66	Vif		Centre et Est : 26 à 36mm, zone Ouest : 43 à 42mm, Vif 66mm (à vérifier)
	26 nov 2012	12	59	Les 2 Ponts		postes Est et centre moins arrosés : 36 à 48 mm, autres postes 53 à 59mm  Fait partie d'un épisode de 3 jours
Zones Ouest et Sud plus arrosées	26 sept 2012	12	52.4	Gde Saulne		Centre et Est : 38-39mm, autres postes 42 à 52mm (Varces faible : 30mm)
Zones Sud et centre plus arrosées	4 jan 2014	13	46.2	Les 2 Ponts		Extrémités nord et Est moins arrosées : 32mm, autres postes 40 à 46mm
Zones centre et Sud-Est plus arrosées	16 jan 2015	14	45.1	Vizille		Extrémités Nord, Est et sud moins arrosées : 34 à 36mm, autres postes 40 à 45 mm
Zone Sud moins arrosée	30 mai 2010	12	42	Philippeville		32 à 42 mm au nord des 2 ponts, postes Sud 21 à 26 mm
	17 sept 2015	14	49.2	Gde Saulne		3 postes Sud 32mm, autres postes 44 à 49mm
Zone Est plus arrosée	5 janvier 2012	12	44.2	Peupliers		41 à 44m à l'Est, autres postes 24 à 34mm

**Episodes orageux**

	Date	Nbre de postes	Cumul 24h max (mm)	Poste cumul max	Intensité horaire max (mm/h)	Commentaire
Un poste pluvio concerné	25 août 2009	12	104.8	Rondeau		Autres postes 3 à 27 mm
	6 juin 2010	12	84.2	Péri		Autres postes 0 à 25mm, 44mm à Versoud
	22 juil 2015	14	42.6	Peupliers		Autres postes 0 à 19mm
Plusieurs postes pluvios concernés	16 juin 2010	12	60.2	Péri		Péri, Bessey, Philippeville : 60 à 49mm, autres postes 26 à 37mm, Vizille 48mm, Varcès 16mm
	17 juil 2013	13	44	Peupliers		4 postes branche Est : 35 à 44mm, autres postes 3 à 21mm, Vizille 27mm
	28 juil 2013	13	108.2	2 Ponts		Autres postes : 64 à 85 mm, Vif faible
	7 août 2013	13	54.4	Gde Saulne		7 postes avec cumul sup à 40mm (pied Vercors, branche Est, Vizille), autres postes 29 à 39mm
	9 juillet 2014	14	88.6	Fontanil		Fontanil, Bonnais et Gde Saulne : de 89 à 58mm Autres postes : gradient décroissant du nord vers le Sud et l'Est
	24 juil 2015	14	75.8	Péri		Péri, Rondeau et Quesnay : 76 à 67mm, Philippeville et Bessey : 41 à 47mm, autres postes gradient de 28 à 5mm

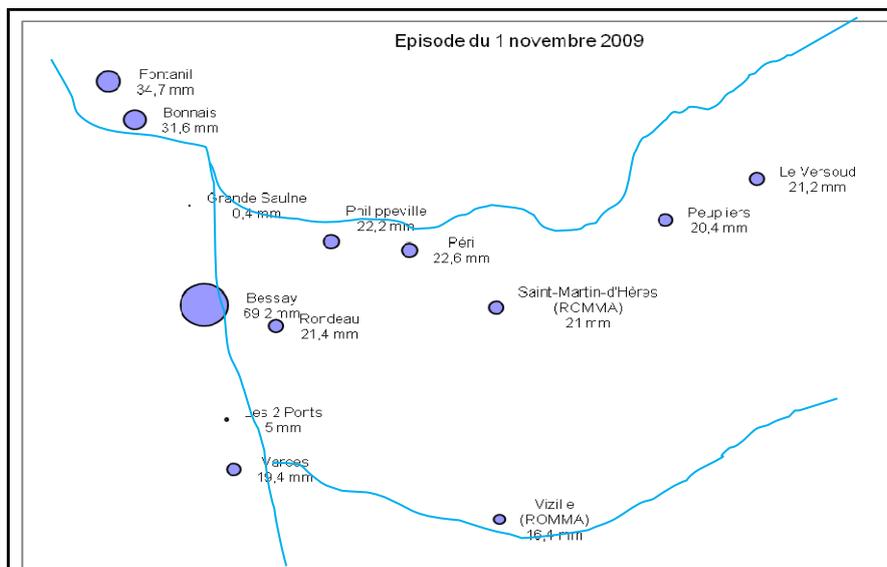
- épisodes représentent des épisodes orageux. Ce sont des événements de durée courte, inférieure à 3heures avec des intensités importantes supérieures à 50mm/h.



### Episodes avec fort cumul au pied du Vercors

	Date	Nbre de postes	Cumul 24h max (mm)	Poste cumul max	Intensité horaire max (mm/h)	Commentaire
	9 aout 2009	12	60	Rondeau		Autres postes 20 à 35mm (Bessay absent)
	21 oct 2009	12	58.8	Bessay		Autres postes 19 à 29mm
	1 nov 2009	12	69.2	Bessay		Autres postes de 16 mm (Sud) à 35 mm (Nord)
	3 nov 2009	12	40.2	Bessay		Autres postes 13 à 21mm
	23 nov 2009	12	91.2	Bessay		Autres postes 32 à 39 mm (Gde Saulne douteux)
	10 juin 2014	14	44.4	Bessay		Gde Saulne, Bessey, 2 Ponts et Varcès : 35 à 44 mm, autres postes : 3 à 26mm

Enfin, les épisodes représentant des épisodes de types orageux se sont distingués de part le fait d'un cumul fort au pied du vercors et notamment au poste de Bessay. Ces épisodes qui apparaissent à la fin de l'automne durent en moyenne 4h, et montrent un très fort cumul au poste de Bessay.



Remarques : certaines données apparaissent douteuses au regard de la cohérence globale des cumuls obtenus pour certains épisodes. Ces données devraient être contrôlées, les contrôles déjà effectués constituant un premier niveau de contrôle et ne permettant pas a priori de détecter l'ensemble des anomalies.

*☞ L'analyse des épisodes met en évidence deux zones spécifiques :*

- La zone de Fontanil, qui présente souvent des cumuls nettement plus élevés que le reste de la zone étudiée, pour des épisodes de longue durée, venant de l'Ouest,*
- La zone de Bessay-Rondeau, située au pied du Vercors, qui présente souvent des cumuls forts en cas de situation orageuse.*

*L'analyse ne permet pas de différencier de comportement particulier en termes de cumul pour les autres secteurs.*

*En revanche, l'analyse des valeurs horaires indique que les postes de Péri et Rondeau ont les valeurs maximales les plus fortes (pour les fréquences plus rares que la fréquence annuelle),*

*Sur le secteur Chartreuse (Meylan/Corenc), l'absence de données pluviométriques ne permet pas de dégager de tendance. En première approche, il pourra être pris comme hypothèse un fonctionnement identique au secteur pied de Vercors*

## 4.5 Pluies réelles observées

Ces dernières années, plusieurs épisodes pluvieux intenses ont été enregistrés sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole.

Au cours de ces pluies, des dysfonctionnements (mise en charge, débordements) ont été observés sur certains collecteurs d'assainissement.

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux épisodes pluvieux enregistrés.

Pour ces épisodes pluvieux, des simulations ont été réalisées pour étudier le fonctionnement des collecteurs structurants EP et UN.

Episode	Secteur concerné	Pas de temps disponible	Poste pluviométrique analysé	Durée	Cumul total	Occurrence (/Saint Martin d'Hères)	Cumul max horaire	Occurrence (/Saint Martin d'Hères)	Remarques
12/07/2006	Meylan	1h	Rondeau	2h	15,2 mm	< 6 mois	9,4 mm	3 mois	Carte de dysfonctionnements sur Meylan. Pas de pluie observée à Philippeville, mais pluie observée à Rondeau
29/08/2007	Tout	1h00	Philippeville	4h00	45,8 mm	10 ans	21,1 mm	2 ans	
25/08/2009	Tout	0h06	Péri	1h30	15,2 mm	6 mois	14,4 mm	1 an	Cummul Rondeau très important (130mm sur 3 jours et 82mm en 3 heures)
06/06/2010	Meylan	0h06	Péri	3h30	83 mm	100 ans	54,4 mm	>100 ans	20 mm à Rondeau et Philippeville (3 mois) 30 mm au 2 Ponts (5ans / 5 ans) sinon valeur faible pour autres pluviomètres
16-17/06/2010	tout	0h06	Péri	2h	45mm	30 ans	21,6	presque 5 ans	même I(mm/h) pour Philippeville et Bessey cumul + faible (entre 5 et 10 ans)
02/08/2010	Tout	0h06	Philippeville	1h30	21,4 mm	2 ans	18,0 mm	2 ans	pas de pluie sur Peri et Peupliers même intensité horaire sinon cumul +fort sur GS
17/07/2011	Tout	0h06	GS	7h30	57,4 mm	Entre 20 et 30 ans	22,4 mm	5 ans	valeur forte à Bonnay et GS valeur + faible sur le reste de l'agglomération (10 ans cumul, 1 an horaire)
01/09/2011	Tout	0h06	Philippeville	1h30	19,4 mm	1 an	18,8 mm	2 ans	même valeur (cumul et pointe) à Peri et Bessey même valeur pointe à GS, + faible en cumul
03/06/2012	Tout	0h06	Grande Saulne	6h	41,2 mm	5 ans	16,4 mm	1 an	Autres postes 22 à 30 mm
28/07/2013	Tout	0h06	2 ponts	4h	108,2 mm	> 30 ans	31,6 mm	10 ans	Autres postes : 64 à 85 mm, Vif faible
09/07/2014	Tout	0h05	Fontail	7h	88,6 mm	> 30 ans	18,4 mm	2 ans	Fontanil, Bonnais et Gde Saulne : de 89 à 58mm Autres postes : gradient décroissant du nord vers le Sud et l'Est
24/07/2015	Tout	0h05	Péri	2h	75,8 mm	> 30ans	39 mm	30 ans	Péri, Rondeau et Quesnay : 76 à 67mm, Philippeville et Bessey : 41 à 47mm, autres postes gradient de 28 à 5mm

Tableau 20 : Pluies réelles observées

NB : il n'a pas été observé de pluies significatives au cours de la campagne de mesures réalisée au printemps 2016 (avril – mai 2016).

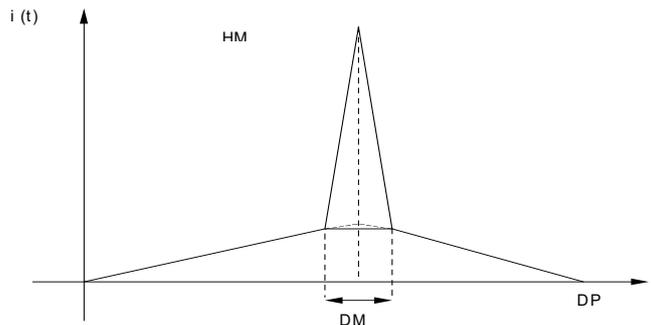
En revanche, l'année 2016 est marquée par un épisode exceptionnel : pluie du 16 juin 2016 ( T > 30 ans – homogène sur le territoire – 57 mm sur 4 h avec 20 mm d'intensité maximale horaire).

## 4.6 Pluies de projet - construction

Il s'agit de pluies fictives, définies par des hyétogrammes synthétiques (variation dans le temps des intensités pluviométriques) et statistiquement représentatives des pluies réelles.

Compte tenu de la nature plutôt urbaine des bassins versants, des pluies de projet construites selon le modèle de Desbordes ont été utilisées, tel que présenté dans le Guide de Construction et d'utilisation des pluies de projet – 1983 – Laboratoire d'Hydrologie Mathématique de Montpellier).

Ces pluies se caractérisent par une période de pluie intense relativement courte à l'intérieur d'une séquence de pluie de quelques heures.



La forme choisie est une pluie « double-triangle » définie par 5 paramètres :

- la durée totale DP, prise égale à 4 heures,
- la hauteur totale HT de pluie tombée pendant la durée totale DP de l'épisode pluvieux,
- la durée DM de la période intense qui varie de 30 minutes à 2 heures suivant la typologie des bassins versants. Elle est fonction des temps de concentration des bassins versants étudiés. Plusieurs tests sont effectués et la durée retenue est celle qui engendre les plus grands débits de pointe. Dans le cadre de cette approche globale et de l'objectif de diagnostic de fonctionnement des bassins versants structurants (Mogne, Jean Macé, Fontenay 1, Grande Saulne...), il apparaît nécessaire de retenir une période intense d'1h.
- la hauteur HM de pluie tombée au cours de la période intense ; cette hauteur a la période de retour T choisie pour la pluie de projet ;
- la position de la période intense au sein de l'averse, ici choisie centrée.

NB : la détermination des paramètres « durée » et « hauteur » d'une pluie de projet est fonction de la période de retour choisie. Ainsi le hyétogramme décennal de projet est caractérisé par une intensité maximale sur 1h et un cumul sur 4h.

#### 4.6.1 Pluies courantes : période de retour 15 jours, 3 semaines, 1 mois, 2 mois et 3 mois

Les pluies courantes sont utilisées pour répondre à la problématique déversement des ouvrages d'assainissement vers le milieu naturel. La partie du territoire concernée par ce volet correspond aux bassins de collectes unitaires principalement situées sur Grenoble et Saint Martin d'Hères.

Le pluviomètre Philippeville et Grenoble SMH sont représentatifs de ces secteurs. Toutefois, les statistiques n'étant plus actualisées depuis 1999 sur le pluviomètre Grenoble SMH, il est utilisé les caractéristiques des pluies de projet de Philippeville pour la problématique déversement.

Le tableau ci-après présente les caractéristiques des pluies de projet retenues pour les pluviomètres Philippeville (secteur Grenoble) et Saint Martin d'Hères (poste Météo France) :

		Période de retour			
		15 jours	3 semaines	1 mois	2 mois
PHILIPPEVILLE	Hauteur totale mm	9.4	11	13.5	18.4
	Hauteur mm période intense (1h)	5.1	5.9	6.8	8.6
SAINT-MARTIN-D'HERES	Hauteur totale mm	9.4	11	13.4	18.2
	Hauteur mm période intense (1h)	5.1	5.9	6.8	8.6

Tableau 21 : Caractéristiques des pluies de projet (durée 4h et période intense 1h) – diagnostic déversement

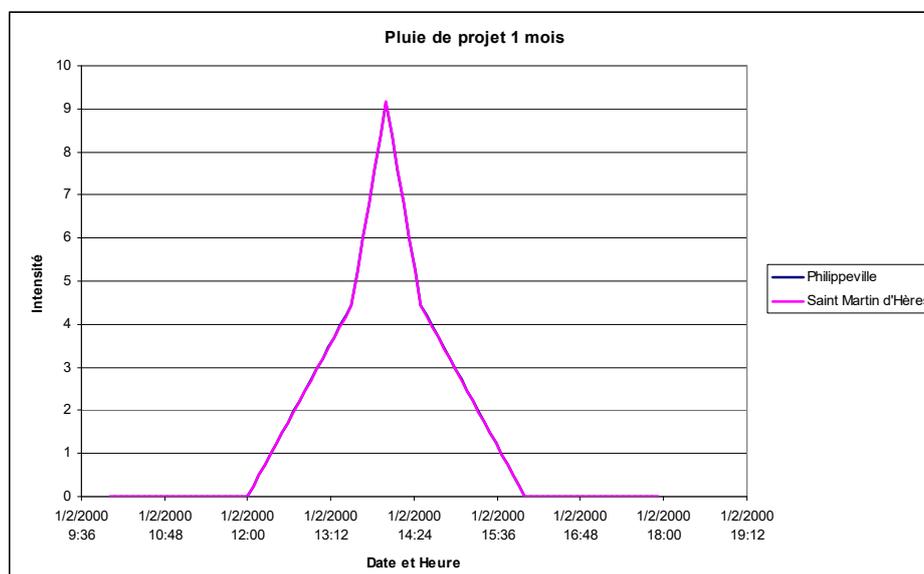


Figure 24 : Hyétogramme de la pluie 1 mois (SMH et Philippeville)

**Remarque :** Cette forme de pluie est adaptée pour des objectifs de capacité de collecteur et de surverse au milieu naturel. Par ailleurs, l'approche sera complétée par le recours à des chroniques de pluie, notamment afin de préciser les volumes de rétention à prévoir.

#### 4.6.2 Pluies rares et fortes : période de retour 2, 10, 30 ans

Le caractère local de la pluviométrie a été étudié pour des pluies rares (cf rapport phase 1.1).

Aussi, à partir des données pluviométriques disponibles, il a été proposé le découpage du territoire en 6 zones :

- Secteur Isère amont rive gauche : pluviomètre de référence Grenoble Saint Martin d'Hères (Météo France),
- Secteur Cœur d'agglomération (Grenoble et bord Drac) : pluviomètre de référence Philippeville (Poste de la Régie Assainissement) avec des quantiles plus forts pour les pluies courtes qu'au poste Grenoble SMH (Météo France),
- Secteur Sud Agglo et Abords Rocade : caractéristiques des pluies équivalentes à celle de Philippeville (analyse statistique indique des quantiles proches pour Rondeau /Varces et Philipeville),
- Secteur Isère aval (entrée de territoire Fontanil, Noyarey/Veurey) : pluviomètre de référence Fontanil (poste Météo France) avec des quantiles plus forts (+27%) qu'au poste Grenoble SMH,
- Secteur versant Vercors (hors plaine du Drac) : caractéristiques des pluies avec coefficient majorateur (+30%) par rapport au pluviomètre Météo France (Grenoble Saint Martin d'Hères),
- Secteur versant Chartreuse : caractéristiques des pluies prises comme équivalentes à secteur versant Vercors,

Les caractéristiques des pluies de projet (durée 4h et période intense 1h) retenues sont détaillées ci-après :

		Période de retour				
		2 ans	5ans	10ans	20ans	30ans
PHILIPPEVILLE Poste Régie -Analyse statistique	Hauteur totale mm	37	38	45	53	57
	Hauteur mm période intense (1h)	20	25	30	35	38
FONTANIL Analyse statistique	Hauteur totale mm	46	48	57	66	72
	Hauteur mm période intense (1h)	23	30	34	37	39
SAINT-MARTIN-D'HERES Poste Météo France	Hauteur totale mm	37	38	45	53	57
	Hauteur mm période intense (1h)	18	23	27	29	30
Secteur Vercors et Chartreuse	Hauteur totale mm	48	49	59	69	74
	Hauteur mm période intense (1h)	23	31	35	38	39

**Tableau 22 : Caractéristiques des pluies de projet (occurrence > 2 ans , durée 4h et période intense 1h) – diagnostic capacitaire**

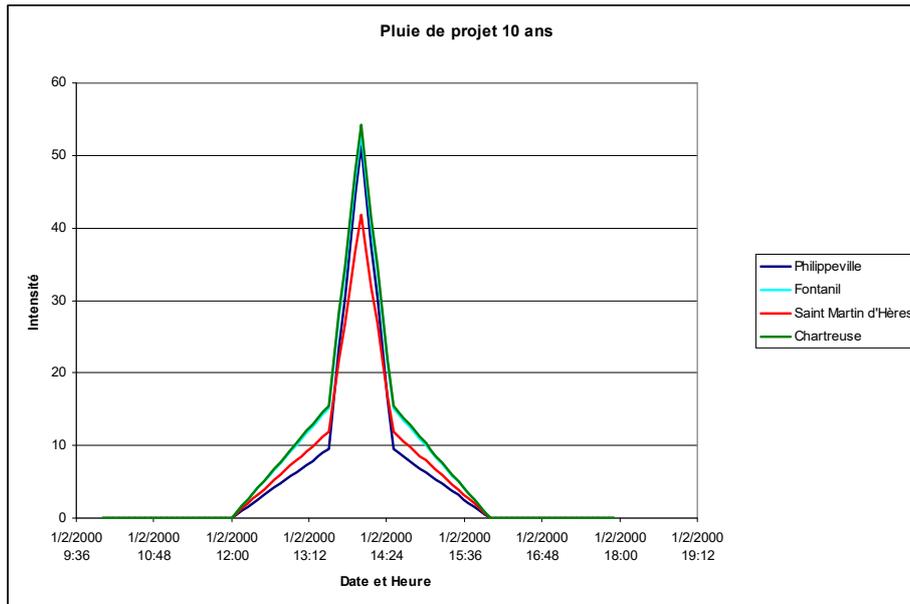


Figure 25 : Hyétoqramme de la pluie 10 ans (SMH, Philippeville, Fontanil et Vercors et Chartreuse)

**Remarque :** Cette forme de pluie est adaptée pour des objectifs de diagnostic de capacité de collecteurs (cas pénalisant des débits de pointe) et donc de surcharge en réseau. Par ailleurs, cette caractéristique de pluie (en volume) est adaptée afin de quantifier les volumes de stockage maximum à prévoir, en cas de débordement, pour différentes occurrences.

La comparaison des pluies de projets construites, avec le tableau des pluies réelles observées (et leurs occurrences associées, en terme de cumul et en terme d'intensité horaire), conduit aux remarques suivantes :

- une pluie de projet « 2 ans » pourrait correspondre à la pluie réelle du 2 aout 2010
- une pluie de projet «10 ans » pourrait correspondre (en pointe) à la pluie réelle du 28 juillet 2013
- une pluie de projet « 30 ans » pourrait correspondre (en pointe) à la pluie réelle du 24 juillet 2015
- la sensibilité de l'approche par pluie de projet réside essentiellement dans :
  - o la prise en compte de l'hétérogénéité spatiale (en particulier à l'échelle de grand bassin versant)
  - o la prise en compte de l'hétérogénéité temporelle (au cours de l'épisode pluvieux).

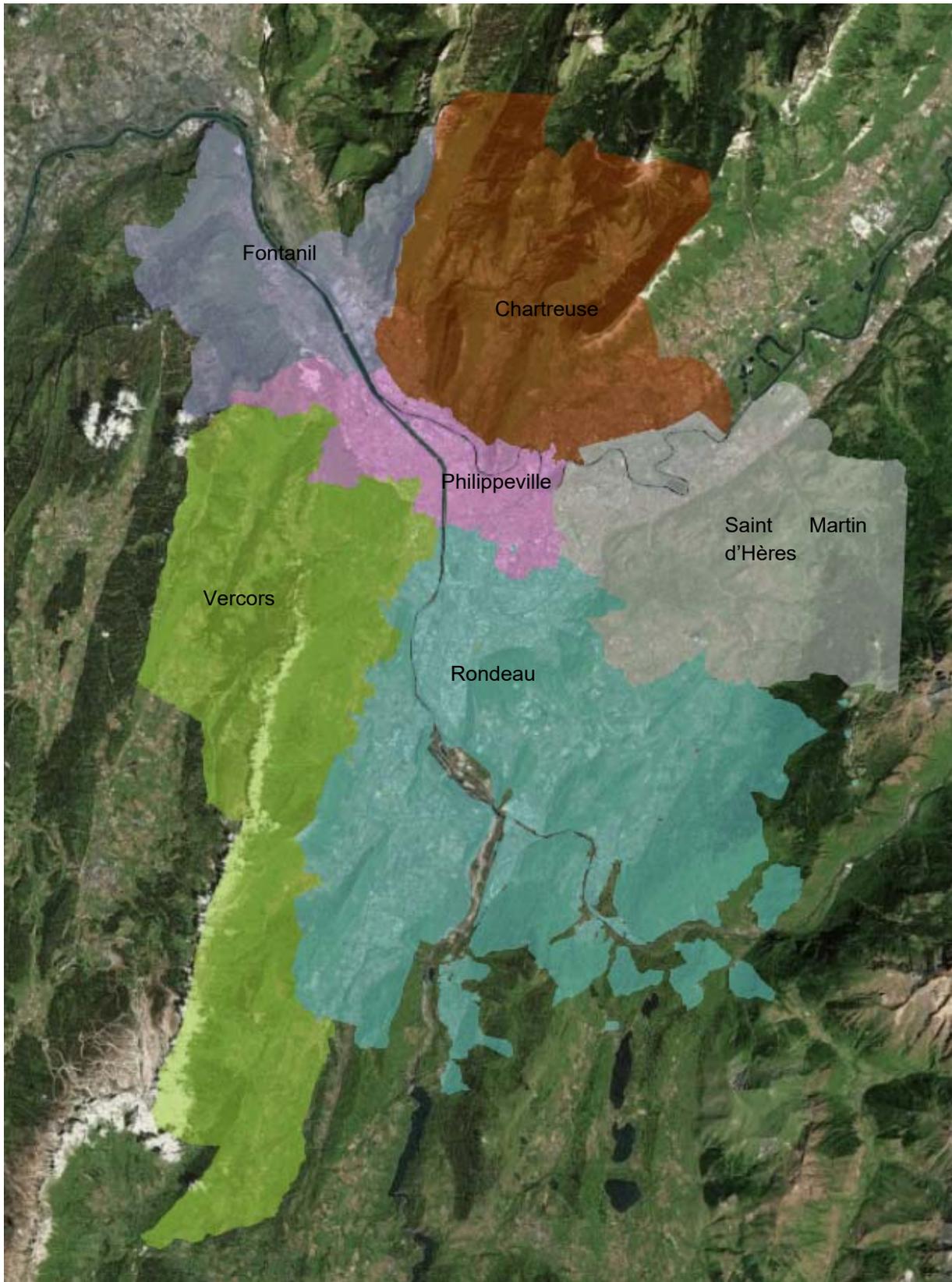


Figure 26 : Affectation des pluies de projet pour les périodes de retour 2 à 30 ans

## 4.7 Synthèse

Les objectifs de l'analyse des données pluviométriques sont les suivants :

- Mise à jour des connaissances, prise en compte de données récentes,
- Analyse de la répartition spatiale de la pluie, typologie des épisodes (lien avec données de terrain),
- Définir des pluies de projet (analyse statistique) et des pluies réelles pour l'analyse du réseau.

Compte-tenu des données disponibles, nous avons réalisé les analyses suivantes :

- analyse de la répartition spatiale des cumuls de pluie pour des épisodes passés : cette analyse a pour objectif de classer les épisodes par type en fonction de la répartition spatiale, de leur plus ou moins grande homogénéité, afin de disposer d'une « bibliothèque » d'épisodes pouvant servir de référence et parmi lesquels on pourra sélectionner des épisodes pour les tests du modèle.
- Cette approche en lien avec les données de terrain (informations sur les débordements éventuels du réseau), permet dans un premier temps de valider ou non les données pouvant paraître incohérentes. Dans un second temps l'analyse permet de mettre en évidence des tendances éventuelles dans la répartition spatiale de certains types d'épisodes.
- Pluies de projet (rare) pour l'analyse des insuffisances du réseau : A partir des courbes intensité-durée-fréquence de la station de Grenoble-SMH, il a été défini des coefficients correcteurs à apporter selon les secteurs, en se basant sur la comparaison des analyses de la pluviométrie journalière. Des statistiques sur les valeurs journalières (maxima annuels) ont été effectuées aux stations où cela est pertinent : postes Météo France (Le Fontanil, Varcès, Grenoble-SMH) et les postes de la Régie de Rondeau et Philippeville. Cette approche statistique vient compléter les données connues de la station de Grenoble-SMH (ou Grenoble St Geoirs).

*☞ L'approche par pluie de projet employée dans la suite du document pour l'évaluation du diagnostic capacitaire constitue une approche sécuritaire et pénalisante par le fait que :*

- pour une occurrence donnée, le cumul de précipitation et l'intensité maximale horaire correspondent à l'occurrence
- la majoration (quantile plus fort) sur les secteurs Vercors et Chartreuse est appliquée à l'ensemble du bassin versant associée
- la simulation testée consiste à faire « précipiter la pluie de projet » sur l'ensemble du bassin versant, et en simultanéité.

# 5. Diagnostic global de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : diagnostic des dépassements de capacité et des points de débordements

## 5.1 Préambule

L'objectif de cette partie est d'identifier les dysfonctionnements majeurs du réseau par temps de pluie et d'analyser les causes de ces désordres pour différentes périodes de retour d'évènements pluvieux (2 à 30 ans) en situation actuelle.

**Ces simulations permettent de déterminer le comportement hydraulique des réseaux en cas de pluie importante et d'identifier notamment les tronçons insuffisants induisant des mises en charge et éventuellement des débordements avec risque d'inondation.**

*NB : Le diagnostic capacitaire évoqué ci-dessous est établi sur la base d'hypothèses pénalisantes :*

- *Concomitance de pluie sur l'ensemble des bassins versants*
- *Notion de pluie projet avec hyétogramme construit de telle sorte que l'intensité de pluie et le cumul de pluie correspondent à l'occurrence de pluie étudiée.*
- *Bruit de fond de temps sec, correspondant à un niveau d'apport nappe/sources, en configuration hautes eaux /nappes eaux*

*Aussi, dans le cadre des programmes d'actions qui seraient engagées, il s'avèrera nécessaire de procéder à des investigations complémentaires locales afin d'affiner le diagnostic et les orientations envisagées.*

## 5.2 Dysfonctionnements établis par la modélisation

Le diagnostic établi à partir de la modélisation montre que de nombreuses mises en charge dans les réseaux se produisent par temps de pluie de manière généralisée (en cas de pluie d'occurrence 10 ans, ou plus localement en cas de pluie T=2 ans sur certains sous bassins versants – cf paragraphe ci-après) avec apparition de points de débordements et ruissellement sur la chaussée (notamment au niveau de points bas de voirie).

Les dysfonctionnements mis en évidence par les simulations correspondent généralement aux zones à problèmes connues par la collectivité (mises en charge du collecteur, débordements potentiels).

Les mises en charge et débordements potentiels des réseaux unitaires et Eaux Pluviales de Grenoble Alpes Métropole modélisés sont dus à trois principaux facteurs :

- Importants débits par temps de pluie générés par le ruissellement dans le centre ville et capacité insuffisante de certains collecteurs,
- Influence aval induite par la montée du niveau d'eau dans les collecteurs structurants et par la saturation au niveau des exutoires,
- Singularités ponctuelles (rétrécissement, chute, passage en siphon, croisement de collecteur, contre-pente).

## 5.3 Détail et origine des désordres constatés sur les réseaux

Les commentaires suivants peuvent être faits sur les secteurs présentant des dysfonctionnements importants.

### Secteur Unitaire de Grenoble

*☞ La partie Grenoble Centre (proximité Isère) fait l'objet d'une étude détaillée. Le diagnostic capacitaire des collecteurs présents sur cette zone est présenté dans le chapitre 6 (secteur Grenoble Centre, modélisation détaillée).*

### Secteur Rive Gauche Drac

*☞ Ce secteur du territoire fait l'objet d'une étude détaillée. Le diagnostic capacitaire des collecteurs présents sur cette zone est présenté dans le chapitre 7 (secteur Rive Gauche Drac, modélisation détaillée).*

### **Secteur Chartreuse (Isère amont rive droite)**

*☞ Ce secteur du territoire fait l'objet d'une étude détaillée. Le diagnostic capacitaire des collecteurs présents sur cette zone est présenté dans le chapitre 8 (secteur Chartreuse, modélisation détaillée).*

### **Secteur Sug Romanche**

*☞ Ce secteur du territoire fait l'objet d'une étude détaillée. Le diagnostic capacitaire des collecteurs présents sur cette zone est présenté dans le chapitre 9 (secteur Sud Romanche).*

## Secteur Isère amont rive gauche

### Sans condition aux exutoires

Pour la pluie 2 ans, il n'est pas mis en évidence de mises en charges des collecteurs structurants, à l'exception du collecteur unitaire d'amenée à la station PI1 à Gières.

Dès la pluie de temps de retour 10 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité (saturation) :

- Le collecteur eaux pluviales de la rue des sports DN1050 à Domène
- Le collecteur unitaire DN300, arrivant à la station Bayardières rue Montroux après le DO Bayardières à Domène
- Le collecteur unitaire DN400 de la rue Jean Jaurès à Gières
- Le collecteur unitaire DN600 de la rue de l'Isère à Gières
- Le collecteur EP DN600 de la rue du Grand mas à Gières
- Le secteur Roseraie à Gières

A partir de la pluie de temps de retour 10 ans, des débordements apparaissent au niveau du collecteur Jean Jaurès à Gières, et aux abords du déversoir d'orage rue des Sports à Domène.

Pour la pluie de temps 30 ans, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent, et des débordements importants apparaissent sur ces antennes. Néanmoins, en comparaison avec les débordements observés lors du précédent schéma, la situation tend à s'améliorer.

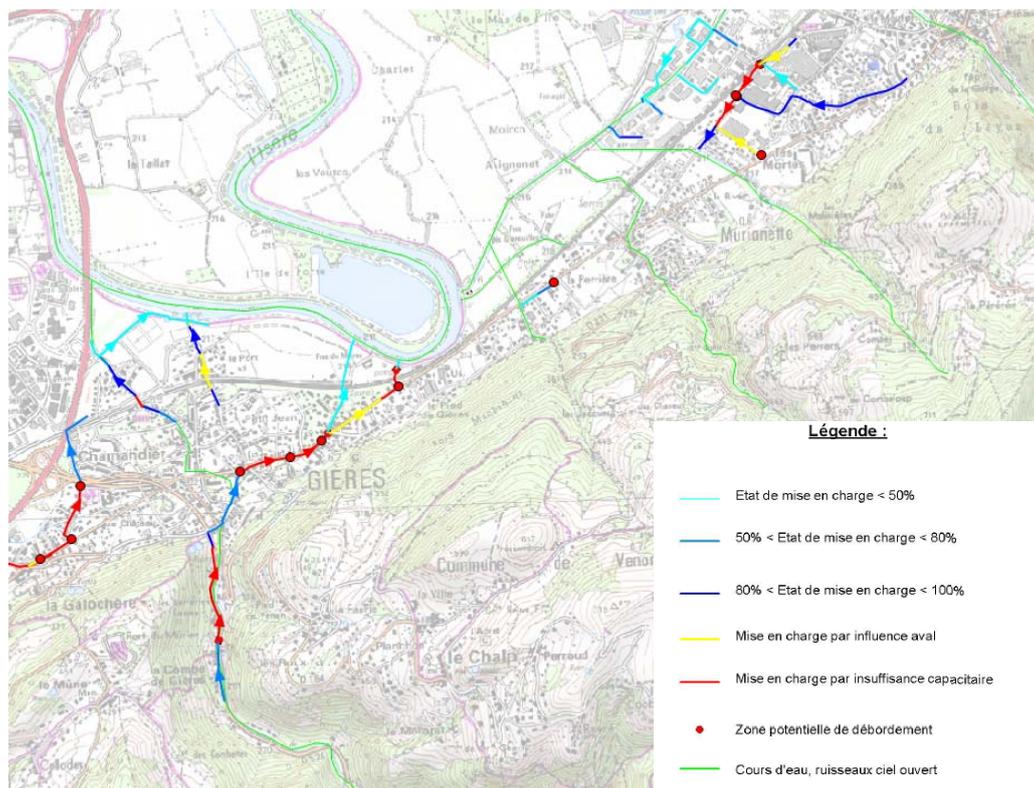


Figure 27 : Diagnostic hydraulique –pluie 10 ans – Isère amont rive gauche

### Avec condition aux exutoires (saturation de l'émissaire)

Les zones de dysfonctionnement restent inchangées. La majorité des tronçons liés aux exutoires sont mis en charge à partir de la pluie 2 ans par condition aval de saturation des exutoires.

## Secteur Sud du territoire Métropolitain

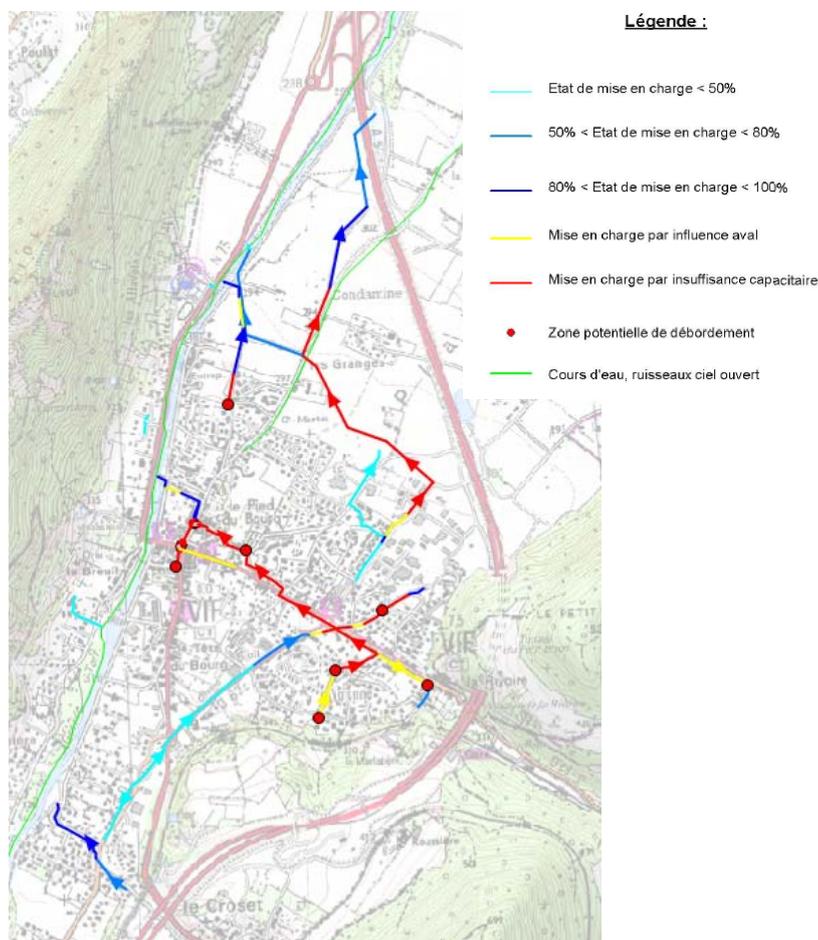
### Bassin versant Vif

#### *Sans condition aux exutoires*

Dès la période de retour 2 ans, le collecteur de l'Avenue Rivalta Di Torino DN400 est mis en charge.

Pour la pluie de temps de retour 10 ans, les collecteurs de l'avenue de Rivalta Di Torino DN400 et de la rue de la république DN500 à Vif sont en charge. Pour cette même occurrence, le collecteur du Boulevard de la Résistance / Rue des pierres DN600, et le collecteur EP rue de la Colombe sont mis en charge à cause de capacité insuffisante, et des zones de potentiels débordements apparaissent.

NB : sur ce secteur, des travaux sont en cours pour participer à la réduction des apports parasites, et délester vers Argenson.



**Figure 28 : Diagnostic hydraulique Pluie 10 ans – Sud Agglomération**

Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent, et des débordements sont occasionnés.

#### *Avec condition aux exutoires (saturation de l'émissaire)*

Les zones de dysfonctionnement restent inchangées. La majorité des tronçons liés aux exutoires est mis en charge à partir de la pluie 2 ans par condition aval de saturation des exutoires.

### Bassin versant Claix – Varcès

#### Sans condition aux exutoires

Des mises en charge et des débordements peuvent être observés dès la période de retour 2 ans, notamment Chemin du Risset à Claix.

Pour la pluie décennale, les débordements et les mises en charge s'accroissent.

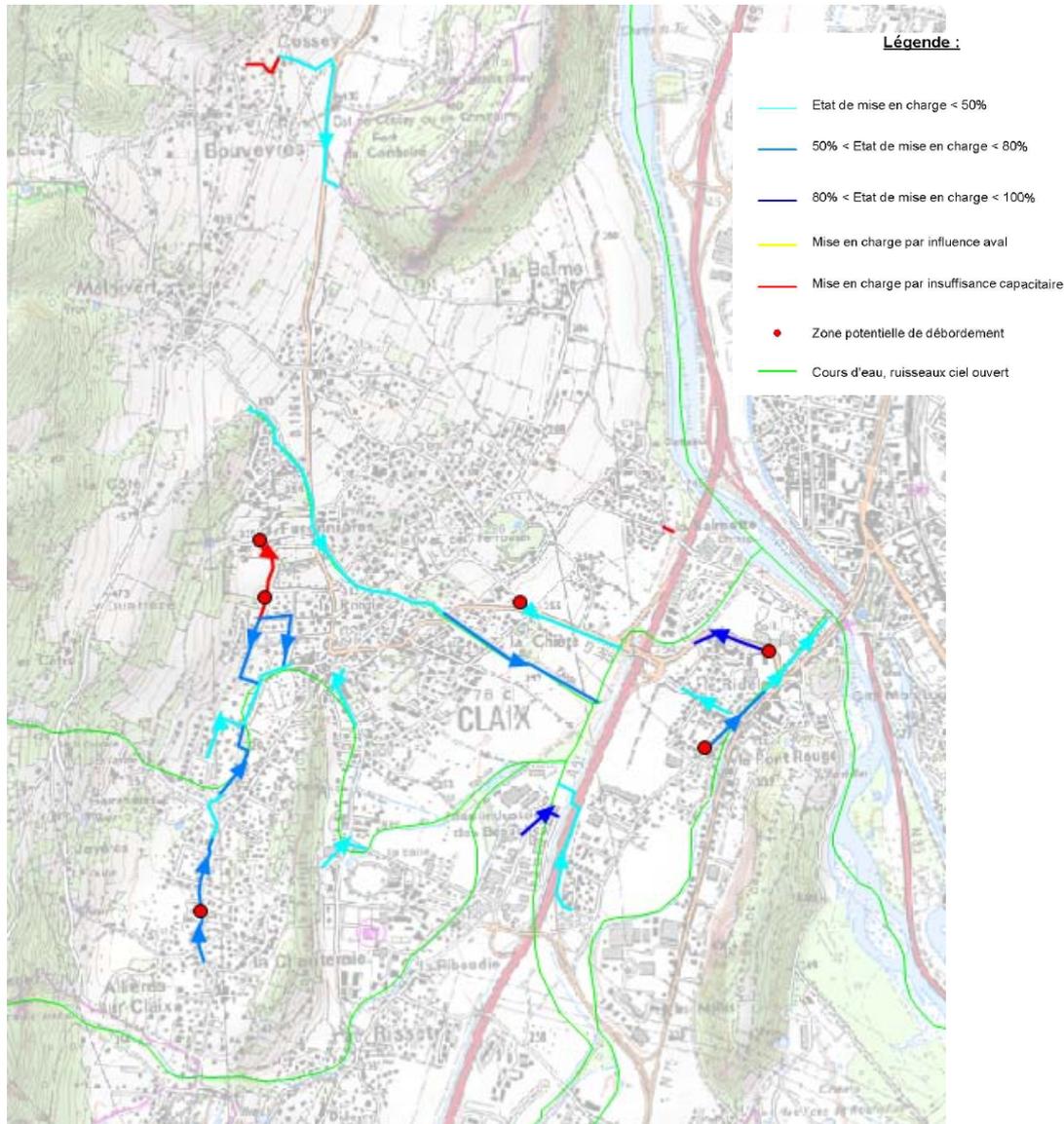


Figure 29 : Diagnostic hydraulique Pluie 10 ans – Secteur de Claix

Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent encore.

#### Avec condition aux exutoires (saturation de l'émissaire)

Les zones de dysfonctionnement restent inchangées. La majorité des tronçons liés aux exutoires sont mis en charge à partir de la pluie 2 ans par condition aval de saturation des exutoires

## Secteur Abords Rocade

☞ *la sensibilité du système assainissement en cas de crue du Verderet est étudié dans le chapitre 8 du document « Vulnérabilité en cas de crue ».*

Bassin versant de l'Epi, ZUP, Mogne, Croizat (cf carte ci-après) :

*Sans condition aux exutoires*

En se rapprochant du centre urbain de la métropole grenobloise, le réseau devient plus dense, mais également beaucoup plus contraint. On note alors de nombreux secteurs de potentiels débordements, et ce même pour des pluies relativement fréquentes.

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les mises en charge se situent sur le collecteur Mogne par dépassement de capacité (saturation du collecteur) pour un apport de pluie biennale. Ces mises en charge peuvent occasionner sur certains tronçons (tronçon avant DO Mogne/Zup, et tronçon Anatole France) des risques de débordements. De même, des mises en charge apparaissent sur le collecteur de la rue Georges Sand en amont du maillage avec le collecteur Mogne.

Par ailleurs, des mises en charge sont rencontrés à cause d'un dépassement de capacité en amont du maillage Croizat/Epi. En outre, sur cette partie aval, des mises en charges sont observées par influence aval du collecteur Mogne (collecteur Valmy).

Pour la pluie décennale, ces mises en charge s'accroissent et les zones de débordement apparaissent sur les collecteurs Mogne et sur les collecteurs secondaires raccordés.

Par ailleurs, le collecteur unitaire DN2000 de l'avenue La Bruyère est en charge à cause d'un dépassement de capacité avec des débordements qui apparaissent.

A noter, pour la pluie 10 ans, une mise en charge du collecteur EPI (jusqu'à l'avenue Croizat à Saint Martin d'Hères), sans pour autant être en limite de débordement, et une mise en charge du collecteur ZUP (ouvrage conçu pour fonctionner en charge avec tampons verrouillés).

Pour la pluie trentennale, le modèle met en évidence une mise en charge de l'ensemble des collecteurs du bassin versant, avec des lignes d'eau qui se situent au terrain naturel ce qui entraîne des débordements importants.

Pour la pluie 2 ans, il n'apparaît pas de mises en charge importantes sur les collecteurs structurants du secteur amont Boulodrome/Eybens.

En revanche, pour la pluie 10 ans, les antennes unitaires Jean Jaurès, rue des Javaux et secteur Chopin à Eybens sont en charge avec des débordements qui apparaissent.

*Avec condition aux exutoires (saturation de l'émissaire)*

Les zones de dysfonctionnement restent inchangées. La majorité des tronçons liés aux exutoires est mis en charge à partir de la pluie 2 ans par condition aval de saturation des exutoires.

Bassin versant EP Echirolles (cf carte ci-après)

*Sans condition aux exutoires*

Pour la pluie 2 ans, il n'apparaît pas de mises en charge importantes sur les collecteurs structurants du secteur d'Echirolles. Toutefois on peut noter la limite de charge des collecteurs EP Langevin et EP Baudelaire.

Pour la pluie 10 ans, les collecteurs précédemment évoqués sont en charge sur l'ensemble du linéaire avec des débordements qui apparaissent (rue Langevin et rue Baudelaire).

En outre, le collecteur EP structurant d'Echirolles est en charge (allée du Rondeau, rue Pelloutier) avec des risques de débordements à proximité du siphon sous le cours Jean Jaurès.

Pour la pluie de temps de retour 30 ans, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent, et des débordements importants apparaissent sur ces antennes.

On peut tout de même noter une amélioration des conditions de mise en charge des réseaux depuis le précédent schéma (mise à jour des sous bassins versant naturel, intégration des travaux locaux de déconnexion en amont de Mogne/Zup)

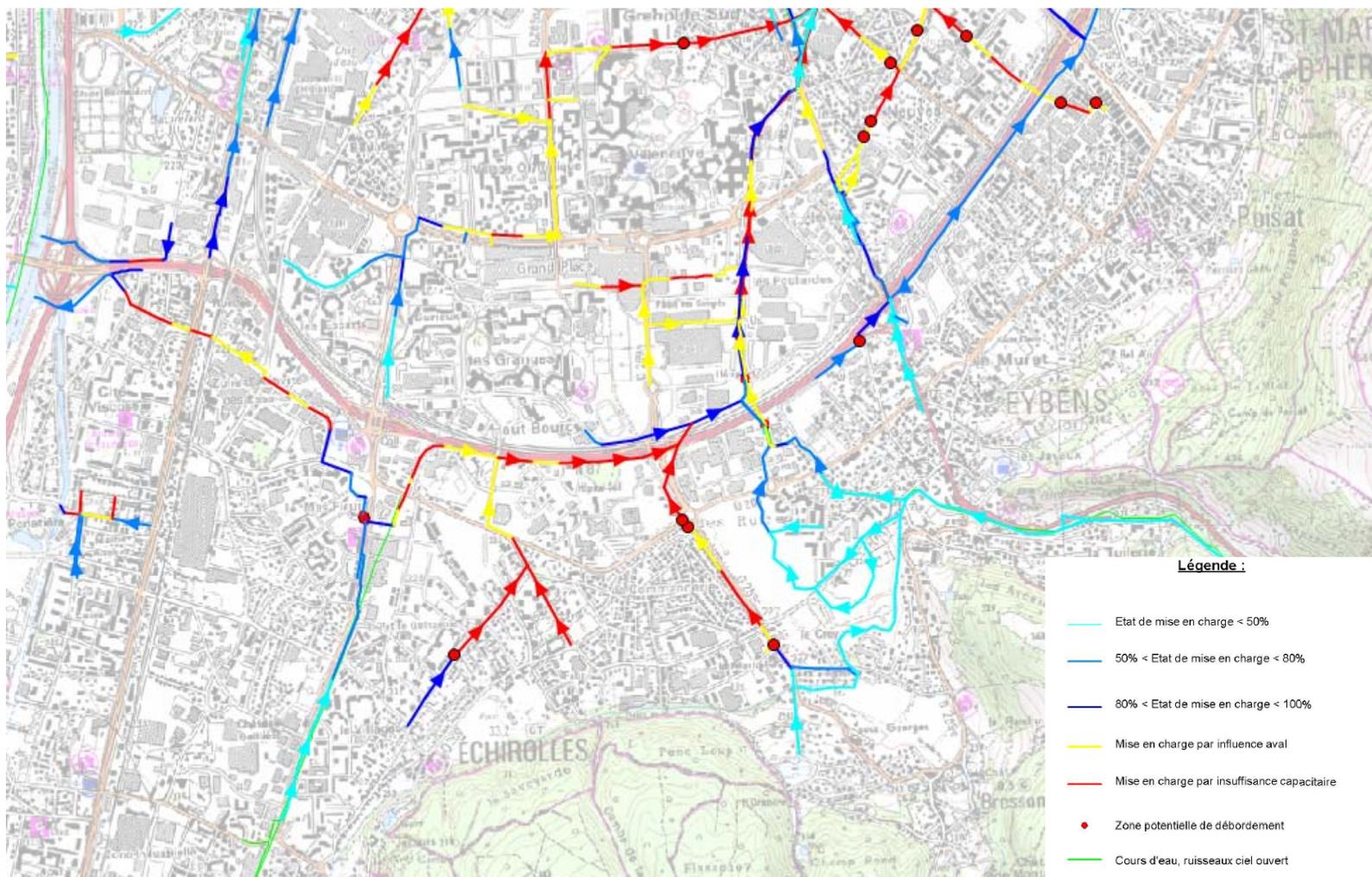


Figure 30 : Diagnostic hydraulique – pluie 10 ans – secteur Abords Rodade

## Secteur Isère aval

*Sans condition aux exutoires*

Pour la pluie 2 ans, il n'apparaît pas de mises en charge importantes sur les collecteurs structurants du secteur Isère aval.

Dès la pluie de temps de retour 10 ans, des dépassements de capacité sont identifiés

- Avenue de Karben à Saint Egrève (DN600)
- Rue du Petit Lac à Saint Martin le Vinoux (DN800)

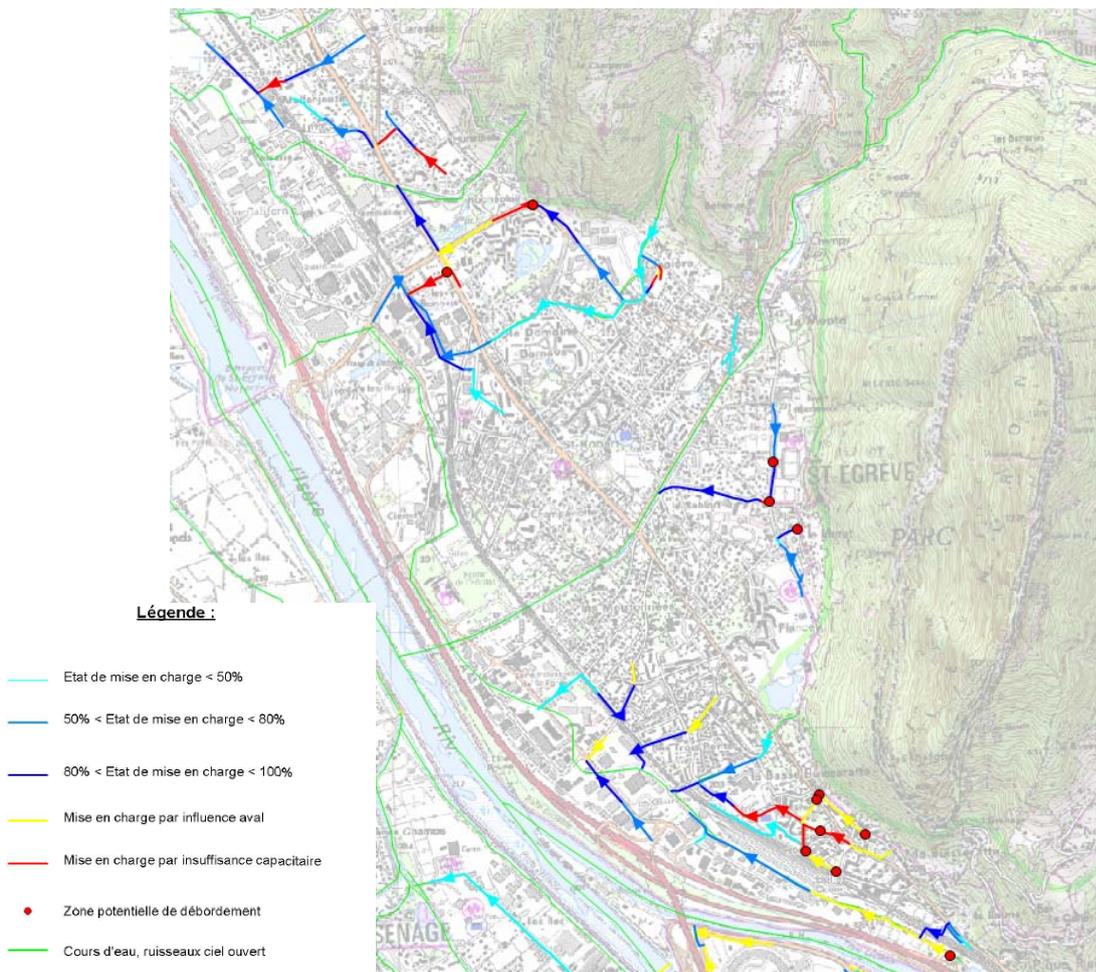


Figure 31 : Diagnostic hydraulique – pluie 10 ans – Isère aval

Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent.

*Avec condition aux exutoires (saturation de l'émissaire)*

Les zones de dysfonctionnement restent inchangées. La majorité des tronçons liés aux exutoires est mis en charge à partir de la pluie 2 ans par condition aval de saturation des exutoires.

## 6. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : Grenoble Centre

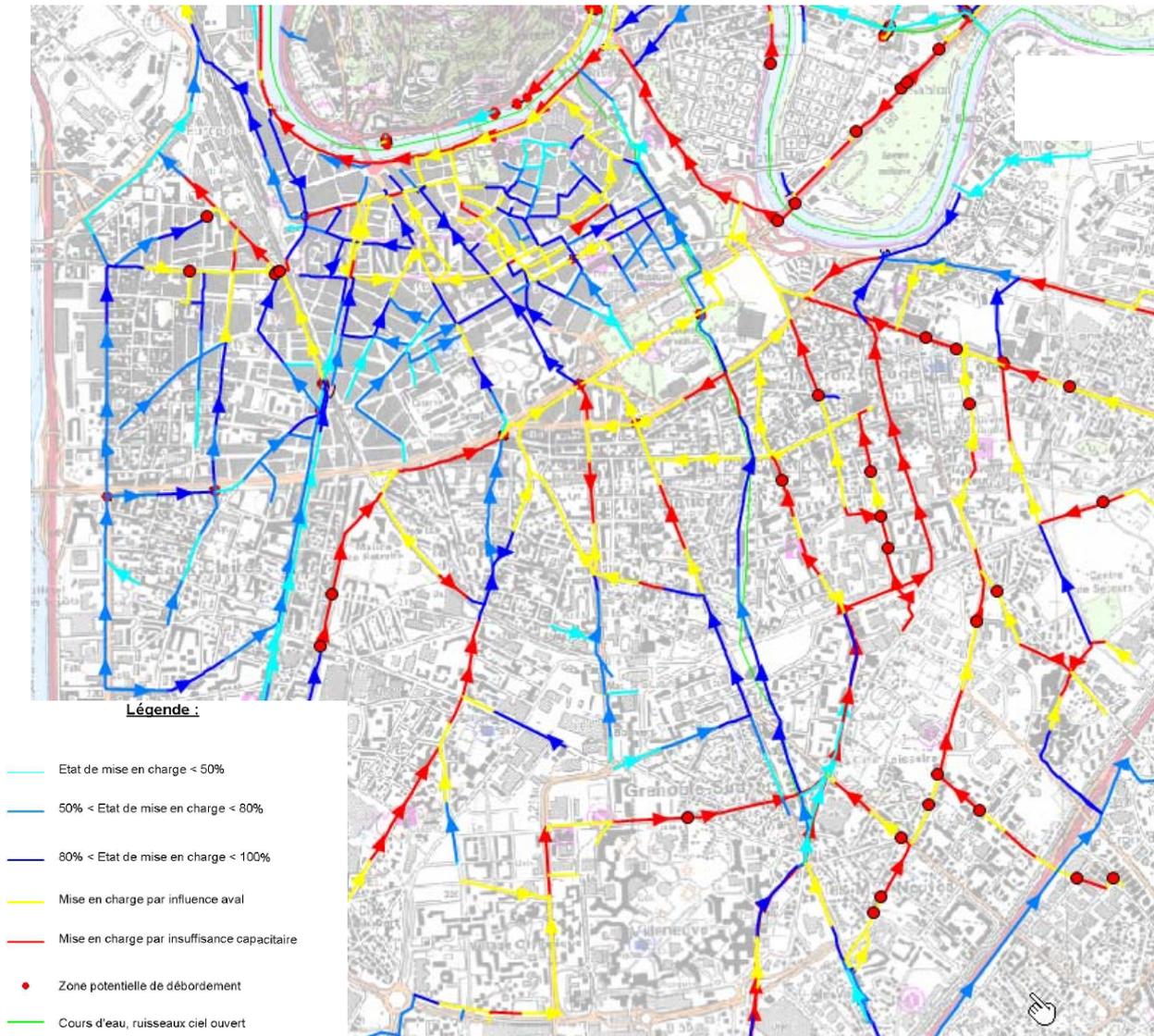
Pour les pluies rares, le diagnostic de fonctionnement actuel s'appuie sur les résultats des simulations de pluies de projet de temps de retour 2 ans, 10 ans et 30 ans.

Ces résultats ont été validés après comparaison avec :

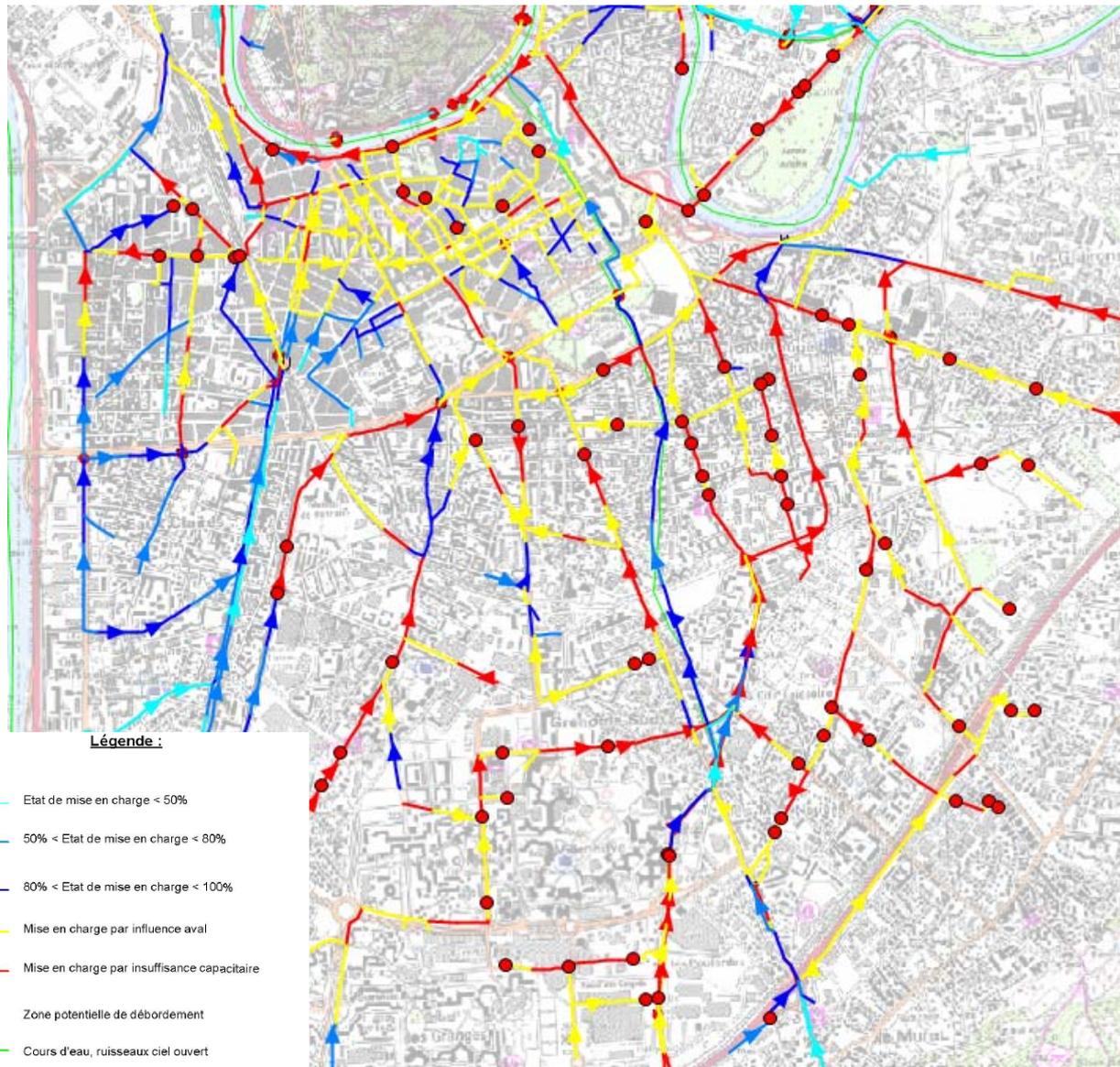
- Les mesures réalisées dans le cadre de l'étude lors de pluie forte (pluie du 17 juillet 2011, 1er septembre 2011) où les collecteurs instrumentés présentaient des hauteurs d'eau proches de la pleine charge de collecteur.
- les dysfonctionnements connus par la Régie, lors d'épisode pluvieux intenses.

Les dysfonctionnements mis en évidence par les simulations correspondent généralement aux zones à problème connues par la collectivité (mise en charge et débordements) et qui sont recensés par les équipes secteurs, lors d'orages exceptionnels.

Les cartes ci-après localisent les zones de dysfonctionnements modélisées pour les pluies d'occurrence 10 ans et 30 ans.



**Figure 32 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – Pluie de projet T=10 ans – secteur Grenoble Centre**



**Figure 33 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – Pluie de projet T = 30 ans – Secteur Grenoble Centre**

*Sans condition aux exutoires*

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité (saturation du collecteur) :

- Le collecteur unitaire DN1800 du boulevard Mal. Foch au croisement avec la rue Général Ferrié qui met en charge par influence aval les collecteurs DN1600 de la rue Gal. Mangin et DN1800 de la rue L. Lagrange à Grenoble,
- Le collecteur unitaire DN1600 de l'avenue Jeanne d'Arc à Grenoble,
- Le collecteur unitaire DN800 de l'avenue Washington à Grenoble,
- Le collecteur unitaire Mogne du boulevard Mal. Leclerc à Grenoble,
- Le collecteur unitaire DN1800 de la rue Pierre Semard à Grenoble qui met en charge par influence aval le collecteur DN1800 de l'avenue de Vizille.

Par ailleurs, il est à noter des mises en charges importantes avec débordements sont dues à une influence aval (collecteur RGI) pour les collecteurs de la zone Centre de Grenoble :

- Le collecteur unitaire DN1600 du RGI situé sur la voie sur berge qui met en charge par influence aval les tronçons DN1650 de la rue de Belgrade et DN1900 de la place de Lavalette à Grenoble,
- Les collecteurs unitaires DN2000 de l'avenue Félix Viallet et DN1800 de la rue Crepu qui sont mis en charge par l'influence aval du barrage Viallet à Grenoble et de la mise en charge dans le collecteur Belgrade,
- Le collecteur unitaire Stalingrad à Grenoble.

Ces mises en charge s'expliquent principalement par des pentes faibles, et parfois contre-pente, des collecteurs de la zone centre. A contrario, les sections importantes des ouvrages, et les nombreux maillages entre collecteurs permet de limiter les zones de débordement.

Toutefois, certaines mises en charge s'accompagnent d'un risque de débordement sur chaussée, notamment :

- Avenue Washington à Grenoble (une réflexion est en cours afin d'optimiser le fonctionnement des collecteurs et les maillages existants)
- Au croisement de l'avenue de Vizille et de la rue Pierre Semard sous le pont de la SNCF à Grenoble

A partir de la pluie décennale, les collecteurs sont davantage sollicités et les collecteurs structurants sont mis en charge par saturation. Ces mises en charge sont principalement occasionnées par la contrainte aval au niveau des évacuations vers le collecteur RGI. Si les bassins versants de Mogne, Jean Macé et Fontenay, dispose d'un exutoire en cas de mise en charge du collecteur, il n'en est pas de même pour le collecteur Belgrade, qui concentrent les principales zones de mise en charge. Néanmoins la présence des nombreux maillages vers les collecteurs secondaires permet de maîtriser les lignes d'eau sous le terrain naturel.

Toutefois, outre les dysfonctionnements listés précédemment qui s'aggravent, de nouvelles zones de débordements apparaissent, notamment au niveau des points bas de terrain naturel :

- Le collecteur unitaire DN1600 de la rue Gal. Mangin à cause d'un dépassement de capacité
- Le collecteur unitaire de l'avenue Leon Jouhau
- Le collecteur unitaire Phi1600 de l'avenue Jeanne d'Arc
- Le collecteur unitaire DN1600 de l'avenue Léon Blum à cause d'un dépassement de capacité
- Collecteur unitaire rue Félix Viallet
- Collecteur unitaire rue René Thomas
- Collecteur unitaire rue Saint-François
- Collecteur unitaire rue Saint-Jacques
- Collecteur unitaire rue Raoul Blanchard
- Collecteur unitaire rue de Belgrade/Quai
- Collecteur unitaire rue du Vieux Temple et rue Très Cloitre

Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent, et des débordements importants peuvent apparaître sur les points de bas de voirie.

#### *Avec condition aux exutoires (saturation de l'émissaire)*

Les zones de dysfonctionnements restent inchangées. La majorité des tronçons liés aux exutoires sont mis en charge à partir de la pluie 2 ans par condition aval de saturation des exutoires.

## 7. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : Secteur Rive Gauche Drac

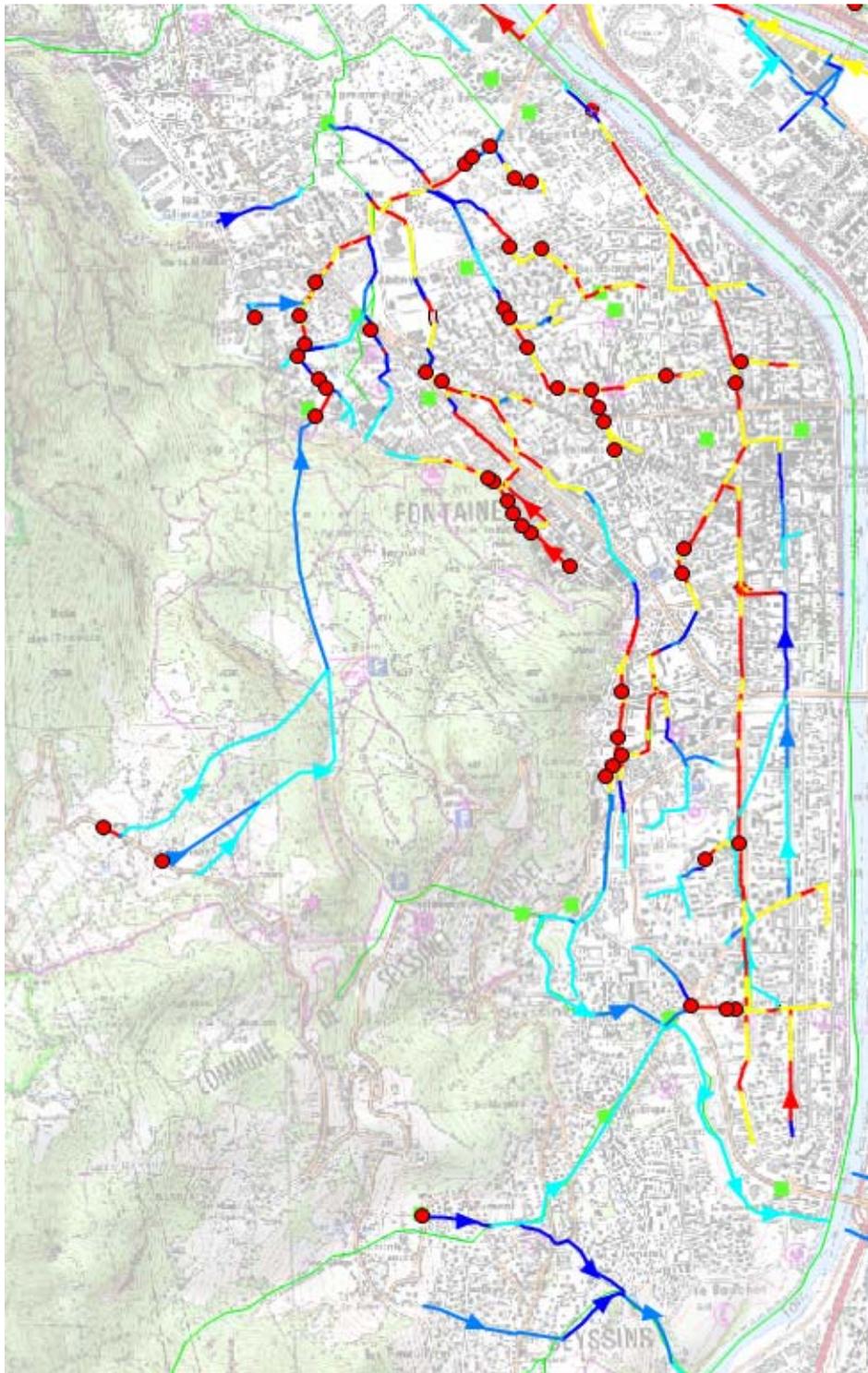
Pour les pluies rares, le diagnostic de fonctionnement actuel s'appuie sur les résultats des simulations de pluies de projet de temps de retour 2 ans, 10 ans et 30 ans.

Ces résultats ont été validés après comparaison avec :

- Les mesures réalisées dans le cadre de l'étude lors de pluie forte (pluie du 17 juillet 2011, 1<sup>er</sup> septembre 2011) où les collecteurs instrumentés présentaient des hauteurs d'eau proches de la pleine charge de collecteur.
- les zones de mise en charge et de débordement identifiées par l'étude hydraulique Petite Saulne, Grande Saulne (Hydrétudes, 2011).
- les dysfonctionnements connus par la Régie, lors d'épisode pluvieux intenses.

Les cartes ci-après présentent l'état de saturation des réseaux EP et Unitaires du secteur pour la pointe de crue d'évènements de période de retour 10 ans et 30 ans.

**En outre, il est rappelé l'approche statistique pénalisante en terme de pluie projet, pour ce bassin versant, avec une majoration de 30% des quantiles de pluies par rapport aux données statistiques enregistrées au pluviomètre Philippeville.**



**Légende :**

- Etat de mise en charge < 50%
- 50% < Etat de mise en charge < 80%
- 80% < Etat de mise en charge < 100%
- Mise en charge par influence aval
- Mise en charge par insuffisance capacitaire
- Zone potentielle de débordement
- Cours d'eau, ruisseaux ciel ouvert
- Dysfonctionnements associés aux axes de ruissellement

Figure 34 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – pluie de projet T= 10 ans – secteur RGD

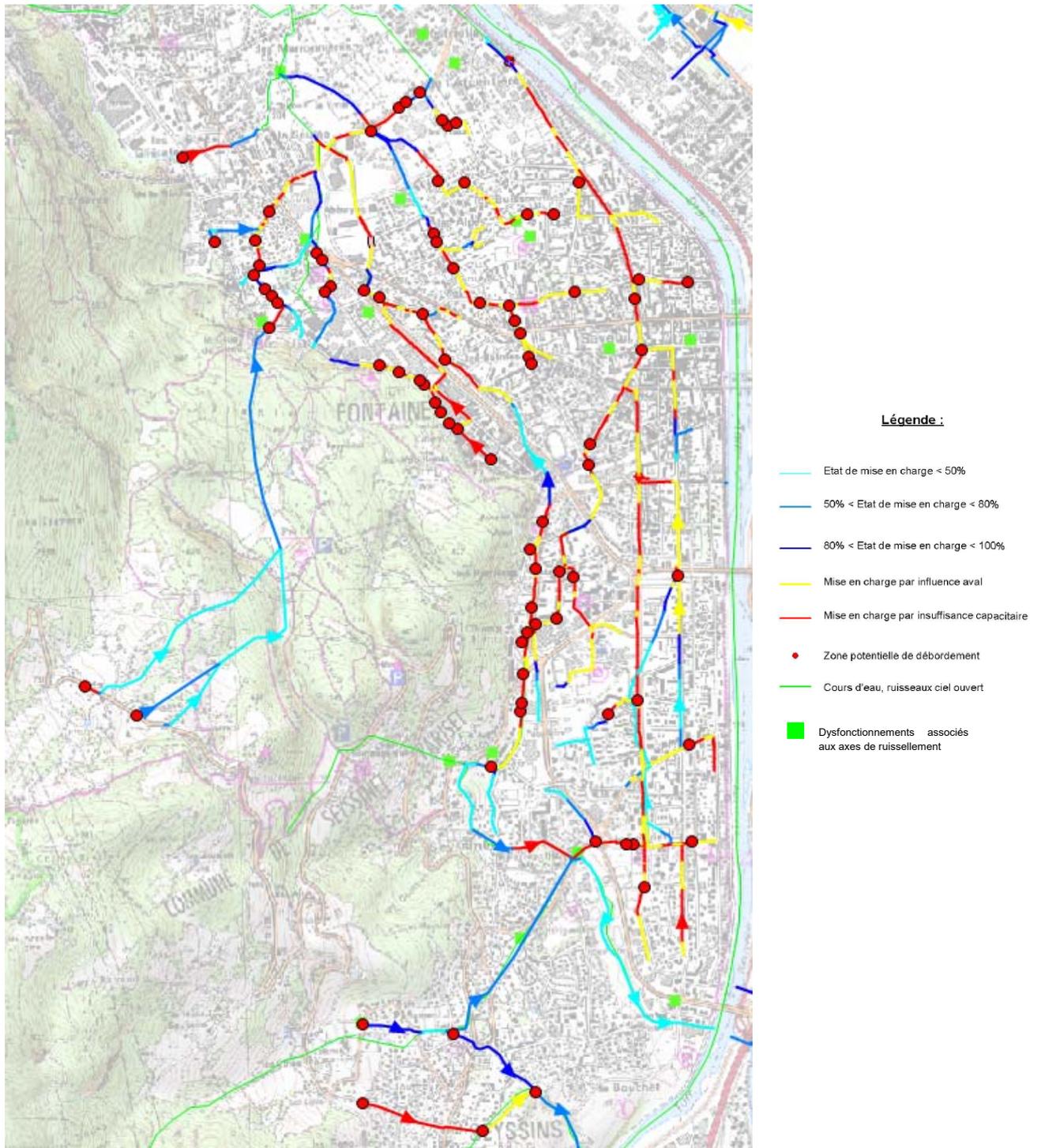


Figure 35 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – pluie de projet T= 30 ans – secteur RGD

## Bassin Unitaire Bergès

### Collecte unitaire :

A l'amont, sur la partie séparative, la surface active raccordée aux réseaux provoque une saturation du collecteur DN250 rue de la Liberté / croisement Pont du Rondeau dès une pluie d'occurrence 2 ans. Le fonctionnement en charge ne génère toutefois pas de débordement sur chaussée, y compris pour des occurrences plus rares. *Cela intègre le maillage réalisé rue des Charrières – RD106 pour détourner les effluents de Saint Nizier vers la surverse du Prisme.*

La collecte unitaire ne présente pas de dépassement de capacité pour des pluies biennales et décennales. La saturation des réseaux apparaît sur l'ovoïde de la rue Aristide Bergès pour des pluies d'occurrence supérieure ou égale à 30 ans.

Les débordements associés apparaissent d'abord avenue de la République au niveau du Pont de Catane. Ils restent faibles pour une pluie trentennale.

### Station Bergès :

Suite aux travaux réalisés sur le secteur Bergès, la station de pompage est aujourd'hui connectée à une branche de collecte EP stricte augmentée des déversements de la branche unitaire en provenance de l'Avenue Aristide Bergès. Pour les trois pluies de projet, les volumes déversés à la station de pompage sont les suivants :

Période de retour	Volume branche EP (Rue Aymé Bouchayer)	Volume DO Bergès	Volume pompé
2 ans	36360	1820	41800
10 ans	42230	5330	51060
30 ans	50660	8210	64500

**Tableau 23 : Volumes collectés – Secteur Bergès suite aux travaux de 2014.**

### Collecte pluviale :

La collecte pluviale est rapidement saturée. Dès la pluie biennale plusieurs dépassements de capacité et d'importantes mises en charge apparaissent.

- Saturation du collecteur principal DN1500 dès la pluie 2ans (avenue V. Hugo – Avenue Bouchayer)
- Rue du Dauphiné : la capacité hydraulique du collecteur DN1000 est atteinte localement pour la pluie 2ans. La saturation se généralise sur le collecteur DN1000 amont sur la rue de la Liberté pour des pluies d'occurrence 5ans et plus.

Le sous dimensionnement du collecteur principal DN1500 avenue V. Hugo / Bouchayer entraîne un fonctionnement en charge et impose des lignes d'eau hautes dans les collecteurs secondaires. Des débordements sur chaussée peuvent se produire pour des pluies rares :

- Rue du Dauphiné / rue Pasteur (DN1000) : T10ans
- Rue de la Cité / rue de l'industrie (DN800) : T10ans
- Rue G Maeder et à l'amont (DN1000) : T10ans
- Avenue de Grenoble / impasse Bergson (DN600) : T30ans

## Bassin Unitaire de Grande Saulne

### Collecte pluviale sur la Grande Saulne

La collecte pluviale ne présente pas de dépassement de capacité majeure. Seul le collecteur DN1000 à DN1300 rue de Lafontaine est sous dimensionné pour des pluies d'occurrences 10ans.

Cependant, les collecteurs subissent l'influence aval des réseaux unitaires qui est fortement sollicité pour des pluies plus fréquentes. Ainsi, les taux de remplissage sont importants et les mises en charges sont répandues dès les évènements d'occurrence supérieure à 2 ans.

Ce fonctionnement en charge imposé par la saturation des réseaux unitaires à l'aval peut provoquer débordements sur chaussée pour des pluies exceptionnelles :

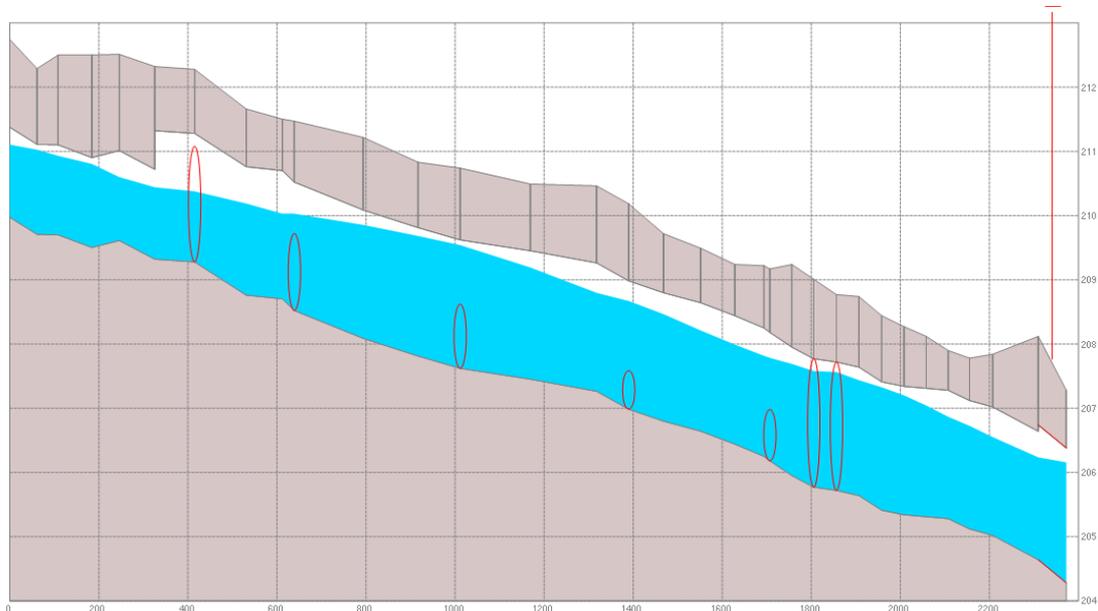
- Fontaine : Allée des Balmes / rue J. Bocq (DN1400) : T10ans
- Seyssinet-Pariset : Avenue Lafontaine (DN1200) : T30ans
- Seyssinet-Pariset : Rue de la Levade / Champ Blanc (DN1300) : T30ans

#### Collecte Unitaire :

Les deux collecteurs principaux sont largement mobilisés par temps de pluie. Dès la pluie 2ans la capacité hydraulique de certains tronçons est déjà atteinte. Cette surcharge s'explique par :

- les apports importants des bassins amont : Grande Saulne amont et Bergès, même si les travaux de déconnexion ont amélioré la situation en provenance de cette branche (EP) ;
- des capacités hydrauliques limitées par la faible pente moyenne des collecteurs et des défauts de pentes locaux.

Collecteur Grande Saulne DN1400 puis 2000 (Bd Joliot Curie) : remplissage maximum pour pluie 2ans. (avant et après travaux sur secteur Bergès)



**Figure 36 : Profil en long du collecteur Grande Saulne – pluie 2 ans – Avant travaux**

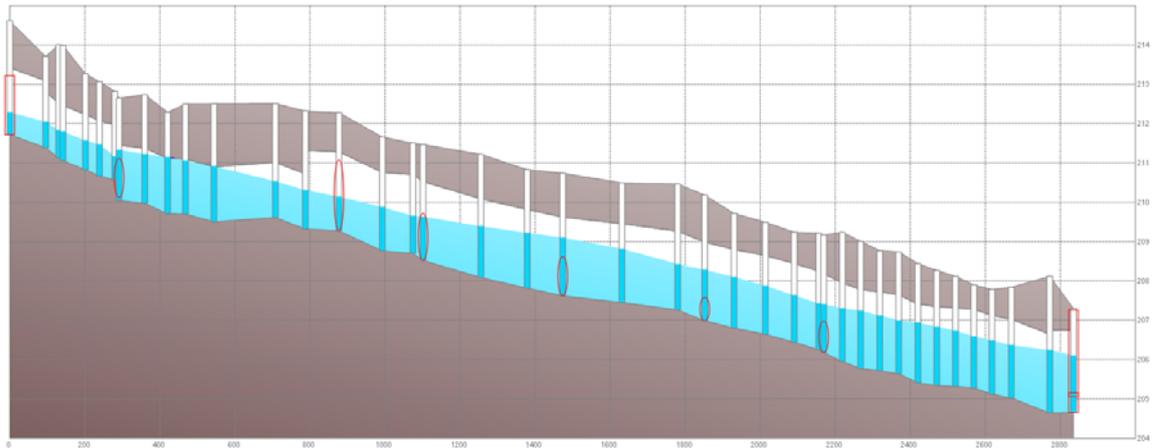


Figure 37 : Profil en long du collecteur Grande Saulne – pluie 2 ans – Après travaux

Les travaux de sollicitation privilégiée de la station pompage Berges ont permis de limiter la hauteur de la ligne d'eau pour la période de retour 2 ans sur le collecteur Grande Saulne.

Collecteur Aval Berges DN1800 (Rue Bouchayer aval DO Bergès) : remplissage maximum pour pluie 2ans.

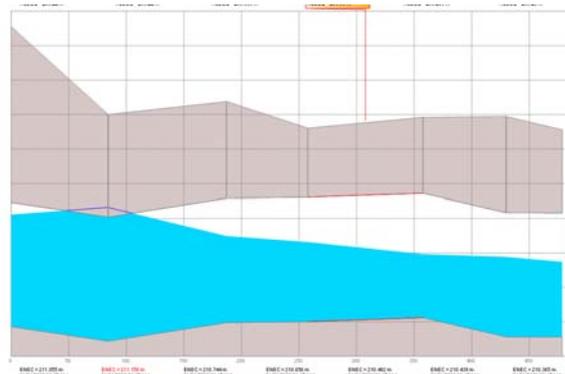


Figure 38 : Profil en long du collecteur Aval Berges – pluie 2 ans – Avant travaux

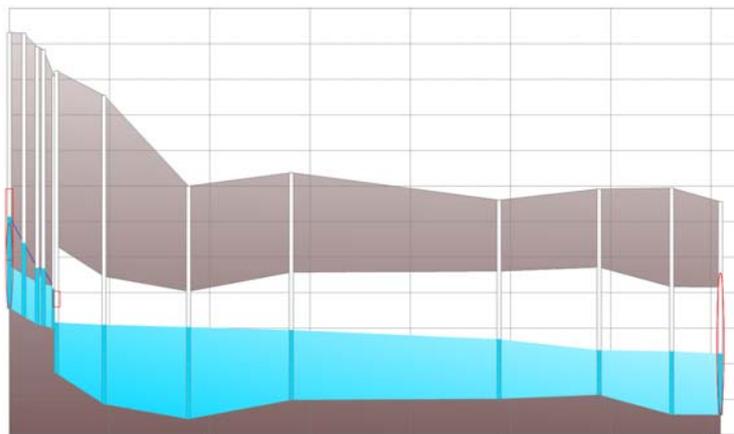


Figure 39 : Profil en long du collecteur Aval Berges – pluie 2 ans – Après travaux

Cette surcharge se traduit par :

- un fonctionnement en charge sur des linéaires importants pour des pluies rares : 2 500 ml en charge pour une pluie 10 ans.
- des débordements sur chaussée possibles au niveau de :
  - Bd Joliot Curie / Rue Ch Michels (DN2000) : T10ans
  - Bd Joliot Curie / Avenue Lenine (DN1400) : T10ans
  - Bd Joliot Curie / RD531 (DN2000) : T30ans

Le DO Grande Saulne permet l'évacuation des débits exceptionnels en maîtrisant la ligne d'eau (le premier point de débordement est situé 1,5 km à l'amont du DO).

Sur les antennes secondaires modélisées, il n'est pas mis en évidence de défaut capacitaire, même pour des pluies rares. Toutefois, les taux de remplissage sont importants à cause de la saturation de l'artère primaire.

### Cœur de plaine

L'orifice de déversement vers Cœur de Plaine, situé très haut au-dessus de la conduite amont (radier de la surverse à 1.30 quand le DN1000 est à un radier de 3.20 m de profondeur), fait que :

- Le déversement vers la Plaine ne se fait que lorsque les réseaux sont fortement en charge, soit pour la période de retour 10 ans.
- Les volumes envoyés vers le Cœur de Plaine sont relativement faibles.

Période de retour	Volume dans bassin Cœur de Plaine (m3)	Débit de pointe orifice d'entrée	Débit de pointe réseau aval	Déversement déversoir de sécurité ?
2 ans	0	0	0.70	NON
10 ans	95	0.17	1.21	NON
30 ans	1110	0.85	1.26	NON

Tableau 24 : Fonctionnement Cœur de Plaine

### Bassin de la Petite Saulne

La Petite Saulne est saturée pour un évènement de temps de retour 2 ans. Sur sa partie enterrée, des débordements sur chaussée peuvent apparaître :

- rue Paul Vallier / Rue de la Cité (DN1000) : T2ans
- Avenue Armand / Rue Garibaldi (DN 1000) : T2ans

La Via Etretat est saturée pour un évènement de temps de retour 2 ans. Sur sa partie enterrée, des débordements sur chaussée peuvent apparaître :

- Rue Michels / Rue des Alpes (DN800) : T2ans
- Rue des Alpes / Rue du Grand Veymond (DN800) : T2ans

Le ru Fontaine du Curé est saturé pour un évènement d'occurrence 2 ans. Des débordements peuvent apparaître tout le long du collecteur.

Le ru les Buissonnées présente moins de risque d'inondation. Les collecteurs ne sont saturés que pour des évènements exceptionnels.

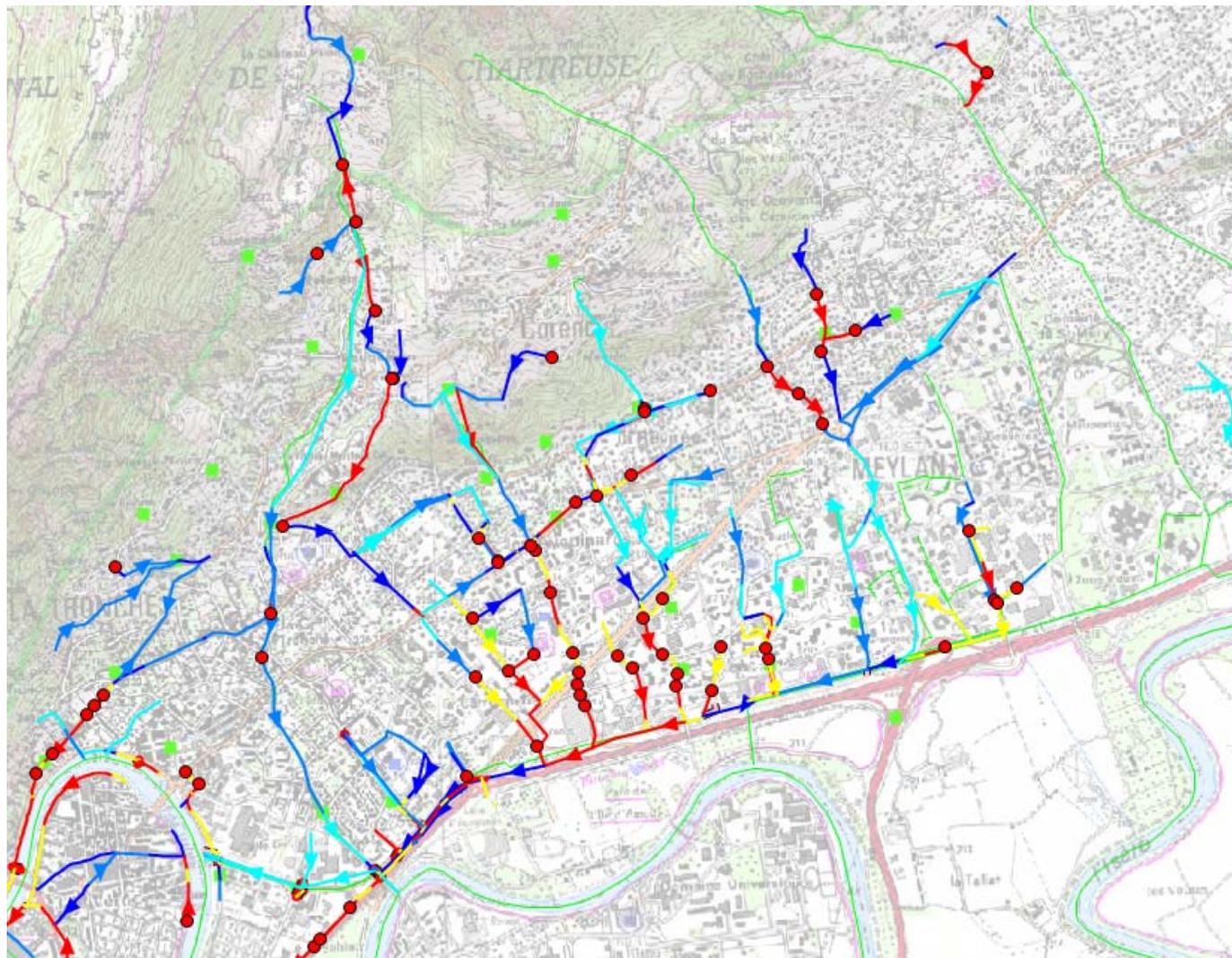
## 8. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares : Secteur Chartreuse

Les dysfonctionnements mis en évidence par les simulations correspondent généralement aux zones à problèmes connues par la collectivité (mises en charge et débordements) et qui sont recensés par les équipes secteurs, lors d'orages.

Les mises en charge et débordements des réseaux unitaires et Eaux Pluviales sur ce secteur sont dus à trois principaux facteurs :

- Importants débits par temps de pluie générés par le ruissellement et capacité insuffisante de certains collecteurs,
- Forte pente des bassins versants,
- Influence aval forte avec une saturation au niveau des exutoires (cas de la Chantourne de la Tronche).

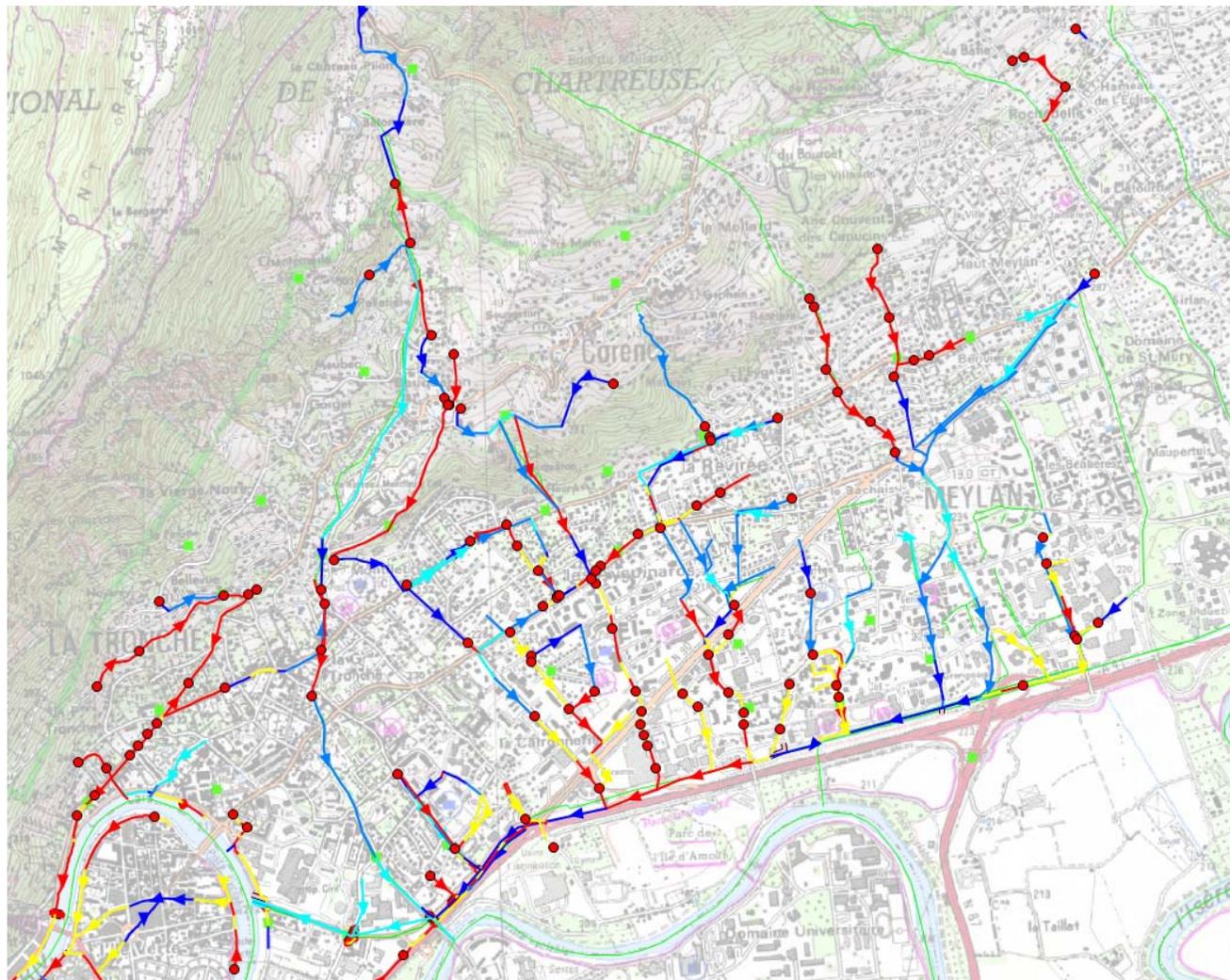
La carte de synthèse ci-après localise les zones de dysfonctionnements estimées par la modélisation.



**Légende :**

- Etat de mise en charge < 50%
- 50% < Etat de mise en charge < 80%
- 80% < Etat de mise en charge < 100%
- Mise en charge par influence aval
- Mise en charge par insuffisance capacitaire
- Zone potentielle de débordement
- Cours d'eau, ruisseaux ciel ouvert
- Dysfonctionnements associés aux axes de ruissellement

Figure 40 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – pluie de projet T= 10 ans – secteur Chartreuse



**Légende :**

- Etat de mise en charge < 50%
- 50% < Etat de mise en charge < 80%
- 80% < Etat de mise en charge < 100%
- Mise en charge par influence aval
- Mise en charge par insuffisance capacitaire
- Zone potentielle de débordement
- Cours d'eau, ruisseaux ciel ouvert
- Dysfonctionnements associés aux axes ruissellement

Figure 41 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – pluie de projet T=30 ans – secteur Chartreuse

Les commentaires suivants peuvent être faits sur les secteurs présentant des dysfonctionnements importants :

### **Secteur Unitaire de Corenc**

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité :

- Le collecteur unitaire DN500 de l'avenue Marius Cottier
- Le collecteur DN1000 Rue des Ayguinards
- Le collecteur unitaire DN300 chemin de la Revirée
- Le collecteur unitaire DN500 avenue du Grésivaudan vers le croisement avec l'avenue du Saint Eymard
- Le collecteur unitaire DN300 chemin des Sayettes

Les zones de mises en charge avec débordement se localisent :

- Avenue du Grésivaudan au croisement avec l'avenue Marius Cottier à cause de la présence d'un siphon suivi d'une contre pente
- Avenue du Grésivaudan au croisement avec l'avenue du Saint Eymard
- Rue des Ayguinards
- Chemin des Sayettes

A partir de la pluie décennale, les dysfonctionnements listés précédemment s'aggravent et de nouvelles zones de débordements apparaissent :

- Le collecteur unitaire DN400 avenue de la Condamine à cause d'un dépassement de capacité
- Le collecteur unitaire DN600 avenue du Cèdre à cause d'un dépassement de capacité
- Le collecteur unitaire DN600 de l'avenue Eygala au croisement avec le chemin de la Revirée à cause d'un dépassement de capacité

En outre, il apparaît des nouvelles zones de débordements:

- Au croisement de l'avenue Marius Cottier et de l'avenue de la Paix
- Chemin de la Revirée sur la commune de Corenc

Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent.

### **Secteur EP Meylan**

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité :

- Le collecteur EP DN500 rue des Ayguinards et rue du Pré d'elle
- Le collecteur EP DN1000 allée des Centaures

- Les deux collecteurs EP DN300 en parallèle chemin du Bachais
- Les deux collecteurs EP DN800 en parallèle allée du Pré blanc
- Le collecteur EP DN500 chemin de la Revirée avec une zone de débordements
- Le collecteur EP DN400 chemin de Malacher avec une zone de débordements

Pour cette même occurrence, plusieurs collecteurs sont mis en charge par **influence aval**:

- Le collecteur EP DN1000 rue de la Plaine Fleurie mis en charge par la Chantourne de la Tronche
- Le collecteur EP DN600 allée du Bret mis en charge par la Chantourne de la Tronche
- Le collecteur EP DN1000 chemin de la Taillat mis en charge par la Chantourne de La Tronche
- Le collecteur EP DN1000 avenue des Ayguinards mis en charge par le dépassement de capacité des conduites aval et par la Chantourne de la Tronche, où se situe des débordements
- Le collecteur EP DN800 allée des Mitailières mis en charge par la Chantourne de la Tronche, où se situe des débordements
- Le collecteur EP DN800 avenue du Vercors mis en charge par la Chantourne de la Tronche, où se situe des débordements
- Les collecteurs DN800, 2000\*1000 et DN600 allée du Pré Blanc mis en charge par la Chantourne de la Tronche avec une faible profondeur des réseaux, où se situe des débordements
- Le collecteur 1000\*800 chemin de Malacher mis en charge par la Chantourne de La Tronche, où se situe des débordements

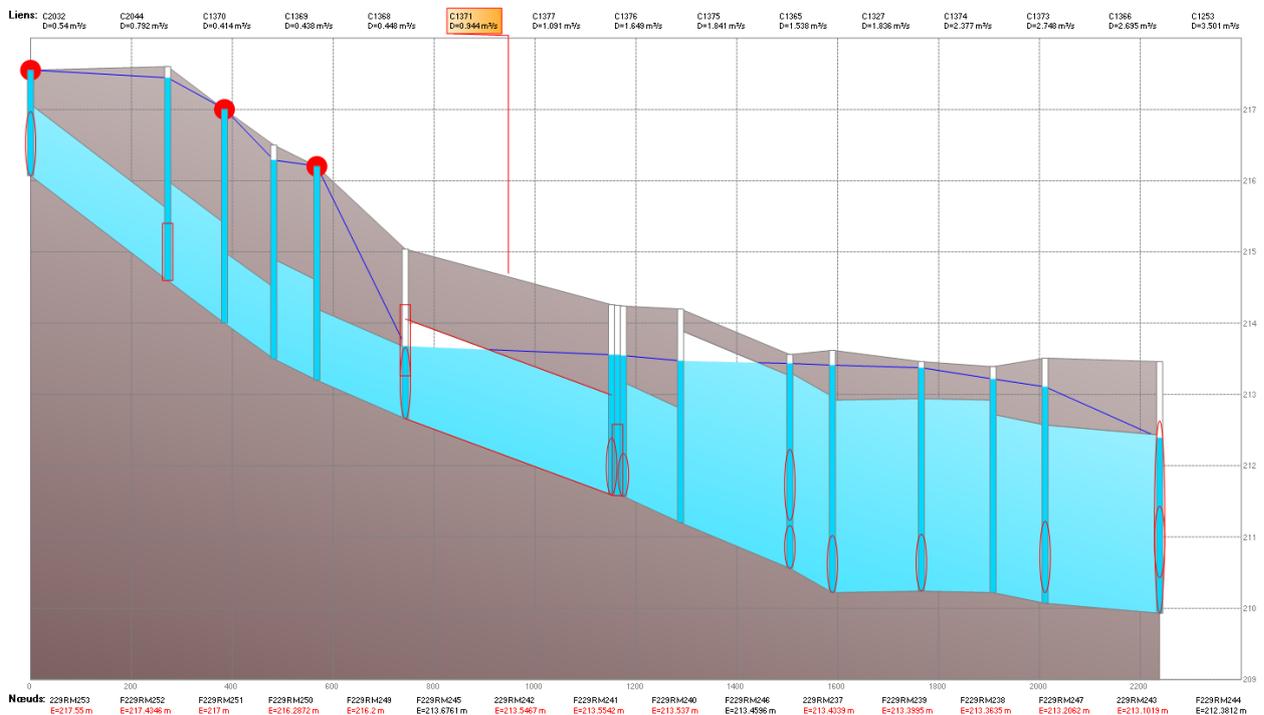


Figure 42 : Profil en long de la Chantourne de la Tronche – Pluie T = 2 ans

Les derniers travaux réalisés concernent la création d'un délestage depuis l'entrée du busage de la chantourne de la Tronche vers la Petite Chantourne. Ce délestage donne les résultats suivants :

Période de retour	Débit déversé (m <sup>3</sup> /s)	Débit conservé dans DN1400 (m <sup>3</sup> /s)	% déversement
2 ans	0.61	0.95	40 %
10 ans	1.24	1.18	51 %
30 ans	1.47	1.28	53 %

Tableau 25 : Débits de pointe au niveau du délestage de la Chantourne busée vers la Petite Chantourne.

La plupart des collecteurs qui se maillent dans la Chantourne ont leur fil d'eau d'arrivée au niveau du radier de la Chantourne.

Pour la pluie décennale, les dysfonctionnements précédents s'aggravent et de nouveaux collecteurs sont mis en charge par saturation des collecteurs aval :

- Sur tout le linéaire de la rue des Ayguinards
- Chemin de la Revirée
- Avenue de la Plaine Fleurie

En outre, il apparaît des nouvelles zones de débordements:

- Chemin du Bachais
- Allée du Bret
- Chemin de la Revirée
- Rue des Ayguinards

Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent. Des débordements apparaissent sur l'avenue de la Plaine Fleurie.

### Secteur Unitaire La Tronche

Dès la pluie biennale, des mises en charge à cause d'un dépassement de capacité apparaissent sur les collecteurs suivants :

- Collecteur unitaire DN600 rue B. Pascal
- Collecteur unitaire DN600 avenue de Verdun

- Collecteur unitaire DN600 avenue de Verdun après la station Ricou en raison d'une contre pente
- Collecteur unitaire DN300 Quai Yermoloff
- Collecteur unitaire DN600 Chemin F. Ferrini
- Collecteur unitaire DN800 Grande rue
- Collecteur unitaire DN200 au croisement de Grande Rue et de l'allée Verte

Des débordements apparaissent après la station SP10 (à cause de la mise en charge du collecteur et la faible profondeur du réseau d'environ 1m) et après la station Ricou (à cause d'un point bas et d'une contre pente, et du débit de pompe insuffisant de la station Pont des Sablons).

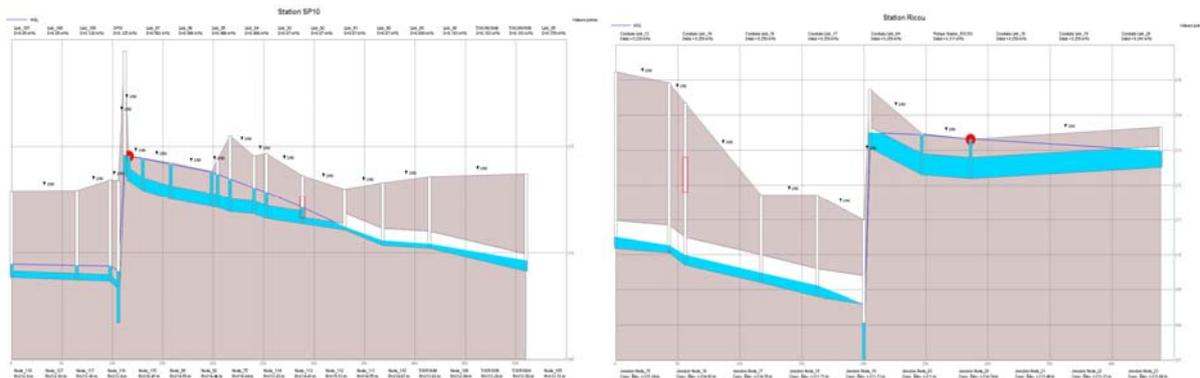


Figure 43 : Profil en long collecteur SP10 et profil en long collecteur Ricou

Pour la pluie décennale, les dysfonctionnements précédents s'aggravent et de nouveaux collecteurs sont mis en charge :

- Deux collecteurs unitaires rue de la Carronerie : le DN400 à cause de son dépassement de capacité et le DN600 mis en charge par saturation des conduites aval
- Collecteur unitaire DN500 rue Doyen Gosse à cause de son dépassement de capacité
- Collecteur unitaire DN300 avenue de l'Obiou mis en charge par saturation des conduites aval
- Deux collecteurs unitaires DN300 en amont de la station Decathlon par influence aval
- Collecteur unitaire DN500 au croisement de Grande Rue et du chemin Henri Fracy à cause de son dépassement de capacité

Pour cette même occurrence, les débordements précédents s'accroissent et s'étendent aux secteurs suivants :

- Grande rue
- Avenue de l'Hospice
- Allée Verte
- Rue N. Boileau
- Rue de la Carronerie

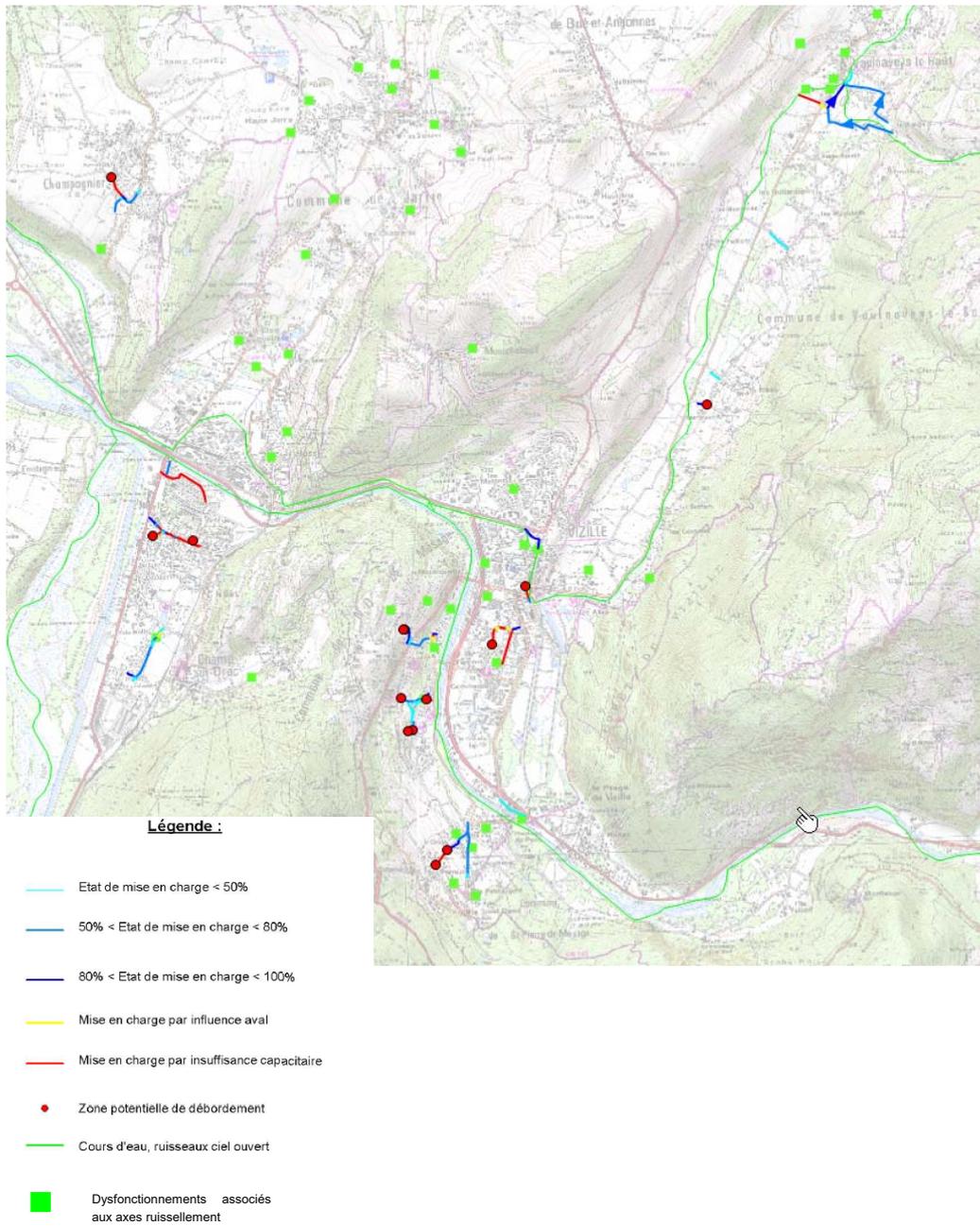
Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'aggravent.

## 9. Diagnostic détaillé de fonctionnement du réseau EP/UN pour les pluies rares sur le Secteur Sud Manche

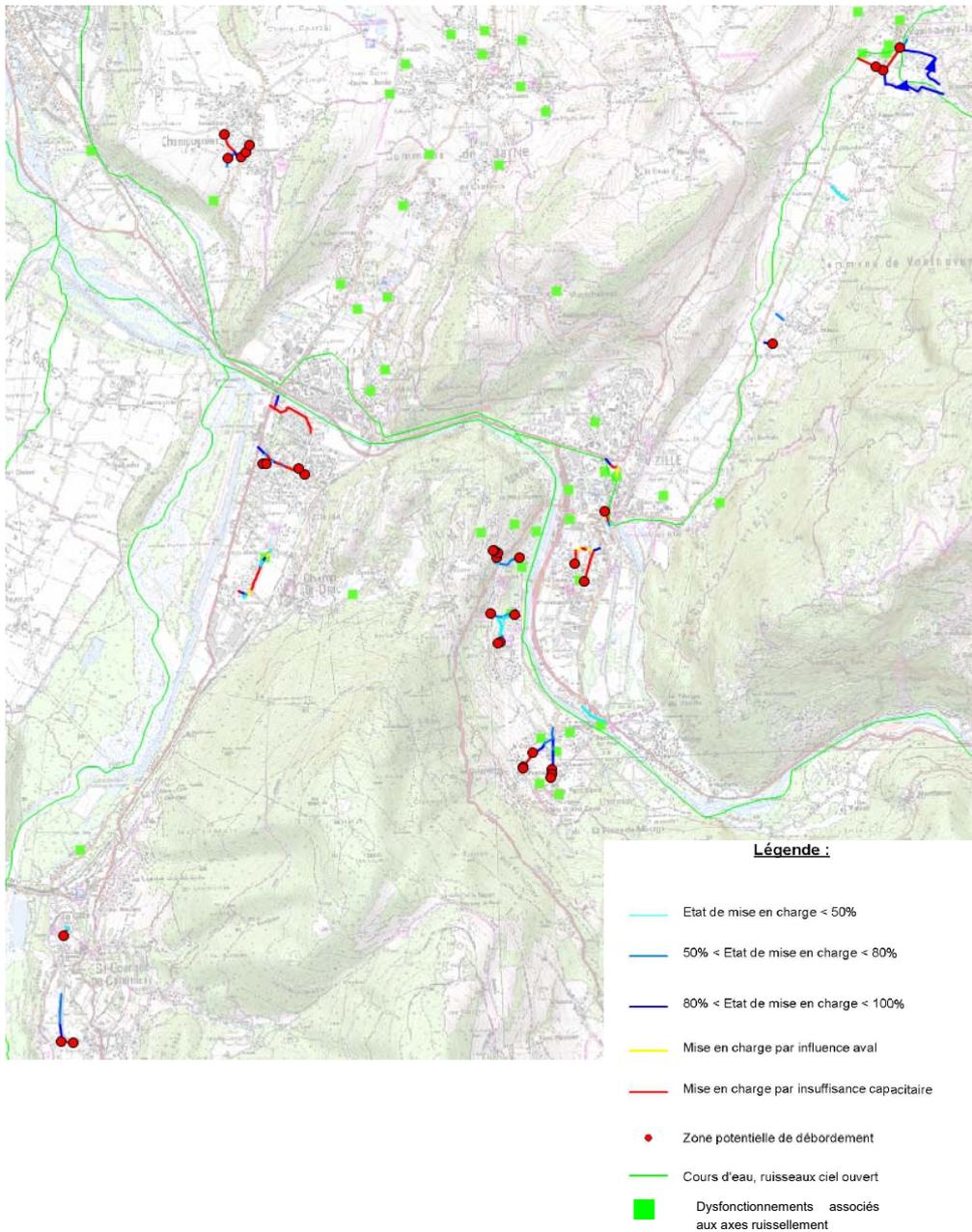
Les mises en charge et débordements des réseaux unitaires et Eaux Pluviales sur ce secteur sont dus à trois principaux facteurs :

- Importants débits par temps de pluie générés par le ruissellement et capacité insuffisante de certains collecteurs,
- Forte pente des bassins versants,
- Influence aval forte avec une saturation au niveau des exutoires (cas de la Romanche).

La carte de synthèse ci-après localise les zones de dysfonctionnements estimées par la modélisation.



**Figure 44 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – pluie de projet T= 10 ans – secteur Sud Romanche**



**Figure 45 : Bilan de mise en charge et de dysfonctionnements – pluie de projet T=30 ans – secteur Sud Romanche**

Les commentaires suivants peuvent être faits sur les secteurs présentant des dysfonctionnements importants :

### **Secteur Champ sur Drac**

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité :

- Le collecteur unitaire DN200 de la Cité Navarre
- Le collecteur EP DN500 et DN600 Avenue du Pavillon

### **Secteur Champagnier**

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité :

- Le collecteur EP DN300 du Chemin du Gal
- Le collecteur EP DN400 de la Rue du Bourg (risques de débordements)

### **Secteur Saint Georges de Commiers**

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité :

- Le collecteur EP DN300 de la Rue des Viallets (risques de débordements)
- Le collecteur EP DN200 Rue des Côtes de Glaise

### **Secteur Vaulnaveys le Haut – Uriage-les-Bains**

Dès la pluie de temps de retour 2 ans, les collecteurs suivants sont mis en charge par dépassement de capacité :

- Le collecteur EP DN200 de la Rue des Roux
- Le collecteur EP DN400 au rond-point de la Tuilerie (des débordements sur le rond-point sont possibles).

A partir de la pluie décennale, les dysfonctionnements listés précédemment s'aggravent et de nouvelles zones de débordements apparaissent :

- Le collecteur EP DN1200 de la Rue Marcel Paul à Champ sur Drac à cause d'un dépassement de capacité
- Plusieurs tronçons à Vizille : DN1000 à travers les parcelles privées à l'aval de la Rue des Jardins et le collecteur EP DN500 Avenue Victor Hugo
- L'amont des deux branches respectivement en DN200 de la Rue du Bessard et en DN400 de la Route du Comex.

Pour la pluie trentennale, les désordres sur les secteurs précédemment évoqués s'accroissent.

# 10. Vulnérabilité des collecteurs

## EP en cas de crue à l'exutoire

Les crues des différents milieux récepteurs présents sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole peuvent avoir un impact sur le fonctionnement du réseau modélisé. Pour réduire la vulnérabilité de ces ouvrages, Grenoble Alpes Métropole s'est dotée de dispositifs anti-crue aux exutoires structurants de son système (notamment des stations de pompages aux exutoires Mogne, Fontenay 1, Jean Macé, Bergès, Zuplsère et EPI).

Aussi, un des objectifs du modèle déployé consiste à évaluer la vulnérabilité du système en cas de concomitance crue du milieu récepteur et pluie sur le bassin versant urbanisé.

### Scénario avec concomitance pluie sur le bassin versant urbain et crue du milieu récepteur

L'objectif de ce scénario a été de mieux appréhender le fonctionnement hydraulique du réseau d'assainissement lors d'événements hydrologiques majeurs :

- Nappe haute
- Crue de référence pour le milieu récepteur (exemple T = 200 ans pour Isère)
- Pluie sur le réseau

Le scénario testé « concomitance crue de référence, nappe haute réseau, pluie sur le bassin versant urbain » doit permettre d'évaluer la capacité du réseau à gérer ou non cette situation extrême : propagation des flux dans le réseau, impact de la submersion sur les taux de remplissage, les mises en charge et les débordements indirects dans les zones non inondées initialement par la crue du milieu récepteur.

*☞ Ce scénario constitue une première approche dans l'analyse des risques : la modélisation des réseaux n'est pas totale et ne concerne que les ouvrages principaux. Les résurgences qui peuvent survenir sur les petites antennes sont donc exclues par cette approche. Un ajustement régulier du modèle s'impose pour affiner la réflexion et les actions à engager (clapet, stations anti-crue, consignes de gestion des ouvrages de régulation...).*

Le tableau ci-après précise, aux niveaux des principaux exutoires, la côte associée à la saturation du collecteur, les côtes des niveaux de crue pour différentes occurrences.

NB : 1) ces données de référence sont issues d'études antérieures pour lesquelles l'ensemble des niveaux de crue sur le milieu étudié n'est pas toujours disponible dans les documents de présentation.

2) Certaines côtes sont probablement à actualiser par de nouvelles études suite à la réalisation de travaux d'aménagements de protection contre les inondations sur le bassin versant du milieu étudié.

IDENT actualisé	COMMUNE	RUE	DN	MILIEU RECEPTEUR	CONDITION AVAL	Z radier (mNGF)	Hypothèse saturation des exutoires (mNGF)	Crue 2 ans du milieu récepteur		Crue 10 ans du milieu récepteur		Crue 30 ans du milieu récepteur		Crue 100 ans du milieu récepteur	
								Z FIL D'EAU	Débit (m3/s)	Z FIL D'EAU	Débit (m3/s)	Z FIL D'EAU	Débit (m3/s)	Z FIL D'EAU	Débit (m3/s)
185EXU8	Grenoble	Pont d'Oxford	1200	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	204,76	205,96	NR	640	NR	950 m3/s	NR	1140 m3/s	NR	1220 m3/s
185EXU11	Grenoble	Rue J. Horowitz	1500	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	204	205,5	NR	640	NR	950 m3/s	NR	1140 m3/s	NR	1220 m3/s
185EXU3	Grenoble	Rue J. Horowitz	1400	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	203,14	204,54	207,41	640	208,19	950 m3/s	208,69	1140 m3/s	209,05	1220 m3/s
185EXU10	Grenoble	Rue J. Horowitz	1200	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	205,50	206,70	NR	640	NR	950 m3/s	NR	1140 m3/s	NR	1220 m3/s
185EXU9	Grenoble	route de lyon	1500	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	204,78	208,28	208,09	640	209,06	950 m3/s	209,65	1140 m3/s	210,08	1220 m3/s
F185EXU2	Grenoble	Voie sur berge	200 * 100	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	206,80	211,04	208,34	640	209,32	950 m3/s	209,91	1140 m3/s	210,34	1220 m3/s
185EXU5	Grenoble	Quai Perriere	900	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	212,36	213,16	208,74	640	209,76	950 m3/s	210,36	1140 m3/s	210,8	1220 m3/s
185EXU7	Grenoble	Quai Perriere	1000	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	209,95	210,95	209,29	640	210,39	950 m3/s	211,04	1140 m3/s	211,52	1220 m3/s
185EXU6	Grenoble	Quai Perriere	1000	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	209,8	210,8	209,22	640	210,3	950 m3/s	210,94	1140 m3/s	211,41	1220 m3/s
F185EXU20	Grenoble	Quai Perriere	1000	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	209,7	210,7	209,19	640	210,28	950 m3/s	210,93	1140 m3/s	211,41	1220 m3/s
185EXU4	Grenoble	Voie sur berge	1600	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	207,77	209,07	209,6	640	210,6	950 m3/s	211,4	1140 m3/s	211,64	1220 m3/s
185EXU1	Grenoble	Voie sur berge	200 * 100	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	207,3	208,3	209,71	640	210,72	950 m3/s	211,52	1140 m3/s	211,77	1220 m3/s
185EXU21	Grenoble	Quai des Allobroges	1000	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	207,8	208,8	209,75	640	210,89	950 m3/s	211,56	1140 m3/s	212,07	1220 m3/s
185EXU22	Grenoble	Quai des Allobroges	300	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	210,04	210,34	NR	640	NR	950 m3/s	NR	1140 m3/s	NR	1220 m3/s
516EXU2	La Tronche	Chemin Jacquier	800	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	208,98	209,78	210,15	640	211,33	950 m3/s	212,03	1140 m3/s	212,54	1220 m3/s
516EXU4	La Tronche	Boulevard de La Chantourne	2750	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	209,14	211,84	NR	640	211,6	950 m3/s	212,69	1140 m3/s	212,69	1220 m3/s
F516EXU5	La Tronche	Chemin Ferrini	1500	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	209,14	210,64	NR	640	211,80	950 m3/s	212,69	1140 m3/s	212,69	1220 m3/s
516EXU3	La Tronche	Chemin de Contre Halage	1000	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	209,7	210,7	211,17	640	212,41	950 m3/s	213,13	1140 m3/s	213,65	1220 m3/s
421EXU5	Saint Martin d'Hères	Rue des tailleés	1500	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	207	208,5	211,65	640	212,9	950 m3/s	213,62	1140 m3/s	214,13	1220 m3/s
421EXU1	Saint Martin d'Hères	chemin de halage	3250	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	204,26	207,51	211,43	640	212,24	950 m3/s	213,38	1140 m3/s	213,33	1220 m3/s
421EXU2	Saint Martin d'Hères	chemin de halage	2800	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	204,26	207,51	211,43	640	212,24	950 m3/s	213,38	1140 m3/s	213,33	1220 m3/s
F179EXU1	Gières	Chemin de la digue	600	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	210	210,6	NR	640	215,62	950 m3/s	216,24	1140 m3/s	216,54	1220 m3/s
F179EXU2	Gières	Chemin de la digue	1500	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	211,76	213,26	NR	640	215,62	950 m3/s	216,39	1140 m3/s	216,62	1220 m3/s
F179EXU5	Gières	Chemin de la digue	1000	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	211,53	212,53	214,3	640	215,68	950 m3/s	216,52	1140 m3/s	216,85	1220 m3/s
179EXU4	Gières	Chemin de la digue	400	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	214,8	215,2	214,4	640	215,77	950 m3/s	216,61	1140 m3/s	216,91	1220 m3/s
179EXU3	Gières	Chemin de la digue	500	Isère	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	210	210,5	214,56	640	215,93	950 m3/s	216,79	1140 m3/s	217,03	1220 m3/s
F150EXU04	Domène	Avenue A Berges	500	Canal de la Chantourne	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	215,6	216,1	NR	NR	NR	NR	213,91	NR	215,8	NR
150EXU02	Domène	Avenue A Berges	700	Canal de la Chantourne	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	215,78	216,48	NR	NR	NR	NR	213,94	NR	215,8	NR
150EXU03	Domène	Rue Claude Morel	300	Canal de la Chantourne	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	215,7	216	NR	NR	NR	NR	213,94	NR	215,8	NR
150EXU01	Domène	rue du Moirond	1000	Canal de la Chantourne	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	216,17	217,17	NR	NR	NR	NR	213,94	NR	215,86	NR
F150EXU05	Domène	Avenue A Berges	2500	Canal de la Chantourne	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	214,96	217,46	NR	NR	NR	NR	213,97	NR	215,86	NR
150EXU06	Domène	Allée du Saint Eynard	800	Canal de la Chantourne	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	215,54	216,34	NR	NR	NR	NR	214,5	NR	216,5	NR
F150EXU07	Domène	Rue des contaminés	1000	Canal de la Chantourne	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	216,51	217,51	NR	NR	NR	NR	216,36	NR	216,36	NR
229EXU05	Meylan	Chemin du vieux Chên	2000	Chantourne de Meylan	Hydrogramme (Projet SYMBHI)	212	213,5	NR	NR	NR	NR	215,09	NR	NR	NR
150EXU08	Domène	Rue des sports	1050	Ruisseau du Rivet	hydrogramme Avp Sograh (projet Isère amont)	216,6	217,65	NR	NR	NR	0,6 à 1,7 m3/s	NR	1,5 à 2,9 m3/s	NR	2,6 à 4,1 m3/s
486EXU02	Seyssins	Chemin de la digue	1800	Drac	Hydrogramme (inondabilité Drac Romanche)	221,24	223,04	NR	300 m3/s	NR	430 m3/s	NR	NR	226,9	600 m3/s
111EXU13	Claix	rue du Drac	1000	Drac	Hydrogramme (inondabilité Drac Romanche)	240	241	NR	300 m3/s	NR	430 m3/s	NR	NR	257,9	600 m3/s
151EXU1	Echirolles	rue du Tremblay	1500	Drac	Hydrogramme (inondabilité Drac Romanche)	220,06	221,56	NR	300 m3/s	NR	430 m3/s	NR	NR	224,1	600 m3/s
F151EXU2	grenoble	rue du Chardonnet	1500	Drac	Hydrogramme (inondabilité Drac Romanche)	220,46	221,96	NR	300 m3/s	NR	430 m3/s	NR	NR	224,1	600 m3/s
485EXU1	Seyssinet-Pariset	Chemin de la digue	1600	Drac	Hydrogramme (inondabilité Drac Romanche)	215,20	217,00	NR	300 m3/s	NR	430 m3/s	NR	NR	219,90	600 m3/s
382EXU05	Saint Egrève	Chemin des acacias	1600	La Biolle	hydrogramme BCEOM 2000	196,39	197,99	NR	NR	198,48	7,3	198,64	8,7	198,85	11
382EXU06	Saint Egrève	Avenue de l'île Brune	2000	La Biolle	hydrogramme BCEOM 2000	201,11	203,11	NR	NR	202,8	3,3	203,23	3,3	NR	NR
382EXU08	Saint Egrève	Avenue de l'île Brune	800	La Biolle	hydrogramme BCEOM 2000	201,31	202,11	NR	NR	203,19	2,4	203,61	3	NR	NR
382EXU07	Saint Egrève	Avenue de l'île Brune	1000	La Biolle	hydrogramme BCEOM 2000	201,31	202,11	NR	NR	203,19	2,4	203,61	3	NR	NR
382EXU09	Saint Egrève	Rue des Echelles	800	La Biolle	hydrogramme BCEOM 2000	201,29	202,09	NR	NR	203,4	0,9	203,75	NR	NR	NR
F382EXU10	Saint Egrève	Rue Champyard	800	La Biolle	hydrogramme BCEOM 2000	200	200,8	NR	NR	203,45	0,8	203,77	1	NR	NR
F423EXU3	Saint Martin le Vinoux	Rue de la Bagniere	1000	La Biolle	Pas de CL donc valeur point aval (BCEOM 1998)	202	203	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
F423EXU2	Saint Martin le Vinoux	Ligne de Train	800	La Biolle	Pas de CL donc valeur point aval (BCEOM 1998)	203,4	204,2	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
382EXU02	St Egrève	rue du Rif Tronchard	800	Rif Tronchard	hydrogramme (etude sogreah 2001)	197,21	198,01	198,01	NR	198,538	NR	198,62	NR	NR	NR
170EXU04	Fontanil	Rue de la tannerie	600	Fossé puis Ruisseau de Lanfrey	hydrogramme (etude sogreah 2001)	194,52	195,32	195,12	NR	195,859	NR	196,14	NR	NR	NR
545EXU1	Vif	Rue de la Colombe	400	Torrent de la Gresse	hydrogramme (etude CIDEE 2006)	296,24	296,64	NR	NR	294,41	47 à 75 m3/s	NR	NR	295,13	136 à 151 m3/s
545EXU2	Vif	Rue de l'hoptal	700	Torrent de la Gresse	hydrogramme (etude CIDEE 2006)	304,53	305,23	NR	NR	304,67	47 à 75 m3/s	NR	NR	305,88	136 à 151 m3/s
111EXU11	Claix	Avenue de la Ridetel	400	Lavanchon	hydrogramme (etude CIDEE 2006)	240,37	240,77	NR	NR	NR	39 m3/s	NR	NR	NR	78 m3/s
F111EXU12	Claix	avenue du Pont Rouge	400	Lavanchon	hydrogramme (etude CIDEE 2006)	243,48	243,88	NR	NR	NR	39 m3/s	NR	NR	NR	78 m3/s
111EXU10	Claix	Chemin de la pissarde	500	Lavanchon	hydrogramme (etude CIDEE 2006)	245,06	245,56	NR	NR	NR	39 m3/s	NR	NR	NR	78 m3/s

NR : non renseigné

Tableau 26 : Condition limite aval aux exutoires du réseau modélisé

## 10.1 Secteur Grenoble Centre

La modélisation ne met pas en évidence de mises en charge importantes ou de débordements sur le réseau principal. Les débits continuent donc de s'écouler vers leurs exutoires habituels et notamment vers les stations anti-crue qui reprennent en intégralité les apports des collecteurs d'amenée.

En effet, les principaux collecteurs structurants de Grenoble disposent de station de pompage anti-crue permettant d'évacuer à l'exutoire les sur-débits temps de pluie générés par le bassin versant urbain, en cas de crue de l'Isère.

Pour une crue de l'Isère (et pour les niveaux de l'Isère de crue  $T < 2$  ans), les exutoires s'avèrent noyés.

Ces stations de pompage sont calibrées pour évacuer un débit de pointe de 5.5 m<sup>3</sup>/s (Mogne et Fontenay) et 2,5 m<sup>3</sup>/s pour Jean Macé.

Ces valeurs correspondent aux débits générés pour une pluie d'occurrence 1 an (15 mm en 1h) , sur l'ensemble du bassin versant.

Pour mémoire, dans le cadre d'une pluie 10 ans (30 mm sur 1h), les débits enregistrés sont estimées à 14 m<sup>3</sup>/s pour le collecteur Mogne (dont 2 m<sup>3</sup>/s conservés par le RGI), 8 m<sup>3</sup>/s pour le collecteur Fontenay 1 et 5.5 m<sup>3</sup>/s pour le collecteur Jean Macé.

D'autre part, sur certains secteurs, la modélisation indique une réduction significative de la capacité hydraulique des exutoires qui influe fortement la ligne dans les collecteurs en amont. Des débordements sont mis en évidence par le modèle sur les collecteurs secondaires:

- Collecteur unitaire des quais en rive droite de l'Isère
- Ruisseau busé du Verderet, sur sa partie aval

Ces antennes fonctionnent en sens inverse avec pour certaines d'entre elles des débordements indirects sur la chaussée. En outre, ces collecteurs ne disposent pas tous de système de protection (clapets, stations de pompage...).

Concernant le Verderet à son exutoire, celui-ci s'avère noyé en cas d'une crue 2 ans de l'Isère (côte 209,6 m NGF). La présence de lumières en amont permet de décharger vers les antennes unitaires lesquelles disposent de capacité résiduelle. Par ailleurs, en cas de pluie 10 ans sur le bassin versant urbain, le débit à l'exutoire représente environ 3 m<sup>3</sup>/s (4,5 m<sup>3</sup>/s, en cas d'une crue 100 ans du Verderet amont).

## 10.2 Secteur Isère amont Rive gauche

Sur ce secteur, les travaux d'aménagements de protection contre les crues de l'Isère (réalisation d'une station de pompage de 12 m<sup>3</sup>/s à l'exutoire de la Chantourne de Domène, dimensionnée pour faire face à une concomitance pluie 10 ans sur le bassin versant et crue 200 ans de l'Isère) permettront de s'affranchir de l'influence de l'Isère en cas de crue.

Par ailleurs, la chantourne étant l'exutoire de nombreux torrents et réseaux d'eaux pluviales, tout en participant au drainage de la plaine en rive gauche de l'Isère (marnage de nappe compris entre 0 et +1 m du radier de la chantourne), celle -ci accentue en dysfonctionnements observés en cas de crue : l'ensemble des exutoires se trouvent noyés, l'influence de la chantourne est perceptible sur des linéaires importants à cause des faibles pentes de collecteur.

## 10.3 Secteur Sud Agglomération

Sur ce secteur, le milieu récepteur est principalement constitué par la Gresse et le Lavanchon. En cas de crue de ces ruisseaux (occurrence 100 ans), les dysfonctionnements précédemment observés s'aggravent sur la partie aval des sous bassins versants.

En cas de crue 10 ans, les niveaux d'eau du milieu récepteur se trouvent sous ou à hauteur du fil d'eau des collecteurs ce qui n'aggrave pas les dysfonctionnements.

## 10.4 Secteur Isère aval

Sur ce secteur, le milieu récepteur est principalement constitué par la Biolle.

En cas de crue de ce ruisseau, les dysfonctionnements précédemment observés s'aggravent sur la partie aval des sous bassins versants. En effet, en cas de crue 10 ans de la Biolle, l'ensemble des exutoires se trouvent noyés, l'influence aval de la Biolle est perceptible sur des linéaires importants à cause des faibles pentes de collecteur.

## 10.5 Secteur Chartreuse

La modélisation met en évidence des mises en charge importantes sur le réseau principal. En effet, la modélisation indique une réduction significative de la capacité hydraulique des exutoires au niveau de la partie aval de la Chantourne, ce qui influe fortement la ligne d'eau dans les collecteurs en amont : l'ensemble des collecteurs EP qui se raccordent à la Chantourne se trouve en charge depuis l'aval jusqu'à l'avenue de Verdun.

Des débordements sont mis en évidence par le modèle sur certains collecteurs:

- Boulevard de la Chantourne
- Avenue Verdun, secteur Ricou
- Allée des Centaures

Concernant spécifiquement la Chantourne de la Tronche, l'exutoire s'avère noyé dès occurrence d'une crue 10 ans de l'Isère. Compte tenu de la faible pente de la Chantourne, l'influence aval est perceptible y compris au niveau de l'avenue de Verdun. Des mises en charge et des débordements importants apparaissent sur la partie aval.

En cas de pluie 10 ans sur le bassin versant urbain, les débits véhiculés dans la Chantourne avoisine les 8 m<sup>3</sup>/s.

Concernant la Chantourne de Meylan (Grande Chantourne), la dérivation vers un casier de crue, permet de maîtriser les hauteurs maximales dans le canal. En outre, l'influence de la hauteur d'eau reste limitée pour les collecteurs d'assainissement (ouvrages assainissement situés très en amont de l'exutoire à l'Isère).

## 10.6 Secteur Rive Gauche Drac

L'objectif de ce scénario a été de mieux appréhender le fonctionnement hydraulique du réseau d'assainissement lors d'évènements hydrologiques majeurs :

- Crue de référence pour le milieu récepteur (exemple T = 500 ans pour le Drac)

- Pluie mensuelle sur le réseau

☞ Ce scénario s'intéresse aux réseaux qui trouvent leurs exutoires vers le Drac. Pour les réseaux qui trouvent leurs exutoires vers la Petite Saulne ou la Grande Saulne, la concomitance entre une crue 30 ans au niveau des exutoires et une pluie mensuelle sur le bassin versant urbain ne s'avère pas réaliste. En effet, l'étude hydraulique réalisée par Hydrétudes sur la partie aval (Petite Saulne, Grande Saulne, et Furon) a permis d'identifier que le développement d'une crue urbaine se déroule en 6 heures alors que dans le même temps la pointe de crue du Furon n'a pas encore été atteinte. Par ailleurs, sur ce bassin versant, il ressort que la crue du Furon est dissociée du reste du réseau hydrographique. Seule, la capacité des fossés et ruisseaux aval est limitée par la hauteur d'eau imposée par le Furon (secteur aval à l'avenue du 8 mai 1945).

La modélisation du scénario « concomitance crue de référence du Drac, pluie mensuelle sur le bassin versant urbain » ne met pas en évidence de mises en charge importantes ou de débordements sur le réseau principal. Les débits continuent donc de s'écouler vers leurs exutoires habituels et notamment vers la station Berges ainsi que vers l'exutoire de la rue du Docteur Schweitzer.

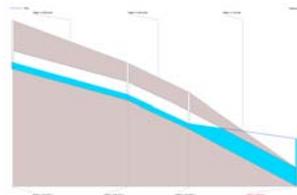


Figure 46 : Scénario de vulnérabilité – profil en long collecteur EP Schweitzer

## 10.7 Secteur Abords Rocade

Sur ce secteur, les principaux collecteurs trouvent leurs exutoires à la station péri. Ces exutoires sont noyés pour une crue de l'Isère < 1 an.

Cette station de pompage est calibrée pour évacuer un débit de pointe de 9 m<sup>3</sup>/s. Ces valeurs correspondent aux débits générés pour une pluie d'occurrence 6 mois par les deux bassins versant du ZUPIsère et de l'Epi.

En cas de pluie 10 ans, les débits enregistrés aux collecteurs ZUP et Epi sont respectivement de 13 et 15.5 m<sup>3</sup>/s.

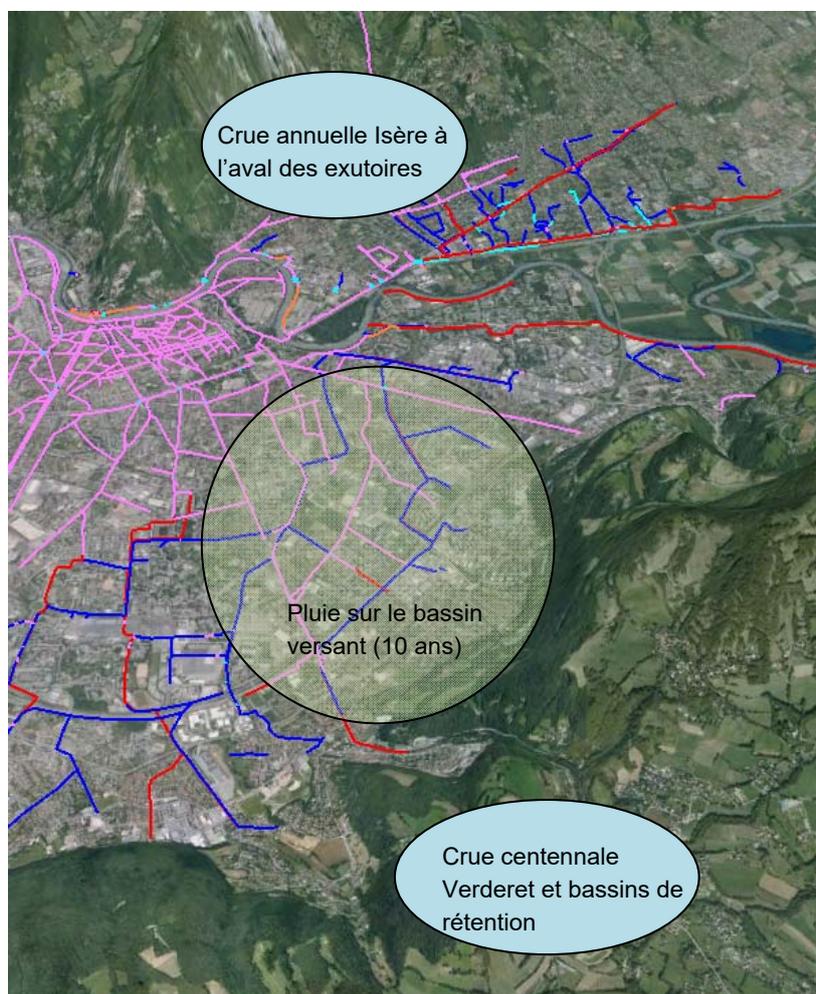
La station dispose d'une réserve, le besoin étant d'environ 7 m<sup>3</sup>/s supplémentaire.

## 10.8 Secteur Verderet (amont réseau EP de Grenoble Alpes Métropole)

**Rappel de l'étude antérieure de référence : Etude de la sensibilité hydraulique du système d'assainissement pluvial Verderet ZUPisère (SOGREAH 2006)**

Les hypothèses retenues concernant le bassin versant du Verderet sont :

- **crue centennale du Verderet** à l'amont de la Rocade Sud.
- **pluies** sur le bassin versant urbanisé de la métropole : occurrence 1 an, 5 ans, **10 ans**.
- niveau de **crue annuelle de l'Isère** aux exutoires des collecteurs d'assainissement
- bassins de rétention existants de 18000 m<sup>3</sup> et 29000 m<sup>3</sup> sur Brié et Angonnes, bassin de rétention existant du Vélodrome de 18000 m<sup>3</sup> à Eybens, bassin de rétention du « Pré au Crêt » à Eybens considéré avec une capacité de rétention efficace de 55 000 m<sup>3</sup> et une régulation du débit maximal à son aval de 5.45 m<sup>3</sup>/s.
- ouvrages parfaitement entretenus et exempts d'embâcles.



*Aussi pour ce scénario, il a été mis en évidence le fonctionnement suivant :*

*Le dépassement de capacité du réseau aval de collecteurs Verderet et Zuplère commence à apparaître à partir d'une pluie de projet 2 ans sur les bassins versants urbanisés ; pour des pluies plus importantes ces dépassements de capacité peuvent engendrer des débordements.*

Le débit maximum du Verderet à l'amont immédiat de la rocade est estimé à 12 m<sup>3</sup>/s (4m<sup>3</sup>/s provenant de la coupure du Verderet et 8m<sup>3</sup>/s provenant de la branche Verderet ciel ouvert naturel).

Les apports pluviaux des bassins versants urbanisés d'Echirolles et de Bresson représentent 6.5m<sup>3</sup>/s à l'aval immédiat de la rocade.

Des débordements sont observés à l'amont et à l'aval immédiat de la rocade :

- Amont rocade : au niveau des traversées rue Mendès France, rue Joliot Curie et Denis Papin
- Aval rocade : fort débordement au niveau de l'avenue Raymond Chanas.

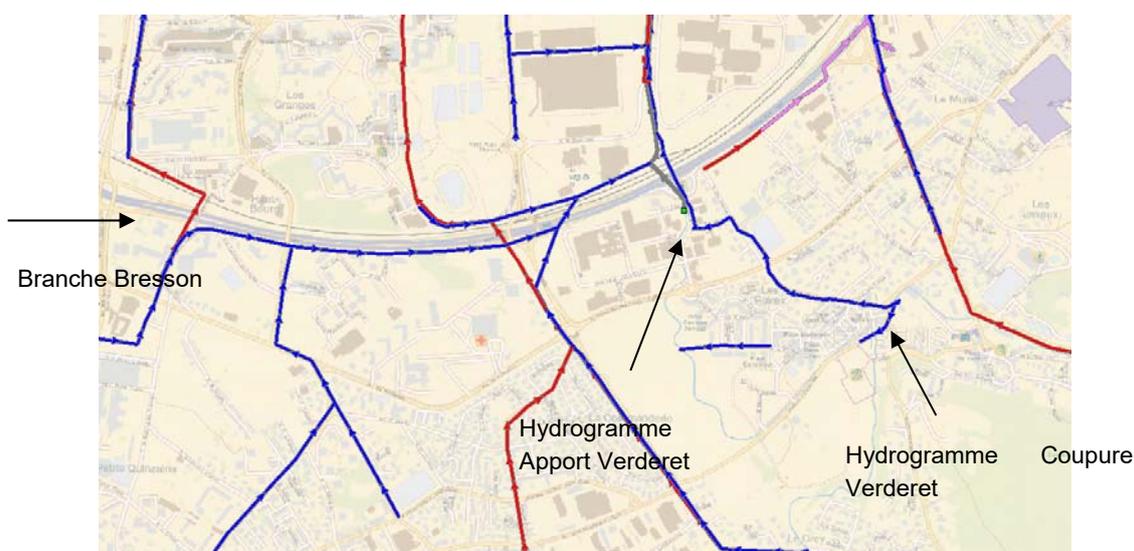
Les débits maxima de rejet à l'Isère ont atteint des valeurs de l'ordre de 4.45m<sup>3</sup>/s pour le Verderet et de 18.3m<sup>3</sup>/s pour le Zup-Isère.

**Avec une crue centennale du Verderet contrôlée (intégration des bassins de stockage en amont), le dépassement de capacité du réseau aval de collecteurs Verderet et Zup-Isère commence à apparaître à partir d'une pluie de projet 2 ans sur les bassins versants urbanisés ; pour des pluies plus importantes ces dépassements de capacité peuvent engendrer des débordements.**

### Actualisation du diagnostic (Egis)

Les hypothèses retenues sont :

- Intégration dans le modèle structurant des hydrogrammes SOGREAH de **crue centennale du Verderet naturel, de la coupure du Verderet**, et de l'apport de Bresson sur le modèle global déployé (ces hydrogrammes intègrent l'écrêtement des différents bassins de rétention amont).
- **Pluie décennale** de l'étude Sogreah, sur les bassins versants urbanisés du modèle global
- Niveau de **crue annuelle** de l'Isère aux exutoires du modèle global



Les résultats actualisés nous indiquent :

*Les débits maximums à l'amont immédiat de la rocade sont du même ordre de grandeur (12.2 m<sup>3</sup>/s dont 4.2 m<sup>3</sup>/s en provenance de la coupure du Verderet et 8 m<sup>3</sup>/s pour la branche Verderet ciel ouvert qui se répartissent ensuite dans les 2 collecteurs busés sous la Rocade ; 6.3 m<sup>3</sup>/s en provenance de la branche Bresson ; 18 m<sup>3</sup>/s de débit maximal au rejet à l'Isère pour le Zup Isère ; et 4.5 m<sup>3</sup>/s de débit maximal au rejet à l'Isère pour le Verderet).*

*Le Verderet est saturé sur la totalité du linéaire. Le Zup Isère « travaille » en charge sur la totalité de leur linéaire (collecteur dimensionné et conçu pour fonctionner en charge), avec présence de tampons verrouillés.*

Les principaux secteurs sensibles aux débordements se localisent :

- Le long du tronçon DN1000 de la rue Francois Quesnay au croisement avec la rue Pierre Mendès France à Echirolles par dépassement de capacité
- Le long du tronçon T200 qui longe la rocade à Echirolles: dépassement de capacité
- Dans la rue Normandie Niemen à Echirolles: dépassement de capacité du tronçon DN1200
- Dans la rue du 8 mai 1945 à Echirolles: dépassement de capacité du tronçon DN1200 + diminution de la pente
- Dans l'allée du Rondeau jusque dans la rue F. Pelloutier à Echirolles: dépassement de capacité du tronçon DN1500 + une contre pente avenue V. Hugo
- Au croisement de l'avenue Teissere et de l'avenue Cardianl Camus à Grenoble : dépassement de capacité du tronçon et influence aval du DN2800 de l'avenue Léon Jouhaux
- Dans le chemin du Chapitre à Grenoble: dépassement de capacité du tronçon DN1300

# 11. Scénarios d'aménagements – volet protection contre les débordements

## 11.1 Préambule

Le dimensionnement d'un système de gestion des eaux pluviales est influencé de façon importante par l'évènement pluvieux pris comme référence, c'est-à-dire par la période de retour des précipitations retenue, mais aussi par les conséquences du dysfonctionnement de l'ouvrage (débordement éventuel).

Selon la période de protection visée (10 ans ou 30 ans – cf Norme NF 752-2), des aménagements seront à engager sur le système EP du territoire.

Fréquences d'un orage *	Lieux **	Fréquences d'inondation acceptables ***
1 par an	Zones rurales	1 fois tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 fois tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres-villes / zones industrielles ou commerciales : - si risque d'inondation vérifié - si risque d'inondation non vérifié	1 fois tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 fois tous les 50 ans

\* Le système doit fonctionner sans mise en charge.

\*\* Site général dans lequel se situe le projet et, notamment, prise en compte des zones à l'aval du projet où vont se déverser les eaux de pluie.

\*\*\* Fréquences à partir de laquelle les débordements des eaux collectées sont admises en surface (impossibilité pour celles-ci de pénétrer dans le réseau).

Aussi, le modèle ayant mis en évidence pour de fortes pluies (épisode pluvieux occurrence décennale et plus) des risques de débordements des réseaux d'assainissement sur plusieurs secteurs, il est donc nécessaire de mettre en place sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole une politique de gestion des eaux pluviales permettant de réguler voire de réduire les apports d'eaux de ruissellement vers les réseaux d'assainissement. Cette politique ne pourra probablement pas s'affranchir d'aménagements plus structurants

Pour cela, il est testé différents scénarios d'aménagement :

- 1) la réduction de la surface active (hypothèse – 25% pour le coefficient d'imperméabilisation) afin de diminuer l'apport d'Eaux Pluviales transitées dans le réseau en ayant recours à une gestion alternative des eaux pluviales
- 2) le délestage par la sollicitation, sous forme de maillage, des tronçons présentant un gain résiduel
- 3) le recalibrage de certains collecteurs pour limiter les mises en charge du réseau et les débordements en cas de pluie rare
- 4) la mise en place de volume de stockage. Ces ouvrages permettront d'intercepter les débits générés par des pluies rares et de les restituer vers le réseau pendant la décrue.

## 11.2 Scénarios de maîtrise du ruissellement (réduction de l'imperméabilisation)

*☞ Comme pour le scénario de réduction des déversements, il a été testé un scénario de réduction des surfaces raccordées pour améliorer le fonctionnement hydraulique des collecteurs en cas de pluie rare et lutter contre le risque inondation.*

*L'hypothèse retenue et testée est une baisse de 25 % de la part imperméabilisée du bassin versant pour déterminer l'ordre de grandeur du gain potentiel sur le fonctionnement du réseau.*

Ceci passe par la maîtrise du ruissellement, comme pour la réduction des déversements en temps de pluie, aussi bien sur les secteurs déjà urbanisés que sur les zones futures. Aussi, les méthodes de gestion alternative des eaux pluviales s'imposent (recours à des déconnexions de surfaces raccordées et limitation du débit de fuite en aval des zones futures).

Ces solutions devront donc être intégrées dans les schémas d'urbanisation, ainsi que dans la conception de l'urbanisation, notamment les zonages pluviaux qui permettent de traduire ces orientations à l'échelle locale : ils sont annexés au PLU lors de la mise au point ou lors d'une révision du document.

Les techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial permettent de réduire les flux d'eaux pluviales le plus en amont possible en redonnant aux surfaces de ruissellement un rôle régulateur fondé sur la rétention et l'infiltration des eaux de pluie.

Elles peuvent être envisagées en complément ou en remplacement de la rétention classique via les ouvrages de stockage.

Elles ont l'avantage d'être moins coûteuses et s'intègrent plus facilement dans la ville et sont à adapter à la capacité d'infiltration du terrain et à la topographie. Seules des études de sols à la parcelle permettront de valider la mise en œuvre de techniques basées sur l'infiltration.

Différentes techniques à mettre en œuvre peuvent être choisies en fonction de l'échelle du projet :

- A l'échelle de la construction : citernes ou bassins d'agrément, toitures terrasses,
- A l'échelle de la parcelle : infiltration des eaux dans le sol, stockage dans bassins à ciel ouvert ou enterrés,
- A l'échelle d'un lotissement :

- au niveau de la voirie : chaussées à structure réservoir, chaussées poreuses pavées ou enrobées, extensions latérales de la voirie (fossés, noues, ...),
- au niveau du quartier : stockage dans bassins à ciel ouvert (secs ou en eau) ou enterrés, puis évacuation vers un exutoire de surface ou infiltration dans le sol (bassins d'infiltration),
- Autres systèmes absorbants : tranchées filtrantes, puits d'infiltration, tranchées drainantes.

Ainsi dans la mesure où les particuliers s'engageraient dans la démarche de déconnexion de surfaces imperméabilisées, la réduction du volume d'effluents collectés par temps de pluie permettrait une amélioration du fonctionnement hydraulique des ouvrages.

Cette incitation de gestion à la source, préconisée depuis la création de la régie, a permis de ne pas aggraver les déversements et des débordements, notamment via la réalisation des opérations principales suivantes (travaux avec mise en séparatif et gestion « in situ » des eaux pluviales sur la presqu'île, aménagements A480, aménagements de ZAC (Caserne de Bonne, Vence Ecoparc, Flaubert, Neyrpic à Saint Martin d'Hères, Cœur de Plaine à Seyssins...).

L'évaluation des gains attendus de fonctionnement du réseau dans le cas d'une hypothèse de réduction des surfaces imperméabilisées de 25% sont détaillées ci-après :

### **Secteur Grenoble Centre**

#### ***Réduction de l'aléa débordement: 2 ans --> 10 ans***

A Grenoble, le collecteur Berriat (zone de la trémie) dysfonctionnerait à partir de la pluie décennale (au lieu de la pluie 2ans).

#### ***Réduction de l'aléa débordement: 10 ans --> 30 ans***

Le collecteur EP avenue de la Bruyère, à Grenoble, dysfonctionne à présent à partir de la pluie trentennale (au lieu de la pluie 10ans).

Les collecteurs suivants ne présentent aucun dysfonctionnement pour la pluie trentennale (collecteurs anciennement dysfonctionnant à partir de la pluie trentennale) :

- Les collecteurs UNI au croisement de Cours Berriat et de la rue Thiers à Grenoble
- Le collecteur UNI rue Clémenceau à Grenoble
- Le collecteur UNI rue L Michel à Grenoble
- Le collecteur UNI Pierre Semard à Grenoble
- Le collecteur UNI avenue Leon Blum à Grenoble
- Le collecteur ZUP et Verderelau niveau de l'avenue Raymond Chanas, à Grenoble

### **Secteur Abords Rocade**

#### ***Réduction de l'aléa débordement: 2 ans --> 10 ans***

A Saint Martin d'Hères, le collecteur Mogne unitaire rue du Vercors et avenue de la Mogne et le collecteur unitaire en amont de l'avenue Ambroise Croizat dysfonctionneraient à partir de la pluie décennale (au lieu de la pluie 2 ans).

A Echirolles, les collecteurs EP rue Langevin et rue François Quesney dysfonctionneraient à partir de la pluie décennale (au lieu de la pluie 2 ans).

Le collecteur EP Echirolles (secteur allée Rondeau) ne présente aucun dysfonctionnement pour la pluie trentennale (collecteur anciennement dysfonctionnant à partir de la pluie décennale).

### **Secteur Isère amont rive Gauche**

#### ***Réduction de l'aléa débordement: 10 ans--- > 30 ans***

Les collecteurs suivants dysfonctionnent à présent à partir de la pluie trentennale (au lieu de la pluie 10ans) :

- Le collecteur EP rue des sports, à Domène
- Le collecteur UNI rue Jean Jaurès, à Gières

### **Secteur Sud Agglomération**

Les collecteurs suivants ne présentent aucun dysfonctionnement pour la pluie trentennale (collecteurs anciennement dysfonctionnants à partir de la pluie décennale):

- Les collecteurs UNI et EP du centre de Vif (avenue Rivalta et république), ainsi que le collecteur EP rue des Pierres
- Le collecteur ZUP et Verderet au niveau de l'avenue Raymond Chanas, à Grenoble

### **Secteur Rive Gauche Drac**

#### ***Réduction de l'aléa débordement: 10 ans--- > 30 ans***

Les collecteurs suivants dysfonctionnent à présent à partir de la pluie trentennale (au lieu de la pluie 10ans) :

- secteur Bergès : suppression des débordements rue du Dauphiné / rue Pasteur, rue de la Cité / rue de l'Industrie; réduction des débordements rue G. Maeder et à l'amont.
- secteur Grande Saulne : suppression des zones de débordements, fonctionnement localement en charge sur l'axe Joliot Curie ; suppression des débordements allée des Balmes / rue J. Bocq.
- secteur Petite Saulne : la saturation reste importante mais la situation est nettement améliorée.

## **Secteur Chartreuse**

### **Réduction de l'aléa débordement: 10 ans --- > 30 ans**

- Le collecteur unitaire DN400 avenue de la Condamine à Corenc
- Le collecteur unitaire DN600 sur le Chemin de la revirée sur la commune de Corenc
- Le collecteur EP DN500 rue Champ Rochas à Meylan
- Le collecteur unitaire DN600 de la rue de l'Eygala à Corenc

## **Secteur Isère aval**

### **Réduction de l'aléa débordement: 10 ans--- > 30 ans**

Le collecteur EP rue de l'ancienne Brasserie ne présente aucun dysfonctionnement pour la pluie trentennale (collecteur anciennement dysfonctionnant à partir de la pluie décennale).

Par ailleurs, de nombreux points de dysfonctionnements sur les branches secondaires seront aussi améliorés.

*☞ Le scénario étudié présente des gains importants avec une réduction forte de l'aléa débordement de réseau. Aussi il doit être encouragé, sur l'ensemble du territoire et auprès de l'intégralité des acteurs, l'installation de système de gestion alternative des EP (gestion à la parcelle, solutions de voirie...).*  
*Toutefois, pour tenir compte des contraintes de mises en œuvre sur le long terme, il a été étudié, en complément de ces aménagements, des solutions curatives structurantes sur le réseau (cf paragraphes ci-après).*

## 11.3 Scénarios d'aménagements structurants – échelle globale

☞ *Dans le cadre de la stratégie d'amélioration du fonctionnement, par temps de pluie, des réseaux existants, il est mis en avant la nécessité de poursuivre la mise en œuvre d'une gestion plus intégrée des eaux pluviales (déconnexion de surfaces actives, limitation de l'imperméabilisation, désimperméabilisation, dérivation des eaux pluviales vers des espaces multi-usages en cas d'évènements forts, parcours à moindre de dommages en cas d'évènements exceptionnels.*

*Le chapitre 15 du présent rapport dresse les bases de ce plan de gestion.*

*En outre, dans le cadre du schéma directeur, il a été étudié, avec l'outil de modélisation, des solutions plus « curatives » qui pourraient s'avérer nécessaire à mettre en œuvre pour des désordres qui ne pourraient intégralement solutionnés par une gestion préventive à la source des eaux pluviales.*

*Aussi, les paragraphes ci-après déclinent par secteur, ces scénarios d'aménagements.*

### 11.3.1 Scénario renforcement et recalibrage

#### Préambule

Les paragraphes ci-après présentent les types d'aménagements susceptibles d'être réalisés pour réduire les fréquences et volumes de débordement, avec :

- Pour les zones de dysfonctionnement dès 2 ans --- > aménagement pour garantir une protection 10 ans (zone à faibles enjeux) ou protection trentennale (enjeux urbains forts)
- Pour les zones de dysfonctionnement dès 10 ans --- > aménagement pour garantir la protection 30 ans

NB : Les écarts entre les débits de dimensionnement pour la protection 2 ans et ceux pour la protection 30 ans s'avèrent important (pluie 10 ans 50% plus pénalisante que la pluie 2 ans). En revanche, les écarts sont moindres entre la T10 et T30 (pluie 30 ans 25% plus pénalisante que la pluie 10 ans).

## **Secteur Isère amont rive gauche**

### **Secteur de Domène**

A Domène, pour répondre aux dysfonctionnements en temps de pluie du collecteur de la rue des Sports (aval DO), il a été testé le renforcement : collecteur DN1200 sur 350ml jusqu'à l'exutoire vers la Chantourne de Domène.

### **Secteur de Gières**

Il a été testé le renforcement en DN800, sur 150 ml, du collecteur unitaire aval rue de la Libération.

## **Secteur Sud Agglomération**

Sur le secteur de Vif, le principal point de débordement potentiel se situe sur le collecteur du secteur Résistance/Truchet. En variante de solutions de recalibrage, il a été privilégié la mobilisation du bassin Argenson au-delà de la pluie 10 ans, afin de répondre aux dysfonctionnements.

## **Secteur Isère Aval**

### **Secteur de Saint Egrève/Saint Martin le Vinoux**

Sur ce secteur, plusieurs tronçons présentent des dysfonctionnements en cas de pluie rare :

- Avenue de l'Ancienne Brasserie : il a été testé le renforcement du collecteur EP, en DN700 sur 450 ml
- Avenue de Karben : il a été testé le renforcement du collecteur EP en DN1200 sur 500ml et DN 1400 sur 400 ml. Il a été également testé la création d'une chambre de dissipation au niveau de la rupture de pente.
- Avenue du Petit lac : il a été testé le renforcement des collecteurs pour les 3 profils sur des linéaires importants (DN700 à 1200 pour environ 1500 ml). Aussi, il a été également évalué le volume de stockage nécessaire (1500 m<sup>3</sup>) pour supprimer les débordements en cas de pluie rare.
- Exutoire de réseaux d'eaux pluviales : mise en place de clapet afin de s'affranchir de l'influence aval de la Biolle.

### 11.3.2 Scénario –rétention/stockage

Deux types d'unités de stockage peuvent être envisagés dans le cadre des travaux liés à la lutte contre les débordements de réseaux :

- sur-dimensionnement des collecteurs et régulation du débit de fuite aval de façon à faire transiter le débit de pointe sans débordement sur la voirie
- stockage par expansion vers des espaces multi-usages (avec régulation du débit de fuite pour soulager le réseau aval).

Ce type d'aménagement a été étudié sur les secteurs qui présentent des volumes de débordements importants :

#### **Secteur Abords Rocade**

##### **Secteur de l'avenue Ambroise Croizat, à Saint Martin d'Hères**

Sur le secteur de l'avenue Ambroise Croizat, à Saint Martin d'Hères, il a été évalué le volume de stockage à prévoir pour répondre à la saturation du collecteur structurant en temps de pluie  $T \geq 10$  ans et aux risques de débordements sur la partie amont.

Les simulations indiquent des volumes de stockage de l'ordre de 2000 à 2500 m<sup>3</sup> (selon le niveau de protection 10 ans ou 30 ans) pour le sous-bassin versant unitaire Croizat.

##### **Secteur Mogne amont, Zup Isère**

A partir de la pluie décennale de projet, le collecteur Mogne et les antennes secondaires s'avèrent saturés, avec des zones potentielles de débordements. Le renforcement des collecteurs semble difficilement réalisable au vu des diamètres actuels et des linéaires importants qu'ils seraient à reprendre.

Afin de supprimer les dysfonctionnements en temps de pluie rare (occurrence jusqu'à la pluie 30 ans), il a été estimé les volumes de stockage nécessaires :

- 3500 m<sup>3</sup> à 5000 m<sup>3</sup> (protection 10 ans ou 30 ans), sur le sous-bassin versant UN Mogne amont
- 3000 m<sup>3</sup> à 4000 m<sup>3</sup> (protection 10 ans ou 30 ans) sur le sous-bassin versant UN Mogne aval
- 7000 m<sup>3</sup> sur le sous-bassin versant EP de l'avenue Bruyère, en amont du Zup Isère

##### **Secteur EP Echirolles**

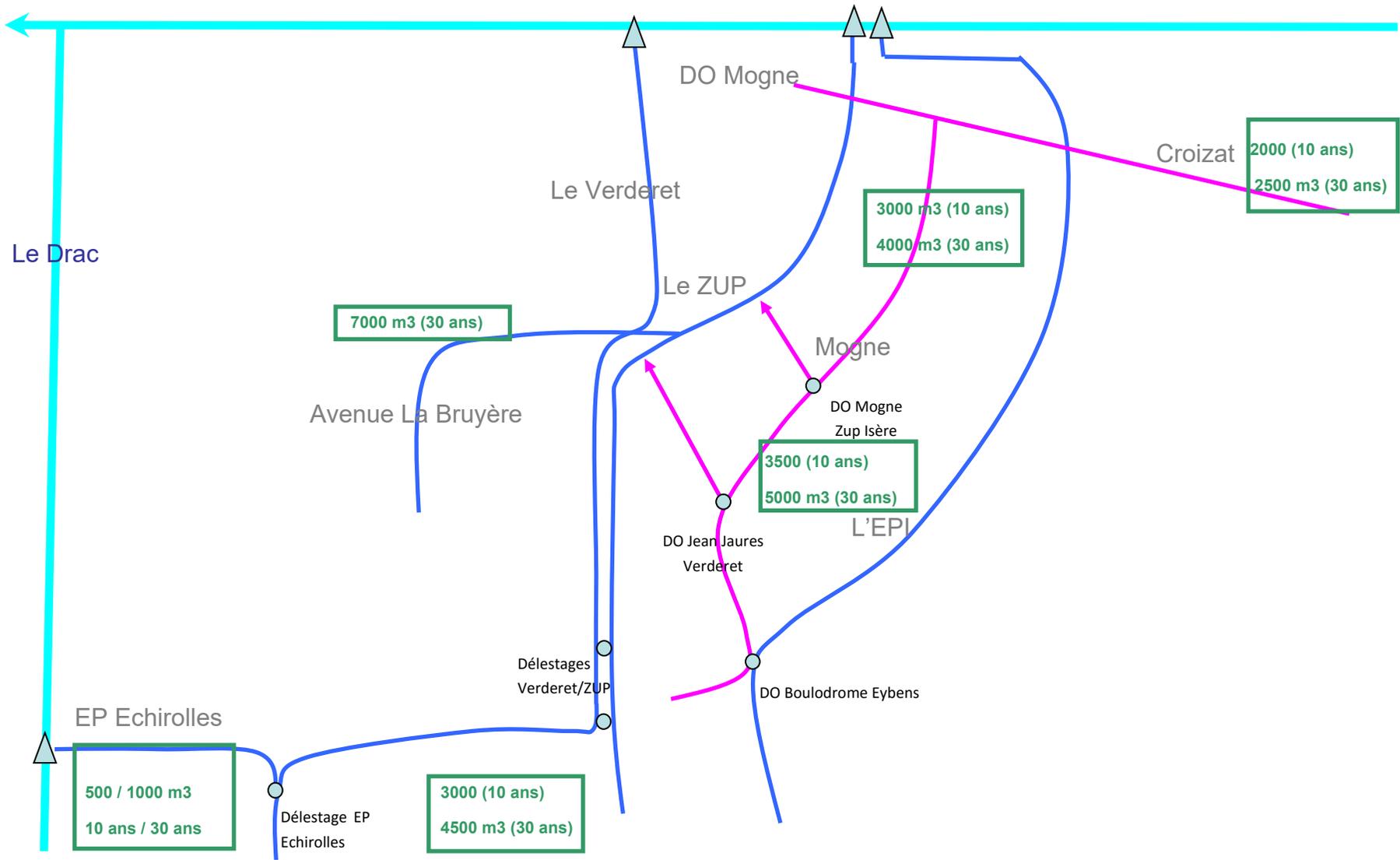
Afin de supprimer les dysfonctionnements en temps de pluie rare (occurrence jusqu'à la pluie 30 ans), il a été estimé les volumes de stockage nécessaires :

- 2500 m<sup>3</sup> à 3500 m<sup>3</sup> (protection 10 ans ou 30 ans), pour le sous-bassin versant EP Langevin
- 1000 m<sup>3</sup> à 2000 m<sup>3</sup> (protection 10 ans ou 30 ans) pour le sous-bassin versant amont EP François Quesnay

- 4000 à 6000 m<sup>3</sup> (protection 10 ans ou 30 ans) pour le sous-bassin versant aval EP François Quesnay
- 1000 m<sup>3</sup> pour le sous-bassin versant EP allée Rondeau
- 500 à 1000 m<sup>3</sup> pour le sous-bassin versant EP Normandie Niemen.

La figure ci-après présente les volumes à « stocker/ dériver/ déconnecter » pour la protection T 10 ou T30 ans sur le secteur Abords Rodeade

Figure 47 : Volume à stocker pour protection T10 ou T30 ans du secteur Abords Rode



## 11.4 Scénarios d'aménagements - secteur détaillé Grenoble Centre

### 11.4.1 Maillage entre collecteur

Pour augmenter les capacités hydrauliques des réseaux et réduire les mises en charge et les risques de débordement des collecteurs, des travaux de maillage peuvent être réalisés.

Pour réduire la sollicitation du collecteur Berriat et du collecteur rue pierre Sémard, et limiter les risques potentiels de débordement, il peut être réalisé un maillage au niveau de la rue Diderot.

Par ailleurs, pour solliciter davantage en temps de pluie rare, le collecteur Gueymard (jusqu'à sa mise en charge, cf schéma ci-après), il peut être mis en place une vanne mobile en lieu et place du barrage Viallet. Cette vanne pourrait ainsi s'effacer en cas de ligne d'eau importante dans le collecteur Viallet pour évacuer les débits vers le collecteur Gueymard.

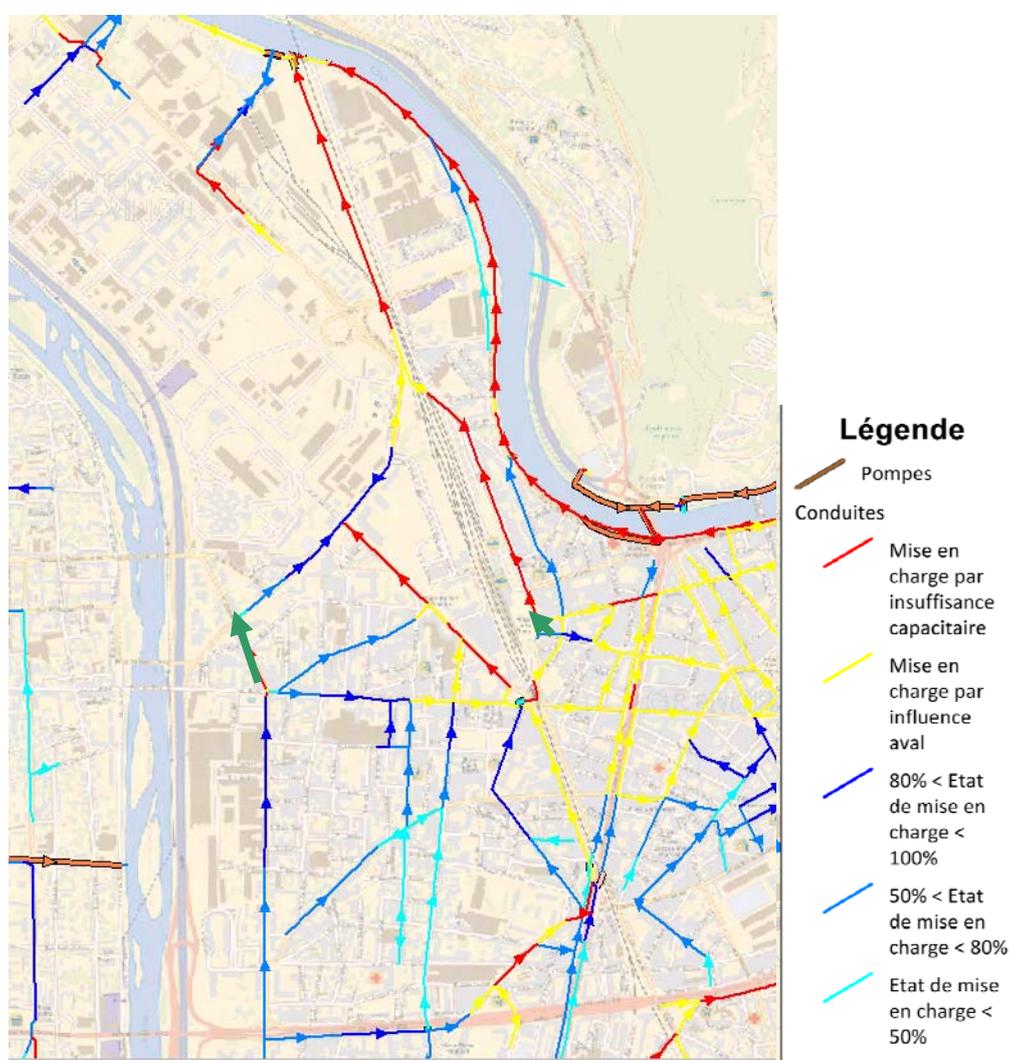


Figure 48 : Scénario aménagement – pluie 10 ans – secteur Grenoble Centre

## 11.5 Scénarios d'aménagements - secteur détaillé Rive Gauche Drac

Pour diminuer l'aléa inondation sur le secteur RGD par rapport à la situation actuelle, il est nécessaire d'entreprendre des aménagements :

- Des actions sur les collecteurs dégradés (contre pentes, rétrécissement...) afin d'assurer les capacités hydrauliques pour maîtriser les lignes d'eau
- De créer des points de stockage afin de décharger les principaux axes d'écoulement : Petite Saulne, et Grande Saulne.

Les aménagements à prévoir s'appuient sur l'analyse de l'étude menée par Hydrétudes sur la Petite Saulne et la Grande Saulne, notamment en intégrant le calage des réseaux suite à la campagne de mesure détaillée.

Le paragraphe présente les aménagements à mettre en œuvre pour une protection décennale. Ils pourront être renforcés en cas d'objectif de protection trentennale dans les zones à forts enjeux.

### 11.5.1 Renforcement et recalibrage

Pour augmenter les capacités hydrauliques des réseaux et faire baisser les lignes d'eau dans les collecteurs, des travaux de recalibrage et de reprise de pente peuvent être mise œuvre.

Cependant, les exutoires actuels – Station Pluviale de Bergès, collecteur aval Grande Saulne – ne disposent pas de capacités résiduelles importantes (pour des évènements d'occurrence proche de la pluie 10 ans) pour autoriser une augmentation des débits aval.

Toute augmentation de la capacité de collecteurs situés à l'amont du domaine de collecte entrainera l'augmentation des débits par temps de pluie. Les risques de débordement sur chaussée seront augmentés.

En conséquence, tout renforcement en amont doit être accompagné d'un renforcement des capacités hydraulique à l'aval soit sur la station de pompage de Bergès, soit sur le collecteur gravitaire de Grande Saulne. Dans les deux cas, **ces travaux paraissent trop importants pour être mis en œuvre, et non compatible avec les orientations du SDAGE.**

**Ce scénario est déconseillé.**

### 11.5.2 Rétention sur les zones amont

L'étude menée par Hydrétude sur la Petite Saulne et la Grande Saulne a abouti à un programme de travaux pour améliorer et sécuriser le fonctionnement hydraulique des réseaux pluviaux enterrés jusqu'à des évènements d'occurrence 30ans.

Ce programme prévoit d'aménager les sites non urbanisé en tant que bassins à ciel ouvert pour réaliser de l'inondation maîtrisée pour des évènements rares :

- secteur Bergès : rétention de 12 000 m<sup>3</sup> sur 4 sites à l'amont du collecteur DN1500 Hugo
- secteur Grande Saulne : rétention de 22 000 m<sup>3</sup> sur 2 sites pour tamponner les eaux de la Grande Saulne et les détourner vers la station Bergès ; le renforcement de la station Bergès et la pose des collecteurs de détournement

- secteur petite Saulne : rétention de 41 000 m<sup>3</sup> sur 5 sites pour tamponner les eaux de la Petite Saulne et de ses affluents ; détournement du Ru les Buissonées vers le canal de la Grande Saulne.

Le programme de travaux est décliné en 17 actions concernant les réseaux enterrés. Celles-ci sont précisées dans le tableau suivant :

Opérations	Action	Ouvrage
Op.1	Act.1	Bassin 4 000 m <sup>3</sup> : terrain de sport de Seyssins :
	Act.2	Recalibrage DN800 : rue Dunant
Op.2	Act.1	Bassin 4 200 m <sup>3</sup> : rues Armand / Dauphiné
	Act.2	Bassin 3 000 m <sup>3</sup> : rues Armand / Dauphiné (Boulodrome)
Op.3		Recalibrage DN1000 : avenue de Grenoble
Op.4		Bassin 500 m <sup>3</sup> : rues Pasteur / Liberté
Op.5	Act.1	Bassin 20000 m <sup>3</sup> + intercepteur: terrain de sport de Seyssinet
	Act.2	Bassin 1 500 m <sup>3</sup>
Op.6	Act.1	Pose DN800 : rue A. Bergès
	Act.2	Q Bergès +1m3/s : station EP Bergès
Op.7	Act.1	Bassin 500 m <sup>3</sup> : rues Lafontaine / Moucherotte
	Act.2	Recalibrage DN1300 : rue Lafontaine
Op.7bis		Bassin 4 400 m <sup>3</sup> : Parc K. Marx
Op.8		Pose DN1000 : bd P. Langevin
Op.9		Bassin 30 000 m <sup>3</sup> : Parc de la Poya
Op.10		Bassin 4 000 m <sup>3</sup> + canalisation d'interception : Buissonnées
Op.11		Bassin 2 200 m <sup>3</sup> + canalisation d'interception : Buissonnées

**Tableau 27 : Programme de travaux –étude inondabilité (Hydrétudes)**

Ce programme permet de répondre à la problématique inondation sur les trois secteurs des réseaux d'assainissement de la rive gauche du Drac, notamment par rapport à une problématique trentennale.

Toutefois, deux remarques peuvent être faites :

Le détournement d'une partie des eaux pluviales de Grande Saulne vers la station Bergès implique un renforcement de la capacité de pompage. Etant donné la configuration actuelle de la station, d'importants travaux de génie civil seraient à prévoir.

Parmi les ouvrages de rétention proposés, certains sont plus haut que les réseaux. Ils doivent être remplis par la régulation et mise en charge des collecteurs. Ceci implique une réhausse des lignes d'eau à l'amont. En l'absence des organes de régulation, les ouvrages seront peu remplis ou le seront

pour des occurrences plus fortes seulement. Le gain escompté ne sera pas atteint et certains débordements sur chaussée persisteront.

La difficulté liée à ce type d'aménagement réside dans l'alimentation et la vidange des ouvrages. En effet, la faible pente du terrain naturel et la profondeur des réseaux au pied du Vercors, sont contraignants pour un fonctionnement gravitaire. Les volumes stockables sont donc restreints.

Il n'y a pas d'alternative aux organes de régulation pour pouvoir conserver un fonctionnement gravitaire. Il faudrait envisager des ouvrages enterrés équipés de systèmes de pompage.

### 11.5.3 Zoom et alternative sur les aménagements préconisés

#### Suppression des dysfonctionnements à l'amont du DO Bergès

Sur ce secteur, il a été identifié 4 zones pour la rétention des écoulements afin de soulager l'artère principale (rue A. Bouchayer).

Etant donné les contraintes du fonctionnement actuel des réseaux et dans l'optique d'assurer la protection décennale, il est conseillé de porter quelques modifications aux aménagements proposés par Hydrétudes.

- terrains de sport de Seyssins (Op1, actions 1 et 2) : création d'un bassin d'un volume supérieur à 1 500 m<sup>3</sup>, optimisation de son mode de remplissage et renforcement du collecteur de la rue Dunant pour en assurer l'alimentation en DN1000 au lieu de DN800
- rues Dauphiné / Armand (Op2, action 1 et 2) : étant donnée les contraintes liées à l'aménagement du projet cœur de plaine, la cote de fond de bassin de rétention est haute par rapport au réseau. L'alimentation du bassin par le collecteur EP de la rue Dauphiné implique une réhausse de la ligne par contraction de l'écoulement. Pour éviter cela tout en maintenant l'utilité du site, il peut être envisagé d'écrêter également l'antenne EP de la rue du Dauphiné (ouest croisement rue Armand) sur le même site. Cela permettrait de 1200 m<sup>3</sup> pour la pluie décennale sur un seul site.

NB : les actions de délestage en direction du site Cœur de plaine ont été réalisées.

Ces aménagements permettent de supprimer les débordements pour la pluie décennale. Toutefois, le collecteur de la rue V. Hugo fonctionne en charge sur 1 800 mètres.

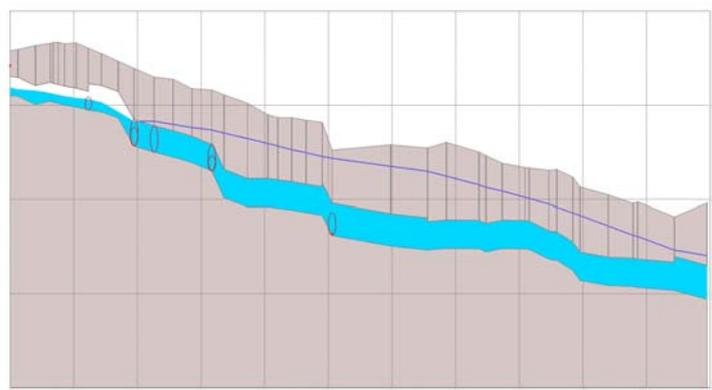


Figure 49 : Profil en long du collecteur rue Victor Hugo

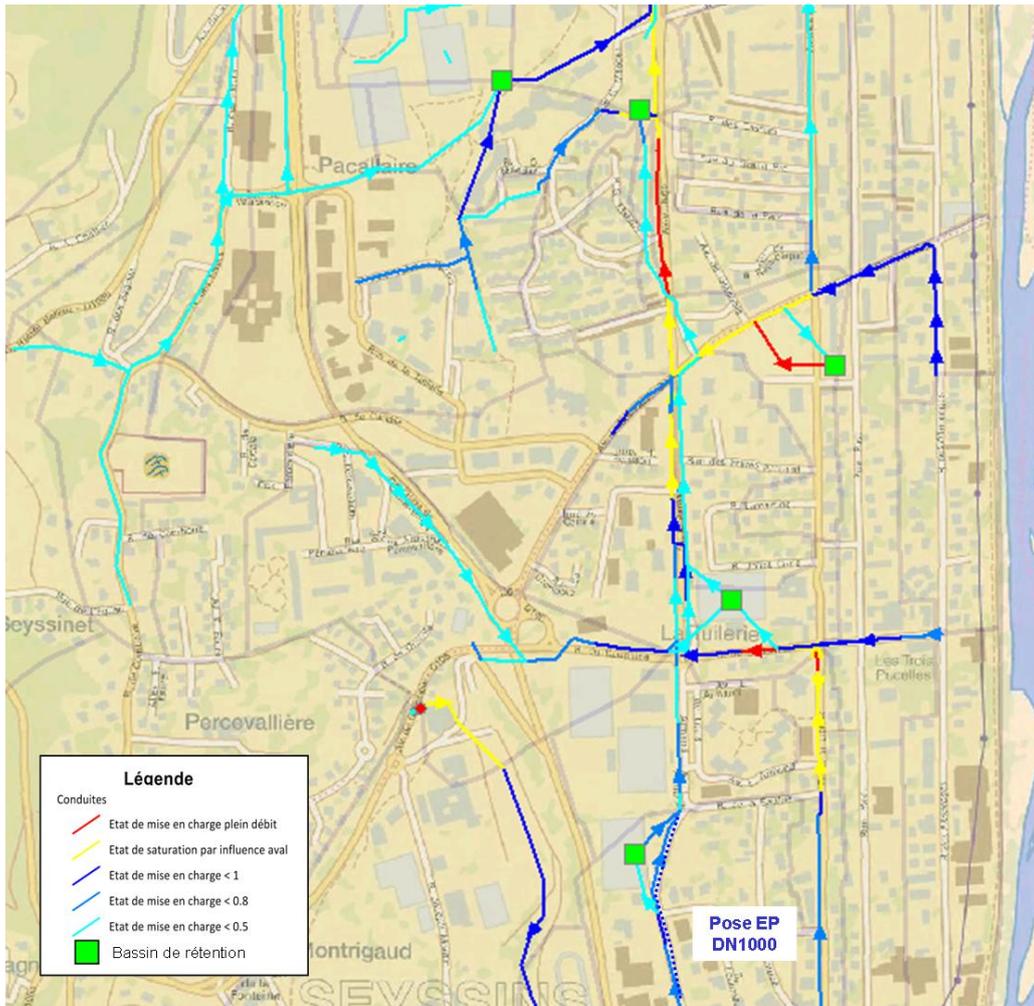


Figure 50 : Schéma aménagement-amont Berges

☞ Pour une pluie trentennale, ces aménagements permettent d'améliorer la situation actuelle mais pour répondre aux dysfonctionnements persistants, ils doivent être renforcés par des délestages (vers parking, terrain sport, espaces à vocation multi-usage...), en amont du bassin versant. Par exemple :

- bassin des terrains de sports de Seyssins : 800 m<sup>3</sup> supplémentaires à stocker
  - bassin cœur de plaine : 500m<sup>3</sup> supplémentaires à stocker
  - bassin secteur Pasteur Liberté : 400m<sup>3</sup> supplémentaires à stocker
  - bassin terrain de sport de Seyssinet : 900 m<sup>3</sup> supplémentaires à stocker
- De plus des risques de débordements sur chaussée persistent sur la rue V. Hugo.

## **Suppression des dysfonctionnements sur le secteur Grande Saulne**

*☞ Pour rappel, il est à privilégier préférentiellement des solutions de déconnexion, de dérivation des eaux pluviales vers des espaces multi-usages aménagés en conséquence.*

Les paragraphes ci-après présentent des « solutions curatives ».

Pour supprimer les débordements actuels pour une pluie décennale, il a été testé le détournement et rétention des eaux de la Grande Saulne amont :

Les EP du fossé des Arcelles et de Pacallaire (Seyssinet) sont détournées vers la station de Bergès. Ce détournement, ne peut être envisagé qu'à condition de tamponner les eaux dans une zone de stockage restitution sur les terrains de sport de Seyssinet et de renforcer la capacité de pompage à Bergès.

Les travaux à envisager sont les suivants :

- pose de canalisation d'interception des EP
  - DN1000 sur 700m entre la rue Vaucanson et la rue V. Hugo
  - DN800 sur 250m avenue A. Bergès
- connexion du DN1100 EP de la rue de Fleurs sur le nouveau collecteur
- création d'un bassin de stockage de 20 000 m<sup>3</sup> sur les terrains de sports de Seyssinet (au Nord du quartier Maeder)
- augmentation de la capacité de pompage à Bergès (+ 1m<sup>3</sup>/s)

Une solution de renforcement pour supprimer les débordements identifiés sur l'avenue Joliot Curie pour l'occurrence 10 ans consisterait en une mise en séparatif partielle (branche principale avec création d'un intercepteur de pollution) du secteur de Grande Saulne : pose d'un DN1500 sous le boulevard Joliot Curie.

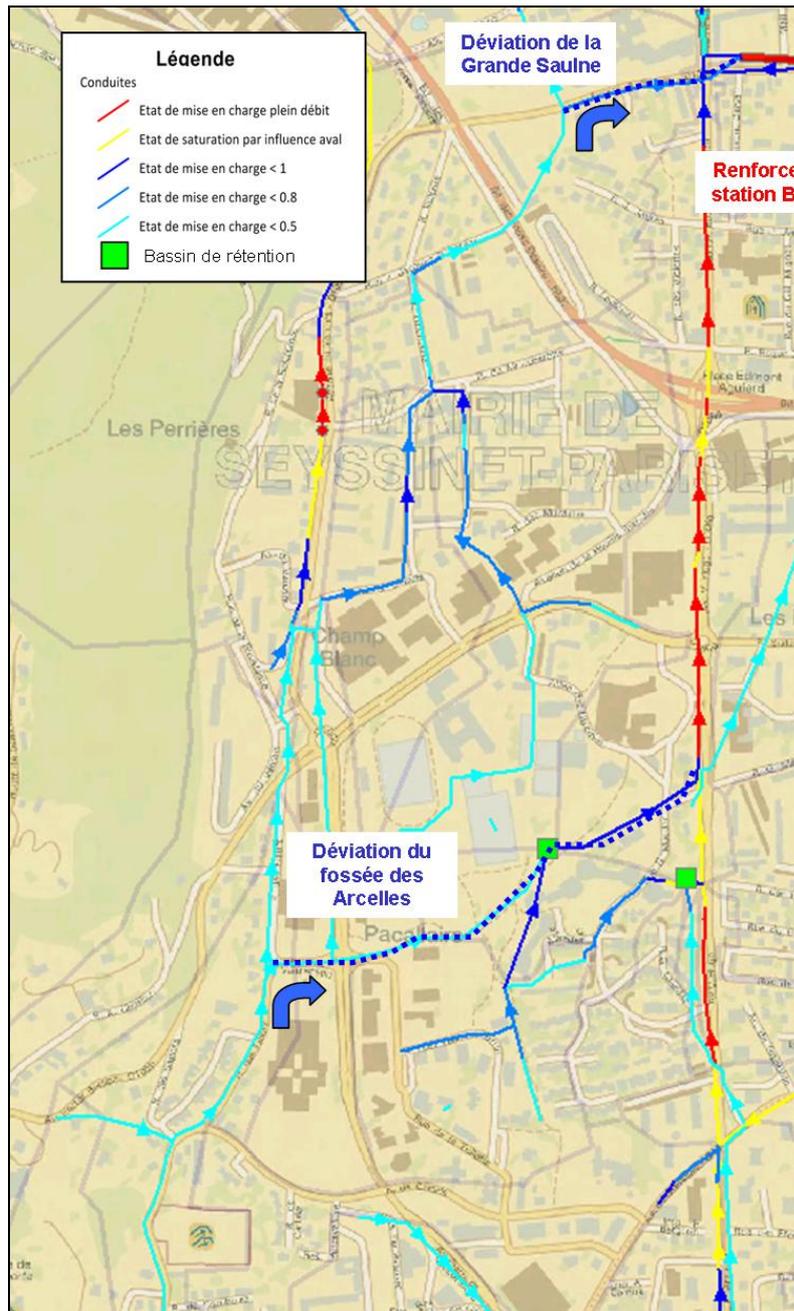


Figure 51 : Scénario aménagement amont Grande Saulne

## **Suppression des dysfonctionnements sur le secteur Petite Saulne**

### **Régulation de la Petite Saulne**

*☞ Pour rappel, il est à privilégier préférentiellement des solutions de déconnexion, de dérivation des eaux pluviales vers des espaces multi-usages aménagés en conséquence.*

Les paragraphes ci-après présentent des « solutions curatives ».

La saturation de la Petite Saulne est généralisée dès une pluie biennale. Les Op 7bis, 8 et 9 permettent de délester la Petite Saulne. Toutefois, suite au calage du modèle numérique sur les mesures de la campagne détaillée quelques précisions sont apportées.

Le bassin de rétention prévu au Parc Karl Marx (Op 7 bis) peut être optimisé en régulant plus fortement la canalisation aval (0,6 m<sup>3</sup>/s au lieu de 0,9 m<sup>3</sup>/s). Cela permettra une meilleure protection des zones urbaines situées à l'aval. Il est également préconisé un recalibrage de collecteur EP DN500 sur l'avenue du Vercors (à noter des travaux neufs sur le secteur) en DN800 sur 250m pour permettre le remplissage du bassin de rétention.

Un grand bassin au Parc de la Poya (Op 9) permet de maîtriser les apports des bassins versants naturels et des résurgences karstiques du pied du Vercors.

Le maillage des réseaux EP de la Petite Saulne vers le ru du Curé (Op 8), avec la pose d'un collecteur EP DN1000 sous le boulevard P. Langevin doit être complété par :

- le remplacement du collecteur amont par un DN1000 sur 400m
- le maillage du collecteur EP de la rue Paul Vallier vers le nouveau collecteur sous le boulevard P. Langevin (à noter, des travaux neufs sur le secteur de la ZAC des Vouillands)

NB : sur ce secteur, les solutions de gestion intégrée sont à privilégier (noues ponctuelles ou continues, le délestage sur des espaces multi-usages).

Enfin, sur le transit de la Petite Saulne, il peut être préconisé, au niveau de la rue J. Bertoin, la pose d'un collecteur EP DN1200 sur 200m.



Figure 52: Scénario - aménagement Petite Saulne

### Régulation de la Via Etreta et du ru des Buissonnées :

Le programme de déviation du ru des buissonnées et d'une partie de la Via Etreta vers Grande Saulne (Op 10 et 11) permet de décharger la Petite Saulne en sollicitant la Grande Saulne dont la capacité hydraulique résiduelle est plus importante.

L'alimentation du bassin correspondant à l'Op 11 peut être optimisée pour plus délester la Via Etreta

## 11.6 Scénarios d'aménagements - secteur détaillé Chartreuse

Pour diminuer l'aléa inondation sur le secteur Chartreuse par rapport à la situation actuelle, il est nécessaire d'entreprendre des aménagements :

- Des actions sur les collecteurs dégradés (contre pentes, rétrécissement...) afin d'assurer les capacités hydrauliques pour maîtriser les lignes d'eau
- De créer des points de stockage afin de décharger les principaux axes d'écoulement : collecteur vers la Chantourne.

Le paragraphe présente les aménagements à mettre en œuvre pour une protection décennale. Ils pourront être renforcés en cas d'objectif de protection trentennale dans les zones à forts enjeux.

### 11.6.1 Actions réalisées de maillage Chantourne de La Tronche /Chantourne de Meylan

L'allée du Pré blanc est une des zones principales de dysfonctionnement. La capacité intrinsèque des trois collecteurs est plus forte que la chantourne en aval. Le busage de la Chantourne réhausse la ligne d'eau et limite le débit transité.

Aussi, il a été réalisé depuis le précédent Schéma Directeur, une dérivation de la petite Chantourne vers la Grande Chantourne, à hauteur de la buse DN1600.

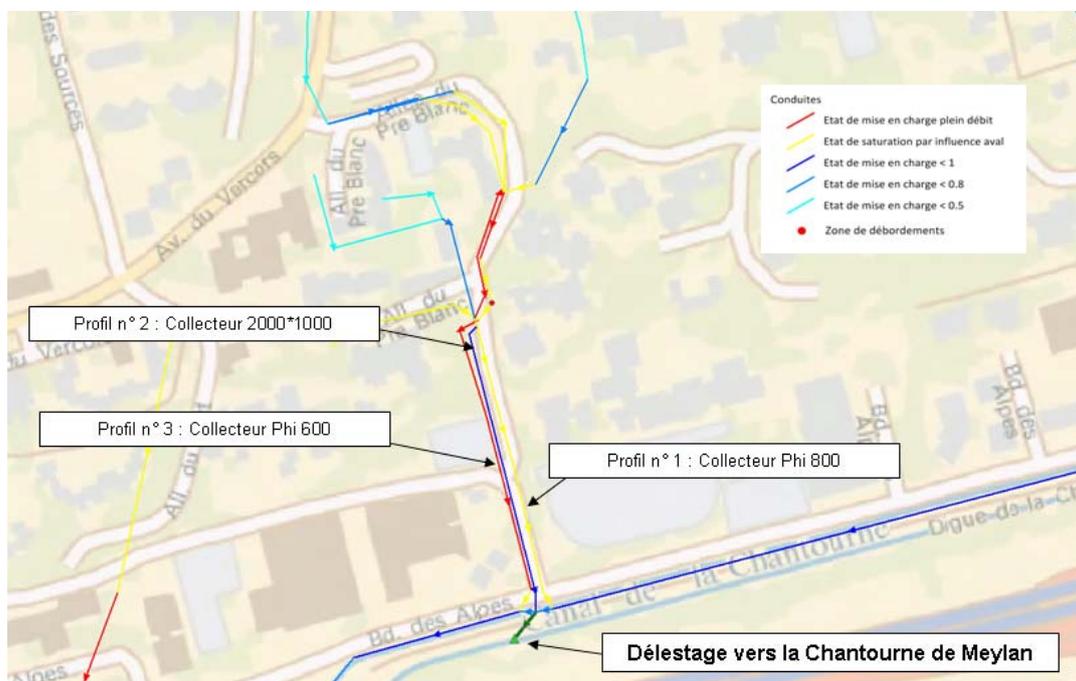


Figure 53 : Scénario de maillage des Chantournes – état de fonctionnement des collecteurs

Le délestage de la chantourne de la Tronche vers la Chantourne de Meylan permet d'abaisser les lignes d'eau et donc limiter son influence sur les collecteurs en amont.

Cependant des dysfonctionnements persistent (débordement au niveau du point bas ci-dessus). Les réseaux rue du Pré Blanc sont mis en charge pour la pluie décennale : capacité insuffisante pour la pluie décennale des collecteurs rue Pré Blanc.

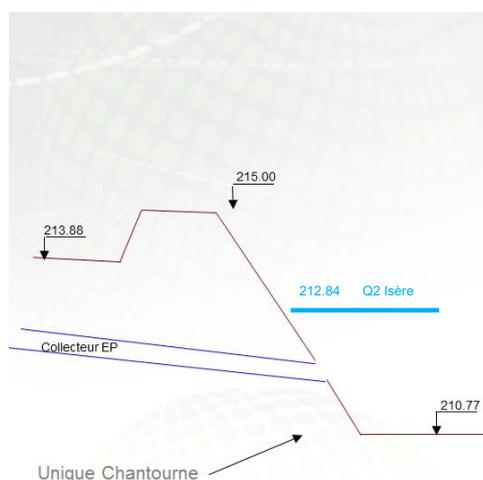
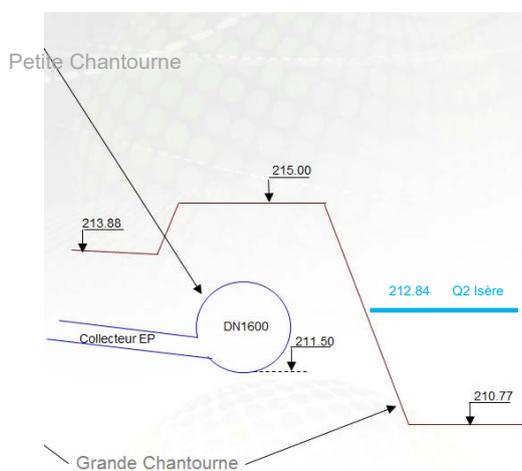
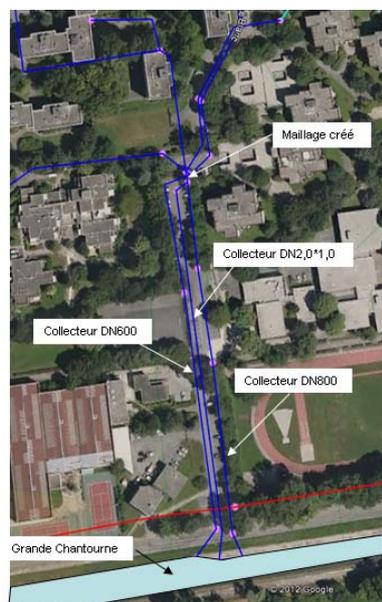
Cet aménagement ne permet donc pas à lui seul de solutionner les dysfonctionnements de cette rue.

## 11.6.2 Scénario – unique Chantourne

Il a été également testé le gain sur le fonctionnement hydraulique des collecteurs en cas de réalisation d'une unique Chantourne, de section équivalent à la petite + grande Chantourne sur le linéaire où elles se trouvent actuellement en parallèle.

Le radier de cette unique Chantourne est au niveau du radier de l'actuelle Chantourne de Meylan (grande Chantourne), ce qui permet aux exutoires des collecteurs allée du Pré Blanc d'être à 60 cm du radier.

Afin de solutionner les dysfonctionnements amont sur l'allée du pré blanc, un maillage DN800 sur entre le collecteur DN600 et les deux collecteurs DN800 et DN 2,0x1,0 est également préconisé.



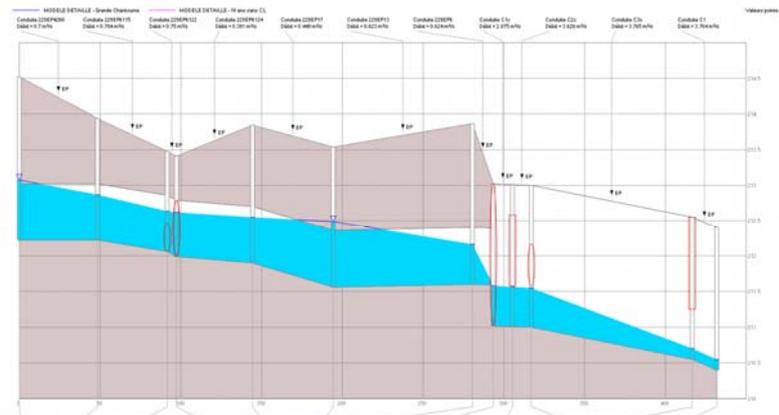


Figure 54 : Profil en long du collecteur DN 800

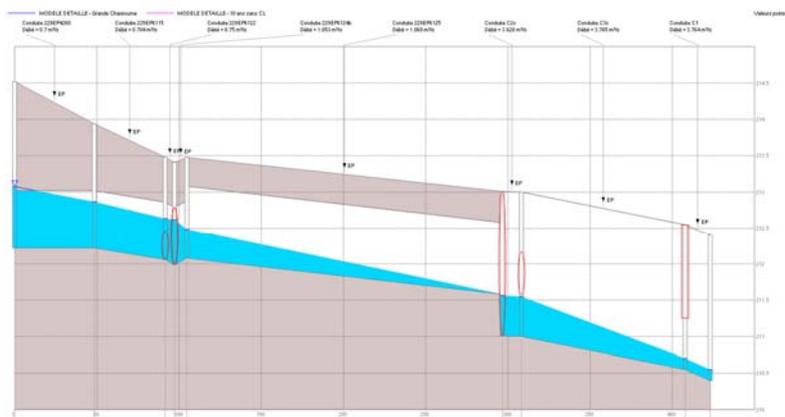


Figure 55: Profil en long du collecteur DN2,0\*1,0

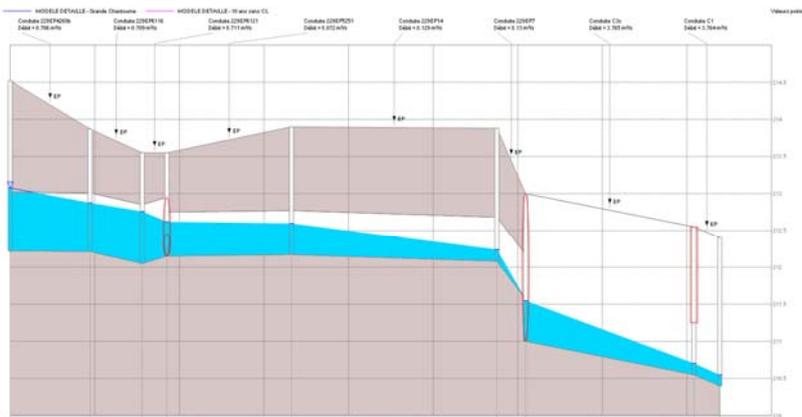


Figure 56: Profil en long du collecteur DN 600

La réalisation d'une grande Chantourne permet d'abaisser les lignes d'eau et de supprimer l'influence aval sur les collecteurs en amont.

Le maillage préconisé permet de supprimer les débordements au niveau du point bas allée du Pré Blanc.

### 11.6.3 Scénario - Réalisation d'un intercepteur

Ce scénario simule la création d'un intercepteur de diamètre DN500 à D2,0x1.5 (d'un linéaire de 1500m) qui collecte les eaux pluviales de Corenc et du nord de Meylan afin de soulager les conduites en aval et la Chantourne de La Tronche. L'intercepteur se maille à l'actuelle Chantourne de la Tronche au niveau au Carrefour de l'Europe (Meylan).

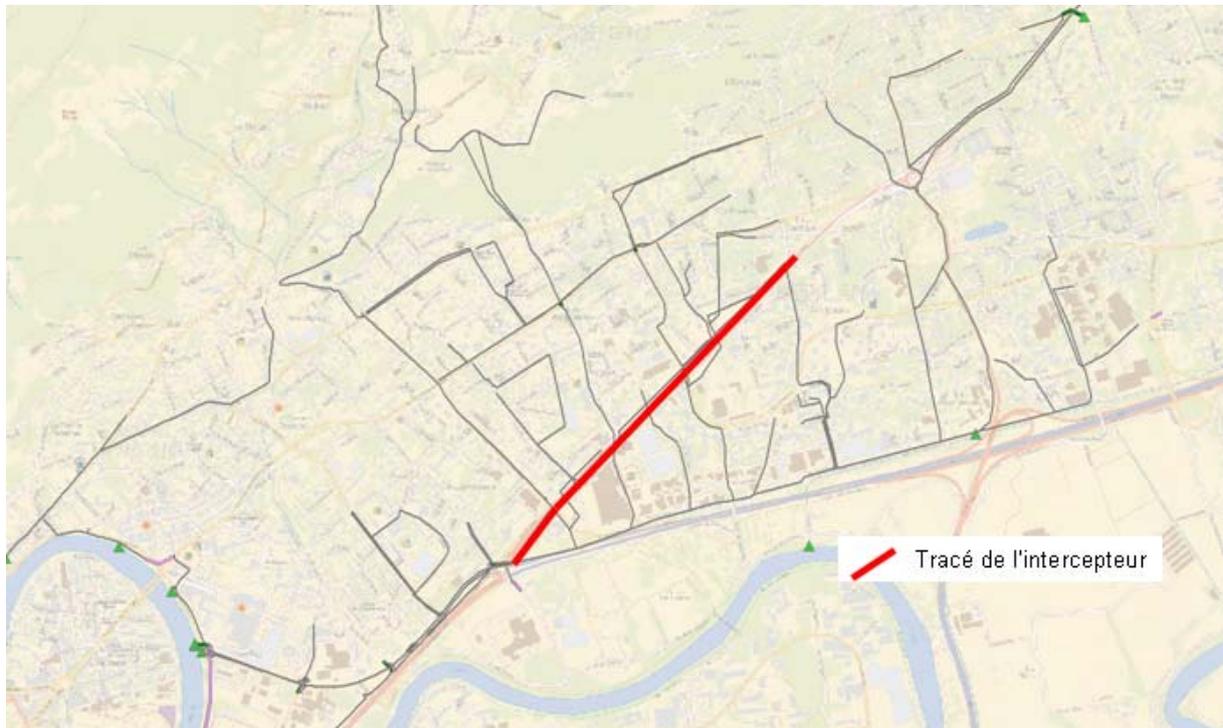


Figure 57: Localisation de l'intercepteur

L'intercepteur déleste une partie du débit généré par les bassins versants amont (Corenc) et permet de limiter la mise en charge de certains collecteurs à l'aval.

Des zones de débordements disparaissent :

- Allée des Mitaillères à Meylan
- Au croisement de l'avenue de Verdun et de la rue des Ayguinards à Meylan
- Avenue du Vercors à Meylan.

L'apport de l'intercepteur à son exutoire sature la Chantourne, en amont de la partie busé sur le territoire de la Tronche.

Pour s'affranchir de cette contrainte à l'aval, la mise en place d'un intercepteur nécessiterait soit la création d'un exutoire direct à l'Isère (solution qui semble difficilement envisageable – fonçage sous autoroute – Charmeyran), soit le couplage avec des aires de stockage. Ces volumes à prévoir permettraient de stocker les sur-débits afin de limiter les dysfonctionnements au niveau du sous-bassin versant aval.

## 11.6.4 Réalisation de maillages sur la commune de la Tronche

Le collecteur DN 800 de la Grande Rue est mis en charge pour la pluie décennale.

Une des solutions d'aménagements proposées dans le cadre de l'étude Safege est la création d'un DO à l'intersection avec la rue de l'Isère couplée avec un renforcement du collecteur DN 200 PVC pluvial par un DN 600 sur 60m.

Il a été aussi testé la déconnexion du bassin versant pluvial chemin de la Basoche (mise en séparatif et un raccordement de l'EP sur le collecteur DN 400 à créer sur 240m rue Agnelas).

En complément des résultats de l'étude Safege, il est proposé la redirection des apports EP de l'amont de la rue de la Carronnerie vers le collecteur UNI DN1400 rue Doyen Gosse (converti en EP après mise en séparatif).

## 11.6.5 Renforcement/recalibrage des collecteurs

Ce scénario étudie le renforcement de certains collecteurs saturés pour la pluie décennale afin qu'ils puissent faire transiter le débit généré par les bassins versants.

Il est à noter que l'augmentation du débit transité par les collecteurs amont provoque une saturation de la chantourne de La Tronche. La ligne d'eau dans la chantourne met en charge les collecteurs EP de Meylan qui s'y maillent. Par voie de conséquence, la mise en charge de ces collecteurs provoque des débordements dans le sud de Meylan.

Le recalibrage de nombreux collecteurs est une piste de solution envisageable. Cependant ces aménagements devront être couplés à d'autres solutions (zones de stockage) afin de ne pas uniquement déplacer les zones de dysfonctionnements vers l'aval.

### Secteur Unitaire de Corenc

Un recalibrage de DN 600 à DN 800 du collecteur unitaire avenue Eygala au croisement du chemin de la Revirée est préconisé sur un linéaire de près de 135m.

Sur le Chemin de la Revirée (commune de Corenc), il est testé le renforcement du collecteur DN 600 par un DN800, et le renforcement du collecteur DN300 par un DN500.

Le collecteur unitaire DN 500 avenue du Grésivaudan vers le croisement avec l'avenue du Saint Eynard est recalibré en DN 800 sur un linéaire de près de 300m.

Le collecteur unitaire DN 300 chemin des Sayettes est recalibré en DN 500 sur un linéaire de près de 300m.

### Secteur séparatif de Meylan

Il est testé le renforcement du collecteur EP DN 500 rue du Pré d'Elle par un collecteur DN 800 sur un linéaire de 130m. Le collecteur EP DN 600 directement en aval pourra être remplacé par un DN1000 sur un linéaire de 800m.

A l'aval de l'avenue de la Plaine Fleurie, il est testé de renforcer le collecteur DN 1000 par un DN 1200 sur un linéaire de 150m. Le collecteur DN1000 directement en aval est également recalibré en DN1500 sur un linéaire de 80 m jusqu'au maillage avec la Chantourne de la Tronche.

Les deux collecteurs EP DN 300 en parallèle chemin du Bachais pourraient être maillé au collecteur DN600 de la Mairie.

Le collecteur EP DN400 chemin de Malacher pourrait être remplacé par un DN600 sur un linéaire de 330m.

### Secteur Unitaire de La Tronche

L'étude du diagnostic du réseau d'assainissement et du fonctionnement des eaux pluviales sur la commune de La Tronche réalisée par Safege a proposé un aménagement : secteur de la Grande Rue avec un renforcement de DN800 à DN1000 sur 160ml.

*☞ Ces scénarios de recalibrage permettent de solutionner les problèmes de débordements sur la partie amont du bassin versant. Toutefois, les débits transférés sur les zones aval aggravent sensiblement le fonctionnement hydraulique des collecteurs du Sud de Meylan.*

*Aussi pour répondre de manière globale à la gestion des débits de crue à l'échelle des sous-bassins versant, ces scénarios doivent être couplés à des zones de stockages situés en zone aval (cf paragraphe ci-après).*

*Ces aménagements sont à mettre en œuvre en cohérence les orientations du plan de gestion des eaux pluviales (cf chapitre 15)*

### 11.6.6 Rétention/stockage

Comme vu précédemment, deux raisons majeures causent les dysfonctionnements dans le sud de Meylan :

- La capacité actuelle des collecteurs est insuffisante pour la pluie décennale
- Le niveau aval dans la Chantourne influe fortement les collecteurs qui s'y maillent

Aussi, il a été testé des scénarios de stockage pour répondre aux zones de débordements recensés pour la pluie 10 ans, et de réguler les débits transférés vers l'aval.

Deux types d'aménagements peuvent être installés :

- Des aires de stockage (milliers de m<sup>3</sup> stockés au minimum) couplé avec le recalibrage de certains collecteurs en amont.
- Des stockages en ligne avec des tronçons en dalot de grande section

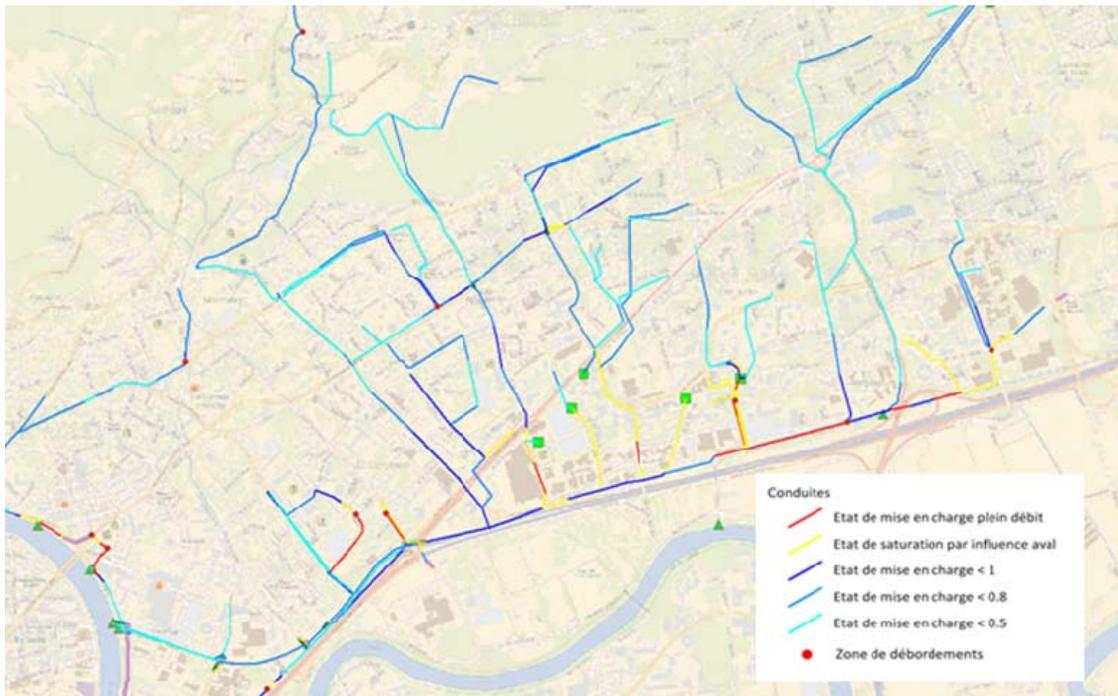


Figure 58 : Scénario gestion des eaux pluviales sur le secteur Chartreuse

### Secteur Cottier / Pré d'Elle

Il est testé la réalisation d'une aire de stockage de 3000m<sup>3</sup> (T10 ans) /4000 m<sup>3</sup> (T30 ans), avec un renforcement du tronçon amont DN500 en DN1000

### Rue des ayguinards

Les collecteurs de la rue des Ayguinards sont aussi fortement sollicités par la Chantourne.

Il est préconisé de renforcer la partie amont de la rue d'un DN800 en un DN1200 sur un linéaire de 1km environ et de disposer d'une zone de stockage en aval de 4500 m<sup>3</sup> (T10 ans) /6000 m<sup>3</sup> (T30 ans).

### Allée des Mitailières

Afin de limiter les dysfonctionnements sur le long de ce collecteur EP DN800, il est préconisé de disposer d'une zone de stockage de 1000m<sup>3</sup> (T10 ans) à 1500 m<sup>3</sup> (T30 ans).

### Chemin de la Revirée / avenue du Vercors

Il est testé la réalisation d'une zone de stockage de 4500 m<sup>3</sup> (T10 ans) / 6000 m<sup>3</sup> (T30 ans) avenue du Vercors. A ce dispositif de stockage, il est testé le renforcement des branches amont : collecteur EP DN500 chemin de la Revirée renforcé par un collecteur DN 800 ; le tronçon au croisement de l'avenue de Verdun et de l'avenue du Vercors renforcé en DN1200

### **Allée du Bret**

Il est préconisé de disposer d'une zone de stockage de 500m<sup>3</sup> (T10ans) /1000 m<sup>3</sup> (T30 ans)

### **Chemin de Malacher**

Il est préconisé de disposer d'une zone de stockage de 600m<sup>3</sup> (T10ans) /1000 m<sup>3</sup> (T30 ans)

### **Site de la Faculté Pharma**

Pour réduire les dysfonctionnements sur le secteur haut de Meylan (saturation des fossés et inondation aval), il est testé la mise en œuvre d'une zone de stockage de 1500m<sup>3</sup> (T10ans) / 2500 m<sup>3</sup> (T30 ans)

### **Rue de l'Aygala**

Il est préconisé de disposer d'une zone de stockage de 1000m<sup>3</sup> (T10ans) /1500 m<sup>3</sup> (T30 ans)

# 12. Questions posées par la gestion des eaux pluviales dans la Métropole grenobloise

## 12.1 Un territoire contrasté entre plaine et montagne, ville et campagne...

La métropole Grenobloise rassemble 450 000 habitants de 49 communes, sur un territoire de 55 km<sup>2</sup> situé à la confluence de l'Isère avec le Drac, au cœur de l'Y grenoblois. La métropole grenobloise s'étend largement dans la « cuvette grenobloise » et sur les contreforts des massifs qui l'entourent : la Chartreuse, Belledonne et le Vercors.

En croissance constante depuis sa création, elle est passée en 2014 de 28 à 49 communes, en fusionnant avec les communautés de communes du Balcon sud de Chartreuse et du Sud Grenoblois.

On note une grande diversité dans les communes qui la composent, tant par leur population (87 habitant à Mont-Saint-Martin et 161 000 à Grenoble) que par leur situation topographique.

Ainsi, des communes ont un caractère rural montagnard, telles que Mont-Saint-Martin et Sarcenas en Chartreuse, ou Miribel-Lanchâtre dans le Vercors. D'autres, plutôt établies en plaine, ont été rejointes par la métropole au cours de 50 dernières années et présentent un caractère péri-urbain prononcé où alternent grands ensembles, quartiers pavillonnaire, centre commerciaux et centres industriels, telles que Poisat, Saint-Martin-d'Hères, Echirolles, le Pont-de-Claix, Seyssins, Saint-Egrève ou la Tronche.

Il est donc difficile de définir simplement le contexte géographique et hydrologique de la métropole, et il convient d'identifier les différents contextes qui influencent la gestion des eaux pluviales sur ce vaste territoire avant d'envisager d'établir des règles pour améliorer celle-ci.

## 12.2 Une transition à accompagner vers la gestion intégrée des eaux pluviales

Les limites d'une gestion traditionnelle organisée autour d'une collecte systématique des eaux pluviales vers des ouvrages enterrés ont été identifiés depuis plusieurs années sur le territoire, et le schéma directeur d'assainissement en vigueur a permis la poursuite d'une évolution nécessaire dans les pratiques, en confirmant le règlement d'assainissement qui impose *a priori* l'infiltration des eaux pluviales à la parcelle.

Cette solution est largement adoptée par de nombreuses collectivités pour faire face à l'accroissement continu des apports vers des réseaux généralement proches de la saturation et dont l'entretien se révèle particulièrement coûteux.

En cas d'impossibilité, un rejet vers le réseau public peut être autorisé à débit limité sans réserve des capacités disponibles.

Nous rapportons ici les éléments d'information mis à la disposition du public par Grenoble Alpes Métropole, sur son site internet :

**« Contrairement aux eaux usées, le raccordement des eaux pluviales au réseau public d'assainissement n'est pas obligatoire, et les solutions de gestion localisée apparaissent nettement préférables au « tout tuyau » qui concentre la pollution et augmente les risques d'inondation en aval.**

*La première solution recherchée pour l'évacuation des eaux pluviales doit être l'infiltration sur la parcelle, par tous dispositifs appropriés : puits perdus, tranchées de restitution, fossé, noue...*

*De façon générale, il est préférable de gérer les eaux pluviales au moyen d'ouvrages à l'air libre, de façon à contrôler dans le temps leur fonctionnement et de simplifier leur entretien.*

*La bonne gestion des eaux pluviales doit nécessairement intégrer la prise en compte des événements pluvieux exceptionnels, susceptibles de saturer les ouvrages adaptés aux pluies habituelles.*

*Il est préconisé d'admettre au moyen de modèles de terrain, l'inondabilité contrôlée de zones non réservées à cet effet, mais dont les usages sont compatibles avec ce type d'aléas exceptionnels (zone de parking par exemple). »*

Les règles sont précisées dans un cahier des prescriptions générales assainissement – gestion et évacuation des eaux pluviales (page 8) :

*« L'impossibilité d'infiltration des eaux pluviales à la parcelle doit être justifiée en communiquant les informations nécessaires (étude de sol, réglementation locale en vigueur) à la Régie Assainissement. Dans ces cas, les eaux pluviales des parcelles sont stockées avant rejet à débit régulé dans le réseau d'eaux pluviales, sous réserve de son existence et de sa disponibilité.*

*La capacité de stockage est établie pour limiter drastiquement ce débit.*

*Un ratio de 5 l/s/ha maximum est applicable sous réserve de disponibilité du réseau public quelle que soit la situation d'imperméabilisation de la parcelle avant sa construction ou reconstruction. Pour les secteurs où la capacité d'évacuation du réseau existant est connue de la régie assainissement comme faible, le débit de fuite accordé pourra être localement abaissé voir annulé. La régulation du débit restitué sera réalisée par le diamètre de la canalisation de la partie privée entre le dispositif de stockage et la boîte de branchement, justifiée par note de calcul. Un diamètre minimal de 30 mm est accepté pour limiter le risque d'obstruction. »*

## 12.3 Gérer toutes les pluies, quelle que soit leur durée et leur intensité, en préservant les modelés naturels

Le cahier des prescriptions générales assainissement – gestion et évacuation des eaux pluviales précise en page 7 que :

*« les dispositifs de gestion des eaux pluviales à la parcelle sont établis en prenant en compte une pluie de période de retour définie par la norme NF EN 752-2. Pour les pluies très exceptionnelles qui dépassent cette occurrence, il est préconisé d'admettre au moyen de modelés de terrain l'inondabilité contrôlée de zones non réservées à cet effet mais dont les usages sont compatibles avec ce type d'aléas exceptionnels ».*

L'objectif de gérer tout type de pluie est en effet essentiel dans la mesure où ce sont précisément les pluies exceptionnelles qui ont tendance à causer des débordements et des inondations. Il convient toutefois de préciser les modalités de mise en œuvre de ces « modelés de terrain » en identifiant quelles sont ces « zones dont les usages sont compatibles avec ce type d'aléas exceptionnels », certains pouvant précisément être « réservés à cette effet ».

On identifie en effet qu'au-delà d'une suggestion d'adaptation locale de la topographie, à l'échelle de la parcelle, dont l'efficacité peut être partielle, il convient d'envisager la logique topographique et hydrographique plus globale de chaque secteur afin de mettre en évidence les modelés naturels qui facilitent la gestion de ces aléas exceptionnels.

Par une étude locale détaillée, il convient de considérer comment ces modelés sont préservés, ou au contraire effacés par l'urbanisation : quelles sont les formes urbaines, les pratiques d'aménagement de l'espace public et privé qui ont tendance à priver un secteur de ses exutoires, de ses zones inondables précieuses pour gérer durablement les pluies exceptionnelles ?

Autrement dit, l'identification de toutes les zones participant naturellement à cette gestion, et tout particulièrement les axes de ruissellement, doivent être identifiés et inscrits comme tels dans les documents d'urbanisme afin que leur pérennité soit garantie par des règles claires et opposables à tous.

## 12.4 Une gestion de la production d'eaux pluviales et de la protection des biens et des personnes

La Métropole souhaite poursuivre la transition engagée par la Métropole en étendant la question de la gestion des eaux pluviales aux principes d'urbanisme qui organisent la croissance et le renouvellement de la ville.

En effet, il apparaît que c'est la perturbation de la « production » d'eaux pluviales elle-même qui est à l'origine des dysfonctionnements, avec des débordements récurrents à l'interface entre le réseau eaux pluviales et les apports amont (ruissellement naturel ou provenant de l'imperméabilisation, ruisseaux parfois interceptés par le réseau) et au niveau d'axes d'écoulement interrompus. Ces perturbations sont difficiles à résoudre a posteriori dans des conditions économiques viables, quelles que soient les techniques adoptées.

La répartition des compétences entre de nombreux acteurs a pu entraîner également un manque de connaissance de ces interfaces.

La gestion des eaux pluviales doit intégrer une modification des habitudes architecturales et urbanistiques qui permettra d'une part, de limiter autant que possible la production de nouveaux

apports d'eau de ruissellement et d'autre part, de protéger les biens et les personnes contre les risques de débordement des systèmes.

Pour argumenter cette proposition, l'étude comprend une analyse sur quelques communes et secteurs détaillés « test » de façon à analyser sur des exemples concrets les formes architecturales et urbaines qui produisent le plus de ruissellement. Il convient également de s'interroger en lien avec les services en charge du PLUi sur les motivations de ces formes, et sur les propositions alternatives à soumettre pour que tous les usages soient préservés, mais en proposant une autre lecture du confort et du paysage urbain. On notera ici que l'architecture, par l'adoption de nouveaux objectifs en matière de production d'énergie et de choix de matériaux naturels, a déjà engagé cette mutation y compris dans le confort domestique.

## 12.5 Des principes à décliner pour chacun des contextes hydrologiques et urbains représentatifs du territoire

Nous identifions *a priori* que les principes de gestion des eaux pluviales énoncés ci-dessus, s'ils concernent l'ensemble du territoire, doivent toutefois être déclinés pour chacun des contextes hydrologiques et urbains de la métropole.

Ainsi, les territoires ruraux de montagne présentent *a priori* des contraintes multiples à l'infiltration (par exemple pente ou risque de glissement), mais ils offrent en revanche des possibilités intéressantes d'évacuation vers un réseau hydrographique généralement bien développé, à condition de contrôler les écoulements.

*A contrario*, les territoires de plaine, sont fortement urbanisés et disposent de peu d'espace libre pour gérer les aléas exceptionnels, mais ils peuvent être plus favorables à une infiltration *in situ* ou à un stockage temporaire de faible hauteur sur des espaces étendus destinés à d'autres usages.

La présente étude est donc organisée autour de deux axes qui permettent de compléter les principes de gestion actuellement consignés dans le cahier des prescriptions générales assainissement – gestion et évacuation des eaux pluviales :

- d'une part, l'identification des différents contextes topographiques, hydrologiques et urbains qui permettent de décrire l'ensemble du territoire, et leur analyse afin d'identifier dans le détail chacun des points évoqués plus haut,
- d'autre part, une approche des capacités offertes par l'ensemble du territoire pour infiltrer les eaux pluviales (avec une carte indicative des contraintes à l'infiltration) et pour assurer les écoulements pour les pluies courantes et pour des événements exceptionnels (carte indicative des axes de ruissellement).

Elle aboutit à la proposition d'une déclinaison opérationnelle des principes présentés ici :

- intégration des données sur le ruissellement dans le SIG ;
- cartographie indicative des contraintes à l'infiltration ;
- prise en compte de la gestion des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme et en particulier dans le PLUi en cours d'élaboration (maîtrise des effets de l'imperméabilisation, prise en compte des axes d'écoulement et zones d'expansion...) ;
- analyse et propositions de précisions et d'évolution du règlement d'assainissement et des prescriptions techniques ;

- propositions pour améliorer la communication sur la gestion des eaux pluviales : propositions de fiches sur les points de blocage fréquents (contraintes fortes à l'infiltration), détermination des données d'entrée et critères adaptés au contexte local pour une version métropolitaine de WEBTA (outil WEB développé par le LGCIE de l'INSA de Lyon pour le dimensionnement des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales).

Enfin, un volet institutionnel permet de dégager les axes d'amélioration pour accompagner la transition engagée vers une gestion intégrée et transversale des eaux pluviales et identifie les missions qui relèvent des compétences de la Régie assainissement au vu de ses statuts actuels.

# 13. Analyse du fonctionnement hydrologique du territoire

## 13.1 Méthodologie : collecte de données, rendus cartographiques et identification d'un échantillon de communes représentatives du territoire

### 13.1.1 Déroulement des visites de terrain

Des visites de terrain ont été réalisées à plusieurs reprises :

- Du 22 au 26 février 2016 sur les communes de Meylan, La Tronche, Sassenage, Saint Egrève, Vif et Noyarey afin de nous familiariser avec le contexte du territoire et son fonctionnement hydrologique en particulier au niveau des axes de ruissellement ;
- Du 27 juin au 1<sup>er</sup> juillet 2016 sur les communes de La Tronche, Corenc, Meylan, Sassenage, Jarrie, Vaulnaveys-le-Haut et Claix afin de mener une analyse approfondie sur les zones d'interception des axes de ruissellement par les zones urbanisées.

### 13.1.2 Collecte des données pour le recensement des dysfonctionnements liés aux eaux pluviales

Le fonctionnement hydrologique du territoire a également été analysé sur la base des dysfonctionnements liés aux eaux pluviales et au ruissellement recensés sur le territoire. Les informations ont été recueillies auprès de trois types d'interlocuteurs : directement auprès des **services techniques et des élus des communes, auprès de la régie assainissement de la Métro et auprès du service voirie.**

#### 13.1.2.1 Communes

Les **services techniques et des élus des communes** ont une connaissance au plus près du terrain. Un questionnaire ainsi qu'un fond de plan ont été adressés à l'ensemble des communes de la métropole par e-mail au mois d'avril 2016. La demande d'informations portait sur :

- Les secteurs touchés par des dysfonctionnements liés aux eaux pluviales connus sur la commune,
- Le type de dysfonctionnement, selon les causes éventuellement identifiées par les communes,
- La fréquence des dysfonctionnements,
- Les détails ou observations pouvant être fournis concernant les désordres,
- Les ouvrages de rétention des eaux pluviales présents sur la commune et leur localisation,
- Des informations générales sur la gestion des eaux pluviales sur la commune (types d'aménagements mis en œuvre, efficacité constatée, retours d'expérience, etc.).

Le questionnaire adressé aux communes est présenté en annexe. Il était également demandé aux communes de localiser sur un fond de plan de la commune les secteurs touchés par des dysfonctionnements.

A la suite de l'envoi du questionnaire, les communes ont recontactées par mail et par téléphone.

Pour lever certaines interrogations sur le fonctionnement du système de gestion des eaux pluviales, les communes de Sassenage, Vaulnaveys-le-Haut, La Tronche et Corenc ont été visités en présence d'un technicien de la commune ou d'une personne ayant une connaissance précise du terrain.

### **13.1.2.2 Régie assainissement**

Les techniciens des 6 secteurs de la Régie assainissement ont été rencontrés entre le 9 et le 11 mai afin de recueillir les informations sur les dysfonctionnements connus par les services.

Les dysfonctionnements connus étaient principalement liés au réseau d'assainissement.

### **13.1.2.3 Service voirie**

Les techniciens du service voirie ont été rencontrés le 16 juin et les informations sur les dysfonctionnements ont été recueillies sur 2 secteurs : Nord-Ouest et Nord-Est (pas d'information sur le secteur extrême-sud et impossible de contacter le secteur Sud).

## **13.1.3 Identification d'un échantillon de communes représentatives du territoire**

Au vu de l'étendue du territoire de la Métropole, il n'est pas possible de le couvrir par une analyse exhaustive de l'ensemble des sites/contextes qui justifient des actions pour améliorer la gestion des eaux pluviales.

Afin de définir une démarche de prévention des dysfonctionnements, une analyse plus complète a été menée d'une part sur un échantillon de communes représentatives du territoire, sur lequel nous pouvons mener une étude de détail des différents contextes topographiques, hydrologiques, géologiques et d'aménagement, d'autre part sur plusieurs secteurs « test ».

Cette analyse de détail nous permettra d'établir une typologie :

- des contextes propices aux dysfonctionnements constatés en matière de gestion des eaux pluviales,
- des pratiques à mettre en œuvre pour faciliter cette gestion,
- des règles à établir pour répondre aux objectifs détaillés dans le chapitre précédent.

Les 10 communes suivantes ont été sélectionnées en concertation avec la Régie Assainissement :

- Claix
- Corenc
- Gières
- Herbeys
- Jarrie
- La Tronche
- Meylan
- Saint-Martin-le-Vinoux

- Sassenage
- Vaulnaveys-le-Haut

Sur ces communes, nous avons mené une analyse de détail pour superposer toutes les installations, équipements et formes urbaines qui participent à la gestion des eaux pluviales. Nous avons également localisé l'ensemble des dysfonctionnements identifiés par les services communaux et les services de la Régie.

La superposition de ces éléments nous permet d'avoir une compréhension précise des contextes propices aux difficultés à gérer les eaux pluviales, en fonction de leur origine et des dispositifs mis en place pour les gérer.

Ces informations établies à partir de l'échantillon de 10 communes pourront être complétées et transposées à l'ensemble du territoire métropolitain en vue de leur intégration dans les documents d'urbanisme.

Les secteurs étudiés plus en détail ont été sélectionnés sur ces 10 communes dans le but de préciser la démarche à mener pour la prévention du risque de ruissellement et de débordement des réseaux en zone urbanisée.

### 13.1.4 Cartes de synthèse

Des cartes de synthèse du fonctionnement hydrologique du territoire ont été réalisées par commune. Elles sont présentées en annexe. Elles comprennent les éléments présentés dans le tableau ci-dessous :

Symbole	Élément cartographié	Précisions
	Limites communales	
	Cours d'eau	
	Axes de ruissellement naturel (approche théorique sur la base de la carte IGN 25000 <sup>ème</sup> )	
	Bassins versants topographiques	
	Sous-bassins versants en amont du réseau	
<b>Dysfonctionnements recensés liés aux eaux pluviales</b>		
	- Ruissellement provenant de l'espace naturel	Données collectées auprès des communes et de la Métropole (informations sur 33 communes)
	- Ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées	
	- Saturation du réseau eaux pluviales et exutoires	
	- Saturation du réseau unitaire	
	Axes de ruissellement artificiel	Identifiés sur les 10 communes représentatives

	Bassins de collecte du réseau d'assainissement	
<u>Réseau d'assainissement</u>		
	Réseau unitaire	
	Réseau eaux usées	
	Réseau eaux pluviales	
	Cours d'eau busé	
	Exutoires	
<u>Zones d'interception du ruissellement par les zones urbanisées</u>		
	- Typologie à déterminer	Sur les communes non étudiées en détail
	- Axe de ruissellement préservé et identifiable en secteur urbain	Typologie indicative déterminée sur les 10 communes représentatives
	- Axe de ruissellement intercepté par la voirie	
	- Axe de ruissellement récupéré directement par un réseau	
	- Axe de ruissellement effacé par l'urbanisation	

**Tableau 28 : Eléments cartographiés dans les cartes de synthèse du fonctionnement hydrologique**

## 13.2 Cartographie du fonctionnement hydrologique : identification des bassins versants et des axes de ruissellement sur l'ensemble du territoire

Une première cartographie du fonctionnement hydrologique du territoire a été établie sur la base du Modèle Numérique de Terrain (MNT) et de la carte IGN. Elle a ensuite été ajustée au cours de l'étude à partir des informations collectées lors de visites de terrain.

Les éléments suivants ont été cartographiés :

- Les bassins versants
- Les axes de ruissellement naturels,
- Les axes de ruissellement artificiels, dans les 10 communes identifiées plus haut.

### 13.2.1 Cartographie des bassins versants

Les bassins versants topographiques ont été tracés à partir des lignes de niveaux de la carte IGN et des lignes de niveaux issues de la base de données altimétriques de Grenoble Alpes Métropole.

Les bassins versants ont été cartographiés à 2 échelles différentes :

- Une **échelle globale** : grands bassins versants de ruissellement en amont des cours d'eau, superficie comprise entre 30 et 2300 hectares ;
- Une **échelle plus précise** : des sous-bassins versants en amont des zones urbanisées et du réseau ont été cartographiés, avec une superficie comprise entre 1,5 et 445 hectares.

### 13.2.2 Axes de ruissellement naturels et zones d'interception

#### 13.2.2.1 Identification des axes de ruissellement naturels

Les axes de ruissellement naturels sont les axes de ruissellement liés à la topographie du terrain et tels qu'ils existeraient sans l'influence de l'urbanisation.

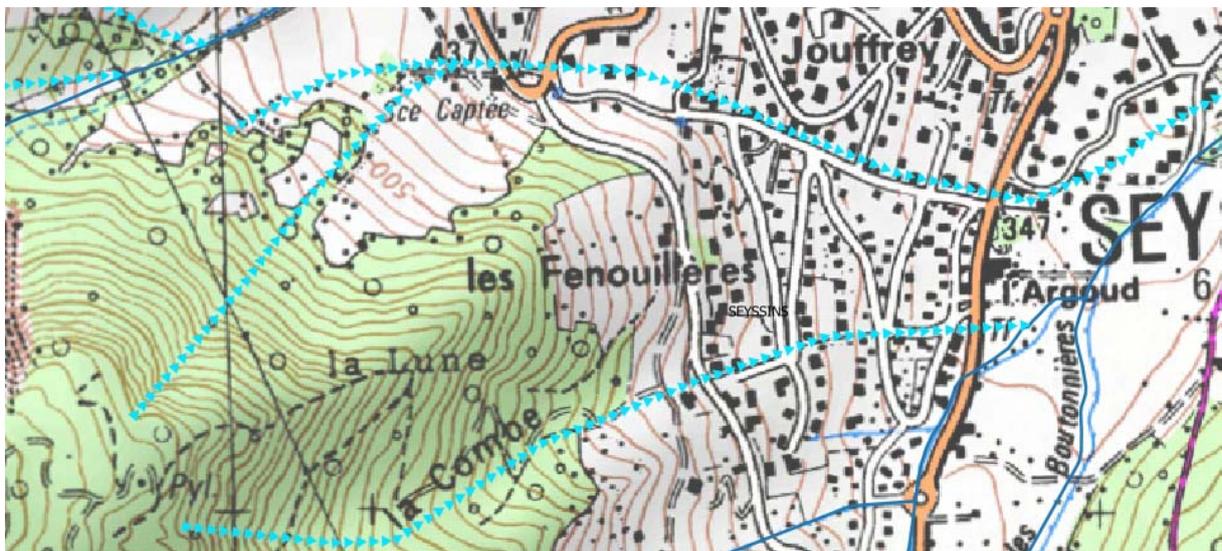
La méthode d'identification des axes de ruissellement naturels repose sur l'analyse des courbes de niveau des cartes IGN. Pour plus de précision, et au niveau des zones plus plates, les courbes de niveau issues de la base de données altimétriques transmise par Grenoble Alpes Métropole sont également utilisées.

Sur la métropole grenobloise, les axes de ruissellement naissent le plus souvent sur les contreforts de la Chartreuse, de Belledonne et du Vercors. Les flux d'eaux pluviales se concentrent ensuite et s'écoulent vers un cours d'eau pérenne ou un espace d'infiltration.

A leur traversée des secteurs urbanisés, certains de ces axes restent bien marqués et visibles sur les cartes. D'autres en revanche sont effacés et difficilement identifiables. D'autres enfin sont manifestement arrêtés au pied des contreforts. C'est notamment le cas de tous les axes qui aboutissent à des cônes de déjection générés par un cours d'eau voisin. Si le cours d'eau poursuit son cours soit en étant déporté sur une rive cône, soit en étant perché dans l'axe du cône, en revanche les axes de ruissellement secondaires se perdent et leurs écoulements s'infiltrent dans le matériau perméable du cône.

On citera notamment le cas de Saint-Egrève établie sur le cône de déjection de la Vence. Aucun axe de ruissellement n'est identifiable aujourd'hui sur le cône, et on vérifie sur les documents cartographiques anciens (Carte de Cassini et Carte d'Etat-Major) que c'était déjà le cas avant l'urbanisation du cône.

Les axes de ruissellement présentés ci-dessous sont représentatifs de ce qui peut être observé dans un quartier de Seyssins. Ils naissent sur les contreforts du massif calcaire du Moucherotte et entrent dans la zone urbanisée *via* le chemin dit « des Gigots » et le chemin de la Combe. Le premier est ensuite identifiable le long du chemin du Jouffrey et aboutit dans le lotissement du Rampeau avant de rejoindre le ruisseau de Cossey. La carte d'état-major antérieure à 1866 permet d'identifier un cours d'eau à cet endroit. Le second suit la rue des Jonquilles puis la rue des Gentianes et rejoint le ruisseau de Cossey au franchissement de l'avenue de Claix.



▶▶▶ Axe de ruissellement naturel

Figure 59 : Exemple d'axes de ruissellement naturels identifiés sur la commune de Seyssins

La **réalité de ces axes** a été vérifiée lors des visites de terrain, sur les 10 communes représentatives du territoire.

Nous avons ainsi pu constater qu'à **l'amont même des secteurs urbanisés**, leur identification est plus ou moins aisée mais certains indices permettent toutefois de vérifier le passage temporaire d'écoulements.

Ainsi par exemple, dans le cas de figure présenté ci-dessous, l'axe de ruissellement est repérable par la présence de blocs alignés suivant la trajectoire de l'axe, probablement déposés lors de fortes pluies ou par la neige.



**Figure 26 : Axe de ruissellement souligné par un alignement de blocs sur les coteaux de La Tronche**

Les axes de ruissellement de bassins versants moins étendus, ou repérés par un talweg peu marqué, peuvent être moins facilement identifiables sur le terrain, comme illustré sur la figure ci-dessous. Ce sont alors des indices tels qu'une végétation plus vigoureuse ou une humidité du chemin qui peuvent aider à suivre le cheminement des ruissellements temporaires.



**Figure 60 : Axe de ruissellement identifiable par la végétation et l'état du chemin (commune de Saint-Egrève)**

### 13.2.2.2 Zones d'interception des axes de ruissellement par les zones urbanisées situés en pied ou à flancs de coteaux : différents degrés d'intégration dans l'urbanisation

L'aménagement des zones d'interception des axes de ruissellement naturels par les zones urbanisées est déterminant. C'est en effet à ces endroits que les écoulements issus de l'amont sont :

- soit maintenus dans un réseau superficiel, naturel ou aménagé, dans ce cas la continuité des écoulements est assurée,
- soit intégrés dans le réseau d'eaux pluviales enterré, dans ce cas la continuité des écoulements est assurée,
- soit interceptés par les surfaces imperméabilisées et transformés en ruissellement diffus : dans ce cas, la continuité des écoulements n'est pas assurée.

On notera que cette alternative est la même pour les cours d'eau pérennes, qui sont soit conservés en tant que tel à la traversée des agglomérations, soit gommés du paysage et busés. De la même manière que cette couverture est aujourd'hui remise en cause au vu des difficultés techniques et réglementaires qu'elle pose, il convient d'autant plus de se poser la question de la pertinence d'une interception de ruissellements issus de l'amont par le réseau enterré d'une agglomération.

La localisation de ces zones et l'identification des bassins versants situés à l'amont permet d'avoir une vision synthétique des quantités d'eau qui traversent les quartiers urbanisés, et qui peuvent être à tort intégrées dans le réseau pluvial car ils sont susceptibles de générer des surcharges hydrauliques inadaptées à un réseau d'assainissement.

**Ces zones d'intersection des axes de ruissellement par les zones urbanisées ont été localisées sur l'ensemble de la métropole pour tous les axes de ruissellement.**

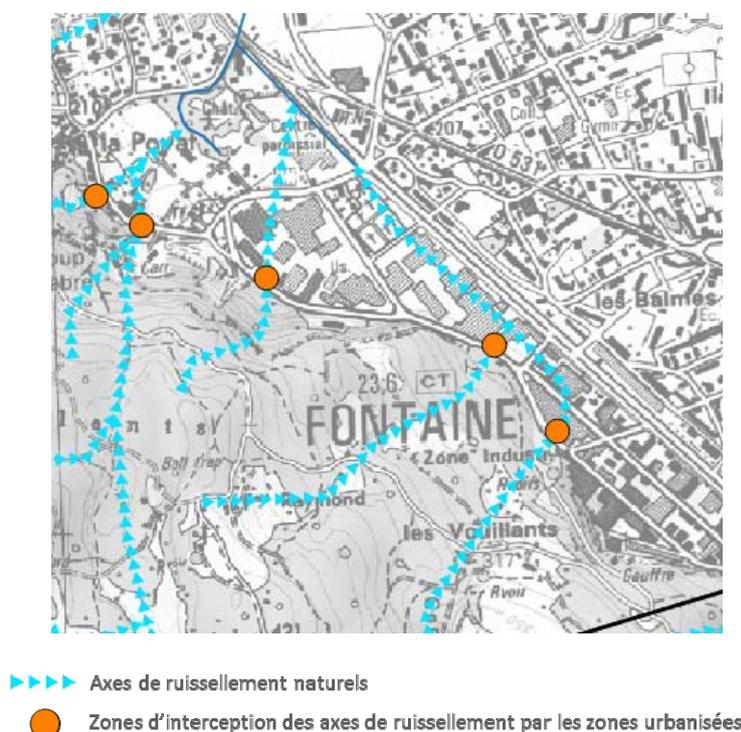


Figure 61 : Exemple de cartographie de zones d'interception des axes de ruissellement par les zones urbanisées sur la commune de Fontaine : le ruissellement pénètre dans la zone urbanisée en pied de coteaux au niveau de la rue Commandant Lenoir

Du fait de l'organisation du territoire et de l'urbanisation, qui se concentre dans la plaine et sur les parties basses des pentes des contreforts et massifs, les zones d'interception sont généralement localisées en pied de coteaux ou à flancs de coteaux.

Les observations de terrain permettent également ont permis de constater l'intégration et, le cas échéant, le respect des écoulements dans le tissu urbain, et de proposer une **typologie de zones d'interception** :

- **Axe de ruissellement préservé et identifiable en secteur urbain** : l'axe de ruissellement est préservé dans sa géométrie et est libre de tout aménagement,
- **Axe de ruissellement intercepté par la voirie** : le ruissellement est détourné par les surfaces imperméabilisées ou un fossé en bord de voirie,
- **Axe de ruissellement récupéré directement par un réseau enterré** : à son arrivée en zone urbanisée, le ruissellement est intégré directement au réseau enterré,
- **Axe de ruissellement effacé par l'urbanisation** : l'axe de ruissellement n'est plus identifiable dans la topographie ; dans ce cas :
  - soit la continuité des écoulements est assurée par un ouvrage enterré,
  - soit la continuité des écoulements n'est pas assurée.

Nous présentons ci-dessous chaque typologie à partir d'exemples. Sauf indication contraire, les photographies sont prises au niveau des zones d'interception des axes de ruissellement naturel.

#### • **Axe de ruissellement préservé et identifiable en secteur urbain**

Ce cas concerne le plus souvent des voiries aménagées à flancs de coteaux perpendiculairement à la pente, qui interceptent des axes de ruissellement. La voirie peut être transparente en première approche jusqu'à une certaine période de retour et ne pas détourner un axe de ruissellement grâce à un ouvrage de franchissement.

Dans l'exemple illustré ci-dessous, un axe de ruissellement descendant des coteaux rencontre une voirie. L'eau s'écoule le long de la route jusqu'à une bouche d'engouffrement situé à proximité qui l'évacue en partie basse de la route.



Axe de ruissellement naturel



Axe de ruissellement préservé identifiable en secteur urbain

**Figure 62 : Axe de ruissellement sur la commune de Sassenage, peu dévié par la voirie D531**



Ruissellement

**Figure 63 : Avaloir situé sur la route départementale D531, au niveau de la commune de Sassenage**

Dans ce cas, le ruissellement est reporté en aval et la voirie est transparente au ruissellement jusqu'à une certaine période de retour.

Dans d'autres cas, l'axe de ruissellement est clairement identifiable à l'aval de la voirie ou en secteur urbain, lorsqu'il est canalisé par une tranchée ou un fossé qui oriente le ruissellement vers l'aval, soit vers un réseau d'assainissement, soit vers un cours d'eau. Le ruissellement traverse ainsi le secteur urbain à ciel ouvert.

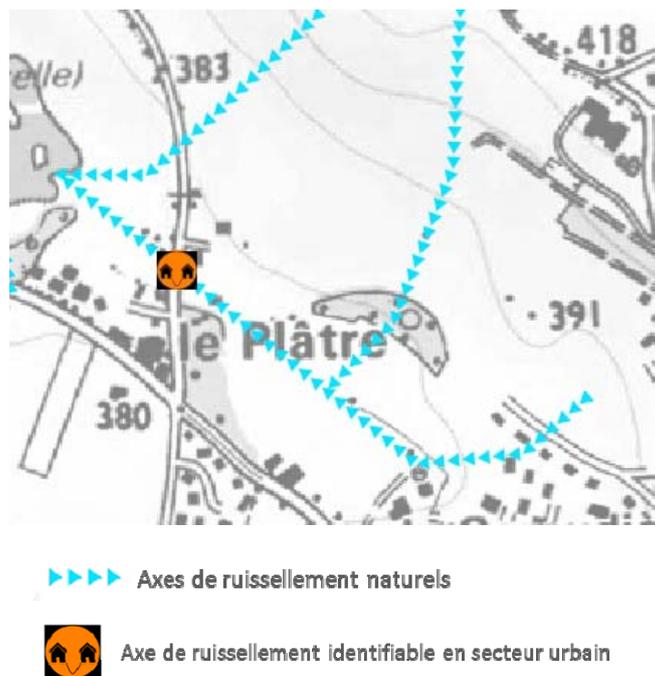


Figure 64 : Axe de ruissellement identifiable en secteur urbain sur la commune de Jarrie



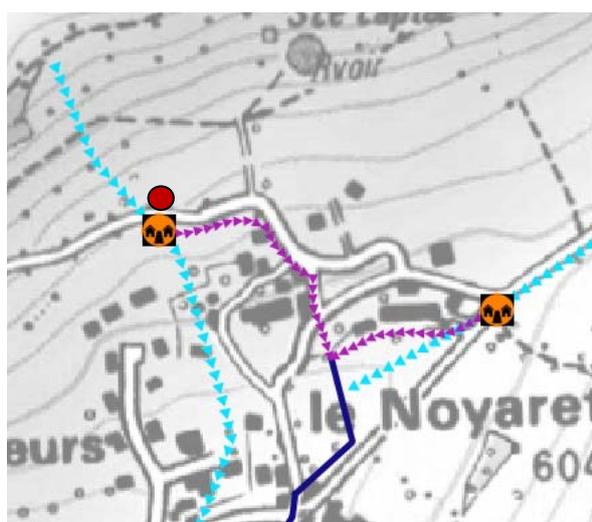
Figure 65 : Axe de ruissellement identifiable grâce à un fossé à Jarrie

**Dans ces contextes, l'impact des infrastructures urbaines est limité, les ouvrages de type franchissement ou les fossés permettant de préserver la continuité des écoulements. Il s'agit donc de secteurs a priori peu sensibles.**

- **Axe de ruissellement intercepté par la voirie**

Dans certains cas, le ruissellement est intercepté par la voirie, particulièrement lorsque celle-ci est perpendiculaire à la pente. La voirie, du fait de son imperméabilisation, canalise le ruissellement et le détourne de son écoulement naturel, en le dirigeant selon le sens de la pente vers l'aval. On peut généralement distinguer 2 cas :

- soit un **fossé en bordure de voirie** collecte le ruissellement et le dirige selon la pente de la voirie vers l'aval (voir Figure 66 et Figure 67 ci-dessous). Le fossé peut ensuite être dirigé vers un cours d'eau ou intégré au réseau d'assainissement enterré. Cet aménagement peut être adapté car il préserve l'écoulement à ciel ouvert et peut connecter les axes de ruissellement au réseau hydrographique pérenne. Cependant, si la capacité du fossé est insuffisante ou si le fossé est connecté au réseau enterré, ce type d'aménagement de zone d'interception peut être à l'origine de désordres du type saturation du fossé ou du réseau enterré, débordement et inondation des espaces publics et privés ;
- soit il n'y a **pas d'aménagement particulier** pour collecter le ruissellement, mais la pente, l'aménagement et l'orientation de la voirie causent l'interception du ruissellement et la constitution d'un axe de ruissellement artificiel (voir Figure 68 et Figure 69 ci-dessous). Ce cas de figure peut mener à des désordres du type accumulation d'eaux pluviales, inondations de voirie ou d'habitations vulnérables en aval. Si le secteur est équipé d'un réseau d'assainissement, le ruissellement peut également être intégré a posteriori dans le réseau et éventuellement causer des surcharges hydrauliques inadaptées à un réseau d'assainissement.



- ▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels
- ▶▶▶▶ Axes de ruissellement artificiels
- 🏠 Axe de ruissellement intercepté par la voirie
- Point photo

Figure 66 : Axe de ruissellement intercepté par la voirie sur la commune de Herbeys



Figure 67 : Axe de ruissellement intercepté par un fossé en bordure de voirie sur la commune de Herbeys



▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels

▶▶▶▶ Axes de ruissellement artificiels



Axe de ruissellement intercepté par la voirie

Figure 68 : Axe de ruissellement intercepté par la voirie sur la commune de Saint-Martin-le-Vinoux

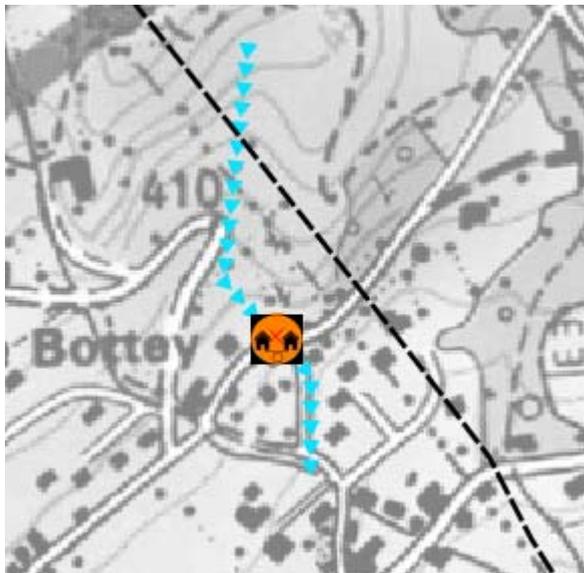


Figure 69 : Axe de ruissellement intercepté par la voirie sur la commune de Saint-Martin-le-Vinoux

- **Axe de ruissellement récupéré directement par un réseau enterré**

Un axe de ruissellement peut être capté par un réseau enterré, qui est soit un réseau eaux pluviales soit un cours d'eau busé, dès son entrée dans une zone urbanisée. Le réseau eaux pluviales permet d'évacuer le ruissellement vers le cours d'eau.

Cela signifie généralement que l'axe de ruissellement a été bien identifié en amont et qu'il peut apporter des débits conséquents par temps de pluie, ce qui entraîne sa gestion par un réseau enterré.



▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels



Axe de ruissellement récupéré par un réseau



Figure 70 : Axe de ruissellement récupéré par le réseau enterré (eaux pluviales ou ruisseau busé) à son entrée en zone urbanisée (commune de Meylan)

La continuité de l'écoulement est ainsi assurée par le réseau enterré qui gère le ruissellement et évite les désordres surfaciques potentiels ; cependant, cette interception de ruissellements issus de l'amont dans le réseau enterré d'une agglomération est susceptible de générer des surcharges hydrauliques et des désordres en cas de réseau unitaires par temps sec comme par temps de pluie.

- **Axe de ruissellement effacé par l'urbanisation**

Un grand nombre d'axes de ruissellement, souvent peu marqués topographiquement, sont effacés par l'urbanisation et ne sont pas identifiables au niveau des zones urbanisées. Par exemple, le lycée professionnel Jacques Prévert est situé en pied de coteaux sur un axe de ruissellement qui n'est plus identifiable au niveau du lycée.



▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels



Axe de ruissellement effacé par l'urbanisation

Figure 71 : Lycée professionnel Jacques Prévert, situé en pied de coteaux sur un axe de ruissellement

Avec le développement de l'urbanisation à flancs de coteaux, des habitations et lotissements pavillonnaires récents se retrouvent situés sur des axes de ruissellement, sans que la continuité des écoulements ou la vulnérabilité des habitations soient prises en compte, comme par exemple sur le lotissement situé rue des Terrasses à Sassenage



- ▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels
-  Axe de ruissellement effacé par l'urbanisation
-  Axe de ruissellement identifiable en secteur urbain



**Figure 72 : Lotissement pavillonnaire récent situé rue des Terrasses sur les coteaux de Sassenage**

Dans certains cas, l'interception du ruissellement par la zone urbanisée se fait au niveau de zones à faibles enjeux, comme par exemple des zones de parcs, jardins ou terrains sportifs. Ces espaces présentent l'avantage d'être peu vulnérable au ruissellement. C'est par exemple le cas à Saint-Egrève où un stade et un terrain de tennis sont situés tous deux en aval d'axes de ruissellement, l'un en pied de coteaux, et l'autre au niveau d'une cuvette, comme illustré ci-dessous. Toutefois, l'absence de prise en compte des axes d'écoulement dans les aménagements peut être source de plaintes et d'interventions de Grenoble Alpes Métropole.



▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels



Zones d'interception ces axes de ruissellement par les zones urbanisées

Figure 73 : Interception du ruissellement en pied de coteaux par un stade sur la commune de Saint-Egrève



Figure 74 : Stade et terrain de tennis situés sur des axes de ruissellement sur la commune de Saint-Egrève

Lorsque l'axe de ruissellement est effacé par l'urbanisation, le ruissellement traverse alors la zone urbanisée en surface de façon diffuse et peut causer des désordres lors des épisodes pluvieux intenses. Si la zone est équipée d'un réseau d'assainissement, le ruissellement sera collecté en aval au niveau de la voirie.

**Les secteurs construits sur des axes de ruissellement effacés par l'urbanisation peuvent donc être vulnérables au risque inondation, du fait de la discontinuité de l'écoulement de l'axe de ruissellement ou de la concentration des flux.**

• Synthèse

Axe de ruissellement préservé et identifiable en secteur urbain	Axe de ruissellement intercepté par la voirie
<div data-bbox="422 376 531 479" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="188 510 497 539"><u>Cas de figure rencontrés :</u></p> <ul data-bbox="236 562 769 786" style="list-style-type: none"> <li>- Fossé</li> <li>- Axe canalisé à ciel ouvert</li> <li>- Axe de ruissellement conservé sans obstacle</li> <li>- Voirie transparente à l'écoulement (jusqu'à une certaine période de retour)</li> </ul> <div data-bbox="248 797 705 1137" data-label="Image"> </div>	<div data-bbox="1038 383 1137 479" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="799 510 1109 539"><u>Cas de figure rencontrés :</u></p> <ul data-bbox="847 562 1380 819" style="list-style-type: none"> <li>- Aménagement en bordure de voirie collectant le ruissellement, par exemple un fossé</li> <li>- Absence d'aménagement particulier, les surfaces imperméabilisées et l'aménagement de la voirie interceptent le ruissellement et le concentrent vers l'aval</li> </ul> <div data-bbox="858 831 1315 1167" data-label="Image"> </div>
Axe de ruissellement récupéré directement par un réseau enterré	Axe de ruissellement effacé par l'urbanisation
<div data-bbox="437 1290 536 1386" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="188 1424 753 1491">Le ruissellement est intégré par un réseau enterré dès son entrée dans la zone urbanisée.</p> <div data-bbox="298 1509 659 1868" data-label="Image"> </div>	<div data-bbox="1038 1290 1137 1386" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="799 1406 1380 1585">L'axe de ruissellement n'est pas identifiable dans la zone urbanisée et les surfaces imperméabilisées interceptent le ruissellement, causant du ruissellement diffus dans la zone urbanisée.</p> <div data-bbox="858 1603 1315 1939" data-label="Image"> </div>

**Tableau 29 : Synthèse de la typologie des zones d'interception des axes de ruissellement par les zones urbanisées**

### 13.2.2.3 Rappels sur la réglementation des PPRN en matière d'axes et de risque de ruissellement

Une superposition graphique des axes de ruissellement caractérisés dans le cadre de la présente étude et des zones exposées au risque de ruissellement sur versant et/ou de crue de torrents et de ruisseaux dans les PPRN des communes de Grenoble-Alpes Métropole permet de vérifier visuellement la cohérence et la complémentarité des deux démarches.

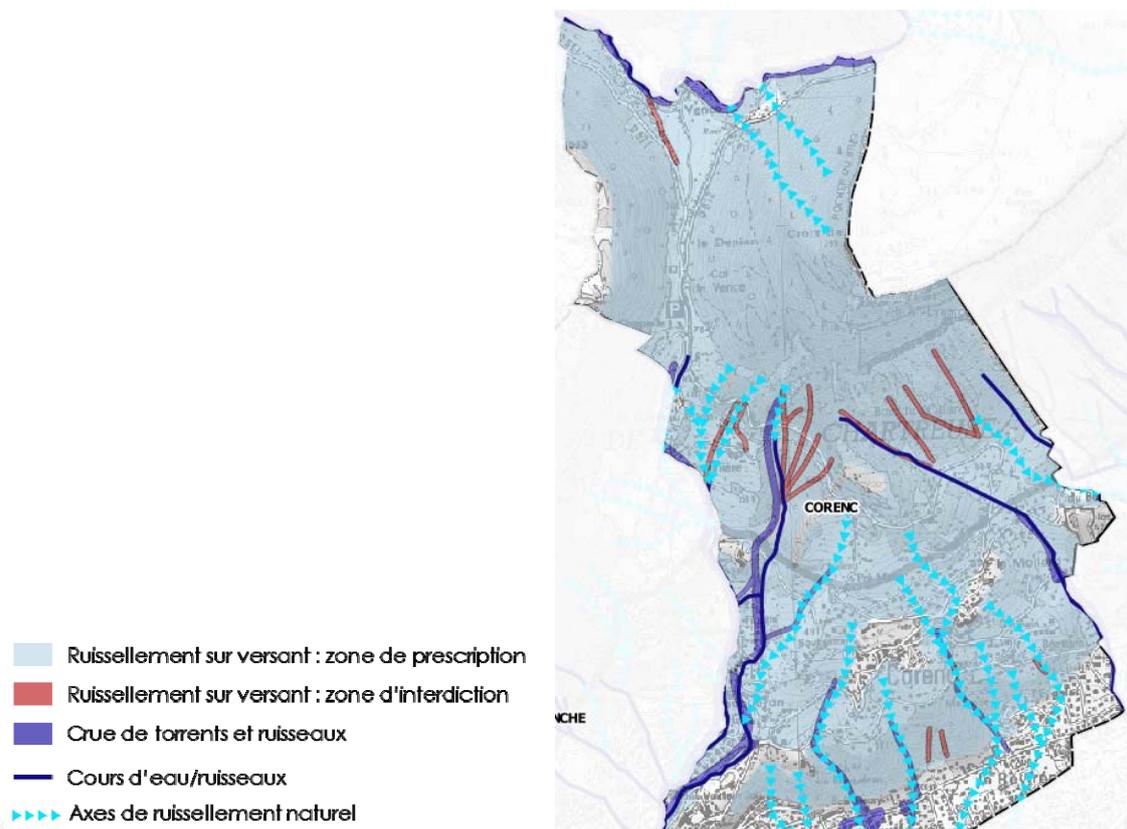


Figure 75 : Superposition de la cartographie des axes de ruissellement naturel et des zonages ruissellement et crue torrentielles des PPRN

La cartographie réalisée dans le cadre de cette étude identifie de manière plus complète les axes de ruissellement. Certains d'entre eux sont identifiés comme zones d'interdiction de construire dans les PPRN.

Dans les communes qui sont concernées par un PPRN, le règlement de ce PPRN réglemente donc d'ores et déjà l'urbanisation au regard de ce risque. Les règles établies sont les suivantes sur la commune de Corenc :

	<b>Zone bleue (versants alimentant les principaux axes de ruissellement)</b>	<b>Zone rouge (axes de ruissellement principaux)</b>
Ruissellement de versant	Constructions autorisées moyennant son adaptation à la nature du risque : protection des ouvertures, prévention contre les dégâts des eaux	Constructions interdites avec respect d'une marge de recul par rapport à l'axe des talwegs de 10 m
Crues de torrents et ruisseaux torrentiels	Constructions autorisées moyennant une adaptation de la construction à la nature du risque	Constructions interdites avec respect d'une marge de recul par rapport à l'axe du lit (10 à 25 m selon les ruisseaux)

Tableau 3 : Dispositions réglementaires tirées du PPRN de Corenc

On notera que les zones bleues couvrent largement les versants, au-delà des seuls axes de ruissellement.

Dans ces zones bleues, les recommandations suivantes sont conseillées dans d'autres règlements PPRN :

- en cas de densification de l'habitat, tenir compte des modifications des écoulements des eaux superficielles ;
- étude du parcours à moindres dommages ;
- remodelage du terrain et implantation en conséquence du bâtiment en évitant en particulier de créer des points bas ;
- accès prioritairement par l'aval, ou réalisés pour éviter toute concentration des eaux en direction des ouvertures (contre-pente...) ;
- protection des ouvertures de la façade amont : ouvrages déflecteurs ou surélévation de ces ouvertures, d'une hauteur de 0,60 m au-dessus du terrain.

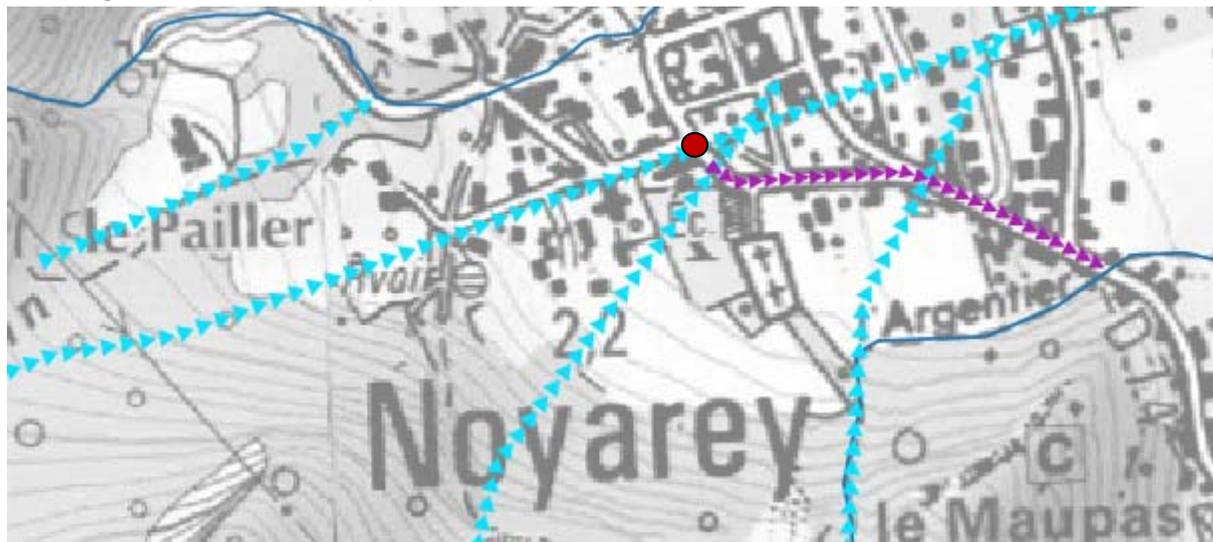
Il peut être proposé aux services en charge de l'urbanisme d'étendre ces règles à l'ensemble des communes, pour tous les axes de ruissellement naturel identifiés, qu'ils soient ou non couverts par un PPRN. Cette réflexion est poursuivie dans la suite du rapport et des préconisations en matière d'urbanisme pour les axes de ruissellement sont proposées dans la suite du document.

Nota : A noter que la notion de largeur forfaitaire pose la question de la précision de la délimitation de l'emprise réelle des axes d'écoulement. A moyen terme, une modélisation surfacique bi-dimensionnelle des phénomènes de ruissellement basée sur la topographie réelle des versants, prenant en compte les obstacles aux écoulements et l'occupation du sol pourrait permettre de caractériser plus finement ces emprises et de leur associer un débit de pointe, des hauteurs de submersion et des vitesses d'écoulement. La Métropole de Lyon, Nantes Métropole et Rouen Métropole notamment ont lancé ce type d'étude de modélisation globale des phénomènes de ruissellement dans le cadre de la réalisation de leurs PLUi.

### 13.2.3 Identification des axes de ruissellement artificiels

Les axes de ruissellement artificiels sont des artefacts de l'urbanisation et des zones imperméabilisées sur l'organisation initiale des écoulements. Il s'agit essentiellement des routes et des chemins qui ont très souvent tendance à concentrer les flux et les réorienter.

Dans le cas de figure présenté ci-dessous, l'axe de ruissellement est dévié par la voirie et ne suit plus le talweg, moins marqué au niveau de l'espace urbain. La voirie canalise le ruissellement en surface et le dirige selon le sens de la pente vers l'aval.



▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels  
▶▶▶▶ Axes de ruissellement artificiels

● Point photo



Figure 76 : Axe de ruissellement naturel sur la commune de Noyarey contrarié par la route D74

La photo ci-dessous illustre l'influence que peut avoir la voirie sur le ruissellement. Par toutes ses composantes, cet accès nouvellement réalisé conduit directement les écoulements qu'il intercepte vers les habitations situées en contrebas : absence de revers d'eau, bordures continues côté aval, absence de grille avaloir.



Figure 77 : Accès à une zone pavillonnaire récente rue des Terrasses sur les hauts de Sassenage

Les axes de ruissellement artificiels ont été identifiés sur la base de :

- la carte IGN,
- les informations visuelles accessibles via Google-Street-View sur la présence ou non de bouches d'engouffrement, le profil de la voirie, la présence de bordures, la présence de grilles, avaloirs ou revers d'eau,
- les visites de terrain réalisées pour vérifier ces éléments,
- le témoignage donné par les communes et les services de la Régie.

## 13.3 Typologie des contextes favorables aux inondations

196 secteurs de dysfonctionnements ont été recensés sur la métropole. Ils sont recensés dans le tableau en annexe. Nous présentons dans cette partie une typologie des désordres, illustrée par des exemples. D'autres exemples de désordres sont présentés en annexe (fonctionnement hydrologique détaillé sur 10 communes).

### 13.3.1.1 Ruissellement provenant de l'espace naturel

Le ruissellement naturel est identifié comme étant à l'origine de nombreux dysfonctionnements lorsqu'un axe de ruissellement naturel est contrarié par l'urbanisation. Sa capacité hydraulique est alors réduite et les zones urbanisées situées sur ces axes s'avèrent être des secteurs sensibles aux inondations.

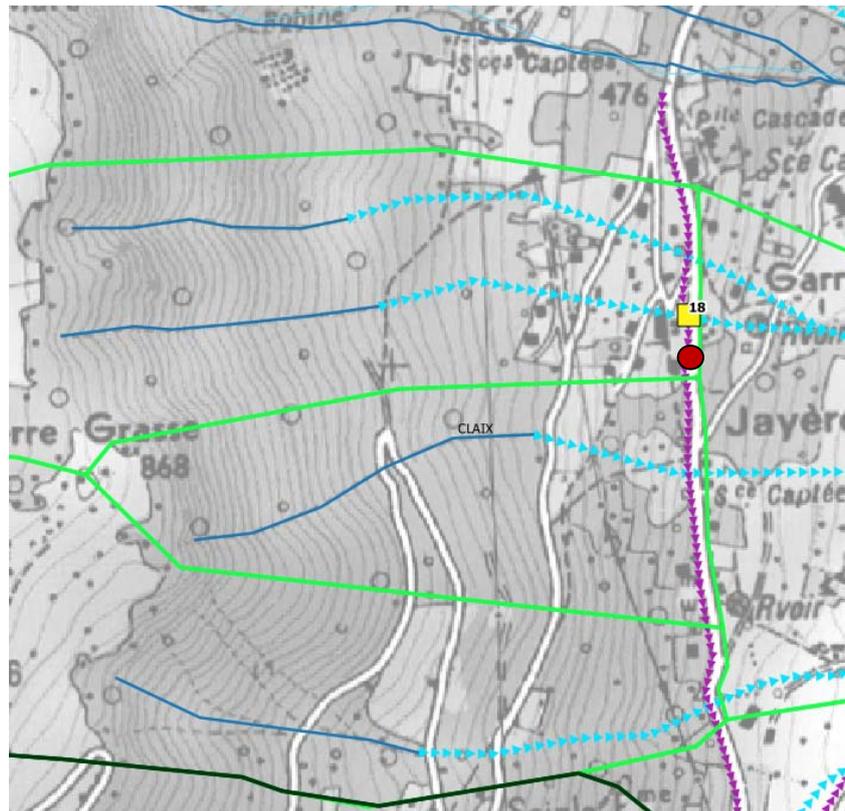
Dans certains cas, les **axes de ruissellement sont interceptés par des voiries** qui canalisent les eaux pluviales en provenance de l'espace naturel et les dirigent par écoulement sur la voirie vers des habitations situées en aval, causant ainsi des inondations de la voirie et/ou de secteurs d'habitat.

- **Point n°18 : Chemin de Jayeres (Claix)**

Le chemin de Jayeres est touché par des débordements récurrents du fossé en bord de voirie. Ses dimensions ne permettent pas d'absorber la totalité du ruissellement qu'il collecte.

On constate sur la figure ci-dessous que le chemin de Jayeres intercepte trois axes de ruissellement provenant des coteaux. Au niveau de la route, les eaux pluviales sont collectées par le fossé en bord de voirie.

Les axes de ruissellement naturel sont interceptés par la voirie qui récupère l'ensemble des eaux pluviales du bassin versant amont, entraînant la saturation du système de gestion des eaux pluviales de la voirie.



- Axes de ruissellement naturels
  - Axes de ruissellement artificiels
  - Dysfonctionnement : ruissellement provenant de l'espace naturel
  - Ruisseau
  - Bassins versants topographiques
  - Bassins versants topographiques en amont du réseau ou de la zone urbanisée
- Point photo

**Figure 78: Ruissellement descendant des coteaux vers le chemin de Jayeres et étant intercepté par la voirie**

La figure ci-dessous illustre l'intersection d'un des axes de ruissellement avec le fossé en bord de voirie. L'axe de ruissellement est canalisé en amont de la route.



- Écoulement du fossé
- Ruissellement

**Figure 79 : Arrivée d'un axe de ruissellement sur le chemin de Jayeres**

- **Point n°81 : Quartier de la Combe (Jarrie)**

Le récent quartier pavillonnaire de La Combe est touché par du ruissellement provenant de l'amont.

Le quartier a été construit sur un axe de ruissellement, à l'aval d'un bassin versant de 37 hectares, et l'habitat intercepte le ruissellement.



▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels

■ Dysfonctionnement : ruissellement provenant de l'espace naturel

— Ruisseau

▭ Bassins versants topographiques

▭ Bassins versants topographiques en amont du réseau ou de la zone urbanisée

● Point photo

Figure 80 : Carte du fonctionnement hydrologique au niveau du dysfonctionnement n°81 (quartier de la Combe)



Figure 81 : Habitat pavillonnaire située dans la pente sur un axe de ruissellement

### 13.3.1.2 Ruissellement provenant des surfaces imperméabilisées

Certains secteurs sont touchés par des inondations dues au ruissellement provenant des surfaces imperméabilisées situées en amont. Ces dysfonctionnements peuvent être constatés à l'écart des axes de ruissellement naturels. Ils sont souvent liés à une urbanisation récente en amont, ou à un axe de ruissellement artificiel tel qu'une voirie qui canalise le ruissellement. Dans certains cas, les dysfonctionnements peuvent également être dus à la configuration de la voirie, lorsque celle-ci dirige le ruissellement vers les habitations ou empêche l'absorption du ruissellement, ou à la configuration de l'habitat lui-même lorsque celui-ci est particulièrement vulnérable au ruissellement, par exemple dans le cas des descentes de garage.

- **Point n°22 : Rue du Coteau (Claix)**

Les riverains de la rue du Coteau sont touchés par du ruissellement provenant de la voirie atteignant leurs propriétés.

La rue du Coteau intercepte en amont du secteur touché un axe de ruissellement peu marqué. Un ruissellement important est de plus produit par les surfaces imperméabilisées et les voiries en amont du secteur.

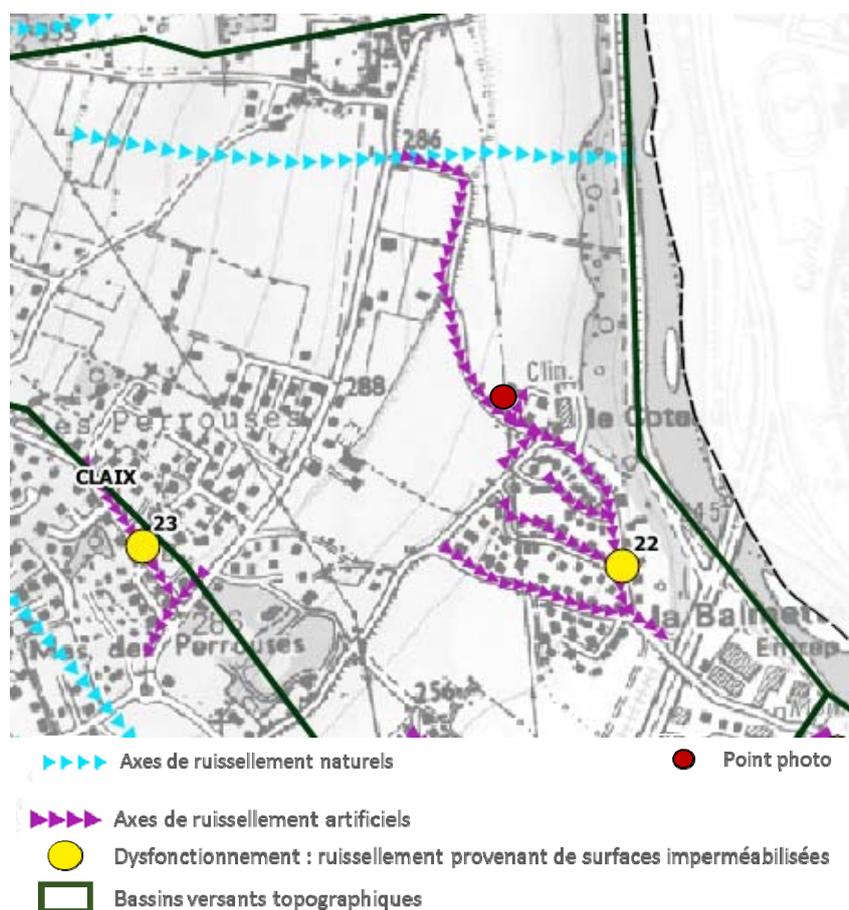


Figure 82 : Carte du fonctionnement hydrologique au niveau du dysfonctionnement n°22 (rue du Coteau)

Certaines habitations sont situées côté aval, en contrebas de la voirie, et sont touchées par le ruissellement.



Figure 83 : Habitation rue du Coteau

- **Point n°23 : Rue des Pérouses/rue Bougault (Claix)**

Dans le secteur des rues des Pérouses et Bougault situé dans le centre de Claix, le ruissellement sur la voirie atteint les propriétés privées.

La voirie constitue un axe d'écoulement artificiel qui concentre le ruissellement des surfaces imperméabilisées ; cependant, on constate également que certaines habitations sont particulièrement vulnérables au ruissellement du fait de la configuration de la voirie et de la position des habitations en contrebas par rapport à la voirie, avec notamment des descentes de garage (voir exemple ci-dessous.)





Figure 84 : Carte du fonctionnement hydrologique au niveau du dysfonctionnement n°23 (rue des Pérouses/rue Bougault)



Figure 85 : Habitation située en contrebas de la voirie sur la rue des Pérouses

### 13.3.1.3 Saturation du réseau eaux pluviales et des exutoires

Lors des événements pluvieux exceptionnels, les canalisations du réseau d'eaux pluviales ainsi que les exutoires (par exemple puits d'infiltration) peuvent avoir une capacité insuffisante pour absorber les débits produits à la fois par les bassins versants naturels amont et par les surfaces imperméabilisées.

La saturation du réseau ou des exutoires cause des débordements en zone urbaine et l'inondation de voiries, garages et parcelles privés.

Deux exemples de saturation du réseau sont présentés ci-dessous.

- **Point n°43 à Meylan : Quartier des Buclos – Grand Pré**

Des débordements conséquents du réseau eaux pluviales ont eu lieu notamment en 2010 ; des caves et garages ont été inondés.

Les apports au réseau proviennent à la fois des surfaces imperméabilisées de la zone urbanisée et des coteaux en pente.

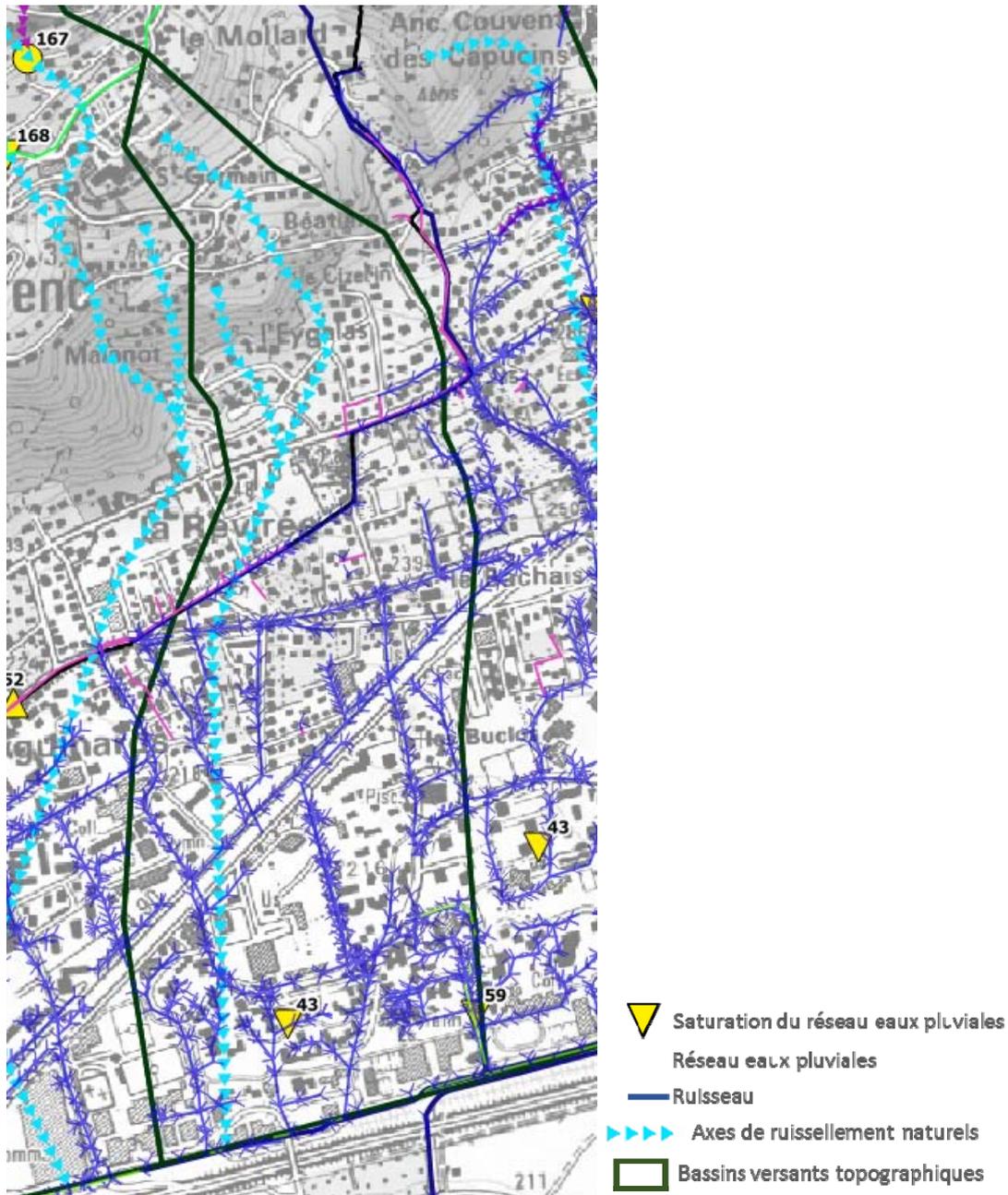


Figure 86 : Carte du fonctionnement hydrologique au niveau du dysfonctionnement n°43

- **Points n°70 et 73 : Carrefour de l'Argentière et rue Maladière (Sassenage)**

Au niveau du carrefour de l'Argentière, le réseau d'eaux pluviales est saturé car son exutoire est un fossé sans pente menant au ruisseau des Sables. Le carrefour est donc inondé de manière récurrente par le débordement du réseau et du fossé.

La rue Maladière est également inondée par le débordement réseau eaux pluviales sur la voirie, notamment lorsque le ruisseau est en crue et ne permet pas l'évacuation des eaux pluviales.

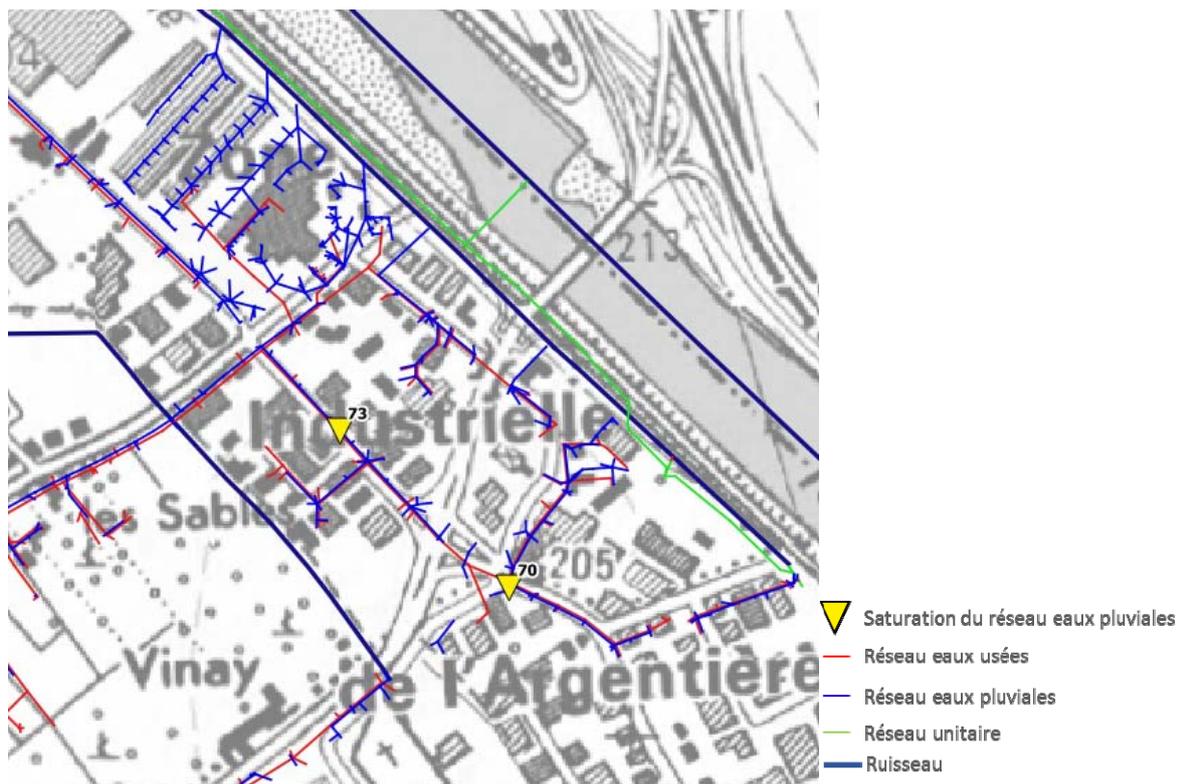


Figure 87 : Carte du fonctionnement hydrologique au niveau du dysfonctionnement n°70 (carrefour de l'Argentière)

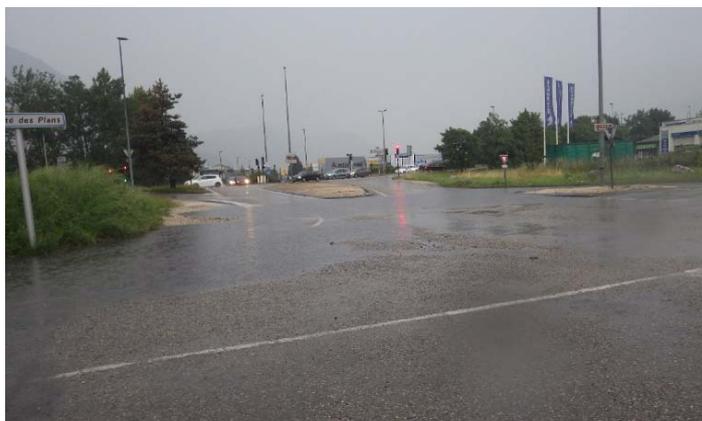


Figure 88 : Carrefour de l'Argentière lors d'un épisode pluvieux

### 13.3.1.4 Saturation du réseau unitaire due aux apports d'eaux pluviales

Les canalisations du réseau unitaire sont dimensionnées pour une période de retour de donnée. Lors des événements pluvieux exceptionnels, au-delà de cette période de retour, le réseau unitaire ne peut plus absorber la totalité des écoulements produits à la fois par les bassins versants naturels amont et par les surfaces imperméabilisées.

La saturation du réseau ou des exutoires cause des débordements d'eaux unitaires en zone urbaine et l'inondation de voiries, garages et parcelles privés.

Deux exemples de saturation du réseau unitaire sont présentés ci-dessous.

A noter que dans le cas de réseaux unitaires, les surverses unitaires trop fréquentes au niveau des déversoirs d'orage constituent des dysfonctionnements en tant que tels et dégradent la qualité du milieu naturel.

- **Point n°25 : Avenue de Belledonne (Claix)**

Sur l'avenue de Belledonne à Claix, des débordements du réseau eaux usées ont été recensés de manière exceptionnelle. Il s'agit en fait d'un réseau unitaire et l'arrivée des eaux pluviales dans le réseau conduit à sa saturation. La régie fait également état de branchements de particuliers, avec apports parasites, sur le réseau EU.



Figure 89 : Carte du fonctionnement hydrologique au niveau du dysfonctionnement n°25 (avenue de Belledonne)

- **Point n°86 : Chemin de la Garoudière (Jarrie)**

Le réseau unitaire déborde plusieurs fois par an lors des fortes pluies car il récupère les eaux pluviales ruisselant sur la voirie et les surfaces imperméabilisées du quartier pavillonnaire.

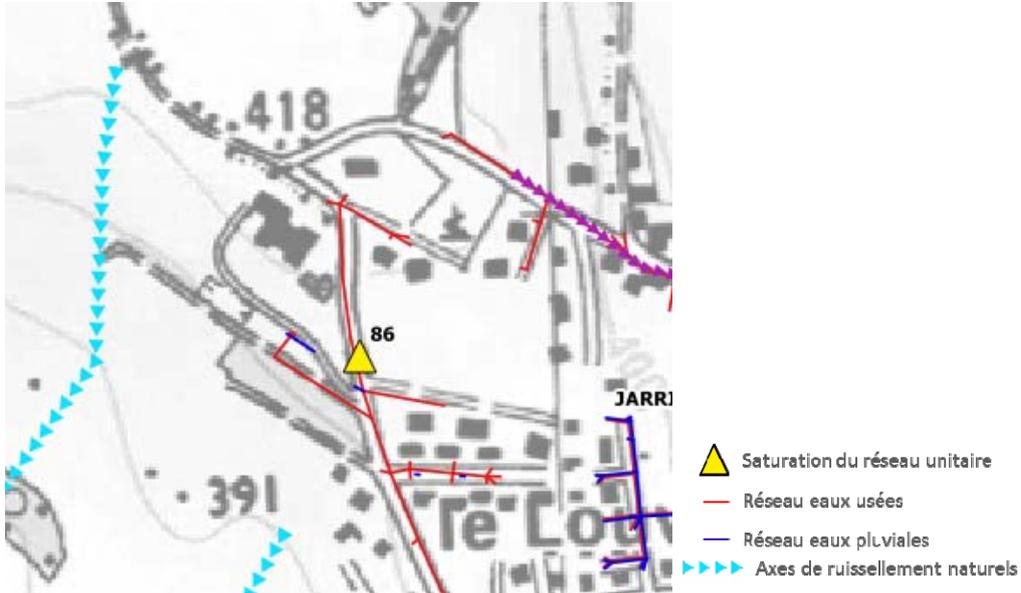


Figure 90 : Carte du fonctionnement hydrologique au niveau du dysfonctionnement n°86 (chemin de la Garoudière)

## 13.4 Analyse de détail du fonctionnement hydrologique sur l'échantillon de 10 communes

### 13.4.1 Préambule

Pour chacune des 10 communes sélectionnées comme un échantillon représentatif, nous avons mené une analyse plus complète du fonctionnement hydrologique, sur la base du contexte topographique, hydrologique et d'aménagement, afin d'identifier les contextes pouvant être à l'origine des difficultés à gérer les eaux pluviales.

Ainsi pour chacune des 10 communes, nous décrivons et analysons :

- La cartographie de synthèse du fonctionnement hydrologique sur la commune ;
- Le contexte général de la commune : situation géographique, topographie, organisation de l'urbanisation, typologie d'habitat, type d'assainissement, etc. ;
- Le réseau hydrographique présent sur la commune et l'intégration des axes de ruissellement dans l'urbanisation, sur la base de la typologie des zones d'interception des axes de ruissellement par les zones urbanisées, illustrée par des exemples sur la commune ;
- Le recensement des dysfonctionnements liés aux eaux pluviales sur la commune et leur typologie ;
- L'aptitude à l'infiltration : carte des contraintes à l'infiltration et synthèse sur la commune.

Cette analyse est présentée par commune en annexe.

## 13.5 Débits naturels de référence

### 13.5.1 Analyse des débits spécifiques des cours d'eau locaux

La compatibilité des débits rejetés en surface par l'urbanisation avec les débits caractéristiques des cours d'eau qui les reçoivent est une des clefs d'une gestion durable des eaux pluviales.

Il s'agit bien d'une compatibilité et non pas d'une équivalence, car on conçoit bien qu'il n'est pas possible de reproduire un fonctionnement hydrologique naturel, avec toutes ses composantes, à l'aval d'un secteur urbanisé. Il convient donc de se fixer *a priori* une règle simple qui permette de respecter un ordre de grandeur.

Nous proposons ici une analyse succincte des débits spécifiques des cours d'eau proches du territoire de Grenoble Alpes Métropole, sur la base des données hydrométriques disponibles sur ce territoire et plus largement sur les cours d'eau des massifs alentours.

Les débits mesurés permettent de connaître les débits journaliers (QJ) de crue de ces cours d'eau pour une période de retour de 10 ans.

Le rapport entre ces débits et la superficie des bassins versants situés à l'amont permet de disposer d'une information commode pour encadrer les valeurs de débits que l'on peut envisager de rejeter dans ces cours d'eau en restant de l'ordre de grandeur d'une crue. Ce rapport est fréquemment employé par les collectivités qui souhaitent établir une règle pour limiter le débit de rejet à leurs réseaux, ou dans le milieu naturel.

En première approche, on utilise la méthode Crupedix qui permet l'estimation du débit de pointe décennal sous la forme suivante :  $Q = a \cdot S^{0,8}$

	Cours d'eau	Station	Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> )	QJ décennal (m <sup>3</sup> /s)	Débit spécifique décennal (l/s/ha)
<b>Vercors</b>	Méaudret	Méaudre	74	9,8	3,1
<b>Vercors</b>	Gresse	Gresse en Vercors	24,2	4,7	3,7
<b>Vercors</b>	Adouin	Saint Martin en Vercors	47,6	6,5	3
<b>Chartreuse</b>	Guiers Mort	St Laurent du Pont	89	60	16,5
<b>Chartreuse</b>	Guiers Vif	Saint Christophe du Guiers	114	62	14
	L'Eau d'Olle	Allemond	172	54	8,8
<b>Oisans</b>	Romanche	Bourg d'Oisans	1000	210	8,4
<b>Oisans</b>	Romanche	Mizoen	220	49	6,6
	Drac	Fontaine	3550	380	5,5
	Isère	Grenoble	5720	770	7,6

**Tableau 30 : Taille des bassins versants et débits de crues décennales (source : Banque Hydro)**

Le tableau ci-dessus met en évidence une hétérogénéité spatiale des valeurs de débits spécifiques décennaux, à l'échelle du territoire de Grenoble-Alpes Métropole, selon que l'on se trouve sur les versants du massif du Vercors (valeurs de l'ordre de 3 l/s/ha), du massif de Chartreuse (valeurs comprises entre 14 et 16 l/s/ha) ou dans l'Oisans, et donc dans le massif de Belledonne (valeurs comprises entre 7 et 9 l/s/ha).

Ces variations sont directement liées à la topographie des massifs (pentes) et aux caractéristiques géologiques du sous-sol d'une part mais également aux régimes pluviométriques locaux d'autre part. Ainsi, le rapport de phase 3 de l'étude de schéma directeur d'assainissement de la métropole grenobloise (Volet spécifique Gestion des eaux pluviales – EGIS – 2013) met en évidence que le pluviomètre de Fontanil, localisé sur la commune de Fontanil-Cornillon, au niveau du piedmont du massif de Chartreuse, reçoit en moyenne 30 % de précipitations en plus par an que les stations pluviométriques situées à Grenoble et à Saint-Martin-d'Hères.

Les fortes valeurs de débits spécifiques décennaux associées dans le tableau précédent au massif de Chartreuse sont donc potentiellement représentatives d'un climat plus arrosé que sur les autres massifs. Il convient néanmoins de nuancer l'analyse dans la mesure où les deux stations hydrométriques exploitées pour le calcul de ces débits spécifiques (Saint-Laurent-du-Pont et Saint-Christophe-du-Guiers) se situent sur le versant nord du massif de Chartreuse et plus spécifiquement au pied de ses contreforts, dans une zone propice à la résurgence des eaux infiltrées sur les versants. Ces apports par exfiltration sont susceptibles de perturber le régime hydrologique classique des cours

d'eau et rendent improbable l'hypothèse d'une correspondance directe entre la superficie du bassin versant et son débit décennal journalier.

**Les valeurs de débits spécifiques décennaux estimées pour le massif de Chartreuse dans le tableau précédent sont donc très certainement surestimées.** Il est probable que les débits représentatifs des phénomènes hydrologiques décennaux à prendre en considération y sont du même ordre de grandeur que ceux calculés dans le Vercors, les contextes étant comparables.

Il ressort de cette analyse que la réglementation de la Régie d'Assainissement de Grenoble en matière de restitution à débit limité vers son réseau collectif d'évacuation des eaux pluviales peut soit :

- viser un principe d'homogénéité et de traitement équitable à l'échelle de la Métropole en fixant une valeur unique de rejet à 5 l/s/ha ;
- tenir compte des spécificités hydrologiques locales en définissant des règles spatialisées entre les différents massifs structurant du territoire, par exemple :
  - en limitant le débit de rejet à 3 l/s/ha sur les versants du Vercors et de la Chartreuse ;
  - en gardant une valeur de rejet à 5 l/s/ha sur les versants de Belledonne et dans l'Oisans.

### 13.5.2 Débits générés par un bassin versant naturel

A l'aide de l'outil de modélisation hydrologique déployé sur le territoire Métropolitain, il a pu être testé pour différentes pluies (10 ans et 30 ans), la réponse des bassins versants naturels.

Aussi, il a été estimé les apports de ruissellement pour les cas suivants :

- Occupation du bassin versant : forêt / prairie / champ agricole
- Pente du bassin versant : faible 0.2% / Moyenne 2% / Forte 10%

Aussi, le tableau ci-après présente les estimations de débits générés.

NB : ces estimations constituent des ordres de grandeurs et peuvent varier sensiblement (notamment selon les hypothèses de perméabilité, de saturation des sols, de couverture végétale....)

P10	44 mm
P30ans	57mm

	Qpointe m3/s pour 1 ha		
	Pente faible 0,2%	Pente moyenne 2%	Pente forte 10%
<b>Foret</b>	0,01	0,015	0,02
	0,03	0,05	0,07
<b>Prairie</b>	0,03	0,05	0,065
	0,06	0,09	0,11
<b>champ agricole</b>	0,04	0,07	0,09
	0,07	0,11	0,125

## 13.6 Conclusions sur la typologie des contextes propices aux dysfonctionnements et sur la prise en compte des axes de ruissellement dans l'urbanisation

L'analyse menée sur 10 communes représentatives du territoire a permis de dégager plusieurs constats généralisables à l'ensemble du territoire, et de préciser les principaux enjeux de gestion du ruissellement.

La gestion du ruissellement est actuellement **peu intégrée dans l'aménagement et l'organisation du territoire**. En l'absence de gestion spécifique des ruissellements naturels dans la grande majorité des cas étudiés, les axes de ruissellement sont soit effacés par l'urbanisation, soit interceptés par un réseau enterré ou par une voirie.

Le fonctionnement hydrologique peut s'en trouver fortement perturbé, les ruissellements étant détournés vers des sites inaptes à les recevoir.

L'interception du ruissellement par les zones urbanisées est particulièrement notable dans le contexte d'une **urbanisation installée en pied de coteaux**, contexte qui est rencontré très fréquemment sur le territoire de la métropole grenobloise.

Par exemple sur les communes de Corenc, Gières et La Tronche, les axes de ruissellement se perdent en pied de coteaux au niveau de la limite entre espace naturel et zone urbanisée, et le ruissellement diffus est récupéré *in fine* par un réseau unitaire, contribuant aux surverses au niveau des déversoirs d'orage qui impactent le milieu naturel.

Dans d'autres cas, la présence d'un réseau séparatif permet d'assurer en partie une continuité hydraulique en dirigeant le ruissellement vers le réseau hydrographique ; cependant, l'intégration du ruissellement dans le réseau enterré est susceptible de générer des surcharges hydrauliques inadaptées à un réseau d'assainissement.

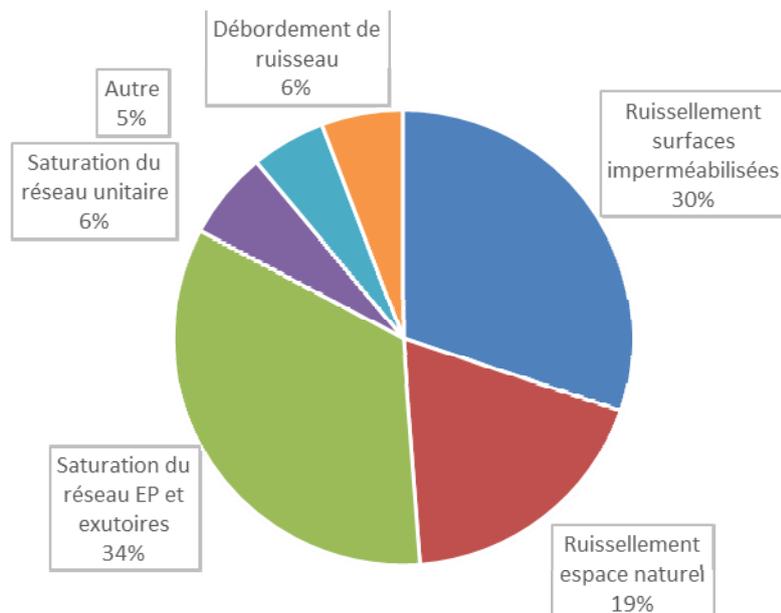
De plus, cette continuité n'est pas assurée dans tous les cas et on identifie de nombreux secteurs où les axes de ruissellement sont effacés par l'urbanisation, comme à Claix, Jarrie, Meylan, Sassenage, Saint-Martin-le-Vinoux ou Vaulnaveys-le-Haut, où l'urbanisation au pied ou à flanc de coteaux s'est totalement affranchie de la logique hydrographique.

On notera enfin le cas de la commune de Herbeys, commune rurale étalée à flancs de montagne, où le ruissellement naturel est en majorité connecté au réseau hydrographique par le biais du réseau séparatif et d'un réseau superficiel (fossés en bord de voirie).

Cette perturbation de la logique hydrologique se traduit par les désordres hydrauliques recensés sur le territoire.

Le graphique ci-dessous représente la typologie de ces désordres. Les 3 types de dysfonctionnements très majoritaires sont les débordements de réseaux eaux pluviales et d'exutoires, le ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées et le ruissellement naturel.

On note quelques cas plus particuliers de débordements de réseau unitaire, débordement de ruisseau ou cours d'eau busé et d'autres types de dysfonctionnements (problème de qualité lié à des déversements, résurgences de source, érosion, etc.).



**Figure 91 : Typologie des dysfonctionnements recensés sur l'ensemble du territoire de Grenoble Alpes Métropole**

Ainsi, la grande majorité des désordres liés aux eaux pluviales est induite par la réactivation de la logique hydrographique naturelle, pour les épisodes pluvieux les plus forts.

Cette réactivation peut être directe : dans ce cas, les eaux de ruissellement provenant des espaces naturels situés en amont des secteurs urbanisés saturer les réseaux enterrés et coulent en nappe superficielle ou empruntent les axes de ruissellement oubliés par l'urbanisation. Le lien entre le ruissellement naturel et la logique hydrographique est alors évident. Les immeubles et les équipements sont inondés s'ils offrent un passage à l'eau côté amont (accès garage, porte d'entrée de plain-pied, vitrine...). Cette inondation peut être aggravée par des apports supplémentaires issus d'une urbanisation amont.

Cette réactivation peut également être indirecte : dans ce cas, les eaux de ruissellement issues de l'amont sont captées par un réseau enterré ou par une voirie qui les rassemble vers les points bas, et notamment vers les axes de ruissellement. Le lien entre le ruissellement naturel et la logique hydrographique n'est alors pas évident puisque les transferts sont soit enterrés, soit détournés par les voiries mais c'est bien dans les axes de ruissellement naturels que les réseaux débordent le plus souvent ou que les voiries sont inondées.

C'est donc **l'organisation du territoire et la typologie de l'habitat** qui sont en grande partie à l'origine des difficultés rencontrées pour gérer les eaux pluviales sans inondation.

En effet, du fait de la réactivation temporaire, voire exceptionnelle, du fonctionnement hydrologique naturel, la conscience du risque lié au ruissellement s'est estompée et des erreurs ont été commises dans l'aménagement même du territoire.

Ainsi, l'urbanisation récente ou actuelle tend à s'affranchir de la logique topographique et à rompre avec la logique urbaine traditionnelle en favorisant la dispersion d'un habitat pavillonnaire. Le niveau habitable est fréquemment établi de plain-pied, voire sous la cote de la voirie, et les rampes de garage orientées vers l'amont ainsi que les voiries aménagées dans la pente sont des vecteurs privilégiés pour le ruissellement.

De plus, le développement de l'urbanisation aux bordures de la métropole, sur les coteaux et dans la pente, tend à accentuer ce phénomène et à **augmenter la vulnérabilité de l'habitat**.

Ces observations mettent en évidence les limites d'une logique de gestion centralisée des eaux pluviales et du recours systématique aux structures enterrées, et la nécessité :

- d'une part, de **stabiliser voire de réduire les apports aux réseaux enterrés**, que ce soit les apports de ruissellement naturel ou de ruissellement urbain,
- d'autre part, de **préserver et restaurer les axes de ruissellement**, en adaptant l'urbanisation et l'organisation du territoire au risque inondation.

Elles montrent aussi le **lien direct qui unit certains modes d'urbanisation et les difficultés à gérer les eaux pluviales**.

Ce constat, qui est aujourd'hui partagé par de nombreuses agglomérations, est un facteur de motivation pour faire évoluer la stratégie de gestion des eaux pluviales du territoire.

Il convient de mieux intégrer celle-ci à son territoire : à sa topographie, à son dynamisme, à ses moyens financiers et à la fragilité de ses milieux aquatiques.

Il s'agit d'évoluer de l'application ponctuelle de « techniques alternatives à la collecte enterrée » vers une **gestion intégrée des eaux pluviales** qui mette à contribution non seulement des structures hydrauliques « améliorées » (noues, bassins paysagers, ouvrages d'infiltration), mais également toutes les composantes de l'habitat et de l'urbanisme, depuis la toiture végétalisée jusqu'aux règles générales d'urbanisme.

L'élaboration du PLUi à l'échelle de Grenoble Alpes Métropole, en parallèle à cette démarche, représente assurément une opportunité unique pour intégrer dans les documents d'urbanisme les règles nécessaires à la mise en œuvre de cette nouvelle stratégie.

# 14. Elaboration d'une cartographie indicative des contraintes à l'infiltration

Une carte a été établie afin de représenter les contraintes à l'infiltration. Elle assure une lecture directe des contraintes qui sont identifiées par un code de couleurs.

Elle guide le lecteur sur la ou les reconnaissances complémentaires à diligenter dans un secteur donné pour disposer de toutes les informations nécessaires, afin de statuer quant à l'aptitude du terrain à l'infiltration des eaux pluviales.

Il appartient en effet au pétitionnaire de motiver l'expertise nécessaire pour prendre en compte les contraintes à l'infiltration.

## 14.1 Les paramètres à prendre en considération

### 14.1.1 Nature des sols et perméabilité

De nombreux paramètres influencent la perméabilité du sol. Elle dépend en premier lieu de la nature du sol, mais également de sa porosité, de la présence de fissures, du degré de saturation du sol (présence d'une nappe à proximité).

De manière simplifiée, on peut classer les sols en trois catégories au regard de leur perméabilité :

- des sols plutôt favorables à l'infiltration à priori (sable, grave, limons)
- des sols peu favorables à l'infiltration à priori (argile, marne, vase, tourbe)
- des sols pour lesquels l'estimation de la perméabilité n'est pas possible à priori (remblais).

On retrouve au niveau de la vallée urbanisée un sol essentiellement limoneux/argileux, avec parfois la présence de sables.

Les tests de perméabilité réalisés pour le zonage en assainissement non collectif du précédent Schéma Directeur d'Assainissement sur les anciennes communes de l'agglomération Grenobloise permettent d'avoir une première information sur la concordance entre la perméabilité et la nature du sol :

Géologie	Perméable $5 \text{ cm/h} < K$	Assez perméable $2 < K < 5 \text{ cm/h}$	Peu perméable $1 < K < 2 \text{ cm/h}$	Très peu perméable $K < 1 \text{ cm/h}$
Sols limoneux et limono-sableux	0	2	0	2
Sols limono-argileux	1	7	6	5
Sols argilo-sableux	0	3	0	1
Sols argilo-limoneux	6	6	9	7
Sols argileux	0	0	0	6

Tableau 31 : Répartition des tests de perméabilité effectués sur 17 communes de la métropole vis-à-vis de la nature du sol

On vérifie qu'il n'est pas possible d'établir une concordance claire entre les résultats des tests de perméabilité et la nature des sols.

En conséquence et dans tous les cas, il conviendra de mener une campagne d'essais d'infiltration avant la conception de tout projet mobilisant l'infiltration des eaux pluviales dans le sol.

L'expertise, concernant la perméabilité des sols sur une parcelle donnée, passera en premier lieu par une analyse de l'encombrement du terrain (occupation du sol, espaces verts disponibles pour l'infiltration) et du sous-sol (recensement exhaustif des réseaux et infrastructures sous les zones disponibles en surface pour l'infiltration).

Des essais en fouille pourront être réalisés, par exemple dans le cadre d'études géotechniques. En présence de contraintes spatiales et financières, par exemple sur une parcelle privée pour un particulier, des essais Porchet pourront également être réalisés, bien qu'ils donnent des résultats moins représentatifs du sol.

Un bureau d'études de sols réalisera une série d'essais Porchet (a priori de 1 à 3) au droit de la zone d'infiltration pressentie. L'essai Porchet consistera à mesurer la vitesse d'infiltration d'une colonne d'eau dans un trou réalisé à la tarière. La profondeur du trou n'excèdera pas a priori 1 m de profondeur.

Dans le cas où l'infiltration se révélerait difficile en surface (i.e. essai Porchet non concluant ou manque de place), l'expertise pourra conclure à des essais de plus grande profondeur.

Dans ce cas, les essais de perméabilité seront, de préférence, réalisés en fouille et menés par un bureau d'études spécialisé.

Les fouilles auront une largeur de 0,5 mètre au minimum et de 2 mètres de longueur. Pour les essais d'infiltration, elles seront remplies d'eau sur une hauteur de l'ordre de 1 mètre, puis la baisse du niveau d'eau sera suivie jusqu'à la vidange complète de la fouille. Ce suivi se fera au pas de temps 5 minutes pendant la première demi-heure, puis plus espacé si la vidange est lente ; si le temps de vidange de la fouille est de moins d'une heure, la fouille sera remplie à nouveau et la baisse suivie à nouveau. Si le temps des deux vidanges successives reste inférieur à 2 heures, une troisième mise en eau sera nécessaire pour apprécier l'effet de la saturation des sols avec le temps.

### 14.1.2 Pente

La pente d'un site conditionne les capacités de rétention des ouvrages d'infiltration. A noter que la pente moyenne générale d'une zone n'est pas déterminante. Il s'agit plutôt de d'identifier les pentes des emplacements possibles des futures ouvrages. Par conséquent, dans une zone de pente, l'implantation d'ouvrages d'infiltration de type noues / tranchées perpendiculaires à la pente naturelle du terrain n'a pas d'incidence sur la capacité de rétention de l'ouvrage.

En revanche, le risque lié à l'infiltration est l'exfiltration des eaux à l'aval plus ou moins proche du site d'infiltration, en surface ou dans les sous-sols situés en contrebas. Ce risque est lié à la pente, à la présence d'une nappe, aux écoulements souterrains préférentiels et à la nature des roches. Ce risque augmente en cas d'infiltration sur des zones de pente importantes.

Trois classes de pentes ont été identifiées :

- les pentes inférieures à 10 % ;
- les pentes entre 10 et 20 % ;
- les pentes supérieures à 20 %.

Pour l'infiltration des eaux pluviales, les pentes inférieures à 10 % sont à priori peu contraignantes.

En revanche pour les secteurs de pente supérieure à 10 %, les conditions de l'infiltration sont à évaluer avec attention, notamment si des sous-sols se situent en contrebas.

Pour les secteurs de pentes supérieures à 20 %, d'autres solutions de gestion des eaux pluviales seront préférées à l'infiltration.

### 14.1.3 Périmètres de captage d'eau potable

Les points de prélèvement de l'eau potable sont protégés par des périmètres réglementaires qui permettent d'éviter l'installation d'ouvrages potentiellement polluants à leur proximité. Les ouvrages d'infiltration des eaux pluviales peuvent constituer un risque de mise en connexion des eaux de surface et de nappes. A ce titre, leur implantation peut être contrainte, voire interdite par la réglementation.

Par ailleurs, le puits d'infiltration étant le type d'ouvrage le plus défavorable pour ce type d'incidence, il devra être envisagé en dernier recours et avec un maximum de précautions.

On distingue réglementairement trois périmètres identifiés dans le cadre de la protection de la ressource en eau potable :

- le périmètre de protection immédiate où les contraintes sont fortes ; ce périmètre est en général acquis par la collectivité,
- le périmètre de protection rapprochée où les activités sont restreintes,
- le périmètre éloigné où des dispositions peuvent être prises pour garantir la pérennité de la ressource.

En attente des informations sur la réglementation associée aux différents périmètres de protection des captages, nous considérons que :

- l'infiltration des eaux pluviales est interdite sur les périmètres de protection immédiate et rapprochée,
- l'infiltration des eaux pluviales est réglementée sur les périmètres de protection éloignée.

Dans le cas d'une interdiction de l'infiltration des eaux pluviales dans le sol, on favorisera un épandage superficiel (pour privilégier dispersion/évapotranspiration) sur un espace vert pour les pluies courantes, à 20 cm de profondeur maximum et sans ouvrage particulier (sans noues ou bassins d'infiltration).

### 14.1.4 Périmètres de protection du PPRN

Le plan de prévention des risques naturels de Rhône Alpes identifie les zones où il existe un risque de glissement de terrain. Ces zones sont classifiées en deux catégories :

- Les zones dites d'« interdiction », exposées à un niveau d'aléa fort,
- Les zones dites « de prescription », exposées à un niveau d'aléa moyen.

Le recours à l'infiltration est susceptible d'aggraver le risque de glissement de terrain. L'épandage d'eau à la surface du sol ou son infiltration est par conséquent prohibé en zone d'interdiction où le risque de mouvement de terrain est évalué comme important. A noter que ces zones sont inconstructibles. Les zones définies comme zones d'interdiction par le plan de PPRN sont figurées en marron.

En zone de prescription, le recours à l'infiltration doit faire l'objet d'une étude démontrant la faisabilité de l'opération sans augmentation du risque ou création de nouveaux risques.

### 14.1.5 Sites et sols pollués

Sur les sites pollués, l'infiltration des eaux pluviales est susceptible d'occasionner la migration d'une pollution statique contenue dans le sol. Les eaux se chargeant de polluants peuvent alors rejoindre une nappe phréatique et en détériorer sévèrement la qualité, induisant un impact négatif à plus ou moins long terme sur l'environnement.

Les sites identifiés comme tels par l'administration sont répertoriés par le Ministère de l'Ecologie, du développement durable et de l'énergie sur la base de données BASOL. Si le projet d'infiltration se situe à proximité des sites répertoriés, il conviendra de collecter les informations concernant le site en question auprès de la Préfecture. Les restrictions d'usage prescrites dans l'arrêté préfectoral devront être respectées.

### 14.1.6 Retrait/gonflement des argiles

Parmi les sols argileux présents sur la métropole, certains ont la particularité de présenter une sensibilité particulière aux variations de teneur en eau. En effet, lorsque le taux d'humidité augmente, certaines argiles gonflent puis se rétractent lors des épisodes de sécheresse et de forte évaporation. Ces variations de volume du sol, rarement uniformes, entraînent des mouvements différentiels des terrains d'assise des constructions, créant ainsi des désordres multiples aux habitations (fissurations des sols et des murs, dislocations des cloisons, ruptures des canalisations enterrées...). Le recours à l'infiltration, en modifiant le taux d'humidité du sol, influe sur le phénomène de retrait/gonflement des argiles.

Il convient toutefois de noter que la question des mesures à prendre en matière de gestion des eaux pluviales fait débat. Il apparaît en effet que l'infiltration des d'eaux pluviales, si suffisamment régulières, peut aider au maintien du taux d'humidité dans le sol. Or ce sont les variations de la teneur en eau et en particulier les périodes de sécheresse qui induisent des dégâts.

Si le projet d'infiltration est situé dans une zone à risque moyen ou fort, il est recommandé de faire procéder à une expertise géotechnique locale de ce risque. Cette expertise permettra de déterminer :

- l'ampleur du risque potentiel associé en fonction de l'environnement du terrain (constructions, type de sol, épaisseur de la couche d'argile ...),
- l'opportunité d'envisager l'infiltration des eaux pluviales en fonction de ce risque, et le cas échéant, les dispositions constructives adaptées.

### 14.1.7 Risque de remontée de nappe

Le risque dépend du niveau de la nappe, lorsqu'elle est présente dans le sous-sol :

- si l'infiltration se fait directement en zone saturée, les processus de filtration ne peuvent pas avoir lieu et il existe un risque de pollution de cette nappe,
- si la nappe noie tout ou partie de l'ouvrage d'infiltration, le gradient hydraulique de l'ouvrage vers la nappe est réduit et en conséquence, la vitesse d'infiltration elle-même.

A priori, l'infiltration des eaux pluviales dans les secteurs où la nappe est sub-affleurante n'est pas pertinente pour deux raisons :

- lors des plus hautes eaux, la nappe risque de remplir les ouvrages d'infiltration qui ne pourront plus jouer leur rôle : l'évacuation des eaux pluviales par infiltration ne sera plus possible et des risques de débordement peuvent apparaître,

- la vulnérabilité de la nappe superficielle au transfert de polluants est particulièrement importante dans les secteurs où elle est sub-affleurante. Afin de préserver la qualité des eaux souterraines, l'infiltration des eaux pluviales est donc à limiter.

Par conséquent, sur les secteurs pour lesquels un risque de remontée de nappe est identifié, des reconnaissances de terrain permettront d'identifier le niveau de cette remontée, soit par des observations directes (mesure de ce niveau dans un sondage ou une fouille), soit par des observations pédologiques (traces d'hydromorphie).

Au regard de la profondeur minimale des ouvrages d'infiltration, il apparaît qu'une épaisseur minimale d'un mètre de zone non saturée apporte des conditions satisfaisantes pour envisager l'infiltration in situ des eaux pluviales.

Les secteurs correspondant à une nappe sub-affleurante ou à un risque de remontée de nappe fort sont localisés en bleu hachuré sur la carte des contraintes à l'infiltration.

Dans les cas où l'infiltration des eaux pluviales dans le sol n'est pas possible, **le simple épandage des eaux pluviales à la surface d'un espace vert**, accompagné de mesures de protection du bâti contre l'inondation apparaît comme la solution la mieux adaptée.

Les secteurs correspondant à une nappe sub-affleurante ou à un risque de remontée de nappe fort sont localisés en bleu hachuré sur la carte des contraintes à l'infiltration.

### 14.1.8 Cavités

La présence de cavités pose des problèmes de sécurité vis-à-vis des personnes et des biens liés aux risques d'affaissement (lente fermeture des vides) ou à des effondrements ponctuels (fontis) ou généralisés. Ces risques sont d'autant plus importants en présence d'eau. En effet l'eau peut avoir une influence sur les propriétés mécaniques des terrains de recouvrement et augmenter le risque de déstabilisation du toit des carrières.

Les cavités non minières ont été recensées par le BRGM et sont de 6 types : carrière, cave, indéterminé, naturel, ouvrage civil, ouvrage militaire. Elles sont reportées sur la carte des contraintes à l'infiltration.

Si le projet d'infiltration se situe à proximité des sites répertoriés, il est nécessaire de contacter la préfecture pour obtenir plus d'information sur l'ampleur du risque, ainsi que sur la réglementation vis-à-vis des possibilités d'infiltration dans la zone impactée.

## 14.2 Carte de synthèse des contraintes à l'infiltration

### 14.2.1 Cartographie des contraintes

L'objectif de la carte de synthèse des contraintes à l'infiltration est de permettre au porteur de projet d'identifier rapidement :

- Si les contraintes auxquelles il est soumis doivent le conduire à privilégier d'autres techniques que l'infiltration (rejet superficiel à débit régulé)
- Si les contraintes sont faibles, et permettent donc d'envisager simplement la mise en place de techniques d'infiltration, moyennant des tests de perméabilité
- Si la présence de certaines contraintes doit le conduire à des investigations géotechniques plus poussées avant de définir la technique de gestion des eaux pluviales la plus adaptée.

Les cartes sont présentées en annexe.

### 14.2.2 Synthèse des contraintes et des prescriptions en matière d'infiltration

 **Absence de contrainte identifiée a priori.** Dans cette zone, les eaux pluviales doivent être prioritairement infiltrées. Lors de la construction ou de la réhabilitation de bâtiments, la gestion des eaux pluviales à la parcelle doit être considérée en priorité. Des tests d'infiltration, de préférence en fouille, doivent être réalisés afin de déterminer les valeurs dimensionnantes pour les ouvrages d'infiltration à mettre en œuvre.

 **Infiltration interdite** du fait de périmètres de protection rapprochée de captages ou des PPRn. D'autres solutions de gestion des eaux pluviales sont à envisager tels que la gestion collective par stockage avec restitution différée des EP pour des surfaces supérieures à 1000 m<sup>2</sup>. La gestion des pluies courantes par simple épandage superficiel, par évapotranspiration ou par utilisation sera à favoriser dans tous les cas.

 **Pente supérieure à 20% - Infiltration fortement contrainte.** D'autres solutions de gestion des eaux pluviales sont à favoriser (évaporation et utilisation des pluies courantes, gestion au niveau des toitures, gestion collective par stockage – restitution différée le long des rues perpendiculaires à la pente). Les risques d'exfiltration sont à évaluer avant d'envisager l'infiltration des eaux pluviales au-delà des pluies courantes.

 **Pente comprise entre 10 et 20 % :** Les risques d'exfiltration, notamment vers les sous-sols, sont à évaluer. L'infiltration des pluies courantes est *a priori* envisageable.

 **Sols a priori peu perméables** et risque de présence d'argiles gonflantes (aléa fort à moyen) : expertise nécessaire. Le phénomène de retrait-gonflement lié aux argiles devra être déterminé par un bureau d'études spécialisé qui réalisera un prélèvement en carottage suivi d'un essai œdométrique en laboratoire.

 **Risque de remontée de nappe :** Des tests approfondis (observations hivernales pour repérer le niveau statique de l'eau, examen pédologique pour identifier des traces d'hydromorphie, enquêtes auprès des riverains) sont à réaliser. Dans les secteurs où des risques de remontée de nappe sont avérés à une profondeur inférieure à 1 m, d'autres solutions que l'infiltration dans le sol sont à prioriser. La gestion des pluies courantes par simple épandage superficiel, par évapotranspiration ou par utilisation sera alors à favoriser.

 Dans certains périmètres de protection des captages, **l'infiltration des eaux pluviales est réglementée.**



Dans les **zones de prescription du PPRN**, le recours à l'infiltration doit faire l'objet d'une étude démontrant la faisabilité de l'opération sans augmentation du risque ou création de nouveaux risques.



**Sites pollués** : En fonction de l'état de connaissance de la pollution, des arrêtés préfectoraux réglementent les conditions d'aménagement et d'occupation de ces sites. Le pétitionnaire devra vérifier les restrictions d'usage prescrites dans l'arrêté, notamment en matière d'infiltration des eaux pluviales.



**Cavités** : Le pétitionnaire devra solliciter l'avis de la préfecture sur l'opportunité d'infiltrer les eaux pluviales dans le périmètre d'une cavité.

L'organigramme ci-dessous est une aide à la décision tenant compte des différentes contraintes identifiées à l'infiltration.

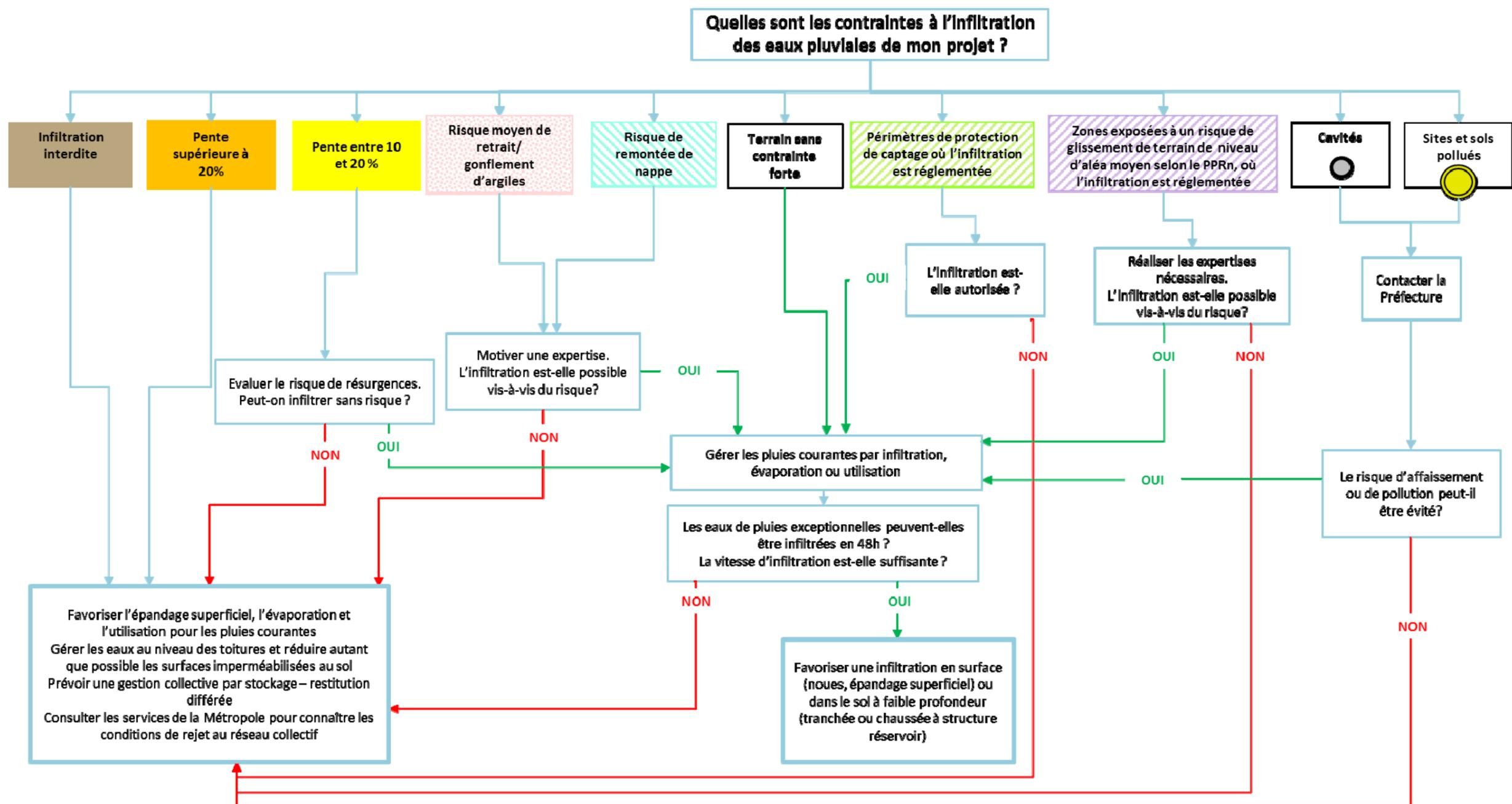


Figure 92: Organigramme de décision concernant l'infiltration des eaux pluviales

# 15. Bases du plan de gestion des eaux pluviales

## 15.1 Identification des contraintes à l'urbanisation future

Les projets d'urbanisation actuellement portés par les communes ou les zones d'urbanisation future qui risquent de poser des difficultés sont identifiés au vu des logiques amont/aval, des pratiques et prescriptions actuelles en matière de gestion des eaux pluviales et des installations de gestion actuelles.

On constate en effet que les prescriptions actuelles, ainsi que les pratiques, peuvent ne pas être suffisamment adaptées pour anticiper le développement du territoire, notamment sur les secteurs amont qui sont susceptibles d'augmenter les ruissellements et les écoulements vers les quartiers situés à l'aval.

Autrement dit, de nouveaux dysfonctionnements sont probables si aucune mesure particulière d'ajustement des pratiques n'est prise en matière de gestion des eaux pluviales. Ils justifient donc des préconisations en matière d'urbanisme et de gestion des eaux pluviales, développées dans la suite du présent rapport.

La cartographie des zones d'urbanisation future est présentée en annexe.

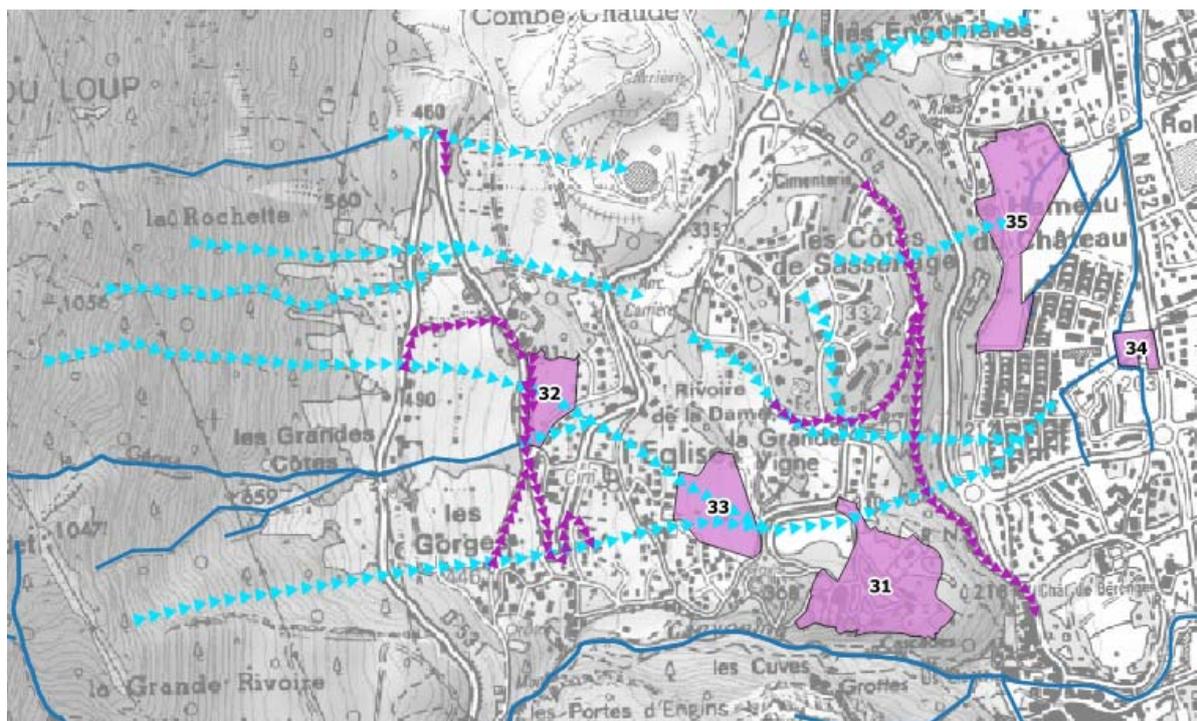
### 15.1.1 Risque de dysfonctionnements sur des aménagements futurs

Les aménagements futurs risquent de causer des dysfonctionnements s'ils sont conçus sans tenir compte du fonctionnement hydrologique local, et notamment des axes de ruissellement des eaux pluviales et des potentiels dépassements de capacité dans leur évacuation.

Certains quartiers touchés par des problèmes d'inondations/débordements montrent déjà les limites du système actuel. Le risque est de répéter les mêmes erreurs qui mèneront au même type de dysfonctionnement.

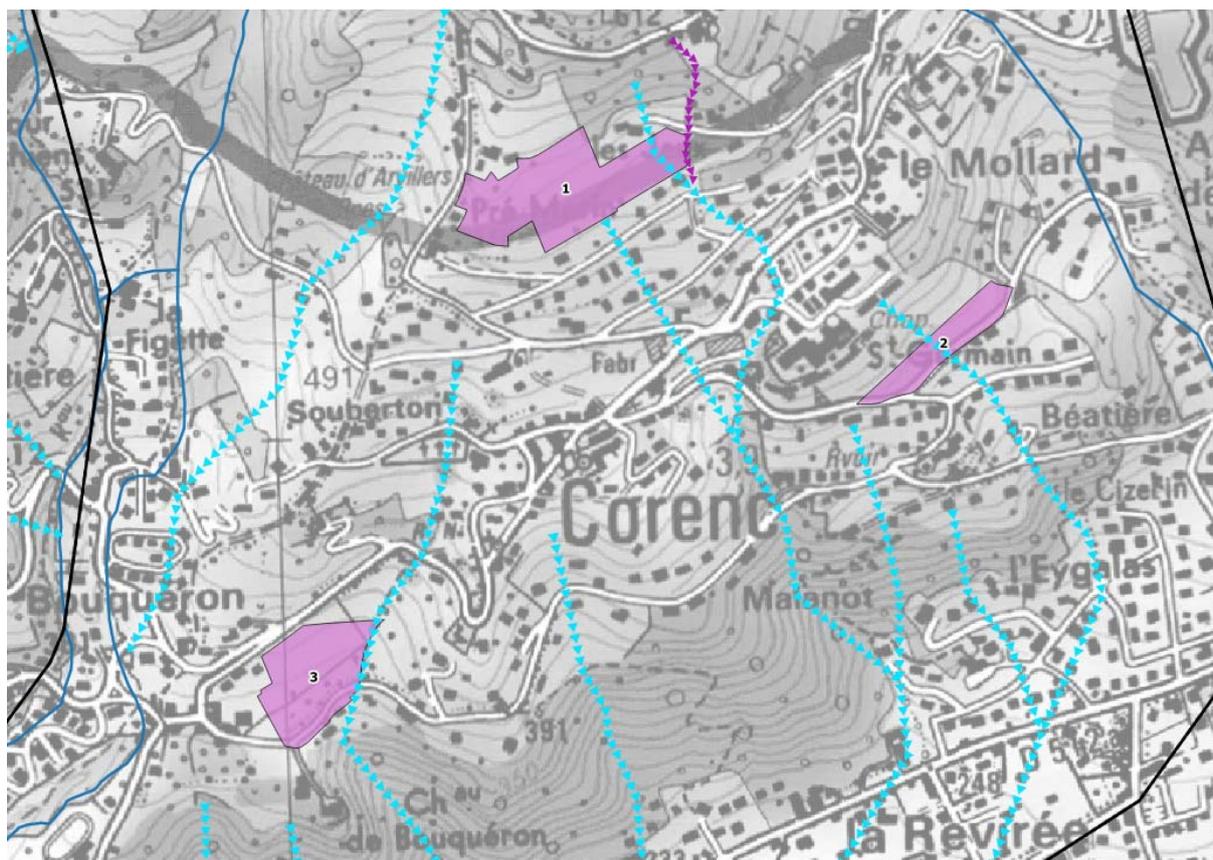
Les zones à urbaniser situées sur des axes de ruissellement sont des secteurs sensibles qui peuvent mener à des inondations dans les futurs quartiers. On constate en effet qu'une part importante des secteurs inondés aujourd'hui se trouve situés dans des axes de ruissellement qui, s'ils sont partiellement masqués par l'aménagement urbain, sont identifiables sur les cartes topographiques de l'IGN.

Des exemples de sites pouvant présenter un risque sont localisés sur les cartes ci-dessous. Les zones 31 et 33 à Sassenage sont situées sur des axes de ruissellement et risquent de connaître des problèmes d'inondation par les eaux pluviales si une adaptation des plans masse et des formes architecturales n'est pas suffisamment étudiée.



- Ruisseau
- - - - Axes de ruissellement naturels
- - - - Axes de ruissellement artificiels
- Zones d'urbanisation future

Figure 93 : Superposition des secteurs ouverts à l'urbanisation et des axes de ruissellement identifiés à Sassenage



- Ruisseau
- - - Axes de ruissellement naturels
- - - Axes de ruissellement artificiels
- Zones d'urbanisation future

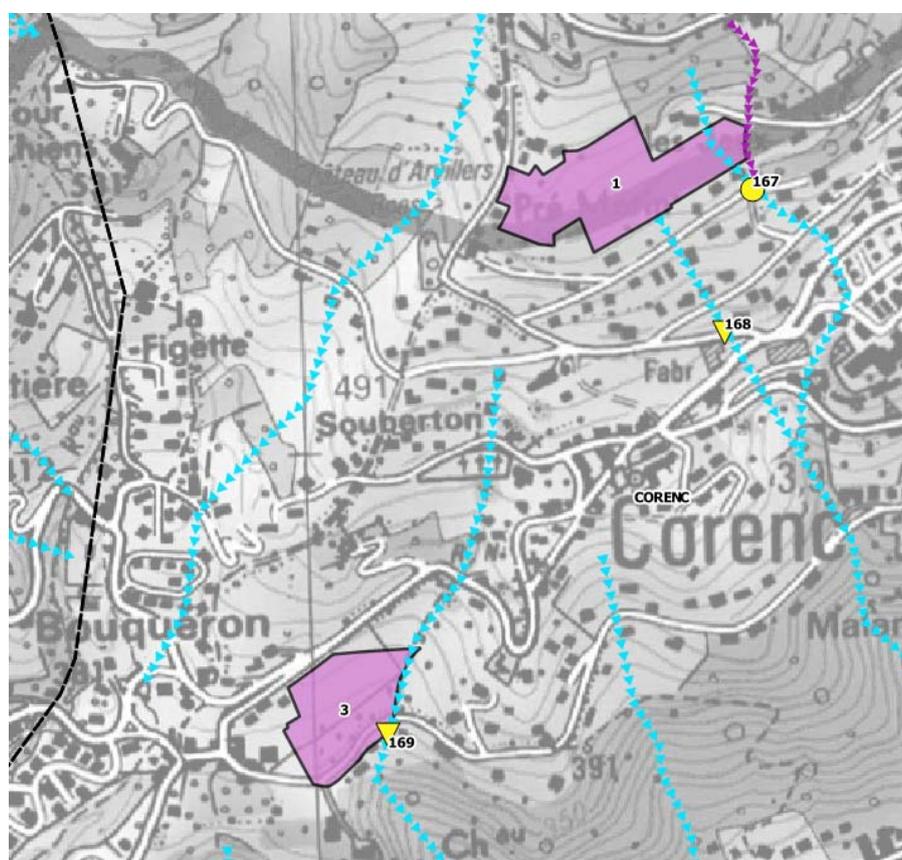
Figure 94 : Superposition des secteurs ouverts à l'urbanisation et des axes de ruissellement identifiés à Corenc

### 15.1.2 Risque de dysfonctionnements en aval d'aménagements futurs

Si les zones d'urbanisation future sont situées à proximité d'un exutoire pour les eaux pluviales, celles-ci pourront être évacuées sans induire de risque pour les secteurs aval, dans la mesure où les installations nécessaires à leur gestion auront été correctement conçues et réalisées. En revanche, certaines zones d'urbanisation future sont situées en amont des habitations, sans qu'il existe d'exutoire confortable pour leurs eaux pluviales. Sans mesures compensatoires, l'urbanisation de ces zones est susceptible d'induire un risque d'inondation des maisons situées en aval.

Par exemple, la zone n°1 à Corenc localisée sur la figure ci-dessous est située à l'amont d'un secteur sensible, où des désordres liés au ruissellement de surfaces imperméabilisées et à l'urbanisation en amont sont déjà connus.

La zone n°3 est quant à elle située à l'amont d'un point de désordre lié à la saturation du réseau due au renvoi au réseau des écoulements de l'axe de ruissellement.



- ▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels
  - ▶▶▶▶ Axes de ruissellement artificiels
  - Zones d'urbanisation future
- Dysfonctionnements recensés liés aux eaux pluviales**
- ▲ Saturation du réseau eaux pluviales
  - Ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées

Figure 95 : Localisation des secteurs ouverts à l'urbanisation et des dysfonctionnements hydrauliques identifiés à Corenc

### 15.1.3 Contraintes multiples à la gestion des eaux pluviales dans certains secteurs

Les contraintes à l'infiltration limitent de fait les possibilités de gestion *in situ* des eaux pluviales, comme présenté au paragraphe 14.

Un cas particulièrement contraignant est le risque de mouvements de terrain, qui limite les possibilités en termes de gestion des eaux pluviales par infiltration.

En croisant les problématiques zones de prescription du PPRN et présence/absence de réseau d'eaux pluviales, on identifie des zones d'urbanisation future qui connaissent des contraintes importantes sur deux communes :

- A Corenc, les 3 zones d'urbanisation future sont concernées par la zone de prescription du PPRN mouvements de terrain et deux d'entre elles ne sont actuellement desservies que par un réseau unitaire. Elles sont de plus situées dans des zones de pente supérieures à 20% ;
- A Saint-Martin-le-Vinoux, 2 zones d'urbanisation future sont concernées par la zone de prescription du PPRN mouvements de terrain et elles ne sont pas desservies par un réseau.

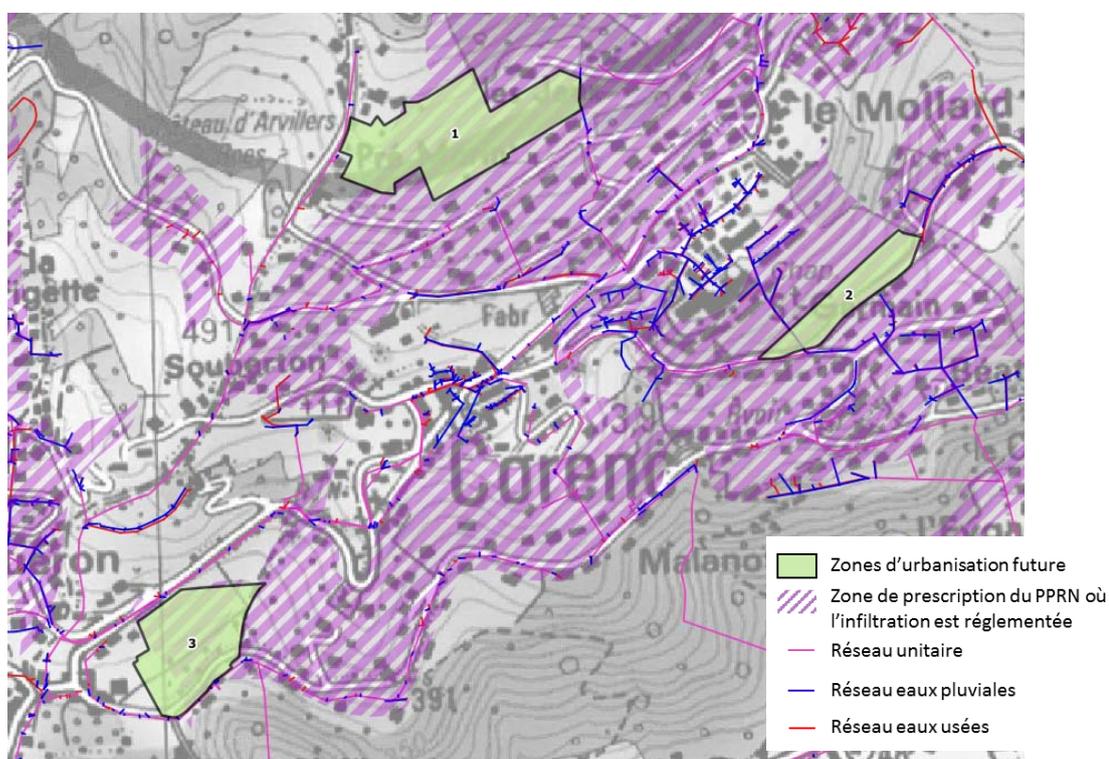
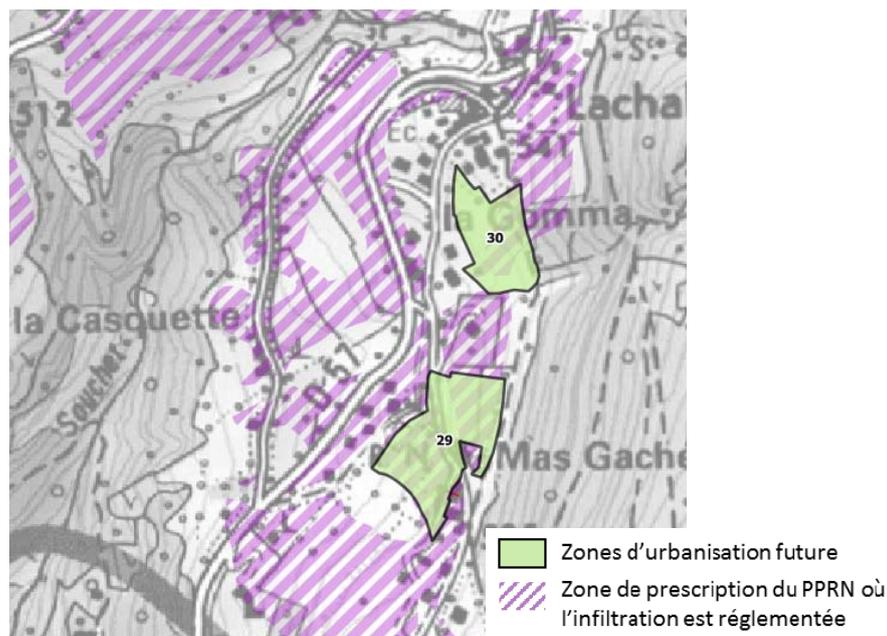


Figure 96 : Superposition des secteurs ouverts à l'urbanisation et des zones de prescription PPRN à Corenc



**Figure 97 : Superposition des secteurs ouverts à l'urbanisation et des zones de prescription PPRN à Saint-Martin-le-Vinoux**

A Corenc notamment, de nombreux indicateurs orientent vers la plus grande prudence en matière d'urbanisation des secteurs identifiés par le PLU du fait de la superposition de plusieurs contraintes sur ces secteurs, qui ne permettent pas d'envisager une solution simple pour y gérer les eaux pluviales dans de bonnes conditions.

Aux dysfonctionnements hydrauliques constatés à l'aval immédiat de chacun des sites ouverts à l'urbanisation s'ajoutent la pente soutenue des terrains (supérieure à 20 %), la proximité de points de dysfonctionnements hydrauliques et le risque de mouvements de terrain.

Du fait de l'absence de réseau hydrographique pérenne à proximité, on identifie que les ruissellements naturels sont exceptionnels et qu'en conséquence, l'essentiel des eaux pluviales s'infiltrer naturellement dans les sols.

Autrement dit, si la protection des secteurs urbanisés à l'aval tend à favoriser une infiltration intégrale des eaux de pluie, au moins jusqu'à une période de retour trentennale, la pente et le risque de mouvements de terrains rendent cette infiltration difficile.

Afin d'éviter tout risque de déstabilisation des sols et d'aggravation du ruissellement, on veillera à se rapprocher du fonctionnement hydrologique actuel en infiltrant les eaux pluviales *in situ*, en mobilisant la plus grande surface d'infiltration possible et en recourant à des dispositifs superficiels.

On limitera autant que possible l'imperméabilisation des sols en domaine privé ainsi que l'aménagement de nouveaux axes routiers en domaine public. On valorisera autant que possible l'utilisation des pluies courantes et l'évapotranspiration, notamment en végétalisant les toitures,

## 15.1.4 Bilan des contraintes existantes sur les zones d'urbanisation future

Les contraintes existant sur les zones d'urbanisation future sont identifiées : un signe « + » signifie un contexte favorable, un signe « - » la présence de contraintes. Elles sont classées en 2 catégories :

- Les contraintes à la gestion des eaux pluviales :
  - **Infiltration** : en référence à la carte des contraintes à l'infiltration, « + » signifie l'absence de contrainte identifiée, « - » signifie qu'il existe une contrainte à l'infiltration en dehors des facteurs de pente, de périmètres de protection de captage ou de remontée de nappe.
  - **Pente** : en référence à la carte des contraintes à l'infiltration, « ++ » signifie que la pente est inférieure à 10%, « + » signifie que la pente est comprise entre 10 et 20% et « - » signifie que la pente est supérieure à 20%.
  - **Périmètres de protection de captage** : en référence à la carte des contraintes à l'infiltration, « + » signifie qu'il n'y a pas de périmètre de protection de captage, « - » signifie qu'il y a un périmètre de protection de captage sur la zone.
  - **Proximité d'un exutoire superficiel** : « + » signifie qu'un exutoire superficiel (cours d'eau permanent) est situé à proximité. Dans le cas contraire, le signe « - » signale l'absence d'exutoire.
- Les contraintes à l'urbanisation :
  - **Sensibilité de l'aval** : « - » signifie que la zone à urbaniser est en amont d'un secteur déjà urbanisé, « -- » signifie que la zone est en amont d'un site qui connaît des désordres liés aux eaux pluviales. « + » signifie que l'aval de la zone à urbaniser n'est pas sensible.
  - **Axe de ruissellement** : « - » signifie que la zone à urbaniser est localisée sur un axe de ruissellement. Dans le cas contraire, le signe « + » signale l'absence de contrainte.

Zone	Contraintes à la gestion des eaux pluviales				Contraintes à l'urbanisation		Bilan
	Infiltration	Pente	Périmètre de protection de captage	Proximité d'un exutoire superficiel	Sensibilité de l'aval	Axe de ruissellement	
<b>Claix</b>							
OAP5	+	++	+	+	--	-	<b>2</b>
OAP6	+	++	+	-	-	+	<b>3</b>
OAP7	+	+	+	-	-	-	<b>0</b>
OAP8	+	+	+	-	--	+	<b>1</b>
OAP9	+	+	+	-	--	+	<b>1</b>
<b>Corenc</b>							
1	+	-	+	-	--	-	<b>-3</b>
2	-	-	+	-	-	-	<b>-4</b>
3	+	-	+	-	--	-	<b>-3</b>
<b>Gières</b>							
4	+	++	+	+	+	+	<b>7</b>
<b>Herbeys</b>							
5	+	++	+	+		+	<b>6</b>
6	+	-	+	+		+	<b>3</b>
7	+	-	+	+		+	<b>3</b>
8	+	+	+	-		+	<b>3</b>
9	+	-	+	-		+	<b>1</b>
10	+	+	+	+		+	<b>5</b>
11	+	-	+	-		+	<b>1</b>
12	+	+	+	+		+	<b>5</b>

14	+	-	+	-		-	-1
15	+	-	+	+		+	3
<b>Jarrie</b>							
OAP1	+	++	+	+	--	-	2
OAP2	+	+	+	+	+	+	6
OAP3	+	++	+	-	--	+	2
OAP4	+	++	+	-	--	-	0
<b>La Tronche</b>							
37	+	++	+	+	--	+	4
<b>Meylan</b>							
25	+	++	+	-	+	+	5
26	+	++	+	-	+	+	5
27	+	++	+	-	+	+	5
28	+	++	+	+	+	+	7
<b>Saint-Martin-le-Vinoux</b>							
29	+	-	+	-	-	+	0
30	+	-	+	-	-	-	-2
<b>Sassenage</b>							
31	+	-	+	+	-	+	2
32	+	+	+	-	-	-	0
33	+	+	+	-	-	-	0
34	+	++	+	+	+	+	7
35	+	++	+	+	+	-	5
36	+	++	+	+	--	+	4
<b>Vaulnaveys-le-Haut</b>							
<b>Pas de zone d'urbanisation future</b>							

**Tableau 32 : Contraintes à la gestion des eaux pluviales et à l'urbanisation des zones d'urbanisation future**

### 15.1.5 Exemple de mise en œuvre : avis proposés sur les secteurs d'OAP identifiés

Les Orientations d'Aménagement et de Programmation permettent de préciser les volontés d'organisation urbaine, d'aménagement et de déplacements, d'habitat sur certains secteurs de la commune.

A titre d'exemple et pour illustrer les objectifs de gestion des eaux pluviales précisés par la suite, nous avons proposé les avis suivants sur les principes d'aménagement des secteurs d'OAP dans le cadre de l'élaboration du PLU sur 2 communes : Claix et Jarrie.

#### 15.1.5.1 Commune de Claix

Dans le cadre de l'élaboration du PLU, 5 secteurs de projet ont été identifiés sur la commune de Claix :

- OAP5 : Croix Blanche
- OAP6 : La Ronzy
- OAP7 : Furonnières
- OAP8 : Joanny
- OAP9 : Nord du Bourg

Le document d'OAP présente les principes d'aménagement de ces secteurs. La localisation de ces secteurs et ces principes d'aménagement sont analysés pour évaluer leur cohérence avec la logique de gestion des eaux pluviales sur le territoire et les préconisations proposées dans le cadre de cette étude.

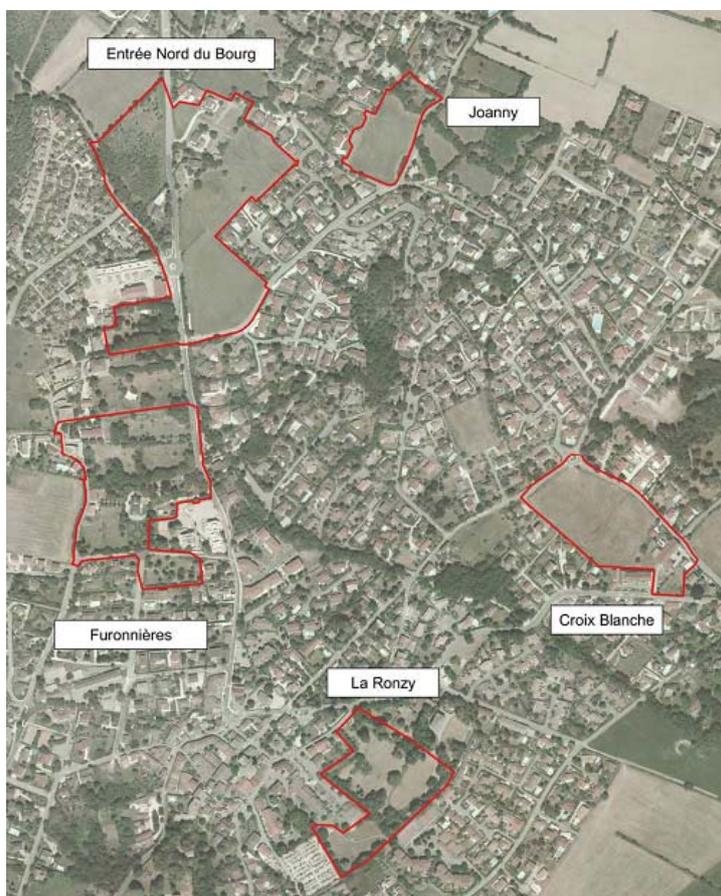


Figure 98 : Localisation des 5 secteurs de projet pour les OAP de la commune de Claix

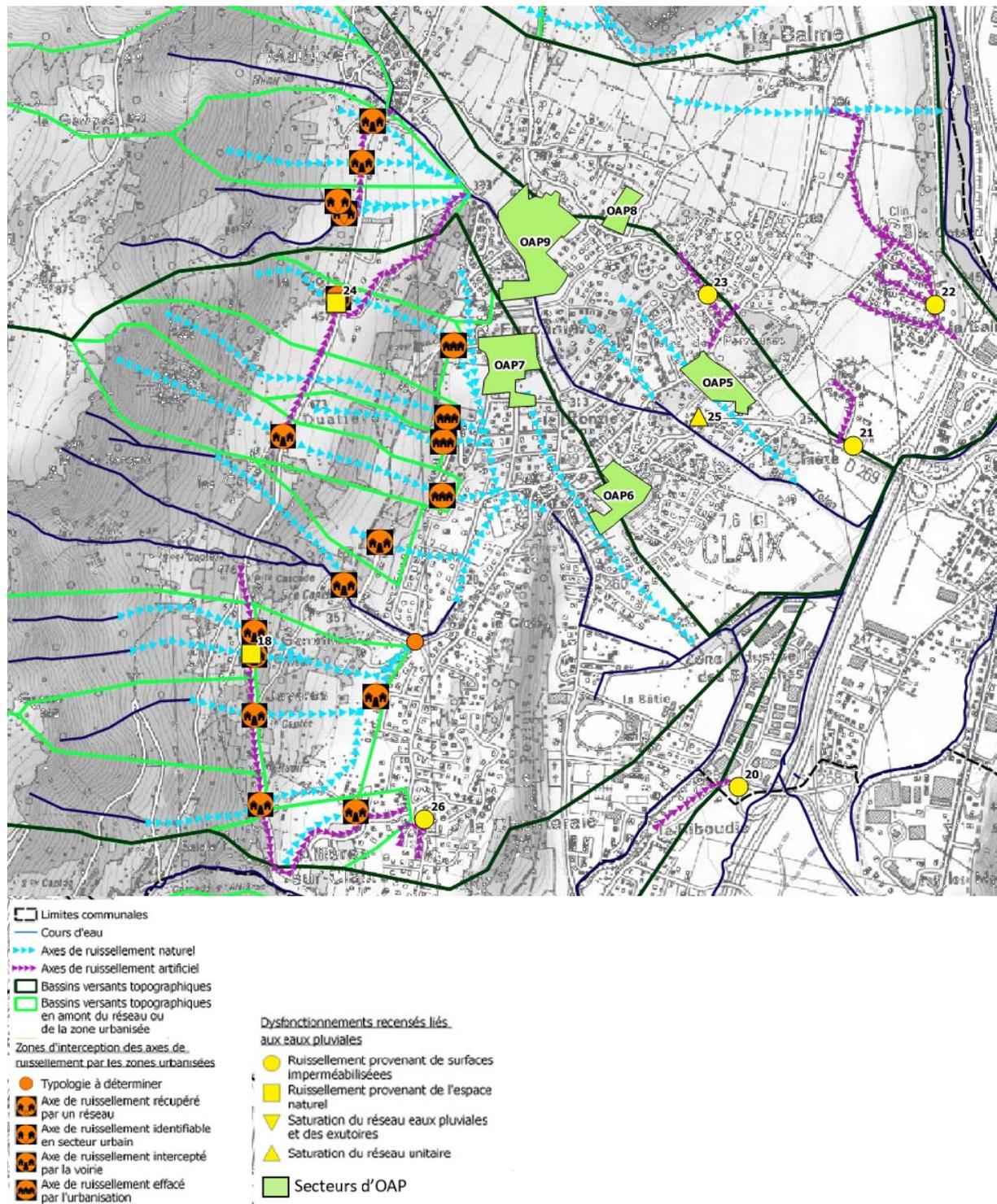


Figure 99 : Situation des 5 secteurs d'OAP par rapport au fonctionnement hydrologique de la commune

Les 5 projets prévus dans le bourg sont tous situés sur les pentes relativement faibles du cône de déjection situé au pied du Moucherotte. On note à ce propos l'absence de réseau hydrographique organisé, en dehors du Rif Talon qui a été repoussé par le cône sur sa rive droite. Celui-ci pourrait investir temporairement les pentes situées sur sa propre rive gauche, à l'occasion des pluies exceptionnelles gonflées notamment par les apports des quartiers urbanisés à l'amont.

On identifie a priori un contexte favorable à l'infiltration in situ des eaux pluviales, considérant la pente limitée des différentes emprises à aménager et la nature a priori perméable des sols (probablement éboulis avec éventuellement intercalation de moraines moins perméables ?). Notre carte signale un risque de remontée de nappe liée probablement à des résurgences dans la partie basale du cône. Ce risque doit inciter à la prudence quant à l'aménagement de sous-sols.

Le secteur d'OAP 5 Croix Blanche est traversé par un axe de ruissellement peu marqué en zone urbanisée. Il conviendra de veiller à restituer l'écoulement en aval du secteur et à limiter la vulnérabilité des installations. Une partie du secteur d'OAP 7 Furonnières est situé à l'initiation d'un axe de ruissellement peu marqué.

Les 5 secteurs sont situés en amont de zones urbanisées et certains d'entre eux sont situés en amont de zones de désordres liés aux eaux pluviales.

Les principes de maillage viaire proposés en page 10 amènent des questions en matière de gestion intégrée des eaux pluviales et nécessitent d'être reconsidérés.

Nous attirons l'attention sur deux écueils :

- d'une part, ces principes amènent à un développement important de nouvelles voiries (recours systématique à des voiries secondaires) qui induiront des ruissellements supplémentaires, ce qu'il faut absolument éviter ;
- d'autre part, ces principes sont totalement déconnectés de la logique de ruissellement induite par la pente : ils risquent d'induire des relations « voirie – bâti » sensibles qui multiplieront les causes d'inondation des habitations par la voirie (cas souvent constaté dans les exemples analysés sur le territoire métropolitain).

Afin de limiter ces inconvénients, nous proposons d'adopter les principes suivants, qui permettront de limiter les ruissellements et l'exposition des nouvelles habitations au risque d'inondation par le ruissellement :

- Utilisation autant que possible des voiries existantes pour la desserte directe du bâti futur, afin de limiter les voiries supplémentaires, (NB : en contradiction avec un des principes énoncés) ;
- Calage des façades en limite de l'espace public, afin de dégager le plus d'espace libre possible à l'arrière de chaque habitation, limiter les accès revêtus en domaine privé et dégager de l'espace pour une infiltration des eaux de toiture par simple épandage ;
- Aménagement des accès de plain-pied du côté aval des habitations (autrement dit, à l'arrière de l'habitation si habitation à l'aval de la voirie) ; à défaut, interdiction d'aménager des accès aux habitations à une cote inférieure à la cote de l'axe de la voirie la plus proche, augmentée de 20 cm ;
- Composition de l'espace public de manière à favoriser systématiquement l'infiltration des eaux de voirie dans les accotements, sans aucun intermédiaire. On pourra à ce sujet s'inspirer des solutions utilisées à Pré Nouvel à Seyssins, comme illustré ci-dessous.



**Figure 100 : Exemple d'infiltration des eaux de voirie dans les accotements à Pré Nouvel (Seyssins)**

Remarque : La proposition de regroupement des aires de stationnement publiques, avec revêtement perméable, est une très bonne proposition pour limiter le ruissellement.

Le parking mutualisé perméable prévu à l'aval de l'OAP « entrée nord du bourg », par exemple, est une très bonne proposition pour limiter le ruissellement vers les quartiers aval.

**Concernant la valorisation des « espaces verts tampon » :**

Ces espaces devront être programmés autant que possible comme des sites inondables, perpendiculaires à la pente et à l'aval du bâti futur, comme illustré ci-dessous.



**Figure 101 : Exemple d'un espace vert inondable à Pré Nouvel (Seyssins)**

On prévoira des modelés de terrain suffisamment doux pour permettre un accès facile, tout en aménageant des points bas qui stockeront et infiltreront les eaux issues des bâtiments situés à l'amont par simple ruissellement.

Dans tous les cas, tous les espaces bordant les voiries existantes ou futures seront conçus de manière à recevoir par simple ruissellement les eaux pluviales issues des voiries.

Pour l'OAP « entrée nord du bourg », l'espace prévu le long du rif Talon est à maintenir et à concevoir comme un espace de débordement potentiel du cours d'eau.

Pour l'OAP « Furonnière », les alignements d'arbres sont particulièrement bien situés. Ils pourraient être accompagnés d'espaces verts suffisamment larges pour recueillir les eaux de ruissellement exceptionnelles issues des bâtiments situés à leur amont immédiat (cf principe proposé plus haut).

### 15.1.5.2 Avis proposé sur les OAP de la commune de Jarrie

Dans le cadre de l'élaboration du PLU, 4 secteurs de projet ont été identifiés sur la commune de Jarrie :

- OAP 1 : *Maupertuis*
- OAP 2 : *Les Chaberts*
- OAP 3 : *La Garoudière*
- OAP 4 : *Le Truc*

Le document d'OAP présente les principes d'aménagement de ces secteurs. La localisation de ces secteurs et ces principes d'aménagement sont analysés pour évaluer leur cohérence avec la logique de gestion des eaux pluviales sur le territoire et les préconisations proposées dans le cadre de cette étude.



Figure 102 : Localisation des 4 secteurs de projet pour les OAP de la commune de Jarrie

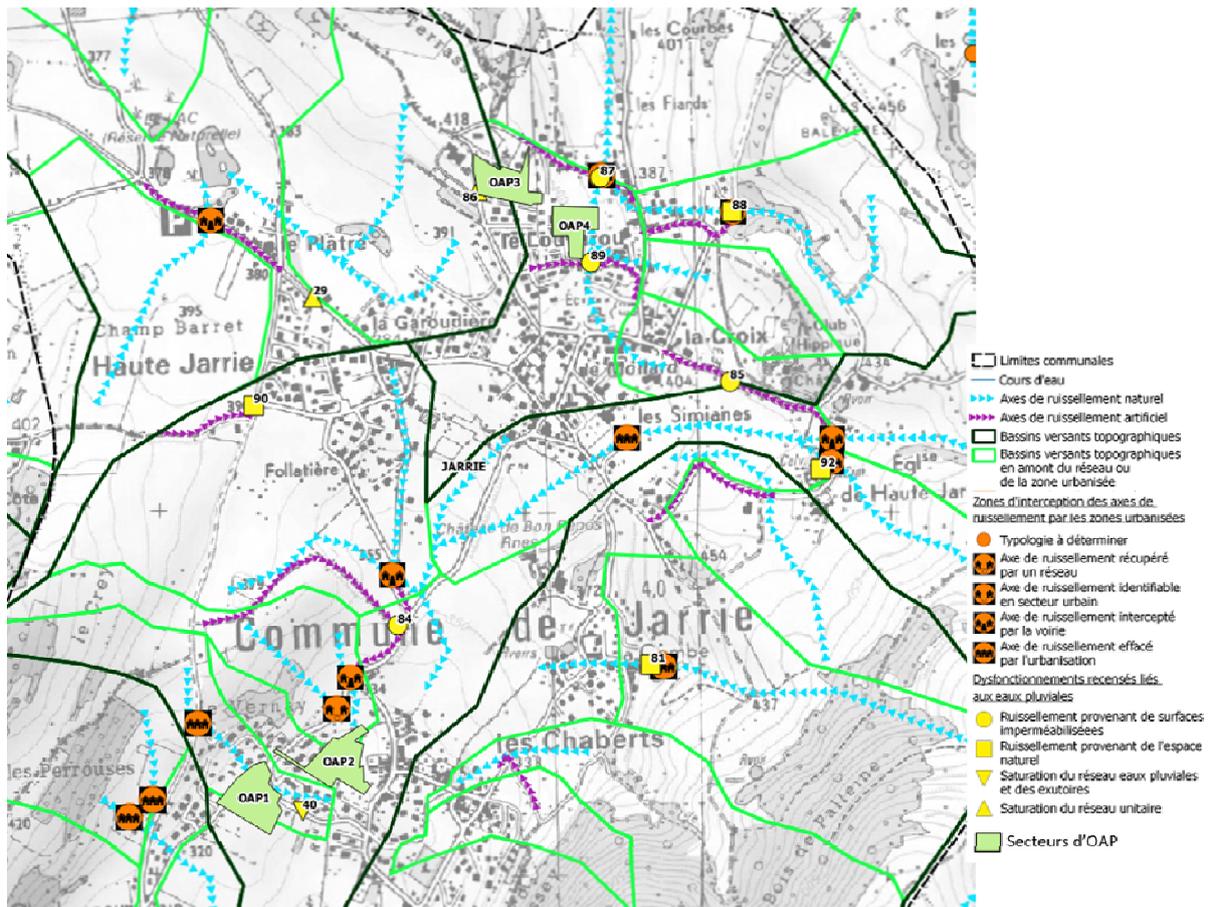


Figure 103 : Situation des 4 secteurs d'OAP par rapport au fonctionnement hydrologique de la commune

Sur les 4 secteurs, l'infiltration de la totalité des eaux pluviales (quelle que soit la période de retour) est a priori envisageable.

On vérifiera toutefois la capacité d'infiltration des sols par les essais adéquats.

**OAP1** : le secteur Maupertuis est situé à l'écart du ruisseau de Saint-Didier, au pied des faibles pentes du Crey. Il est situé sur une zone de ruissellement diffus (axe de ruissellement très faiblement marqué) qui peut être aggravé par des apports guidés par la voirie communale passant au-dessus du quartier du Verney. On notera que l'urbanisation du quartier du Verney masque la logique hydrologique locale mais que la proportion d'espaces végétalisés est restée relativement forte, ce qui limite les ruissellements.

La géométrie et l'emprise des voiries n'est pas explicite mais les principes énoncés, et notamment la réduction des espaces carrossables et la mutualisation du stationnement (utilisation de revêtement poreux) sont des orientations très intéressantes pour la gestion des eaux pluviales. L'ambition d'un « parc habité » laisse penser que l'espace imperméabilisé sera limité, tout en permettant une urbanisation relativement dense.

Nous suggérons de pousser cette logique aussi loin que possible, notamment en limitant autant que possible l'extension (yc largeur) des voiries et des accès piétonniers imperméables aux habitations.

Une réflexion sur la typologie du bâti permettra d'optimiser cette limitation, en favorisant la mitoyenneté (habitat individuel en bande, par ex) et l'alignement du bâti sur la limite du domaine public.

Nous suggérons une conception des espaces verts en légère dépression, afin que la totalité des eaux pluviales issues autant des toitures que des voiries soit dirigées vers ces espaces par simple ruissellement de surface. Une réflexion sur la gestion des eaux issues des voiries existantes proches (notamment quartier du Verney) dans ces espaces est à mener.

**OAP2** : le secteur « cœur des Chaberts » présente les mêmes atouts et se prête aux mêmes suggestions que l'OAP 1 : réduction autant que possible des espaces imperméabilisés et gestion des eaux pluviales de manière exclusivement superficielle.

On notera pour ce projet la proximité immédiate du ruisseau de Saint-Didier, et l'intérêt de l'espace paysager qui permettra de conserver un espace inondable en cas de débordement du cours d'eau. Une réflexion paysagère est à mener pour concevoir une gestion douce des eaux pluviales, quel que soit l'épisode pluvieux, par stockage/infiltration dans cet espace. Un rejet exclusif par infiltration, sans liaison directe avec le ruisseau, serait préférable.

Une densification optimisée du bâti permettrait d'élargir cet espace paysager pour lui donner un réel intérêt environnemental.

Le recours à des toitures végétalisées permettrait de réduire la fréquence d'inondation de cet espace, notamment en été, les pluies courantes y étant gérées par évaporation.

**OAP3** : le secteur de la Garoudière est situé en position amont, sur une crête faiblement marquée dominant des quartiers faiblement urbanisés (pavillonnaire).

La protection de l'urbanisation existante, en position aval, est un enjeu fort.

On notera que cette urbanisation existante donne une image de ce qu'il faudrait éviter : dispersion du bâti induisant une extension exagérée des voiries et accès carrossables, génératrice de ruissellement supplémentaire.

Nous notons les dispositions suivantes, tout particulièrement intéressantes pour la gestion des EP :

*« Eloigner les constructions des pourtours de l'opération afin d'assurer des « tampons verts » d'au minimum 4 m de largeur en périphérie du tènement (gestion des vues, gestion du voisinage), en adossant plutôt les espaces de jardin sur les pourtours de l'opération.*

*Etablir une trame viaire en connexion avec l'existant :*

- *Organiser l'aménagement autour d'une voirie traversante*
- *Des stationnements à mutualiser afin de limiter la place de l'automobile sur la voirie »*

En plus des suggestions de limitation de l'imperméabilisation énoncées pour les OAP précédentes, on notera l'intérêt tout particulier de l'espace paysager prévu en position aval du projet sur sa frange est, perpendiculaire à la pente. Cet espace est à valoriser pour retenir et infiltrer la totalité des eaux pluviales issues du projet.

On pourra compléter cette gestion à l'amont par le recours aux toitures végétalisées et à l'infiltration in situ des eaux des aires de stationnement.

La proposition « d'assurer des « tampons verts » d'au minimum **4 m** de largeur en périphérie du tènement (gestion des vues, gestion du voisinage), en adossant plutôt les espaces de jardin sur les

*pourtours de l'opération* » est à appuyer en augmentant au maximum cette largeur, les jardins constituant une frange végétalisée au sud du projet apportant les mêmes avantages que l'espace paysager prévu en frange est.

Les suggestions d'habitat individuel mitoyen (en bande) et d'alignement sur le domaine public sont à examiner tout particulièrement sur ce projet.

**OAP 4** : l'opération du lieudit « le Truc » présente a priori peu d'espace paysager. La gestion de ses eaux pluviales doit être considérée avec attention.

Il convient d'imposer une gestion à la parcelle : toitures végétalisées, voiries perméables (chaussée à structure réservoir), épandages des eaux dans les jardins, assortie d'une limitation stricte des espaces imperméabilisés.

Nous rappelons les suggestions énoncées pour les opérations précédentes, concernant la mitoyenneté et la limitation des espaces imperméabilisés, tout particulièrement pour les emprises destinées à l'habitat individuel. Dans tous les cas, le quartier urbanisé existant situé en frange ouest du projet donne une image de ce qu'il faut absolument éviter dans ce secteur.

La constitution de franges végétalisées perpendiculaires à la pente, en domaine public ou privé (alignement de jardins) serait utile au sein du projet.

On note que la frange Est de l'opération (habitat individuel) se trouve dans un axe de ruissellement, entre deux sites identifiés respectivement à l'amont et à l'aval immédiat comme sujets à des inondations (points 87 et 89 sur notre carte). Cet axe de ruissellement est à laisser libre de toute construction.

A défaut d'envisager un espace paysager public à cet endroit, le principe d'éloigner les constructions des pourtours de l'opération afin d'assurer des « tampons verts » d'au minimum 4 m de largeur en périphérie du tènement (gestion des vues, gestion du voisinage), en adossant plutôt les espaces de jardin sur les pourtours de l'opération est à appliquer strictement dans ce cas, en augmentant cette largeur autant que possible, les espaces de jardin constituant un espace inondable.

## 15.2 Orientations de gestion des eaux pluviales dans un contexte de fortes contraintes à l'infiltration

Les phénomènes de glissement de terrain, de remontée de nappe et les périmètres de protection des captages d'eau potable constituent des contraintes à l'infiltration des eaux pluviales qui peuvent justifier des dispositions dérogatoires dans le règlement d'assainissement de la régie.

Le présent chapitre vise à donner un aperçu des dispositions réglementaires réglementant l'usage des sols dans les secteurs soumis à ces phénomènes et propose en conséquence des orientations de gestion des eaux pluviales.

### 15.2.1 Glissements de terrain

Le risque de glissement de terrain est étroitement lié à la teneur en eau des sols. Face aux incertitudes qui accompagnent la connaissance de ce risque, le principe est d'éviter l'urbanisation des secteurs soumis à risque fort et d'éviter toute modification hydrique intempestive dans les sols.

La gestion des eaux pluviales doit donc être prudente dans ces secteurs et l'identification des principes de gestion les mieux adaptés mérite une réflexion attentive, considérant que :

- la pose de collecteurs enterrés est susceptible d'induire des modifications notables dans les circulations d'eau à faible profondeur, du fait tant des circuits préférentiels offerts par l'enrobage et le lit de pose que des fuites provoquées à moyen terme par le déplacement des collecteurs,
- les modalités d'infiltration des eaux pluviales sont très diverses.

L'analyse des règlements des PPRN des communes appartenant au territoire de Grenoble Alpes Métropole met en évidence les règles d'urbanisme s'appliquant dans les zones exposées aux glissements de terrain.

Type de zone	Règlementation
RG : Zone rouge	Constructions, affouillement et exhaussement et camping/caravanage interdits
BG <sub>1</sub> : zone violette inconstructible en l'état	Pour les nouvelles constructions, application du règlement de la zone RG sauf à réaliser une étude de stabilité de versant et/ou des travaux, relevant d'un maître d'ouvrage collectif, qui permettrait de réviser le PPR Affouillements, exhaussements et camping/caravanage interdits
BG <sub>2</sub> : zone violette constructible avec prescriptions	En l'état, application pour les constructions du règlement de la zone RG Application du règlement de la zone bleue une fois les travaux prescriptifs réalisés sous le contrôle d'un bureau d'étude spécialisé, et validés selon les modalités de l'article 6 du titre I
B <sub>g1</sub> , B <sub>g2</sub> , B <sub>g3</sub> , B <sub>gS</sub> : zones bleues	Constructions autorisées sous réserves de maîtriser les rejets des eaux usées, pluviales et de drainage dans les réseaux existants ou dans un exutoire superficiel capable de recevoir un débit supplémentaire sans aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, d'adapter la construction à la nature du terrain. Il est précisé qu'en l'absence de réseaux et d'exutoire superficiel, un bureau d'étude spécialisé définira la faisabilité et les caractéristiques d'un système d'infiltration des eaux pluviales et de drainage se rapprochant le plus possible des conditions naturelles d'infiltration avant construction et évitant la concentration des rejets. Il adaptera notamment le dispositif d'infiltration à la nature du terrain (définie par une étude géotechnique de sol). Il devra enfin préciser les modalités d'entretien et de contrôle des systèmes d'infiltration

**Tableau 33 : Dispositions réglementaires tirées du PPRN de Corenc**

Les règlements des PPRN laissent donc entendre que les règles établies par ailleurs en matière de gestion des eaux pluviales (gestion préférentielle par infiltration in situ et rejet dérogatoire au réseau) sont ici à inverser, le rejet au réseau étant préféré.



**Figure 104 : Glissement de terrain à Samoëns (à gauche – Source : France 3) et réactivation du glissement de terrain du Châtelard (à droite – Source : IRMA)**

Ainsi au sein des zones bleues, la solution de l'infiltration des eaux pluviales ne doit être étudiée qu'en cas de défaut de réseau.

Sans préjuger des niveaux d'influence relatifs d'une infrastructure et de l'infiltration d'eaux pluviales sur la stabilité d'un sol, nous proposons d'interpréter le règlement de la manière suivante :

- la pose de nouveaux collecteurs est à éviter par tous les moyens dans les zones à risque de glissement de terrain ;
- la création de fossés perpendiculaires à la pente est également à éviter ;
- l'infiltration des eaux pluviales est envisageable en zone d'aléa faible à condition de recourir à une infiltration diffuse et superficielle ; autrement dit, le recours à tout dispositif d'infiltration en profondeur, même limitée, du type puits d'infiltration ou tranchée drainante, est à interdire ; un simple épandage en surface semble préférable ;
- le recours à l'évapotranspiration et l'usage domestique des eaux de pluie sont à favoriser, l'usage domestique pour les sanitaires permettant de substituer une grande partie des pluies courantes à l'eau potable.

Dans tous les cas, on restera très prudent sur ce sujet si un risque moyen à fort est identifié.

## 15.2.2 Périmètres de protection de captage

Les dispositions du règlement d'Assainissement doivent intégrer les impacts indirects des rejets d'eau de pluie sur la santé humaine, notamment au droit des captages publics d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine.

Les périmètres de protection correspondent à un zonage établi autour des points de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine en vue d'assurer la préservation de sa qualité. Trois périmètres sont établis :

- le périmètre de protection immédiate : il correspond à l'environnement proche du point d'eau. Il est acquis par la collectivité, clôturé, et toute activité y est interdite. Il a pour fonction principale d'empêcher la détérioration des ouvrages et d'éviter les déversements de substances polluantes à proximité immédiate du captage ;
- le périmètre de protection rapprochée : il délimite un secteur, en général de quelques hectares, en principe calqué sur la zone d'« appel » du point d'eau. Il doit protéger le captage vis-à-vis de la migration souterraine des substances polluantes. A l'intérieur de ce périmètre, toutes les activités susceptibles de provoquer une pollution accidentelle sont interdites ou soumises à des prescriptions particulières (constructions, rejets, dépôts, affouillements, épandages) ;
- le périmètre de protection éloignée : facultatif, il correspond à la zone d'alimentation du point d'eau, voire à l'ensemble du bassin versant. Il est créé dans le cas où certaines activités peuvent être à l'origine de pollutions importantes et lorsque des prescriptions particulières paraissent de nature à réduire significativement les risques.

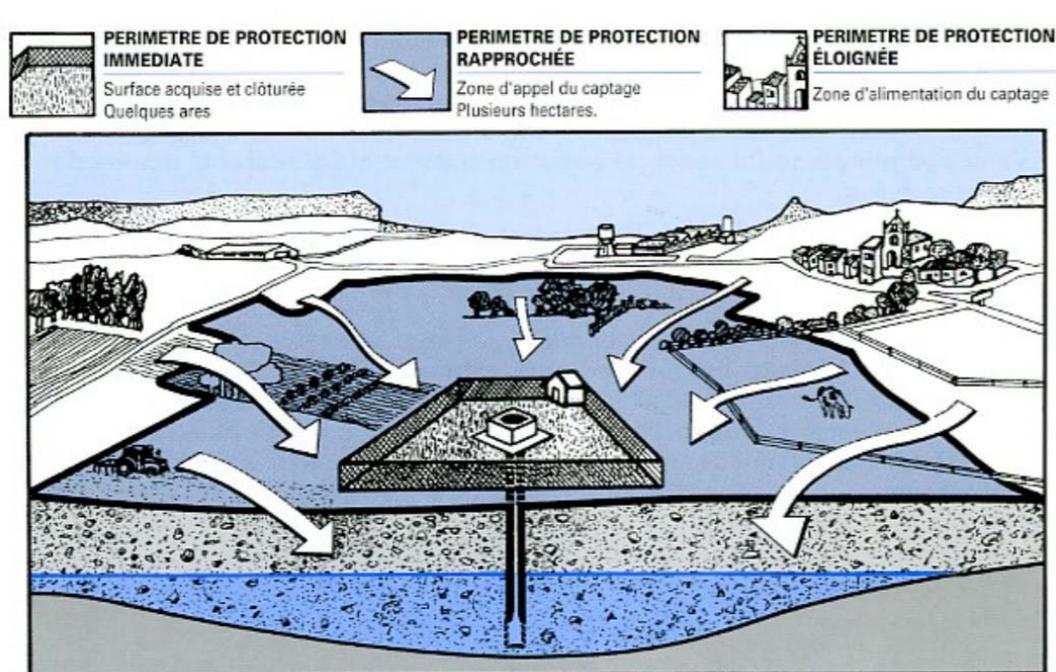


Figure 105 : Schématisation des 3 périmètres de protection d'un captage (Source : fiche méthodologique pour l'élaboration des PLU, département de l'Isère, novembre 2008)

En matière de gestion des eaux pluviales, il convient de se conformer aux règlements établis en étant attentif aux implications de leur rédaction :

- soit la règle est la mise en œuvre explicite de dispositifs identifiés par l'hydrogéologue agréé pour assurer la protection du captage : dans ce cas, il convient d'installer ces dispositifs,
- soit la règle est une obligation de résultat ou un principe pouvant être déclinés au moyen de solutions à définir : dans ce cas, il convient de questionner les performances des différents

dispositifs envisageables en matière de traitement de la pollution chronique et accidentelle, de temps de transfert vers la nappe, de fiabilité, de durabilité et de contrôle.

Dans le cas où le principe d'un traitement est imposé, on adoptera en priorité tout dispositif durable, visible depuis la surface, nécessitant peu d'entretien et dont les performances sont établies par un organisme indépendant. A ce titre, l'infiltration à travers le sol est l'une des solutions les mieux adaptées. Des dispositifs de type noue et espace vert inondable apportent ainsi de meilleures garanties d'entretien et de contrôle, et donc de qualité de traitement, que tout dispositif enterré.

Pour ces mêmes raisons, on évitera dans tous les cas le recours à un puits d'infiltration.

Dans le cas d'une interdiction de l'infiltration des eaux pluviales dans le sol, on favorisera un épandage superficiel sur un espace vert pour les pluies courantes, à 20 cm de profondeur maximum et sans ouvrage particulier (sans noues ou bassins d'infiltration).

### 15.2.3 Risque de remontée de nappe

En dehors de la question de la qualité des eaux souterraines, les phénomènes de remontée de nappe ne représentent pas une contrainte physique à l'infiltration des eaux pluviales, aux considérations de gradient hydraulique près. Les contre-indications habituellement formulées sont liées à la capacité de stockage d'un ouvrage profond qui peut être limitée si l'ouvrage est rempli par les eaux de nappe

En effet, il est possible d'infiltrer en situation de nappe haute, mais la vitesse d'infiltration peut se trouver ralentie.

Ceci dit, la présence d'une nappe à faible profondeur, voire d'une nappe affleurante en hautes eaux, est une indication précieuse sur le risque d'inondation de sous-sols et de saturation de réseaux enterrés. Autrement dit, l'identification d'un risque de remontée de nappe à faible profondeur doit inciter à gérer les eaux strictement en surface, sans recourir à un stockage ni à une collecte enterrée, en aménageant le volume éventuellement nécessaire au stockage des eaux au-dessus du niveau le plus haut de la nappe.

Enfin, la concentration des eaux pluviales vers un site d'infiltration de faible extension peut induire un exhaussement local de la nappe qui peut nuire au voisinage, notamment en cas de sous-sols inondables. Ce phénomène est à apprécier soit par des calculs simples, soit par une modélisation fine si des enjeux sont identifiés. Il peut être limité en sollicitant la plus grande surface d'infiltration possible.

En conclusion, **le simple épandage des eaux pluviales à la surface d'un espace vert**, accompagné de mesures de protection du bâti contre l'inondation apparaît ici la solution la mieux adaptée. On notera que les mesures de protection du bâti contre l'inondation vont de soi dans un contexte de nappe peu profonde, quel que soit le mode de gestion des eaux pluviales.

## 15.3 Orientations de gestion des eaux pluviales pour résoudre les dysfonctionnements actuels

### 15.3.1 Orientations par type de dysfonctionnement

Différentes solutions peuvent être envisagées afin de résorber les dysfonctionnements observés. Nous proposons ici une typologie de solutions pour chaque typologie de contexte sensible aux inondations. Les différentes solutions font office de « boîte à outils » : le choix de la solution à mettre en œuvre devra se faire en fonction des spécificités du site de désordre, et chaque solution devra être adaptée au contexte local.

#### 15.3.1.1 Ruissellement provenant de l'espace urbanisé

La perturbation du ruissellement naturel est identifiée comme étant à l'origine de nombreux dysfonctionnements de manière directe lorsque des secteurs urbanisés se situent dans la continuité d'axes de ruissellement naturels et captent le ruissellement, ou de manière indirecte lorsque des routes, situées le plus souvent au niveau des coteaux en amont des zones d'habitats, interceptent ces mêmes axes de ruissellement naturels et canalisent les eaux pluviales qui s'écoulent alors le long de la voirie et peuvent atteindre les habitations.

Nous avons identifié sur l'ensemble du territoire les axes de ruissellement et les bassins versants en amont des zones urbanisées. Ces bassins versants constituent des secteurs sensibles sur lesquels toute modification de l'occupation du sol pourrait impacter le ruissellement naturel et donc les zones urbanisées en aval.

Dans les cas où des dysfonctionnements sont identifiés, les solutions envisageables sont les suivantes :

- **Eviter d'urbaniser en amont des zones situées sur un axe de ruissellement dont la capacité hydraulique a été réduite par l'urbanisation ou mettre en œuvre des solutions de compensation**

L'urbanisation en amont des zones impactées aurait pour conséquence l'accroissement des surfaces imperméabilisées et du ruissellement. De manière générale, les zones urbanisées situées dans les axes de ruissellement sont vulnérables au risque inondation. Cependant, pour les axes de ruissellements qui ont été contrariés par l'urbanisation et dont la capacité hydraulique a été réduite par l'urbanisation, les bassins versants d'axes de ruissellement en amont des zones touchées par des dysfonctionnements sont des zones particulièrement sensibles sur lesquelles il convient de limiter voire d'interdire l'urbanisation, ou de réaliser des actions de compensation ou de restauration des axes d'écoulement.

- **Engager des mesures de préservation des axes de ruissellement**
  - Rechercher des solutions pour connecter les axes de ruissellement au réseau hydrographique pérenne sans recourir aux réseaux enterrés
  - Limiter autant que possible l'impact des infrastructures (route, voirie, habitat) sur le cheminement naturel des eaux, grâce à des ouvrages de franchissement ou des

revers d'eau placés au niveau de l'intersection entre l'axe de ruissellement et la voirie ou zone urbanisée

- Mettre en place des dispositifs de compensation de l'imperméabilisation des surfaces de voirie.
- **Motiver des campagnes de déconnexion des eaux pluviales** sur le domaine public et sur le domaine privé à l'amont des axes dont la capacité hydraulique a été réduite par l'urbanisation.

La déconnexion et la gestion in situ des eaux pluviales par le procédé le mieux adapté au contexte topographique et pédologique et selon les principes présentés dans le paragraphe suivant permet de limiter le ruissellement s'écoulant vers les secteurs sensibles en aval.

### 15.3.1.2 Ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées situées à l'amont

L'urbanisation et l'augmentation des surfaces imperméabilisées expliquent une large part des inondations constatées à l'écart des axes de ruissellement naturels. La voirie peut ainsi parfois constituer des axes d'écoulement artificiels qui canalisent le ruissellement des espaces publics et privés.

Dans certains cas, les dysfonctionnements sont dus à la configuration de la voirie ou à la configuration de l'habitat lui-même. Pour la résolution des désordres, on considère qu'un défaut de conception doit en priorité être corrigé.

Les solutions envisageables sont les suivantes :

- **En cas de défaut de conception :**
  - **Pour la voirie :** si le ruissellement cause des dysfonctionnements du fait de la disposition de la voirie qui dirige le ruissellement vers les habitations privées ou qui empêche l'absorption du ruissellement par exemple par le réseau :
    - le profil de la voirie ou du trottoir pourra être repris pour diriger le ruissellement vers le bas-côté, vers le réseau ou vers des dispositifs de gestion des eaux pluviales ;
    - le défaut pourra être corrigé grâce à des dispositifs de gestion in situ des eaux pluviales comme des noues ou des chaussées à structure réservoir qui limiteront le ruissellement.
  - **Pour l'habitat et les parcelles privées :** c'est alors au particulier de corriger le défaut de conception (par exemple rehaussement du seuil entre la parcelle et la voirie). Une campagne de sensibilisation pour la réduction de la vulnérabilité de l'habitat pourra être menée.
- **Motiver des campagnes de déconnexion des eaux pluviales :**

Si le ruissellement provenant des aires imperméabilisées en amont cause des inondations, ces apports amonts doivent être gérés in situ par toutes les solutions possibles pour limiter le ruissellement vers l'aval, par le procédé le mieux adapté au contexte topographique et pédologique et selon les principes présentés dans le paragraphe suivant, sur l'espace public et l'espace privé.

### 15.3.1.3 Saturation du réseau eaux pluviales ou unitaire

Le ruissellement naturel et le ruissellement produit par les surfaces imperméabilisées conduisent lors des épisodes pluvieux à la saturation des réseaux eaux pluviales et unitaires qui ne sont pas dimensionnés pour gérer ces flux, d'autant que le développement de l'urbanisation conduit à une augmentation constante des volumes ruisselés.

On préconise de limiter la concentration des apports d'eaux pluviales vers les réseaux en gérant plutôt les eaux sur place, au plus près de là où elles tombent.

De plus, l'interception de ruissellements naturels issus de l'amont par le réseau enterré est susceptible de générer des surcharges hydrauliques et des désordres en cas de réseau eaux pluviales ou unitaires.

Les orientations envisageables sont donc les suivantes :

- **Motiver des campagnes de déconnexion des eaux pluviales** sur le domaine public et sur le domaine privé pour gérer au maximum les eaux pluviales in situ et limiter les apports aux réseaux enterrés.
  
- **Engager des mesures de préservation des axes de ruissellement :**
  - Rechercher des solutions pour connecter les axes de ruissellement au réseau hydrographique pérenne sans recourir aux réseaux enterrés
  - Limiter autant que possible l'impact des infrastructures (route, voirie, habitat) sur le cheminement naturel des eaux, grâce à des ouvrages de franchissement ou des revers d'eau placés au niveau de l'intersection entre l'axe de ruissellement et la voirie ou zone urbanisée
  - Mettre en place des dispositifs de compensation de l'imperméabilisation des surfaces de voirie.

## 15.3.2 Principes d'intervention pour la déconnexion des eaux pluviales

La déconnexion des eaux pluviales à l'amont d'un dysfonctionnement et la gestion in situ de ces eaux peut être réalisée en sollicitant l'ensemble des composantes urbaines : bâti, voiries, espaces verts ; pour stocker, infiltrer et évaporer l'eau de pluie avant qu'elle ne ruisselle vers des secteurs avals sensibles ou qu'elle ne rejoigne le réseau.

Nous présentons dans ce paragraphe les principes d'intervention pour solliciter les différentes composantes et les espaces et déconnecter les eaux pluviales de façon à limiter le ruissellement.

### 15.3.2.1 Déconnexion des toitures et gouttières des particuliers

Sur les parcelles privées, la préconisation est une déconnexion du réseau de collecte public des eaux ruisselant sur les toitures afin de les gérer sur la parcelle. Ces eaux sont *a priori* peu polluées et peuvent être épandues à la surface du sol.

Un dispositif de type déflecteur pourra être installé en bas de la descente de gouttière pour diriger les eaux pluviales précipitées sur la toiture vers les espaces verts. Il faudra néanmoins s'assurer que les espaces verts disponibles ont une superficie suffisante au regard de la surface de toiture (1 unité de surface de toiture nécessite au moins 2 unités de surface d'espace vert).

Il convient de noter que cette action repose entièrement sur le volontariat. A ce titre, une sensibilisation préalable des propriétaires est nécessaire. Elle peut être organisée autour de réunions publiques et de la distribution de documents d'information.



Figure 106 : Proposition de déflecteur préfabriqué pour éloigner les eaux de gouttière de la façade

La figure ci-dessous est un exemple de plaquette d'information utilisée pour inciter à la déconnexion des gouttières, et présente plusieurs techniques envisageables et pouvant facilement être mises en place pour déconnecter les eaux pluviales de toitures.

#### QUATRE FAÇONS DE METTRE VOS GOUTTIÈRES AUX NORMES



**Recueillez l'eau de pluie dans un baril.**  
Cette eau pourra servir à arroser les plantes tout en ménageant l'eau potable traitée en usine.



**Utilisez un déflecteur.**  
Cette solution permet d'éviter l'accumulation d'eau près de la fondation et dans le drain de fondation.



**Utilisez un tuyau flexible.**  
C'est une solution pratique car le tuyau n'encombre pas le terrain quand il ne pleut pas.



**Pour corriger un branchement direct à la rue.**  
Le tuyau souterrain peut être sectionné avant la limite du terrain. L'eau s'infiltrera dans le sol.

**Figure 107 : Plaquette d'information établie par la Ville de Saint-Jérôme (Canada) pour inciter à la déconnexion des gouttières (<http://www.vsj.ca/fr/gouttieres.aspx>)**

### 15.3.2.2 Déconnexion des établissements publics

Les établissements publics, tels que les établissements scolaires (écoles primaires, collèges, lycées), les centres techniques et les équipements sportifs, constituent des opportunités significatives de réduction des apports d'eaux pluviales au réseau, pour plusieurs raisons. Ils dépendent des communes, du département ou de la région, ce qui limite les interlocuteurs, et permet un contrôle *a priori* plus facile des installations. De plus, leur surface imperméabilisée est généralement importante (toitures des bâtiments, cours, parkings...), ce qui permet de réduire de manière notable les apports via une seule intervention.

On peut envisager une mise en œuvre relativement aisée de l'infiltration des eaux des toitures et des cours en sollicitant toitures, espaces minéraux et espaces verts situés à proximité.

### 15.3.2.3 Valorisation des espaces verts disponibles pour la rétention et l'infiltration

Dans certains cas, les eaux de voirie peuvent être acheminées vers les espaces verts proches dans des conditions de réalisation simples et peu coûteuses, par ruissellement direct en surface ou par la création d'un réseau de collecte de faible extension.

Il convient toutefois de prendre les dispositions suffisantes pour que ces espaces conservent leur qualité paysagère et leur usage. On veillera ainsi à limiter les mouvements de terre, à dégriller les flottants et apports solides et à organiser une inondation progressive de l'espace.

Afin de déterminer la faisabilité de ce type d'intervention, plusieurs paramètres sont à considérer.

- Identification cartographique des espaces verts de faible pente situés à l'amont de sites inondables ;
- Identification du type de collecte des eaux de voirie (unitaire ou séparative) ;
- Consultation de la carte des contraintes à l'infiltration : l'infiltration est-elle envisageable ? Quelles sont les contraintes à l'infiltration ?
- Mesure de la superficie de l'espace vert et évaluation de sa part aménageable ;
- Visite de terrain :
  - Appréciation fine de la pente de l'espace vert – La pente ne doit pas être trop importante afin de permettre le stockage et l'infiltration sans recourir à des mouvements de terre conséquents.
  - Appréciation de la continuité de l'espace vert avec les voiries et des conditions de transfert des voiries vers l'espace ;
  - Appréciation du linéaire de voirie réellement en amont de l'espace vert ;
- Première estimation de l'efficacité de l'aménagement par comparaison du volume maximal pouvant être stocké par l'espace vert (superficie x 50 cm par exemple) avec le volume ruisselant sur les voiries en amont de l'espace. Quelle hauteur de pluie peut-on gérer ?
- Mise en œuvre de tests d'infiltrabilité pour établir le mode de vidange de l'ouvrage.

#### 15.3.2.4 Décottements sur les routes rurales en pente

Dans le cas de routes en milieu rural qui sont dirigées vers des zones urbanisées et canalisent un ruissellement important, particulièrement lorsqu'elles sont en pente, le décottement ponctuel des accotements peut être une solution aisée et efficace pour absorber le ruissellement en amont des zones urbanisées.



Figure 108 : Exemples de décottements en bord de voirie

#### 15.3.2.5 Retrait des bordures

Dans les nombreux cas où des bordures sont aménagées entre la voirie et des accotements enherbés ou des espaces verts, le retrait de ces bordures associé éventuellement à un léger décaissement de l'accotement ou de l'espace vert peut permettre de diriger facilement le ruissellement vers des espaces enherbés qui peuvent l'absorber, en lien avec la valorisation des espaces verts décrite dans les paragraphes précédents.



Figure 109 : Exemple d'absence de bordure permettant le ruissellement des eaux de voirie vers l'espace vert

### 15.3.2.6 Mise à profit des travaux sur voirie

Tous travaux sur la voirie tels que pose de collecteurs ou réfection du revêtement de la chaussée peuvent être l'occasion de mettre en œuvre une chaussée à structure réservoir, une noue ou une tranchée drainante afin de déconnecter du réseau les eaux pluviales de la chaussée.

Selon les cas, les eaux seront soit infiltrées si la perméabilité du sol le permet, soit rejetées à débit régulé vers un exutoire. L'injection de l'eau se fera soit par infiltration au travers d'un revêtement de surface drainant (enrobé drainant ou pavé poreux), soit par l'intermédiaire d'un système de bouches d'engouffrement et de drains.

La largeur de la voirie, la nature des travaux et l'usage de l'espace public orienteront vers l'une ou l'autre des solutions.

La valorisation de l'espace public est particulièrement favorisée dans le cas de voiries larges et en faible pente, particulièrement dans des secteurs où la déconnexion des toitures à l'échelle de la parcelle n'est pas possible.

Cependant, la valorisation de l'espace public pour la gestion des eaux pluviales peut aussi se faire dans des environnements plus contraints, par exemple sur des voiries d'une faible largeur.

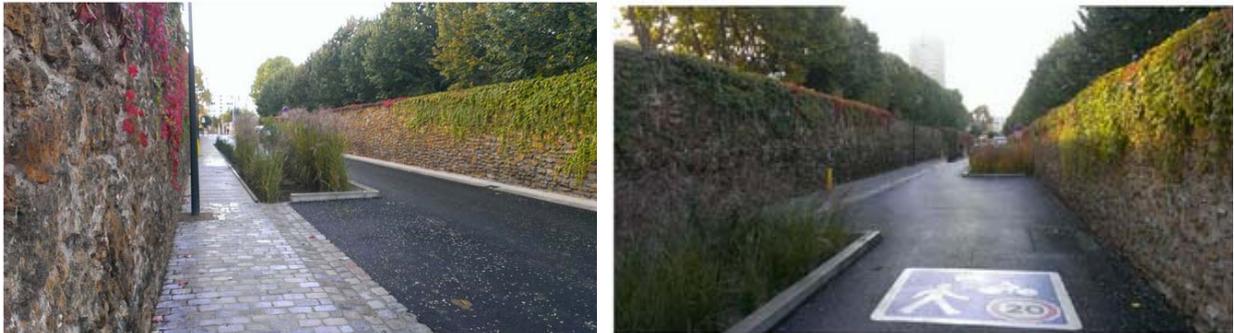


Figure 110 : Gestion des eaux pluviales et aménagement paysager sur une voirie de 8,5 m de large (source : ATM)



Figure 111 : Exemple de voirie à Seyssins (Pré Nouvel)

### 15.3.2.7 Zones commerciales et industrielles et parkings

Les zones commerciales et industrielles sont des zones qui sont généralement presque entièrement imperméabilisées du fait des grandes aires de stationnement.

De même que les parkings, ces espaces peuvent participer à la gestion des eaux pluviales, soit en devenant perméable (enrobé poreux par exemple), soit grâce à des noues, tranchées drainantes ou chaussées à structure réservoir.



Figure 112 : Exemples de gestion des eaux pluviales sur des zones commerciales © Infraservices

### 15.3.3 Exemples de mise en œuvre

Certains sites ont été étudiés de façon approfondie afin d'évaluer la faisabilité des principes énoncés ci-dessus et de déterminer les aménagements possibles pour déconnecter les eaux pluviales.

#### 15.3.3.1 Point n°22 à Claix : Rue du Coteau

La rue du Coteau récupère les eaux de ruissellement provenant du quartier pavillonnaire en amont et de la voirie qui canalise les ruissellements. Le réseau d'eaux pluviales sature et lors des épisodes pluvieux intenses, il n'absorbe pas le ruissellement qui inonde les particuliers situés en contrebas de la rue du Coteau.

Nous proposons des aménagements permettant de limiter les apports de l'amont en gérant les eaux pluviales in situ.

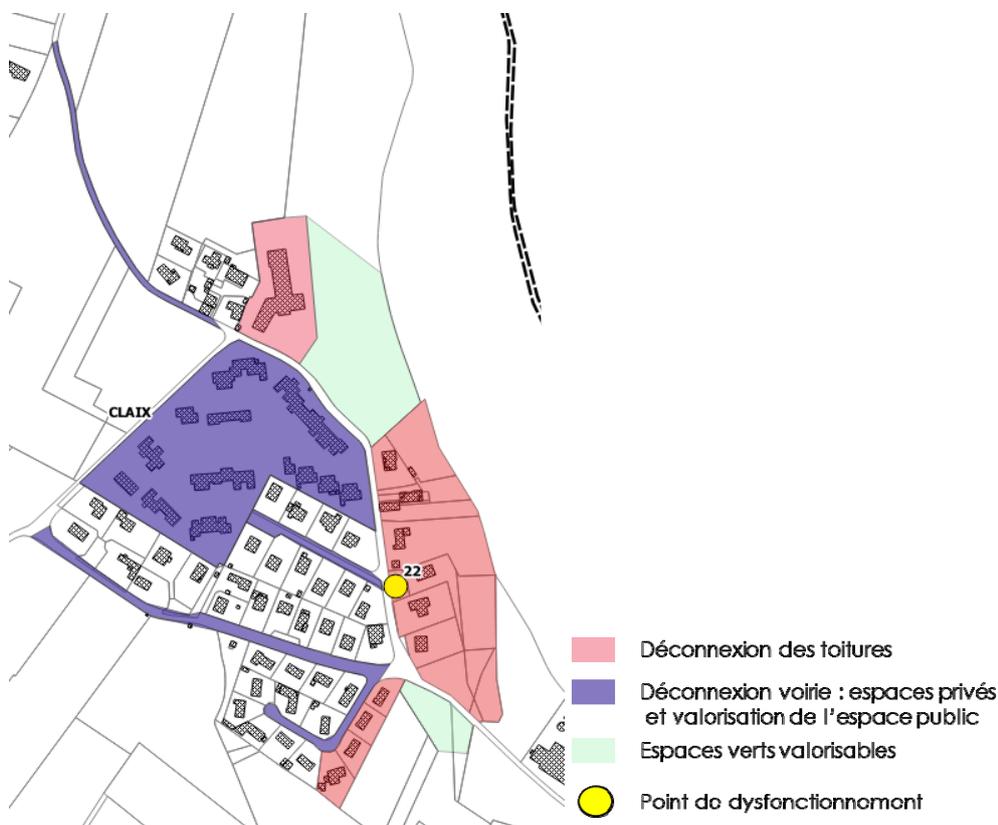


Figure 113 : Propositions de déconnexions en amont de la rue du Coteau à Claix

La carte des contraintes à l'infiltration ne met en évidence aucune contrainte à l'infiltration sur le secteur.

On pourra envisager les interventions suivantes :

- Déconnexion des toitures de certaines habitations et de la clinique « Le Coteau »,
- Déconnexion des eaux de la voirie amont grâce à des décottements,
- Valorisation de l'espace vert en aval du quartier pour gérer les eaux de voirie, grâce au retrait des bordures
- Valorisation de l'espace public pour déconnecter les eaux de voirie

- Valorisation de l'espace vert situé en amont du dysfonctionnement : à noter cependant qu'il s'agit probablement d'un espace privé, rattaché à la clinique du Coteau.



**Figure 114 : Voirie conduisant les eaux de ruissellement en direction du quartier pavillonnaire**



**Figure 115 : Espace vert valorisable pour un simple épandage des eaux de voirie**



**Figure 116 : Surfaces imperméabilisées importantes offrant des possibilités de désimperméabilisation et de gestion in situ (rue de la Balmette)**

On évalue dans le tableau ci-dessous les surfaces imperméabilisées déconnectées par ces propositions d'intervention.

Surfaces actives raccordées actuellement	5 ha
Surfaces imperméabilisées déconnectées	2,3 ha
Soit volume déconnecté pour une pluie 10 ans	805 m <sup>3</sup>
Soit volume déconnecté pour une pluie 30 ans	874 m <sup>3</sup>
Dont surfaces de voiries publiques déconnectées	1,4 ha
Soit volume déconnecté pour une pluie 10 ans	490 m <sup>3</sup>
Soit volume déconnecté pour une pluie 30 ans	532 m <sup>3</sup>

**Tableau 8 : Surfaces imperméabilisées en amont et déconnectées**

On évalue le coût de ces interventions de déconnexion grâce aux ordres de grandeur suivant :

Ouvrage	Unité	Prix unitaire (€HT)
<b>Intervention sur espace vert (terrassement, retrait de bordures...)</b>	m <sup>3</sup> stocké	50
<b>Noue</b>	m <sup>3</sup> stocké	25
<b>Tranchée drainante</b>	m <sup>3</sup> stocké	80
<b>Chaussée à structure réservoir</b>	m <sup>2</sup>	+10€ par rapport à une chaussée classique

**Tableau 9 : Ordres de grandeur du coût des interventions en domaine public**

Le coût des déconnexions est donc évalué dans le tableau ci-dessous :

	Volume déconnecté	Fourchette basse	Fourchette haute
<b>Pluie 10 ans</b>	805 m <sup>3</sup>	20 000 €	125 000 €
<b>Pluie 30 ans</b>	874 m <sup>3</sup>	22 000 €	140 000 €

**Tableau 10 : Evaluation du coût de la déconnexion des eaux pluviales**

### 15.3.3.2 Site Merlin à Meylan

Le site Merlin de Meylan est un projet d'aménagement sur l'ancien site Schneider. La zone se trouve en amont d'une zone de désordre avec des inondations du bas de Meylan par les ruissellements de voirie sur les pentes de Corenc et de Haut-Meylan et la saturation des collecteurs par temps de pluie avec mise en charge et débordements sur chaussée.

Le précédent schéma directeur d'assainissement avait identifié un site pour stocker les volumes d'eaux pluviales.

L'objectif est de mettre en évidence le fonctionnement hydrologique du site qui devra être pris en compte dans son aménagement.

On constate sur la figure ci-dessous que le site Merlin est traversé par un axe de ruissellement. Celui-ci est effacé par l'urbanisation en amont lors de son interception par la zone urbanisée.

Le ruissellement traverse alors la zone urbanisée en surface de façon diffuse et peut causer des désordres lors des épisodes pluvieux intenses. Le site Merlin est donc être vulnérable au risque inondation et l'écoulement doit être maintenu.

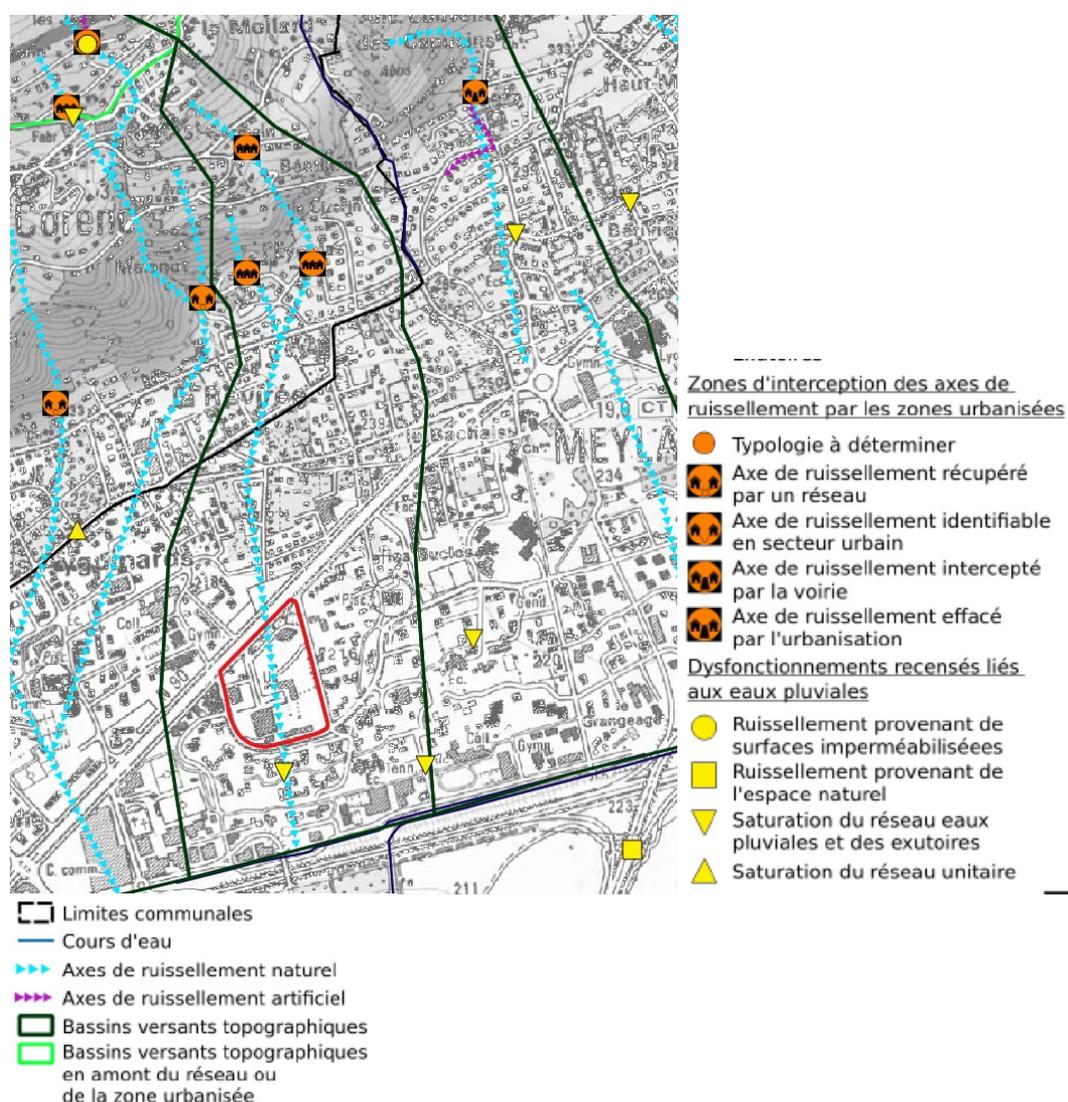


Figure 117 : Fonctionnement hydrologique du site

Afin d'éviter de provoquer de nouveaux risques, **l'axe de ruissellement identifié sur le site Merlin doit être laissé libre de tout aménagement** susceptible de subir des dégradations du fait d'une inondation, ou de constituer un obstacle aux écoulements.

Lors des épisodes pluvieux les plus intenses, les rejets d'eaux pluviales par surverse seront orientées vers l'axe de ruissellement, en privilégiant un écoulement superficiel.

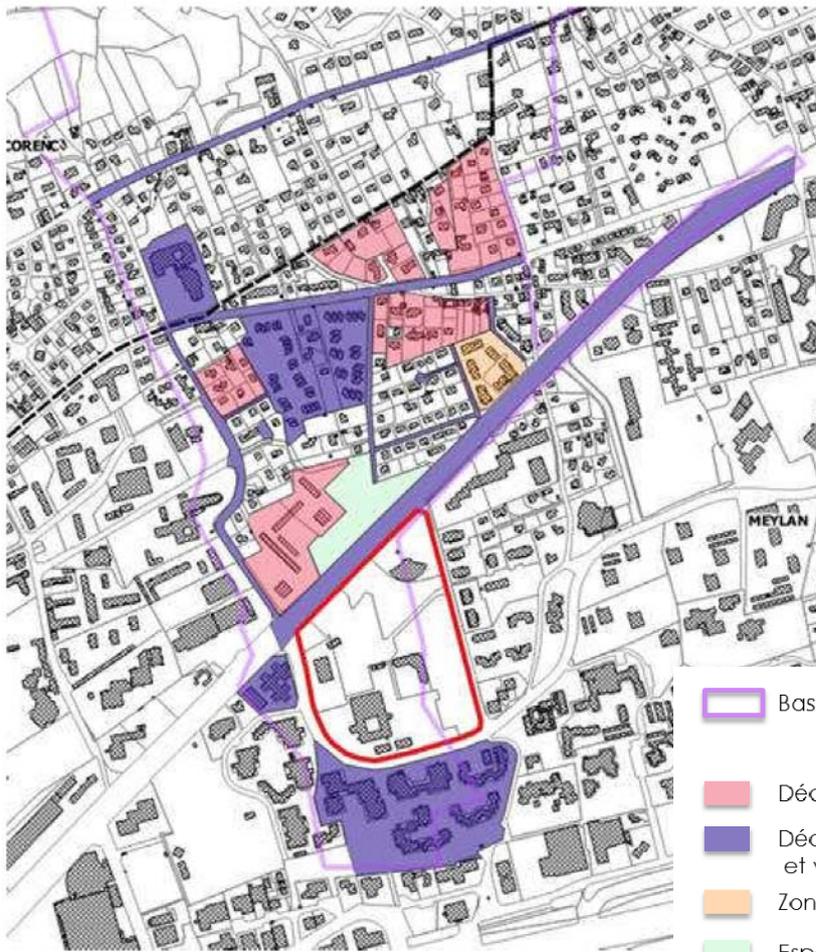
Par ailleurs, des actions complémentaires de déconnexion des eaux pluviales en amont de la zone de désordre pourraient être étudiées pour réduire les apports dirigés vers cette zone.

Le bassin versant amont intercepté par la zone de désordre s'étend sur Meylan et Corenc. La zone située dans la plaine est une zone urbaine relativement dense avec peu d'espaces verts. Les déconnexions d'eaux pluviales seront donc à favoriser par la valorisation de l'espace public et des voiries. La déconnexion des toitures est également envisageable mais est à envisager sur le long terme et repose sur la sensibilisation des propriétaires privés.

Le secteur en amont est une zone plus en pente, située sur les coteaux. Il sera donc plus complexe de réaliser des déconnexions. On identifie cependant quelques larges espaces de voirie qu'il serait intéressant de valoriser.

Nous identifions donc les interventions possibles suivantes (illustrées sur la figure ci-dessous) :

- Déconnexion des toitures pour l'habitat pavillonnaire suffisamment peu dense et sur les grands ensembles du chemin de la Revirée,
- Déconnexion d'un site industriel entièrement imperméabilisé,
- Valorisation de l'espace vert situé avenue de Verdun (voir Figure 117),
- Déconnexion des eaux des larges avenues représentant des surfaces imperméabilisées importantes, grâce à la présence d'une bande enherbée et au retrait des bordures (voir Figure 113, Figure 115, Figure 116 et Figure 118),
- Valorisation de l'espace public pour déconnecter les eaux de voirie.



-  Bassin versant amont
-  Déconnexion toitures
-  Déconnexion voirie : espaces privés et valorisation de l'espace public
-  Zone industrielle
-  Espaces verts valorisables



**Figure 110 : Propositions de déconnexions en amont de la zone de désordre à Meylan**



**Figure 111 : Espace vert valorisable pour un simple épandage des eaux de voirie chemin des Acacias**



**Figure 112 : Espace de stationnement valorisable pour une gestion in situ des eaux pluviales chemin des Acacias**



**Figure 113 : Large voirie chemin de la Revirée**



**Figure 114 : Surfaces imperméabilisées importantes offrant des possibilités de désimpermeabilisation et de gestion in situ (intersection chemin et impasse de la Revirée)**



**Figure 115 : Surfaces imperméabilisées importantes et bande enherbée offrant des possibilités de désimpermeabilisation et de gestion in situ (avenue de Verdun et avenue de Chamrousse)**



**Figure 116 : Surfaces imperméabilisées importantes et bande enherbée offrant des possibilités de désimpermeabilisation et de gestion in situ (avenue de Verdun)**



**Figure 117 : Espace vert avenue de Verdun**



**Figure 118 : Surfaces imperméabilisées importantes et bande enherbée offrant des possibilités de désimperméabilisation et de gestion in situ (avenue du Vercors)**

On évalue dans le tableau ci-dessous les surfaces imperméabilisées déconnectées par ces propositions d'intervention.

Surfaces actives raccordées actuellement	39 ha
Surfaces imperméabilisées déconnectées	11 ha
Soit volume déconnecté pour une pluie 10 ans	3 850 m <sup>3</sup>
Soit volume déconnecté pour une pluie 30 ans	4 180 m <sup>3</sup>
Dont surfaces de voiries publiques déconnectées	8 ha
Soit volume déconnecté pour une pluie 10 ans	2 800 m <sup>3</sup>
Soit volume déconnecté pour une pluie 30 ans	3 120 m <sup>3</sup>

**Tableau 8 : Surfaces imperméabilisées en amont et déconnectées**

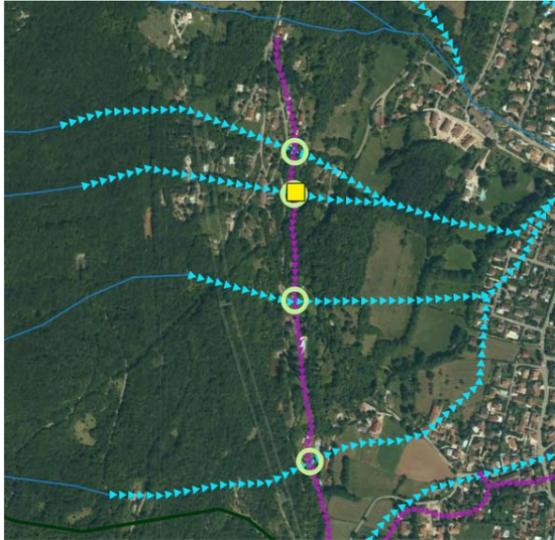
La déconnexion des eaux pluviales en amont permet donc de réduire le volume qui devrait être stocké sur le site Merlin pour résoudre les désordres (4500 m<sup>3</sup> pour une pluie 10 ans, 6000 m<sup>3</sup> pour une pluie 30 ans).

Le coût des déconnexions est donc évalué dans le tableau ci-dessous :

	Volume déconnecté	Fourchette basse	Fourchette haute
<b>Pluie 10 ans</b>	3 850 m <sup>3</sup>	96 000 €	308 000 €
<b>Pluie 30 ans</b>	4 180 m <sup>3</sup>	104 500 €	334 400 €

**Tableau 10 : Evaluation du coût de la déconnexion des eaux pluviales**

15.3.3.3 Autres exemples

Dysfonctionnement	N°75 : Lotissement de Bellevue	N°18 : Route de Jayères
Commune	Sassenage	Claix
Type de dysfonctionnement	Ruissellement provenant des surfaces imperméabilisées	Ruissellement provenant de l'espace naturel
Description	Saturation des puits perdus. Récupération en amont de deux axes de ruissellement par la route du Pont Charvet et la route de Villard-de-Lans. Voirie est un axe de ruissellement artificiel	Axes de ruissellement naturel interceptés par la voirie. Fossé en bord de voirie sature et déborde sur la voirie.
Contraintes à l'infiltration	Pente - Prescriptions du PPRN	
Cartographie des interventions envisageables	 <p>             &gt;&gt;&gt;&gt; Axes de ruissellement naturels              &gt;&gt;&gt;&gt; Axes de ruissellement artificiels  <b>Dysfonctionnements recensés liés aux eaux pluviales</b>              ● Ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées  <b>Déconnexion des eaux pluviales</b>              ■ Espaces verts à valoriser              ■ Déconnexion des toitures              ■ Valorisation de l'espace public à envisager         </p>	 <p>             &gt;&gt;&gt;&gt; Axes de ruissellement naturels              &gt;&gt;&gt;&gt; Axes de ruissellement artificiels  <b>Dysfonctionnements recensés liés aux eaux pluviales</b>              ■ Ruissellement provenant de l'espace naturel              ○ Secteurs où l'axe de ruissellement est à reconstituer en restituant l'écoulement         </p>

<b>Dysfonctionnement</b>	<b>N°85 et 92 : Cimetière route de l'Eglise – route de la Croix</b>	<b>N°86-87-88-89 : Chemin de la Garoudière, Chemin des Fiards, Chemin du Louvarou et Carrefour chemin des Blanchetières</b>
<b>Commune</b>	Jarrie	Jarrie
<b>Type de dysfonctionnement</b>	Ruissellement provenant des surfaces imperméabilisées Ruissellement provenant de l'espace naturel	Ruissellement provenant des surfaces imperméabilisées Ruissellement provenant de l'espace naturel Saturation du réseau unitaire
<b>Description</b>	Inondation de la partie Nord du cimetière et inondation de la chaussée sur la route de la Croix vers l'aval. La route de l'Eglise récupère et canalise les eaux de ruissellement de trois axes de ruissellement naturel.	Débordements fréquents de réseau au niveau du chemin de la Garoudière, du chemin des Fiard et du chemin du Louvarou
<b>Contraintes à l'infiltration</b>	Pas de contrainte	Pas de contrainte
<b>Cartographie des interventions envisageables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels</li> <li>▶▶▶▶ Axes de ruissellement artificiels</li> <li><b>Dysfonctionnements recensés liés aux eaux pluviales</b></li> <li>● Ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées</li> <li>■ Ruissellement provenant de l'espace naturel</li> <li>▲ Saturation du réseau unitaire</li> <li><b>Déconnexion des eaux pluviales</b></li> <li>■ Espaces verts à valoriser</li> <li>■ Déconnexion des toitures</li> <li>■ Valorisation de l'espace public à envisager</li> <li>■ Déconnexion des établissements publics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶▶▶▶ Axes de ruissellement naturels</li> <li>▶▶▶▶ Axes de ruissellement artificiels</li> <li><b>Dysfonctionnements recensés liés aux eaux pluviales</b></li> <li>● Ruissellement provenant de surfaces imperméabilisées</li> <li>■ Ruissellement provenant de l'espace naturel</li> <li>▲ Saturation du réseau unitaire</li> <li><b>Déconnexion des eaux pluviales</b></li> <li>■ Espaces verts à valoriser</li> <li>■ Déconnexion des toitures</li> <li>■ Valorisation de l'espace public à envisager</li> <li>■ Déconnexion des établissements publics</li> </ul>

## 15.4 Définition des objectifs de gestion des eaux pluviales

### 15.4.1 Une gestion différenciée selon les types de pluie

Les objectifs visés en termes de gestion des eaux pluviales diffèrent en fonction du type d'évènement pluvieux considéré. Si pour des pluies fortes ou exceptionnelles, la priorité est la maîtrise du risque d'inondation, la gestion des pluies courantes doit assurer la maîtrise des émissions polluantes.

On distingue habituellement 3 types de pluies en fonction de leur fréquence :

- **les pluies courantes**, fréquemment observées à l'échelle du territoire (en moyenne tous les 6 mois) ;
- **les pluies moyennes et fortes** de périodes de retour inférieures à 30 ans ;
- **les pluies exceptionnelles** de période de retour supérieures à 30 ans.

Nous proposons de définir ici les limites du service que peut rendre le réseau de collecte enterrée dans la gestion de ces différentes pluies, au vu des différents éléments de diagnostic établis précédemment.

#### 15.4.1.1 Gestion des pluies courantes

Ce type de pluie représente une large part des pluies tombant sur le secteur. On évalue habituellement cette part à 80 % environ de la pluie totale annuelle. Il s'agit de pluies qui sont susceptibles de saturer les réseaux de collecte et d'induire des surverses unitaires plusieurs fois par mois et qui, par ailleurs, peuvent faire défaut à la recharge d'une nappe ou à la régulation thermique locale.

Au vu des enjeux de réduction des surverses unitaires et de respect du cycle hydrologique naturel, le principe général doit être de n'accepter **aucun rejet additionnel de ce type de pluie vers le réseau**.

La **gestion in situ** de la totalité des eaux précipitées pour les pluies courantes sera donc à favoriser en exploitant toute solution autre que la rétention avec restitution à débit limité vers le domaine public. On favorisera pour cela **l'infiltration, l'évapotranspiration et l'utilisation domestique des eaux de pluie** en s'assurant que cette gestion est compatible avec l'usage courant des espaces aménagés.

Une dérogation spéciale pourra être accordée localement sur les secteurs soumis à un fort risque de glissement de terrain, ainsi que dans les périmètres de protection des captages d'eau potables si cette infiltration est interdite.

Ainsi, **sur 24 heures, il est demandé d'abattre une lame d'eau de 15 mm dans les conditions ordinaires**.

#### 15.4.1.2 Gestion des pluies moyennes et fortes (6 mois < T < 30 ans)

Ce type de pluie est notable, puisqu'il ne survient au plus qu'une à deux fois par an, et il est à l'origine de la plupart des dysfonctionnements déplorés dans les espaces aménagés : inondations directes par ruissellement de pente, mise en charge et inondation par débordement de réseau, inondations par concentration des écoulements le long des voiries ou des axes de ruissellement naturel.

L'enjeu est de gérer ces pluies sans induire de gêne des usages en domaine public ou privé, que ce soit sur l'opération elle-même ou à son aval, tout en s'intégrant du mieux possible dans le fonctionnement hydrologique naturel.

Ce fonctionnement est de nature différente selon que l'on se trouve dans les fonds de vallée de l'Isère et du Drac, ou sur les pentes des massifs qui l'entourent :

- dans le fond de la vallée, l'essentiel de ces pluies s'infiltrer du fait de la platitude du terrain et de sa nature perméable,
- sur les pentes, les eaux ruissellent au-delà d'un seuil qui dépend de la pente et de la nature du sol.

En cohérence avec le principe de non aggravation des ruissellements établi par l'article L 640 du Code civil, nous suggérons que la sollicitation du réseau soit réglementée en cohérence avec la cartographie des contraintes à l'infiltration (cf notice explicative de la carte et logigramme en page 212), de la manière suivante :

- dans les secteurs à faibles contraintes, le principe général doit être de n'accepter **aucun rejet additionnel de ce type de pluie vers le réseau** dans la mesure où une gestion à la parcelle par infiltration, évapotranspiration ou usage domestique est possible sans contrainte particulière ;
- dans les secteurs à fortes contraintes, et notamment sur les versants à fortes pentes des massifs montagneux, une restitution à débit limité peut être admise au réseau si l'impossibilité d'infiltrer est avérée et si le rejet superficiel dans le milieu naturel n'est pas envisageable sans induire de risque pour le voisinage ; nous suggérons d'imposer un débit de rejet spécifique (en l/s/ha) qui sera soit unique sur tout le territoire, soit spatialisé en fonction des caractéristiques hydrologiques des bassins versants.

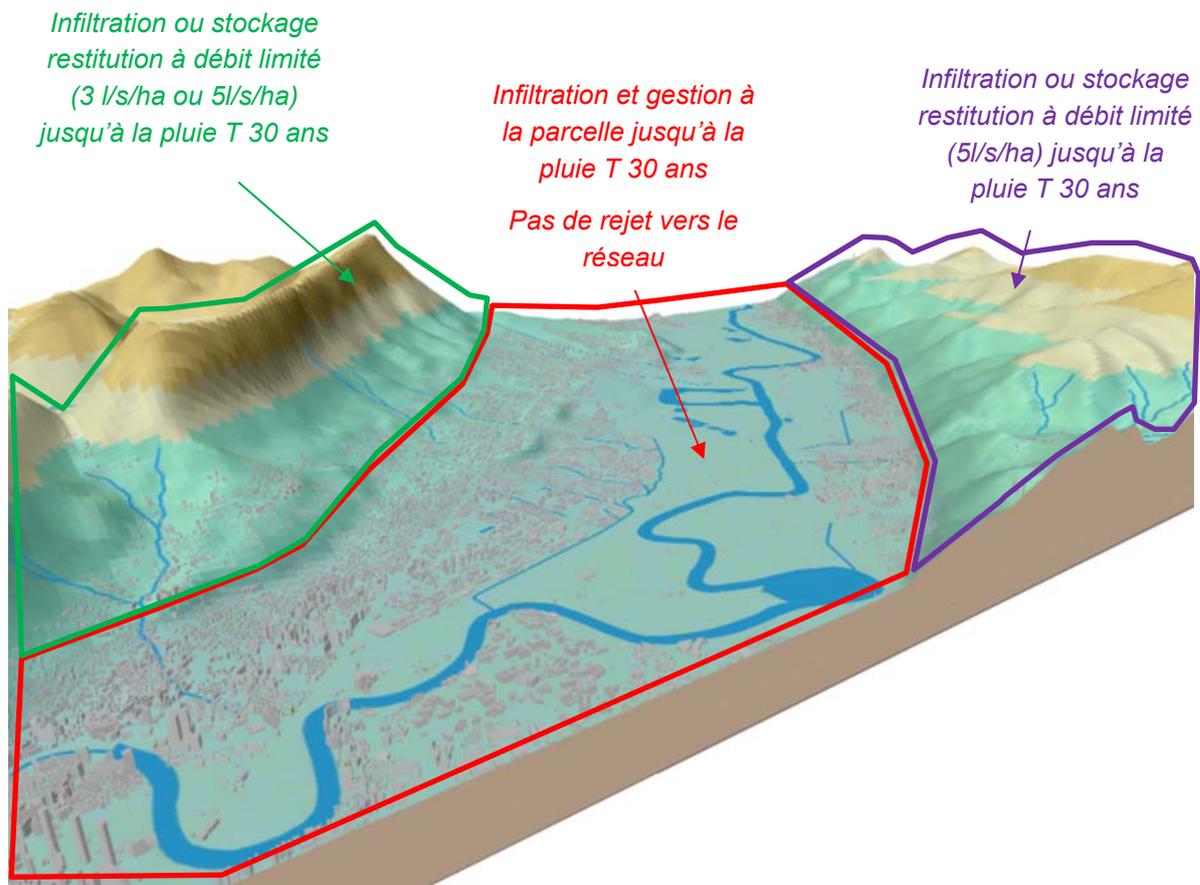


Figure 118 : Principes de gestion différenciée des eaux pluviales en fonction des contraintes à l'infiltration

On pourra distinguer les 2 types de pluies :

- les **pluies moyennes** (période de retour entre 6 mois et 2 ans) : le dispositif d'infiltration ou de stockage/restitution sera dimensionné pour gérer la pluie sans débordement ;
- les **pluies fortes** (période de retour entre 2 ans et 30 ans) : l'opération dans sa globalité sera conçue de manière à gérer (par infiltration ou stockage/restitution) une pluie forte sans causer de dégradation ni des biens eux-mêmes, ni de leur usage, c'est-à-dire grâce à un stockage en surface par inondation temporaire d'espaces multi-usages.

### 15.4.1.3 Gestion des pluies exceptionnelles (T>30 ans)

L'avènement de ce type de pluie est inévitablement accompagné de désordres liés au transfert et au stockage anarchiques de volumes d'eau inhabituels pour le réseau hydrographique et *a fortiori* pour les systèmes artificialisés.

Le service rendu par le réseau enterré est limité par sa capacité hydraulique au ressuyage des secteurs inondés, après la pluie, au même titre que le réseau hydrographique naturel.

Face à ce type de pluie, le territoire doit se doter d'une stratégie de gestion du risque d'inondation et le réseau ne doit pas aggraver ce risque. A ce titre, l'admission d'une surverse vers le réseau ne semble pas opportune car elle pourrait conduire à sur-inonder fortement les secteurs situés en position aval.

En revanche, la surverse des eaux excédant la gestion trentennale *in situ* se fera nécessairement vers le domaine public et conduira à réactiver les axes de ruissellement naturels.

A ce titre, la prise en compte du risque de ruissellement dans les documents d'urbanisme et une stratégie de réduction de la vulnérabilité du bâti existant sont nécessaires, tout particulièrement pour assurer un cheminement hydraulique à moindre dommage organisé autour des axes de ruissellement.

## 15.4.2 Proposition de rédaction pour le règlement d'assainissement

### 15.4.2.1 Abattement des premières pluies

Dans un objectif de limiter les rejets d'eaux unitaires au milieu naturel, l'abattement volumique des pluies courantes est demandé dans tous les cas. Cette prescription se traduit par une lame d'eau à ne pas rejeter au réseau, quel que soit le mode de gestion des pluies au-delà des premières pluies.

Ainsi, **sur 24 heures, il est demandé d'abattre une lame d'eau de 15 mm dans les conditions ordinaires.**

### 15.4.2.2 Evacuation par infiltration

**L'infiltration des eaux pluviales devra être systématiquement recherchée et privilégiée.**

Il est demandé qu'un dispositif d'infiltration soit **dimensionné a minima pour gérer une pluie de période de retour 2 ans sans débordement** et que **l'opération dans sa globalité soit conçue de manière à contenir et infiltrer une pluie de période de retour 30 ans** sans causer de dégradation ni des biens eux-mêmes, ni de leur usage.

La faisabilité de l'infiltration sera appréciée conformément aux orientations données dans la notice accompagnant la carte des contraintes à l'infiltration.

### 15.4.2.3 Evacuation en surface par un rejet à débit limité

Si l'impossibilité de gérer la totalité des eaux à la parcelle par infiltration et/ou par évaporation est démontrée, on recourra à une gestion mutualisée (publique ou privée) permettant de disposer de plus de place pour évacuer les eaux soit par infiltration dans le sol, soit par stockage et restitution à débit limité en surface.

Au vu des capacités actuelles du réseau hydrographique naturel et du réseau collectif enterré, le débit spécifique naturel décennal est retenu comme débit de référence autorisé pour un rejet superficiel afin de ne pas provoquer de débordement supplémentaire.

Ce débit de rejet est limité à 3 l/s par hectare aménagé sur les versants des massifs du Vercors et de Chartreuse et en fond de vallée de l'Isère et de l'Arc, et à 5 l/s par hectare aménagé sur les versants de Belledonne et dans l'Oisans.

Le respect de ce débit de rejet est imposé jusqu'à l'occurrence d'une pluie trentennale afin que les désordres induits par l'imperméabilisation n'aient pas une fréquence supérieure à 30 ans sur le territoire situé à l'aval hydraulique de l'opération.

Le débit de fuite minimal techniquement réalisable (en évitant des risques de colmatage trop importants) est de 1 l/s. Le tableau ci-après précise les surfaces d'apports minimales nécessaires en amont d'un ouvrage de régulation pour respecter les débits de rejet définis ci-dessus.

Débit spécifique autorisé en l/s par hectare aménagé	Surface d'apport minimale en m <sup>2</sup>
3	3 333
5	2 000

**Tableau 34 : Surfaces d'apports minimales nécessaires en amont d'un ouvrage de régulation selon le débit spécifique de rejet autorisé**

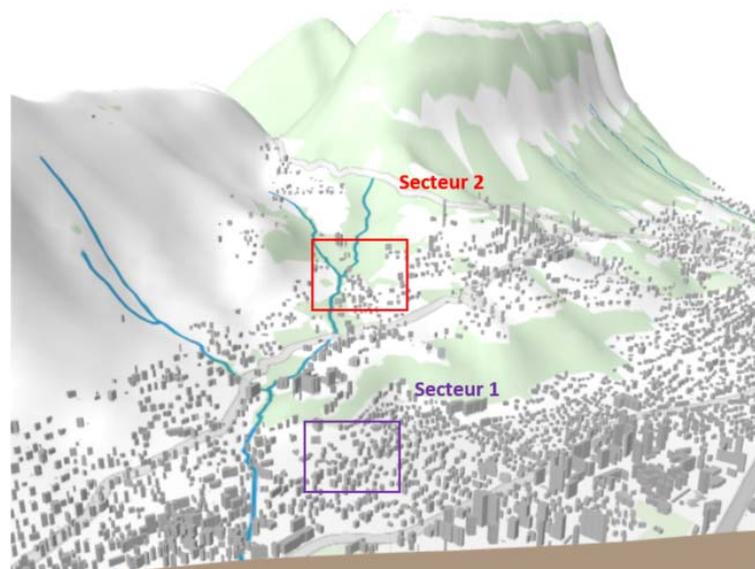
En dessous de ces surfaces, une solution sans tuyaux avec surverse superficielle sera mise en œuvre (voir paragraphe suivant).

Le rejet des eaux pluviales vers un réseau unitaire est à proscrire.

#### 15.4.2.4 Evacuation par surverse

L'évacuation vers le réseau public des eaux non infiltrées et non rejetées au débit autorisé défini plus haut est strictement interdite.

Une surverse des eaux de pluie excédant la pluie de période de retour 30 ans est autorisée vers le domaine public à condition qu'elle soit superficielle et qu'elle soit dirigée vers un cours d'eau, talweg, fossé, ou caniveau.



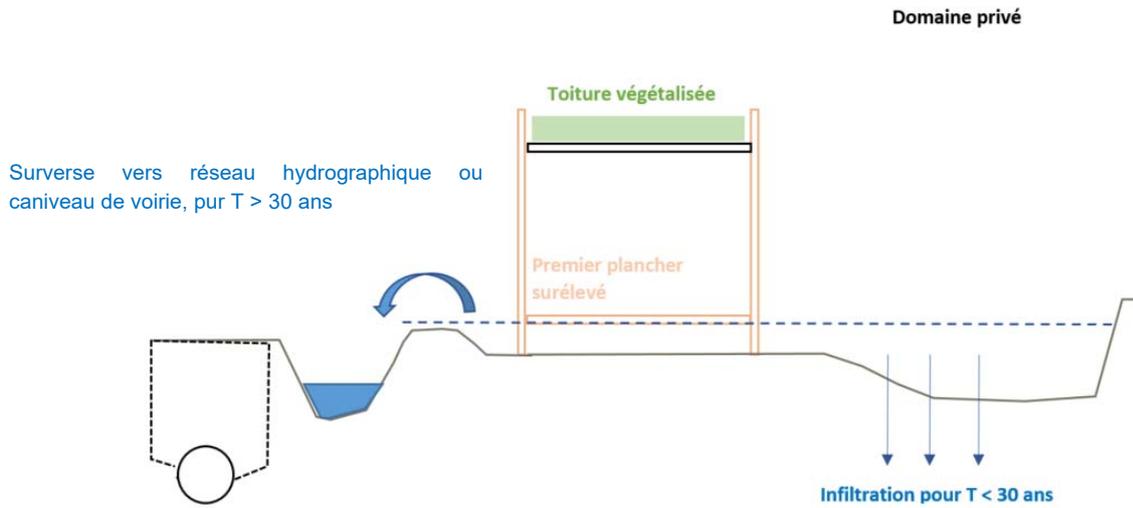


Figure 119 : Schéma de principe de gestion des eaux pluviales dans les secteurs à faible contraintes à l'infiltration

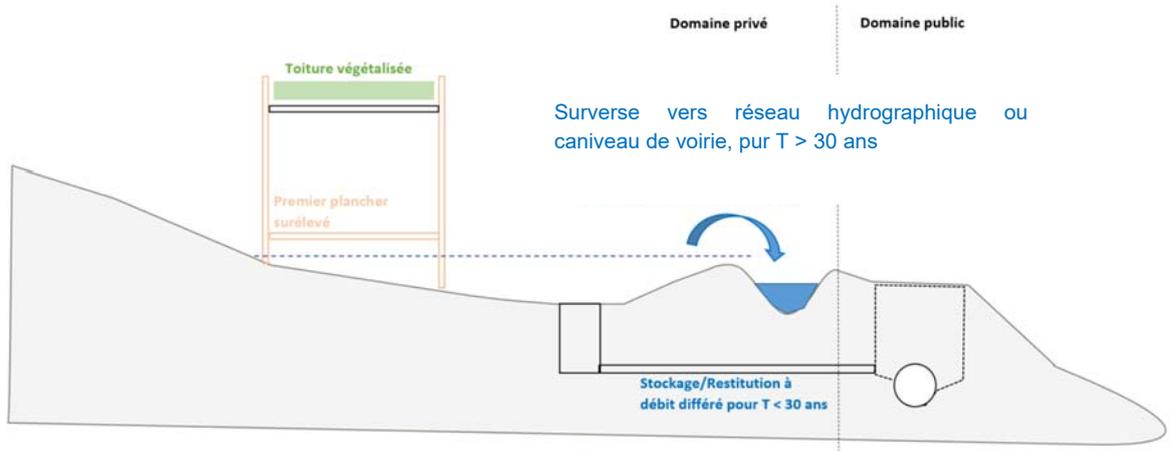


Figure 120 : Schéma de principe de gestion des eaux pluviales dans les secteurs à forte contrainte à l'infiltration

## 15.5 Préconisations en matière d'urbanisme

Dans la mesure où la gestion des eaux pluviales ne peut pas être totalement prise en charge par collecte via le réseau public, des dispositions doivent être prises en matière d'urbanisme pour adapter le territoire à la gestion in situ des petites pluies qui doivent être infiltrées dans le sol, et des pluies exceptionnelles qui induisent des débordements et des inondations.

Le présent chapitre propose des règles ou orientations qui pourront être adoptée dans les documents d'urbanisme pour réduire la vulnérabilité du territoire au risque d'inondation par ruissellement pluvial.

Ces règles concernent l'adaptation de l'existant et la conception des projets à venir.

### 15.5.1 Limitation de l'imperméabilisation

Considérant que le ruissellement des eaux pluviales est à l'origine de dysfonctionnements sur l'ensemble de la métropole, un objectif de limitation de ces ruissellements est à rechercher pour toutes les opérations à venir (construction individuelle, aménagement concerté, lotissement, aménagement public).

Cette limitation passe notamment par une limitation de l'imperméabilisation, selon les principes présentés ci-dessous.

#### 15.5.1.1 Organisation de l'espace public et privé

Le principe de base est la maîtrise du ruissellement des eaux pluviales *via* la réduction des surfaces imperméabilisées.

On cherchera à réduire l'emprise au sol de la voirie et des bâtiments au profit des espaces verts ou jardins, en favorisant dans la mesure du possible une lisibilité de ces espaces par leur regroupement.

Pour cela, plusieurs solutions seront à considérer.

Pour limiter l'imperméabilisation du domaine public, on favorisera la densification du bâti, la mitoyenneté, la réduction de la largeur de la voirie et des aires de stationnement, la limitation des linéaires d'accès aux parcelles.

Pour limiter l'imperméabilisation des parcelles, on repensera leur organisation. On cherchera à conserver la parcelle de terrain libre la plus grande possible :

- ✓ en favorisant les constructions en limite de domaine public,
- ✓ en favorisant soit un stationnement sur le domaine public, soit en domaine privé en limite du domaine public,
- ✓ en facilitant l'habitat mitoyen.



**Figure 121 : Exemple d'habitat conçu garages à proximité immédiate de la voirie – toitures végétalisées - Maisons jumelées conçues par l'Agence ISIS Architecture & Urbanisme : à Pré Nouvel, Seyssins**

### 15.5.1.2 Utilisation de revêtements poreux

Les choix des matériaux de revêtement des espaces publics peuvent permettre d'atténuer les conséquences de ceux-ci sur le cycle hydrologique. Ainsi des aménagements *a priori* imperméables, tels que des chaussées, des aires de stationnements ou des cours intérieures, peuvent être conçus de manière à être perméables.

Le choix d'un revêtement de sol perméable réduira ainsi le ruissellement en permettant l'infiltration des eaux de façon diffuse.

### 15.5.1.3 Mise en œuvre de toitures végétalisées pour gérer les pluies courantes

La végétalisation d'une toiture terrasse introduit une capacité de rétention et d'évapotranspiration qui peut être envisagée de manière systématique sur les toitures terrasses. Elle permet de limiter les apports d'eaux pluviales au réseau lors des épisodes pluvieux les plus courants (une structure extensive permet de réduire de moitié les apports pluviométriques annuels au réseau).

On favorisera donc la mise en œuvre de toitures végétalisées, notamment sur les établissements publics.

## 15.5.2 Prévention du risque inondation par les eaux pluviales

### 15.5.2.1 Respect des axes de ruissellement dans les secteurs destinés à l'urbanisation

Les axes de ruissellement identifiables sur la carte IGN à 1/25 000 se révèlent être des secteurs sensibles au risque inondation.

Dans les secteurs où l'infiltration des eaux pluviales n'est pas possible, notamment lors des épisodes pluvieux les plus intenses, les rejets indirects d'eaux pluviales par surverse seront orientés vers ces axes de ruissellement, en privilégiant l'écoulement superficiel et en signalant le risque d'inondation par un mobilier urbain et une végétation adaptés (passerelles, passages à gué) de sorte qu'il reste connu des riverains et des services intervenants sur le site, et de façon à limiter le linéaire de réseau d'eaux pluviales.

Afin d'éviter de provoquer de nouveaux risques, ces axes de ruissellement identifiés doivent donc être laissés libres de tout aménagement susceptible de subir des dégradations du fait d'une inondation, ou de constituer un obstacle aux écoulements.

### 15.5.2.2 Réduction de la vulnérabilité en site inondable

Les zones urbanisées ou à urbaniser situées dans les axes de ruissellement sont vulnérables au risque inondation et l'urbanisme doit être adapté à cette vulnérabilité, à travers le bâti et l'organisation de l'espace public et privé.

Afin de réduire la vulnérabilité des enjeux, les préconisations sont les suivantes :

- dans les zones d'écoulement :
  - marges de recul de 10 mètres pour les constructions nouvelles par rapport aux axes de ruissellement naturels,
  - à défaut : adaptation du bâti au risque inondation par calage des niveaux habitables au-dessus de la cote d'inondation, orientation préférentielle des accès de plain-pied vers l'aval (cf. réalisations ci-dessous) ;



Figure 122 : Programme immobilier de 14 logements adapté au ruissellement de pente - Quartier de Pré Nouvel – Seyssins (38) (maquette ©Trait-d'Axe)



**Figure 123 : Maisons jumelées conçues par l'Agence ISIS Architecture & Urbanisme : accès de plain-pied orientés vers l'aval - Pré Nouvel, Seyssins (38)**

- dans les zones d'accumulation :
  - ✓ mise en œuvre de remblais conditionnée à la vérification des effets hydrauliques induits par ce remblai sur le risque inondation,
  - ✓ construction sur vide sanitaire à la cote identifiée comme supérieure ou égale au niveau maximal atteint par les ruissellements et création d'accès hors d'eau pour les besoins d'évacuation en période de crise,
  - ✓ emploi de matériaux insensibles à l'eau,
  - ✓ réduction de la vulnérabilité des réseaux publics (énergie, AEP et télécommunications notamment),
  - ✓ conception et/ou adaptation des espaces publics de sorte qu'ils assurent le stockage des volumes ou le transfert des débits excédentaires lors des épisodes pluvieux exceptionnels dépassant les capacités de transfert ou de stockage des équipements existants, sans induire l'inondation des installations vulnérables : exhaussement des trottoirs par rapport à la chaussée, conception de chaussées avec profil en V, intégration de l'espace public dans la pente, respect du cheminement naturel de l'eau...

La mise en œuvre de ce type de prescriptions s'accompagnera nécessairement d'une adaptation des formes architecturales qui pourra être en rupture avec les habitudes. Il conviendra donc de solliciter les architectes, les urbanistes et les paysagistes pour bénéficier de toutes les compétences nécessaires à une évolution rationnelle et harmonieuse du paysage.



**Figure 124 : Exemple d'une rupture radicale des formes architecturales pour une adaptation au risque inondation : maison sur pilotis à Draveil (91) (source : <http://marc.lafagne.free.fr/nouveautes.html>)**