

**GRAND
LAC**

COMMUNAUTÉ
D'AGGLOMÉRATION

Maître d'Ouvrage
GRAND LAC

Schéma Directeur des Eaux Pluviales sur le territoire de GRAND LAC



**Schéma
Directeur**



N° de référence : ARI-16-142

Version 1

08/01/2023

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Maitre d'ouvrage

GRAND LAC

Opération

Schéma Directeur des Eaux Pluviales sur le territoire de GRAND LAC
ARI-16-142
A. COSMIDES
Schéma Directeur

Emetteur

HYDRETUDES - Centre technique principal
815, route de Champ Farçon
74370 ARGONAY
Tél : 04.50.27.17.26
Mail : contact@hydretudes.com



Document

Rapport
08/01/2023

Indice	Date	Mise à jour	Rédigé par	Vérifié par
1	08/01/2024	V3	AC	PM
2				
3				
4				
5				

ETUDE REALISEE AVEC LE CONCOURS FINANCIER DE L'AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE CORSE



SOMMAIRE

1.	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	9
	Contexte	9
	Objectifs de la présente étude	9
2.	ETAT DES LIEUX	11
	Localisation de la zone d'étude	11
1.1.	Réseau hydrographique	13
1.2.	Contexte géologique	15
2.1.	Densité de population	18
2.2.	Occupation du sol	19
2.3.	Contexte réglementaire	20
2.4.	2.6.1. Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI)	20
2.5.	2.6.2. Territoire à risques Inondation de Chambéry Aix-les-Bains (TRI)	21
2.6.	Qualité des eaux	23
2.7.	Source des données collectées pour l'étude	24
2.8.	2.8.1. Données générales	24
	2.8.2. Données spécifiques à l'étude (hors topographie)	24
	2.8.1. Données LIDAR	25
	2.8.2. Données topographiques sous Autocad (dwg)	28
	2.8.3. Données SIG du réseau EP	29
	2.8.4. Topographie complémentaire	29
	2.8.5. Données de métrologie – mesures de débit sur le réseau pluvial pendant l'automne 2019 – secteur Sud et Ouest du lac du Bourget	32
2.9.	2.8.6. Données de métrologie – mesures de débit sur le réseau pluvial pendant l'été 2020 – secteur Aix les Bains Drumettaz	34
2.10.	Recensement et cartographie des enjeux	38
2.11.	Entretiens en mairie et visite de terrain	38
3.1.	Etat des lieux du système d'assainissement pluvial	39
3.2.	HYDROLOGIE	41
	Contexte climatique	41
3.3.	3.1.1. Stations pluviométriques	41
3.4.	Les précipitations journalières	42
	3.2.1. Les précipitations maximales journalières	42
	3.2.2. Records de précipitations journalières	42
	Pluies à pas de temps faibles	43
	Evènements remarquables	45
	3.4.1. Evènement du 21/07/1992	46
	3.4.2. Evènement du 06/06/2015	47
	3.4.3. Evènement du 22/07/2015	48

3.4.4.	Evènement du 15 au 16/06/2016	50
3.4.5.	Autres évènements marquants recensés	52
	Construction de pluies de projet.....	56
	Niveaux des cours d'eau – condition aval	58
3.6.1.	Données hydrométriques	58
3.6.2.	Exemple de niveau avec le Sierroz	60
3.5.	3.6.3. Hypothèses retenues sur le niveau des cours d'eau	60
3.6.	Niveau du lac du Bourget – condition aval	61
	Construction du modèle hydrologique	63
	3.8.1. Définition des sous bassins versants	63
3.7.	3.8.2. Découpage en sous bassins versant	64
3.8.	3.8.3. Occupation du sol des sous bassins versants	64
	3.8.4. Méthode utilisée pour la relation pluie-débit	64
	3.8.5. Calage initial du modèle avec le modèle MESRI	65
4.	CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE	67
	Logiciel utilisé	67
4.1.	4.1.1. Les réseaux d'écoulements des eaux.....	67
	4.1.2. Logiciel de modélisation.....	67
4.2.	Source des données utilisées	68
	4.2.1. Données utilisées	68
	4.2.2. Hypothèses prises pour la complétude des données.....	68
	4.2.3. Hypothèses sur la prise en compte des bassins de rétention	69
	4.2.4. Hypothèses sur les galeries enterrées de Chaudanne, Combo, Tillet	69
	4.2.5. Note sur le décalage spatial et temporel de la pluie.....	70
4.3.	4.2.6. Note sur les regards mixtes EP / EU sur le secteur Aix les Bains chemin du Morgeran et Avenue du Grand Port.....	70
4.4.	4.2.7. Prises en compte des puits d'infiltration	71
4.5.	Caractéristiques globales du réseau modélisé	71
	Pré-calage du modèle hydraulique	72
	Calage du modèle selon des évènements passés	73
	4.5.1. Mesures de pluie débit par temps sec et temps de pluie – calage sur la commune de Brison 73	
4.6.	4.5.2. Pluie du 22/07/2015 (P100 sur des pluies inférieures à 4h) – calage sur la commune de Brison 73	
5.1.	4.5.3. Calage selon 5 points de mesures de débits durant l'été 2020 – secteur Aix les Bains et Drumettaz.....	77
	4.5.4. Calage selon 5 points de mesures de débits durant l'automne 2019 – secteur Sud et Ouest du lac	83
	Note sur la lecture des résultats du modèle	89
5.	DIAGNOSTIC ET EXPLOITATION DU MODELE.....	90
	Diagnostic constaté sur le terrain et en réunion.....	90

	Diagnostic constatés sur les modélisations.....	90
5.2.1.	Modélisations de ruissellement en 2D sans prise en compte des réseaux	90
5.2.2.	Modélisations avec intégration des réseaux pluviaux.....	91
	Diagnostic de la situation future	92
6.	RAPPELS REGLEMENTAIRES	93
5.2.	Missions de GRAND LAC concernant les eaux pluviales.....	93
6.1.1.	Définition du périmètre patrimonial	93
5.3.	6.1.2. L'aire urbaine	93
6.1.	6.1.3. Cartographie des ouvrages	94
	Code de l'urbanisme et PLU.....	95
	Code civil.....	96
6.2.	Code de l'Environnement en cas de nouvelles constructions	96
6.3.	ANNEXES.....	98
6.4.	Annexe 1 : Fiches bibliographiques.....	98
7.1.	Annexe 2 : Synthèse des entretiens en mairie.....	98
7.2.	Annexe 3 : Rapport d'hydrologie.....	98
7.3.	Annexe 4 : Dossier de plans.....	98
7.4.	7.4.1. PIECE 1 : Cartes de localisation des dysfonctionnements.....	98
	7.4.2. PIECE 2 : Cartes des enjeux.....	98
	7.4.3. PIECE 3 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P10.....	98
	7.4.4. PIECE 4 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P30.....	98
	7.4.5. PIECE 5 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P100.....	98
	7.4.6. PIECE 6 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P10.....	98
	7.4.7. PIECE 7 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P30.....	98
	7.4.8. PIECE 8 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P100	98
	7.4.9. PIECE 9 : Cartographie aires urbaines	98

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (source : GRAND LAC)	11
Figure 2 : Limite de la Communauté d'Agglomération du Lac du Bourget (trait gris) et principaux massifs montagneux (Fond de carte : Google Earth)	12
Figure 3 : Débits moyens mensuels du Sierroz	13
Figure 4 : Réseau hydrographique du Lac du Bourget (source : CISALB)	14
Figure 5 : Carte géologique BRGM.....	16
Figure 6 : Carte géologique simplifiée (source : Geo-alp.com).....	17
Figure 7 : Carte de densité de population du TRI Chambéry Aix les Bains	18
Figure 8 : Carte d'occupation du sol du Corine Land Cover simplifié pour la lecture	19
Figure 9 : Zonage du PPRi sur le bassin Aixois.....	20
Figure 10 : Emprise du TRI de Chambéry Aix-les-Bains (extrait Agence de l'Eau RMC).....	21

Figure 11 : Extraits par scénarios sur la zone d'étude du SDEP (1/2)	22
Figure 12 : Extraits par scénarios sur la zone d'étude du SDEP (2/2)	23
Figure 13 : Qualité des eaux du Sierroz en 2009	23
Figure 14 : Synthèse de la bibliographie disponible et analysée	25
Figure 15 : Plans de vol du LIDAR complémentaire établi en 2018.....	26
Figure 16 : Emprises LIDAR utilisées.....	27
Figure 17 : Liste des plans topographiques fournis sous Autocad dwg	28
Figure 18 : Analyse de la validité des données SIG fournies en début d'étude	29
Figure 19 : Localisation de la topographie complémentaire	31
Figure 20 : Détails des événements marquants durant la période de mesure de débit du 24/09/2019 au 19/11/2019.....	33
Figure 21 : Détails des événements marquants durant la période de mesure de débit du 20/07 au 01/09/2020.....	36
Figure 22 : Exemple de résultat de la mesure de débit – point 6	37
Figure 23 : Stations météo à proximité de la zone d'étude	41
Figure 24 : Quantiles de précipitations journalières 100 ans, 50 ans, 30 ans, 20 ans, 10 ans et 5 ans.....	42
Figure 25 : Records des précipitations journalières (fiches climatologiques de Météo France)	43
Figure 26 : Quantiles de précipitation pour la station de CHAMBERY-AIX (méthode Locale-Régionale GEV) pour la période 1982–2018 (statistiques pour t=6min à 3h) et sur la période 1982–2018 (statistiques t= 6h à 24h)	43
Figure 27 : Coefficients de Montana de 30 minutes à 6 heures (source : Météo-France 2019).....	44
Figure 28 : Ruissellement pluvial pluie de 07/1992 (source : Archives municipales d'Aix-les-bains)	46
Figure 29 : Pluies de projet prises dans le modèle	57
Figure 30 : Caractéristiques des pluies de projet du modèle	57
Figure 31 : Localisation des stations de mesures de débits et des bassins versants associés	59
Figure 32 : Extrait de la banque hydro - station du Sierroz à Lafin.....	60
Figure 33 : Photos de crues du lac (source : PPRI)	61
Figure 34 : Calage du modèle INFOWORKS ICM sur Brison Saint Innocent	65
Figure 35 : Hypothèses de profondeur des regards retenues si aucune donnée disponible	69
Figure 36 : Plans des réseaux EP-EU datant de 1963	71
Figure 37 : Plan du DO4 (source : GRAND LAC)	71
Figure 38 : Caractéristiques du réseau modélisé.....	72
Figure 39 : résultats du modèle hydraulique pluie du 22/07/2015 (équivalente P100).....	76
Figure 40 : Résultat du calage 2020 - point 2.....	78
Figure 41 : Résultat du calage 2020 - point 3.....	79
Figure 42 : Résultat du calage 2020 - point 4.....	80
Figure 43 : Résultat du calage 2020 - point 5.....	81
Figure 44 : Résultat du calage 2020 - point 6.....	82
Figure 45 : Résultat du calage 2019 - point 1.....	84
Figure 46 : Résultat du calage 2019 - point 2.....	85

Figure 47 : Résultat du calage 2019 - point 3	86
Figure 48 : Résultat du calage 2019 - point 4	87
Figure 49 : Résultat du calage 2019 - point 5	88
Figure 50 : Exemple de lecture des cartes présentées.....	89
Figure 51 : Exemple d'hydrogrammes avant et après urbanisation	92

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

CONTEXTE

Depuis le 1er janvier 2016, GRAND LAC est compétent pour la gestion des eaux pluviales urbaines sur le territoire de l'ancienne Communauté d'Agglomération du Lac du Bourget et depuis le 1er janvier 2018 sur les territoires des anciennes Communauté de Commune de Chautagne et du Canton d'Albens.

- 1.1 Cette prise de compétence s'est accompagnée de données patrimoniales plutôt complètes mais a fait ressortir une méconnaissance du fonctionnement système hydrographique et de sa réponse aux événements pluvieux.

En 2015, Grand Lac a engagé une première étude sur un secteur pilote (secteur « Corsuet Ouest » situé sur les communes de Brison Saint Innocent et Aix les Bains nord) afin d'établir un zonage eaux pluviales répondant aux attentes des élus de Grand Lac. La réalisation de cette étude a permis de définir sa stratégie qui vise désormais à :

- D'une part de mieux définir et comprendre le fonctionnement du système hydrographique sur l'ensemble du territoire à travers l'identification des points noirs et des zones soumis au risque d'inondation par ruissellement ;
- D'autre part de développer les outils permettant de mettre en œuvre une politique de gestion des eaux pluviales et du ruissellement urbain à l'échelle du territoire notamment à travers l'élaboration d'un zonage eaux pluviales destiné à définir pour chaque projet d'urbanisme des règles précises de gestion des eaux pluviales mais également prévenir les inondations par ruissellement en déterminant des règles de constructions adaptées à chaque situation.

1.2. OBJECTIFS DE LA PRESENTE ETUDE

L'objectif de cette étude est de permettre à la Collectivité de développer des outils techniques, administratifs et juridiques permettant la mise en place d'un service de gestion des eaux pluviales et du ruissellement. Après compréhension du fonctionnement du système hydrographique du territoire de Grand Lac, des règles d'urbanisme et des règles techniques devront être développées afin de réduire les risques inondation « pluviale » et « ruissellement » sur l'ensemble du territoire.

Cette étude doit :

- Prévenir les risques d'inondation liées au ruissellement pluvial urbain
- Limiter l'impact des eaux pluviales en zones urbanisées
- Préserver les zones futures d'urbanisation des crues
- Préserver les zones de stockage des eaux actuelles
- Permettre de disposer de règles de gestion des eaux pluviales à intégrer aux documents d'urbanisme en cours d'élaboration (PLU communaux) ainsi que lors de l'instruction des documents d'urbanisme.

L'étude est destinée à constituer un outil d'aide à la décision en matière de gestion des eaux pluviales sur l'ensemble des communes de GRAND LAC.

Elle permettra également de proposer les réflexions et points techniques pour la réalisation du zonage d'assainissement pluvial.

La présente étude présentera les opérations suivantes :

1. Etat des lieux : synthèse des données existantes, analyse de terrain, entretiens en mairie
2. Etude hydrologique : établir les pluies de référence, définir les pluies de projet et débits de crue
3. Modélisation hydraulique : établir un diagnostic de la situation actuelle, établir les cartes d'inondation et permettre le dimensionnement des aménagements projetés
4. Zonage d'assainissement volet « eaux pluviales »

2. ETAT DES LIEUX

LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude initiale portait sur le territoire de l'ex. CALB mais a été étendue à l'ensemble du territoire de GRAND LAC à la suite de la fusion avec les territoires de la Chautagne et de l'Albanais.

Réseau hydrographique concerné : cours d'eau, fossés et affluents du lac du Bourget

2.1.

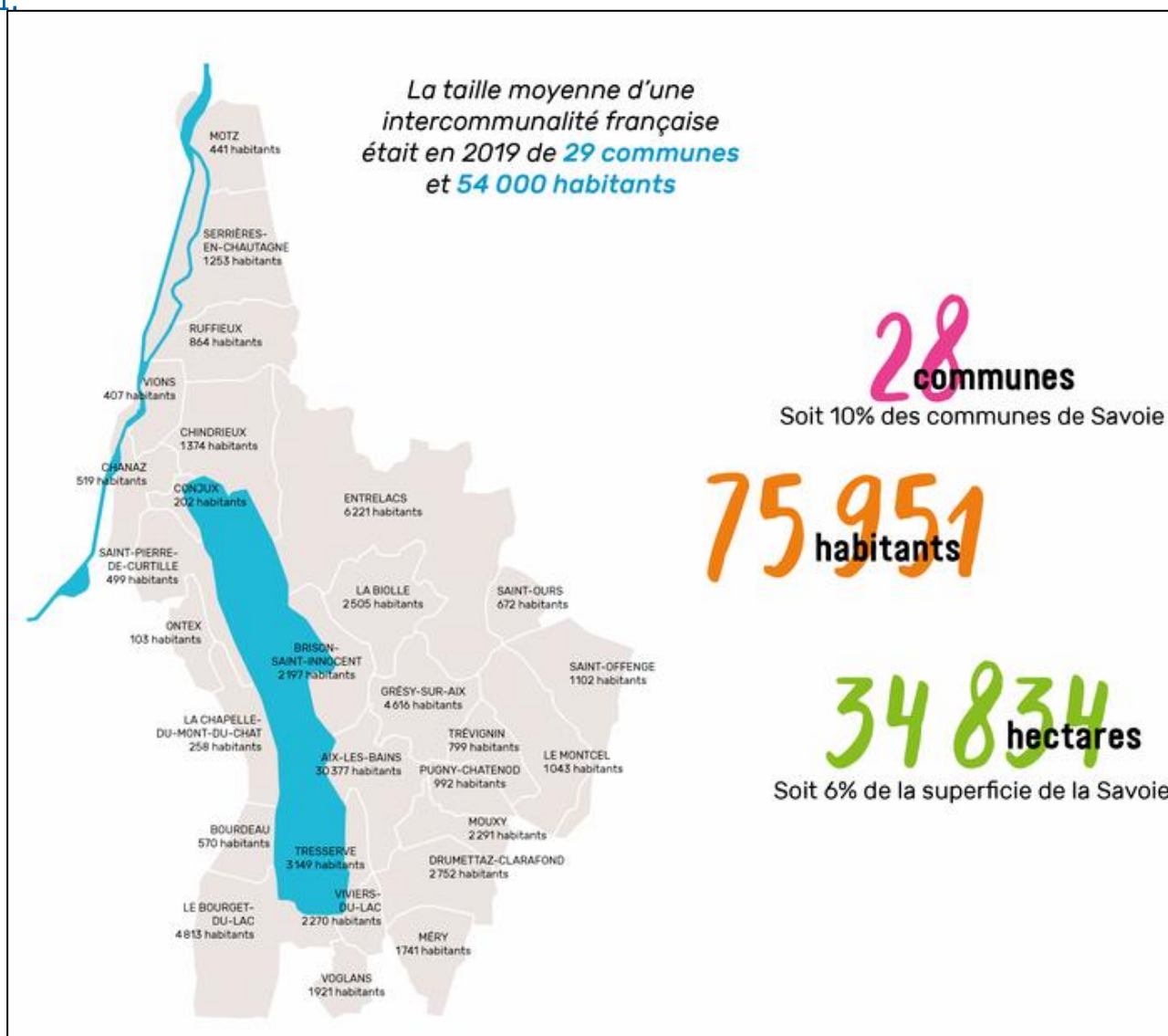


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (source : GRAND LAC)

Grand Lac est une communauté d'agglomération avec plus de 75 000 habitants répartis sur 28 communes : Aix-les-Bains, Bourdeau, Brison-Saint-Innocent, Chanaz, Chindrieux, Conjux, Drumettaz-Clarafond, Entrelacs, La Biolle, La Chapelle-du-Mont-du-Chat, Le Bourget-du-Lac, Grésy-sur-Aix, Méry, Montcel, Motz, Mouxy, Ontex, Pugny-Chatenod, Ruffieux, Saint-Offenge, Saint-Ours, Saint-Pierre-de-Curtille, Serrières-en-Chautagne, Tresserve, Trévignin, Vions, Viviers-du-Lac et Voglans.

Le périmètre de l'étude comprend la totalité du territoire de la Communauté d'Agglomération du Lac du Bourget dont les limites administratives sont empruntées au socle naturel d'une partie du bassin versant du lac du Bourget et ses tributaires - canal de Savières :

- à l'ouest par les derniers contreforts du Jura méridional, avec la Chaîne de l'Épine 1 482 mètres et sa Dent du Chat qui culmine à 1 390 mètres ;
- à l'est par le massif des Bauges, dont le mont Revard (1 538 mètres), les montagnes de Cessens, de la Chambotte, de Corsuet, la colline de Tresserve ;
- au sud la plaine de la Leysse, dont le bassin montagneux draine à l'est l'extrémité est du massif des Bauges, à l'ouest le sud de la Chaîne de l'Épine et la partie nord de la Chartreuse au sud.
- et au nord la plaine marécageuse de la Chautagne, qui s'étend assez loin en direction de Seyssel, entre les chaînons du Grand Colombier à l'ouest et du Gros Foug à l'est.

L'ensemble de ces éléments de repère est réparti autour de la dépression aujourd'hui formée par le lac. Grand Lac présente ainsi une logique de territoire d'un seul tenant aux frontières administratives Est-Ouest lisibles dans le paysage, mais dont les limites nord et sud restent moins évidentes.

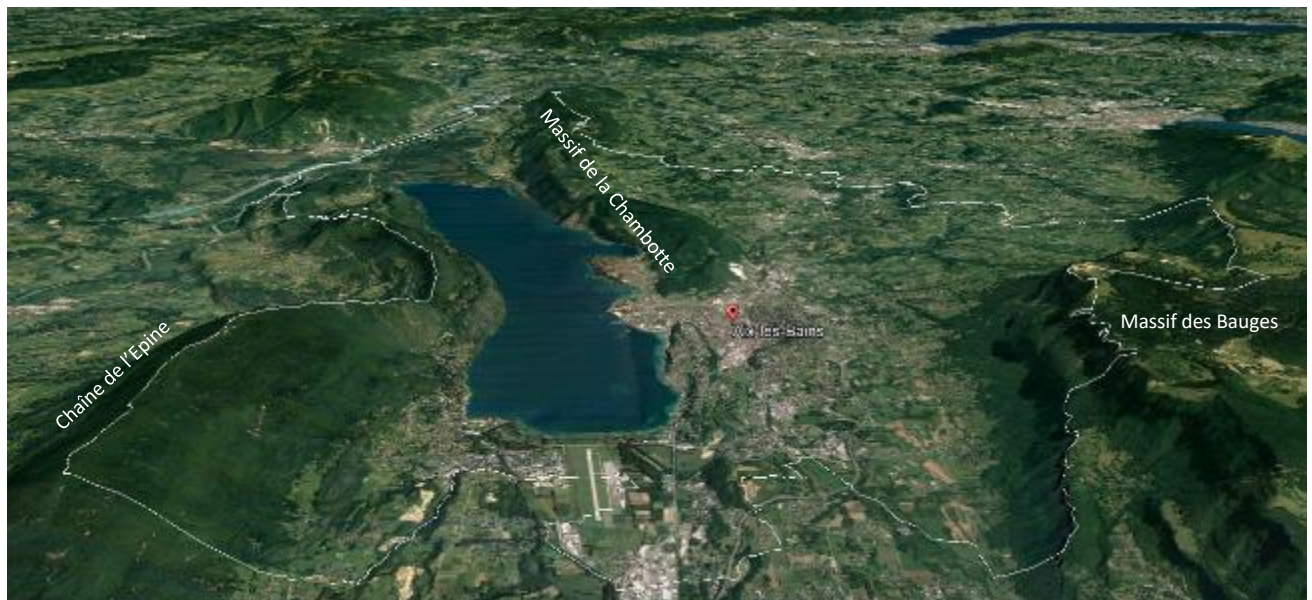


Figure 2 : Limite de la Communauté d'Agglomération du Lac du Bourget (trait gris) et principaux massifs montagneux (Fond de carte : Google Earth)

RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le lac du Bourget est un lac post-glaciaire du massif du Jura, formé à l'issue de la dernière glaciation de Würm, il y a environ 19 000 ans, par le retrait du grand glacier alpin du quaternaire. C'est le plus grand lac naturel d'origine glaciaire entièrement situé en France, le Léman étant franco-suisse.

2.2 Le canal de Savière, situé au nord, constitue l'exutoire canalisé du lac du Bourget. D'une longueur de 4,5 kilomètres, cette voie d'eau navigable rejoint le Rhône après avoir traversé le bourg de Chanaz.

Le lac est principalement alimenté au sud par les eaux de la Leysse, et, à l'est, par celles du Tillet et du Sierroz. Les eaux de la Leysse mettent de sept à dix ans pour traverser le lac et arriver jusqu'au Rhône. Lors des périodes de crue du Rhône, le cours du canal de Savières, exutoire du lac, peut s'inverser, et des eaux du Rhône viennent alors remplir en partie le lac.

Le principal cours d'eau de la zone d'étude est le torrent du Sierroz sur la commune d'Aix-les-Bains, avec un bassin versant de 133 km². Il prend sa source au chalet de Crolles à 1 300 m d'altitude (Revard) et parcourt 19.5 km avant de rejoindre l'embouchure dans le lac du Bourget à Aix-les-Bains. Vers l'altitude 280 m, sur la commune de Grésy-sur-Aix, le Sierroz reçoit son principal affluent en rive droite, la Deysse, qui draine l'Albanais.

Le Tillet est un affluent du lac du Bourget dans lequel il se jette à Aix-les-Bains. Sa longueur est de 12 km et la taille de son bassin versant est de 49 km². Il prend sa source à 416 m d'altitude au col de Saint-Saturnin. Une partie de son linéaire est couverte. Le régime hydraulique du Tillet est de type pluvial.

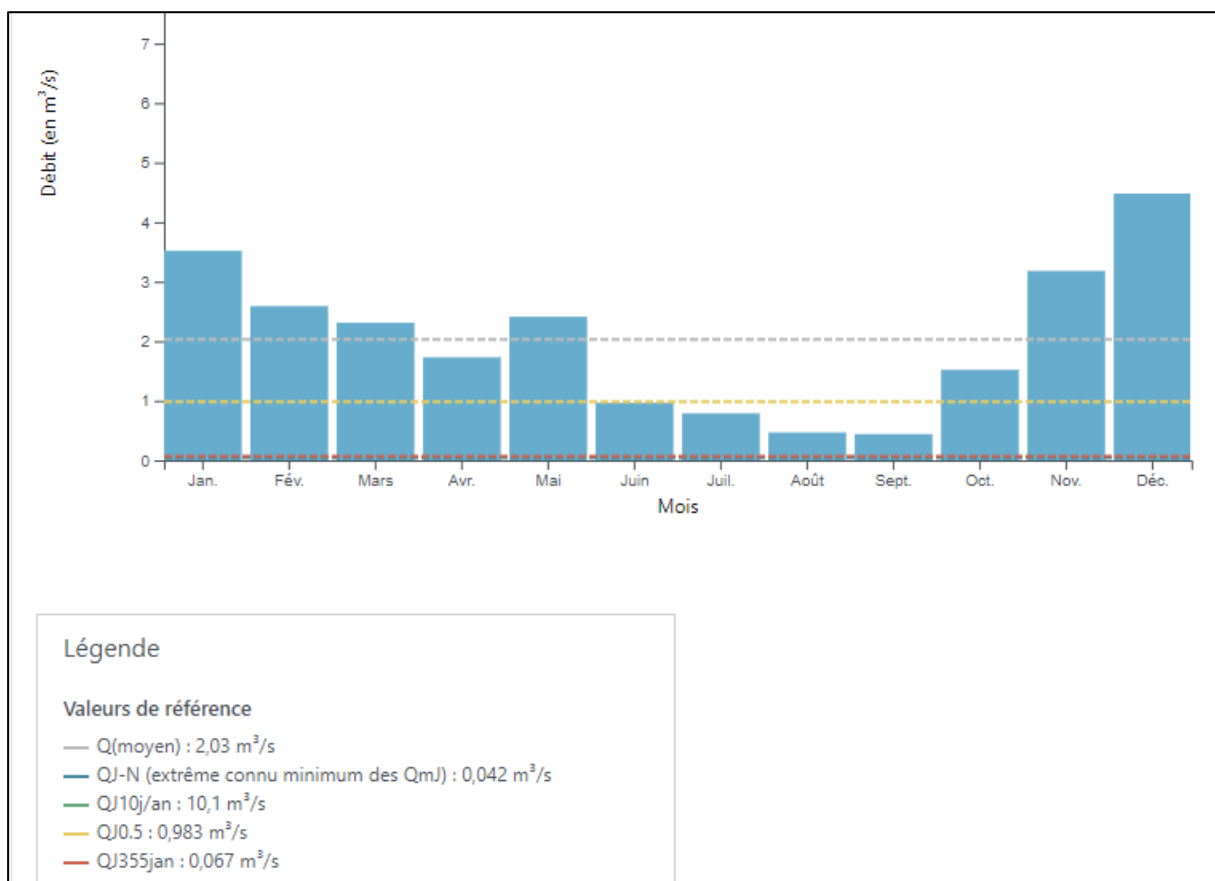


Figure 3 : Débits moyens mensuels du Sierroz

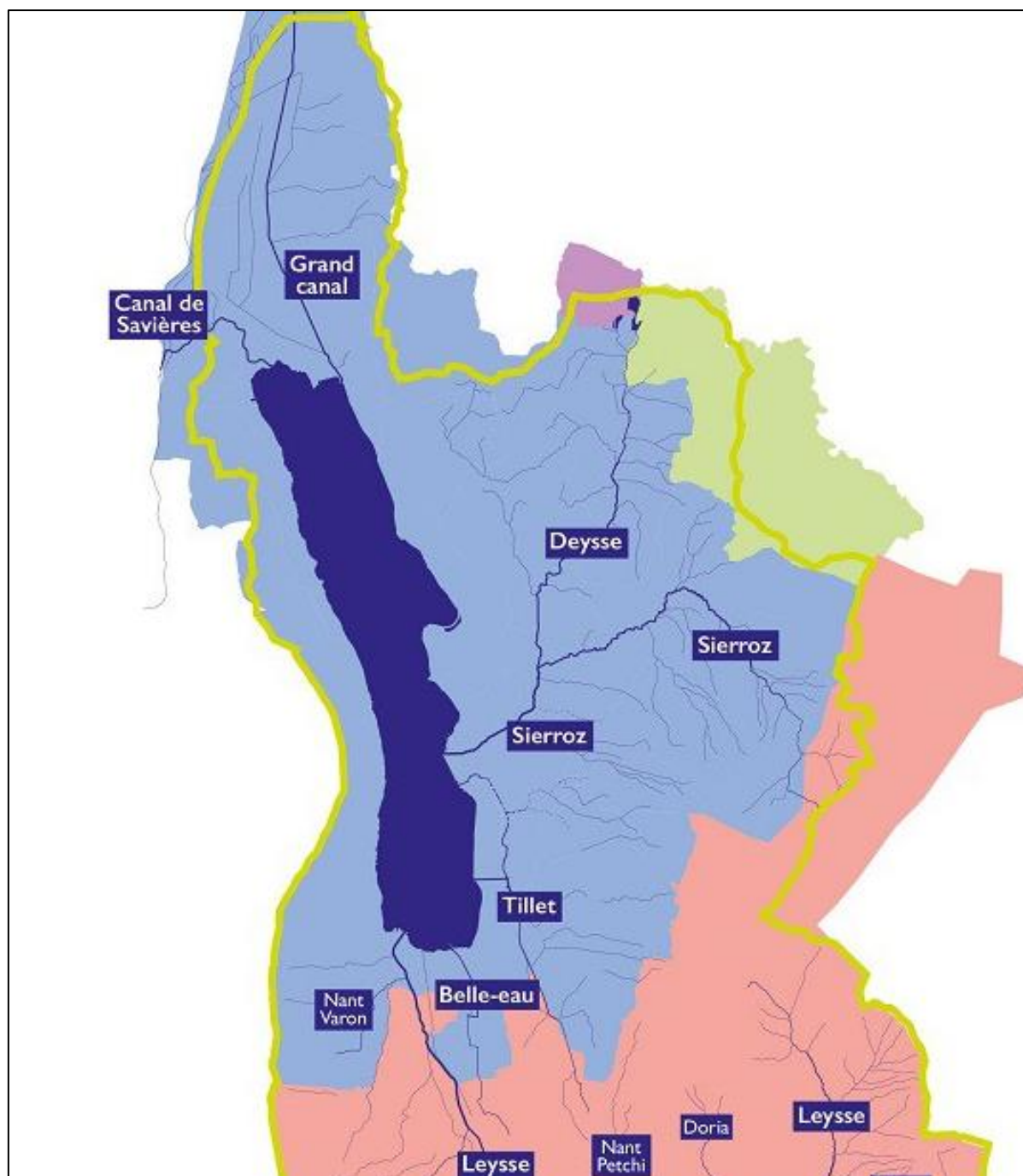


Figure 4 : Réseau hydrographique du Lac du Bourget (source : CISALB)

CONTEXTE GEOLOGIQUE

Sur les zones de faible pente aux bords du lac du Bourget et jusque dans la plaine d'Entrelacs, on trouve majoritairement les couches géologiques suivantes :

- 2.3.
- Fgy : Quaternaire - Dépôts wurmiens : fluvio-glaciaires
 - Fz : alluvions modernes à argiles tourbeuses et tourbes
 - G3 : Glaciaire würmien et vallums

Sur les flancs de la Dent du Chat, on trouve principalement :

- j8 : Kimméridgie
- j9 : Portlandien (Jura)
- n5-4U : Urgonien : Calcaires compacts blancs ou jaunâtre
- n2b : Valanginien supérieur : Calcaire roux ou bicolore

Sur les flancs du Mont Revard et au Nord de la Mandallaz, on trouve principalement :

- n3 : Hauterivien
- n5-4 : Urgonien
- E : Éboulis des pentes
- n5-4U Urgonien : Calcaires compacts blancs ou jaunâtres

Sur la Montagne de la Biolle, on notera les principales couches géologiques suivantes:

- n3a : Hauterivien inférieur : Marnes
- n2 : Secondaire - Chaînes subalpines - Valangien indifférencié
- n3 : Secondaire - Hauterivien : marnes et marno-calcaires à miches et Spatangues dans la zone subalpine ; marnes sombres et calcaires jaune-roux
- j9 : Portlandien : Calcaires compacts souvent sublithographiques
- E: Eboulis des pentes

Commentaire :

Au final, on retiendra que les zones de replat situées en fond de vallées sont majoritairement composées d'alluvions modernes et de moraines glaciaires, dont les perméabilités peuvent être variables. Les flancs de montagnes bordant le lac du Bourget sont composés en grande partie de calcaires, marnes et d'éboulis pouvant favoriser l'infiltration.

Les visites de terrain et notamment les traces de ruissellement en pied de versant limitées à de nombreux endroits confirment la géologie de la zone d'étude, à savoir une zone amont du bassin versant boisée et composée de marnes et calcaires favorisant l'infiltration, et une partie en pied de versant composée de dépôts et d'alluvions où les eaux infiltrées en amont peuvent ressortir.

Ci-après la carte géologique 1/50000 :

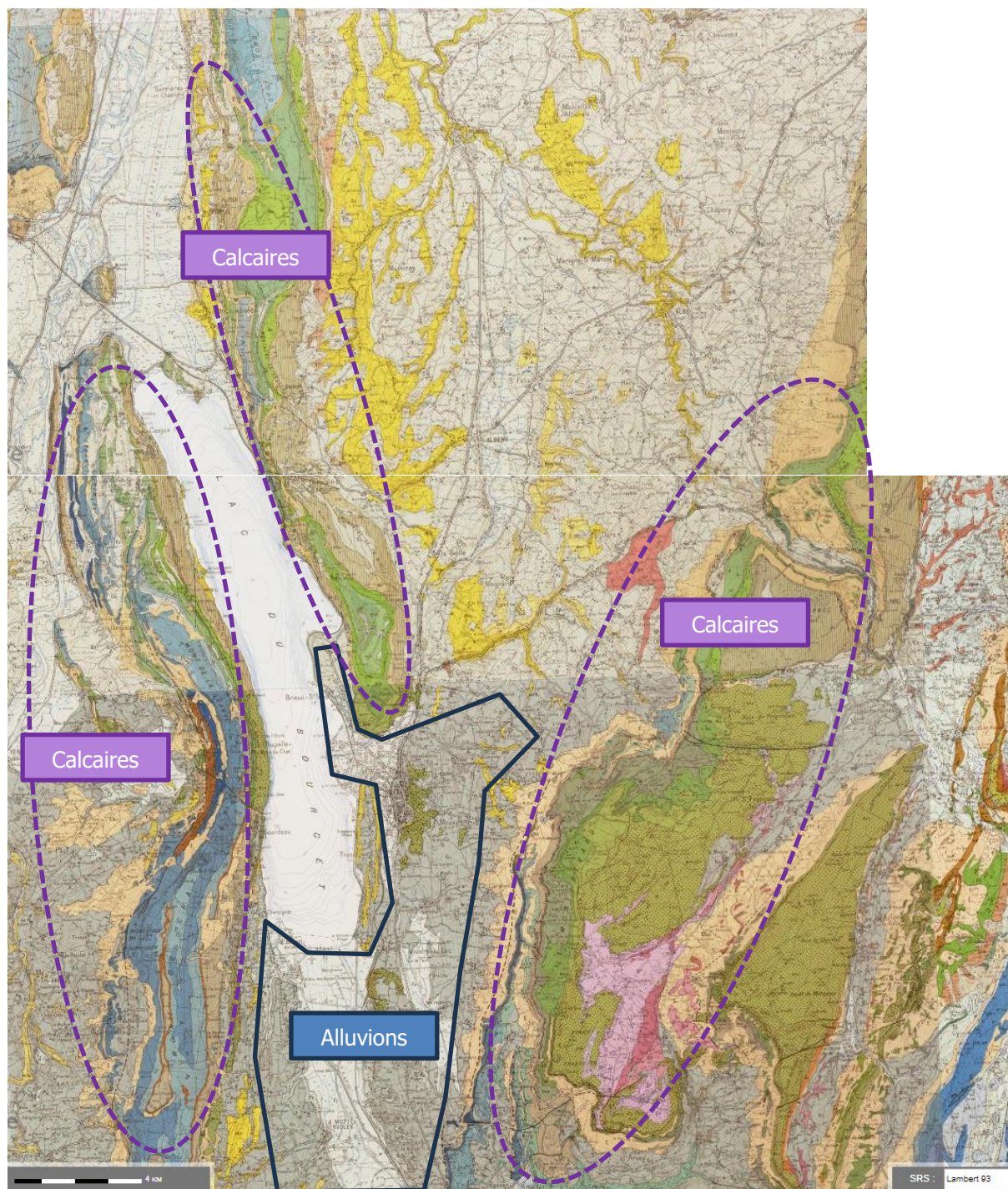


Figure 5 : Carte géologique BRGM

La carte suivante est une carte simplifiée de la géologie mettant en évidence la présence de calcaires aux abords du lac du Bourget.

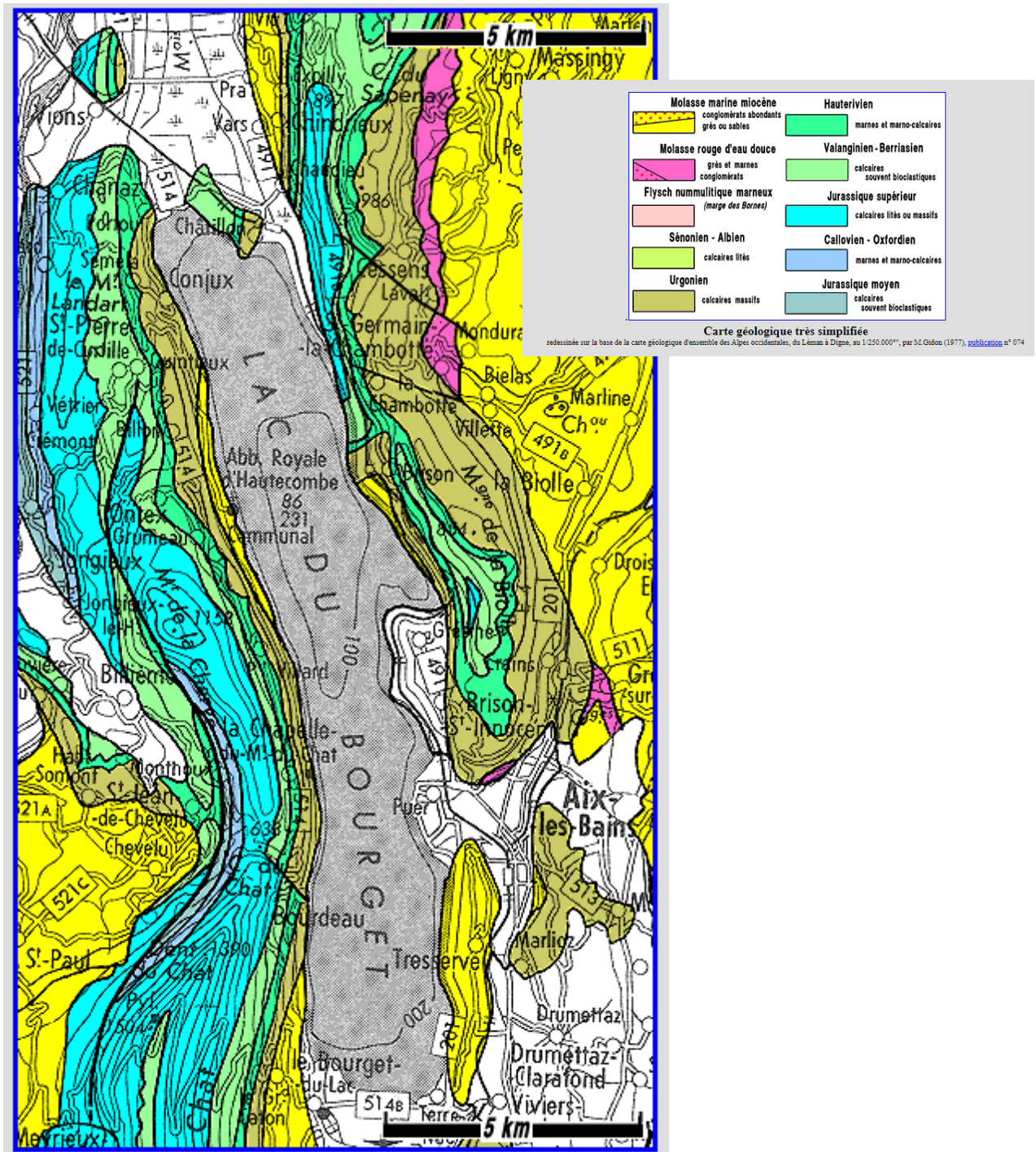
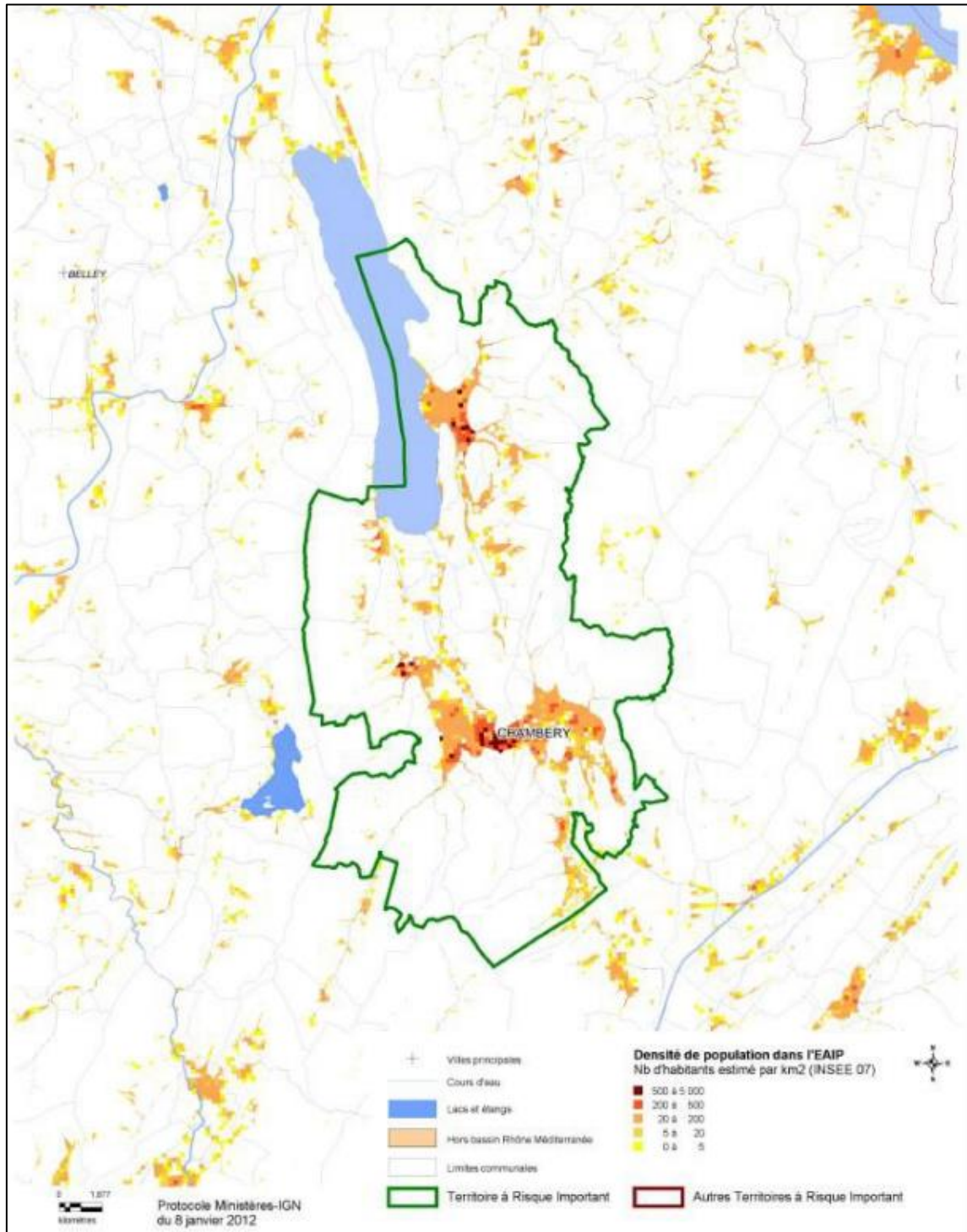


Figure 6 : Carte géologique simplifiée (source : Geo-alp.com)

DENSITE DE POPULATION

GRAND LAC compte actuellement 28 communes et 75 951 habitants (source : Grand-lac.fr).

2.4. Dans les unités urbaines d'Aix les Bains et à proximité, la densité de population est globalement de 200 à 500 habitants/km², voire davantage localement. En dehors, la densité de population est faible, de 0 à 20 habitants/km².



OCCUPATION DU SOL

Le Corine Land Cover donne les grands ensembles d'occupation du sol selon des classes générales (zones urbanisées, industrielles, forêts, agricoles, etc). Le territoire d'étude est majoritairement composé de zones urbanisées aux abords du Lac du Bourget, puis de territoires agricoles en s'éloignant avec des unités urbaines plus éparées et des forêts sur les flancs des versants montagneux.

- 2.5 Dans le cadre du modèle hydraulique, nous avons découpé le territoire en un grand nombre de sous bassins versant (>2000), avec pour chacun une occupation du sol. Cette données SIG sera restituée à la fin de l'étude.

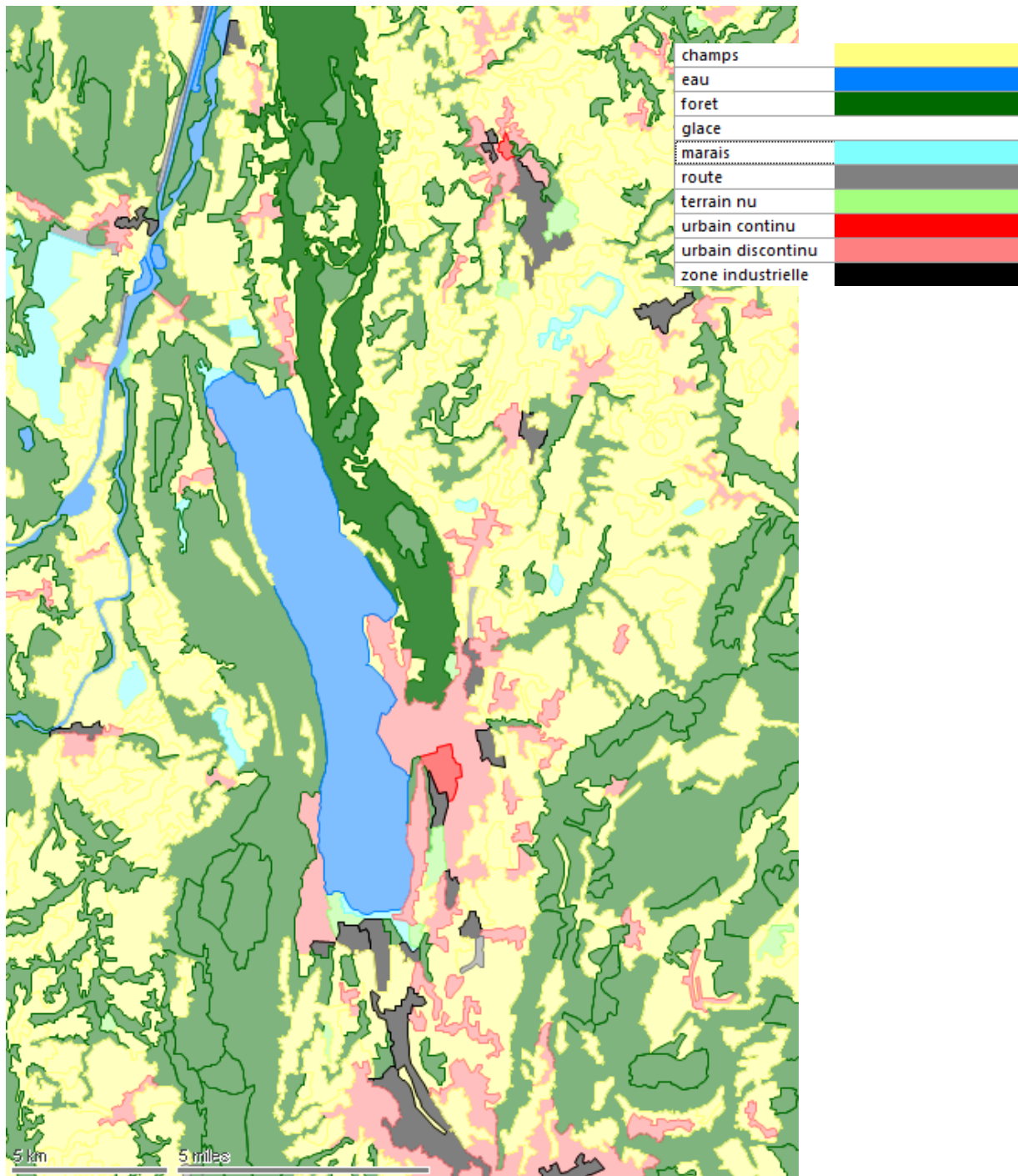


Figure 8 : Carte d'occupation du sol du Corine Land Cover simplifiée pour la lecture

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.6.1. Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRi)

PPRI du Bassin Aixois :

2.6.1. Le Plan de Prévention des Risques d'inondations (PPRi) du Bassin Aixois a été approuvé le 4 novembre 2011. Il concerne les bassins versants du Sierroz, du Tillet et de leurs principaux affluents dans leur partie savoyarde ainsi que la rive Est du Lac du Bourget.

23 communes sont concernées pour tout ou partie de leur territoire : Chambéry, Sonnaz, Méry, Viviers-Du-Lac, Drumettaz-Clarafond, Tresserve, Moux, Aix-Les-Bains, Pugny-Chatenod, Le Montcel, Trévignin, Grésy-Sur-Aix, Brison-Saint-Innocent, Epersy, Saint-Offenge-Dessus, Saint-Offenge-Dessous, Saint-Ours, Mognard, La Biolle, Saint-Germain-La-Chambotte, Albens, Saint-Girod, Cessens.

Les risques pris en compte sont les crues torrentielles, les inondations par débordement des cours d'eau, les crues du lac du Bourget, le ruissellement pluvial urbain sur Aix-les-Bains, les inondations par effacement et rupture de digue et les inondations par rupture du barrage du Sierroz.

La modification du PPRi a été approuvée le 31/10/2012 et concerne les communes de Aix-les-Bains, Brison-Saint-Innocent et Tresserve.

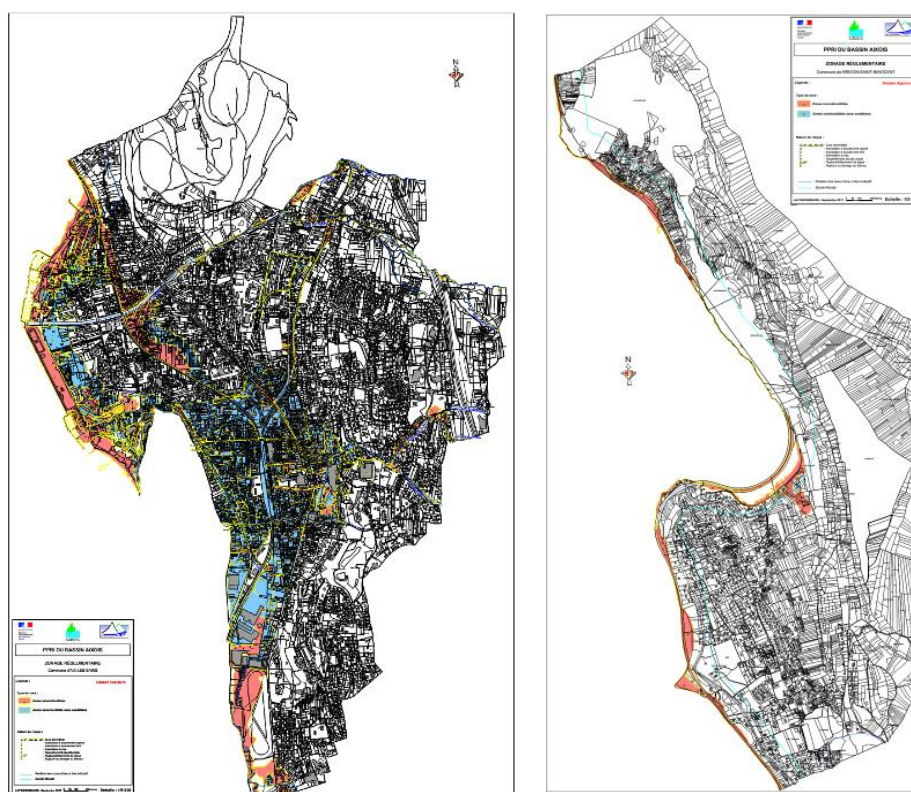


Figure 9 : Zonage du PPRi sur le bassin Aixois

PPRI de la Plaine de Chautagne :

Le Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi) révisé du Rhône et du Lac du Bourget sur la plaine de Chautagne prescrit sur les communes de Motz, Serrières-en-Chautagne, Ruffieux, Vions, Chanaz, Conjux et Chindrieux a été approuvé par arrêté préfectoral le 28/08/2015.

2.6.2. Territoire à risques Inondation de Chambéry Aix-les-Bains (TRI)

La cartographie du TRI de Chambéry-Aix-les-Bains apporte un approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements de certains cours d'eau pour 3 types d'événements (fréquent, moyen, extrême). De fait, elle apporte un premier support d'évaluation des conséquences négatives du TRI pour ces 3 événements en vue de la définition d'une stratégie locale de gestion des risques.

Elle vise en outre à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public. Plus particulièrement, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Toutefois, cette cartographie du TRI n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléas des PPRI (lorsqu'elles existent sur le TRI) dont les fonctions et la signification ne sont pas les mêmes.

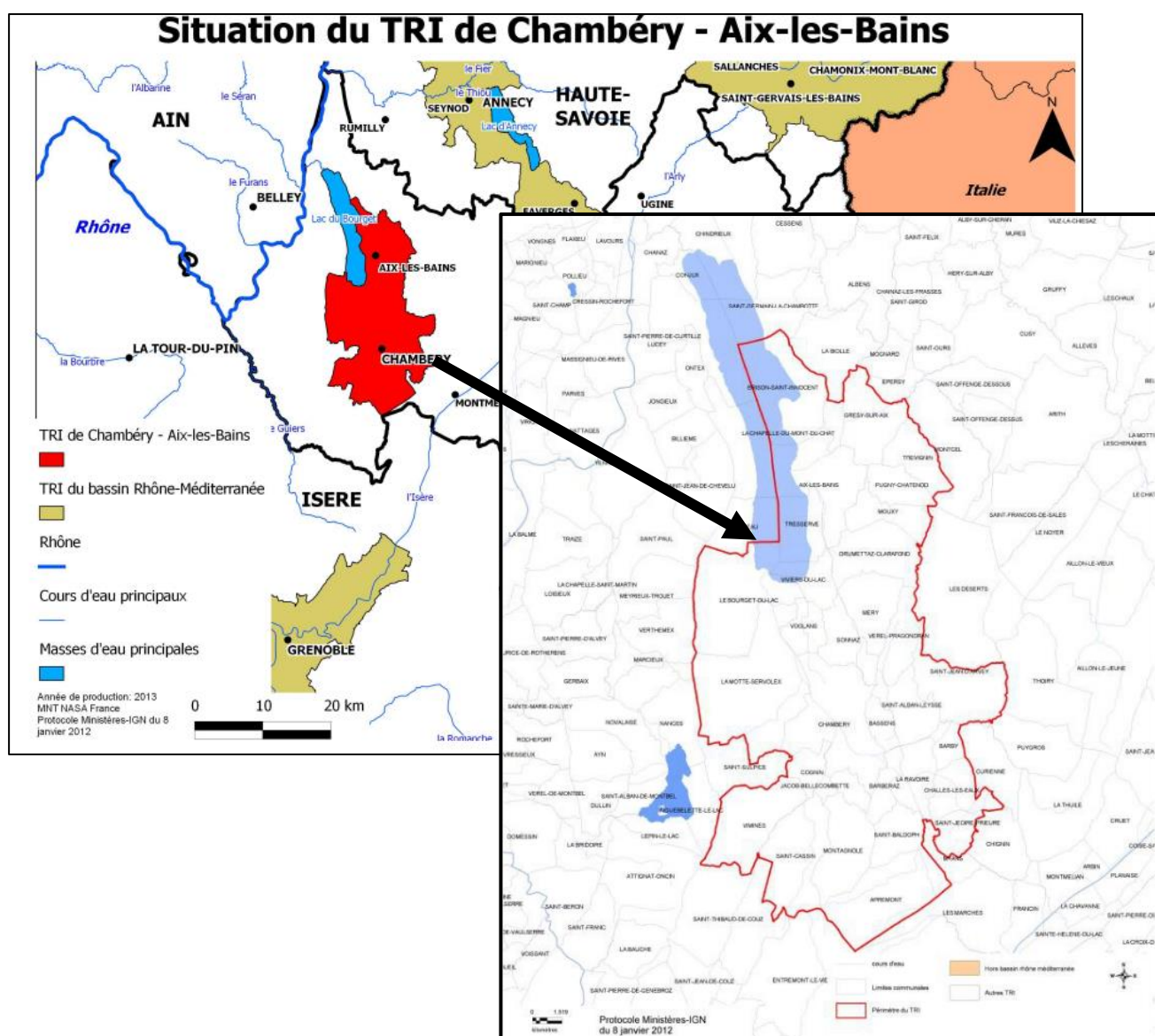


Figure 10 : Emprise du TRI de Chambéry Aix-les-Bains (extrait Agence de l'Eau RMC)

Ci-après quelques extraits qui montrent les différents scénarios d'inondation du Sierroz et du Tillet.

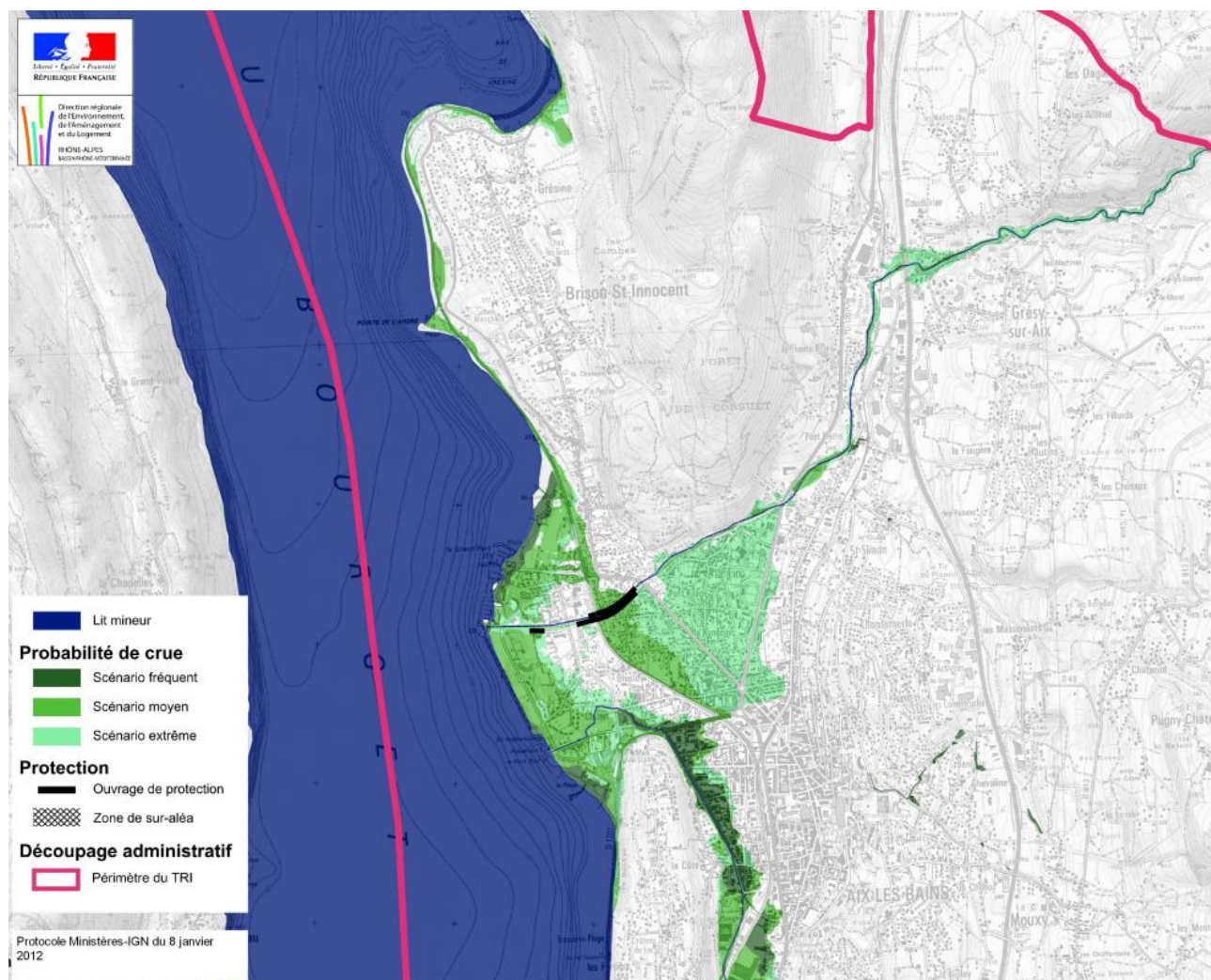
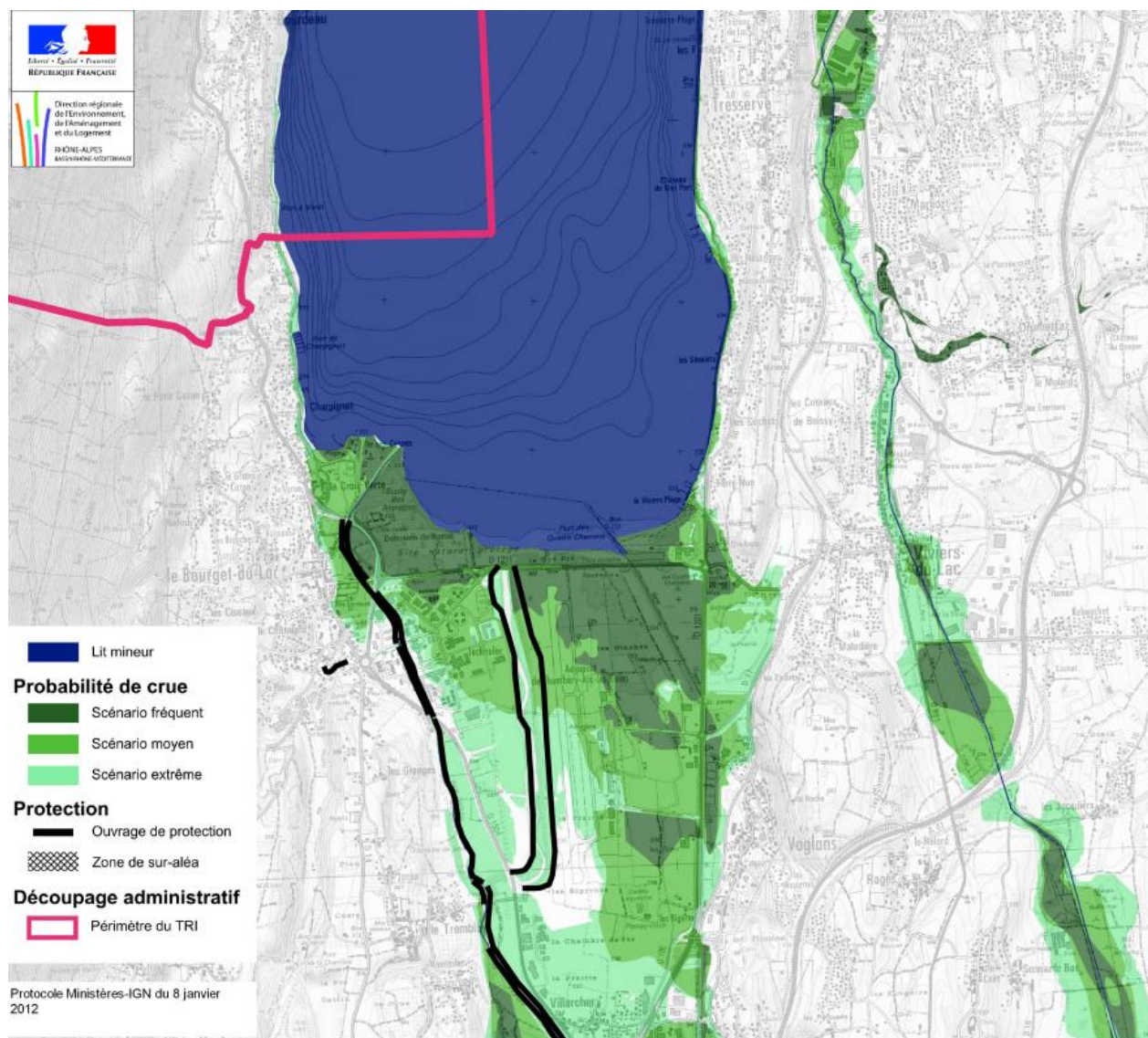


Figure 11 : Extraits par scénarios sur la zone d'étude du SDEP (1/2)



2.7. Figure 12 : Extraits par scénarios sur la zone d'étude du SDEP (2/2)

QUALITE DES EAUX

Le Sierroz, principal cours d'eau de la zone d'étude, a un état écologique mauvais à la confluence avec lac du Bourget et un bon état chimique, évalué en 2009 (source : agence de l'eau RMC).

MASSES D'EAU			ÉTAT ECOLOGIQUE								
N°	NOM	STATUT	2009			OBJ. BE ①	MOTIFS DU REPORT ①		2009		
			ÉTAT ①	NC ①	NR NQE ①		CAUSES	PARAMÈTRES	ÉTAT ①	NC ①	
FRDR526a	Le Sierroz de la source à la confluence avec la Deisse et la Deisse	MEN	MED	1		2027	FTr	cond. morpholog./rég. hydrologique/flore aquatique/ichtyofaune/param. génér. qual. phys-chim.	BE	1	
FRDR526b	Le Sierroz de la confluence avec la Deisse au lac du Bourget	MEFM	MAUV	3		2027	FTr	cond. morpholog./rég. hydrologique/flore aquatique/ichtyofaune/continuité	BE	1	

Figure 13 : Qualité des eaux du Sierroz en 2009

Chaque saison, le CISALB missionne un laboratoire pour contrôler la qualité de l'eau du lac, afin de garantir une baignade 100 % sûre. Plusieurs prélèvements sont effectués dans les eaux qui baignent les plages. En 2020, sur les 63 tests menés en différents points du lac répartis sur plusieurs jours au cours de l'été, 59 concluaient que l'eau était de bonne qualité (4 seulement relevaient une eau de qualité moyenne).

SOURCE DES DONNEES COLLECTEES POUR L'ETUDE

2.8.1. Données générales

2.8. Les données générales collectées proviennent de :

- Météo-France pour les données de pluies (coefficients de Montana, données radar, événements extrêmes) et Météo Suisse
- Plan de Prévention des Risques Naturels, source : haute-savoie.gouv.fr
- BRGM pour les données géologiques
- PLU des communes concernées
- Cadastres, source : cadastre-data.gouv.fr

2.8.2. Données spécifiques à l'étude (hors topographie)

Les données d'intérêt spécifiques à l'étude sont détaillées dans les fiches biblio.

⇒ **ANNEXE 1 : FICHES BIBLIO**

Nous avons analysé les données et collecter autant que possible des informations sur le territoire et le fonctionnement des cours d'eau et des réseaux. Nous avons recherché notamment les informations suivantes :

- Plans de réseaux, plans d'ouvrages spéciaux, enquêtes de terrain, etc.
- Hydrologie, découpage de sous BV, hydrogrammes, pluviométrie
- Diagnostics hydrauliques, cartes d'insuffisance, cartes de débordement
- Photos de crues, crues historiques, événements, retours d'expérience, etc.
- Etat des réseaux

Le tableau ci-après récapitule les données analysées.

Fiche Biblio	Intitulé étude	Date	Auteur	Maître d'ouvrage	Zone d'étude
1	SDEP La Biolle	2006	HYDRETTUDES	La Biolle	La Biolle
2	Projet de collecteur drainant directement vers le lac une partie des eaux de ruissellement et des eaux de sources du BV amont	2005	HYDROLAC	Bourget du lac	Bourget du lac - Montée de Charpignat
3	Etude du système d'assainissement pluvial	2002	HYDROLAC	Bourget du lac	Bourget du lac
4	Etude d'un projet d'évacuation des EP au hameau du Grand Caton	2012	HYDROLAC	Bourget du lac	Bourget du lac - Le Grand Caton
5	Dossier loi sur l'eau à Savoie Technolac	2012	EPODE	SYPARTEC	Savoie technolac
6	ETUDE HYDRAULIQUE AMENAGEMENT DU HAMEAU DES JACQUIERS : Définition du mode de gestion des eaux pluviales et des aménagements à prévoir	2014	Assistance territoires - SARL HIS&O	MERY	Mery
7	ETUDE DU RUISSELLEMENT PLUVIAL URBAIN A AIX LES BAINS	2009	HYDROLAC	DDEA	Aix les bains
8	ETUDE ET DIAGNOSTIC DU RESEAU EP DE LA COMMUNE DE TRESSERVE	1997	?	Tresserve	Tresserve
9	ETUDE PREALABLE A LA RESTAURATION ECOLOGIQUE DES RIVIERES DU BASSIN VERSANT DU LAC DU BOURGET - PLAN D'ACTIONS 2011-2017	2010	BIOTEC	CISALB	Principaux cours d'eau
10	Délimitation des périmètres de protection du gisement hydrominéral de Raphy Saint Simon à Aix les Bains et Grésy sur Aix	2001	Gérard NICOUD hydrogéologue	?	Aix les Bains et Grésy sur Aix
11	Photos de crue et de fonctionnement diverses	depuis des années	GRAND LAC	GRAND LAC	Tout le territoire
12	Inspections télévisées de réseaux (ITV)	depuis des années	GRAND LAC	GRAND LAC	Tout le territoire
13	Les zones humides du BV du Lac du Bourget	2006	?	CNPS	Tout le territoire
14	PPRI Aixois, Albanais +révision partielle	2005, 2011	?	DDT	Bassin Aixois Albanais
15	Maîtrise d'œuvre pour le confortement des digues du Sierroz du pont Rouge jusqu'au Pont SNCF à Aix les Bains	2015	EDF, ARTELIA, BIOTEC	Aix les bains	Sierroz
16	Restauration écologique du Sierroz (sur la partie aval)	?	INGEDIA BIOTEC	CALB	Sierroz
17	RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DU SIERROZ, DE L'ANCIEN BARRAGE À VOÛTE AU SEUIL À L'AMONT DU PONT ROUGE	2012	INGEDIA BIOTEC	CALB	Sierroz
18	Schéma Directeur des aménagements de protection contre les crues sur le territoire de la CALB - Rapport général	2013	HYDROLAC, CNR, ALP GEORISQUES, PROFIL ETUDES, RTM	CALB	Sierroz, Tillet
19	Rapport d'accident naturel - Bourdeau	2015	RTM73	?	Bourdeau

Figure 14 : Synthèse de la bibliographie disponible et analysée

2.8.1. Données LIDAR

Le maître d'ouvrage a fourni un levé LIDAR du territoire CALB datant du 08/04/2013 (précision en z - 2.7 cm en moyenne sur 300 points de comparaison), ainsi qu'un orthophotoplan associé et un LIDAR sur la Chautagne de 2017.

Un **LIDAR complémentaire a été demandé sur les territoires manquants de Grand Lac** (après rédaction d'un CCTP et une consultation des entreprises). L'entreprise SINTEGRA a été retenue. Les vols ont été effectués en début de saison végétative, notamment pour le premier vol. On se rapportera au rapport technique : Levé LIDAR – rapport technique », SINTEGRA, 26/06/2018

- Dates des vols : 06/04/2018 et 17/04/2018
- Paramètres des vols LIDAR :

Paramètres	Valeur nominale
Hauteur de vol	600 m / sol
Vitesse de vol	100 Nœuds
Angle de scan	60°
Fréquence de scan	340 kHz
Précision altimétrique (écart-type)	10 cm
Précision planimétrique (écart-type)	20 cm
Densité moyenne de points	24 points / m ²
Densité de points sol après classification	6 points / m ²

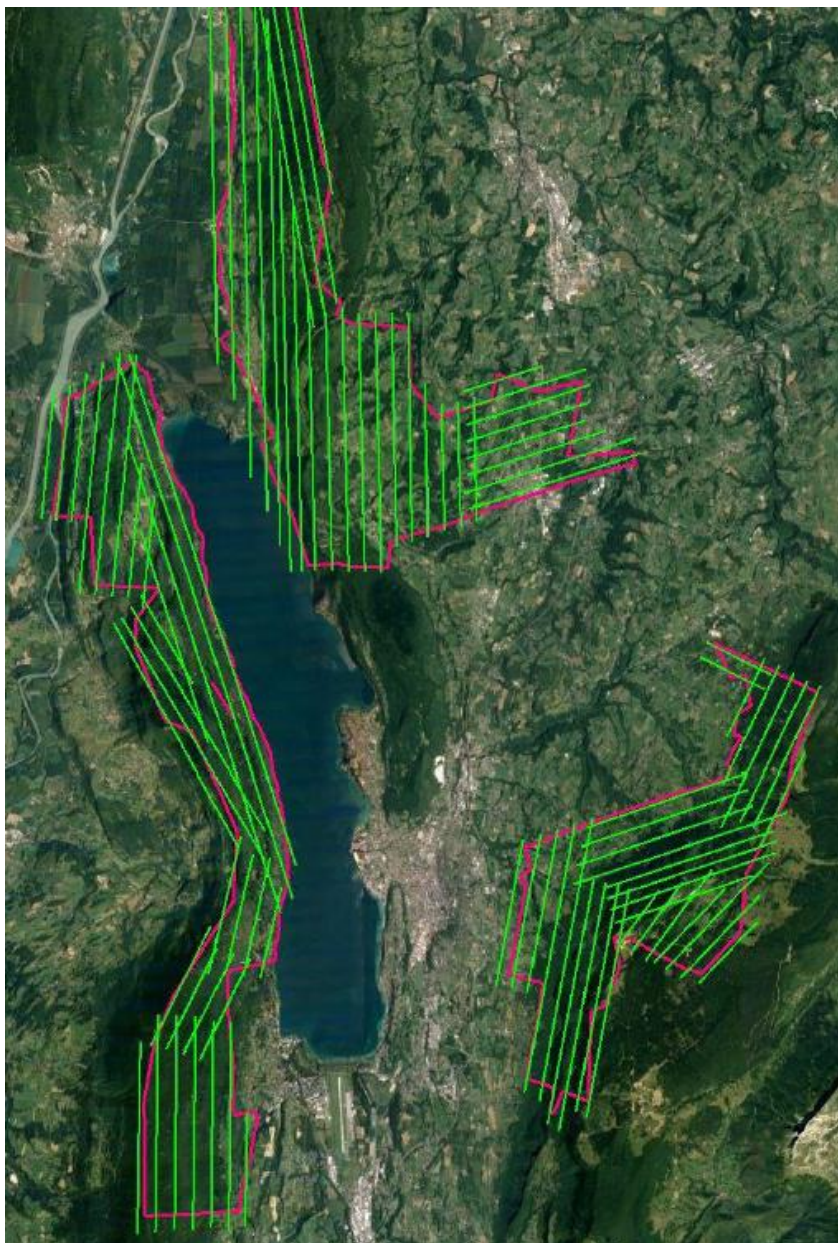


Figure 15 : Plans de vol du LIDAR complémentaire établi en 2018

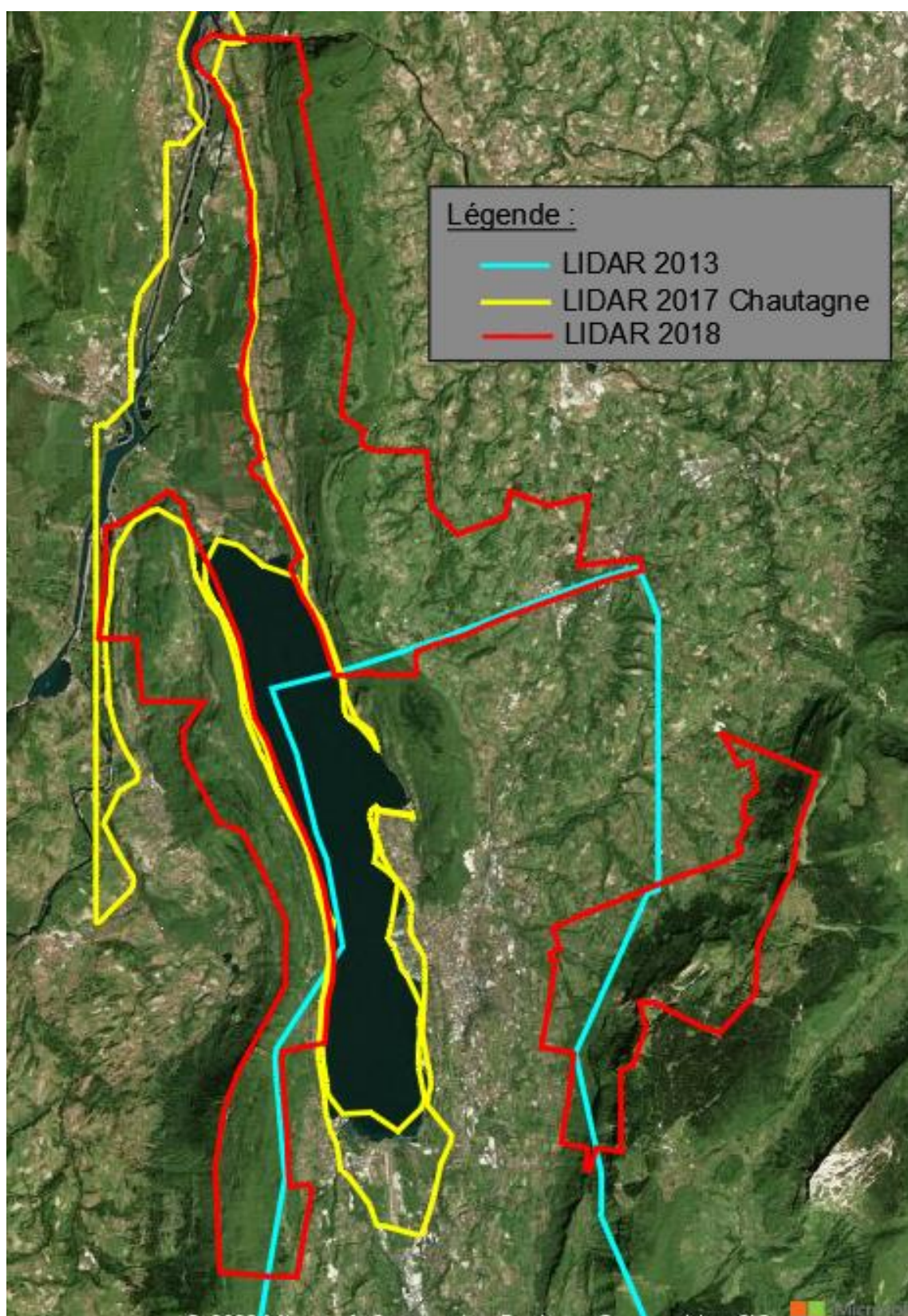


Figure 16 : Emprises LIDAR utilisées

2.8.2. Données topographiques sous Autocad (dwg)

Nous avons listé l'ensemble des plans dont nous disposons pour l'étude. Ces plans concernent majoritairement des plans de récolement ou des levés topographiques localisés. Ces fichiers ont été utilisés autant que possible pour collecter des informations de réseaux manquants au SIG fourni par Grand Lac.

FICHIER . DWG	Date d'émission	Etabli par	Maitre d'œuvre	Maitre d'ouvrage	Type de plan	Echelle d'origine	Système de coordonnées
DONNEES FOURNIES PAR GRAND LAC							
AIX							
AC_Aix_Avenue de Tresserve_Mauro_2012-01-16	2008	Bisillat D.J	Cidee inge-conseil	Ville d'Aix	Récol	200	Lamb II centre
AC_Aix_Bd de Russie_Eiffage_2012-09-11	2012	Eiffage		Ville d'Aix	Récol	200	cc45
AC_Aix_Hameau des Pacots_Eiffage_2012-03-05	2012	Eiffage	AIX_GEO	Khor immobilier	Récol	100	Lamb II centre
AC_Aix_Port à Barques_Mauro_2014-10-06	2014				DT?	?	Lamb II centre
AC_Aix_Rue François gaillard_2013-04-23	2013	Eiffage		Ville d'Aix	Récol		Lamb II centre
Aix_Chemin du Tir aux Pigeons_Famy_2009-08-06	2009	Famy					sans
Cotefort T1_Recol_global	2017	PL FAVIER	epode	CALB	recol	250	cc45
Cotefort T2_Recol_global	2017	PL FAVIER	epode	CALB	recol	200	
BOURGET							
Bourget_La-Roche-St-Alban_COLLET_2008-12-01	2002	Collet		Bourget	levé topo	500	Lamb II centre
DRUMETTAZ CLARAFOND							
A217090_Topo_150617_EXT	2017	AIXGEO		Drumettaz	levé topo	200	cc45
AC_DRUMETTAZ_Rte de CARNALAZ_EIFFAGE_REC_EU_2014-11-16	2014	EIFFAGE		Drumettaz	recol	200	cc45
AC_DRUMETTAZ_Rte de Carnalaz_REC_EP	2014	EIFFAGE		Drumettaz	recol	200	CC45
ASS_Drumettaz_Ch Vieux_Eiffage_2014-04-09	2014	EIFFAGE				200	SANS
GRAND LAC_dechetterie drumettaz_Plan de recolement	2017	MAURO	CABINET MERLIN	Grand Lac	recol	200	cc45
Montée du Biolay	2016		?	?	?	?	cc45
A217035-Topo-Zone 3-020317 modifi+* 170317_EXT.DWG	2017	AIX_GEO		Drumettaz			cc45
A217035-Topo-Zone 4-010317 modifi+* 170317_EXT.DWG	2017	AIX_GEO		Drumettaz			cc45
GRESY							
La Biolle - Grésy_Sassi TP_2011-01-06	2009	SASSI			recol	500	Lamb II centre
Mentaz_Assier_2003-12-01	2003	ASSIER				500	Lamb II centre
RP Antoger_Fontaine_2011-01-06	2008	FONTAINE					Lamb II centre
MONTCEL							
Le Montcel_Les Collombs_Giroud Garampon_2009-05-13	2009	GIROUD			recol	250	Lamb II centre
MOUXY							
BiolayECP_Socco_2003-06-01	2003	SOCCO			recol		Lamb II centre
CentreBourgLesSourcesDeMouxy_Eiffage_2010-12-07 - Copie	2010	EIFFAGE	Epode	Mouxy	recol	200	Lamb II centre
ExtGareTelepherique_Giroud-Garampon_2007-11-27	2007	GIROUD GARAMPON			recol		sans
Le_biolay_Vincent-Devun_0909	2009	VINCENT DEVUN					cc45
RD 211_Gerland_2003-07-22	2000	GERLAND		Mouxy	recol	200	Lamb II centre
RuisseauDeCombo_Falcoz_2002-11-14	1996	FALCOZ					FALCOZ_1996
PUGNY							
AC_PUGNY_Clos des Vignes_2015-03-05	2015	?	?	?	?	?	?
LotissementLaPommeraiEU_Devin_2006-03-07	2006						
PUG_BIOLETTE_RECOL_COLLET_2016-12-15.DWG	2016	GIROUD		Pugny	recol	300	cc45
Route de l'Eglise_Topo+Res-280116_EXT	2016	AIXGEO	..	Pugny	plan topo	250	sans
SAINT OFFENGE							
LesBonnevos_GiroudGarampon_2010-11-25	2010	GIROUD-GARAMPON		st Offenge	recol		sans
LesHuguets_GiroudGarampon_2010-11-25	2010	GIROUD-GARAMPON		st Offenge	recol		sans
RocheretLot2LesTocquets_Assier_2008-07-15	2008	ASSIER-GASTALDON		st Offenge	recol	500	Lamb II centre
Saint Offenge Dessous_RD911-Step Sierroz_T1+T2_Gavend+Giroud Garampon_2009-10-07	2009	GIROUD-GARAMPON		st Offenge	recol	500	Lamb II centre
Saint_Off_Dessous_Rocheret_Langain_2008-12-01	2008	LANGAIN		st Offenge	recol	1000	local
Saint_Off_Dessous_Tocquets_Gastaldon_2008-12-01	2008	ASSIER-GASTALDON		st Offenge	recol	500	local xyz
STO_CROUZET_TOPO_COLLET_2017-18-01	2017	COLLET					
TRESSERVE							
SESELETS recolement 22 11 12	2009	EIFFAGE		Conseil General	recol	250	Lamb II centre
Tresserve_RD1201_07 12 2012	2012	EIFFAGE		Conseil General	recol		Lamb II centre
VIVIERS							
1218- PLAN RECOLEMENT IND C - VERSION 2007b	2012	MONTMASSON		CALB	recol		cc45
EIFFAGE_Viviers_Les Seselets_2009-03-28				Conseil General	recol	250	Lamb II centre
EP_Viviers_Terre Nue_Sacer_2006-03-13					recol	200	Lambert II
VOGLANS							
Voglans_Rue de la Fraçon_Martoia_2009-02-06	2004	MARTOIA		Chambery	Projet	500	locale
GRESY_AIX							
L93 données compilées_maj04_2017	2016	HYDRETIJDES		CALB			cc45
DONNEES HYDRETIJDES							
SIERROZ MNT 20 06 011 plan recollement-Exutoire EP	2011				recol		cc45
	2017	AIX-GEO					
regroupementCC45	2015	HYDRETIJDES_AIXGE O			levé topo		cc45

Figure 17 : Liste des plans topographiques fournis sous Autocad dwg

2.8.3. Données SIG du réseau EP

Les données ont été fournies par GRAND LAC au début de l'étude puis réactualisées en 04/2020 et utilisées pour la construction de la majorité du modèle hydraulique.

Les données shape fournies sont les suivantes :

- EP.EP_bassin_de_retention_point.shp
- EP.EP_bassin_de_retention_point.shp
- EP.EP_chambres.shp
- EP.EP_conduite_de_branchement.shp
- EP.EP_deversoir_orage.shp
- EP.EP_ouvrage_de_pretraitement.shp
- EP.EP_poste_refoulement.shp
- EP.EP_puits_infiltration.shp
- EP.EP_regard_de_branchement.shp
- EP.EP_regard_de_visite.shp

Les principales données utilisées dans le modèle hydraulique sont notamment les regards de visite et les conduites principales, qui représentent l'architecture principale du réseau. Les autres données comme les bassins de rétention, les conduites de branchements, puits d'infiltration sont utilisées de manière plus locale.

2.8.4. Topographie complémentaire

L'exploitation des données SIG a mis en évidence des manques importants pour la cohérence et la construction du modèle hydraulique des réseaux EP, modèle qui nécessite une continuité amont/aval jusqu'à l'exutoire pour fonctionner.

		Branchement		Visite		Total
Regards	Total GRAND LAC	2836		18657		21493
	Total CALB	2675	94%	13261	71%	15936
	cfe correct	765	29%	3416	26%	4181
	prof correct (cfe incorrect)	93	4%	2462	19%	2555
	données incorrectes	1815	68%	7383	56%	9198
		Branchement		Principales		Total
Conduites	Total GRAND LAC	4861		25991		30852
	Total CALB	3546	73%	16934	65%	20480
	Ø correct	1615	46%	11879	70%	13494
	Ø incorrect	1931	55%	5055	30%	6986

Figure 18 : Analyse de la validité des données SIG fournies en début d'étude

Les données « incorrectes » sont celles manquantes ou avec des données visiblement erronées (cotes inférieures au niveau du lac, ou supérieures au LIDAR de plusieurs mètres).

Sur les données fournies au début de l'étude et en se focalisant sur les regards de visite et les conduites principales, on retiendra :

- **56% des regards de visite n'ont pas de fil d'eau correct ~ 7 400 regards**
- **30% des conduites n'ont pas de diamètre ~ 5 000 conduites**

A ces manques de données, il faut ajouter l'ensemble des réseaux non répertoriés dans le SIG, difficile à quantifier.

Après analyse des données SIG et de la topographie Autocad disponibles, nous avons effectué un travail de ciblage de topographie complémentaire afin de renseigner les données SIG, de la manière la plus pertinente possible, à savoir connaître un maximum d'information en un minimum de points relevés (un relevé exhaustif de l'ensemble du réseau aurait été trop coûteux et long dans le cadre de la mission).

Ainsi, ont été ciblés :

- Les réseaux avec enjeux importants à proximité
- Les réseaux identifiés dans les dysfonctionnements avec les communes
- Les réseaux principaux structurants sans information permettant la continuité amont / aval
- Les regards localisés aux intersections de plusieurs conduites

La topographie complémentaire a été réalisée entre 2019 et 2021, de manière ciblée sur l'ensemble du territoire. On compte environ :

- 2550 regards /nœuds
- 3100 conduites ~ 58 km

L'ensemble des données en SIG et sous format Autocad sera transmis à la fin de l'étude.

2019	Levé Regard : Le Bourget du Lac, Bourdeau, La Chapelle du Mont du Chat, Ontex, Saint Pierre de Curtille, Conjux.
2019	Fossé et réseau : Le Bourget du Lac, Bourdeau, La Chapelle du Mont du Chat, Ontex; Saint Pierre de Curtille ; Conjux. Tresserve ; Viviers-Du-Lac ;
2020	Voglans
2020	Viviers du Lac ; Tresserve
2021	Aix les Bains, Drumettaz-Clarafond, Mouxy, Pugny Chatenod
2021	Saint Offenge, Mery, Trévignin, Le Montcel, Saint Ours
2021	Grésy sur Aix, La Biolle

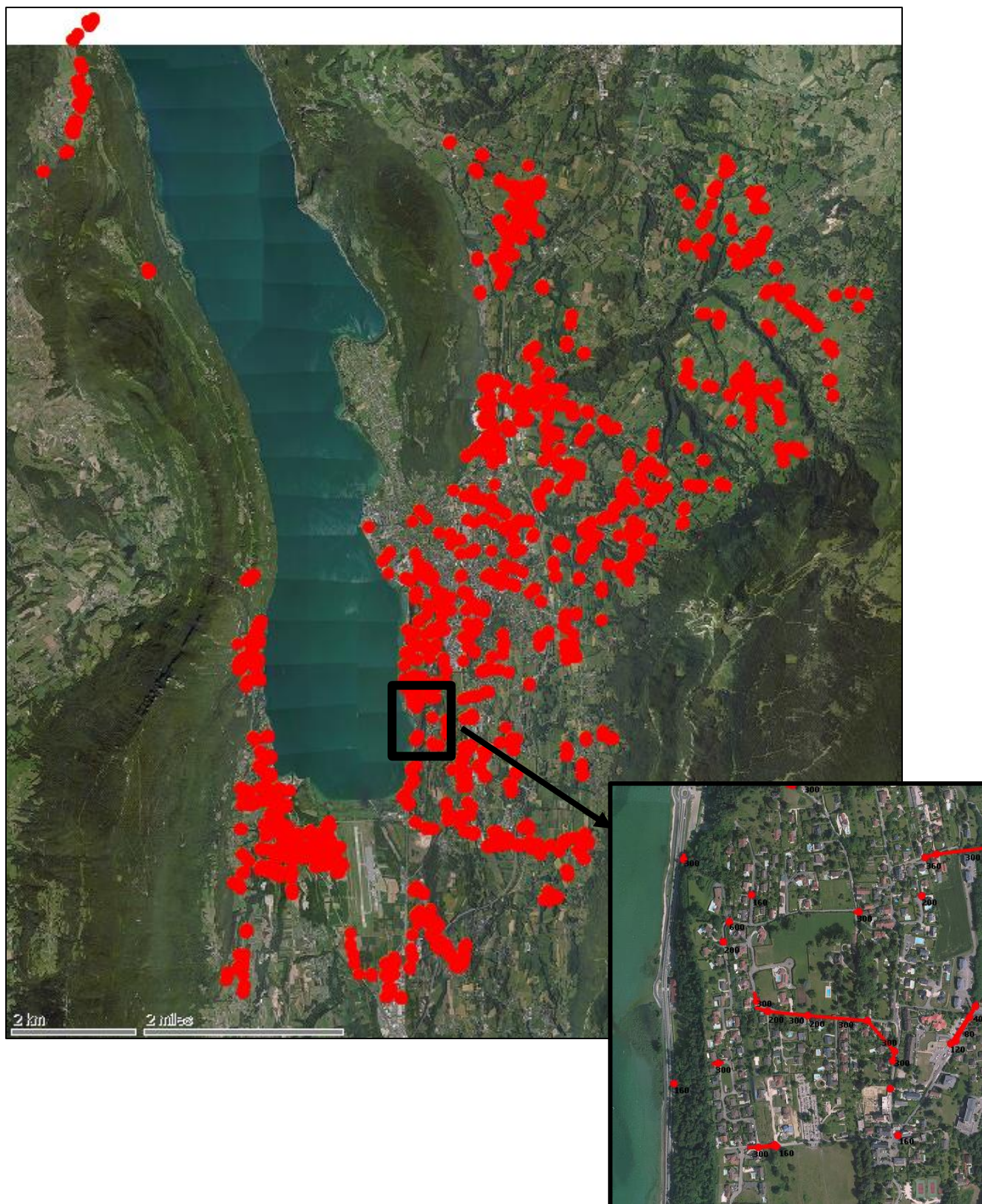


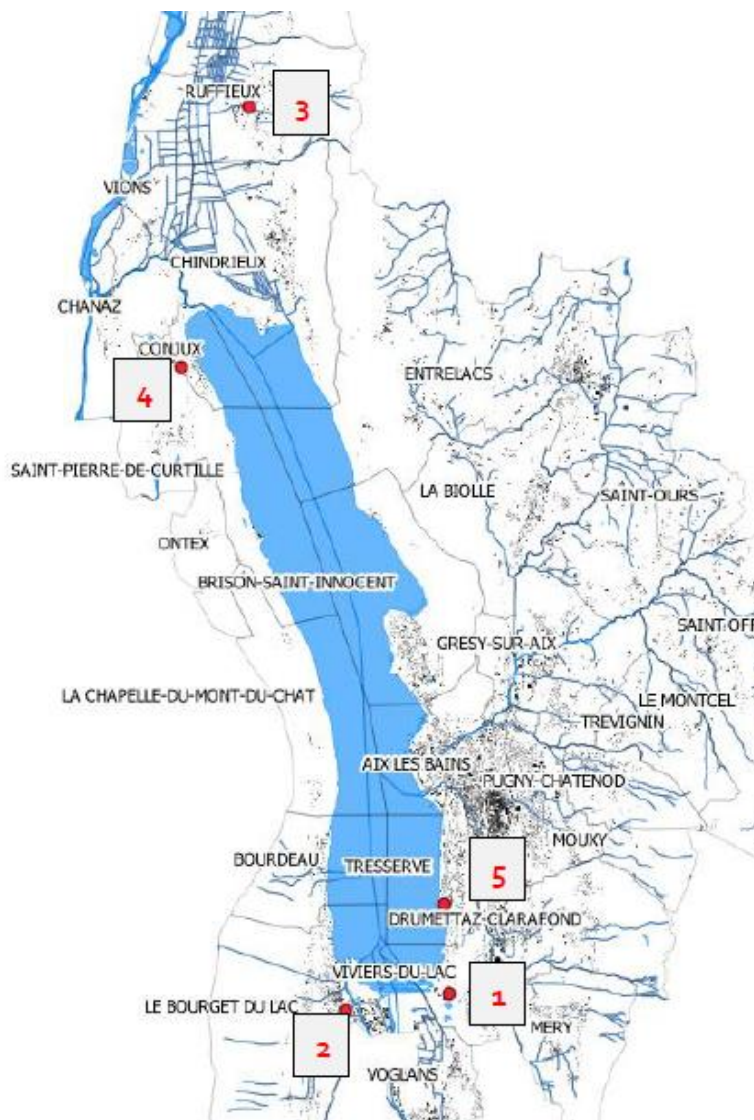
Figure 19 : Localisation de la topographie complémentaire

2.8.5. Données de métrologie – mesures de débit sur le réseau pluvial pendant l'automne 2019 – secteur Sud et Ouest du lac du Bourget

Afin de caler le modèle hydraulique ultérieurement, 5 points de mesures de débit ont été installés relevant les débits, hauteurs d'eau et températures sur la période du 24/09/2019 au 19/11/2019.

- Point 1 - Viviers
- Point 2 – Le Bourget (DN900)
- Point 3 – Ruffieux (cadre 1500*2000)
- Point 4 – Conjux (cadre 700*800)
- Point 5 – Tresserve (DN500)

id	X	Y	COMMENTAIRE	commune	DIM
1	925458.49932	6509464.3581	CONDUITE CIRC (BUSE DE TRANSIT DU FOSSE)	VIVIERS DU LAC	?
2	922877.44137	6509036.9461	CONDUITE CIRC	LE BOURGET DU LAC	900
3	920406.90977	6531810.57635	OUVRAGE CADRE	RUFFIEUX	1500*2000
4	918686.54209	6525235.82236	OUVRAGE CADRE SOUS REMBLAI ROUTIER	CONJUX	700*800
5	925363.76903	6511727.343	CONDUITE CIRC	TRESSERVE	500



La pluviométrie a été relevée sur le secteur à l'aide du pluviomètre, situé au centre d'Aix les Bains (au niveau de la STEP). Durant la période de levé, ont été relevés notamment 4 cumuls supérieurs à 20 mm.

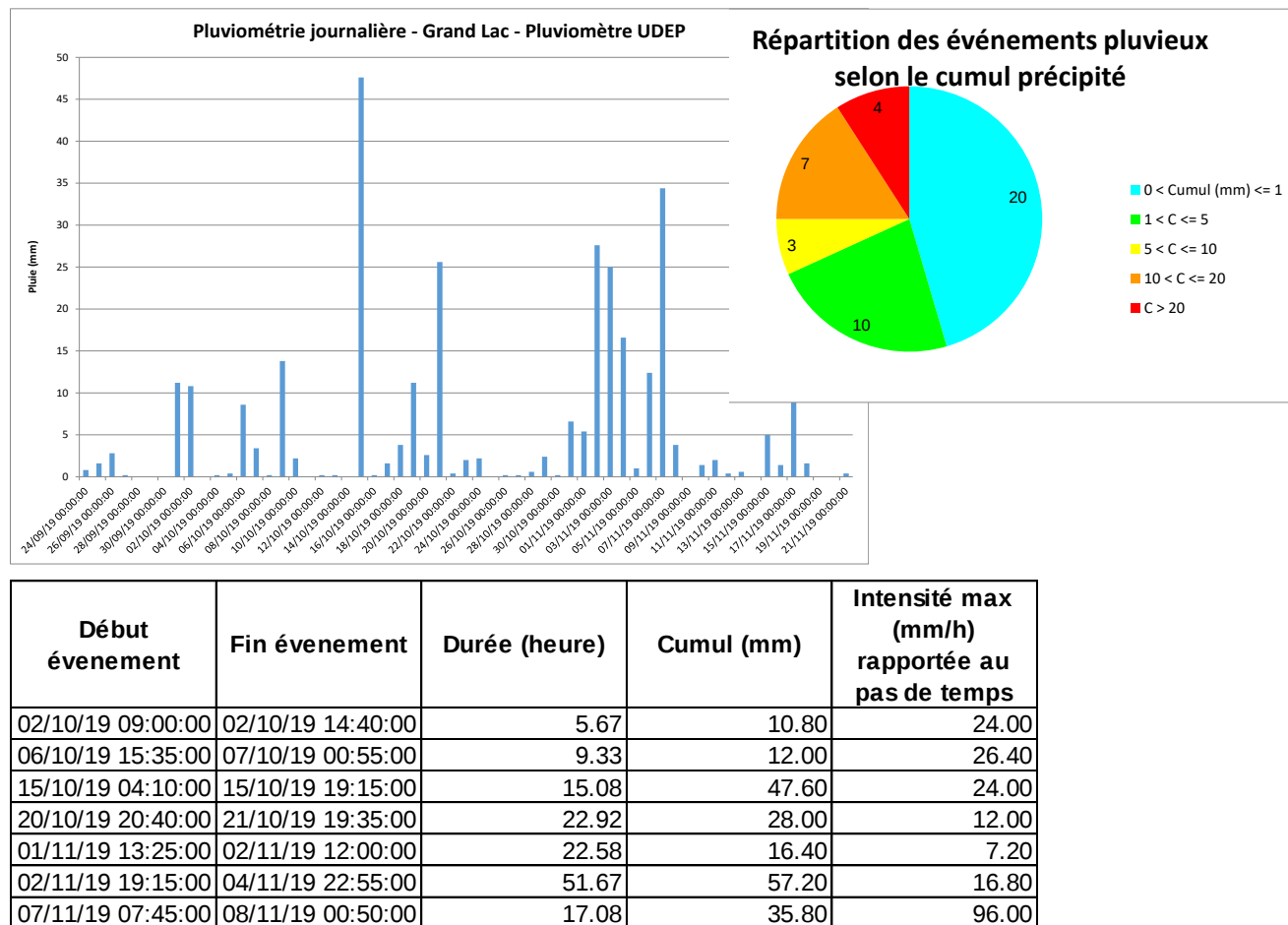


Figure 20 : Détails des événements marquants durant la période de mesure de débit du 24/09/2019 au 19/11/2019

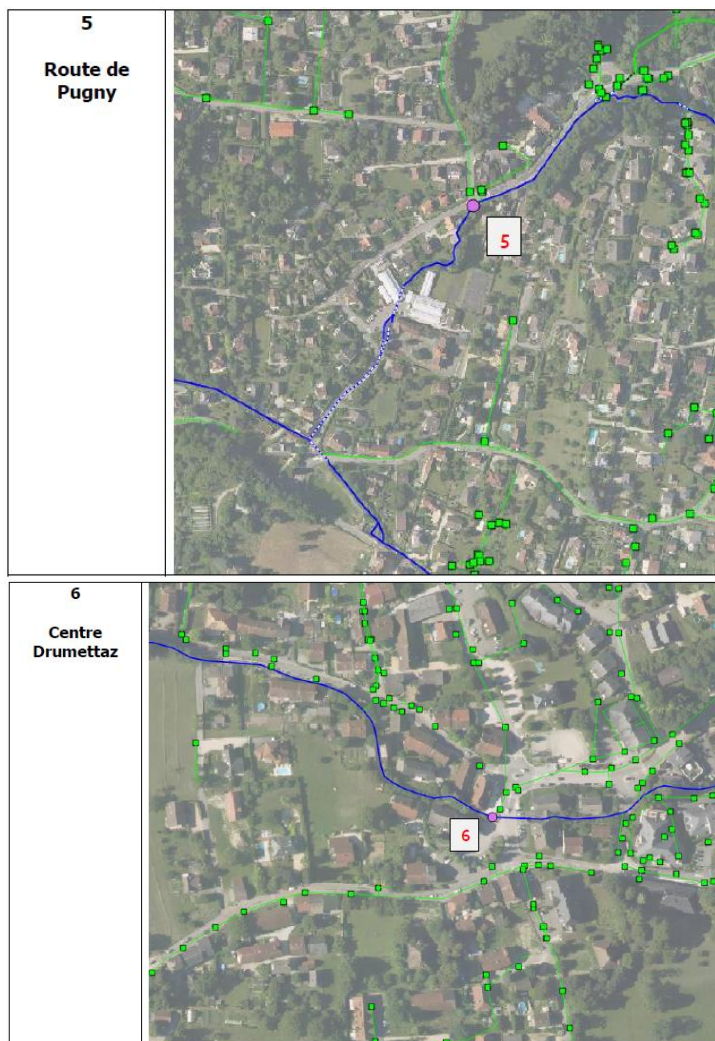
Les données seront exploitées ultérieurement dans la partie du calage du modèle.

2.8.6. Données de métrologie – mesures de débit sur le réseau pluvial pendant l'été 2020 – secteur Aix les Bains Drumettaz

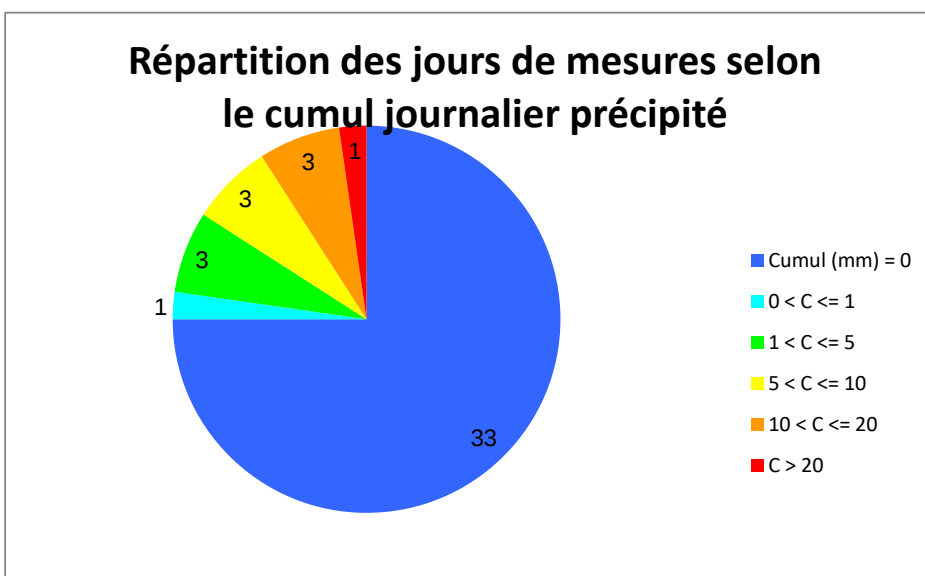
Afin de caler le modèle hydraulique ultérieurement, 5 points de mesures de débit ont été installés relevant les débits, hauteurs d'eau et températures sur la période du 20/07/2020 au 01/09/2020.

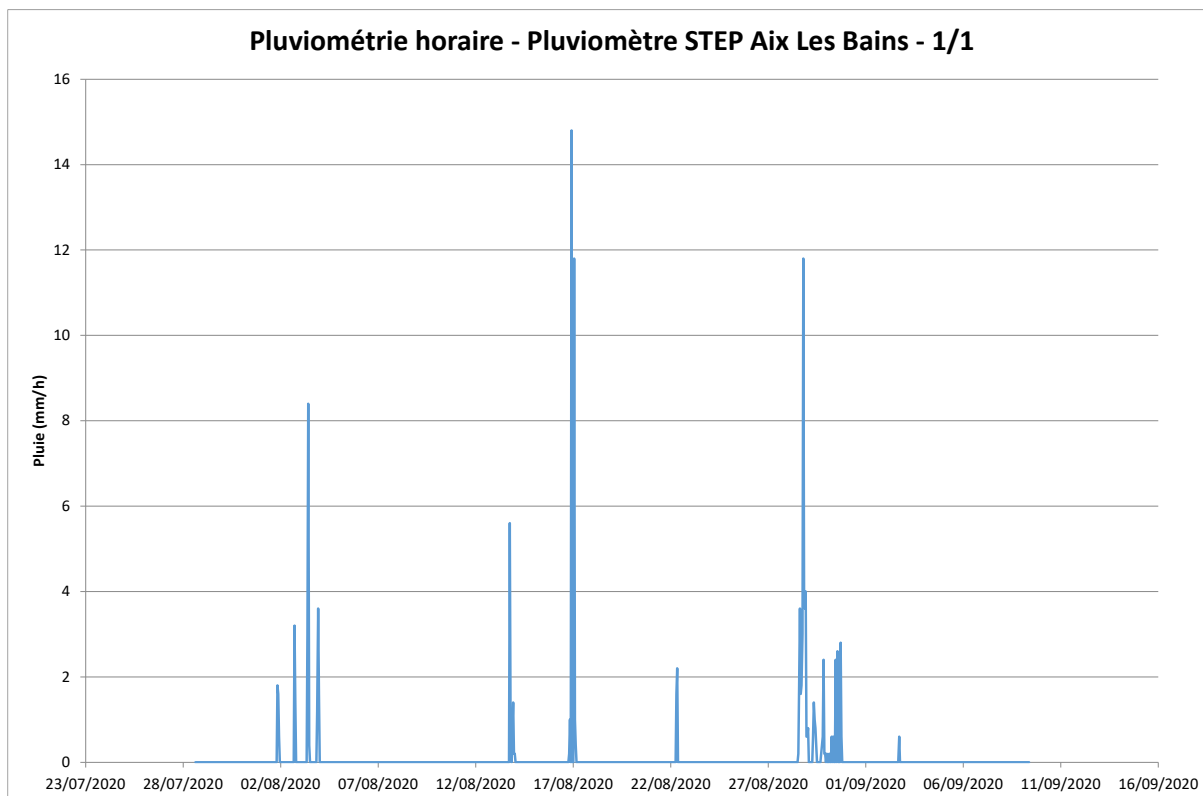
- Point 2 - Rue Victor Hugo
- Point 3 – Passage Pierre Morgan
- Point 4 – Tabac le Crystal
- Point 5 – Route de Pugny
- Point 6 - Drumettaz





La pluviométrie a été relevée sur le secteur à l'aide du pluviomètre, situé au centre d'Aix les Bains (au niveau de la STEP). Durant la période de levé du 20/07/2020 au 01/09/2020, ont été relevés 1 cumul supérieur à 20 mm





Début événement	Fin événement	Durée (heure)	Cumul (mm)	Intensité max (mm/h) rapportée au pas de temps
01/08/20 19:55:00	01/08/20 21:40:00	1.75	4.00	21.60
02/08/20 16:50:00	02/08/20 17:20:00	0.50	4.60	31.20
03/08/20 08:05:00	03/08/20 10:15:00	2.17	11.80	38.40
03/08/20 20:40:00	03/08/20 22:55:00	2.25	6.40	12.00
13/08/20 17:10:00	13/08/20 23:30:00	6.33	9.00	40.80
16/08/20 18:55:00	17/08/20 02:15:00	7.33	29.20	64.80
22/08/20 06:40:00	22/08/20 07:55:00	1.25	3.80	7.20
28/08/20 12:50:00	29/08/20 00:35:00	11.75	37.20	19.20
29/08/20 06:30:00	29/08/20 10:15:00	3.75	4.20	2.40
29/08/20 16:40:00	30/08/20 17:50:00	25.17	14.00	19.20

Figure 21 : Détails des événements marquants durant la période de mesure de débit du 20/07 au 01/09/2020

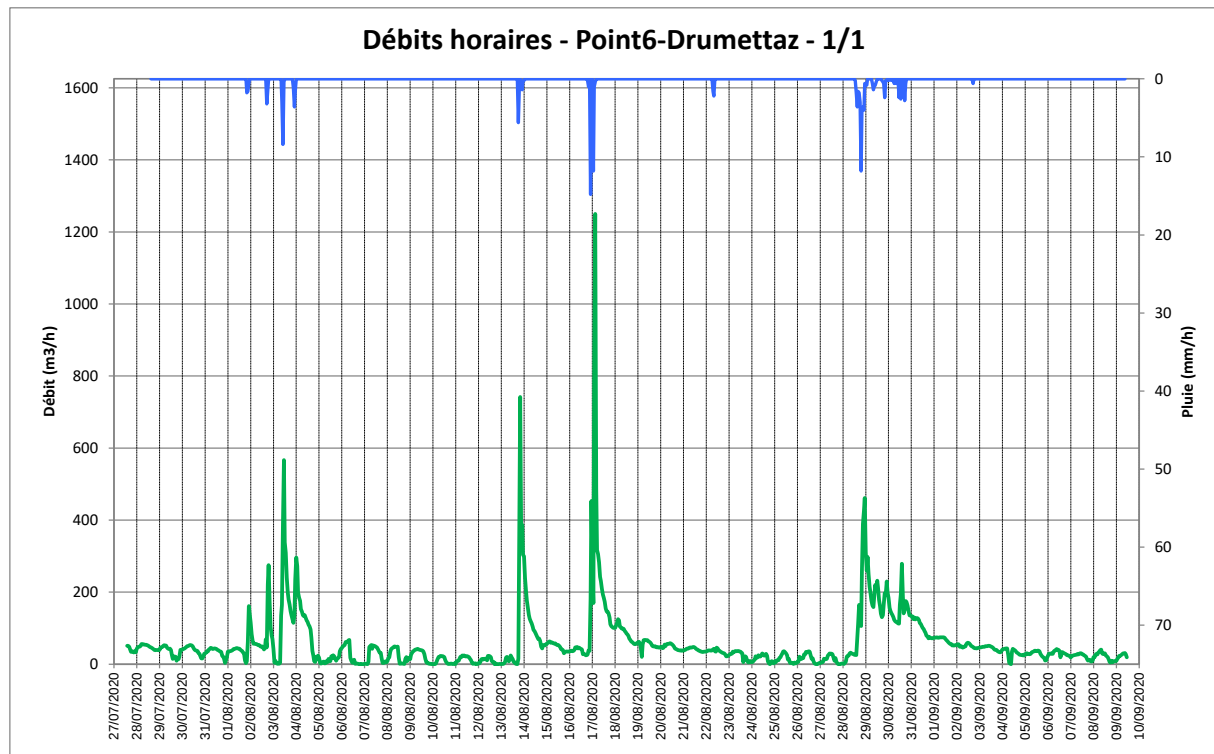


Figure 22 : Exemple de résultat de la mesure de débit – point 6

Les données seront exploitées ultérieurement dans la partie du calage du modèle.

RECENSEMENT ET CARTOGRAPHIE DES ENJEUX

Pour le recensement des enjeux, les principaux sites à relever sont :

- Les établissements recevant du public (mairie, bâtiments communaux, église...) ;
- 2.9. • Les lieux stratégiques (services de secours, organes de communication, alimentation en électricité, adduction d'eau potable, station d'épuration...) ;
- Les établissements recevant du public correspondant aux établissements susceptibles d'accueillir une population de sinistrés ou vulnérables (hôpitaux, écoles, maisons de retraite, campings...). Ces établissements sont identifiés notamment dans les PCS communaux ;
- Les établissements industriels et commerciaux ;
- Les voies de communications importantes ;

Nous avons établi des cartes des enjeux en reprenant les données des PPRI des communes concernées, afin de garder une cohérence dans la gestion globale des risques liés au ruissellement et débordements de cours d'eau.

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS - Piece 1 : Cartes des enjeux**

2.10. ENTRETIENS EN MAIRIE ET VISITE DE TERRAIN

Les entretiens en mairie ont été réalisés en 2019, accompagnés de visites de terrain ultérieures sur de nombreux sites évoqués en réunion.

L'ensemble des dysfonctionnements évoqués en réunion a été recensé en format SIG, avec une carte par commune.

Type de dysfonctionnement relevés :

- Conduite ou ouvrage sous dimensionné
- Conduite ou ouvrage en mauvais état
- Débordement de fossé ou cours d'eau
- Défaut d'entretien
- Absence d'ouvrage, fossé, réseau
- Zone saturée en eau
- Ruissellement de surface important
- Erosion de berge et incision
- Dysfonctionnement modélisé
- Autre

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 1 : Localisations des dysfonctionnements**

⇒ **ANNEXE 2 : Synthèse des entretiens en mairie**

ÉTAT DES LIEUX DU SYSTÈME D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Selon le CCTP, le territoire de la CALB, les linéaires de cours d'eau et de conduites sont les suivants :

COURS D'EAU (en ml) :

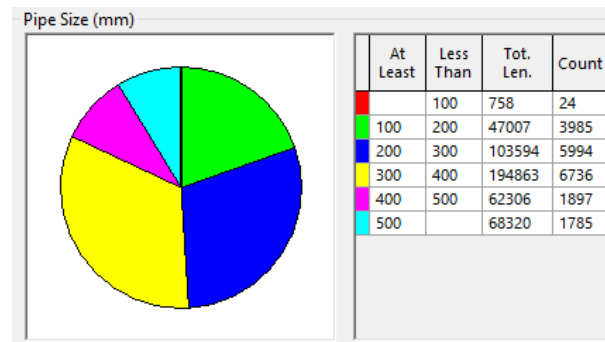
2.1

Type	Linéaire
Cours d'eau	141362
Cours d'eau busé	14474
Cours d'eau en attente d'expertise de la DDT	18032
Cours d'eau en attente d'expertise de la DDT Busé	1138

	Linéaire canalisations eaux pluviales			Cunette	Fosse	Ravine
	Total	Public	Privé			
Aix-les-Bains	115320 ml	90546 ml	24764 ml	1405 ml	2904 ml	391 ml
Bourdeau	4399 ml	1783 ml	2616 ml	684 ml	1382 ml	4096 ml
Bourget du lac	27699 ml	14356 ml	13161 ml	3294 ml	7133 ml	2453 ml
Brison Saint Innocent	17959 ml	14561 ml	3397 ml	4895 ml	4218 ml	313 ml
La Chapelle du Mont du Chat	953 ml	943 ml	11 ml	8 ml	668 ml	0 ml
Drumettaz	20967 ml	15428 ml	5463 ml	2211 ml	8739 ml	1301 ml
Grézy sur Aix	49587 ml	36027 ml	13560 ml	3336 ml	20888 ml	3208 ml
Méry	19016 ml	8634 ml	9485 ml	1541 ml	7061 ml	3341 ml
Le Montcel	13553 ml	12725 ml	828 ml	915 ml	3366 ml	9153 ml
Mouxy	14296 ml	12781 ml	1483 ml	2255 ml	3489 ml	0 ml
Ontex	817 ml	735 ml	81 ml	111 ml	122 ml	0 ml
Pugny	8575 ml	4642 ml	3933 ml	2731 ml	2793 ml	31 ml
Saint-Offenge	8071 ml	5814 ml	2258 ml	580 ml	3959 ml	878 ml
Tresserve	22779 ml	13861 ml	8918 ml	2618 ml	819 ml	772 ml
Trévignin	6654 ml	5476 ml	1178 ml	2013 ml	5850 ml	3718 ml
Viviers du Lac	18413 ml	6925 ml	11455 ml	664 ml	1374 ml	0 ml
Voglans	19067 ml	13839 ml	5228 ml	546 ml	13179 ml	650 ml
Total	368125 ml	259075 ml	107819 ml	29806 ml	87945 ml	30305 ml

Sur les dernières données fournies en 04/2020 prenant en compte Grand Lac (avec Chautagne), on compte :

Conduites principales + branchements



Nombre de conduites par diamètre et longueurs associées

En prenant en compte les conduites principales + branchements :

- Linéaire total ~ 663 km
- Nombre de conduites ~ 31 900

En prenant uniquement les conduites principales :

- **Linéaire total ~ 603 km**
- **Nombre de conduites ~ 25 650**

En ce qui concerne les fossés et cunettes :

- **Linéaire total ~ 260 km**
- **Nombre de fossés / cunettes : 3 650**

3. HYDROLOGIE

Pour plus de détails, on se rapportera au rapport hydrologique complet disponible en Annexe.

⇒ **ANNEXE 3 : Rapport d'hydrologie**

CONTEXTE CLIMATIQUE

Le territoire de Grand Lac se situe entre la cluse de Chambéry et les Préalpes. Une première analyse du régime des précipitations est réalisée à partir du réseau de pluviomètres locaux. La station de référence est la station de Chambéry -Aix (Voglans). Les données de précipitations moyennes (1981-2010) ont été comparées aux 13 postes dont les fiches climatologiques sont disponibles sur et autour du territoire de Grand Lac.

Les moyennes de précipitations annuelles en plaine sont de l'ordre de 1200 mm. La moyenne des cumuls moyens annuels sur 11 stations situées entre 235 m et 1350 m est de 1373 mm avec une variabilité importante d'une station à une autre (entre 1135 et 1705 mm). Les cumuls à la station de CHAMBERY-AIX sont plus faibles que ceux enregistrés aux stations de la MOTTE-SERVOLÉX (versant Est du massif de l'Épine), de NOVALAISE (versant Ouest de l'Épine), de MOGNARD et de TREVIGNIN (versant Ouest des Bauges) et d'autant plus que ceux enregistrés aux deux stations (très proches l'une de l'autre) de LA FECLAZ (massif des Bauges) qui présentent sans surprise les cumuls les plus importants.

Pour finir sur le régime des précipitations, elles sont réparties tout au long de l'année de manière typique pour la région alpine. L'analyse saisonnière des cumuls de précipitations montre qu'en moyenne c'est en hiver que les zones de plaines reçoivent le moins de précipitations, et à l'automne que les plus forts cumuls sont observés (flux d'ouest). Les précipitations prédominantes des mois d'hiver sont neigeuses suivant l'altitude de la station.

3.1.1. Stations pluviométriques

La carte ci-dessous recense des stations du territoire concernées par l'étude. Les stations analysées sont répertoriées dans le rapport d'hydrologie.

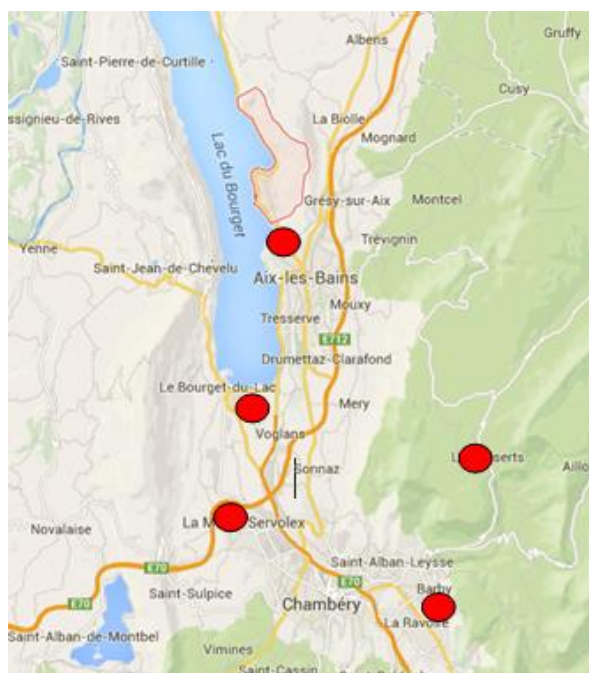


Figure 23 : Stations météo à proximité de la zone d'étude

LES PRECIPITATIONS JOURNALIERES

3.2.1. Les précipitations maximales journalières

Les quantiles de précipitations journalières 100 ans, 50 ans, 30 ans, 20 ans, 10 ans et 5 ans pour 7 stations à l'intérieur ou à proximité du territoire de Grand Lac ont également été récupérés auprès de Météo France (payant). Seule la station de TREVIGNIN se situe à une altitude de 730 m (mais les statistiques de cette station sont issues d'une période relativement courte de 1990–2016).

* Attention toutes les stations n'ont pas la même période de calcul

INSEE	Nom	Lieu-dit	Alt. (m)	Lat	Long	Hauteur de précipitations en 24 h (mm)					
						100 ans	50 ans	30 ans	20 ans	10 ans	5 ans
73064001	CHALLES-LES-EAUX	AERODROME_N	298	45.57	5.97	107.2	96	88.2	82.3	72.5	63
73179002	LA MOTTE-SERVOLEUX	LE NOIRAY	350	45.61	5.853	119.2	107.2	98.8	92.3	81.6	71.1
73146001	LESCHERAINES	La Madeleine	591	45.72	6.107	108.6	97.8	90.2	84.4	74.8	65.6
73158001	MOGNARD	DROISSETTE	340	45.76	5.957	117.5	104.8	96.1	89.4	78.5	68.1
1407001	SEYSEL	LE PLAN DE CA	285	45.95	5.823	116.9	106.1	98.3	92.2	81.8	71.4
73301001	TREVIGNIN	ST VICTOR	730	45.71	5.977	118	107.1	99.4	93.5	83.6	73.9
73329001	CHAMBERY-AIX	AERODROME	235	45.64	5.877	112.2	103.8	97.5	92.5	83.7	74.7

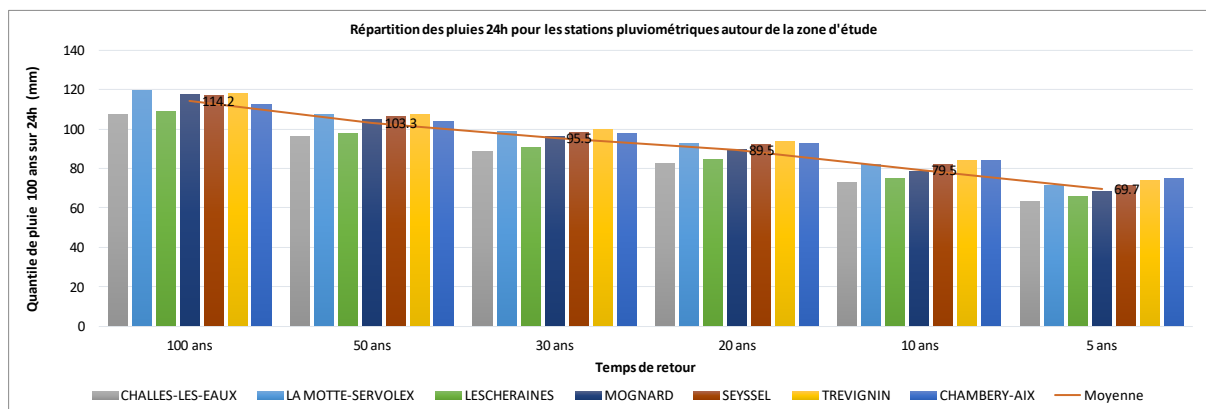


Figure 24 : Quantiles de précipitations journalières 100 ans, 50 ans, 30 ans, 20 ans, 10 ans et 5 ans

Les écarts des quantiles de précipitations journalières sont très faibles. Aucune corrélation avec l'altitude des stations n'est observée. Cela est en partie lié au mode d'ajustement des maximales annuelles à une loi GEV Locale–Régional, tel qu'il est pratiqué par Météo France qui prend en compte un large échantillon de stations autour de la station cible pour améliorer les ajustements. Les quantiles sont ainsi très bien corrélés de station à station.

Par exemple, l'échantillon des fortes pluies ayant servi à ajuster les paramètres de la loi Locale–Régionale GEV à la station de CHAMBERY–AIX contient 203 valeurs maximales annuelles qui proviennent de la station de CHAMBERY–AIX mais également des 12 stations voisines situées dans une zone estimée « homogène » situées sur un rayon de 49.7 km : 73191005 (LAC_AIGUEBELETT), 01034004 (BELLEY), 73171002 (MONTMELIAN), 74182001 (MEYTHET), 73011004 (ALBERTVILLE_JO), 38133001 (COUBLEVIE), 74285002 (USINENS_SA), 38053003 (BOURGOIN), 73255003 (STE_MARIE_CUINE), 38538002 (GRENOBLE_LVD), 01384003 (ST_RAMBERT_CG01), 01033002 (BELLEGARDE).

3.2.2. Records de précipitations journalières

Les records mensuels et annuels des précipitations journalières sur la période 1981–2010 sur chaque site ont également été récupérés auprès de Météo France (sans distinguer la date de l'événement). Les records annuels sur 24h montrent une hétérogénéité spatiale importante, avec des hauteurs de précipitations journalières entre 94.6 mm/24h et 139 mm/24h sur les 11 stations dont la période d'observation est assez longue (situées entre 235 m et 1350 m d'altitude). De nombreux records sont observés entre septembre et décembre.

Aucune relation entre stations ou avec l'altitude ou la position géographique (latitude et longitude) de la station n'est observée.

* Attention toutes les stations n'ont pas la même période de calcul

INSEE	Nom	Lieu-dit	Alt. (m)	La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)												Année
				Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	
1034001	BELLEY MAN	RUE ST-JEAN	277	59.2	139	73.5	59.5	74	64.2	57.7	98.5	120.4	78.7	133.2	78.8	139
74035001	BLOYE	CHEZ LES CAVC	375	43.5	56	54.3	43.2	44.8	60	60.1	63.2	106.4	55.7	85	46.5	106.4
73064001	CHALLES-LES-B	AERODROME N	298	49	62	54.1	54	91.6	76.6	80	83.8	72.5	68.6	48	104	104
73085001	CHINDRIEUX	CHEVIGNEUX	340	53.8	77.7	54.6	41.6	73.3	68.1	88.5	55.1	93.6	57.8	94.6	92.5	94.6
73098002	LA FECLAZ	LA FECLAZ	1350	53.5	52.5	50	60.9	105.8	75.8	97.1	69.6	112.1	61.5	62.5	108.2	112.1
73179002	LA MOTTE-SER	LE NOIRAY	350	65.8	110	50.7	54.5	49.3	57.6	63	66.5	108	65.6	66	124	124
73098003	LES DESERTS	LA FECLAZ FOY	1328	52.4	60	65.1	52	113.2	77.6	99	78.8	95.6	54.4	65	55	113.2
73146001	LESCHERAINES	La Madeleine	591	50.6	86.2	52.1	44	61.2	59.3	78.2	81	102	70.7	58.6	83.7	102
73158001	MOGNARD	DROISSETTE	340	47.6	74.8	50.2	65.8	52.2	67.3	85.1	59.2	114.8	78.4	72.1	69.9	114.8
73191001	NOVALAISE	rue du Col	460	64	89.7	54.6	57	70.6	119	90	99	116.3	80	72.2	118.4	119
73301001	TREVIGNIN	ST VICTOR	730	57.4	81.3	58.6	75.7	73.1	83.7	81.6	60.4	127.2	62.3	77.3	78	127.2
1453001	VIRIEU-LE-PETIT	CAT	603	64	54	52	67	53	48	60.9	70	70	65	68	47.8	70
73329001	VOGLANS (CHA)	AERODROME	235	56.7	120.8	67.4	48.8	65.7	65.4	74.1	83	95.6	112.2	61	93	120.8

Figure 25 : Records des précipitations journalières (fiches climatologiques de Météo France)

PLUIES A PAS DE TEMPS FAIBLES

3.1 Les données à pas de temps infra-journalier sont peu nombreuses dans le secteur étudié. Les données actuellement disponibles sont celles de la station de CHAMBERY-AIX. Le tableau ci-dessous présente les quantiles de précipitation recueillis :

	1982-2018					1982-2016		
	6min	15min	30min	1h	3h	6h	12h	24h
Durée de retour	6	15	30	60	180	360	720	1440
5 ans	8.8	15	21.7	26.8	37.5	49.9	63	74.7
10 ans	10.2	17.9	26.4	32.8	44.1	56.9	71.1	83.7
20 ans	11.5	20.8	31.5	39.2	51.2	63.9	78.9	92.5
30 ans	12.2	22.6	34.7	43.2	55.5	68	83.4	97.5
50 ans	13	24.9	38.9	48.6	61.3	73.3	89	103.8
75 ans	13.6	26.8	42.4	53.2	66.1	77.5	93.5	108.7
100 ans	14	28.2	45.1	56.6	69.7	80.6	96.7	112.2

Figure 26 : Quantiles de précipitation pour la station de CHAMBERY-AIX (méthode Locale-Régionale GEV) pour la période 1982-2018 (statistiques pour t=6min à 3h) et sur la période 1982-2016 (statistiques t= 6h à 24h)

L'analyse des quantiles de précipitation selon la durée des précipitations montre une augmentation constante des quantiles très importante entre 6 et 30 min. La pente tend ensuite à diminuer. Une rupture s'opère ensuite au niveau de la durée $D = 3$ h.

Commentaires :

La station de Chambéry-Aix dispose d'une large plage de données : de 1979 à 2012. La station d'Aix-les-Bains ne disposait pas encore d'ajustements statistiques au moment de l'étude car le poste est ouvert depuis 2003 et le nombre de relevé n'est pas suffisant.

En comparant les intensités journalières à proximité de la zone d'étude, on observe que les stations ont une intensité relativement homogène (Pj10 varie de 73 à 85 mm et Pj100 varie de 107 à 120 mm).

Par ailleurs, nous avons analysé les stations à proximité :

Station	Genève	Chambéry-Aix	Grenoble St Geoirs	Ambérieu Bugey	Meythet
Nombre d'années de mesure	~ 40 ans	34 ans	35 ans	26 ans	~ 15 ans
Ajustement statistique et plage de validité	Ajustement spécifique du canton de Genève	Coeff. de Montana 6-30min	Coeff. de Montana 6-30min	Coeff. de Montana 6-30min	-
6 min	16.0	10.1	12.0	11.3	14.1
10 min	18.7	13.6	14.8	14.9	-
15 min	21.1	17.3	17.6	18.5	21.2
30 min	26.1	26.0	23.5	26.6	28.9
60 min	32.1	32.1	32.9	31.3	35.0
120 min	39.6	39.8	40.6	41.8	40.9
240 min	48.8	47.3	50.1	55.7	-

Pour des durées supérieures ou égales à 30 minutes, les lames d'eau sont homogènes entre les différentes stations. En revanche, pour des durées faibles, inférieures à 15-30 minutes, la variabilité est plus importante et va dépendre notamment des phénomènes d'orages localisés et de la fiabilité des ajustements liée à la quantité de données disponibles (la station de Genève a toujours des valeurs élevées pour moins de 30 minutes). A noter qu'il faut aussi bien veiller à utiliser les coefficients de Montana dans leur plage d'utilisation.

De fait, pour l'étude nous retiendrons la station de CHAMBERY-AIX pour les pluies à pas de temps faible, compte tenu de sa proximité avec la zone d'étude et de sa large plage de données.

Durée de retour	a	b
5 ans	6.781	0.666
10 ans	9.099	0.692
20 ans	11.838	0.715
30 ans	13.638	0.727
50 ans	16.249	0.742
100 ans	20.349	0.762

Figure 27 : Coefficients de Montana de 30 minutes à 6 heures (source : Météo-France 2019)

EVENEMENTS REMARQUABLES

De manière synthétique, voici des pluviométries journalières sur des événements passés :

3.4

Evènement	Intensité journalière sur le poste pluviométrique (mm)				
	Aix-les-Bains	Chambéry-Aix (Voglans)	La Motte Servolex	Mont du Chat (altitude 1496 m)	Challes les eaux Aéroport
22/07/2015	73.4	74.1	-	56.9	-
04/11/2013	28.2	-	-	-	-
23/10/2013	52.8	-	-	68	-
28/07/2013	57.0	66.4	-	68	-
17/07/2011	80	60.2	58	73	-
04/09/2008		61.4	57.5	-	-
06/07/2006		-	57.6	-	-
10/08/2004	-	-	59.2	-	67
14/11/2002		61	66	-	-
25/09/1999	-	95.6	108	-	68

Dans le cadre de cette étude, 8 « événements remarquables récents » sont étudiés en détail entre 2008 et 2018, dont 5 événements marquants ayant entraînés un ruissellement important et de nombreux dégâts (CCTP) et 3 ayant entraînés des épisodes de crues sur tout ou partie les cours d'eau du territoire.

On se rapportera au rapport en Annexe pour l'ensemble des détails.

	Date	Situation
Episode "cours d'eau"	11-13/09/2008	(BV OUEST)
Episode CCTP	06/06/2015	(BV OUEST)
Episode CCTP	22/07/2015	(BV NORD-OUEST)
Episode "cours deau"	13-14/09/2015	(BV EST)
Episode CCTP	08-09/06/2016	(BV EST)
Episode CCTP	15-16/06/2016	(BV EST)
Episode CCTP	30/07/2016	(BV EST)
Episode "cours d'eau"	04/01/2018	(TOUS)

L'analyse des 8 événements sélectionnés, confirme que les événements pluviométriques ayant occasionné des dégâts liés au « ruissellement » sont associés à des pluies d'orage d'été très variables dans l'espace et dans le temps.

Aucune structure spatiale type ne ressort des analyses des pluies par événement ni des images radar récupérées, le territoire se situant au carrefour d'influences météorologiques très diverses.

3.4.1. Èvènèment du 21/07/1992

Le 21 juillet 1992, un orage a entraîné le débordement de plusieurs ruisseaux en amont d'Aix-les-Bains. Il serait tombé 80 mm en 1h20 à Aix-les-Bains. L'eau s'est alors répandue dans le centre-ville.

L'épisode est marqué par de fortes précipitations dans un très court laps de temps. « Il tombe 70 millimètres en une heure. On est sur un événement, en intensité, du type de ce qu'on voit dans les Cévennes », raconte Christophe Guay, responsable des grands travaux au Cisalb. « Tout ce qui tombe ruisselle, qu'on soit sur une dalle en béton ou dans un pré. Ça ne peut pas s'infiltrer, ça tombe trop vite » décrit-il à l'Essord Savoyard.

L'un des courants a pris la direction du parc floral des thermes jusqu'à l'avenue de Tresserve, et un second est passé par la rue de Genève jusqu'à l'hôpital. L'eau s'est infiltrée dans plusieurs bâtiments du centre-ville, inondant des hôtels, des restaurants, des pharmacies, le casino, le commissariat de police, la gare SNCF, l'hôtel de ville ou encore l'hôpital Reine-Hortense.



Figure 28 : Ruissellement pluvial pluie de 07/1992 (source : Archives municipales d'Aix-les-bains)

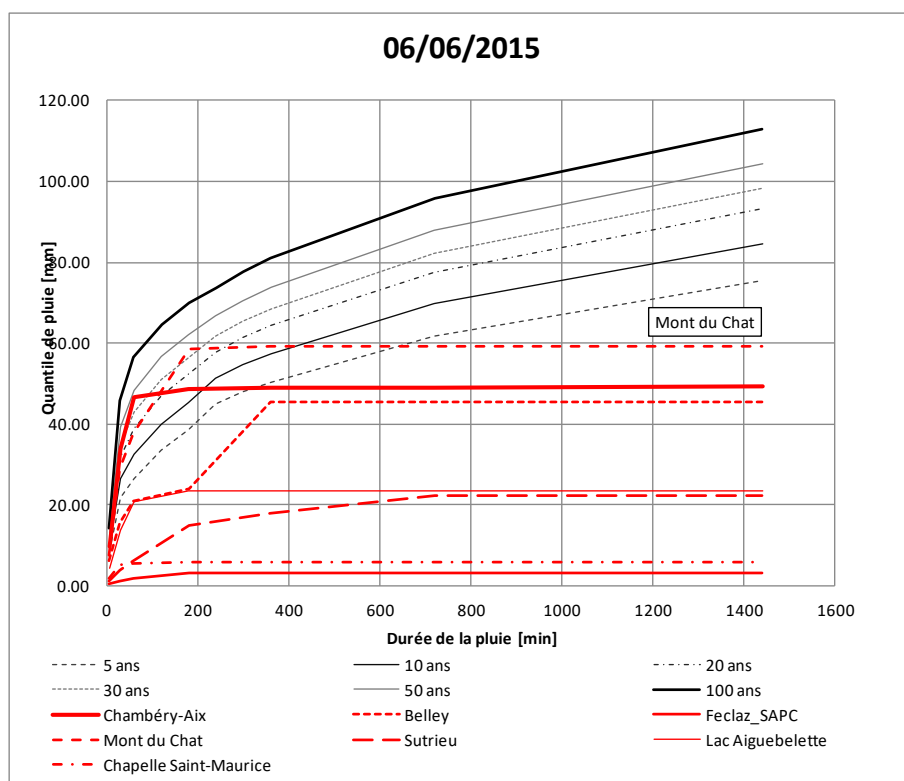
3.4.2. Evénement du 06/06/2015

Les très fortes intempéries enregistrées dans la soirée du 06 juin et le 7 juin 2015 ont occasionné d'importants dégâts sur plusieurs communes (Bourdeau, Chindrieux, Voglans...) suite à la formation de coulées boueuses et/ou la propagation des écoulements liquides via le réseau routier et qui se sont répandues sur les zones urbanisées en pied de pente.

Les cours d'eau jaugés ont très peu réagi à cette pluie violente très localisée. Cette pluie a cependant provoqué les débordements de certains ruisseaux et des dégâts liés aux ruissellements.

Cours d'eau	Date du max	Qp (m ³ /s)	T (ans)
Le Sierroz à Aix-les-Bains	06/06/2015	10.2	<< 2ans
Le Tillet à Aix-les-Bains	06/06/2015	3.02	<< 2ans
La Leysse à la Motte-Servolex	06/06/2015	33.5	<< 2ans

L'épisode pluvio-orageux du 6 juin 2015 est très localisé et n'a touché qu'une petite partie du bassin de Grand Lac. Cet événement, qui s'est déroulé dans un contexte de canicule, concerne le sud-est de la France, avec des orages qui se sont développés sur les reliefs.



Pas de temps [min]	Mont du Chat	Feclaz_SAPC	Lac Aiguebelette	Chambéry-Aix	Chapelle Saint-Maurice	Sutrieu	Belley
6	7.5	0.4	4.5	9.6	1.9	1.0	6.3
30	28.9	1.2	13.8	33.8	5.3	3.7	15.7
60	37.6	1.8	20.9	46.6	5.6	6.1	20.9
180	58.5	3.0	23.3	48.8	5.7	14.9	23.9
360	59.1	3.0	23.3	49.0	5.7	17.9	45.6
720	59.1	3.0	23.3	49.0	5.7	22.3	45.6
1440	59.1	3.0	23.5	49.2	5.7	22.3	45.6

3.4.3. Evènement du 22/07/2015

La pluie du 22/07/2015 est de l'ordre de la pluie centennale sur des durées inférieures à 4 heures. L'évènement a été très intense pour les durées inférieures à 4 h, de l'ordre de l'évènement centennial pour des durées de 30 minutes à 4 heures. Comme il a plu sur un créneau de 6 heures consécutives et non sur le reste de la journée, l'évènement est « seulement » de l'ordre de la pluie décennale sur 24 heures.



Chemin de Ponsonnet - regard qui déborde



Eglise

Des arrêtés CAT NAT « inondations et coulées de boue » ont été pris pour de très nombreuses communes dont Brison-Saint-Innocent, Chambéry, Ravoire (La), Voglans. C'est un évènement identifié dans le CCTP.

Sur les cours d'eau jaugés, seul le Tillet montre des débits significatifs (crue entre 2 et 5 ans de temps de retour). La Leysse, avec 83.6 m³/s s'approche de la biennale.

Cours d'eau	Date du max	Qp (m ³ /s)	T (ans)
Le Sierroz à Aix-les-Bains	22/07/2015	9.87	<< 2ans
Le Tillet à Aix-les-Bains	22/07/2015	6.15	2 < T < 5 ans
La Leysse à la Motte-Servolex	22/07/2015	83.6	< 2ans

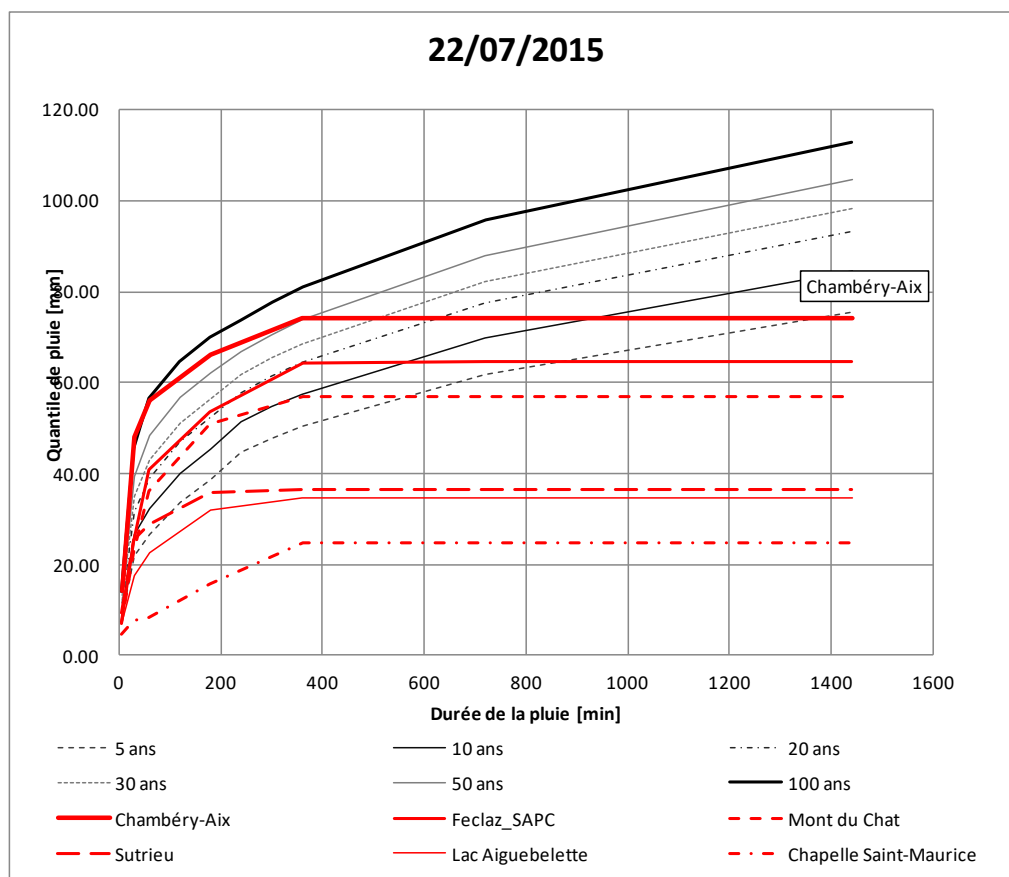
Le 22 juillet 2015, en altitude, le flux de sud-ouest devient perturbé. Des petits forçages viennent déstabiliser l'air chaud de basses couches sur les régions s'étendant du sud-ouest à l'est du pays. Une vague d'orages traverse le pays des Pyrénées aux Alpes.

L'évènement a débuté le mercredi 22 juillet 2015 et s'est terminé le même jour. Un important orage concerne la région de la cluse de Chambéry. Les images radars (intensité de pluie) et les cartes de la pluviométrie journalière de l'épisode confirme que l'épisode est centré sur la Motte-Servolex avec un cumul de 109 mm en 24h à la station de LA MOTTE-SERVOLEX (LE NOIRAY) et de 101 mm à la station de 101 mm (CHAMBERY, BISSY).

Les données à pas de temps fins récupérées montrent que c'est un épisode de records pluviométriques à la station de Chambéry-Aix :

- 6 min : 14.1 (soit une période de retour 50 ans -100 ans)
- 30 min : 48.2 mm (soit une période de retour supérieure à 100 ans).
- 1h : 56.2 mm (soit une période de retour 50 ans -100 ans)
- 6h : 74.1 mm (soit une période de retour 50 ans -100 ans)

Durée	Pluie à Aix les Bains mesurée toutes les minutes	Temps de retour approximatif sur la durée comparée à la station de Voglans
0.5 h (30min)	34 mm	~ P100 (33 mm à Voglans)
1 h	52 mm	> P100 (41 mm à Voglans)
1h30min	56.4 mm	> P100 (47 mm à Voglans)
2 h	58.6 mm	> P100 (51 mm à Voglans)
4 h	70.6 mm	> P100 (64 mm à Voglans)
24 h	73.4 mm	~ P10 (79 mm à Voglans)



Pas de temps [min]	Mont du Chat	Feclaz_SAPC	Lac Aiguebelette	Chambéry- Aix	Chapelle Saint- Maurice	Sutrieu
6	7.0	7.2	7.5	14.1	4.6	9.3
30	22.8	25.2	17.5	48.2	7.7	25.5
60	36.3	40.8	22.6	56.2	8.5	28.8
180	50.8	53.5	31.8	66.2	15.6	35.8
360	56.9	64.4	34.8	74.1	24.9	36.4
720	56.9	64.6	34.8	74.1	24.9	36.4
1440	56.9	64.6	34.8	74.1	24.9	36.4

3.4.4. Evènement du 15 au 16/06/2016

Des inondations liées aux ruissellements, débordements de cours d'eau et des coulées de boues sont signalés sur Aix les bains, Viviers du Lac et Drumettaz. Le débordement du Nant de Drumettaz a provoqué des inondations de la voirie et des parkings (zone artisanale est inondée (cote 260 m). Le Nant de la Parchalle a provoqué l'inondation propriétés et dommages importants. Le ruissellement dans la zone du hameau de Fresenex et au niveau du lycée Marlioz a provoqué des inondations de propriétés privées. Sur Vivier, la route et le parking de l'Intermarché ont été inondés. Sur Aix les bains, aucun dégât n'est signalé mais les cours d'eau et les ouvrages ont nécessité un entretien. C'est un évènement identifié dans le CCTP.



Nant de Drumettaz : Inondation voirie et parking



Coulée boue 16062016 RD50 entre Tresserve et Viviers



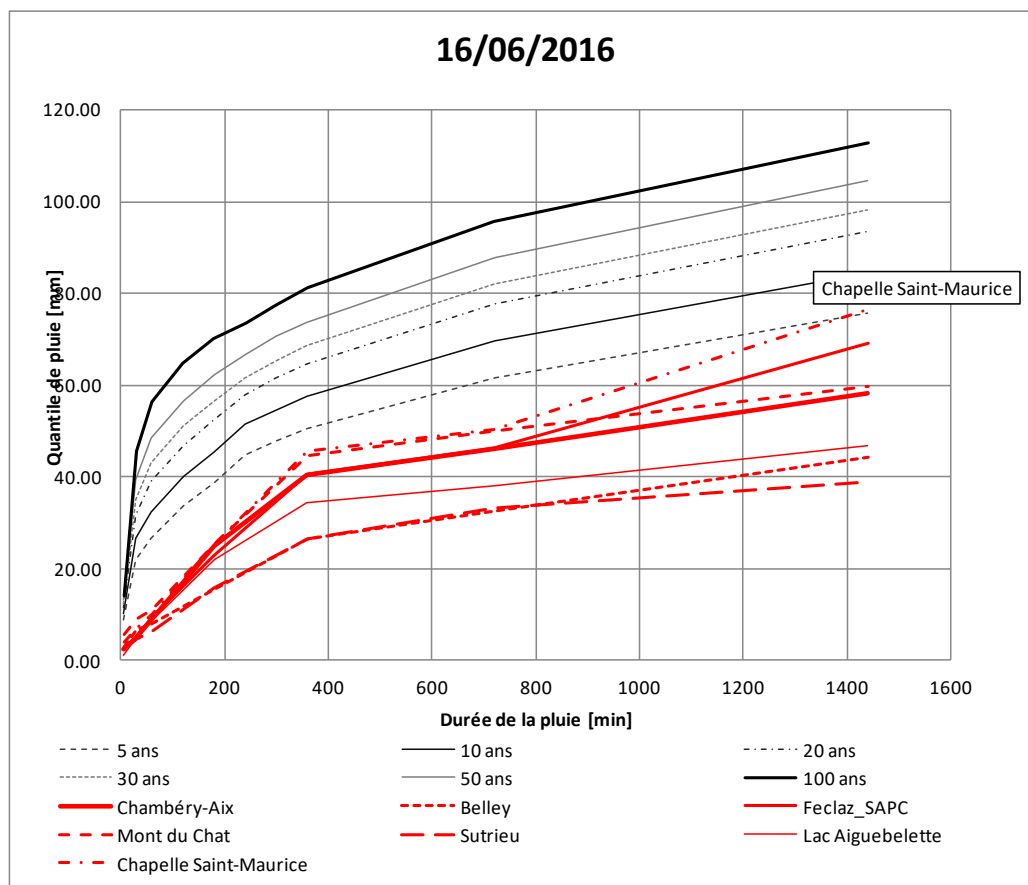
bassin boncelin 16 juin 2016 – Aix les bains



L'évènement pluviométrique a provoqué des **crues généralisées** sur l'ensemble des cours d'eau du territoire. Les bassins versants à l'Est (Sierroz et Le Tillet) ont très fortement réagi avec des crues importantes (entre 20 et 50 ans de temps retour).

Cors d'eau	Date du max	Qp (m3/s)	T (ans)
Le Sierroz à Aix-les-Bains	16/06/2016	95.8	20 < T < 50 ans
Le Tillet à Aix-les-Bains	16/06/2016	9.54	20 < T < 50 ans
L'Hyères à Chambéry	16/06/2016	56.3	10 < T < 20 ans
L'Albane à Chambéry	16/06/2016	15.6	< 2ans
La Leysse à la Ravoire	16/06/2016	60.5	5 < T < 10 ans
La Leysse à la Motte-Servolex	16/06/2016	174	10 < T < 20 ans

La pluviométrie de l'événement acquise sur 7 stations à pas de temps fins. Cet épisode est caractérisé par une grande extension spatiale (toutes les stations enregistrent des pluies) sur une relativement courte durée (6h). Il n'est pas significatif sur 24h et n'est pas relevé dans la base de données de Météo France sur les cartes pluviométriques («<http://pluiesextremes.meteo.fr/>).



Pas de temps [min]	Mont du Chat	Feclaz_SAPC	Lac Aiguebelette	Chambéry-Aix	Chapelle Saint-Maurice	Sutrieu	Belley
6	5.6	2.1	1.2	2.3	3.9	2.4	2.9
30	9.1	5.1	4.8	4.7	6.9	4.6	6.7
60	11.1	9.2	8.5	8.9	10.0	6.2	8.1
180	25.0	22.6	21.9	25.0	25.2	15.8	15.3
360	44.7	40.6	34.3	40.4	45.6	26.4	26.4
720	49.9	46.4	37.9	46.2	50.3	33.0	32.5
1440	59.8	69.2	46.9	58.1	76.4	39.0	44.2

3.4.5. Autres événements marquants recensés

7/05/1983 :

Cet événement est mentionné dans les entretiens en mairie. L'événement est caractérisé par des pluies prolongées et intenses : 41,9 mm sont tombés en 24 heures le 7 mai 1983, puis 23,9 mm en 24 heures le lendemain.

14 au 20/02/1990 :

Cet événement est mentionné dans les entretiens en mairie. La station de Chambéry-Aix a mesuré un cumul de 120,8 mm en 24 heures, et 235,7 mm en 48 heures, avec un total de 324,8 mm cumulés entre le 10 et le 16 février 1990. Cet événement peut être considéré comme ayant un temps de retour supérieur à centennal sur une longue durée.

Avant le 10 février, aucune activité pluviométrique n'a été enregistrée. A partir du 10 février, on observe les premiers cumuls pluviométriques : nous pouvons imaginer que ces premiers événements ont saturé les sols et les réseaux, avant que l'événement plus important du 14 février ne vienne se produire.

25/09/1999 :

Un des événements les plus marquants de ces 3 dernières décennies est celui du 25/09/1999, avec des **pluies journalières de l'ordre de 100 à 110 mm** sur la zone.

15/11/2002 :

Cet événement est mentionné dans les entretiens en mairie. 61 mm sont tombés en 24 heures au niveau de la station de Chambéry-Aix, soit environ un temps de retour de 5 à 10 ans. De faibles cumuls ont été enregistrés les jours précédant l'événement, donc aucun événement significatif.

02/03/2007 :

Avec un cumul pluviométrique de 51.6 mm en 16 heures, l'événement a une période de retour de l'ordre de 5 ans. Les jours précédant l'événement ont tous été pluvieux et ont saturé les sols et les réseaux pluviaux.

11 au 13/09/2008 :

Pas de temps [min]	Mont du Chat	Feclaz_SAPC	Chambéry-Aix	Sutrieu	Belley	Moyenne	Temps de retour
6	4.50	5.40	4.20	3.10	3.20	4.08	<5 ans
30	8.80	16.20	9.40	12.20	6.60	10.64	<5 ans
60	11.80	25.40	17.20	17.80	9.00	16.24	<5 ans
180	25.90	41.40	29.60	22.00	12.60	26.30	<5 ans
360	28.10	43.80	31.60	23.40	16.60	28.70	<5 ans
720	32.30	47.80	37.60	25.40	18.60	32.34	<5 ans
1440	38.30	49.20	48.40	27.00	20.00	36.58	<5 ans

14/05/2011 :

L'événement est remarquable par le cumul de 21 mm en 1 heure. Son temps de retour se situe entre 20 et 50 ans. Avant l'événement, aucune pluie significative n'a été observée. Les sols n'étaient donc pas saturés, de même que les réseaux d'eaux pluviales.

28 au 29/07/2013 :

De fortes précipitations ont eu lieu dans la nuit du 28 au 29 juillet 2013, avec un orage localisé dans la matinée du 29 juillet. Le cumul relevé à la station de Chambéry-Aix est de 94.4 mm en 15 heures. Il s'agit d'un événement rare, de période de retour estimée comprise entre 50 et 80 ans. Aucune pluie n'a été enregistrée dans les jours précédant l'événement.

15 et 16/02/2014 :

L'événement a cumulé 19.1 mm en 14 heures, soit un temps de retour bien inférieur à 5 ans.

L'événement s'est produit deux jours après un premier événement semblable à celui-ci en termes de cumuls. On peut donc penser que les sols étaient déjà saturés en eau.

01 au 03/05/2015 :

Avec un cumul de 63.5 mm en 22 heures relevé à la station pluviométrique Chambéry-Aix, l'événement a une période de retour environ quinquennale. L'événement s'inscrit dans un contexte post-pluie avec quelques événements fin avril 2015, entraînant une saturation des sols. L'événement est de période de retour au moins de l'ordre de 10 ans, donc il s'agit d'un événement assez fréquent et d'ampleur modérée sur les réseaux pluviaux.

14/09/2015 :

Les cumuls sur 6 h et 12h permettent de classer cet épisode pluvieux comme une pluie de temps de retour entre 10 et 20 ans. Le cumul à la station de Chambéry-Aix présente des cumuls sur 6h de temps de retour entre 20 ans - 30 ans.

Pas de temps [min]	Mont du Chat	Feclaz_SAPC	Lac Aiguebelette	Chambéry-Aix	Chapelle Saint-Maurice	Sutrieu	Belley
6	5.4	7.9	8.0	5.0	3.0	2.7	2.7
30	11.9	13.9	13.9	11.7	7.0	6.5	7.7
60	19.5	18.1	17.9	15.8	13.5	9.9	12.7
180	42.4	44.1	41.8	38.2	33.5	27.2	31.1
360	72.3	65.9	65.2	66.6	51.7	44.3	48.3
720	75.1	70.4	67.0	68.2	59.5	47.3	51.1
1440	85.5	80.1	77.4	80.7	65.5	60.0	64.0

04/01/2018 :

Des épisodes pluvieux longs, avec une durée moyenne de 48h, associés à un fort redoux ayant fait fondre le manteau neigeux ont été enregistrés.

Après un mois de décembre particulièrement humide, le département de la Savoie a subi le passage de deux tempêtes successives (Carmen les 30 et 31 décembre 2017 puis Eleanor les 03 et 04 janvier 2018). cumulé de phénomènes a engendré une saturation en eau des sols et une montée en crue de nombreux cours d'eau.

Aucun événement digne d'être signalé ne s'est produit. L'événement pluviométrique a en revanche provoqué des crues généralisées sur l'ensemble de cours d'eau du territoire. L'Hyères à Chambéry a atteint 70.2 m3/s (entre 20 et 50 ans de temps retour).

Cours d'eau	Date du max	Qp (m3/s)	T (ans)
Le Sierroz à Aix-les-Bains	04/01/2018	74.6	5 < T < 10 ans
Le Tillet à Aix-les-Bains	04/01/2018	6.81	5 < T < 10 ans
L'Hyères à Chambéry	04/01/2018	70.2	20 < T < 50 ans
L'Albane à Chambéry	04/01/2018	24.7	5 < T < 10 ans
La Leysse à la Ravoire	04/01/2018	101	> 50 ans
La Leysse à la Motte-Servolex	04/01/2018	174	10 < T < 20 ans

Pas de temps [min]	Mont du Chat	Féclaz_SAPC	Lac Aiguebelette	Chambéry-Aix	Sutrieu
6	0.6	1.5	0.8	0.8	1.3
30	2.1	4.7	3.2	2.8	4.3
60	3.7	7.3	5.8	4.8	6.6
180	9.7	19.2	15.0	13.0	13.0
360	17.9	32.5	23.6	23.0	22.8
720	29.2	47.7	38.4	33.8	37.2
1440	36.0	50.5	44.4	37.0	46.6

18/01/2018 :

Les cumuls pluviométriques ont été excédentaires durant tout le mois de janvier avec des précipitations très fréquentes. A la station de Chambéry-Aix, on relève un maximum de 38,8 mm en 24 heures le 16 janvier. L'événement est surtout remarquable par ses cumuls : 201,1 mm, soit supérieur de 96% par rapport à la moyenne de 1981 à 2010.

Les cumuls enregistrés au mois de décembre 2017 et durant tout le mois de janvier 2018 ont provoqué une saturation des sols et des réseaux d'eaux pluviales.

22/01/2018 :

Les cumuls pluviométriques ont été excédentaires durant tout le mois de janvier avec des précipitations très fréquentes. A la station de Chambéry-Aix, on relève un maximum de 38,8 mm en 24 heures le 16 janvier. L'événement est surtout remarquable par ses cumuls : 201,1 mm, soit supérieur de 96% par rapport à la moyenne de 1981 à 2010.

Les cumuls enregistrés au mois de décembre 2017 et durant tout le mois de janvier 2018 ont provoqué une saturation des sols et des réseaux d'eaux pluviales.

01/02/2019 :

Le cumul pluviométrique enregistré à la station Chambéry-Aix est de 59.9 mm en 23 heures. Il s'agit d'un événement dont la période de retour est quelque peu inférieure à 5 ans.

Cet événement fait suite à une série de petits événements qui ont entraîné une saturation des sols et des réseaux.

01/07/2019 :

La station pluviométrique de Chambéry-Aix a enregistré un cumul de 11,5 mm en 2 heures. L'événement fait suite à une période de canicule intense et à une forte sécheresse.

CONSTRUCTION DE PLUIES DE PROJET

Les pluies de projet utilisées seront des pluies "double triangle" de type Desbordes, traditionnellement utilisées en hydrologie urbaine. Ces pluies de projet seront construites à partir des données de pluies locales définies précédemment et auront les caractéristiques suivantes :

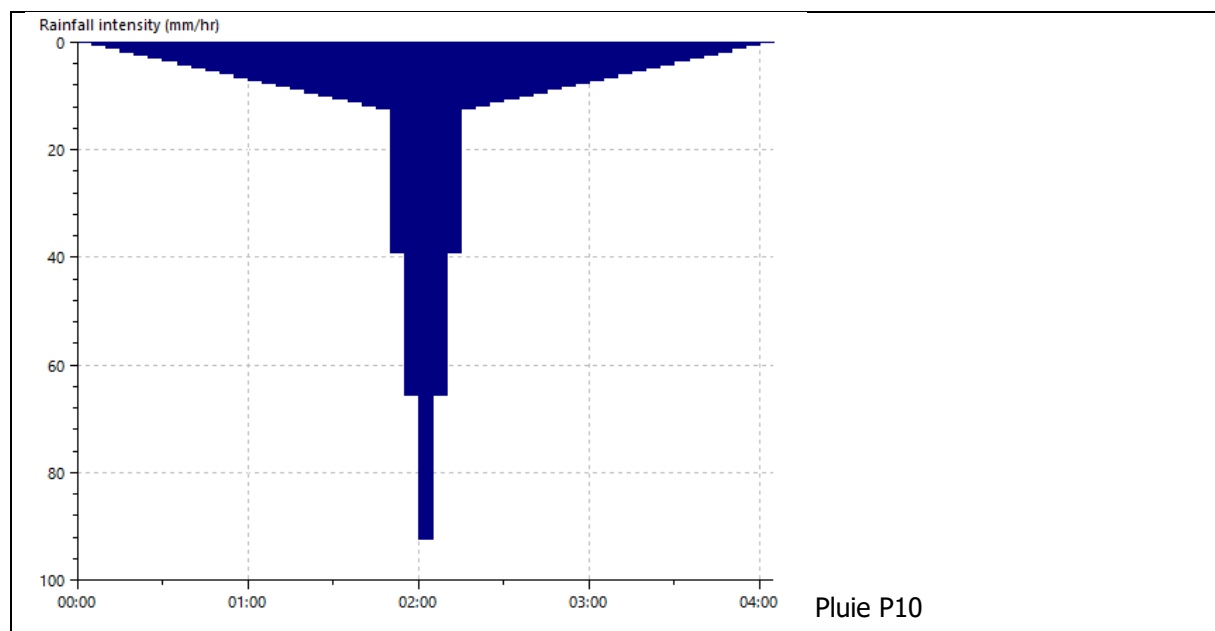
- 3.5.
- Forme : type Desbordes « Double triangle » : une période de pluie intense avec montée et descente symétrique de l'intensité de pluie, comprise dans une période de pluie moins intense.
 - Durée totale : 4 heures (durée adaptée au temps de concentration moyen des sous bassins versants ruraux)
 - Durée de la période de pluie intense : 30 minutes (durée adaptée au temps de concentration moyen des sous bassins versants)
 - Pour chaque pluie de projet dite « de période de retour T », les intensités sont de période de retour T sur la durée totale et sur la durée de pluie intense

Dans le cas présent d'une étude de ruissellement pluvial sur le territoire de GRAND LAC, les bassins versants à étudier sont généralement de petite taille avec un temps de concentration de l'ordre de 10 à 30 minutes pour les bassins urbains et 30 minutes à plusieurs heures pour les bassins « ruraux ».

De plus, l'analyse des événements marquants a montré que les pluies causant des débordements par ruissellement sont principalement des pluies d'orage courtes et intenses (comme la pluie du 21/07/1992 avec 80 mm en 1h20 ou du 22/07/2015 avec 52 mm en 1 heure).

Ainsi, nous étudierons des pluies intenses sur une durée totale de 4 heures permettant de faire régir les petits bassins versant ruraux élémentaires et un pic intense de 30 minutes permettant de faire réagir les bassins urbains (pluie traditionnelle de Desbordes). Nous prendrons une pluie homogène sur l'ensemble du territoire.

On retiendra que ces pluies de projet sont de « courte » durée, ce qui implique que les cours d'eau comme le Sierroz, le Tillet, la Deysse ne réagiront pas autant que les petits bassins versant en termes de temps de retour. Par exemple, pour la pluie du 22/07/2015, on constate une pluie de temps de retour d'environ 100 ans pour une durée d'une heure qui a causé des dégâts de ruissellement mais des débits de l'ordre de 2 ans dans les 4 principaux cours d'eau (sans dégâts).



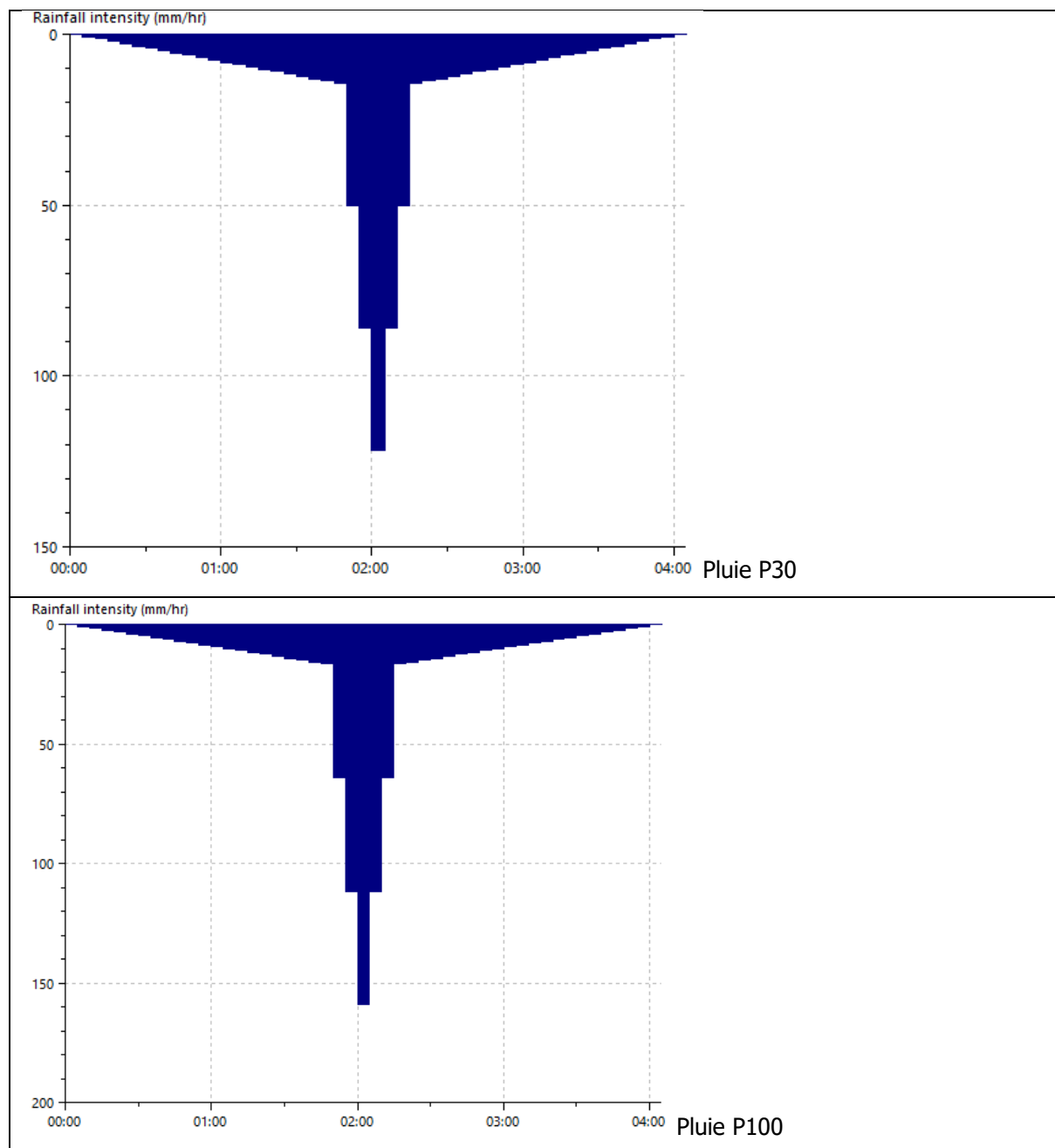


Figure 29 : Pluies de projet prises dans le modèle

Temps de retour (ans)	5	10	30	100
Intensité maximale (mm/h)	74	92	121	160
Lame d'eau totale (mm)	42.1	47.7	59.1	72.7
Lame d'eau pendant la période intense (mm)	21.5	26.2	34.0	43.9

Figure 30 : Caractéristiques des pluies de projet du modèle

NIVEAUX DES COURS D'EAU – CONDITION AVAL

3.6.1. Données hydrométriques

Sur l'ensemble du territoire de GRAND LAC, seuls 3 cours d'eau sont jaugés avec 5 stations hydrométriques en service (Producteur : DREAL Rhône-Alpes) :

Stations hydrométriques	Code station	Mise en service	Altitude (m)	Superficie (km ²)	Q instantané max (m ³ /s)	Date Q instantané max (m ³ /s)	Nb année
Le Tillet à Aix-les-Bains	V1305210	12/1/1995	251	34	9.54	6/16/2016	22 ans
Le Sierroz à Aix-les-Bains	V1325020	12/30/1977	245	130	95.8	6/16/2016	39 ans
La Leyse à la Motte-Servolex	V1535210	1/1/1969	237	280	322	2/15/1990	49 ans
La Leyse à la Ravoire	V1315050	6/29/1994	300	78	166	1/4/2018	23 ans
La Leyse à Nances	V1315020	5/1/1993	380	26.6	290	6/6/2002	25 ans
L'Hyères à Chambéry	V1316440	1/1/1996	269	75.2	70.2	4/1/2018	22 ans
L'Albane à Chambéry	V1318210	1/3/1986	219	46.5	34.1	15/02/1990	32 ans

Les bassins versants de La Leyse à la Ravoire, du Tillet et du Sierroz sont situés à l'Est et au sud-Est du Lac du Bourget. Ils sont représentatifs des pluies sur le massif des bauges. Les bassins versants de L'Hyères et de l'Albane sont situés au sud-ouest et au sud du Lac du Bourget. Ils sont représentatifs des pluies au nord du massif de la Chartreuse. Les bassins versants de la Leyse à la Motte-Servolex combinent la triple influence des événements pluviométriques se produisant dans la plaine de Chambéry (le versant Est du massif de l'Epine), sur le massif des Bauges ou sur le massif de la Chartreuse.

Les données statistiques pour les débits de références sont issues de la procédure CRUCAL de la BANQUE-HDYRO. Ce traitement affiche des débits de crue et calcule les fréquences théoriques. Le tableau suivant présente les résultats obtenus à partir des débits maximaux instantanés mensuels (QIX) et la loi de GUMBEL pour la période de l'année hydrologique définie du 1 septembre au 31 août.

Libellé de la station	Libellé de la station	Débits maximaux instantanés de crue -Débits (m3/s) - Ajustement Gumbel - Intervalle de confiance 95%								
		QIX/ QJ	X0	GRAD EX	Q2	Q5	Q1 0	Q2 0	Q5 0	nb de valeurs*
V1305210	Le Tillet à Aix-les-Bains	1.62	4.19	1.4	4.7	6.2 8	7.3 3	8.3 4	9.6 4	22
V1325020	Le Sierroz à Aix-les-Bains [Laffin]	2.16	41.7	16.5	47.7	66. 4	78. 8	90. 6	10 6	29
V1315020	La Leyse à la Motte-Servolex [Pont du Tremblay]	1.85	90.4	28.5	101	13 3	15 4	17 5	20 1	30
V1315050	La Leyse à la Ravoire	2.08	44.4	8.37	47.5	57	63. 3	69. 3	77. 1	23
V1535210	La Leyse à Nances [Novalaise]	2.65	11	4.55	12.7	17. 9	21. 3	24. 6	28. 8	25
V1316440	L'Hyères à Chambéry	2.20	35.6 00	9.010	38.9	49. 1	55. 9	62. 4	70. 8	21
V1318210	L'Albane à Chambéry	1.62	14.7 00	5.820	16.9	23. 5	27. 8	32	37. 4	30

*nombre de valeur ayant été utilisées pour les calculs statistiques

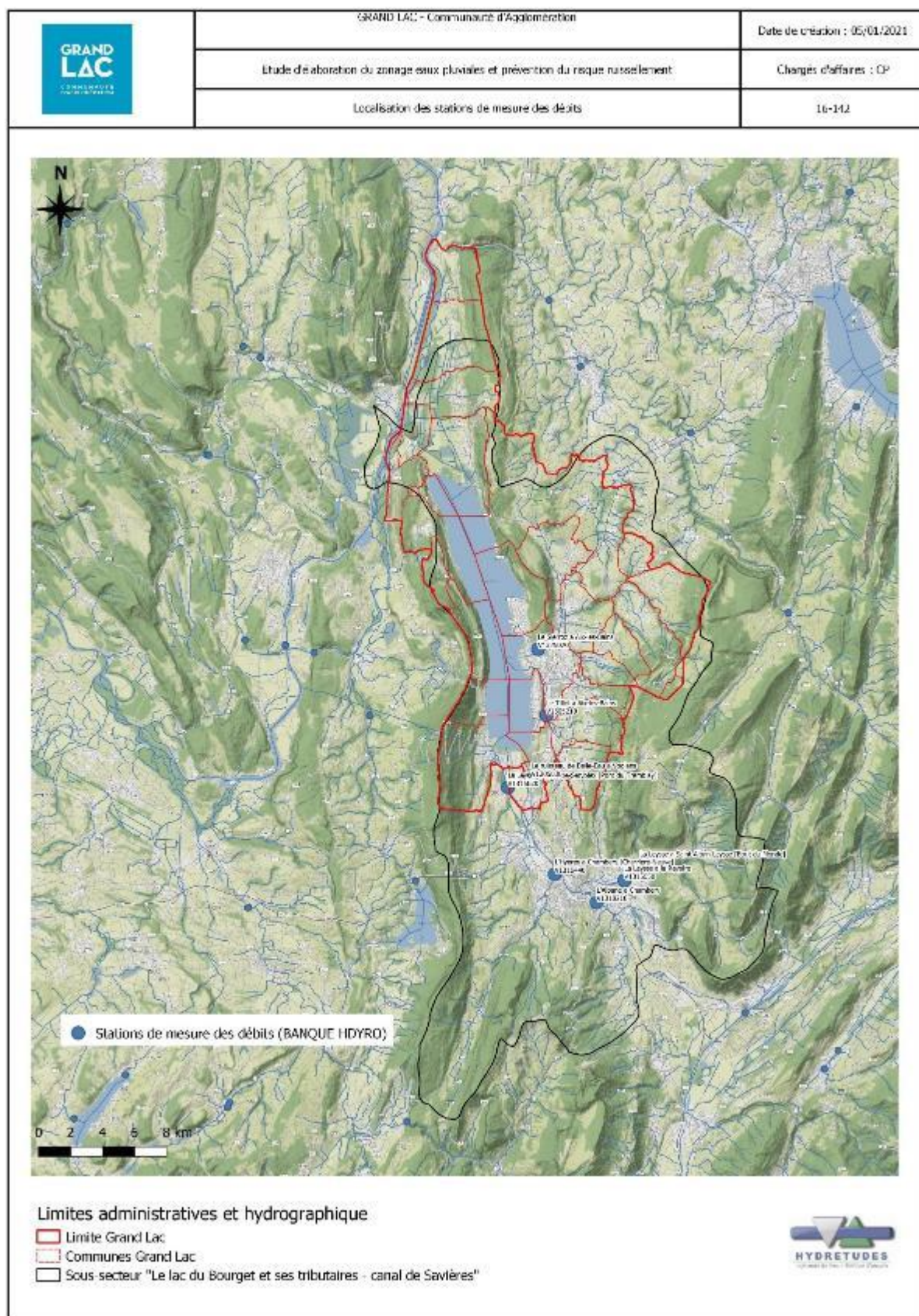


Figure 31 : Localisation des stations de mesures de débits et des bassins versants associés

3.6.2. Exemple de niveau avec le Sierroz

Une station à échelle est située sur la zone d'étude sur la commune d'Aix les Bains. Celle-ci est en fonctionnement depuis 1977. Le bassin versant est de 130 km².

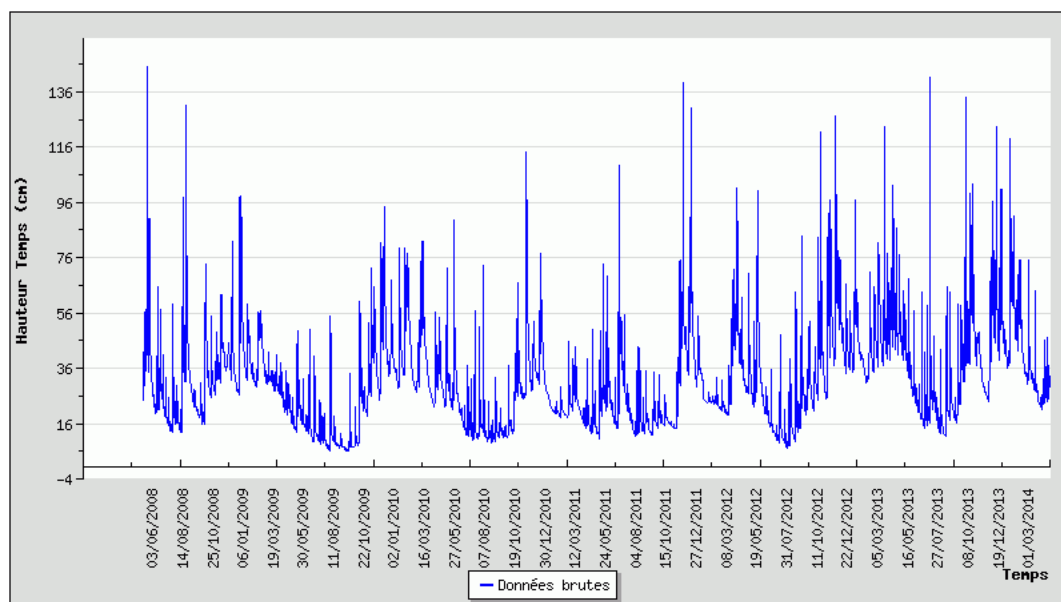
Maximums connus (par la banque HYDRO)

Débit instantané maximal (m3/s)	81.50 #	8/07/1980 09:36
Hauteur maximale instantanée (cm)	198	8/07/1980 09:36
Débit journalier maximal (m3/s)	41.80 #	22/12/1991

Figure 32 : Extrait de la banque hydro - station du Sierroz à Laffin

Le débit maximal instantané relevé est de 81.5 m³/s, lors de la crue du 08/07/1980, avec une hauteur de 198 cm.

Les données de hauteurs d'eau sur environ 6 ans de données sont les suivantes 05/06/2008 au 13/06/2014) :



La hauteur maximale relevée a été de 145 cm. Les hauteurs d'eau pour des crues courantes sont situées en majorité entre 40 et 120 cm.

3.6.3. Hypothèses retenues sur le niveau des cours d'eau

Concernant les niveaux d'eau retenus dans les cours d'eau, ceux-ci seront directement calculés par le modèle hydraulique en réponse à l'ensemble des sous bassins versant aux pluies de projet. On rappelle que les pluies de projet ont une durée totale de 4 heures qui feront davantage réagir les petits bassins versant ruraux mais pas les grands ensembles comme le Sierroz, la Deyse et la Leysse. De fait, la réponse en débit de ces grands cours d'eau est plus modérée et ces cours d'eau n'ont pas l'objet de modélisation spécifique ou des modélisations partielles (modélisation qui aurait nécessité par ailleurs une complétude des données).

Nous n'avons pas fait d'analyse de concomitance sur l'ensemble du territoire en prenant en compte un cas plus défavorable d'un niveau d'eau élevé dans les cours d'eau (en raison par exemple de pluies précédentes ou de pluies de durée supérieures à 4 heures avec un pic intense à la fin, etc). Ces analyses pourront être menées ultérieurement au cas par cas selon les désordres constatés, comme cela a été fait pour le Sierroz aval dans le SDEP de Brison-Aix de 2017.

NIVEAU DU LAC DU BOURGET – CONDITION AVAL

Depuis 1985, le niveau du lac est régulé par le barrage de Savières à des valeurs planchers en-dessous desquelles le niveau du lac ne descend plus : 231,77 m (IGN69) en été, et 231,47 m (IGN69) le reste de l'année.

3.7 D'un point de vue historique, on notera les épisodes marquants suivants :

- Novembre 1944 (235,27 m, maximum depuis 1907, date de début de mesure régulière du niveau)
- Février 1990 (233,96 m)

Crue du lac 1990
Esplanade Aix les Bains



Crue du lac
1944
Aix les Bains



Figure 33 : Photos de crues du lac (source : PPRI)

Sur les 30 dernières années, la **moyenne des plus hautes eaux du lac est de 232.47 m**, avec une valeur maximum en février 1990 à 233.96 m. On notera également plusieurs niveaux entre 233.00 et 233.24 m.

Le niveau du lac est important pour l'évacuation des eaux pluviales sur la zone d'étude. Il constitue la "condition à la limite aval" du modèle hydraulique.

On retiendra la valeur d'été dans le modèle hydraulique, afin d'une part de mieux mettre en évidence les insuffisances liées au réseau d'eau pluviales et d'autre part de représenter le niveau d'eau lors des pluies d'orage de juin à septembre (statistiquement les événements les plus marquants).

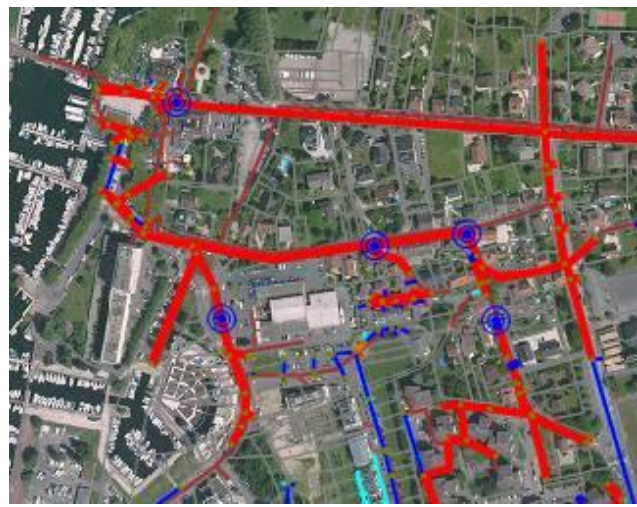
- **Niveau retenu valeur d'été = 231.77 mNGF**

Cependant, un test de sensibilité a été mené avec une valeur de 233.00 mNGF correspondant à un niveau "haut" du lac sur les secteurs sensibles d'Aix les Bains.

Ainsi sur la partie Aix-les-Bains Nord, l'impact du niveau du lac est visible principalement sur les réseaux très proches du lac, avec une légère augmentation des débordements et des conduites davantage en charge, ce qui est normal car le niveau d'eau atteint presque le terrain naturel (-0.50 m voire moins). Les écoulements ont ainsi plus de difficultés à être évacués.



P20 - Aix les Bains avec niveau été



P20 - Aix les Bains avec niveau "haut"

CONSTRUCTION DU MODELE HYDROLOGIQUE

3.8.1. Définition des sous bassins versants

La réponse d'un bassin versant à une pluie donnée dépend :

- 3.8.
- De ses paramètres physiques :
 - surface,
 - pente,
 - forme,
 - De l'occupation de son sol :
 - taux d'imperméabilisation,
 - végétation,
 - De son sous-sol : capacité d'infiltration

Nous décrivons ci-dessous comment ces différents paramètres sont représentés dans le modèle d'écoulement que nous avons réalisé.

- Paramètres physiques :

Sur chaque bassin versant sont mesurés :

- La surface S ,
 - La longueur du plus long parcours hydraulique (du point le plus haut au point le plus bas) L ,
 - L'altitude maximale (Z_{MAX}) et l'altitude minimale (Z_{MIN}).
 - La pente moyenne p est donnée par :
 - L'allongement est donné par le rapport entre la surface et la longueur, rapporté à ces paramètres mesurés sur un bassin circulaire. Plus ce rapport est faible, plus le bassin est compact et donc susceptible de répondre rapidement.
- Imperméabilisation

Les photographies aériennes nous ont servi de support à la définition de l'imperméabilisation. Les surfaces imperméables comprennent :

- Les toitures
 - Les routes, voies privées, chemins goudronnés,
 - Les terrasses,
 - Les parkings
- Sous-sol / capacité d'infiltration : en l'absence de données hydrogéologiques spécifiques, nous prendrons un état de sol avec une capacité d'infiltration moyenne et une saturation du sol moyenne. Sur les secteurs reconnus avec infiltration forte en raison de sols composés de marnes et calcaires, nous adapterons les données notamment en relation avec la phase de calage du modèle hydrologique / hydraulique avec les différentes campagnes de mesure de pluies/débits.

3.8.2. Découpage en sous bassins versant

Les bassins versant ont été découpés à partir de la carte IGN, du réseau d'eau pluviale existant (fossés, cours d'eau, conduites, etc...), des visites de terrain et de la topographie et du LIDAR.

3.8.3. Occupation du sol des sous bassins versants

3 types d'occupations du sol ont été considérés :

- Les surfaces non urbanisées : essentiellement des champs et des forêts (Curve Number pris égal à 70 par défaut pour les champs et 30 à 60 pour les forêts selon l'infiltration) pour lesquels la transformation Pluie-débit est menée par la méthode SCS. Nous avons appliqué les valeurs issues des tables de la littérature selon les types de sols (A à D).
- Les surfaces urbanisées pour lesquelles la transformation Pluie-débit est menée par la méthode Desbordes : le taux d'imperméabilisation pour les zones urbanisées a été calculé à partir de la photographie aérienne en recensant toutes les surfaces imperméabilisées (bâtis, parking, chemin, route, terrasses, etc...)

A ces surfaces imperméabilisées, a été appliqué un coefficient de ruissellement actif de **C~0.90 et C=0.10 à 0.25** pour les surfaces restantes selon les secteurs et la pente (champs, forêts, jardins, etc.) et **C=0.05 à 10** pour une infiltration forte.

Pour la génération des écoulements sur les bassins versants élémentaires, on distingue les bassins versants à dominante urbaine (imperméabilisation > 10%) des bassins versants à dominante rurale (imperméabilisation < 10%) :

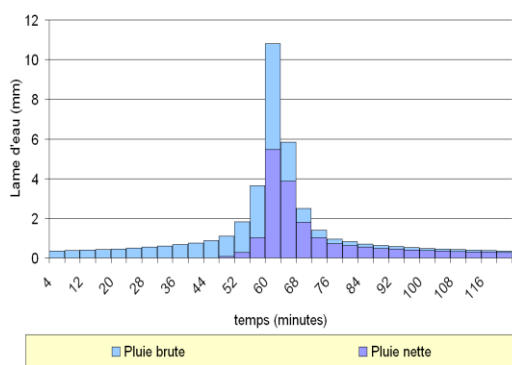
- dans les bassins versants « Urbains », les zones imperméables produisent la quasi-totalité des écoulements (on considère que très peu de surfaces perméables dans ces zones sont connectées au réseau d'écoulement) ;
- dans les bassins versants « ruraux » les écoulements sont produits par saturation des sols et ruissellement sur les surfaces saturées.

3.8.4. Méthode utilisée pour la relation pluie-débit

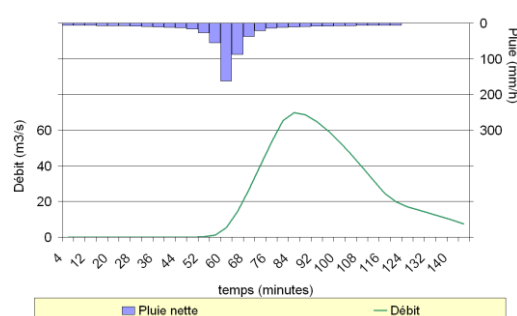
La modélisation hydrologique se fait en trois phases distinctes :

1. Production : c'est l'estimation pour chaque sous-bassin versant, de la pluie nette (pluie destinée à l'écoulement rapide) à partir de la pluie brute (précipitations)
2. Transfert : c'est l'estimation des débits à la sortie de chaque sous-bassin versant à partir de la pluie brute
3. Propagation : c'est l'estimation des débits en chaque point du réseau hydrographique à partir des résultats du transfert.

Les deux premières phases relèvent de l'hydrologie et sont décrites ci-dessous, la dernière relève de l'hydraulique et est décrite dans le chapitre suivant.



$$\text{production} = \text{transformation pluie brute} / \text{pluie nette}$$



$$\text{transfert} = \text{transformation pluie nette} / \text{débit}$$

La méthode utilisée est celle du Soil Conservation Service U.S. pour les bassins versants ruraux, la méthode de Desbordes pour les bassins versants urbains.

La méthode SCS suppose pour chaque sous-bassin versant un paramètre J, correspondant à une réserve d'eau dans le sol. Ce paramètre est déterminé en fonction de l'occupation du sol par la *Curve Number*, donné par des abaques, et de l'état d'humidité du bassin.

La méthode Desbordes ne prend en compte que le coefficient d'imperméabilisation.

La méthode est celle de l'hydrogramme unitaire, qui suppose la linéarité de la réponse des bassins versants à une impulsion de pluie nette. Le temps de réaction des bassins versants est calculé suivant la méthode de Desbordes qui prend en compte l'imperméabilisation, la pente, la surface, la longueur et les caractéristiques de la pluie.

3.8.5. Calage initial du modèle avec le modèle MESRI

Pour plus d'informations, on se rapportera à l'étude « test » menée sur Brison Saint Innocent par HYDRETTUDES en 2017 : « Schéma Directeur d'Assainissement sur Brison Saint Innocent »

Un premier calage général a été réalisé à l'aide du logiciel MESRI pour les bassins versant entièrement naturels qui ne nécessitent pas de modélisation mathématique de réseau pluvial (avec propagation et concomitance d'hydrogrammes urbains).

Le modèle hydraulique et hydrologique du schéma directeur a ensuite été calé avec les résultats de la modélisation hydrologique MESRI. Ainsi, pour un bassin versant naturel de l'ordre de 20-30 ha avec une pente de 30-40 % (la moyenne des bassins versants naturels calculés étant de l'ordre de 30 ha sur la commune de Brison), le débit de pointe spécifique a été calé à environ 30 l/s/ha, comme calculé par le modèle MESRI.

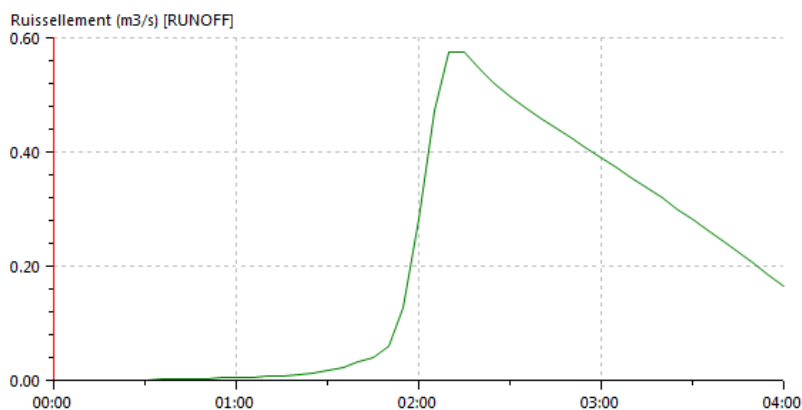


Figure 34 : Calage du modèle INFOWORKS ICM sur Brison Saint Innocent

Pour information, pour un bassin versant naturel, composé uniquement de champs avec une pente moyenne de 1%, le débit spécifique de rejet est d'environ 15 l/s/ha.

Dans un deuxième temps, le calage plus précis des coefficients a été effectué localement selon la géologie des sols, leur capacité d'infiltration, les désordres constatés lors des entretiens en mairie en fonction de la pluie reconstituée.

4. CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE

LOGICIEL UTILISE

4.1.1. Les réseaux d'écoulements des eaux

4.1. Les réseaux d'écoulement sont constitués :

- Des conduites enterrées de différents diamètres,
- Des fossés,
- Des cours d'eau naturels à différents degrés d'artificialisation. Les cours d'eau peuvent s'apparenter par leur absence de méandres et leur gabarit peu variable, à de gros fossés,
- Des ouvrages particuliers, simples ou complexes, tels que les regards, les diffluences, les ponts, les seuils, les bassins de rétention etc.

4.1.2. Logiciel de modélisation

L'outil de modélisation utilisé est **INFOWORKS ICM**, développé par la société INNOVYZE. Ce logiciel précise la transformation Pluie-Débit (définition des hydrogrammes entrant), et simule les écoulements dans le réseau de drainage (conduites, fossés...) en sommant les hydrogrammes des différents apports des sous bassins versants qu'ils soient urbains ou ruraux. Il permet de prendre en compte à la fois des écoulements de type "conduite" et de type "rivière".

Pour les modélisations de type rivière avec le lit mineur en 1D, le calcul repose sur les données suivantes :

- Une représentation géométrique du lit mineur par des profils en travers et les caractéristiques des différents ouvrages hydrauliques,
- Une représentation des paramètres hydrauliques du lit mineur : coefficient de Strickler de manière à représenter les frottements, coefficient de perte de charge de manière à représenter les perturbations induites par les obstacles aux écoulements.

Dans le cas de débordements en lit majeur, les écoulements sont modélisés grâce au module 2D du logiciel si le MNT est disponible en lit majeur. La topographie disponible est alors utilisée pour construire un Modèle Numérique de Terrain (MNT) sur lequel le logiciel applique la méthode des éléments finis et les équations de Barré de Saint Venant pour calculer les hauteurs d'eau et les vitesses.

Le calcul est basé sur un écoulement liquide (charriage faible, corps flottants de petites dimensions...) sans évolution du lit. Les discontinuités d'écoulement sont intégrées dans la valeur du coefficient de Strickler. Les pertes de charge par élargissement, ressaut et chute sont prises en compte dans le calcul. Les conséquences de la présence des ponts sur l'écoulement sont également intégrées dans le calcul.

Les simulations sont menées en régime transitoire afin de bien identifier l'impact des débordements sur la pointe de débit de crue.

Rappels sur les limites d'un modèle :

Il convient de rappeler qu'un modèle est une représentation limitée de la réalité. Les résultats sont conditionnés par la quantité et la précision des données d'entrée (topographie du lit mineur, MNT, hydrologie, informations de calage etc.).

Par ailleurs, les variations locales de la ligne d'eau ne sont pas prises en compte dans le processus de transfert de l'onde de crue (obstacles, embâcles, charriage des matériaux important, ...).

SOURCE DES DONNEES UTILISEES

4.2.1. Données utilisées

- 4.2.
- Conduites :
 - Plan SIG des réseaux fournis par GRAND LAC, 04/2020
 - Plans topographiques DWG fournis par GRAND LAC (dates antérieures à 2018)
 - Topographies faites pour le SDEP (HYDRETTUES, 2018 à 2021)
 - Cours d'eau / fossés :
 - Topographies faites pour le SDEP (HYDRETTUES, 2018 à 2021)
 - Mesures de gabarit par section homogène au mètre
 - Mesures de gabarit sur le LIDAR
 - Lit majeur :
 - LIDAR Grand Lac, 2013, grille 1 m
 - LIDAR Chautagne, 2017, grille 1m
 - LIDAR complément Grand Lac, 2018, grille 0.5 et 1.0 m

4.2.2. Hypothèses prises pour la complétude des données

Afin de construire le modèle, l'ensemble des champs des différents objets doit être renseigné. Les données fournies SIG et topographiques y compris avec la topographie complémentaire, ne permettent pas de construire un modèle complet du réseau.

De ce fait, nous avons pris des hypothèses afin d'assurer une continuité amont/aval et/ou pour représenter au mieux la réalité.

- Cote TN des regards : utilisation de la topographie si disponible, autrement interpolation avec le LIDAR. Pour comparaison sur 300 points relevés en topographie sur Brison, le LIDAR est en moyenne précis à +/- 10 cm, ce qui est satisfaisant. Pour information, les prestataires de LIDAR annoncent une précision de +/- 10 cm.
- Cote radiers des regards : utilisation de la topographie ou des profondeurs mesurées si disponibles dans le SIG ou la topographie, autrement un relevé terrain de la profondeur a été fait sur certaines conduites. Dans les cas où la donnée n'est pas du tout disponible, une interpolation est faite avec les conduites amont / aval où la donnée est disponible. Si aucune donnée n'est disponible, nous avons émis une hypothèse sur la profondeur en fonction du diamètre (en gardant en tête que plus la pente est importante, moins l'impact de la profondeur du radier est important).

Diamètre (mm)	Profondeur génératrice supérieure (m)	Profondeur (m)
110	0.49	0.6
160	0.44	0.6
200	0.5	0.7
250	0.65	0.9
300	0.8	1.1
350	0.85	1.2
400	0.9	1.3
500	0.9	1.4
600	1	1.6
700	1	1.7
800	1	1.8
900	1	1.9
1000	1	2
1100	1	2.1
1200	1.2	2.4
1400	1.2	2.6
1500	1.2	2.7
1600	1.2	2.8
2000	1.2	3.2
2200	1.2	3.4

Figure 35 : Hypothèses de profondeur des regards retenues si aucune donnée disponible

- Cote fil d'eau amont / aval des conduites : utilisation de la donnée SIG et topographique si disponible. Si information non disponible, utilisation des côtes radier des regards de visite
- Diamètre des conduites : utilisation de la donnée SIG et topographique si disponible. Si information non disponible, interpolation en fonction des conduites amont / aval. Si aucune information, non modélisée.
- Déversoirs d'orages : les cotes des murets dans les regards mixtes EU-EP ont été mesurés au mètre.
- Conduites EP-EU : les regards des conduites importantes EP-EU Avenue du Grand Port, route de Brison-Saint-Innocent où il y a des déversoirs ont été levés.

Quand il n'existe aucune information de diamètre sur une branche, celle-ci n'est pas modélisée.

4.2.3. Hypothèses sur la prise en compte des bassins de rétention

Les données SIG fournies indiquent la présence d'environ 125 bassins de rétention. Cependant, la plupart n'ont aucune information de volume, surface, cote de fond et de surverse, etc.

De fait, hormis quelques bassins de grande taille à ciel ouvert et visibles sur le LIDAR, nous n'avons pas intégré les bassins de rétention dans une optique sécuritaire, ce qui peut avoir un impact sensible sur les débits à l'aval.

4.2.4. Hypothèses sur les galeries enterrées de Chaudanne, Combo, Tillet

Nous avons utilisé les quelques informations disponibles du SIG sur ces galeries, mais ces données restent peu exhaustives. De fait, nous avons pris des hypothèses de profondeurs et de dimensions en prolongeant les quelques gabarits disponibles et en assurant une continuité amont / aval.

Une topographie complète souterraine (couteuse) pourrait être menée ultérieurement si l'on souhaite obtenir davantage de précision sur ces galeries.

4.2.5. Note sur le décalage spatial et temporel de la pluie

Nous n'avons pas modélisé de décalage spatio-temporel de la pluie de projet (pluie d'orage), ce qui signifie que la pluie est produite sur l'ensemble du territoire de manière homogène en même temps. En réalité, un décalage existe en raison du temps de propagation du front orageux.

Par exemple, en prenant un orage avec une vitesse de 20 km/h, il faudrait décaler la pluie d'environ 30 minutes à l'extrémité du territoire. Cette hypothèse peut avoir tendance à augmenter les débits sur les parties aval des bassins versants de grande taille, davantage concerné par une spatialisation de la pluie. Cela est cas sur la partie aval du Tillet avec un bassin versant relativement grand, ce qui aura tendance à maximiser les débits en se rapprochant de l'exutoire.

4.2.6. Note sur les regards mixtes EP / EU sur le secteur Aix les Bains chemin du Morgeran et Avenue du Grand Port

Lors de l'étude de 2017 sur la commune de Brison et Aix les Bains Nord, il était ressorti la présence de regards mixtes EP/EU sur la zone. Une analyse détaillée et un calage avec des mesures de débit par temps sec et de pluie ont permis d'affiner la connaissance du fonctionnement et améliorer la précision du modèle.

Ci-après un exemple de regard mixte EP/EU :

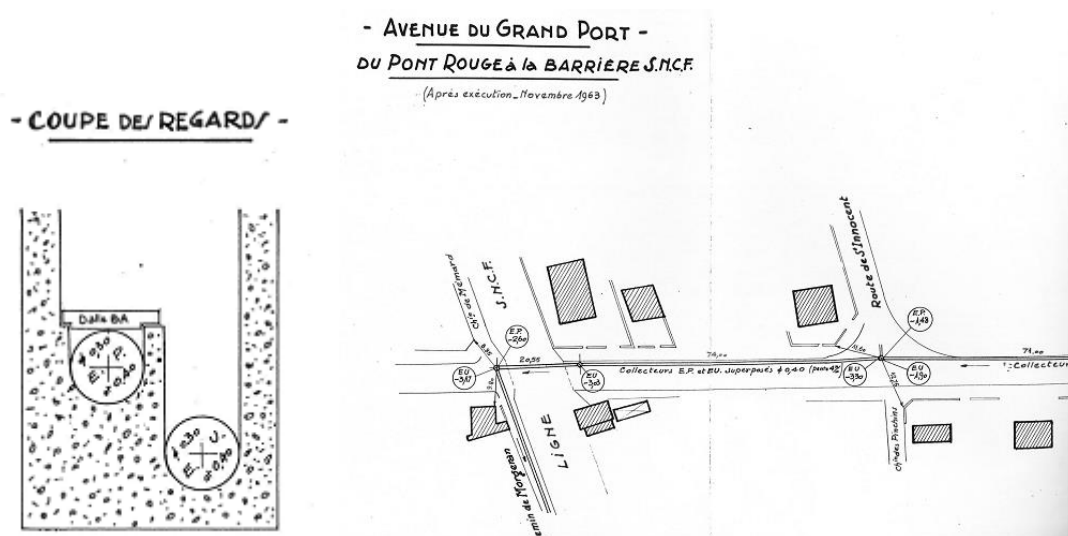


Figure 36 : Plans des réseaux EP-EU datant de 1963

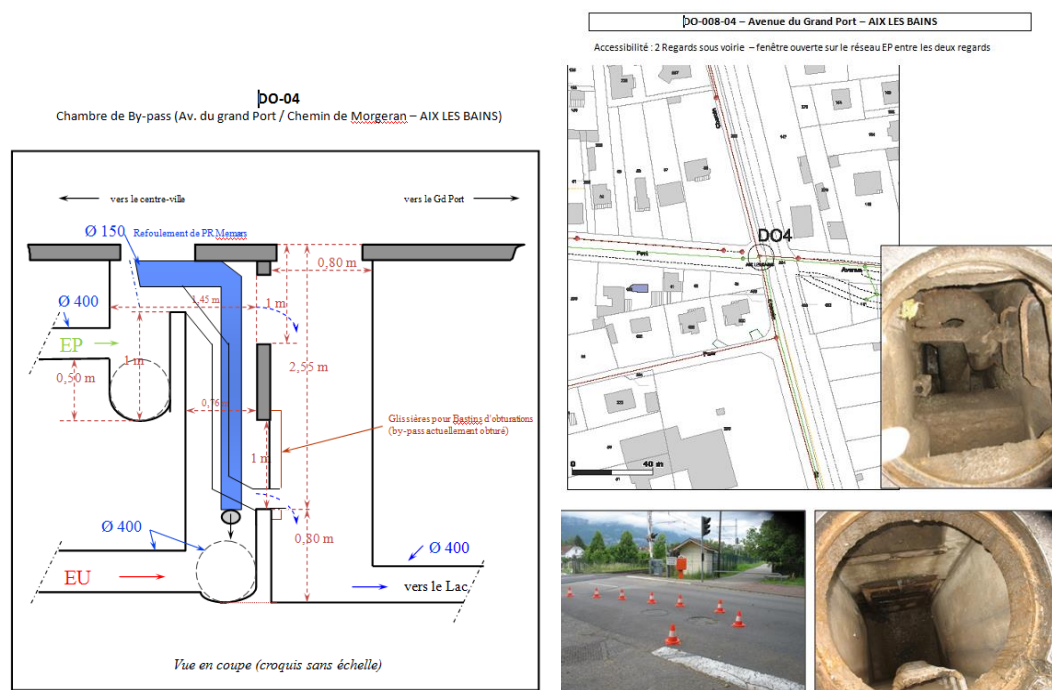


Figure 37 : Plan du DO4 (source : GRAND LAC)

4.2.7. Prises en compte des puits d'infiltration

Les puits d'infiltration ne sont pas tous recensés dans les données SIG et ont une capacité réelle de rétention et d'absorption variable au cas par cas, selon leur conception précise, leur entretien et la perméabilité locale du site.

Dans le modèle hydraulique, les puits d'infiltration localisés ne sont pas pris en compte. En revanche, pour les secteurs comportant de nombreux puits d'infiltration comme à Brison ou le centre d'Aix les bains, nous avons ajusté le pourcentage de surface active du bassin versant, afin de correspondre au mieux aux événements passés lors de la phase de calage du modèle.

4.3.

CARACTERISTIQUES GLOBALES DU RESEAU MODELISE

Le modèle d'écoulement des eaux pluviales prend en compte les zones de production des écoulements (les bassins versants), ainsi que l'ensemble des réseaux d'écoulements : conduites, regards, fossés, cours d'eau, bassins de rétention.

Les calculs réalisés permettent de déterminer pour chaque tronçon les débits entrants et les débits maximum capables.

Secteur	Noeuds	Conduites	Linéaire total en km (fossé et conduites)	Sous bassin versant pluvial
Tillet	2400	2300	135	1850
Sierroz	1000	950	55	470
Deysse	800	750	26	410
Nord Ouest du Lac (Conjux, Vions, Chanaz, St Pierre Curtille)	500	450	18	310
Bourget du lac et partie Ouest	1600	1600	60	660
Sud du lac / Voglans	1100	1000	30	610
Chautagne	650	600	26	400
Brison / Aix (Nord)	1600	1350	45	780
TOTAL	9650	9000	395	5490

Figure 38 : Caractéristiques du réseau modélisé

4.4. PRE-CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

Le principal paramètre hydraulique de calage des conduites et des cours d'eau est la rugosité, à travers le coefficient de Manning-Strickler. La capacité d'un tronçon hydraulique augmente linéairement avec ce coefficient. Pour le pré-calage du modèle, nous avons adopté les valeurs utilisées traditionnellement dans la littérature :

- Fond du lit mineur de cours d'eau : $K_s=15$ à 30
- Berges végétalisées : $K_s=10$ à 20 ,
- Lit majeur naturel (forêt, champs) : $K_s=10$ à 30 ,
- Lit majeur aménagé (route, goudronnage ...) : $K_s=25$ à 50 .

Pour les réseaux d'eaux pluviales et petits fossés :

- 70 à 74 dans les conduites en béton
- 90 dans les conduites en PVC
- 10 à 28 dans les ruisseaux.
- 20 à 30 dans les fossés « urbains »
- 40 à 50 dans les fossés en béton

La formule de Manning-Strickler s'écrit de la façon suivante :

$$Q = K_s \cdot S \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Avec :

Q débit

K_s coefficient de rugosité de Manning-Strickler

S surface hydraulique à la hauteur de débordement

R_H rayon hydraulique à la hauteur de débordement

i pente du tronçon

Pour les coudes dans les réseaux d'eaux pluviales, nous avons adopté les valeurs de perte de charge suivantes :



Perte de charge dans les coudes brusques en réseau humides

$\Delta H = k v^2 / 2g$ avec k selon les valeurs suivantes :

α	22.5°	30°	45°	60°	75°	90°
k	0.17	0.20	0.40	0.70	1.00	1.50

Le calage du modèle consiste ensuite à ajuster les pertes de charge singulières rencontrées sur le réseau hydrographique comme les pertes de charge locales en entrée et sortie de conduites liées au rétrécissement ou changement de forme, les coudes, etc.

De même, la phase de calage permet ensuite d'ajuster plus précisément la réponse du bassin versant concerné (occupation du sol, capacité d'infiltration, découpage, zones de puits d'infiltration via la surface active, etc.).

CALAGE DU MODELE SELON DES EVENEMENTS PASSES

4.5.

4.5.1. Mesures de pluie débit par temps sec et temps de pluie – calage sur la commune de Brison

Ces mesures de pluie-débit ont été effectuées sur plusieurs points du réseau EP et également du réseau mixte EP-EU sur la commune de Brison et Aix-les-Bains partie nord du Sierroz.

On se reportera aux résultats de cette étude.

Ce calage a permis de caler certains secteurs, notamment les réseaux mixtes, avec une quantification des apports d'EU vers l'EP et inversement.

4.5.2. Pluie du 22/07/2015 (P100 sur des pluies inférieures à 4h) – calage sur la commune de Brison

L'analyse de cet événement a permis de caler le modèle sur le secteur de Brison Saint-Innocent et Aix-les-Bains Nord, notamment la montagne de Corsuet, pour un événement très intense (>P10).

Ces données ont servi en première approche pour caler les autres secteurs.

Hypothèses prises pour le calage :

- Sierroz :

N'ayant pas de données disponibles sur la station hydrométrique du Sierroz, nous supposons le Sierroz comme étant à un niveau de crue courante (environ 0.70-0.80 m de hauteur d'eau, soit un débit d'environ 25-30 m3/s). Compte tenu de la durée courte de l'évènement et localisé, le bassin versant n'a probablement pas eu le temps de réagir pendant les inondations pluviales (temps de concentration différents).

- Niveau en entrée de STEP d'Aix les Bains :

La STEP a connu un déversement d'environ 30 000 m³ entrée. Nous avons fait un relevé topographique pour connaître les cotes de la conduite EU et de l'ovoïde d'Aix-les-Bains. On prendra une hauteur d'eau de +60 cm par rapport au déversoir latéral de la STEP, soit $\sim 234.75 \text{ mNGF} + 0.60 \text{ m} = 235.35 \text{ mNGF}$.

- Pluviométrie :

On prendra la pluviométrie relevée chaque minute à la station d'Aix-les-Bains.

- Eaux usées :

Compte tenu de l'horaire de la pluie entre 18 et 24h, nous prendrons les débits de pointe pour les eaux usées avec toutes les pompes en fonctionnement. A noter que les débits d'eaux usées auront peu d'impact quantitatif vis à vis des eaux pluviales pour cette pluie.

- Niveau lac :

On prendra un niveau courant durant l'été : 231.80 mNGF.

- Puits d'infiltration :

N'ayant pas d'informations sur les puits (étude géotechnique lors de la conception), nous prendrons des puits de diamètre 3 m avec une perméabilité de 5.10^{-4} m/s et une porosité de 30%.

Résultats du calage :

- Chemin du lac et terrain devant la mairie :

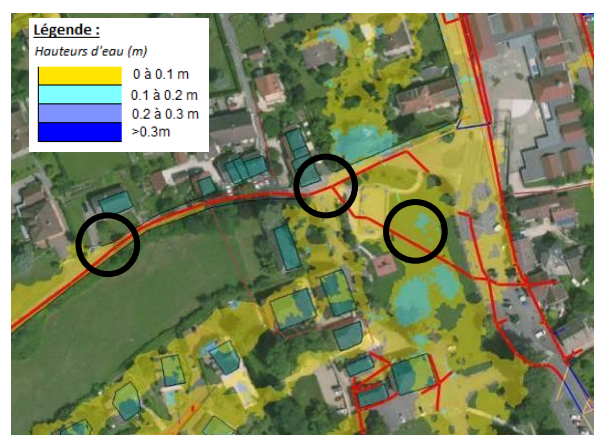


Photo 1 : regard qui déborde



Photo 6 : terrain devant la mairie inondé



Photo 7 : Grille qui déborde



Photo 9: regard qui déborde

Le modèle montre des débordements aux endroits ci-dessus, en raison de l'insuffisance des réseaux, notamment sur la place de la mairie au niveau d'un regard de jonction au point n°6, le réseau qui passe de DN500 à DN300 vers la photo n°7 et le réseau qui passe de DN300 à DN250 au point n°8-9. Les écoulements s'écoulent le long du mur jusqu'en bas du chemin du lac.

- Eglise et parking de l'église :

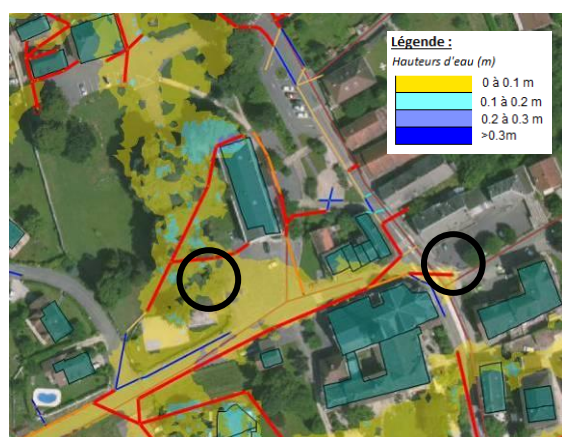


Photo 2 : ruissellement et zone d'épandage



Photo 11 : ruissellement important

Les eaux venant de l'amont ne sont pas correctement captées, notamment en raison de l'absence de réseau le long du chemin des Ecoles. Par conséquent, un ruissellement important se forme sur la route puis à côté du parking de l'église où les écoulements s'étendent.

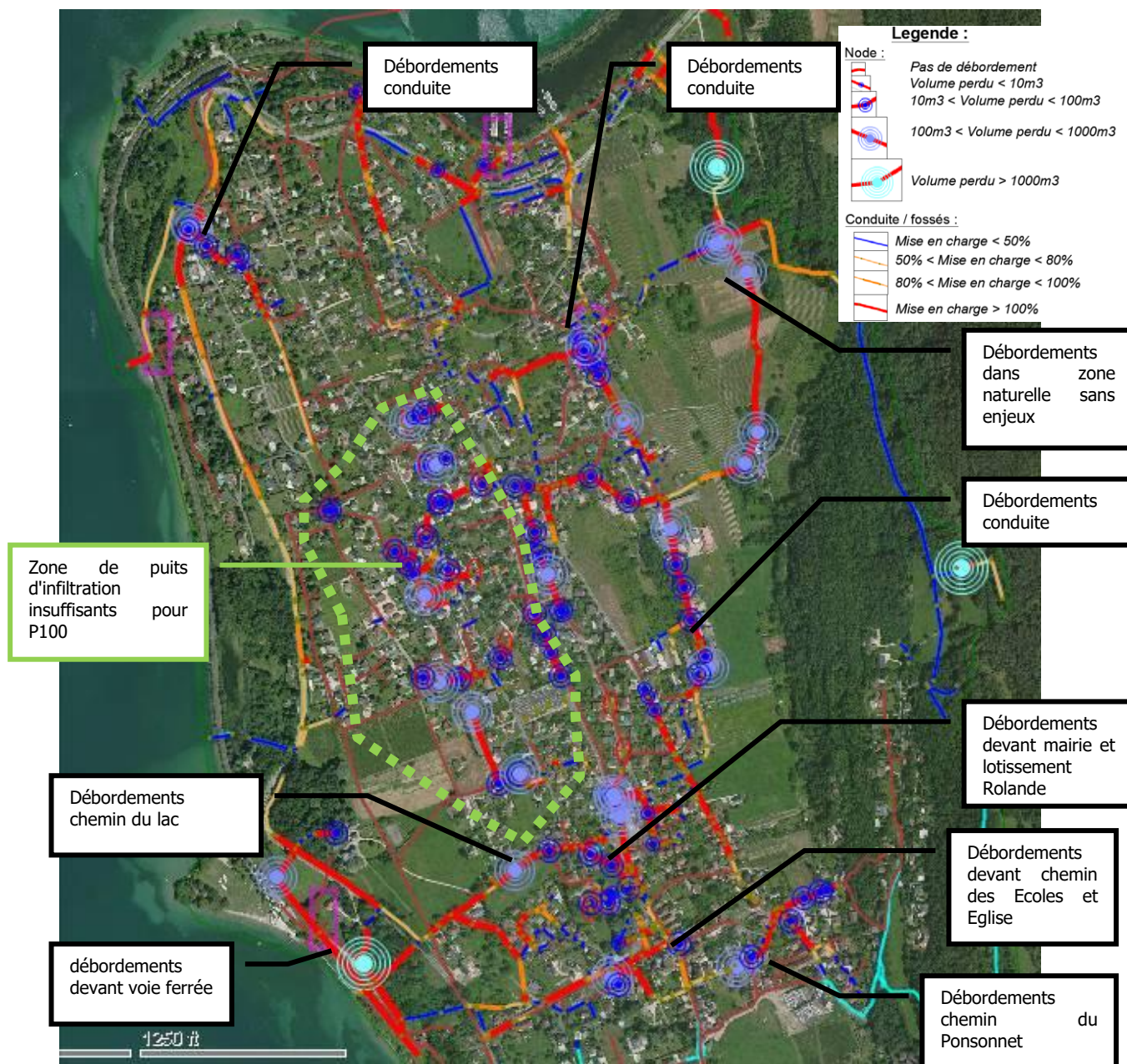


Figure 39 : résultats du modèle hydraulique pluie du 22/07/2015 (équivalente P100)

L'ensemble des éléments de calage est à retrouver sur le SDEP de la commune de Brison, réalisé antérieurement.

D'une manière générale, on retrouve les débordements observés et importants notamment dans des zones à enjeux : aux abords de la mairie, église, lotissement la Rolande, etc.

Le calage du modèle sur cette pluie et ce secteur est satisfaisant.

4.5.3. Calage selon 5 points de mesures de débits durant l'été 2020 – secteur Aix les Bains et Drumettaz

Les données utilisées sont présentées dans l'état des lieux.

Ce calage permet d'affiner localement le modèle sur la branche concernée en ajustant notamment les coefficients de ruissellements et les Curve Number des bassins versants concernés mais également de les ajuster par secteur homogène d'occupation du sol, forme, pente de bassin versant aux abords de ces points de mesure.

Nous avons utilisé 3 pluies pour le calage :

- 03/08/2020
- 16/08/2020
- 28/08/2020

<i>Début événement</i>	<i>Fin événement</i>	Durée (heure)	Cumul (mm)	Intensité max (mm/h) rapportée au pas de temps
03/08/20 08:05:00	03/08/20 10:15:00	2.17	11.80	38.40
16/08/20 18:55:00	17/08/20 02:15:00	7.33	29.20	64.80
28/08/20 12:50:00	29/08/20 00:35:00	11.75	37.20	19.20

Sont représentés en :

- **bleu** = mesures de débit
- **orange** = modèle hydraulique

Remarques :

Le débitmètre du point n°1 n'a pas tenu lors de la série de mesure et n'est donc pas présenté ci-après.

D'une manière générale, on constate qu'il est relativement difficile d'obtenir des calages satisfaisants pour toutes les pluies et tous les points de mesure car de nombreux paramètres peuvent influencer les débits, comme la saturation antécédente des sols, la qualité du couvert végétal au moment de la pluie, la localisation spatiale de la pluie (le modèle prend en compte une seule pluie pour l'ensemble du bassin versant, ce qui n'est pas le cas en réalité et peut avoir un impact d'autant plus important que le bassin versant est de grande taille). Il reste également des incertitudes sur les données relevées (dysfonctionnements possibles, embâcles, fiabilité de la courbe de tarage, etc.).

Point 2 :

Pour le point 2, le calage est satisfaisant pour la pluie du 16/08/2020. Pour les autres pluies, le modèle présente un débit plus élevé, ce qui peut être du notamment à la grande taille du bassin versant collecté et de l'hétérogénéité des pluies. Pour la pluie du 28/08/2020, le 1^{er} pic dont le calage est médiocre provient des bassins versant urbains dont le temps de réaction est très court (et qui seront donc plus sensible à la spatialisation de la pluie).

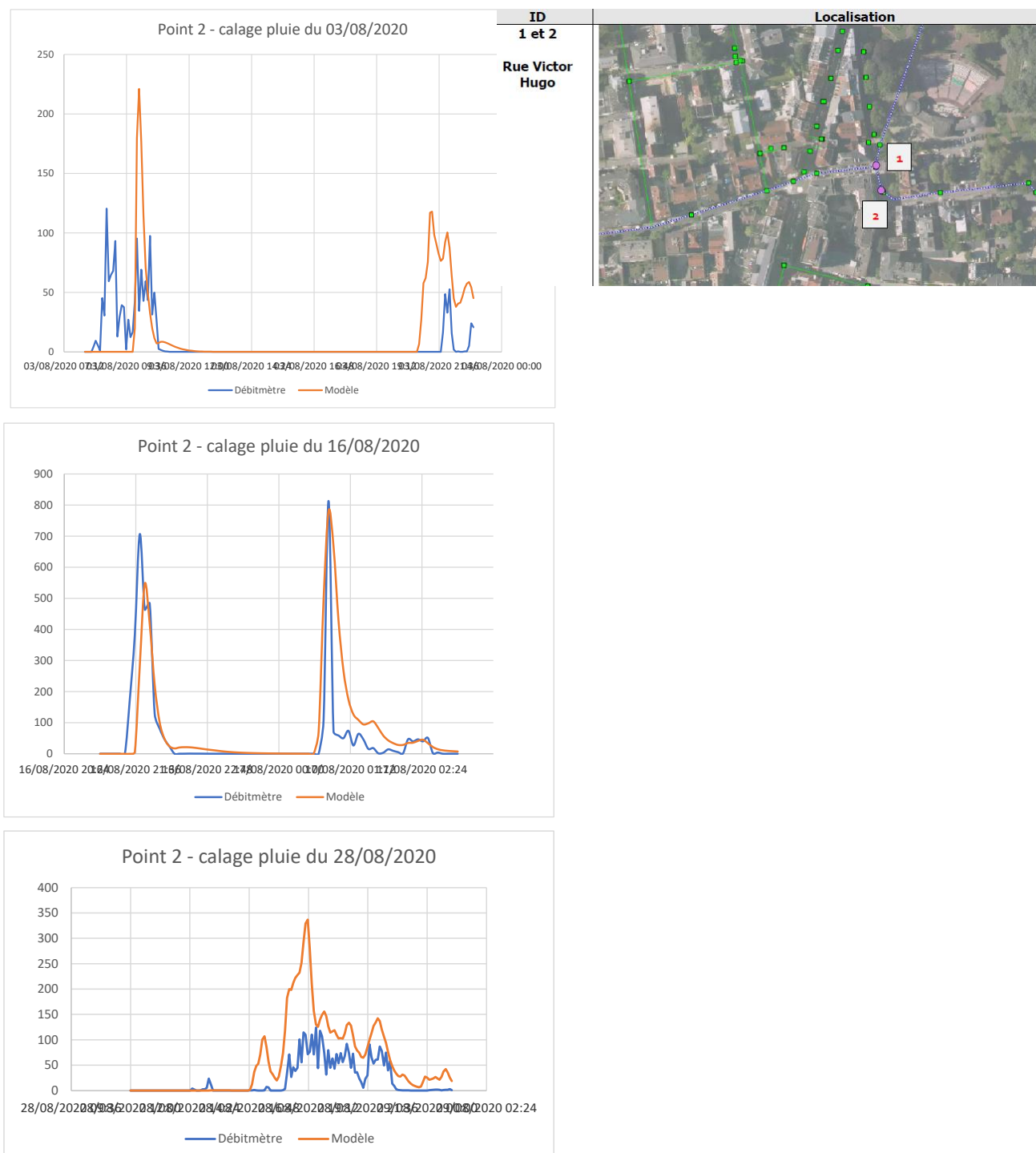


Figure 40 : Résultat du calage 2020 - point 2

Point 3 :

Pour le point 3, le calage est globalement satisfaisant.

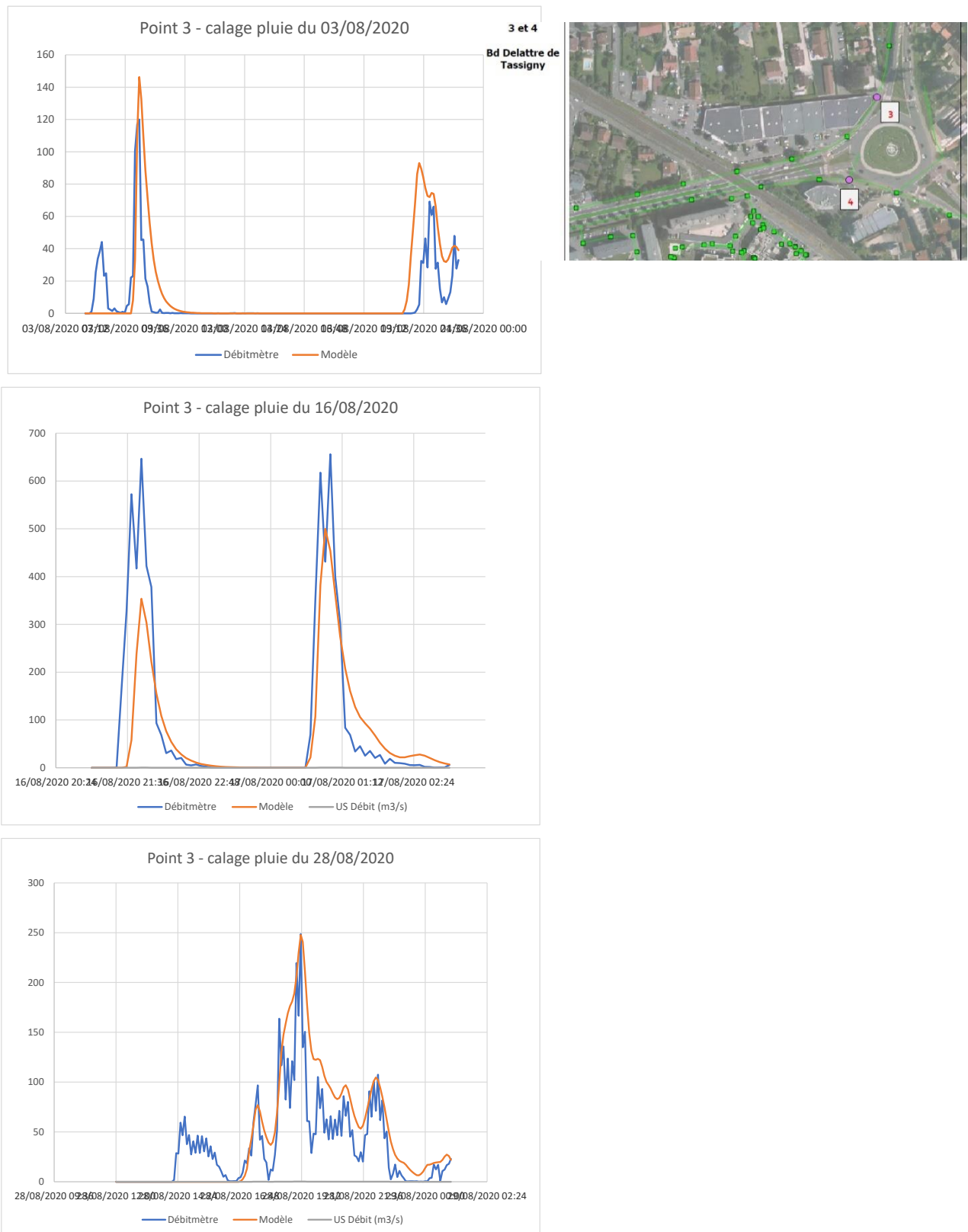


Figure 41 : Résultat du calage 2020 - point 3

Point 4 :

Pour le point 4, nous avons bien réussi à caler le modèle pour la pluie du 28/08/2020, mais avec ces paramètres, les débits du modèle sont plus faibles que ceux mesurés pour la pluie du 16/08/2020 et à l'inverse plus forts pour la pluie du 03/08/2020, ce qui rend le calage difficile. Nous restons sur un calage de la pluie du 28/08/2020.

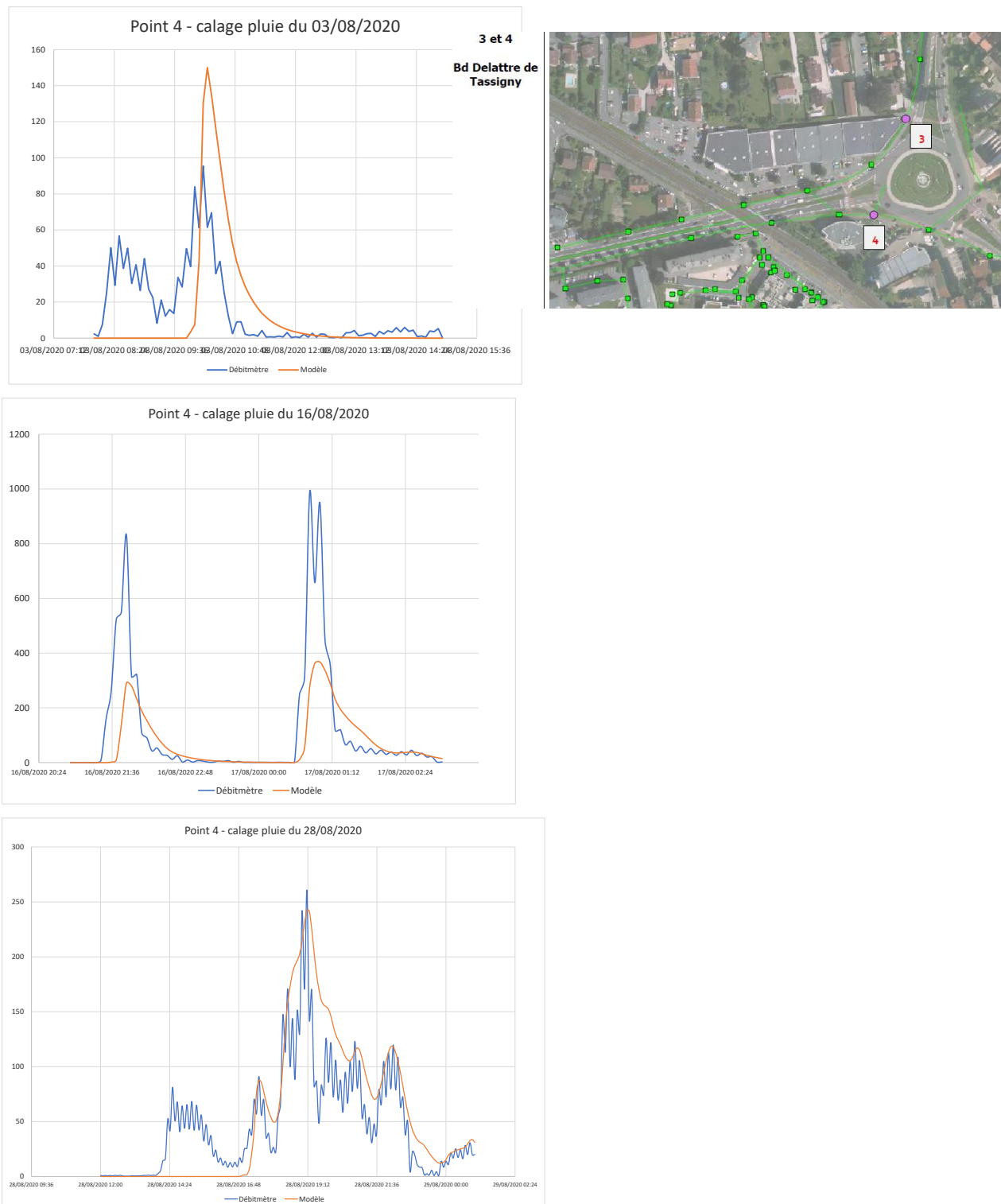


Figure 42 : Résultat du calage 2020 - point 4

Point 5 :

Sur le point 5, on constate que le calage est globalement satisfaisant, hormis pour la pluie du 03/08/2020 où le 1^{er} pic du modèle est plus faible.

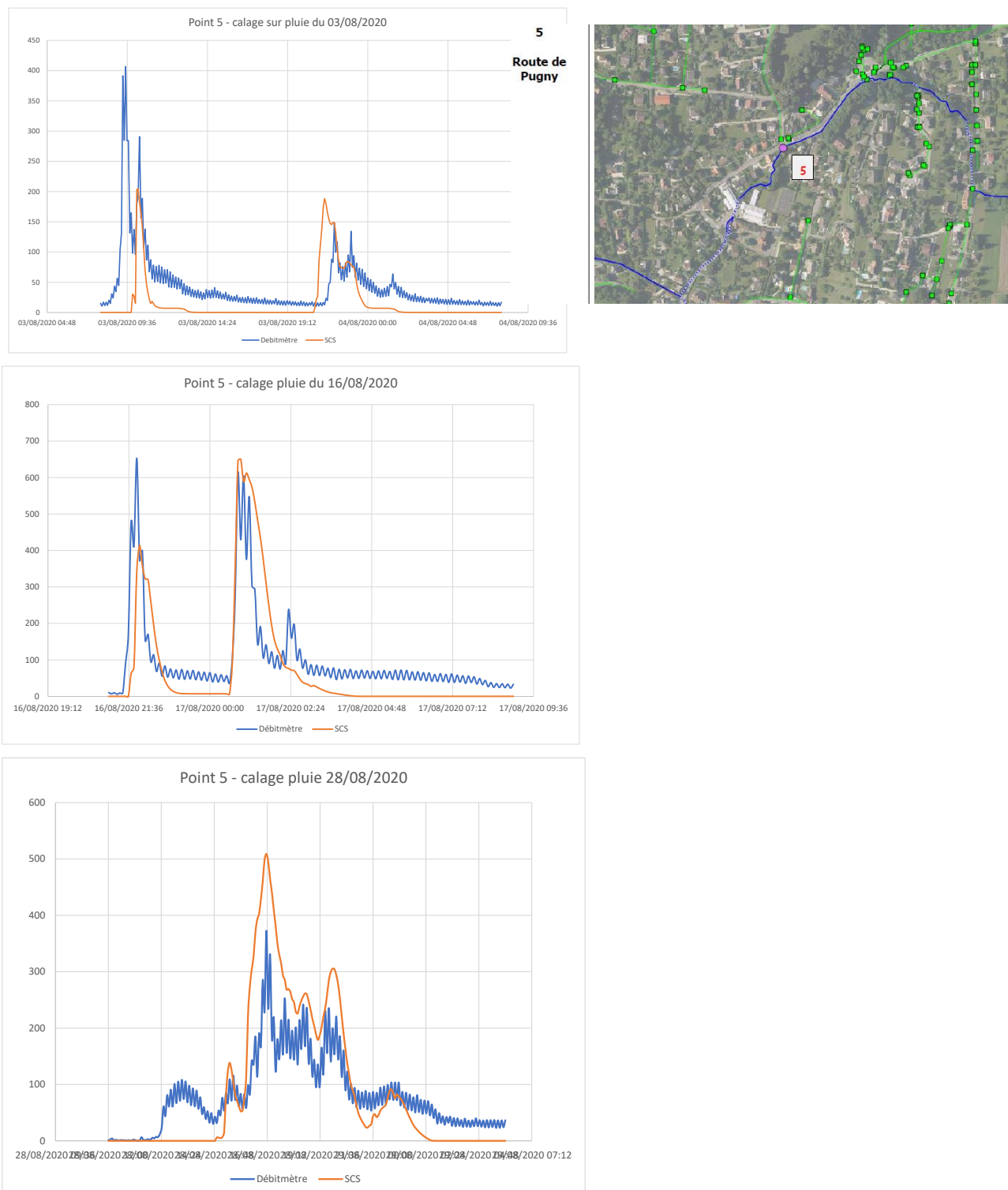


Figure 43 : Résultat du calage 2020 - point 5

Point 6 :

Sur le point 6, on constate que le calage est globalement satisfaisant. Pour la pluie du 16/08/2020, on constate un décalage temporel entre le modèle et les mesures, potentiellement en partie dû à une spatialisatlon de la pluie et de la direction de la pluie (en comptant une pluie de direction Nord-Ouest à Sud-Ouest de 20 km/hr, le décalage serait d'environ 30 minutes, et le décalage du modèle est de +30 à +60 minutes)

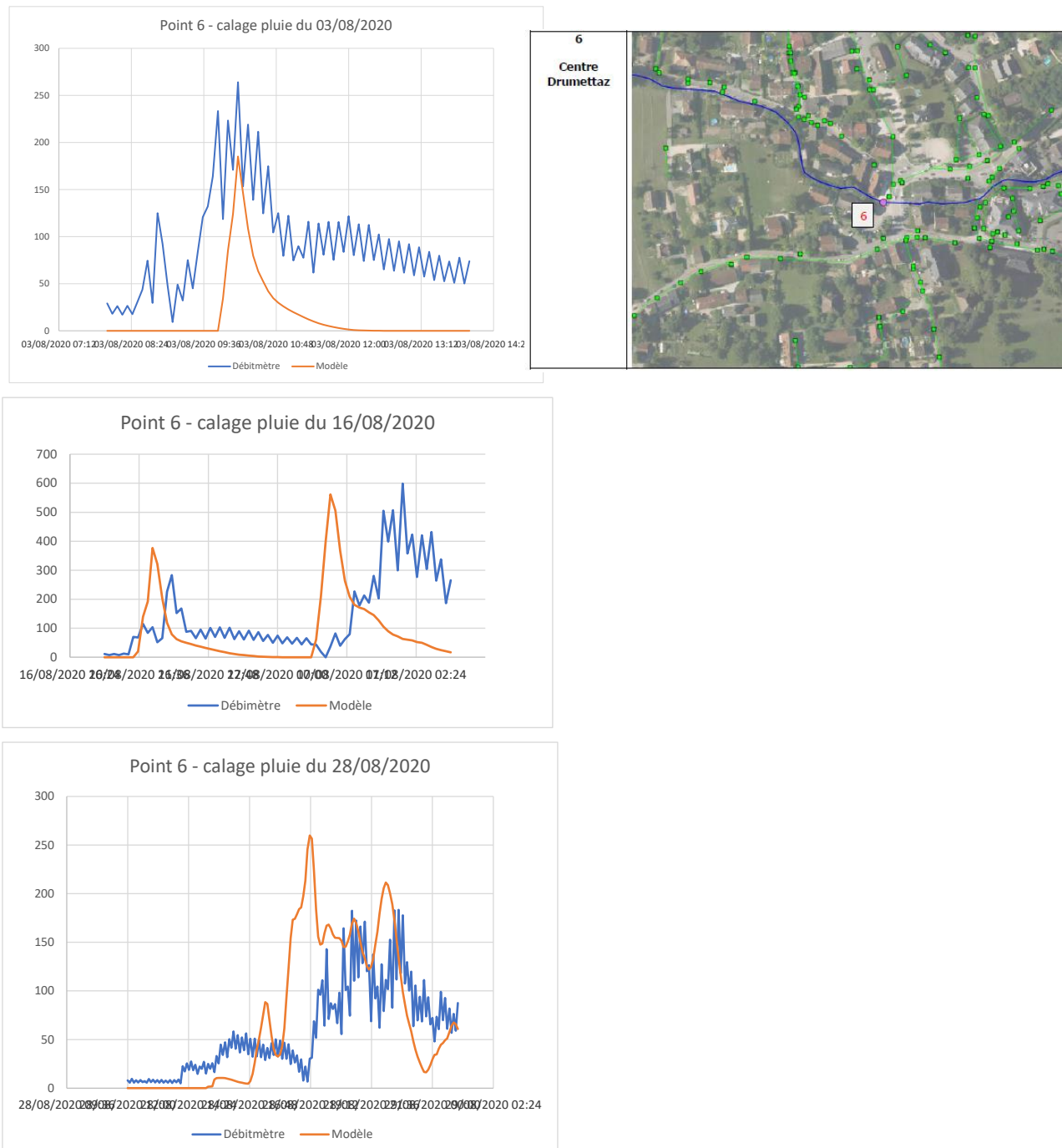


Figure 44 : Résultat du calage 2020 - point 6

4.5.4. Calage selon 5 points de mesures de débits durant l'automne 2019 – secteur Sud et Ouest du lac

Les données utilisées sont présentées dans l'état des lieux.

Nous avons utilisé 2 pluies pour le calage :

- 15 au 16/10/2019
- 02 au 07/11/2019

<i>Début événement</i>	<i>Fin événement</i>	Durée (heure)	Cumul (mm)	Intensité max (mm/h) rapportée au pas de temps
15/10/19 04:10:00	15/10/19 19:15:00	15.08	47.60	24.00
07/11/19 07:45:00	08/11/19 00:50:00	17.08	35.80	96.00

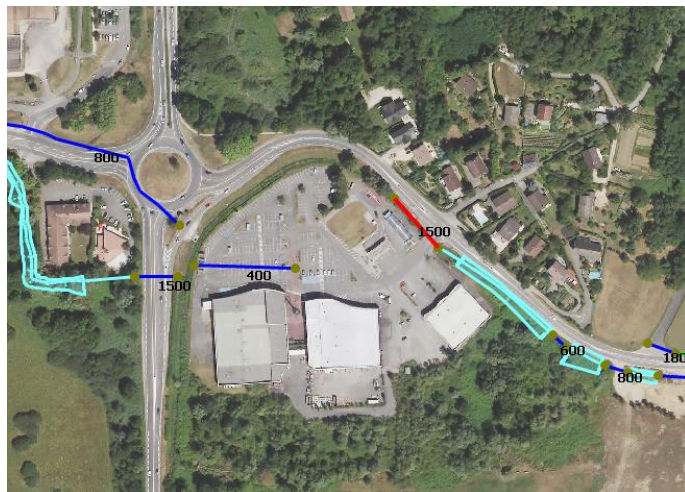
Sont représentés en :

- **bleu** = mesures de débit
- **orange** = modèle hydraulique

Point 1 :

Sur le point 1 au à Viviers du lac, on constate que le modèle est relativement bien calé pour la pluie du 15/10/2019. En revanche, pour la pluie du 02 au 07/11/2019, les petits pics de débit sont légèrement plus faibles dans le modèle (pas de saturation des sols antécédentes), et à l'inverse le pic de débit du 07/11/2019 est fortement plus élevé dans le modèle. On notera que ce pic de débit n'est quasiment pas relevé sur les autres points de mesure de débit, ce qui peut indiquer un orage très localisé sur le pluviomètre d'Aix-les-Bains.

En l'absence de données complémentaires sur la géologie, nous conserverons l'approche du modèle avec des paramètres de ruissellement relativement proches des autres bassins versant du territoire présentant des données calées sur le reste.



Viviers du lac (Intermarché)

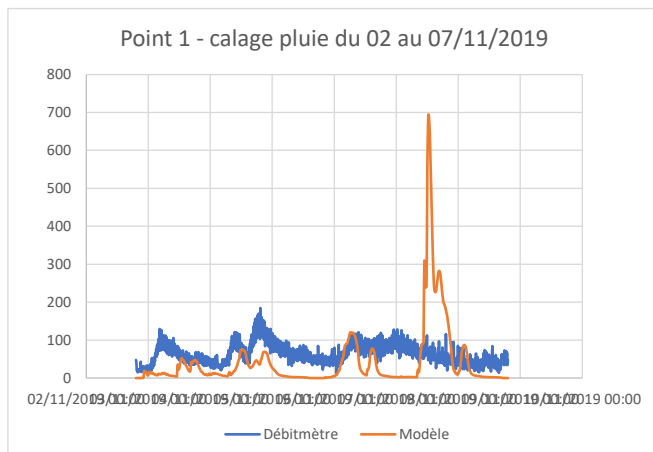
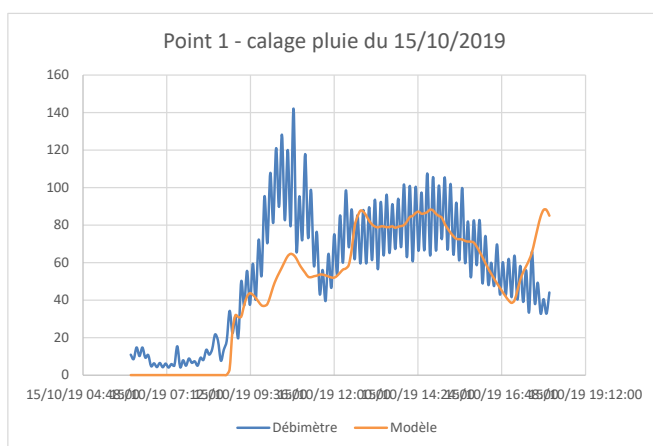
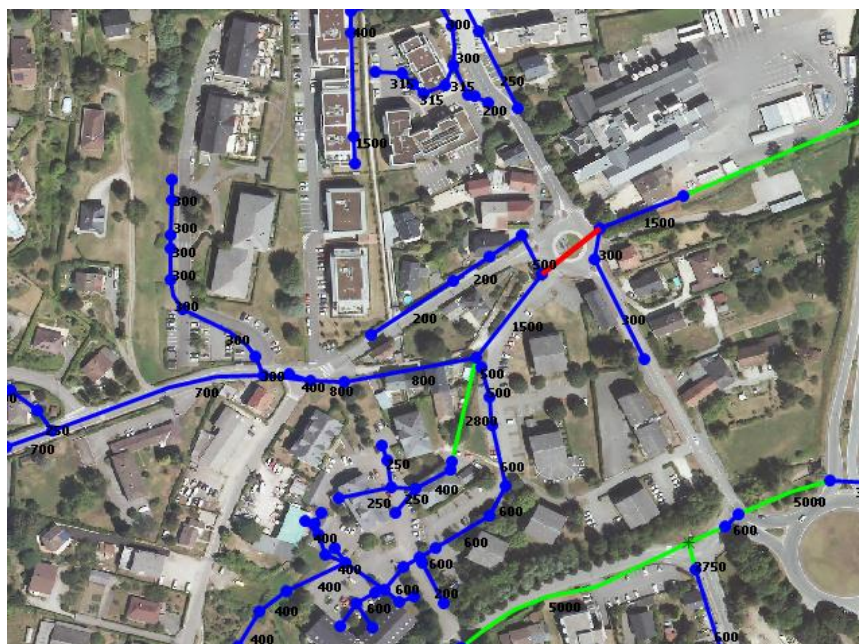


Figure 45 : Résultat du calage 2019 - point 1

Point 2 :

Sur le point 2 au Bourget du Lac, on constate que le modèle est systématiquement plus élevé dans un rapport de 5 fois, mais compte tenu du bassin versant amont relativement important, les débits du modèle paraissent cohérents. Il est également possible que la pluviométrie sur ce secteur relativement éloigné des postes pluviométriques d'Aix les Bains et Ruffieux ne soient pas représentatives, notamment avec une configuration différente avec le versant de la Dent du Chat.

En l'absence de données complémentaires sur la géologie des sols et sur la fiabilité de la mesure relevée, nous conserverons l'approche sécuritaire du modèle avec des paramètres de ruissellement relativement proches des autres de données calées sur le reste du territoire.



Bourget du Lac

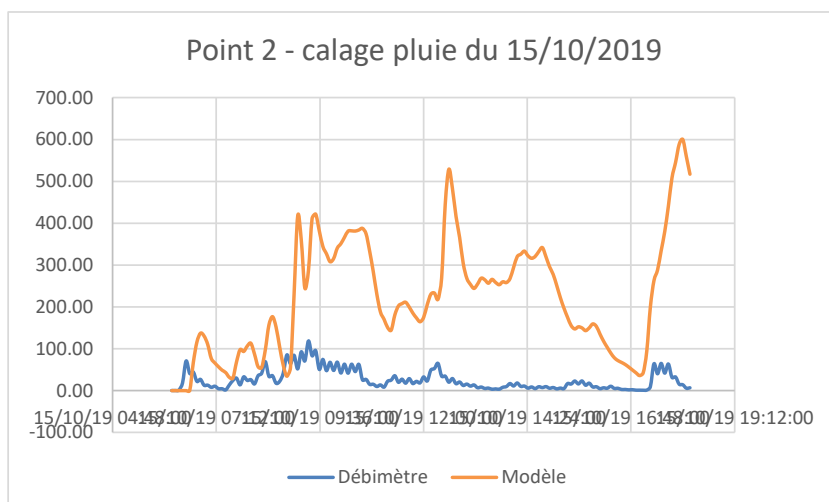
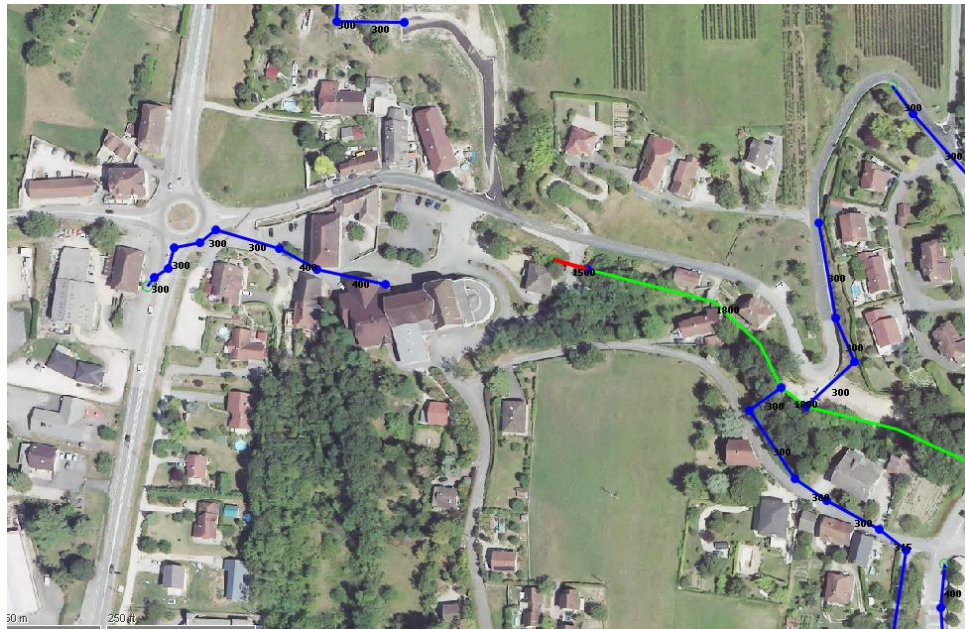


Figure 46 : Résultat du calage 2019 - point 2

Point 3 :

Sur le point 3 au Ruffieux, on constate que le modèle est relativement bien calé sur la pluie du 02 au 09/11/2019.

Pour ce point, nous avons pris la pluviométrie relevée sur le poste de Ruffieux situé à proximité immédiate.



Ruffieux

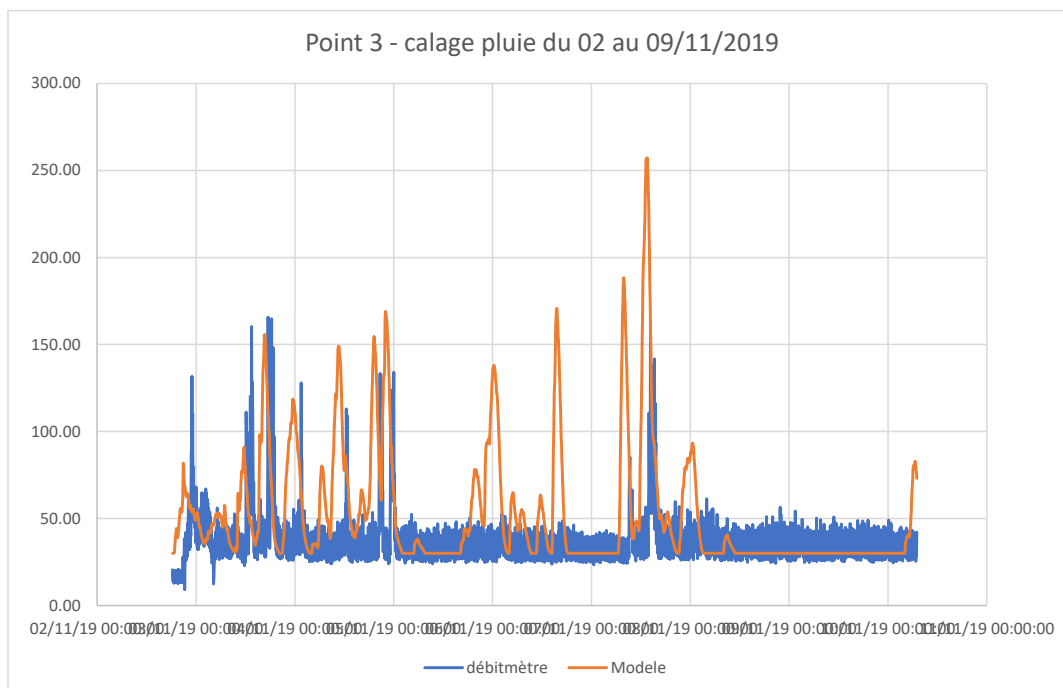
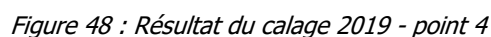


Figure 47 : Résultat du calage 2019 - point 3

Sur le point 4 à Conjux, on constate que le modèle est systématiquement plus élevé dans un rapport de 5 fois, mais compte tenu du bassin versant amont relativement important, les débits du modèle paraissent cohérents. Il est également possible que la pluviométrie sur ce secteur ne soient pas représentatives de ceux relevés sur les pluviomètres, notamment avec une configuration différente avec le versant de la Dent du Chat.



NOTE SUR LA LECTURE DES RESULTATS DU MODELE

Les résultats hydrauliques sont présentés sous forme de cartes du réseau avec :

- 4.6.
- Les fossés et cours d'eau en vert (nous n'indiquons pas les mises en charge de ces objets linéaires même si cela est calculé par le modèle, car la plupart du temps ces fossés sont hétérogènes en capacité et la topographie est manquante).
 - Les points de débordement et les volumes débordés**, par un code couleur (bleu = 0 m³) et un dégradé de bleu selon le volume débordé
 - L'état de mise en charge des conduites** par un code couleur : bleu, orange, rouge, rouge foncé
 - 0 à 0.8 => trait bleu fin
 - 0.8 à 1.0 => trait orange plus épais
 - 1 => trait rouge plus épais (mise en charge de la conduite par l'amont ou l'aval, surcharge par une hauteur d'eau trop élevée, en raison d'une perte de charge ponctuelle en amont ou à l'aval, ou de la capacité insuffisante de la conduite aval)
 - 2 => trait rouge foncé plus épais (mise en charge par l'amont et l'aval, surcharge à cause d'un débit trop élevé, la conduite est en charge. On veillera dans ce cas à vérifier si des débordements sont présents en surface, la mise en charge étant tolérable à des fréquences d'évènements donnés, cf. norme EP 752-2)

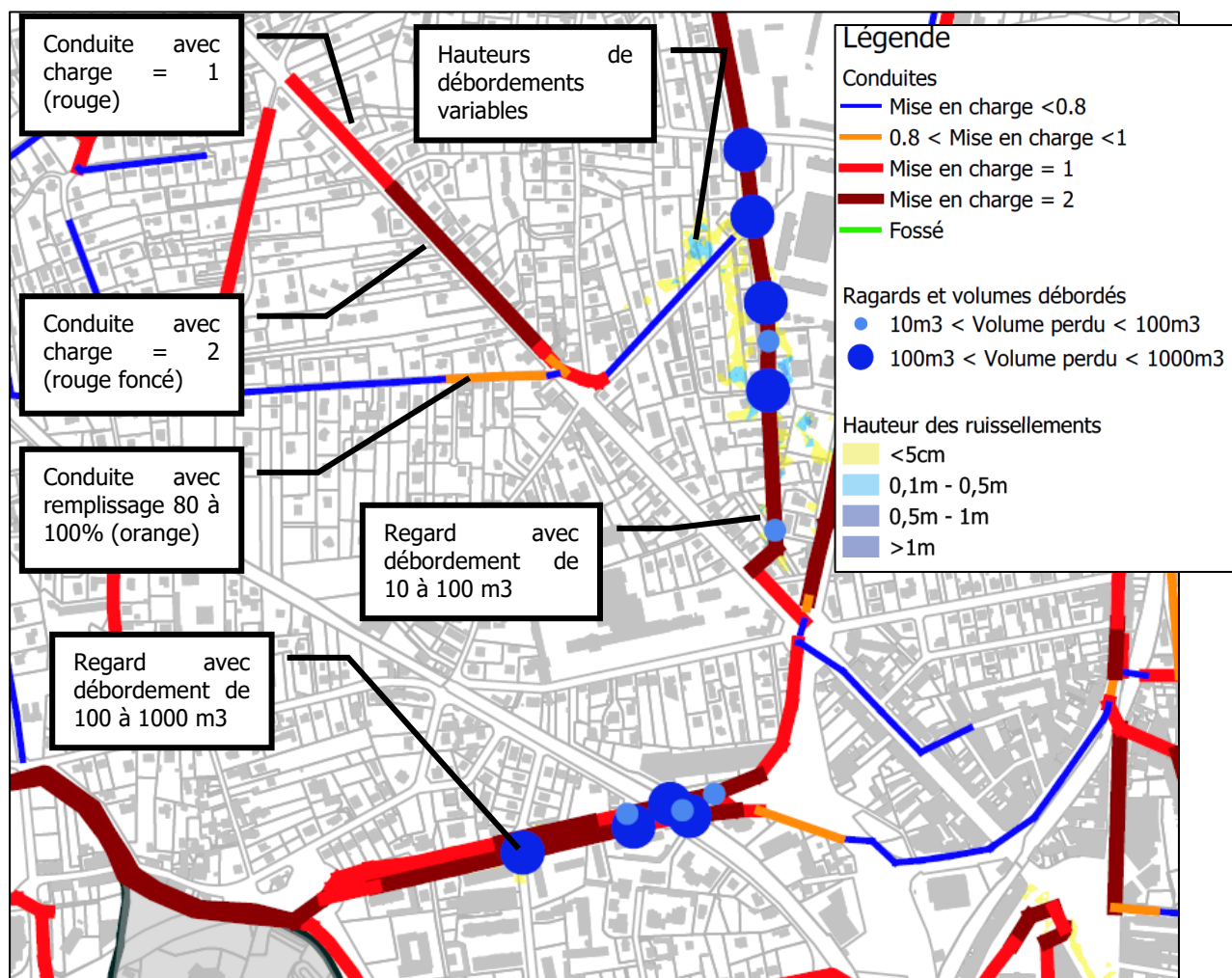


Figure 50 : Exemple de lecture des cartes présentées

5. DIAGNOSTIC ET EXPLOITATION DU MODELE

DIAGNOSTIC CONSTATE SUR LE TERRAIN ET EN REUNION

Ces dysfonctionnements constatés ont été recensés sur le terrain et lors de l'entretien en mairie. On se reportera à la carte correspondante.

5.1. ⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 1 : Localisations des dysfonctionnements**

DIAGNOSTIC CONSTATES SUR LES MODELISATIONS

5.2.1. Modélisations de ruissellement en 2D sans prise en compte des réseaux

Ces modélisations ont pour objectif de traduire le ruissellement sur l'ensemble du bassin versant, afin d'identifier les axes d'écoulements principaux avec les hauteurs d'eau et les vitesses atteintes, les zones de ralentissement dynamique et les zones de stockage.

Ces résultats permettent d'appréhender le « risque » de ruissellement de versant.

Remarques :

Ce modèle ne tenant pas compte des réseaux pluviaux car à cette échelle de plusieurs communes, il n'apparaît pas envisageable d'obtenir toutes les informations de collecte de type fossés, grilles, cunettes, sur l'ensemble du territoire puis de les intégrer au modèle.

Pour la pluie P100, les réseaux pluviaux étant saturés, la cartographie donne une appréciation plus pertinente du risque lié au ruissellement.

Par ailleurs, on rappelle que la précision de ce modèle est conditionnée en partie à la précision du Modèle Numérique de Terrain utilisé (LIDAR), d'autant plus que les hauteurs d'eau liées au ruissellement pluvial sont généralement faibles (<10 cm) et donc influencées par la microtopographie. De fait, une analyse d'expert et/ou de terrain apparaît pertinente afin de conclure sur les risques pour un secteur donné. Il n'est pas conseillé d'utiliser ces résultats bruts sans accompagnement de post-expertise locale.

Les zones de stockage/épandage identifiées devront être conservées autant que possible.

Les pluies suivantes ont été modélisées :

- P10
- P30
- P100

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 3 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P10**

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 4 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P30**

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 5 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P100**

5.2.2. Modélisations avec intégration des réseaux pluviaux

Ces modélisations permettent de mettre évidence les insuffisances du réseau pluvial existant, afin d'organiser une gestion cohérente et globale du réseau par l'exploitant.

Ces modélisations ont pour objectif de se rapprocher autant que possible du fonctionnement du réseau actuel, sans prise en compte du ruissellement de versant traité à part.

En cas d'insuffisance sur le réseau, les débordements éventuels sont modélisés en 2D à partir du LIDAR.

Ainsi, la plupart des débordements constatés par les communes qui ont pour cause une insuffisance de la capacité du réseau sont identifiés dans le modèle hydraulique.

Les pluies suivantes ont été modélisées :

- P10
- P30
- P100

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 6 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P10**

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 7 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P30**

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 8 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P100**

Remarques :

Les résultats des modélisations sont transmis sous forme de cartographies autoportantes.

Le modèle hydraulique ne traite pas des problématiques suivantes :

- Embâcles, qui relèvent d'un entretien du gestionnaire des eaux pluviales, de la commune et des riverains pour les petits cours d'eau
- Conception d'ouvrages particuliers comme les pièges à embâcles qui seront appréciées par une expertise hydraulique et des calculs mathématiques spécifiques
- Problème ou absence de collecte des eaux, qui indique que les zones de collecte des eaux pluviales sont manquantes ou sous dimensionnées (absence de fossé, grille, caniveau, etc.)

Le modèle hydraulique indique que les vitesses atteintes par le ruissellement de surface restent modérées, majoritairement inférieures à 0.5 m/s. Cependant, les vitesses peuvent être localement plus élevées selon la pente, le type de revêtement (route par exemple) ou par la concentration d'une veine d'écoulement. Ainsi dans les fonds de talwegs ou cours d'eau, les vitesses atteintes sont plus élevées, voire élevées pour des écoulements de type cours d'eau : de 1 à 4 m/s.

D'une manière générale, le risque pour les personnes liées au ruissellement de surface sur des petits bassins versant reste relativement faible sur la zone d'étude.

En revanche, le risque devient plus important dans certaines zones d'accumulation d'eau avec des hauteurs d'eau supérieures à 0.5 m.

DIAGNOSTIC DE LA SITUATION FUTURE

L'objectif de cette partie est d'anticiper les dysfonctionnements hydrauliques qui seraient liés aux nouveaux projets d'urbanisation, et par conséquent déterminer des mesures préventives pour une meilleure gestion des eaux.

5.3. D'une manière générale, l'urbanisation induit une augmentation du débit de pointe et une diminution du temps de réaction de la zone.

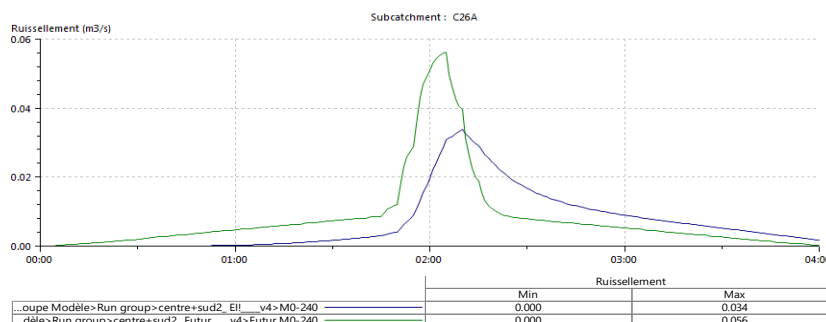


Figure 51 : Exemple d'hydrogrammes avant et après urbanisation

Un zonage d'assainissement pluvial sera établi, avec intégration au PLUi des communes après enquêtes publiques. Ce zonage aura plusieurs objectifs :

- Définir la compensation du ruissellement issu de l'imperméabilisation nouvelle des sols (nouveaux projets)
- La préservation des zones naturelles d'expansion et des zones humides,
- La prise en compte de la pollution, et si besoin d'indication de traitement des eaux,
- Les zones potentielles d'infiltration des eaux.

De fait, les constructions futures n'occasionneront pas de sur-débit à l'aval par rapport à l'état actuel. Il n'apparaît pas nécessaire de modéliser l'impact d'une urbanisation future qui sera compensée.

6. RAPPELS REGLEMENTAIRES

MISSIONS DE GRAND LAC CONCERNANT LES EAUX PLUVIALES

6.1.1. Définition du périmètre patrimonial

- 6.1. La compétence GEPU s'exerce uniquement sur des ouvrages publics. Les ouvrages privés (situés en domaine privés) ne sont pas rattachés à cette compétence.

La compétence GEPU s'exerce uniquement dans les aires « urbaines », c'est-à-dire les zones urbanisées ou à urbaniser au sens des documents d'urbanisme en vigueur

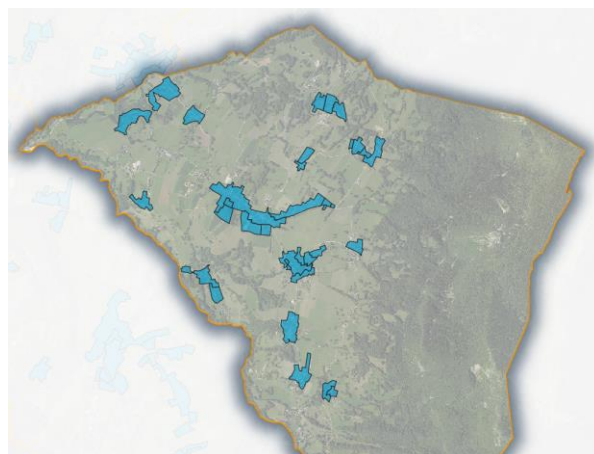
- **Zones U et AU des documents d'urbanisme**

Par soucis de cohérence de gestion, la compétence s'étend sur les ouvrages situés en aval des zones urbaines et en continuité hydraulique directe avec ces zones (ouvrages qui collectent et traitent des eaux pluviales issues de la zone urbaine)

- **Compétence jusqu'à l'exutoire « naturel »**
- **En amont des zones urbaines = autre compétence (commune, département, privé, GEMAPI, etc.)**

6.1.2. L'aire urbaine

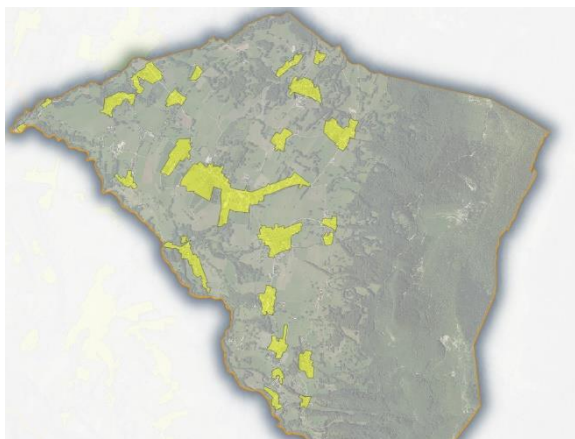
Il est proposé d'établir une cartographie de l'aire urbaine sur laquelle s'applique la compétence GEPU. Cette cartographie sera basée sur la fusion des zones U et AU des documents d'urbanisme en vigueur en 2016 et en 2022.



PLU 2016

PLUi 2022

=



Aire urbaine

La carte des aires urbaines se résume donc à la synthèse des zones U et AU des PLU en vigueur en 2016 et en 2022.

⇒ **ANNEXE4 - DOSSIER DE PLANS – PIECE 9 : Carte des aires urbaines**

6.1.3. Cartographie des ouvrages

Une seconde cartographie intégrant l'ensemble des ouvrages Pluvial et Cours d'eau, tous maitres d'ouvrage confondus, sera établie sur la base des éléments du tableau ci-dessous. Cette cartographie sera partagée avec l'ensemble des acteurs pour validation.

Maitre d'ouvrage		Périmètre d'application	Types d'Ouvrages (à ciel ouvert ou canalisés)
Pluvial	Compétence GEPU	- Dans aire urbaine - En aval aire urbaine	- Ouvrages collectant des eaux pluviales issus des bâtis - Ouvrages de transport des EP des bâtis jusqu'à un émissaire - Ouvrages annexes de stockage, prétraitement, traitement, etc.
Pluvial	Compétence voirie	- Ensemble des voiries et chemins publics du territoire	- Ouvrages collectant les eaux de ruissellement des voiries - Ouvrages assurant la protection des voiries contre le ruissellement amont - Ouvrages créés à la suite de la mise en œuvre de bordures ou plateaux surélevés

		- Accessoires de voirie (grille, branchement, ouvrage 100% EP voirie) classé non GEPU
Pluvial Privé strict	- Ensemble du territoire	- Ouvrage de collecte du ruissellement naturel (le plus souvent en amont des zones habitées) - Ouvrage de drainage de parcelles (à vocation agricole) - Ouvrage réalisé par propriétaire privé (branchement ou antenne privative sous parcelle privée)
Propriétaire foncier	- Ensemble du territoire	- Ecoulement cartographié cours d'eau dans la base DDT
	- Hors aire urbaine = classé cours d'eau - Dans aire urbaine classé = cours d'eau si cours d'eau à l'amont ou à définir par concertation dans le cas contraire	- Ecoulement permanent canalisé (réseau) ou à l'air libre présentant les caractéristiques d'un cours d'eau mais non classé

6.2. CODE DE L'URBANISME ET PLU

Une commune (ou intercommunalité) peut adopter dans le règlement de son PLU des prescriptions sur les eaux pluviales opposables aux constructeurs et aménageurs. Ces prescriptions, pouvant découler d'un schéma directeur de gestion des eaux pluviales et/ou de l'intégration du zonage pluvial (Art. L 151-24 du Code de l'Urbanisme), peuvent être introduites dans différents articles du règlement.

D'autres pièces constitutives d'un PLU peuvent utilement être mises à profit pour la prise en compte des eaux pluviales :

- le **Rapport de présentation** peut contenir différents éléments de diagnostic utiles au choix d'aménagement qui seront faits : état des milieux aquatiques, fonctionnement et insuffisances du système d'assainissement actuel, zones de production et d'accumulation du ruissellement, capacités d'infiltration des sols, sensibilité des milieux récepteurs aux rejets d'eaux pluviales,...
- les **Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)** peuvent préciser, au titre de la mise en valeur de l'environnement et des paysages, des partis d'aménagement en interaction avec la gestion des eaux pluviales (préservation de points bas, d'un thalweg, d'une coulée verte).

Il est important de rappeler que le Plan Local d'Urbanisme pourra prendre en compte les éléments du zonage pluvial selon les dispositions de l'article L123-1 du code de l'urbanisme :

« Le règlement fixe, [...], les règles générales et les servitudes d'utilisation des sols [...], qui peuvent notamment comporter l'interdiction de construire, délimitent les zones urbaines ou à urbaniser et les zones naturelles ou agricoles et forestières à protéger et définissent, en fonction des circonstances locales, les règles concernant l'implantation des constructions.

A ce titre, le règlement peut :

11° Fixer les conditions de desserte par les voies et réseaux des terrains susceptibles de recevoir des constructions ou de faire l'objet d'aménagements. Il peut délimiter les zones visées à l'article L. 2224-10 du code général des collectivités territoriales concernant l'assainissement et les eaux pluviales »

Le zonage pluvial peut être intégré au PLU lors de la révision de celui-ci, après enquête publique.

CODE CIVIL

Article 640 : « Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur ».

Article 641 : « Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds ». Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur.

Article 681 : « Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou la voie publique ; il ne peut les faire verser sur les fonds de son voisin. »

On retiendra :

- Les eaux pluviales appartiennent au propriétaire des terrains sur lesquels elles tombent. Il peut donc les utiliser pour son usage personnel ou les laisser s'écouler sans aggravation à l'aval.
- Le propriétaire du fond supérieur ne peut pas aggraver les écoulements vers le fond inférieur.

6.4.

CODE DE L'ENVIRONNEMENT EN CAS DE NOUVELLES CONSTRUCTIONS

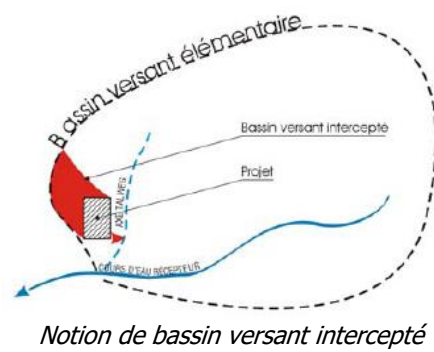
Lors de la réalisation d'un nouveau projet immobilier, la prise en compte des eaux pluviales est réglementée. Pour rappel, la rubrique 2.1.5.0 du Code de l'Environnement est la suivante :

Rubrique 2.1.5.0. du Code de l'Environnement

Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin versant naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

- | | |
|---|--------------|
| 1° supérieure ou égale à 20 ha | AUTORISATION |
| 2° supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha | DECLARATION |

ATTENTION : on prendra en compte la surface du projet augmentée de la surface de bassin versant naturel intercepté.



7. ANNEXES

ANNEXE 1 : FICHES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE 2 : SYNTHÈSE DES ENTRETIENS EN MAIRIE

7.1.

ANNEXE 3 : RAPPORT D'HYDROLOGIE

7.2.

ANNEXE 4 : DOSSIER DE PLANS

7.4.

7.4.1. [PIECE 1 : Cartes de localisation des dysfonctionnements](#)

7.4.2. [PIECE 2 : Cartes des enjeux](#)

7.4.3. [PIECE 3 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P10](#)

7.4.4. [PIECE 4 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P30](#)

7.4.5. [PIECE 5 : Résultats des modélisations de ruissellement 2D – P100](#)

7.4.6. [PIECE 6 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P10](#)

7.4.7. [PIECE 7 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P30](#)

7.4.8. [PIECE 8 : Résultats des modélisations du réseau pluvial – P100](#)

7.4.9. [PIECE 9 : Cartographie aires urbaines](#)

