



## En savoir plus :

### Le contexte pluviométrique du territoire

#### Table des matières

<b>1. ETAT DES LIEUX DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES EXISTANTES .....</b>	<b>2</b>
1.1. DONNEES METEO-FRANCE.....	2
1.1.1. Stations pluviométriques terrestres .....	2
1.1.2. Stations de mesure radar .....	6
1.2. DONNEES GRAND CHAMBERY.....	7
1.2.1. Données du service cours d'eau .....	7
1.2.1. Données du service des eaux.....	11
1.3. DONNEES DU COMITE METEOROLOGIQUE DE SAVOIE (CMD73) .....	11
1.4. DONNEES DU RESEAU ROMMA .....	13
1.5. DONNEES DU SYNDICAT MIXTE INTERDEPARTEMENTAL D'AMENAGEMENT DU CHERAN (SMIAC).....	14
1.6. SYNTHESE .....	14
<b>2. ANALYSE DES TENDANCES DU REGIME DES PRECIPITATIONS A L'ECHELLE DE GRAND CHAMBERY</b>	<b>15</b>
2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA PLUVIOMETRIE DANS LES TERRITOIRES DE MONTAGNE .....	15
2.2. ANALYSE DE LA REPARTITION DES PRECIPITATIONS SUR LE TERRITOIRE.....	17
2.2.1. Caractérisation de l'évolution des précipitations en fonction de l'altitude.....	17
2.2.2. Comparaison des statistiques des fortes pluies entre la Cluse de Chambéry et les Bauges.	19
2.2.3. Caractérisation du régime pluviométrique au sein la Cluse de Chambéry.....	19
2.2.4. Synthèse .....	22
<b>3. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE .....</b>	<b>24</b>
3.1. ANALYSE DE L'EVOLUTION DES STATISTIQUES DES FORTES PLUIES.....	24
3.2. EVOLUTIONS ATTENDUES .....	25
3.3. IMPACTS POTENTIELS .....	26
3.4. CONCLUSIONS.....	26
<b>4. CLASSIFICATION DES DIFFERENTS TYPES DE PLUIES .....</b>	<b>27</b>

GRAND CHAMBERY

DIRECTION DES EAUX

298 rue de Chantabord – CS 82618 – 73026 Chambéry cedex

04 79 96 86 70 - grandchambery.fr - @GrandChambery - cmag-agglo.fr

# 1. Etat des lieux des données pluviométriques existantes

## 1.1. Données Météo-France

### 1.1.1. Stations pluviométriques terrestres

Il existe 14 stations pluviométriques terrestres gérées par Météo France dans le périmètre de Grand Chambéry et 8 à proximité immédiate.

Les caractéristiques précises de chacune de ces stations sont détaillées dans le Tableau 3. Trois paramètres sont particulièrement structurants pour apprécier le potentiel d'exploitation d'une station en fonction des attentes d'une étude :

- × la période de disponibilité des mesures ;
- × le pas de temps d'acquisition (journalier, horaire, infra-horaire) ;
- × le type d'acquisition des données et le délai de mise à disposition des chroniques expertisées, c'est-à-dire validées. Le tableau ci-après synthétise la codification utilisée par Météo-France pour classer ses stations.

Tableau 1 Typologie des pluviomètres terrestres Météo France (source : publithèque Météo France)

Type de station		Disponibilité des données
0	Station synoptique, acquisition temps réel, expertise à J+1	Horaire
1	Station automatique Radome-Resome, acquisition temps réel, expertise à J+1	
2	Station automatique NON Radome-Resome, acquisition temps réel, expertise à J+1	
3	Station automatique, acquisition temps réel, expertise temps différé (à M+21jours maxi)	Vers le 20 du mois pour les données du mois précédent
4	Poste climatologique manuel ou station automatique, acquisition temps différé, expertise temps différé (à M+21jours maxi)	
5	Station avec acquisition temps réel ou différé, non expertisée ou expertise des données non garantie	Occasionnelle

En parallèle de la gestion des stations pluviométriques terrestres, Météo-France produit des statistiques pluviométriques à partir des chroniques de pluies mesurées au niveau des stations terrestres :

- × les coefficients de Montana permettent de connaître, pour une durée de pluie donnée, le cumul d'eau des précipitations pour chacune des périodes de retour suivantes : 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans ;
- × les durées de retour des fortes précipitations permettent d'estimer la fréquence d'apparition des phénomènes pluvieux intenses de courte et moyenne durée, pour des pas de temps compris entre 6 min et 192 heures et des périodes de retour allant de 5 ans à 100 ans ;
- × les fréquences d'apparition des précipitations permettent d'estimer la fréquence d'apparition des phénomènes pluvieux modérés de courte et moyenne durée, pour des pas de temps compris entre 6 min et 192 heures et des périodes de retour allant de 1 semaine à 2 ans.

*Tableau 2 Caractéristiques et disponibilité des données statistiques Météo-France*

<b>Statistiques</b>	<b>Méthode de calcul</b>
Fréquence d'apparition des précipitations	Calcul des fréquences d'apparition empiriques sur la base d'un classement des valeurs
Durée de retour des fortes précipitations	Cumuls extrapolés à partir d'un ajustement statistique sur une loi locale GEV (valeur extrême) ou une loi de Pareto généralisée (méthode par seuils)
Coefficients de Montana	Coefficients extrapolés à partir d'un ajustement statistique entre les durées et les quantiles de pluies ayant une période de retour donnée

Sur le périmètre de Grand Chambéry, les stations de Voglans et de la Féclaz sont les seules à disposer de statistiques infra-horaires sur les durées de retour des fortes précipitations. En effet, ces deux stations présentent un pas de temps d'acquisition de 6 min depuis le début des années 2000.

Tableau 3 Caractéristiques des pluviomètres terrestres Météo-France

Identifiant Météo France	Nom de la station	Commune/Lieudit	Type	Altitude (m NGF)	Début de mesure	Station active ?	Pas de temps de mesure	Lacunes
73098003	LES DESERTS (FECLAZ_SAPC)	Les Déserts / La Féclaz Foyer de ski	2	1328	01/01/1993	Oui	6 min	-
73191001	NOVALAISE	Novalaise / l'Ecole	4	445	01/07/1956	Oui	Journalier	Oui
73098002	LES DESERTS (LA FECLAZ)	Les Déserts / La Féclaz	4	1350	01/12/1991	Oui	Journalier	-
73301001	TREVIGNIN	Trévignin / Saint-Victor	4	730	01/04/1989	Oui	Journalier	-
73179001	LA MOTTE-SERVOLEX	La-Motte-Servolex	4	310	01/03/1956	Arrêt le 31/05/2015	Horaire	Oui
73082001	LA CHAVANNE	La Chavanne/ Chef-lieu	4	318	01/01/1959	Oui	Journalier	Oui
73191005	NOVALAISE (LAC AIGUEBELETTE)	Novalaise	2	375	01/03/2004	Oui	6 min	-
73017001	APREMONT	Apremont L'Eglise	4	370	01/08/1986	Oui	Journalier	-
73051001	LE BOURGET-DU-LAC (MONT DU CHAT)	Le-Bourget-du-lac	1	496	01/08/2005	Oui	6 min	-
73008003	AIX-LES-BAINS (AIX LES BAINS)	Aix-les-Bains / Foyer APF	4	234	01/01/2003	Oui	Journalier	Oui
73228002	SAINT-CASSIN	Saint-Cassin / Saint-Claude	4	550	01/06/1998	Oui	Journalier	-
73329001	VOGLANS (CHAMBERY-AIX)	Voglans / Aéroport	0	235	01/07/1973	Oui	6 min	-
73004001	AILLON-LE-JEUNE (AILLON LE JEUNE)	Aillon-le-Jeune / BG	4	900	01/06/1934	Oui	Journalier	-
73064002	CHALLES-LES-EAUX (CHALLES TEPPES)	Challes-les-Eaux/ Les Teppes	4	307	01/01/1987	Oui	Journalier	-
73065005	CHAMBERY	Chambéry / Bissy	4	256	01/05/1978	Oui	Journalier	Oui
73326001	VIMINES	Vimines / Le Lards en Bas	4	515	01/08/1986	Oui	Journalier	-
73064001	CHALLES-LES-EAUX (CHALLES LES EAUX)	Challes-les-Eaux / Aéroport	4	291	01/01/1940	Oui	Horaire	Oui
73171002	MONTMELIAN	Montmélian/ Stade des Iles	1	267	01/11/2003	Oui	6 min	-
73179002	LA MOTTE-SERVOLEX (NOIRAY)	La-Motte-Servolex / Le Noiray	4	350	01/11/1981	Oui	Journalier	Oui

## GRAND CHAMBERY

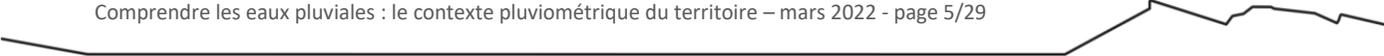
Comprendre les eaux pluviales : le contexte pluviométrique du territoire – mars 2022 - page 4/29



73106001	ECOLE	Ecole / Bourg	4	732	01/06/1934	Oui	Journalier	Oui
73146001	LESCHERAINES	Lescheraines / La Madeleine	4	591	01/09/1938	Oui	Journalier	Oui

## GRAND CHAMBERY

Comprendre les eaux pluviales : le contexte pluviométrique du territoire – mars 2022 - page 5/29



### 1.1.2. Stations de mesure radar

Le territoire de Grand Chambéry est couvert par deux stations de mesure radar<sup>1</sup> :

- × La station radar de la Dole en Suisse ;
- × La station radar du Moucherotte, implantée à Saint-Nizier-du-Moucherotte en Isère.

Les caractéristiques de ces stations radars sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 4 Caractéristiques des radars couvrant le territoire de Grand Chambéry

	<b>Radar de la Dole</b>	<b>Radar du Moucherotte</b>
<b>Localisation</b>	Suisse	Saint-Nizier-du-Moucherotte (Isère)
<b>Technologie de mesure</b>	Bande C	Doppler bipolarisé en bande X
<b>Altitude d'implantation du radar</b>	1 677 m NGF	1 901 m NGF
<b>Qualification opérationnelle</b>	Octobre 2011	Fin 2015
<b>Périmètre de détection des précipitations</b>	200 km	100-120 km
<b>Périmètre de mesure quantitative des précipitations</b>	100 km	50 km
<b>Périmètre de Chambéry Métropole couvert</b>	Quasi-intégralité du territoire, sauf le quart sud-ouest	Sud-ouest du territoire

Trois types de produits radar quantifiés et géo-référencés peuvent être acquis auprès de Météo-France :

- × les données PANTHERE : cumuls de lames d'eau en coordonnées cartésiennes estimés à partir des données d'un radar individuel. Les données sont acquises au pas de temps 5 mn.
- × les données ANTILOPE : pluviométrie moyenne (lame d'eau) construites à la fois à partir des données du réseau radar et du réseau de stations au sol de Météo-France. Il s'agit d'un produit hybride de la lame d'eau PANTHERE et d'un krigeage (interpolation) des pluviomètres disponibles au moment de la réalisation de la lame d'eau. La lame d'eau ANTILOPE est calculée en « temps

---

<sup>1</sup> On parle ici d'une couverture permettant l'estimation quantitative des cumuls de précipitations.

réel » vers H+20 mais Météo France constitue également une lame antilope dite "J+1" qui est a priori plus pertinente que la lame d'eau ANTILOPE « temps réel » ;

- × les données AROME : modèle de prévision radar à horizon H+42 h présentant une résolution de 2,5 km.

Ces données radar peuvent être exploitées seules ou en complément des données terrestres pour différents types d'utilisation dont notamment :

- × la caractérisation de l'évolution spatio-temporelle et l'estimation du cumul de précipitation sur chaque pixel de 1 km<sup>2</sup> au pas de temps donné pour chaque événement pluvieux particulier ;
- × une modélisation hydrologique à grande échelle sur la base d'une approche pluie-débit ;
- × les besoins en termes de prévision et de gestion de crise. Météo-France a notamment mis en place le service d'Avertissement Pluies Intenses à l'échelle des Communes (APIC) qui permet d'avertir les communes sur le niveau de sévérité des précipitations en cours (<https://apic.meteo.fr/>). Les données de prévision radar (modèle AROME) peuvent également servir à alimenter des systèmes de gestion temps réel des cours d'eau et/ou des réseaux d'assainissement.

## 1.2. Données Grand Chambéry

### 1.2.1 Données du service cours d'eau

Le service cours d'eau de Grand Chambéry<sup>2</sup> est propriétaire et exploite actuellement 9 pluviomètres terrestres **répartis de manière relativement homogène** sur l'ensemble du territoire de l'ancienne communauté d'agglomération de Chambéry Métropole. Il s'agit des anciens pluviomètres du Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau du bassin Chambérien (SICEC) récupérés par le service cours d'eau lors de l'intégration du syndicat à la Métropole.

A noter que le pluviomètre de Voglans, fonctionnel entre 1999 et 2013, a été déplacé sur le site de Technolac plus à l'ouest en 2014.

Le pas de temps d'acquisition des pluviomètres terrestres du service cours d'eau est de 6 minutes.

A l'heure actuelle, le service cours d'eau analyse et valide les données de mesure des pluviomètres manuellement et au cas par cas, en fonction de ses besoins. En revanche, aucun système de validation systématique n'a été mis en place à ce jour ce qui peut représenter un frein à l'exploitation de ces données pour des utilisations autres que celles du service cours d'eau. En effet, les données brutes sont susceptibles de présenter des lacunes ou des cumuls aberrants liés à un dysfonctionnement des équipements ou à un autre type de perturbation (acte de vandalisme par exemple).

---

<sup>2</sup> Le « service cours d'eau de Grand Chambéry » est évoqué ici dans la mesure où il existait encore au moment de la rédaction de ce document. Aujourd'hui, la compétence GEMAPI est exercée par le CISALB (Comité InterSyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget) pour l'ensemble des communes hors Bauges et par le SMIAC (Syndicat Mixte Interdépartemental d'Aménagement du Chéran) pour l'ensemble des communes des Bauges.

Le Tableau 5 présente les caractéristiques des pluviomètres en place.

Commune	Localisation	Altitude (m NGF)	Début de mesure	Lacunes	Données Validées	Actif	Pas de temps de mesure
<b>Challes-les-Eaux</b>	Lieu-dit "Le Grand Barberaz"	307	Février 1998	Oui	Non	Oui	6 min
<b>Chambéry Bissy</b>	Centre Technique Municipal	261	Mai 1998	Oui	Non	Oui	6 min
<b>Chambéry Buisson Rond</b>	Piscine de Buisson Rond	279	Avril 2008	Oui	Non	Oui	6 min
<b>Chambéry Vitonne</b>	Parc de l'Etincelle	408	Janvier 2006	Oui	Non	Oui	6 min
<b>La Féclaz</b>	A côté Station Météo France	1330	Octobre 2000	Oui	Non	Oui	6 min
<b>La Motte Servolex Reinach</b>	Lycée Reinach	304	Mai 1998	Oui	Non	Oui	6 min
<b>Le Bourget-du-Lac La Serraz</b>	Lieu-dit "La Serraz"	338	Septembre 1999	Oui	Non	1 Oui	6 min
<b>Le Bourget-du-Lac Technolac</b>	Bâtiment Koala à Savoie Technolac	235	Mars 2014	Oui	Non	Oui	6 min
<b>Saint Cassin</b>	Vers Lieu-dit "Les Dubonnets"	554	Mai 1998	Oui	Non	Oui	6 min

GRAND CHAMBERY

<b>Voglans</b>	Aéroport	235	Janvier 1999	Oui	Non	Arrêt en juillet 2013	6 min
----------------	----------	-----	--------------	-----	-----	--------------------------	-------

*Tableau 5 : Caractéristiques des pluviomètres terrestres du service cours d'eau de Grand Chambéry*

### 1.2.1. Données du service des eaux

Le service des eaux de Grand Chambéry exploite un pluviomètre terrestre situé sur le toit de la piscine d'agglomération de Buisson Rond à Chambéry.

Il s'agit du même pluviomètre que celui exploité depuis avril 2008 par le service cours d'eau. Cependant, la méthode d'acquisition des données entre les deux services diffère : le service des eaux récupère manuellement les données au pas de temps 30 minutes (contre une récupération automatique au pas de temps 6 minutes par le service cours d'eau) et effectue une validation systématique de ces données au pas de temps horaire depuis 2015.

## 1.3. Données du Comité Météorologique de Savoie (CMD73)

Le Comité Météorologique Départemental de Savoie a été créé en 2009. Cette structure associative rassemble les acteurs de la climatologie et de la météorologie du territoire savoyard.

Animé conjointement par Météo France et le Département de la Savoie, le Comité vise à assurer une meilleure connaissance des phénomènes climatiques et des sources de données météorologiques existantes sur le département et à initier une démarche de mutualisation et de partage de ces différentes données.

Les organismes membres partenaires sont :

- × Météo France ;
- × Département de la Savoie ;
- × Chambre d'Agriculture Savoie Mont Blanc (CASMB) ;
- × Syndicat Régional des Vins de Savoie ;
- × Fédération des Producteurs de Fruits de Savoie.

En dehors des stations Météo France citées précédemment, 7 stations automatiques du réseau du Comité Météorologique de Savoie se situent au droit ou à proximité du territoire de Grand Chambéry. Les caractéristiques de ces pluviomètres terrestres sont présentées dans le Tableau 6 (les modalités d'accès à ces données peuvent être communiquées par la Direction de l'environnement et du paysage – SAGERE – du Département 73).

Tableau 6 Caractéristiques des pluviomètres terrestres du réseau CMD 73 (hors stations Météo-France)

Nom	Commune	Réseau	Validation des données	Début de mesure	Actif	Pas de temps de mesure	Altitude (m NGF)
<b>La Ravoire (Viti)</b>	Saint-Jean-de-la-Porte	Agrimétéo (Viticulture)	Non	1999/2000	Arrêté en 2015/2016	Horaire	338
<b>Saint-Vit (Viti)</b>	Apremont	Agrimétéo (Viticulture)	Non	1999/2000	Arrêté en 2015/2017	Horaire	364
<b>Le Tremblay (Arbo)</b>	La Motte-Servolex	CASMB (Arboriculture)	Non	-	Oui	Horaire	235
<b>Le Verney (Arbo)</b>	Sainte-Helene-sur-Isère	CASMB (Arboriculture)	Non	-	Oui	Horaire	300
<b>Cimetière</b>	Jarsy	DGPR	Non	21/12/2016	Oui	6 min	832
<b>Villard-Marin (Arbo)</b>	La Motte-Servolex	CMD73/CASMB (Arboriculture)	Oui depuis 2015	-	Oui	Horaire	405
<b>Chez les Raucaz (Arbo)</b>	Verrens-Arvey	CMD73/CASMB (Arboriculture)	Non	-	Oui	Horaire	535

## 1.4. Données du réseau ROMMA

L'association Réseau d'Observation Météo du Massif Alpin (ROMMA -parue au Journal Officiel du 22 septembre 2007) a pour objectif de déployer et de gérer un réseau de stations météorologiques automatiques sur le massif alpin, et de rendre les relevés météorologiques en temps réel disponibles à tous en ligne sur le site internet de l'association : [www.romma.fr](http://www.romma.fr).

Il s'agit de stations météorologiques terrestres semi-professionnelles équipées notamment d'un pluviomètre. Les données ainsi collectées sont brutes et non validées.

Le réseau ROMMA dispose de deux stations pluviométriques au sein du territoire de Grand Chambéry :

- × à Saint-François-de-Salles. Installée depuis août 2015, cette station se situe à 1300 m d'altitude et dispose d'un pas de temps d'acquisition de 10 minutes ;
- × aux Déserts. Installée depuis 2009, cette station se situe à 1 060 m d'altitude et dispose d'un pas de temps d'acquisition de 10 minutes.

Figure 1 Visualisation des précipitations au niveau de la station des Déserts (source : [www.romma.fr](http://www.romma.fr))



## 1.5. Données du Syndicat Mixte interdépartemental d'Aménagement du Chéran (SMIAC)

Le Syndicat Mixte Interdépartemental d'Aménagement du Chéran (SMIAC) a été créé en 1995 et regroupe 35 communes des 39 communes de Savoie et Haute-Savoie situées sur le bassin versant du Chéran, rivière traversant les Bauges.

Le syndicat est gestionnaire de deux pluviomètres à auget dont les relevés se font manuellement.

Seul celui de la commune de Arith se situe sur le territoire de Grand Chambéry. Il a été installé en juillet 2014, le pas de temps d'acquisition des données est de 5 minutes et ces dernières ne sont pas validées.

## 1.6. Synthèse

La carte ([accessible au lien suivant](#)) présente l'ensemble des données pluviométriques recensées dans cet état des lieux. Sont notamment distingués sur cette carte :

- × les sources de données pluviométriques ;
- × le pas de temps d'acquisition des données ;
- × le caractère validé ou non des données ;
- × les périmètres de mesure quantitative des stations radar de la Dole et du Moucherotte.

## 2. Analyse des tendances du régime des précipitations à l'échelle de Grand Chambéry

L'objectif de ce chapitre est de mettre en évidence, sur la base des données disponibles, les tendances du régime des précipitations au sein du périmètre de Grand Chambéry, et notamment d'étudier l'hétérogénéité spatiale des pluies.

Précisons qu'il ne s'agit pas d'une étude exhaustive du régime pluviométrique et de l'historique des précipitations sur le territoire de Grand Chambéry. Les analyses sont restées orientées vers l'objectif opérationnel de définir des données de référence adaptées aux particularités du secteur.

### 2.1. Caractéristiques générales de la pluviométrie dans les territoires de montagne

Le territoire de Grand Chambéry s'insère dans un contexte alpin particulier qui présente un certain nombre de caractéristiques :

- × les épisodes de pluies orageux sont très localisés (comme par exemple l'événement du 7 juin 2015 sur le Merderet). Il est dès lors très complexe d'extrapoler les précipitations tombant en différentes parties du territoire à partir des mesures terrestres existantes ;
- × on observe un gradient d'évolution des précipitations annuelles en fonction de l'altitude avec dans les Alpes du Nord, une variation qui peut aller de 50 à 200 mm par tranche de 100 m de dénivelé, comme illustré ci-après.

Figure 2 Pluviométrie moyenne annuelle (1957-1973) en fonction de l'altitude, pour les stations de mesure du bassin versant du Drac (source : Régionalisation des précipitations sur les massifs montagneux français à l'aide de regressions locales et par types de temps ; 2008 ; EDF-DTG, INPG-LTHE)

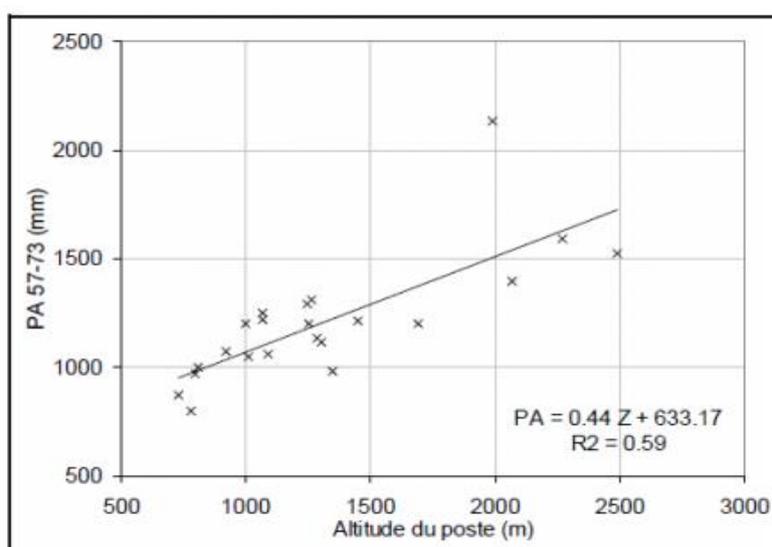


Figure 3 Croissance des précipitations avec l'altitude dans les Alpes du Nord (source : Régionalisation des précipitations annuelles par la méthode de la régression linéaire simple : l'exemple des Alpes du Nord, 1986, Revue de géographie alpine)

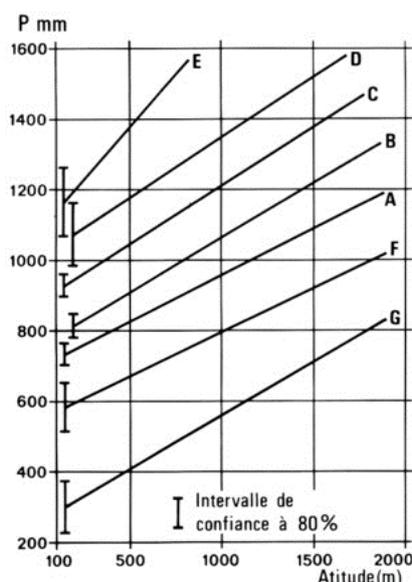


Fig. 3. — Croissance des précipitations avec l'altitude dans les Alpes du nord.

On constate ainsi que le principe de régression peut être appliqué de façon valable à ces sous-ensembles, puisque les valeurs du coefficient de détermination ( $R^2$ ) s'échelonnent de 0,98 à 0,87. De même, les intervalles de confiance à 80 % incluent en général l'ensemble des points (fig. 3). Cependant, la largeur des intervalles ne peut donner que des résultats assez grossiers, en particulier pour les groupes D, E, F et G (ainsi pour les  $P_A$  de E, l'incertitude atteint 200 mm, ce qui n'est pas négligeable !).

Echantillons	Gradient pluv	b	Equation	Valeur de R	Valeur de $R^2$	1/2 intervalle à 80 %
A	0,23	731	$0,23 X + 731$	0,93	0,865	43 mm
B	0,28	791	$0,28 X + 791$	0,99	0,98	34 mm
C	0,29	926	$0,29 X + 926$	0,97	0,94	44 mm
D	0,31	1 045	$0,31 X + 1 045$	0,97	0,94	83 mm
E	0,61	1 076	$0,61 X + 1 076$	0,94	0,884	100 mm
F	0,22	578	$0,22 X + 578$	0,95	0,902	73 mm
G	0,27	290	$0,27 X + 290$	0,97	0,941	75 mm

Ces caractéristiques propres aux zones montagneuses impliquent une forte variation potentielle des précipitations sur le territoire, en fonction de l'altitude et du secteur géographique, d'où la nécessité d'approfondir l'analyse (voir chapitre suivant).

## 2.2. Analyse de la répartition des précipitations sur le territoire

Afin de caractériser de manière plus fine la répartition spatiale des précipitations sur le périmètre de Grand Chambéry, deux échelles d'analyse temporelle ont été considérées :

- × l'échelle interannuelle qui permet de dégager une tendance de répartition moyenne des précipitations, sur la base de plusieurs années de mesure ;
- × l'échelle des pluies les plus fortes observées sur le territoire, qui permet de mettre en évidence des hétérogénéités pluviométriques locales singulières et d'identifier les secteurs où les événements rares sont les plus intenses.

### 2.2.1. Caractérisation de l'évolution des précipitations en fonction de l'altitude

Le tableau ci-après compare les cumuls moyens interannuels de 12 pluviomètres terrestres Météo-France situés sur ou à proximité immédiate du territoire.

Tableau 7 Comparaison des cumuls moyen interannuels de 12 station Météo-France (source : Météo-France)

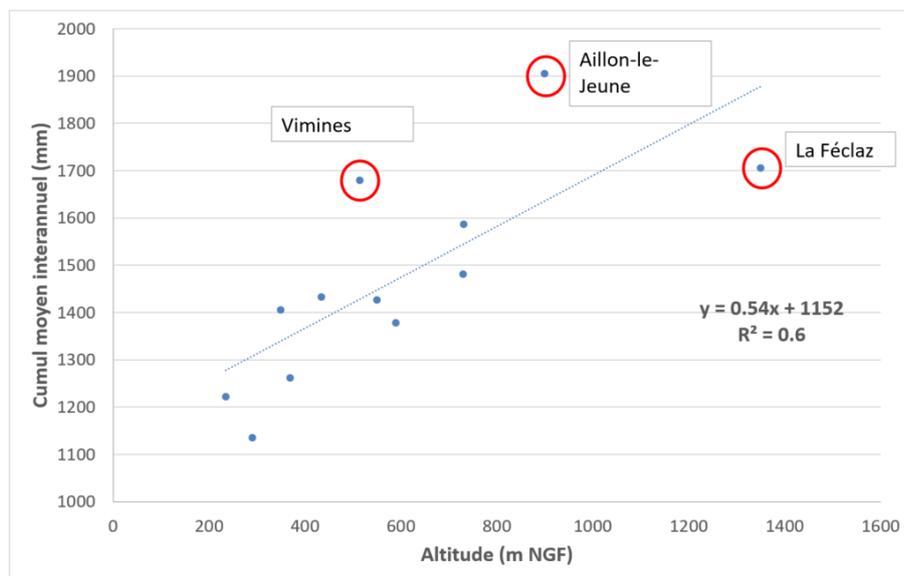
Station	Altitude (m NGF)	Cumul (mm)	% / Voglans
Challes-les-Eaux	291	1135.2	-7%
Voglans (Chambéry-Aix)	235	1221	0%
Apremont	370	1261.5	3%
Lescheraines	590	1378	13%
la Motte-Servolex (Noiray)	350	1404.9	15%
Novalaise	435	1432.9	17%
Saint-Cassin	550	1426.5	17%
Trévignin	730	1480.2	21%
Ecole	732	1586	30%
Vimines	515	1679.4	38%
Féclaz	1350	1704.9	40%
Aillon-le-Jeune	900	1905.1	56%

L'examen de ce tableau met en évidence qu'en dehors de la station de Challes-les-Eaux, les cumuls moyens interannuels de l'ensemble des stations Météo-France sont supérieurs à celui de la station de Voglans (prise ici comme station de base car étant la plus ancienne de la Cluse de Chambéry disposant d'un pas de temps d'acquisition de 6 min). Les écarts deviennent même très importants au-delà d'une altitude de 1 500 m (+ 40 % pour la Féclaz par exemple).

**Constat n°1 : les écarts importants observés au niveau des précipitations moyennes interannuelles montrent qu'il n'est pas réaliste de proposer un unique jeu de données pluviométriques de référence qui s'appliquerait sur tout le territoire.**

La représentation graphique de l'évolution des cumuls moyens interannuels en fonction de l'altitude (voir figure ci-après) met en évidence une forte corrélation linéaire<sup>3</sup> entre ces deux paramètres, avec un gradient d'évolution semblable à celui déterminé sur le Drac (voir Figure 2).

Figure 4 Evolution de la pluviométrie moyenne interannuelle en fonction de l'altitude (source : 12 stations Météo-France)



Les stations de Vimines, Aillon-le-Jeune et la Féclaz présentent des cumuls s'éloignant de la tendance moyenne d'évolution mise en évidence sur le graphique ci-dessus, ce qui pourrait indiquer qu'un facteur géographique, et pas seulement altimétrique, rentre également en jeu et influe sur le régime des précipitations.

**Constat n°2 :** l'analyse des données met en évidence un gradient net d'évolution de la pluviométrie moyenne annuelle en fonction de l'altitude.

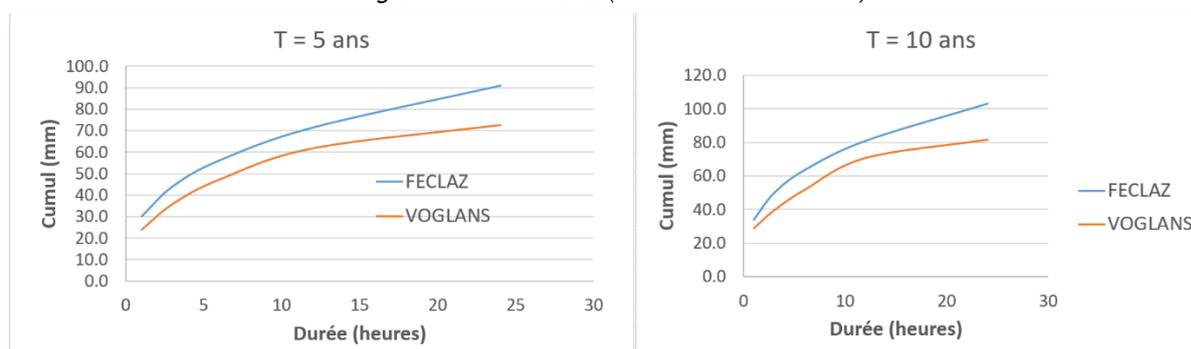
**Constat n°3 :** le comportement singulier de quelques stations telle que Vimines amène à se poser la question d'une variabilité pas seulement altimétrique mais également géographique des précipitations sous l'influence des massifs montagneux.

<sup>3</sup> Pour rappel le coefficient de corrélation linéaire r est égal au rapport entre la covariance et le produit non nul des écarts types des deux variables comparées. La corrélation est jugée forte lorsque  $r^2 > 0.25$

## 2.2.2. Comparaison des statistiques des fortes pluies entre la Cluse de Chambéry et les Bauges

Les stations Météo-France de Voglans et de La Féclaz disposant de statistiques des fortes pluies pour des durées infra-horaires, une comparaison des courbes « cumul, durée, fréquence » entre ces deux stations a été réalisée (pour des durées comprises entre 1h et 24h et des périodes de retour entre 5 ans et 100 ans).

Figure 5 Comparaison des cumuls statistiques établis à partir des données des stations Météo France de Voglans et de la Féclaz (source : Météo-France)



Cette analyse montre qu'en moyenne les cumuls des fortes pluies à la Féclaz sont supérieurs de l'ordre de +22 % par rapport à ceux de Voglans avec des écarts pouvant aller jusqu'à +30 % sur certaines durées et périodes de retour.

**Constat n°4 : l'analyse des statistiques des fortes pluies des stations de Voglans et de la Féclaz met en évidence un excédent de précipitations moyen de l'ordre de +30 % entre la Féclaz et la Cluse de Chambéry.**

## 2.2.3. Caractérisation du régime pluviométrique au sein la Cluse de Chambéry

Un échantillon des 20 pluies les plus importantes en termes de cumuls a été constitué au droit des pluviomètres terrestres gérés par le service cours d'eau de Grand Chambéry (en ne conservant que les pluviomètres disposant d'une période de mesure suffisante), qui ont l'avantage de bien couvrir la Cluse de Chambéry et de disposer d'un pas de temps d'acquisition très fin de 6 min.

Cet échantillon a été consolidé sur la base d'une validation manuelle des chroniques par le service cours d'eau de Grand Chambéry car comme indiqué dans l'état des lieux, les mesures de ces pluviomètres ne sont pas validées systématiquement.

Le tableau ci-après compare le cumul moyen de ces 20 pluies les plus fortes au droit des différents pluviomètres.

*Tableau 8 Comparaison des cumuls moyen des 20 épisodes pluvieux mesurés les plus forts (source : Service cours d'eau de Grand Chambéry)*

Station de référence			
<b>Voglans</b>	235	45.7	0%
	Altitude (mNGF)	Moyenne des 20 plus fortes précipitations	Ecart / Voglans
<b>Buissonrond</b>	279	49.4	8%
<b>Challes</b>	307	51.5	13%
<b>Bissy</b>	261	53.3	17%
<b>St-Cassin</b>	554	57.3	25%
<b>Reinach</b>	304	57.5	26%
<b>Féclaz</b>	1330	62.0	36%
<b>Serraz</b>	338	64.2	40%

On observe que les cumuls moyens des 20 pluies les plus fortes mesurées sont tous supérieurs aux valeurs correspondant à la station de Voglans, avec des écarts qui peuvent être très importants par exemple à la Féclaz (+ 36 % - 1100 m plus haut que Voglans) mais aussi à Reinach (la Motte-Servolex) qui se situe pourtant seulement 70 m plus haut que Voglans.

La Figure 6 montre l'évolution du cumul moyen (en pourcentage par rapport au cumul moyen de la station de Voglans) des 20 pluies les plus fortes mesurées au niveau des stations terrestres du service cours d'eau de Grand Chambéry situées dans la Cluse de Chambéry en fonction de l'altitude de ces stations.

Elle met en évidence que sur le périmètre couvert par ces stations, soit la Cluse de Chambéry et les versants oriental et nord des massifs de l'Epine et de la Chartreuse, il n'y a pas de corrélation évidente entre cumul des fortes pluies et altitude des stations.

En revanche, elle fait ressortir un comportement particulier, plus arrosé, sur les versants du massif de l'Epine (stations de la Serraz et de Reinach) et du massif de la Chartreuse (station de Saint-Cassin).

Ce fonctionnement particulier est confirmé par le retour d'expérience des acteurs du territoire, notamment le service cours d'eau de Grand Chambéry, qui confirme un excédent de précipitations marqué au niveau de ces versants (notamment à la Motte-Servolex, à Vimines ou encore sur la partie amont du bassin versant du Merderet).

Figure 6 Evolution du cumul moyen des pluies les plus fortes en fonction de l'altitude  
(source : service cours d'eau de Grand Chambéry)

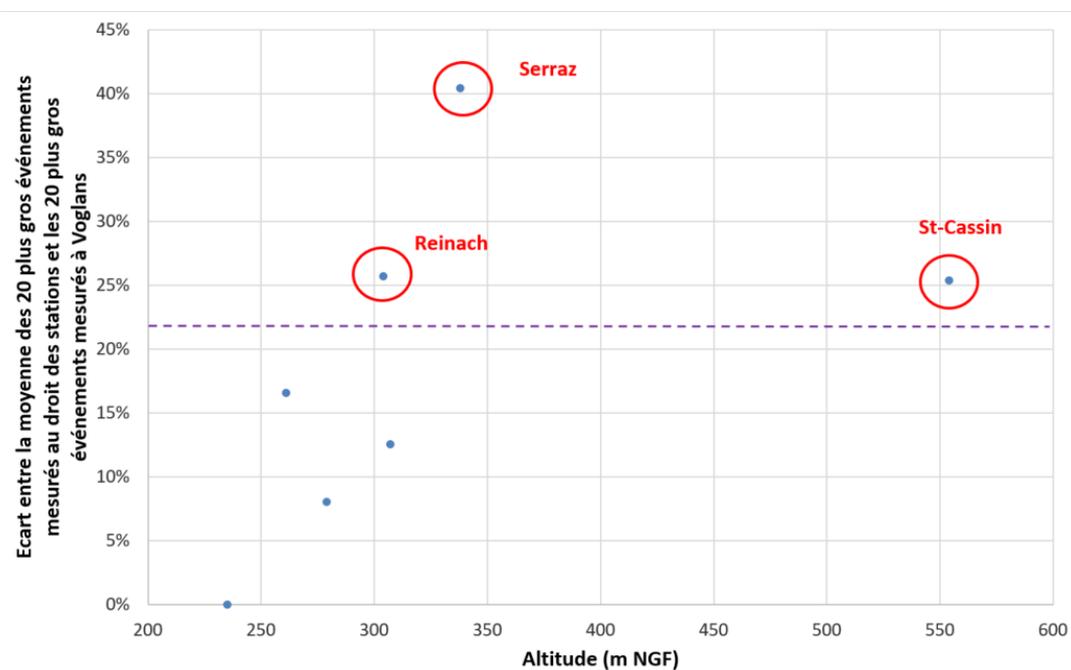
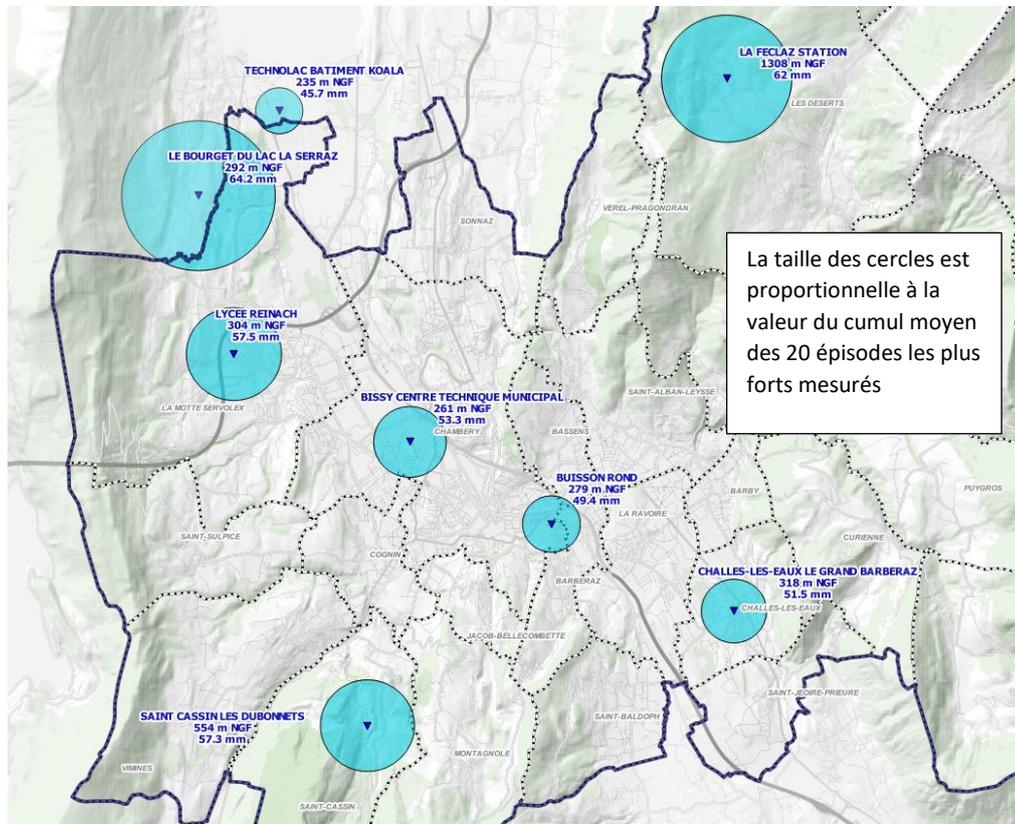


Figure 7 Représentation du cumul moyen des 20 plus forts épisodes de pluies au niveau des pluviomètres de

## Grand Chambéry (source : service cours d'eau)



**Constat n°5 :** à l'ouest de la Cluse de Chambéry, on observe un brusque changement du régime pluviométrique sur les versants des massifs de l'Épine et de la Chartreuse (entre +25 % et +40 % par rapport à Voglans), qui ne suit pas le gradient d'évolution en fonction de l'altitude mis en évidence précédemment, mais est lié à une configuration géographique et topographique particulière. Cette particularité en termes d'intensité des pluies est confirmée par le retour d'expérience des acteurs locaux.

### 2.2.4. Synthèse

Les analyses du régime pluviométrique local réalisées précédemment permettent de mettre en évidence les tendances suivantes :

- × la pluviométrie est en moyenne relativement homogène dans la Cluse de Chambéry ;
- × à l'ouest, on observe une augmentation brusque des précipitations sur les versants des massifs de l'Épine et de la Chartreuse (+30 % en moyenne par rapport à Voglans) liée à la topographie, globalement au-dessus de l'isocote 400 m ;
- × à l'est de la Cluse de Chambéry, sur le versant occidental du massif des Bauges, en l'absence de données terrestres complémentaires qui permettraient d'affiner l'analyse, on peut considérer que

la pluviométrie évolue de manière graduelle en fonction de l'altitude tel que mis en évidence à la Figure 4 ;

- × on observe des précipitations supérieures en moyenne de + 30 % à la Féclaz par rapport à la Cluse de Chambéry (des hétérogénéités locales peuvent exister dans le massif des Bauges mais le réseau de mesure terrestre actuel n'est pas suffisant pour les caractériser finement).

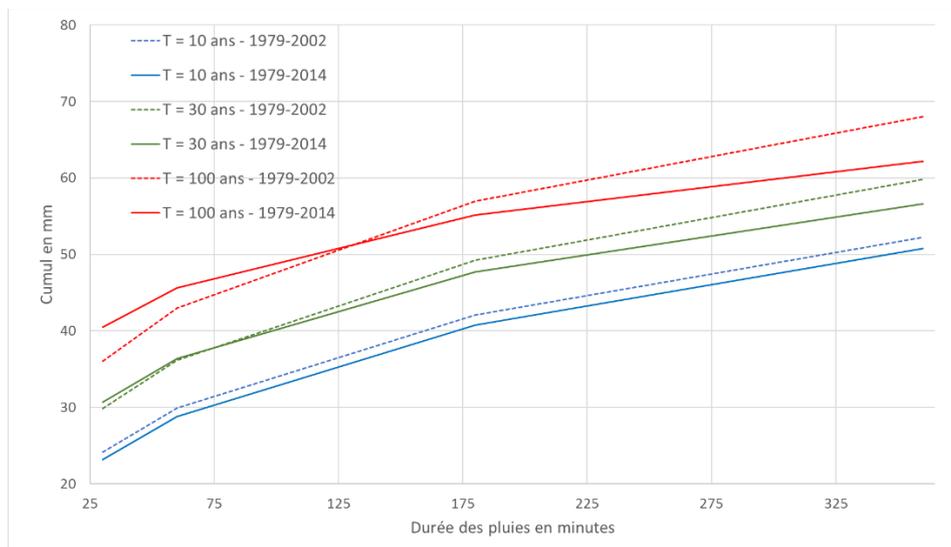
### 3. Le changement climatique

#### 3.1. Analyse de l'évolution des statistiques des fortes pluies

La figure ci-après compare les cumuls statistiques de pluie de la station Météo-France de Voglans construits à partir :

- × des coefficients de Montana établis sur la période 1979-2002 (exploités dans le cadre de l'élaboration du schéma directeur d'assainissement en 2007) ;
- × des coefficients de Montana établis sur la période 1979-2014 et donc s'appuyant sur 12 années de mesure supplémentaires.

Figure 8 Evolution des cumuls statistiques de la station Météo-France de Voglans entre 2002 et 2014 (source : Météo-France, SOGREAH)



Cette analyse met en évidence que :

- × pour une période de retour de 10 ans, les cumuls statistiques de 2014 pour des pluies de durées comprises entre 30 min et 6 heures sont en moyenne – 3 % plus faibles qu'en 2002 ;
- × pour une période de retour de 30 ans, les cumuls statistiques de 2014 pour des pluies de durées comprises entre 30 min et 6 heures sont en moyenne – 1 % plus faibles qu'en 2002 avec cependant des cumuls plus forts en 2014 sur des durées de 30 minutes et 1 heures (respectivement +3% et +0.5%) ;
- × pour une période de retour 100 ans, les cumuls statistiques de 2014 pour des pluies de durées comprises entre 30 min et 6 heures sont en moyenne +1 % plus forts qu'en 2002 avec, dans le détail, les écarts les plus importants observés sur des cumuls de 30 minutes et 1 heure (respectivement +11 % et +6 %) alors que sur des durées de 3 heures et 6 heures, les cumuls statistiques de 2014 sont plus faibles qu'en 2002 (respectivement – 3 % et -9%).

Ainsi, la comparaison des statistiques de pluies entre 2002 et 2014 ne fait pas ressortir de réelle tendance à l'intensification des pluies de période de retour inférieures à 30 ans (pluies moyennes à fortes) sur cette période (on observe même plutôt le phénomène inverse avec des cumuls plus faibles en 2014 qu'en 2002). En revanche, **pour des événements de période de retour supérieure à 30 ans (pluies fortes à exceptionnelles), l'analyse montre que les épisodes de courte durée (de 30 minutes à 2 heures) sont plus intenses en 2014 qu'en 2002** (avec des écarts pouvant aller jusqu'à +11% pour une pluie centennale sur 30 minutes).

Pour autant, ces analyses, réalisées sur une période donnée (2002-2014), ne préjugent pas des évolutions du régime des précipitations en cours ou attendues dans le futur, et ce d'autant plus que les événements de pluies exceptionnels récents de juin/juillet 2015 ou encore de juin 2016 ne sont pas pris en compte dans les statistiques de 2014.

Remarque sur la période de retour de la pluie exceptionnelle du 7 juin 2015 :

La période de retour de la pluie du 7 juin 2015 a été évaluée entre 200 et 500 ans sur 30 minutes dans certains secteurs, à partir des statistiques existant aujourd'hui. Cet exercice est intéressant dans la mesure où il montre bien le caractère exceptionnel des épisodes vécus, par rapport à ce qui était connu jusqu'alors. En revanche, **cela ne doit pas amener à penser que ce type d'épisode n'aura qu'une probabilité infime de se reproduire dans les années à venir, compte tenu des observations précédentes sur l'intensification des épisodes de pluies exceptionnels de courte durée entre 2002 et 2014 et l'incertitude actuelle sur l'évolution du régime des fortes pluies dans le futur.**

### 3.2. Evolutions attendues

Il ressort des échanges réalisés avec l'Observatoire du changement climatique en Savoie (Mission Développement Prospective) que :

- × on constate déjà en Savoie un réchauffement particulièrement fort. Ce réchauffement a débuté à la fin des années 1980. Des records ont été enregistrés ces dernières années sur les Alpes du Nord. L'augmentation de la température moyenne annuelle est d'environ +2°C par rapport à ce qu'elle était dans les années 1950, soit le double de la tendance à l'échelle mondiale. Le réchauffement est particulièrement fort au printemps : il atteint +4°C en juin.
- × aujourd'hui, aucun modèle solide ne permet de quantifier l'impact du climatique sur les fortes pluies. Malgré la forte incertitude qui subsiste en la matière, un faisceau d'indices fait pressentir que cet impact pourrait être significatif :
  - la tendance générale va vers une variabilité accrue des phénomènes et une intensification des extrêmes ;
  - la probabilité de canicules et de contextes semblables à ceux de l'été 2015 est accrue ;

- le réchauffement s'accompagne d'effets secondaires encore mal maîtrisés mais pouvant jouer un rôle aggravant les ruissellements et les débordements (effet sur la perméabilité des sols, sur la chute précoce des feuilles provoquant l'obstruction des ouvrages...).

### 3.3. Impacts potentiels

Des calculs simplifiés visant à quantifier l'impact potentiel d'une intensification des fortes pluies sur les débordements et le risque inondation, à partir des statistiques pluviométriques du territoire et d'hypothèses d'augmentation arbitraires, mettent en évidence que sur le territoire, une augmentation moyenne de + 20% de l'intensité des événements orageux se traduirait dans les proportions suivantes :

- × une fréquence de débordement des réseaux et ouvrages de rétention classiques multipliée par 2 (tous les 5 ans et non plus tous les 10 ans) ;
- × un volume de débordement trentennal des réseaux multiplié par 6 ;
- × un volume de débordement centennal hier qui deviendrait un vicennal demain...

Ces quelques résultats montrent que **la relation entre l'intensification des pluies et le risque inondation n'est pas linéaire. Une augmentation relative de l'intensité des pluies aurait un impact significatif sur le risque inondation.**

### 3.4. Conclusions

Ces analyses ne doivent pas nécessairement conduire au surdimensionnement des ouvrages pour tenir compte des incertitudes sur l'évolution du régime des fortes pluies, mais **incitent plutôt à la prise en compte des risques de débordements, dont la fréquence reste incertaine, dans l'aménagement du territoire, afin que celui-ci permette d'en limiter les conséquences** (autrement dit, il s'agit de passer d'une logique d'assainissement à une logique d'aménagement du territoire).

Rappelons que c'est bien dans ce sens qu'est formulée l'orientation fondamentale n°0 du SDAGE 2016-2021 (« S'adapter aux effets du changement climatique ») : « *La gestion des eaux pluviales devra (...) faire face à l'augmentation de l'intensité des pluies susceptible d'aggraver les problèmes de ruissellement et ses conséquences sur les pollutions par débordement des réseaux d'eau usées et sur l'aggravation des crues. Du point de vue des risques d'inondation, le changement climatique réclame une gestion prudentielle du fait de l'intensification attendue des précipitations (...).* »

## 4. Classification des différents types de pluies

Les orientations de gestion des eaux pluviales retenues sur le territoire de Grand Chambéry portent sur différents « niveaux de gestion » correspondant aux différents « niveaux de pluies ».

Pour structurer la réflexion et faciliter la compréhension, **trois niveaux de pluies ont été définis** :

Niveau de pluie	Pluies concernées	Principaux enjeux	Principes généraux
<b>Pluies courantes</b>	Période de retour maximale de l'ordre de quelques mois Mais majorité du cumul annuel de précipitations	Préservation des ressources en eau et cadre de vie	Limiter au maximum la production de ruissellement <b>Vers une ville plus perméable</b>
<b>Pluies moyennes à fortes</b>	Période de retour maximale de l'ordre de 30 ans	Préservation des ressources en eau, cadre de vie et protection contre les inondations	Maîtriser les écoulements <b>Vers une gestion mieux intégrée, efficace et pérenne</b>
<b>Pluies très fortes à exceptionnelles</b>	Toutes les pluies dont la période de retour dépasse celle de dimensionnement des dispositifs	Protection contre les inondations	Adapter l'aménagement du territoire pour limiter les risques pour les personnes et les biens <b>Vers une ville plus résiliente</b>

Les pluies dites « courantes » constituent la majorité des épisodes pluvieux observés à l'échelle annuelle (généralement les pluies de période de retour inférieure à environ 1 à 6 mois).

La Figure 9, construite à partir de la chronique des précipitations journalières de la station Météo-France de Voglans, permet d'estimer la part du volume moyen annuel des précipitations que représentent les pluies en fonction de leur cumul journalier maximal. A titre d'exemple, les pluies journalières de 15 et 30 mm ou moins représentent respectivement 45 % et 80 % du volume moyen annuel des précipitations.

Sur la base de ces données<sup>4</sup>, il est possible de représenter la part des pluies qui serait gérée à l'échelle annuelle en fonction de la hauteur de pluie journalière à intercepter pour les pluies courantes.

La Figure 10 montre ainsi :

- × qu'une hauteur de pluie à intercepter sur 24 heures de 15 mm permettrait sur le territoire de Grand Chambéry de gérer entre 65 et 70 % des pluies ;
- × qu'un objectif de gestion de 85 % des pluies à l'échelle annuelle nécessiterait de définir une hauteur de pluie à intercepter sur 24 heures de 25 mm.

<sup>4</sup> En considérant une hypothèse d'évacuation des eaux par infiltration en 1 à 2 jours



Figure 9 Part du volume moyen annuel de précipitation représentée par les pluies en fonction de leur cumul journalier maximal (source : Météo-France)

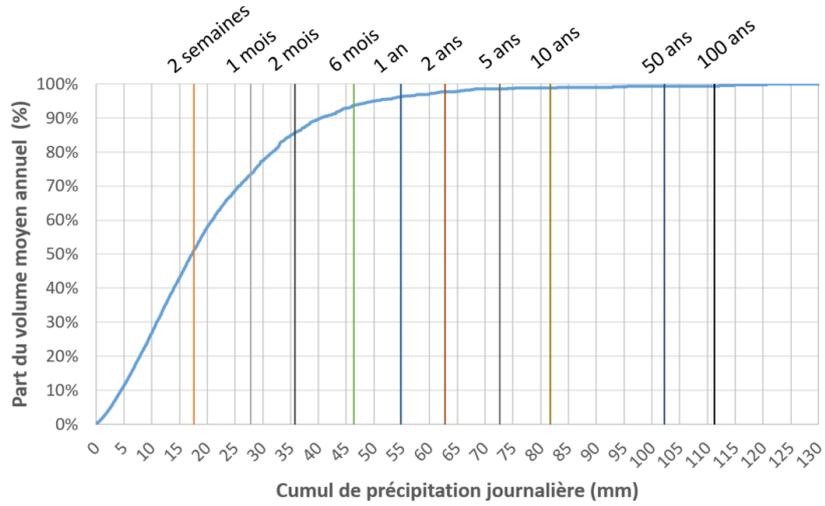


Figure 10 Part des précipitations interceptée à l'échelle annuelle en fonction de la hauteur de pluie journalière interceptée

