



Etude pour la restauration des systèmes d'endiguement du bassin Chambérien

Dossier d'ouvrage
SE 2

SYSTEME D'ENDIGUEMENT SE 2 – RIVIERE LA LEYSSE – RIVE DROITE - AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC L'HYERES

Janvier 2016

Documents de référence	<ul style="list-style-type: none">• Code de l'environnement• Décret n°2007-1735 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques• Décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques• Arrêtés préfectoraux du 29 février 2008 fixant des prescriptions relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques,• Arrêté du 12 juin 2008 définissant le plan de l'étude de dangers des barrages et des digues et en précisant le contenu,• Circulaire du 8 juillet 2008 sur le contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques• Arrêté du 21 mai 2010 définissant l'échelle de gravité des événements ou évolutions concernant un barrage ou une digue ou leur exploitation
Documents associés	<ul style="list-style-type: none">• Annexes

Etude pour la restauration des systèmes d'endiguement du bassin Chambérien

Dossier d'ouvrage

SE 2

DI-IEH 2015-400-03 Janvier 2016

INTERLOCUTEUR DI	Sophie TROSSAT - 04 72 00 69 69		
	CNR Ingénierie Entité MOE : DI-IEH 2 rue André Bonin, 69316 Lyon cedex 04		
MAITRE D'OUVRAGE	CHAMBERY METROPOLE - Direction de la gestion des cours d'eau et protection contre les crues		
ADRESSE	350 Quai Charles Ravet, 73000 Chambéry		
INTERLOCUTEUR	M GUAY Christophe		
RÉFÉRENCE DU CONTRAT	Offre 5867 en date de Mars 2014 – Marché n°14063 notifié le 31/07/2014		
NIVEAU DE CONFIDENTIALITÉ	<input type="checkbox"/> CONFIDENTIEL	<input type="checkbox"/> INTERNE	<input checked="" type="checkbox"/> PUBLIC

CONTRÔLE QUALITÉ	NOM	DATE	SIGNATURE
RÉALISÉ PAR	Sophie TROSSAT	20/01/2016	
VÉRIFIÉ PAR	Romain GRANJON	20/01/2016	
APPROUVÉ PAR	Sophie TROSSAT	20/01/2016	

HISTORIQUE DU DOCUMENT		
INDICE	DATE	DÉSIGNATION DE LA RÉVISION
-01	06/08/2015	Version initiale
-02	04/09/2015	Modification suite à remarque mail du 31/08/2015 de C. Guay et J.-P. Pasquon
-03	Janvier 2016	Prise en compte des remarques de la DREAL (mail 13/11/2015 et réunion 2/12/2015)

SOMMAIRE

1 GENERAL	6
1.1 Gestionnaire	6
1.2 Sigles et Abreviations	6
1.3 Communes riveraines.....	6
2 LOCALISATION DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT ET DE SES SOUS-SYSTEMES	6
2.1 Général	6
2.2 Localisation des sous-systèmes par rapport aux communes	8
3 OBJET DU DOSSIER ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE	8
4 ENVIRONNEMENT DE L'OUVRAGE	8
4.1 Hydrologie	8
4.1.1 <i>Présentation du bassin versant</i>	8
4.1.2 <i>Pluviométrie</i>	10
4.1.3 <i>Débits caractéristiques de crue</i>	11
4.1.4 <i>Historique des crues</i>	14
4.1.5 <i>Chroniques des crues</i>	15
4.2 Contexte géologique	17
4.2.1 <i>Structure générale</i>	18
4.2.2 <i>Répartition des principales formations sur chaque bassin versant</i>	19
4.3 Géomorphologie, occupation des sols et inondation.....	20
4.3.1 <i>L'importance et la rapidité d'extension des zones urbanisées</i>	20
4.3.2 <i>Des lits mineurs souvent en position perchée par rapport aux champs d'inondation potentiels</i>	20
4.3.3 <i>Des bassins versants amont peu urbanisés et marqués par une stabilité des modes d'occupation du sol</i>	21
4.3.4 <i>Le lac du Bourget comme exutoire du bassin versant</i>	21
4.3.5 <i>L'existence de facteurs naturels d'intensification du risque</i>	21
4.3.6 <i>La difficulté de concevoir des solutions simples pour le contrôle des crues sur le bassin versant</i>	22
4.4 Historique des aménagements sur l'ouvrage.....	22
4.5 Zone protégée et enjeux	27
5 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE	28
5.1 Dimension générale de l'ouvrage.....	28
5.2 Profils type de l'ouvrage.....	33
5.2.1 <i>SE2.1</i>	33
5.2.2 <i>SE2.2</i>	34
5.2.3 <i>SE2.3</i>	35
5.3 Topographie	35
5.4 Sondages géotechniques et reconnaissances géotechniques.....	36
5.5 Ouvrages annexes	36
5.6 Conventions et pièces administratives.....	37
6 TRAVAUX ENTREPRIS ET SURVEILLANCE SUR L'OUVRAGE	37
6.1 Projetés.....	37
6.2 Réalisés.....	39
6.3 Travaux d'exploitation.....	39
6.4 Consignes de surveillance.....	39

Annexes

Annexe 1 : Localisation des systèmes d'endiguement

Annexe 2 : Tableau de référencement des études et données topographiques disponibles sur le bassin Chambérien

Annexe 3 : Cartographie des stations hydrométriques du Bassin Chambérien

Tableaux

Tableau 1 : Tableau de description des sous-systèmes	7
Tableau 2 : Communes et sous-systèmes d'endiguement	8
Tableau 3 : Stations limnimétriques sur le bassin de la Leysse.....	9
Tableau 4 : Station pluviométriques sur le bassin de la Leysse	10
Tableau 5 : Pluies classées sur le bassin Chambérien.....	11
Tableau 6 : Temps de réponse entre pointe du hyétogramme de Voglans et la pointe de l'hydrogramme à la station considérée	12
Tableau 7 : Débits caractéristiques de crue des cours d'eau sur le bassin chambérien	13
Tableau 8 : Débits des crues de 1990, 1991 et 1992 des cours d'eau sur le bassin chambérien.....	14
Tableau 9 : Chronique générale des crues de la Leysse et impacts au SE2.....	16
Général	

Figures

Figure 1 : localisation du système d'endiguement et des tronçons ou sous-système	7
Figure 2 : Carte Géologique	17
Figure 3 : <i>Digue 2.2 – Positionnement des trois brèches de la crue de 1864, 1866 (AD 73 – 91S 5)</i> 22	
Figure 4 : <i>Crue de 1896 - Brèches et périmètre inondé - Digue 2.2 : brèches J, K, L, 1897 (AD 73 – 40SPC 28)</i>	23
Figure 5 : <i>Digue 2.2 - Plan et profil en long de la brèche L, 1897 (AD 73 – 40SPC 28)</i>	24
Figure 6 : – <i>Crue de 1899 - (gauche) Localisation des brèches, 1901 ; (droite) profils en travers des brèches et profil type des réparations, 1899 (AD 73 – 40SPC 28)</i>	24
Figure 7 : <i>Crue du 8 mars 1914 - (gauche) Voie ferrée sous l'eau à Voglans ; (droite) Brèche dans la digue</i>	25
Figure 8 : <i>Crue du 23 décembre 1918 – Brèches, impacts à la voie PLM et périmètre inondé, 1919</i> 26	
Figure 9 : <i>Crue de février 1990 - Nationale 504 inondée entre Chambéry et le Bourget (Dauphiné Libéré, 15/02/1990)</i>	27
Figure 10 : Localisation du système d'endiguement n°2 et de la zone protégée.....	28
Figure 11 : vue générale du système d'endiguement – SE2.1.....	29
Figure 12 : vue du talus amont (depuis rive gauche) – SE1.1	29
Figure 13 : Endiguement en amont du pont du CD16a.....	30
Figure 14 : Endiguement en aval du pont du CD16a jusqu'à l'échangeur de l'A43.....	30
Figure 15 : Endiguement en aval du pont de l'échangeur de l'A43.....	31
Figure 16 : profil général de la digue – SE2.3	32
Figure 17 : Profils types digue 2.1 A et B	33
Figure 18 : Profils types digue 2.2 A et B	35
Figure 19 : Cartographie du principe du projet Leysse-Hyères.....	38

1 GENERAL

1.1 Gestionnaire

Le gestionnaire du système d'endiguement est Chambéry Métropole.

Le gestionnaire est joignable aux coordonnées suivantes :

CHAMBERY METROPOLE

Direction de la gestion des cours d'eau et protection contre les crues

350 Quai Charles Ravet, 73000 Chambéry

Tél : 04 79 71 84 84 / Fax : 04 79 71 84 85

Email : cours.eau@chambery-metropole.fr

1.2 Sigles et Abreviations

EISH	Événement Important pour la Sécurité Hydraulique.
PK	Point Kilométrique dont l'origine est le lac du Bourget
RS	Rapport de Surveillance
VTA	Visite Technique Approfondie
SICEC	Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau du bassin Chambérien
Hyétogramme	Courbe représentant l'intensité de la pluie en fonction du temps
PJ X	Pluie maximale journalière de période de retour X années
SE	Système d'Endiguement

1.3 Communes riveraines

Les communes riveraines protégées par ce système de digue sont :

- CHAMBERY
- LA MOTTE SERVOLEX
- VOGLANS
- LE BOURGET DU LAC
- VIVIERS DU LAC

2 LOCALISATION DU SYSTEME D'ENDIGUEMENT ET DE SES SOUS-SYSTEMES

2.1 Général

Le système de digue nommé S2 « Rive droite de la Leysse jusqu'au Lac du Bourget » fait partie d'un ensemble de 5 systèmes dont la localisation est précisée en **Annexe 1**. Ce système se distingue en trois sous-systèmes. Les linéaires de chaque sous tronçon sont décrits dans le tableau suivant :

Système de digue	Dénomination	N° tronçon	Début	Fin	linéaire total (km)	hauteur digue maxi (m)	Date de construction
2	Leyse RD de la confluence Leyse/Hyères au lac du Bourget	SE 2.1	200 m aval confluence Leysses/Hyères	410m aval confluence Leysses/Hyères	0.21	1.5	1843 à 1863
		SE 2.2	1150m aval confluence Leysses/Hyères	100m aval Pont Tremblay	4.5	4	1826 puis 1870
		SE 2.3	Bras de décharge en aval du pont Tremblay	Bras de décharge au droit de la D1211	2.64	1	2005 à 2008

Tableau 1 : Tableau de description des sous-systèmes

La cartographie suivante les localise sur un fond de carte type.

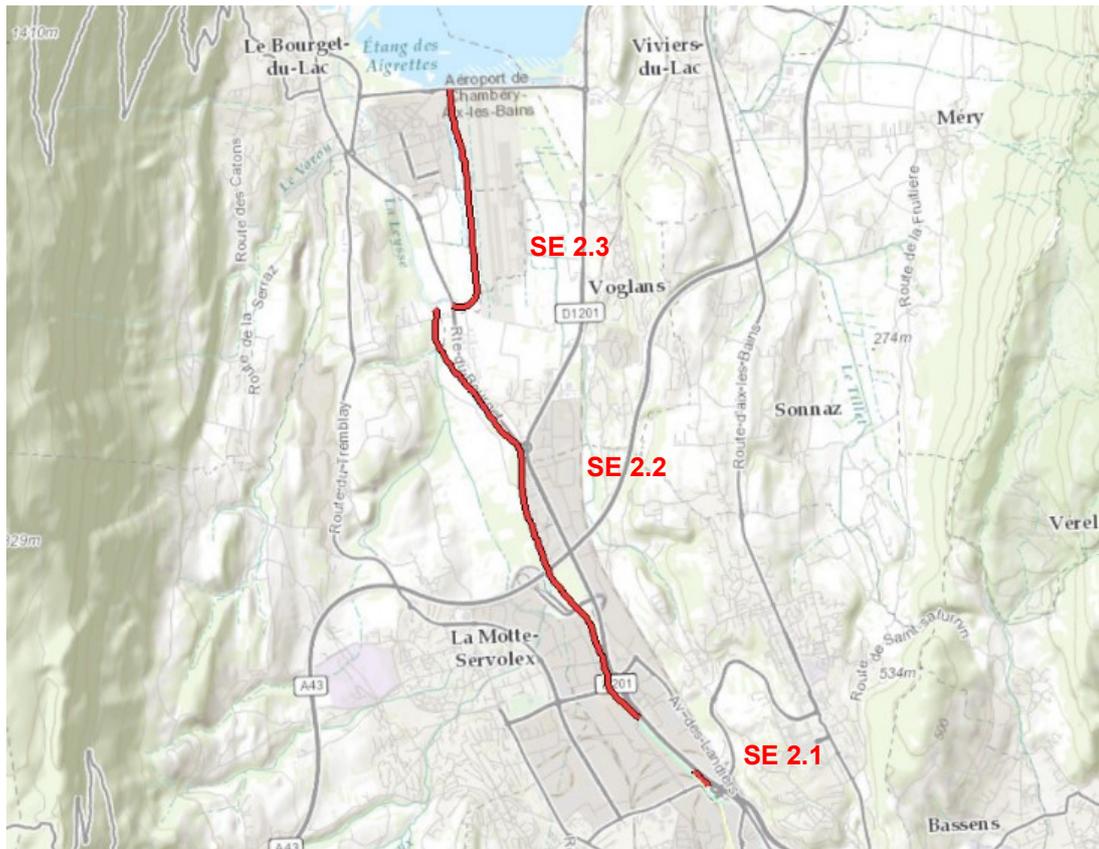


Figure 1 : localisation du système d'endiguement et des tronçons ou sous-système

2.2 Localisation des sous-systèmes par rapport aux communes

Le tableau suivant présente sur quelle commune se situe chaque sous-système et le linéaire correspondant. Un même système d'endiguement peut être localisé sur plusieurs communes.

	Commune	Linéaire en m
SE2.1	Chambéry	210
SE2.2	La Motte Servolex	3050
SE2.2	Voglans	450
SE2.2	Chambéry	1070
SE2.3	Le Bourget du Lac	1100
SE2.3	La Motte Servolex	1540

Tableau 2 : Communes et sous-systèmes d'endiguement

3 OBJET DU DOSSIER ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Le présent dossier d'ouvrage a pour but de rassembler les éléments techniques relatifs au système d'endiguement de la Leysse rive droite entre la confluence Leysse Hyères et le lac du Bourget suivant l'article R. 214-113 du décret n°2007-1735 du 11/12/2007 et actualisé depuis le 12 mai 2015 par l'article 7 du Décret n° 2015-526 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques.

Les sous-systèmes d'endiguements S2.2 et S2.1 sont classés B par Arrêté Préfectoral DDT/SEEF n°2012-322. Le secteur SE2.2 va faire l'objet de travaux de sa limite amont jusqu'à l'aval de l'A43 d'ici à fin 2017.

Ce document traite les thématiques suivantes :

- Environnement de l'ouvrage ;
- La description de l'ouvrage ;
- Les travaux réalisés sur l'ouvrage ;

Il est à mettre en relation avec les consignes de surveillance de l'endiguement

Pour rappel, l'Article 23 du décret 2015-526 précise que :

« Le propriétaire ou l'exploitant de tout barrage ou le gestionnaire de toute digue comprise dans un système d'endiguement établit ou fait établir :

(..)« 1° Un dossier technique regroupant tous les documents relatifs à l'ouvrage, permettant d'avoir une connaissance la plus complète possible de sa configuration exacte, de sa fondation, de ses ouvrages annexes, de son environnement hydrologique, géomorphologique et géologique ainsi que de son exploitation depuis sa mise en service.»

4 ENVIRONNEMENT DE L'OUVRAGE

4.1 Hydrologie

4.1.1 Présentation du bassin versant

Référence [E25] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

La Leysse s'étend sur environ 26 km. Son bassin versant est relativement peu étendu, atteignant 280km² à la station du pont Tremblay, station la plus proche de son l'exutoire au Lac du Bourget.

La Leysse prend sa source sur le versant Sud Occidental des Bauges au col de Plainpalais (1180 m) sur la commune des Déserts. Elle se dirige d'abord du N au S pendant 7,5 km jusqu'au confluent de la Reisse (362 m) venue du col des Prés (1142 m).

A partir de ce point, elle coule de l'est à l'ouest dans une gorge profonde reçoit la Leysse de la Thuile à la cote 310 et pénètre, au village de Leysse, dans la grande dépression qui sépare le massif des Bauges de celui de la Chartreuse. Le long de ce tronçon amont, la rivière est un véritable torrent dont le bassin versant occupe une superficie de 95 km².

A l'aval du village de Leysse, le cours d'eau devient une rivière de piémont à écoulement rapide mais perdant son caractère torrentiel à partir du centre de Chambéry. A Chambéry (270 rn) elle traverse un seuil formé par le prolongement des roches de la Chaîne du Nivolet au NE et celles qui prolongent le Mont Joigny au SW. Elle reçoit à gauche en amont de ce seuil l'Albanne et, plus à l'aval, l'Hyères qui drainent les eaux du versant NE du massif de la Chartreuse.

La superficie du bassin de l'Albanne au pont des Carmes est de 57 km² environ. Cet affluent de rive gauche de la Leysse draine les eaux de tout le versant NE du Mont Joigny et des pentes SE et SW de la montagne de Curienne; il sert aussi d'émissaire au marais d'Apremont, de Challes et de la Ravoire. L'Albanne reçoit son affluent principal (La Mère) côté rive droite à la Ravoire.

(La zone de confluence Leysse-Albanne a fait l'objet d'importants travaux d'aménagement hydraulique au cours des années 2004 à 2007).

Le bassin versant de l'Hyères est constitué par la dépression qui sépare la montagne de l'Epine à l'Ouest de la première chaîne du massif de la Chartreuse: ouvert vers le Nord, il se termine au Sud au col de Lelia (1092 rn). D'une superficie de 77 km², ce bassin joue un rôle important dans l'alimentation de la Leysse.

A la sortie de la ville de Chambéry, dans son cours inférieur, la rivière entre dans une large plaine, formée d'alluvions, caillouteuse. Son bassin versant se limite au versant ouest de la rivière. Le ruisseau de Belle-Eau, parallèle à la Leysse, draine les eaux du versant est: ce cours d'eau emprunte l'axe du thalweg de la vallée alors que la Leysse se situe en position latéralement perchée.

La Leysse est endiguée de manière continue le long de sa rive droite et partiellement le long de sa rive gauche depuis le carrefour de la Boisse jusqu'au lac.

A la Motte-Servolex, la Leysse reçoit encore côté rive gauche les apports du Nant Bruyant puis du ruisseau des Marais (ce dernier cours d'eau portant le nom d'Erier à l'amont de son intersection avec l'autoroute A41).

Il existe une interaction hydraulique forte entre le Nant Bruyant et l'Erier: le premier est en effet équipé d'une surverse vers le second au droit du point d'intersection entre les deux cours

d'eau juste à l'amont de l'aire de péage de l'autoroute A41 : en période de crue, l'Erier transite donc, outre son propre débit, une part importante de celui du Nant Bruyant. Un peu à l'aval de la confluence Leysse-ruisseau des Marais se situe l'embranchement de la dérivation du canal de décharge de Savoie-Technolac destiné à décharger les débits de crue de la Leysse depuis ce point jusqu'au lac du Bourget (mise en service du canal de décharge en 2007).

Le bassin versant est instrumenté avec un ensemble de 9 stations disponibles. Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de ces stations, en précisant si elles sont encore en fonctionnement.

Cours d'eau	Station	Gestionnaire	SBV km ²	Code	Coordonnées Lambert II		Altitude IGN69	Périodes de fonctionnement
					X	Y		
Leysse	Bout du Monde	DIREN	75	V1315040	884 006	2 071 100	320	1991 - 1994
	La Ravoire	DIREN	78	V1315050	883 050	2 070 195	300	1994 -
	Quai de la Rize	SICEC		-				1998 -
	Pt du Tremblay	DIREN	280	V1315020	875 713	2 075 959	237	1960 - 1989 - 1992 1969 - 1972 1996 - 1980 - 1984
Albanne	Buisson Rond	DIREN	46,5	V1318210	881 333	2 068 817	219	1986 -
Mère	La Ravoire	SICEC		-				1998 -
Nant Petchi	Bassens	SICEC		-				1998 -
Nant Bruyant	La Motte Servolex	SICEC		-				1998 -
Hyères	Charrière-Neuve	DIREN	75,2	V1316440	878 692	2 070 558	260	1996 -

Tableau 3 : Stations limnimétriques sur le bassin de la Leysse

La cartographie du bassin versant de la Leysse et la localisation des stations hydrométriques est présentée en **Annexe 3**.

4.1.2 Pluviométrie

4.1.2.1 Réseau

Référence [E25] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Deux types d'équipement sont concernés : pluviographes (mesure automatique des hauteurs précipitées au pas de 6 minutes) et pluviomètres (mesures visuelles au pas de 24h, généralement de 6h à 6h).

La majorité des appareils du premier type sont d'installation assez récente, en particulier le réseau des pluviographes gérés par Chambéry-Métropole (figure 5). Les deux plus anciens sont les pluviographes Météo-France de l'aéroport de Chambéry-Aix à Voglans (mise en service: 1973) et de La Féclaz (mise en service: 1991).

Le tableau suivant présente les pluviomètres sur le bassin Chambérien.

Station	Exploitant	Type	Mise en service	Fermeture	Interruptions	Altitude m	Coordonnées Lambert II		Numéro Météo-France
							X	Y	
Voglans	Météo-France	2	07/1973	Ouverte		235	8 766	20 766	73 329 001
La Motte Servolex	"	4N, T	1959	Ouverte	1975 à 1983	300	8 751	20 724	73 179 001
Chambéry (Bissy)	"	4	01/1978	Ouverte		256	8 783	20 711	73 065 005
{ Challes-les-Eaux (aérodrome)	"	4N, T	1946	Ouverte		291	8 840	20 687	73 064 001
{ Challes-les-Eaux (Les Teppes)	"	4	01/1987	Ouverte		307	8 838	20 676	73 064 002
Saint Cassin	"	4	1986	Ouverte		.....	8 769	20 658	73 228 002
Vimines	"	4N, T	08/1986	Ouverte		550	8 739	20 674	73 326 001
{ Les Déserts (Bouvard)	"	4	1947	Ouverte	1948, 1951, 1953	1 030	8 860	20 761	73 098 001
{ Les Déserts (La Féclaz)	"	2N, T	12/1991	Ouverte		1 350	8 833	20 785	73 098 003
Aillon	"	4N, T	01/1950	Ouverte	1953 et 1954	900	8 912	20 754	73 004 001
Apremont (église)	"	4N	08/1986	Ouverte		370	8 822	20 640	73 017 001
Novalaise (Albens)	"	4	01/1955	Ouverte		445	8 687	20 721	73 191 001
Voglans (aérodrome)*	SICEC	2N, T	1998	Ouverte		235	8 766	20 766	
Le Bourget du Lac (La Serraz)	"	2	"	"		.....	.....	.....
La Motte (lycée agricole)	"	2	"	"		.....	.....	.....
Chambéry (Bissy)*	"	2	"	"		291	8 783	20 711	
Challes-les-Eaux (Les Teppes)*	"	2	"	"		307	8 838	20 676	
La Féclaz*	"	2	"	"		1 350	8 833	20 785	
Saint Cassin*	"	2	"	"		.....	8 769	20 658	
Maison des Sports	"	2	2003	"		.....	.....	.....
Jacob-Réservoir	"	2	"	"		.....	.....	.....

4 : Pluviomètre (mesurées journalières)

2 : Pluviographe

N : Mesure de l'épaisseur du manteau neigeux (piquet gradué)

T : Mesure de la température (sonde HOBO)

* : Implantation à proximité immédiate du pluviographe ou pluviomètre Météo-France

Tableau 4 : Station pluviométriques sur le bassin de la Laysse

La cartographie du bassin versant de la Laysse et la localisation des pluviomètres est présentée en **Annexe 3**.

4.1.2.2 Episode pluviométrique générateur de crue

Référence [E25] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

L'examen de ces diagrammes conduit à distinguer clairement deux types d'épisodes générateurs de crue sur le bassin Chambérien :

- Les phénomènes pluvieux, de longue ou courte durée :

Affectant l'ensemble des bassins versants aixois et Chambérien et toutes les zones environnantes (épisodes de juillet et octobre 1980, mai 1983, octobre 1988, février 1990, décembre 1991 et novembre 2002): les hauteurs précipitées journalières maximales apparaissent alors du même ordre de grandeur sur l'ensemble des trois verticales nord-sud avec une tendance majoritairement croissante du nord vers le sud. La pluviométrie sur le massif des Bauges ne se distingue en général pas, contrairement à ce à quoi on aurait pu

s'attendre, par des valeurs supérieures à celles observées dans les autres parties du secteur étudié ; il arrive même que la pluviométrie y soit plus réduite.

La station de Belley se distingue parfois par des pluviométries sensiblement plus intenses que dans les secteurs environnants (14 février 1990, 14 novembre 2002). Ces phénomènes pluvieux sont ceux produisant les crues maximales le long des parties aval des bassins versants principaux du bassin aixois (Sierroz, Tillet).

- Les phénomènes orageux affectant spécifiquement le massif des Bauges :

Donc touchant une zone située en marge du bassin versant aixois et à l'amont du bassin chambérien. L'exemple typique est celui de l'épisode du 11 juillet 1995. Compte tenu des limites de son extension spatiale, cet épisode n'a engendré une crue exceptionnelle que sur la Leysse amont et sur les torrents affluents du Sierroz et du Tillet descendant du massif du Revard.

4.1.2.3 Pluies classées

Référence [E25] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Le tableau suivant présente les pluies classées sur le bassin versant Chambérien

Axe Nord-sud	Station	Période	P ₁₀	P ₁₀₀ (ESC)	P ₁₀₀ (BSIC70)	P ₁₀₀ (BSIC95)	P ₅₀₀
Ouest	Chindrieux	1978-2005	82,6	113,2	127,5	145,9	134,2
	Belley	"	102,6	152,6	176,0	206,1	187,0
	Yenne	"	83,1	117,5	133,6	154,3	141,1
	Novalaise	"	92,9	132,3	150,8	174,5	159,4
Central	Meythet/Cran Gevrier	1978-2005	73,8	98,3	109,8	124,6	115,2
	Rumilly/Bloye	1950-2005	73,0	98,9	107,1	117,8	116,7
		1950-1977	64,3	83,5	92,5	104,1	96,7
		1978-2005	79,5	109,0	122,8	140,5	129,2
		Mognard	1978-2005	82,7	112,5	126,5	144,5	133,1
	Trévignin	"	88,3	118,8	133,1	151,5	139,8
Voglans	"	88,7	127,9	146,2	169,8	154,8	
Est	Lescheraines	1978-2005	77,7	103,8	116,1	131,8	121,8
	Les Déserts	"	94,6	128,8	144,8	165,4	152,3
	Aillon	1950-2005	115,8	165,2	180,9	201,3	199,2
		1950-1977	116,6	165,4	188,2	217,5	198,8
		1978-2005	114,9	164,9	188,3	218,4	199,2

Tableau 5 : Pluies classées sur le bassin Chambérien

Valeurs en italiques : Séries incomplètes extrapolées par corrélation avec d'autres séries

4.1.3 Débits caractéristiques de crue

Référence [E25] et [E29] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Du fait de la taille réduite du bassin versant, les crues de la Leysse et de l'Hyères sont rapides et intenses. Les temps de réponse entre la pointe du hyétogramme à Voglans et l'hydrogramme de l'Hyères à Charrière Neuve peuvent être restreints à 2h.

Le tableau suivant synthétise les temps de réponse aux différentes stations limnigraphiques par rapport à la pointe du hyétogramme à Voglans :

Rivière	Lieu	Temps de réponse
Albane à	Buisson Rond	6 à 11h
Leysse	Ravoire	5 à 8h
Leysse	Tremblay	5 à 7h
Tillet	Aix-les-bains	4 à 7h
Sierroz	Aix-les-bains	3 à 6h
Hyères	Charrière Neuve	2 à 4h

Tableau 6 : Temps de réponse entre pointe du hétérogramme de Voglans et la pointe de l'hydrogramme à la station considérée

Les débits caractéristiques de crue ont été actualisés suite à l'étude TRI. Le tableau suivant présente les principales estimations de débit sur la Leysse, l'Hyères et les principaux affluents

Cours d'eau	Station	Période	Q ₁₀ ESC m ³ /s	Q ₁₀₀ ESC m ³ /s	Q ₁₀₀ BSIC70 m ³ /s	Q ₁₀₀ BSIC95 m ³ /s	Q _{PPRI} m ³ /s	Q ₁₀₀₀ ESC m ³ /s	Q ₁₀₀₀ BSIC70 m ³ /s	Q ₁₀₀₀ BSIC95 m ³ /s
Leysse	Pont du Tremblay	Etude PPRI (1960-1992)	192,7	305	353	414	370	417	486	570
		1960-2007	187	281	314	357	-	375	422	482
		1960-2013	179,2	270,1	299,5	337,8	-			
Albanne	Buisson-Rond	Etude PPRI ⁽¹⁾ (1960-1994)	32,5	49,2	55,9	64,8	56,5	65,1	75,3	87,6
		1986-2007	31,3	46,7	55,0	65,3	-	61,7	73,8	88,1
		1986-2013	30,4	46,4	53,9	63,5	-			
Hyères	Charrière-Neuve	Etude PPRI					131			
		1996-2007	39,5	53,9	63,9	75,5	-	68,3	82,7	98,0
		1996-2013	43,3	55,7	62,9	71,8	-			
		1986-2007 ⁽²⁾ 1986-2013 ⁽²⁾	53,7 56,2	81,4 75,3	95,8 83,9	114,0 94,5	-	103,1	124,9	148,0
Sierroz	Aix-les-Bains	1978-2007	81,6	120,7	139,1	162,7	140,0	160,0	185,8	218,5
		1978-2013	72,6	106,9	120,9	138,9	-			

(1) Série étendue par corrélation avec la Leysse au pont du Tremblay

(2) Série étendue par corrélation avec l'Albanne à Buisson-Rond

Tableau 7 : Débits caractéristiques de crue des cours d'eau sur le bassin chambérien

4.1.4 Historique des crues

Référence [E25], [E51] et [E17] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Les plus fortes crues de la Leysse se produisent généralement en hiver ou suite à des orages d'été, au mois de juillet ou septembre principalement.

Avant 1980, les plus fortes crues observées se sont produites en :

- 18 janvier 1875 ;
- janvier 1910
- janvier 1955
- septembre 1960
- décembre 1961
- décembre 1968 et d'avril 1970

Depuis 1980, les plus fortes crues observées sont celles de février 1990 et décembre 1991, résultant de fortes précipitations. L'évènement de novembre 1992, d'intensité moindre, s'est caractérisé par des précipitations soutenues sur 3 mois précédant l'évènement. Le tableau suivant présente les débits maximaux de crue observés à certaines stations caractéristiques pour ces trois évènements.

		Débit		
		m3/s		
		févr-90	déc-91	nov-92
Leysse	Pont du Tremblay	220	210	145
Leysse	Bout du monde	-	115	-
Leysse	Quai de la Rize	146	-	-
Leysse	Doria	12	-	-
Albanne	Buisson Rond	33	43.5	2.7
Hyères	Cognin	94	-	-
Belle-Eau		-	-	3.37

Tableau 8 : Débits des crues de 1990, 1991 et 1992 des cours d'eau sur le bassin chambérien

4.1.5 Chroniques des crues

Référence [E17] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Le tableau suivant reconstitue la chronique des crues de la Leysse sur l'ensemble de son cours de la fin du Moyen-Age à la fin du XXe siècle.

Il comporte 142 événements classés en deux niveaux de gravité (faible, fort) en fonction des impacts aux ouvrages situés le long ou à proximité du cours d'eau. Certains n'ont pu l'être faute d'informations suffisantes.

Les informations recueillies manquent souvent de précision quant aux lieux effectivement impactés et la nature de ces impacts. On évalue alors la gravité globale d'un événement à l'échelle du cours d'eau sans toujours disposer des données détaillées sur l'ensemble des systèmes d'endiguement ou telle ou telle digue. En revanche, quand cette information est disponible et le permet, les digues touchées par une crue sont identifiées par leur numéro à côté de la date de l'événement.

Légende

	Impact faible
	Impact fort
	Impact inconnu
	Secteur touché mais digue inexistante ou non pérenne
	Digue impactée et pérenne

Crues pour lesquelles on dispose de témoignage(s) sur le SE 2

(En gras, crues aux impacts importants)

1442	07/1910
18-19/10/1470	07/12/1913
20/12/1707	07-08/03/1914
29-30/12/1801	02/1916
15-18/02/1812	03/1916
29-30/07/1816	02/04/1916
08/06/1843	23/12/1918
29/06/1843	12/1919
09/04/1847	1920
10-11/06/1849	28-29/12/1923
25/11/1849	13-14/02/1928
28/07/1852	19-20/02/1940
14/08/1852	05/04/1940
09-15/06/1864	10-11/1944
20/02/1866	06-07/02/1946
13/03/1867	Hiver 1954-1955
09/10/1867	24/02/1957
01/11/1870	27/06/1958
29/10/1872	30/09-01/10/1960
20/11/1874	14/02/1990
12-13/05/1877	
25/05/1878	
27/11/1882	
08/11/1886	
25-26/09/1896	
14-15/01/1899	
02/12/1902	
1906	
02/12/1909	
19/01/1910	
26/06/1910	

Date	Leysse	Digues concernées		
		2.1	2.2	2.3
12/03/1348				
27/02/1349	?			
1352	?			
09/1363	?			
1381	?			
12/1394				
1442			2.2	
18-19/10/1470			2.2	
1480	?			
29-31/08/1530				
1543	?			
21-22/10/1551				
07/06/1553				
06/09/1553	?			
03/11/1553	?			
12/06/1584				
23/08/1588	?			
06/1615				
1645	?			
19/01/1649				
20/12/1707			2.2	
1758	?			
1765	?			
06/1775	?			
08/03/1776	?			
21/11/1786	?			
23-25/07/1787				
26/11/1793	?		2.2	
12-13/03/1794	?			
29-30/12/1801			2.2	
05/03/1806				
02/1807	?			
03-04/12/1808				
10/01/1809				
28/09/1811	?			
15-18/02/1812			2.2	
29-30/07/1816			2.2	
20-21/12/1819				
18-20/10/1825				
23/12/1827				
14/09/1829				
28/02/1831				
31/12/1833				
10/10/1835				
16/11/1840				
08/06/1843			2.2	
29/06/1843			2.2	

1844	?			
24-25/11/1845				
15-17/12/1845				
20/01/1846				
11/04/1846				
01/07/1846				
07-19/04/1847			2.2	
07/08/1847				
1848	?			
01/1849				
10-12/06/1849			2.2	
25/11/1849			2.2	
28/07/1851			2.2	
14/08/1852			2.2	
01/1856				
16-17/05/1856				
06/1856				
29/08/1856				
01/11/1859				
09-15/06/1864			2.2	
02/02/1866			2.2	
13/03/1867			2.2	
08-09/10/1867	?		2.2	
28/11/1869	?			
01/11/1870			2.2	
29/10/1872		2.1	2.2	
18-20/11/1874			2.2	
17-19/01/1875				
05-06/08/1875				
28/10/1875				
10-13/05/1877		2.1	2.2	
25/05/1878			2.2	
12/07/1879			2.2	
27/11/1882			2.2	
23/12/1882				
08/11/1886			2.2	
03/10/1888				
18/01/1895				
25-26/09/1896		2.1	2.2	
14-15/01/1899		2.1	2.2	
26/08/1901				
02/12/1902			2.2	
1906			2.2	
11/03/1907			2.2	
02/12/1909			2.2	
18-19/01/1910			2.2	
26/06/1910			2.2	
05/07/1910			2.2	
07/12/1913			2.2	
07-08/03/1914			2.2	
12/1915				

02/1916			2.2	
03/1916			2.2	
02/04/1916			2.2	
1917	?			
1918	?			
23/12/1918		2.1	2.2	
06-07/12/1919			2.2	
22-23/12/1919			2.2	
09/1920				
09/01/1922				
04/1922				
Hiver 1922-1923	?			
28-29/12/1923		2.1	2.2	
01/1924				
1925	?			
1926				
13-14/02/1928		2.1	2.2	
1929	?			
1930	?			
1932	?			
19-20/02/1940		2.1	2.2	2.3
05/04/1940			2.2	2.3
15/09/1940				
10-11/1944	?		2.2	
1945	?			
06-07/02/1946				2.3
11/1946				
06/1948				
07/02/1949				
02/1952				
02/1953				
10/06/1953				
25/09/1953				
02/1954				
25/08/1954				
Hiver 1954-1955		2.1	2.2	2.3
1956	?			
24/02/1957			2.2	2.3
27/06/1958			2.2	2.3
30/09-1/10/1960			2.2	
14-15/02/1990			2.2	2.3
22/12/1991				
21-22/12/1992				
11/07/1995				

Tableau 9 : Chronique générale des crues de la Leysse et impacts au SE2

4.2 Contexte géologique

Référence [E25] sur le tableau de l'Annexe 2.



Figure 2 : Carte Géologique

La Figure 2 présente un assemblage des feuilles "Rumilly", "Chambéry" et "Montmélian" de la carte géologique au 1:150 000 (réduction au 1/100 000). Les limites des bassins versants et principaux sous-bassins ont été reportées sur ce document.

4.2.1 Structure générale

Le bassin de la Leysse et du lac du Bourget s'intercale entre l'extrémité méridionale des chaînes jurassiennes, la partie occidentale du massif subalpin des Bauges et la partie septentrionale du massif subalpin de la Chartreuse.

- Chaînes jurassiennes

Le versant oriental des chaînes du Chat et de l'Épine à l'ouest du lac est formé à la base par les escarpements urgoniens, lesquels plongent dans les eaux du lac et forment le soubassement d'une terrasse en calcaire marneux hauterivien dominée par des calcaires jurassiques supérieurs.

La montagne de la Chambotte est constituée par les calcaires compacts urgoniens qui affleurent le long du lac (de Grésine à Chindrieux) et sur son versant oriental (La Biolle, St-Germain-la-Chambotte). Le noyau du plissement est occupé par les calcaires hauteriviens et valanginiens.

- Intervalle entre les chaînes et les massifs subalpins

Cet intervalle est rempli par des molasses tertiaires qui affleurent par places dans le placage glaciaire würmien qui les recouvre (vallées de la Deisse, du Sierroz, du Tillet, partie inférieure du versant oriental des montagnes du Chat et de l'Épine).

Le recouvrement morainique se poursuit au sud jusqu'au seuil de St Jeoire. Ces moraines ceinturent des plaines marécageuses, anciens lacs glaciaires comblés par les alluvions (marais d'Aprémont et de Challes sur le bassin versant de l'Albanne).

Depuis Chambéry jusqu'au lac, la partie centrale du "delta de la Leysse" est constituée d'alluvions modernes bordées de chaque côté par des terrains glaciaires.

- Massif des Bauges

Le bassin versant du lac du Bourget est concerné par les quatre chaînons les plus occidentaux du massif:

- Le pli du Nivolet au mont Arith le long duquel affleurent des calcaires urgoniens (dent du Nivolet) puis, en allant vers l'ouest, des calcaires marneux hauteriviens (plateau du Revard), des escarpements valanginiens, la terrasse berriassienne de Pragondran puis enfin des bancs de calcaires jurassiques supérieurs.
- Le chaînon du Margériaz, lequel présente la même constitution mais en l'absence de calcaires jurassiques.
- Le prolongement méridional de la chaîne du Colombier formant la pointe de la Galopaz couronnée d'Urgonien et constitué d'haute-rivien.
- L'extrémité sud du plissement du Trélod, depuis le mont Charvet jusqu'à la Roche du Gué. Les calcaires jurassiques supérieurs constituent les crêtes ; les flancs sont formés de calcaires marneux berriassiens.

Des grès tertiaires emplissent la dépression séparant les hauteurs du Nivolet et du Margériaz.

Partout ailleurs, des dépôts glaciaires würmiens recouvrent les formations plus anciennes des vallées (haute Leysse, Reysse, Temèze).

- Massif de la Chartreuse

Trois plissements aboutissent au thalweg de la Leysse :

- Le mont d'Otheran (flanc est de la vallée de l'Hyères) dont les têtes urgoniennes reposent sur une série de couches calcaires dures ou marneuses crétacées.
- Le mont de Joigny (au-dessus de Saint Cassin) qui se prolonge par l'arête du Pas de la Fosse et de la Croix de Coche jusqu'à Barberaz : ce plissement offre un ensemble de versants et de terrasses de calcaires compacts ou marneux valanginiens.

Entre ce plissement et le précédent, des mames calcaires berriasiennes recouvertes parfois d'éboulis et de dépôts glaciaires tapissent le vallon de Saint Cassin (parcouru par le ruisseau du Merderet, affluent rive droite de l'Hyères).

Des calcaires compacts du jurassique supérieur forment l'ossature du plateau de Montagnole au nord. - Enfin à l'est (mais à l'extérieur des limites du bassin versant), le synclinal urgonien du Granier domine les pentes couvertes du produit de son effondrement au 14^{ème} siècle depuis le col du Granier jusqu'à Apremont.

4.2.2 Répartition des principales formations sur chaque bassin versant

Les couleurs sont indiquées pour permettre une identification aisée sur la carte géologique.

4.2.2.1 Leysse à l'amont de la confluence avec l'Albanne

- Plateau des Déserts et du Revard depuis le nord du bassin jusqu'au mont Peney :
 - Calcaire urgonien fortement karstifié (vert pointillé rouge);
 - grès et mames du sannoisien et du stampien (mauve et sépia), formations plutôt imperméables.
- Extrémité sud-est du bassin (zone de la Savoyarde) :
 - Eboulis avec affleurements urgoniens ;
 - Mames hauteriviennes et calcaires marneux (verts moyens);
 - Tout à fait au sud: marne valanginienne (jaune verdâtre) et calcaire marneux berriasien (vert foncé).
- Ailleurs (haute vallée de la Leysse, de la Reysse et de la Temèze):
 - Mamo-calcaires berriasiens en fond de vallée (vert foncé) ;
 - Placages glaciaires würmiens (gris).

Globalement, ces formations sont plutôt imperméables sauf les calcaires urgoniens, lesquels sont très infiltrants mais avec restitution à l'aval (source de la Doria, etc.).

4.2.2.2 Albanne

- Jurassique à l'est (bleu)
- Calcaires berriasiens à l'est (vert foncé)
- Glaciaires würmiens (gris) et alluvions modernes (gris clair) dans la partie centrale.

La première formation présente une certaine capacité d'infiltration. Les deux dernières sont plutôt imperméables, tout particulièrement dans les secteurs de dépôts lacustres.

4.2.2.3 Hyères

- Molasses (jaune), glaciaire würmiens (gris) et alluvions modernes (gris clair) à l'aval et dans les fonds de vallée
- Marno-calcaires berriasiens à l'est (vert foncé)
- Pli central (le Corbeley) : calcaires barrémiens et valanginiens (verts moyens), urgonien (orange pointillé de rouge) et éboulis (Eb)
- Flanc ouest: calcaires barrémiens et valanginiens (verts moyens) et urgonien (orange pointillé rouge).

Ici encore, les formations présentes sont à dominante imperméable, sauf les calcaires barrémiens et, surtout, les éboulis et les calcaires urgoniens.

4.2.2.4 Bassin de la Leysse entre les confluences avec l'Albanne et l'Hyères (en particulier: Nant Petchi)

- Calcaire jurassique sur les flancs est et ouest du bassin du Nant Petchi (bleu)
- Glaciaire würmien (gris) en fond de vallée du Nant Petchi, alluvions modernes (gris clair) dans la vallée de la Leysse.

A noter que le Nant Petchi présente un régime hydrologique très largement dominé par les résurgences karstiques.

4.2.2.5 Leysse à l'aval de la confluence avec l'Hyères

De l'ouest vers l'est:

- Calcaires jurassiques (bleu) sur les crêtes de la montagne du Chat
- Affleurement urgoniens (vert pointillé de rouge)
- Placages glaciaires würmiens (gris) avec affleurements de molasse (jaune)
- Alluvions modernes (gris clair) en partie basse.

Seules les crêtes et flancs supérieurs de la montagne du Chat présentent une capacité d'infiltration notable. De nombreuses résurgences et sources sont constatées plus à l'aval, notamment à la limite supérieure des affleurements molassiques.

4.3 Géomorphologie, occupation des sols et inondation

Référence [E25] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

4.3.1 L'importance et la rapidité d'extension des zones urbanisées

Le bassin de la Leysse et de ses affluents présente une superficie globale moyenne (300 km²).

Cependant, une proportion importante de la partie aval de ce bassin, celle précisément sujette au risque d'inondation, est densément urbanisée et cette urbanisation apparaît en constante extension.

Les crues historiques de 1878 et 1910 s'étaient déjà traduites par des inondations importantes dans les parties basses du centre de Chambéry.

Cependant, l'évolution de l'urbanisation ne s'étant pas accompagnée d'une adaptation partout suffisante du réseau hydraulique des cours d'eau, en particulier depuis la dernière guerre, on peut estimer a priori qu'une nouvelle crue exceptionnelle infligerait des dommages très réels au patrimoine bâti et aux infrastructures urbaines.

Les récentes crues de Février 1990 et Décembre 1991, à considérer comme des épisodes d'intensité moyenne, ont apporté une illustration encore récente de ce risque.

4.3.2 Des lits mineurs souvent en position perchée par rapport aux champs d'inondation potentiels

Les lits mineurs dans la partie aval du bassin, sont, le long d'importants linéaires, en position perchée par rapport aux champs d'inondation potentiels avoisinants, ceux-ci étant protégés par des digues.

Cette situation qui caractérise notamment l'Hyères depuis Cognin, la Leysse à l'aval du Carrefour de la Boisse, le Nant Bruyant depuis la Place Paul Michelier, le Nant Petchi, s'explique en général par des facteurs historiques d'aménagement (le tracé des cours d'eau ayant un caractère artificiel avec une localisation volontairement écartée de l'axe des points bas des thalwegs: cas de la Leysse), mais aussi parfois par des raisons naturelles (ex. :le Nant Bruyant dévalant un vaste cône de déjection et incapable, dans ce type de contexte morphologique, de se stabiliser spontanément, d'où la nécessité d'une intervention humaine pour en fixer le cours).

Ce caractère perché des lits mineurs se traduit par un accroissement du risque pour les riverains (hypothèse d'une surverse au-dessus des digues susceptibles de provoquer une érosion de leur crête comme cela a été le cas à l'aval du Pont du Tremblay en Février 1990. Ce risque apparaît tout à fait sérieux, notamment le long de la Leysse à l'aval du Carrefour de la Boisse et le long de la partie aval du nant Bruyant.

4.3.3 Des bassins versants amont peu urbanisés et marqués par une stabilité des modes d'occupation du sol

Sur le sous-bassin de la Leysse amont (superficie de 90 km², soit près d'un tiers de la superficie totale), l'utilisation du sol y est dominée d'abord par la forêt, en second par les prairies, les usages urbains restant très limités et dispersés.

Or, il y a peu de raisons de penser que cette répartition risque d'évoluer significativement à court, moyen et même long terme.

Côté boisements, un examen comparé de l'extension de la couverture forestière entre 1950* et 1993 ne met en évidence qu'une évolution très lente allant d'ailleurs dans le sens de faibles extensions (rappel : le plateau du Revard - La Féclaz était au contraire encore fortement déboisé à la fin du 19^{ème} siècle).

Côté urbanisme, même si on ne peut exclure un certain développement des résidences de loisirs, la vocation du plateau de la Féclaz (ski de fond, promenades) exclut tout développement urbanistique d'envergure.

Le statut du Parc Naturel Régional dont a été doté le Massif des Bauges constitue une garantie supplémentaire à cet égard.

L'utilisation du sol sur le haut bassin de la Leysse ne semble par conséquent pas devoir faire peser de risques importants en ce qui concerne l'évolution future du comportement hydrologique de ce bassin.

4.3.4 Le lac du Bourget comme exutoire du bassin versant

Cette caractéristique a deux conséquences importantes :

En premier lieu, les inondations de l'extrémité aval du bassin (communes du Viviers, Voglans, Le Bourget-du-Lac) sont autant le fait des cours d'eau (Leysse, Belle-Eau) que du lac lui-même dont le plan d'eau au cours d'une période de crue exceptionnelle peut atteindre des niveaux élevés par suite du rôle de bassin d'expansion qu'il joue vis-à-vis des crues du Rhône (niveau maximum du lac au cours du XX^{ème} siècle atteint lors de la crue de 1944 : cote 235,27 IGN69).

En second lieu, la proximité du lac par rapport aux zones les plus aval du bassin de la Leysse, qui comptent parmi celles promises à d'importantes extensions de l'urbanisation (commune du Bourget), fait qu'il n'est pas nécessaire d'opposer à ces extensions la classique objection du risque d'intensification des crues à l'aval. On se trouve ici dans un contexte de type littoral.

4.3.5 L'existence de facteurs naturels d'intensification du risque

Ces facteurs sont au nombre de deux.

Tout d'abord, la formation possible des crues par un phénomène de fonte de neige rapide sous l'effet d'un épisode pluvieux intense concomitant d'une élévation de température. La crue de décembre 1991 en a constitué un exemple caractéristique.

La structure partiellement karstique des massifs constitutifs du haut-bassin de la Leysse pourrait présenter un autre facteur d'intensification du risque.

Tant que les cavités internes ne sont pas remplies, ce type de formation exerce plutôt un effet de ralentissement sur la propagation des ondes de débit. Par contre, lorsque ces cavités sont pleines, la totalité des précipitations contribue au ruissellement.

4.3.6 La difficulté de concevoir des solutions simples pour le contrôle des crues sur le bassin versant

Cette difficulté tient notamment à la densité de l'occupation humaine dans toute la partie urbanisée, densité qui ne laisse guère de place à la mise en place de moyens de contrôle consommateurs d'espace tels que l'élargissement des axes hydrauliques pour en augmenter la capacité d'écoulement ou la création de capacité d'écrêtements.

Il aurait alors été naturel de songer, dans ce type de contexte, à la création de capacité d'écrêtement de gros volumes plus à l'amont sur les bassins versants, notamment à l'interface entre parties urbanisées aval et secteurs naturels amont : or toutes les études menées dans cette perspective ont clairement démontré l'inexistence de sites appropriés (topographie inadaptée, instabilité des versants sur lesquels appuyer une digue, etc.).

4.4 Historique des aménagements sur l'ouvrage

Référence [E17] et [E51] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Les ouvrages ont été particulièrement affectés par les crues au cours des deux derniers siècles avec souvent des brèches, notamment en 1867, 1870, 1896, 1899, 1909, 1910, 1913, 1914, 1918, 1928, 1940, 1960, 1990.

Sont décrites dans cette partie les crues ayant impacté le système d'endiguement étudié, ou bien ayant engendré des dégâts à partir de 1867.

Si la description des impacts se situe dans une zone a priori en relation avec la digue, mais sans évocation explicite, on utilisera la terminologie « digue probablement concernée ».

Les sections de digue effectivement concernées sont indiquées par leurs numéros surlignés.

13/03/1867 – 36 mm seulement lors de l'épisode, mais fonte des neiges importante. 5 brèches rive droite, dont 3 sur la digue **2.2**, à l'endroit et en aval de la rectification en cours. Plaine envahie, chemin de fer emporté à la station de Voglans. Circulation stoppée 3 jours.

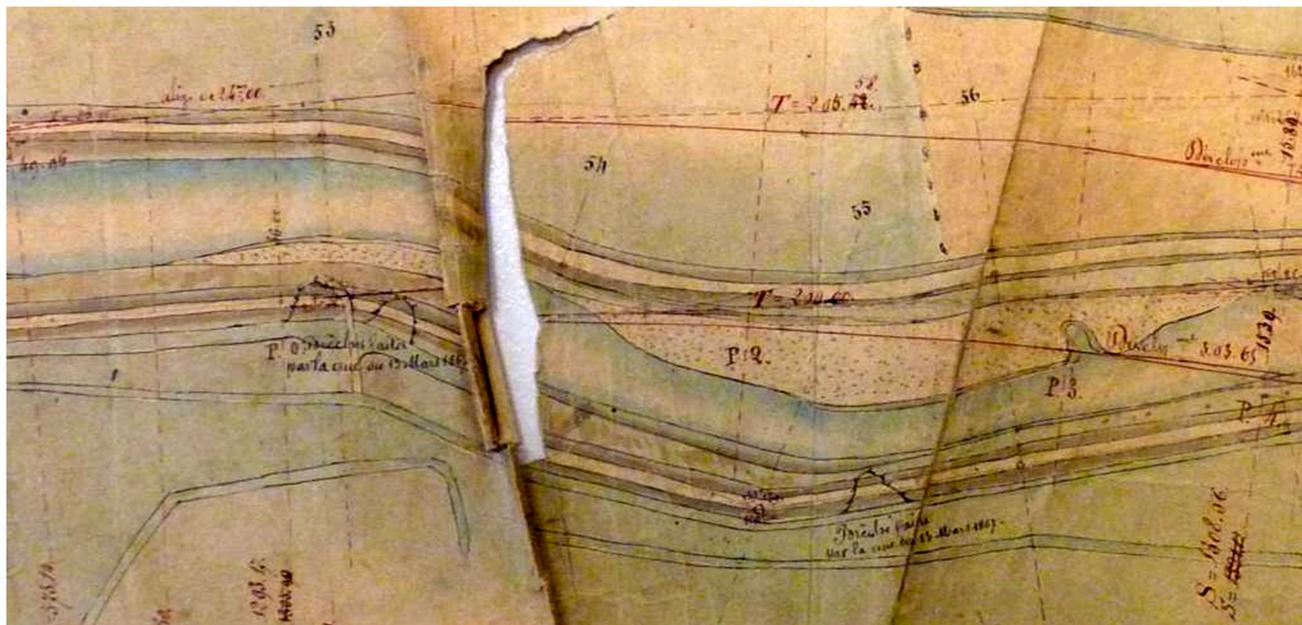


Figure 3 : Digue 2.2 – Positionnement des trois brèches de la crue de 1864, 1866 (AD 73 – 91S 5)

09/10/1867 - 2 journées de pluie et fonte des neiges. Prairie de Voglans inondée. Digue **2.2** probablement concernée.

01/11/1870 - 4 brèches dans la digue **2.2** : longueurs de 90 m en aval de l'entreprise Sogno ; 220 m à l'origine de l'entreprise Mollard ; 50 m en aval de la précédente ; 120 m dans la courbe de Villarcher).

29/10/1872 - Déversements par-dessus le couronnement des digues sur un très grand nombre de points entre Chambéry et le Bourget, notamment entre le Mollard et le pont de la RD5.

Brèches :

- Digue **2.1** : 12 m linéaire à 400 m en aval de la confluence avec l'Hyères
- Digue **2.2** : 30 m linéaire à 600 m en amont du pont de la Motte et au droit de Villarcher. Avec 2 corrosions de 70 m chacune là où la digue récemment construite traverse l'ancien lit de la Leysse.

20/11/1874 – La brusque fonte des neiges entraîne une crue. Chemin de fer coupé à Voglans. Digue **2.2** probablement concernée.

12-13/05/1877 - Crue importante, avec déversements sur les 2 rives entre la Boisse et Villarcher (digue **2.1** probablement concernée, digue **2.2** concernée).

5 brèches

- En aval de la Boisse (digue **2.1** probablement concernée).
- Quelques centaines de mètres en amont du pont de la Motte sur 33 m linéaires (digue **2.2** probablement concernée)
- 200 m en aval de ce pont sur 5 m linéaires (digue **2.2**)
- Face à la confluence du Nant-Bruyant sur 12 m linéaires (digue **2.2**)
- En aval du pont du Tremblay sur 25 m linéaires (digue **2.2** probablement concernée)

25/05/1878 - Digue **2.2** endommagée à 1200 m en aval du pont de la Motte.

27/11/1882 - Crue de la Leysse, rupture des digues à Villarcher (digue **2.2**). Plaine de Voglans inondée.

08/11/1886 - Rupture de la digue **2.2** en face de Villarcher (brèche). Terres et village envahis. Autre brèche à 500 m en aval du pont de la Motte avec épanchements dans la plaine. Corrosions et affaissements sur de nombreux points de la face extérieure des digues.

25-26/09/1896 – 14 brèches aux digues de la plaine du Bourget : une à la digue **2.1**, 3 à la digue **2.2**. Inondation de la plaine, coupure de routes, de la voie ferrée en 2 points : circulation interrompue durant 4 jours. La totalité des digues en aval de la confluence, dont les digues **2.1** et **2.2**, subissent des dégradations partielles (arrachements, ravinements) sur une longueur cumulée de 2 km.



Figure 4 : Crue de 1896 - Brèches et périmètre inondé - Digue 2.2 : brèches J, K, L, 1897 (AD 73 – 40SPC 28)

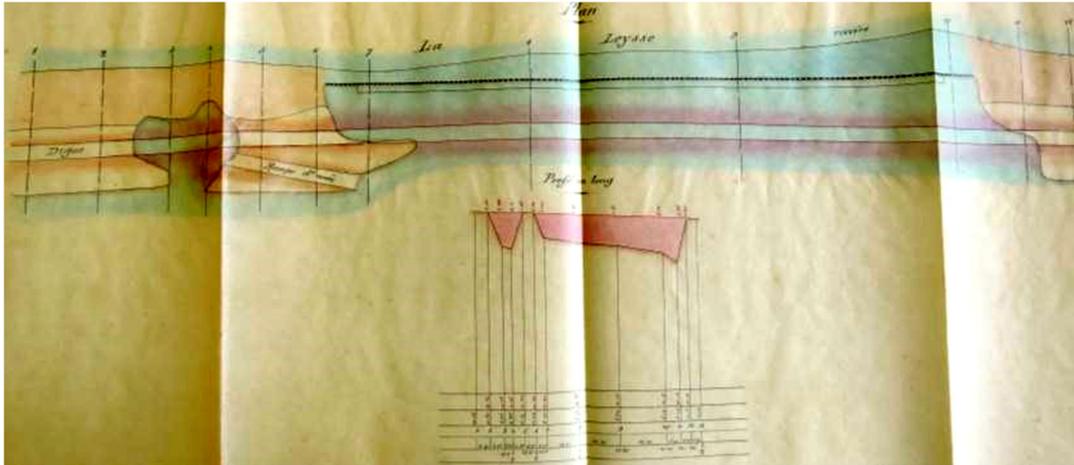


Figure 5 : Digue 2.2 - Plan et profil en long de la brèche L, 1897 (AD 73 – 40SPC 28)

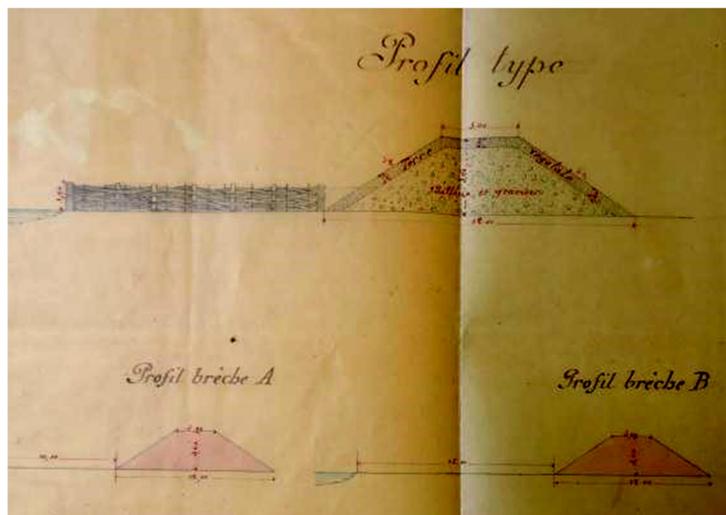
14-15/01/1899 – Vent du sud avec pluies abondantes (15mm le 12/01, 35mm le 13/01, 95mm le 14/01, 5mm le 15/01) et fort redoux entraînent la fonte des neiges accumulées sur les massifs voisins. Forte crue : 8 ruptures de digues sur la Leysse (longueur cumulée de 409 m), une sur le Nant-Bruyant. Nombreux dégâts partiels (corrosions et affaissements de berges et digues). Les déversements se produisent sur presque toute la longueur des ouvrages : propriétés riveraines inondées, routes et chemins submergés, lignes ferroviaires coupées avec circulation interrompue. Les eaux s'accumulent le long du remblai de la voie ferrée de Chambéry à St-André le Gaz pour atteindre 6 mètres de profondeur en certains endroits. La culée rive gauche du pont ferroviaire est affouillée. De Chambéry au lac du Bourget, la plaine ne forme plus qu'une seule nappe d'eau charriant des débris de toute sorte. Par refoulement, les eaux de la Leysse inondent les caves et sous-sol de la ville.

3 brèches sur la digue **2.2** (100, 22 et 40 m, dont 2 en limite)

1 brèche sur la digue **2.1** (69m).



(10)



(11)

Figure 6 : – Crue de 1899 - (gauche) Localisation des brèches, 1901 ; (droite) profils en travers des brèches et profil type des réparations, 1899 (AD 73 – 40SPC 28)

02/12/1902 - Lit encombré, rupture ou submersion des digues (digue **2.2** probablement concernée).

1906 - Lit encombré, rupture ou submersion des digues (digue **2.2** probablement concernée).

11/03/1907 - Déversements par-dessus les digues rive droite sur 1250 m cumulés. Digue **2.2** probablement concernée.

02/12/1909 et 19/01/1910 - Deux crues endommageant les digues avec ruptures en de nombreux points. La plaine en aval de Chambéry est sous plus d'un mètre d'eau. La RD5 de Chambéry à Belley est impraticable sur plus de 3 km. La ligne ferroviaire PLM est submergée et endommagée sous Voglans.

Le 2 décembre, les digues en aval du pont de la Motte sont submergées sur de grandes longueurs.

Trois brèches sur la digue **2.2** :

- 500 m en aval du pont de la Motte (20 m linéaires)
- 900 m en aval de ce même pont (20 m linéaires)
- en amont immédiat du pont du Tremblay

26/06/1910 - Rupture de digue rive droite sur 50 m, à 500 m en aval du pont de la Motte. Voie ferrée et RD5 submergées durant 24 heures (digue **2.2**).

07/1910 - Nouvelle crue endommage à nouveau la RD5 et le GC5 (digue **2.2**).

07/12/1913 - Inondation de la plaine en aval de Chambéry. Circulation des trains coupée plusieurs jours à Voglans. Sept brèches sur l'ensemble des digues (204 m de brèches cumulées). Digue **2.2** concernée.

07-08/03/1914 - Plaine du Bourget inondée. Digue **2.2** concernée.



(12)



(13)

Figure 7 : *Crue du 8 mars 1914 - (gauche) Voie ferrée sous l'eau à Voglans ; (droite) Brèche dans la digue*

(AD 73 – S 1295)

02, 03, et 04/1916 - « Crues successives causant dans la plaine du Bourget d'assez sérieux dégâts » (digue **2.2** probablement concernée).

23/12/1918 - Pluie abondante et fonte des neiges à l'origine d'une forte crue. Deux brèches se forment sur la digue **2.2** : en face de Sollion (30m linéaires), et en amont du pont du Tremblay (15m linéaires), plus une en aval immédiat de la digue **2.1**. Nombreux dégâts : plaine inondée sur les 2 rives, voies PLM recouvertes par les eaux en plusieurs points, ainsi que la N5 et le GC5.

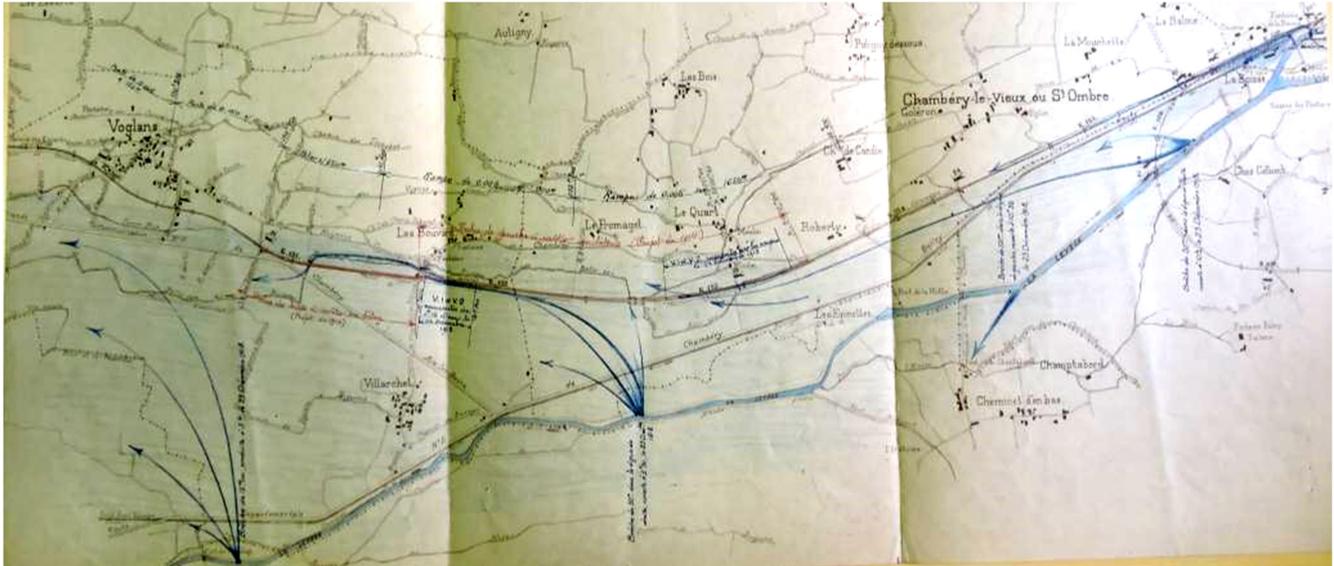


Figure 8 : *Crue du 23 décembre 1918 – Brèches, impacts à la voie PLM et périmètre inondé, 1919 (P & Chaussées1)*

06-07/12 puis 22/12/1919 - Nombreuses brèches dans les digues. Brèche en aval immédiat du pont du Tremblay (digue 2.2).

1920 - Nombreuses et importantes brèches aux ouvrages de la plaine du Bourget. Digue 2.2 probablement concernée.

28-29/12/1923 - RD5 inondée sur plusieurs km suite à la submersion des digues. Brèche à Villarcher (digue 2.2). Digue 2.1 probablement également concernée.

13-14/02/1928 – Brèches et profondes érosions aux digues de la Leysse. Propriétés et routes inondées : RD5 sur plus de 2 km durant 2 jours ; GC5 partiellement emporté et un pont détruit. Passage des eaux dans la brèche de Villarcher maintenue ouverte depuis la crue de 12/1923 (digue 2.2). Digue 2.1 probablement également concernée.

19/02/1940 - Rupture de la digue en rive droite : envahissement de la RN491 sur 1 km, des voies SNCF (Chambéry-le-Vieux et Voglans) et de l'aérodrome. Importants dégâts agricoles. Digues 2.1, 2.2 probablement concernées et de même pour l'emplacement actuel de la digue 2.3.

05/04/1940 - Plusieurs brèches sur les deux rives de la Leysse. Les déversements atteignent 5 km de long. Les cultures sont très endommagées sur les communes de la Motte et du Bourget (digue 2.2 et emplacement actuel de la digue 2.3).

10 et 11/1944 - Crues de la Leysse avec brèches dans les digues aux endroits où le lit est encombré. Digue 2.2 probablement concernée.

06-07/02/1946 - Sous-sols et terrains de l'aérodrome inondés (emplacement actuel de la digue 2.3 concerné).

Hiver 1954-1955 – Dégâts divers :

- digue rive droite en aval du pont des Chèvres, endommagée (digue 2.1 probablement concernée)
- deux brèches (30 et 18 m) en amont du Tremblay (digue 2.2)
- digue rive droite de la base aérienne [à l'époque lit principal de la Leysse] (emplacement actuel de la digue 2.3 concerné).

24/02/1957 – Dégâts divers :

- ruptures et submersions des digues à l'aval de Chambéry (digue 2.2 probablement concernée)
- bretelle de Viviers inondée sous 30 cm d'eau. De même les caves de la base aérienne (emplacement actuel de la digue 2.3).

27/06/1958 - Plaine inondée sur 10 hectares ainsi que la route entre Chambéry et le Bourget (30 cm), et celle entre le Bourget et Viviers (digue 2.2 et emplacement actuel de la digue 2.3).

30/09/1960 - « Le niveau des eaux a affleuré à peu près partout le couronnement des digues et les poutres de tous les ponts en aval de Chambéry ». Nombreuses ruptures de digues, dont en rive droite à Villarcher et en aval du pont du Tremblay (digue 2.2).

14-15/02/1990 - Fortes pluies et fusion nivale. Valeurs de précipitations records à la station de Chambéry-Voglans : 114 mm en 24 h, du 13/02 7 h au 14/02 7 h ; dont 97.4 mm en 12 h, du 13/02 19 h au 14/02 7 h ; et 82 mm le 14/02, dont 41.6 mm entre 6 h et 13 h ; 195 mm au total sur l'épisode. Rupture de digue au niveau du pont du Tremblay (digue 2.2 probablement concernée). La RN504 est inondée entre Chambéry et le Bourget, la RN508 coupée au Bourget, ainsi que la voie ferrée entre Chambéry et Aix et les alentours du site de Technolac. L'inondation s'écoule vers le lac du Bourget, le long de la piste de l'aérodrome qui doit fermer (emplacement actuel de la digue 2.3).



Figure 9 : Crue de février 1990 - Nationale 504 inondée entre Chambéry et le Bourget (Dauphiné Libéré, 15/02/1990)

4.5 Zone protégée et enjeux

Leysse – Rive Droite - De la confluence Leysse-Hyères au lac du Bourget par le bras de décharge.

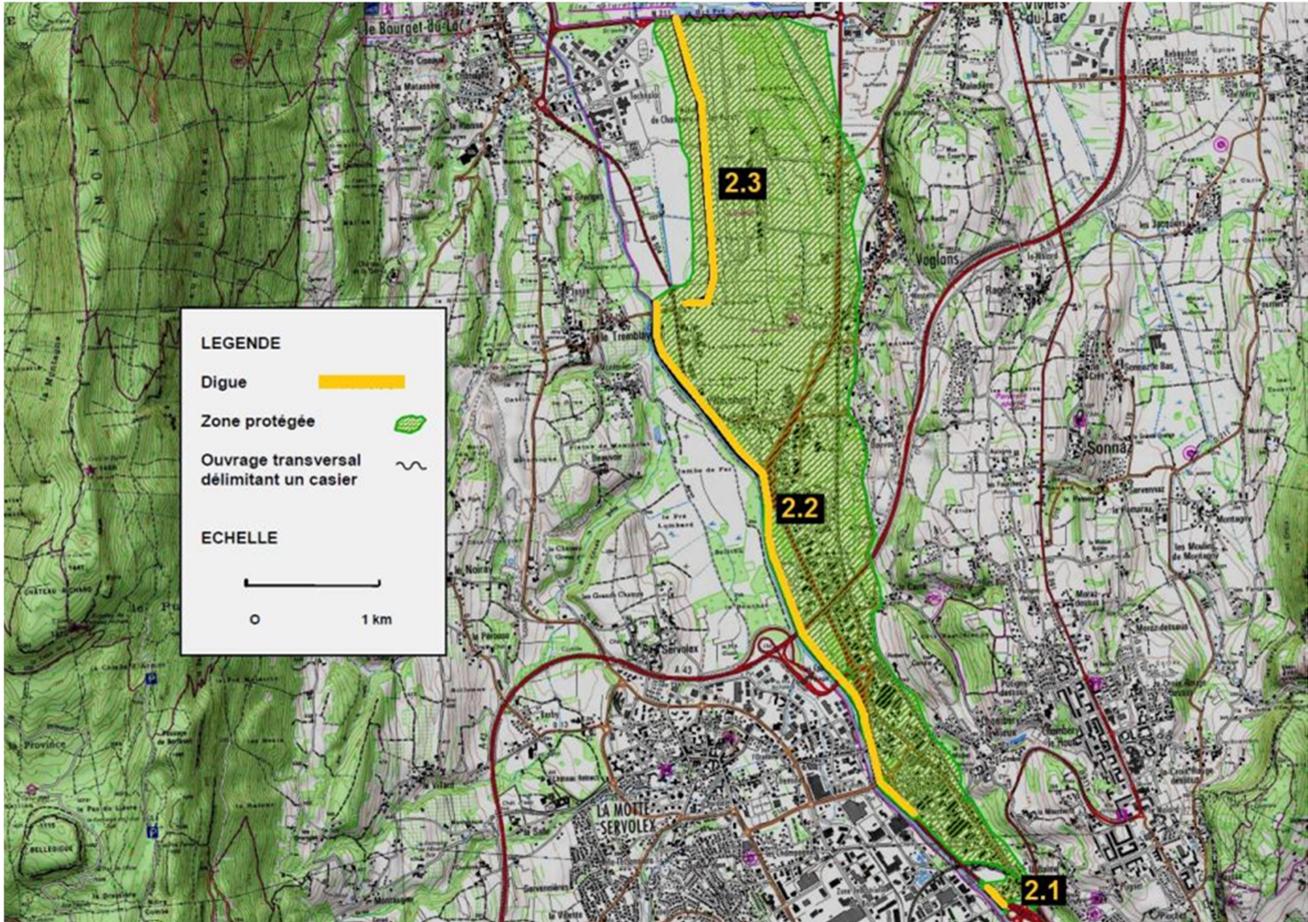


Figure 10 : Localisation du système d'endiguement n°2 et de la zone protégée

Le SE2 protège une surface de 6,44km², et une population d'environ 1200 habitants. Les principaux enjeux sont les zones d'activités et commerciales des Landiers situées sur les communes du Bourget-du-Lac, Chambéry, la Motte Servolex, Voglans, Viviers-du-Lac.

5 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

5.1 Dimension générale de l'ouvrage

Référence [E43] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Les dimensions de l'ouvrage sont résumées pour chaque sous-système.

SE 2.1 :

Rive droite de la Leysse. De 200 m en aval de la confluence Leysse Hyères à 410 m en aval de la confluence (linéaire 0.210 km). Protège la Voie Rapide Urbaine de Chambéry (V.R.U).



Figure 11 : vue générale du système d'endiguement – SE2.1



Figure 12 : vue du talus amont (depuis rive gauche) – SE1.1

Nature et géométrie

Merlon de terre de géométrie variable en crête de talus aval de la VRU, large sur sa partie amont (merlon aplati d'une dizaine à vingtaine de mètres de large), étroit à sa partie aval (de l'ordre de 2 à 3 m, localement de l'ordre du mètre).

Cavalier inexistant. Pas de véritable ségonnal continu.

Pente talus aval

Très variable, de l'ordre de 3H/1V au minimum à localement supérieur à 1H/1V (muret en pied de talus, cf synthèse des désordres talus aval). En moyenne, on tend vers une pente de l'ordre de 3H/2V.

Pente talus amont

De l'ordre de 3H/2V.

Protection talus amont

Enrochements en partie inférieure (talus de la VRU)

Protection talus aval

Néant

Revêtements en crête

Néant.

SE 2.2 :

Rive droite de la Leysse, de 1150 m en aval de la confluence à 100 m en aval du pont du Tremblay (linéaire : 4.5 km).



Figure 13 : Endiguement en amont du pont du CD16a



Figure 14 : Endiguement en aval du pont du CD16a jusqu'à l'échangeur de l'A43



Figure 15 : Endiguement en aval du pont de l'échangeur de l'A43

Géométrie générale

Amont du pont du CD16a : digue assez étroite en crête de l'ordre de 2 à 3 m maximum pour une hauteur de l'ordre de 3 m à 5 m environ ;

Entre le pont du CD16a et le pont de l'échangeur de l'A43 : largeur de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres à quelques mètres (3 à 4 m).

Depuis la passerelle du pont de l'échangeur de l'A43 jusqu'au pont du Tremblay : Largeur de l'ordre de 4 à 5 m environ. Quelques surlargeurs locales portant la largeur en crête à 10 m environ.

Les hauteurs de digues sont de l'ordre 2 à 4 m, localement supérieures au droit des stocks de remblais bordant la VRU. Absence de véritable ségonnal continu.

Pente talus amont

De l'ordre de 1H/1V, à subvertical, excepté entre la passerelle de l'échangeur et A43 (3H/2V à 2H/1V).

Pente talus aval

3H/2V de manière générale, localement proche de 1H/1V.

Protection talus amont

Néant, à l'exception de quelques rustines d'enrochements de dimensions variables dans le talus.

Protection talus aval

Néant, remblais

Revêtement en crête

Néant en amont de la passerelle de l'échangeur, enrobé (piste cyclable) en aval de la passerelle de l'échangeur de l'A43.

SE2.3 :

Rive droite du bras de décharge de la Leysse, depuis l'aval du pont du Tremblay à l'amont immédiat de la RD1211.

Géométrie générale

Digue en matériaux limoneux de 1.5 m à 2 m de hauteur, pour une largeur en crête moyenne de l'ordre de 3 à 4 m en moyenne.

Pente talus amont

Plus ou moins 3H/2V

Pente talus aval

Plus ou moins 3H/2V

Protection talus amont

Néant

Protection talus aval

Néant

Revêtement en crête

Néant



Figure 16 : profil général de la digue – SE2.3

5.2 Profils type de l'ouvrage

Référence [E17] sur le tableau de l'Annexe 2.

Les profils type sont issus de l'étude historique.

5.2.1 SE2.1

La digue 2.1 a été impactée par des crues, avec formation de brèches, à au moins trois reprises, en 1896, 1899 et 1918. Elle a été rétablie et renforcée selon les schémas présentés dans le paragraphe précédent. Les gabions ou clayonnages ont peut-être subsisté sous forme de résidus. Ils ont très probablement été engravés ou détruits lors du curage du lit. Ailleurs, on trouvera *a priori* un ouvrage de la première moitié du 19^{ème} siècle composé d'une simple levée en terre mais désormais complètement intégré au terrain naturel, sans doute rehaussé par des matériaux de curage après 1950.

D'après les photos aériennes, le chantier de la construction de la VRU (fin décennie 1970) ne semble pas avoir affecté les digues de la Leysse sur le secteur 2.1.

On peut donc arrêter sur deux profils principaux :

- Digue non reconstruite : profil 2.1.A (Figure 26)
- Digue reconstruite : profil 2.1.B (Figure 27)

Profil type 2.1.A

Fiabilité : bonne

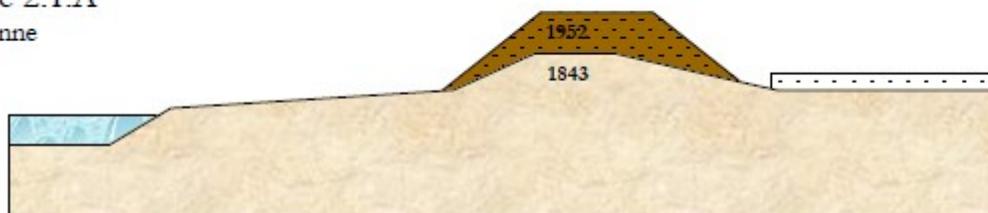


Figure 26 – Profil type 2.1.A. Représentation schématique de la dernière digue connue

Profil type 2.1.B

Fiabilité : bonne

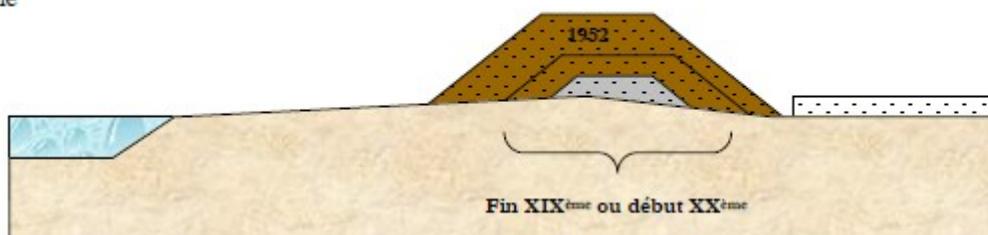


Figure 27 – Profil type 2.1.B. Représentation schématique de la dernière digue connue



Figure 17 : Profils types digue 2.1 A et B

5.2.2 SE2.2

Le lit de la Leysse au droit de la digue 2.2 a principalement été redressé lors des premiers grands travaux du syndicat (1867-1870). Dès lors, les nouvelles digues dominent la plaine. Sur certains points, un perré avec fondations en maçonnerie a pu venir renforcer la digue, notamment dans les courbes, mais il n'est pas systématique. Pour les parties non rectifiées, les levées anciennes (1847), établies à partir de matériaux tout-venant, ont été incorporées au terrain naturel.

Seules quelques portions ont été redressées postérieurement (a priori en amont du pont de la Motte, en aval de la confluence du Nant-Bruyant, et en amont de Villarcher). La seconde phase de travaux importants date de 1952 avec curage et renforcement/exhaussement des digues. Les anciennes digues ont été recouvertes à cette occasion par les matériaux de curage. Le perré délimitant l'ancien lit mineur a parfois aussi été endommagé voire supprimé. Suite à la crue de 1990, des enrochements ont été installés par endroits pour renforcer le pied des ouvrages

Les profils proposés ne décrivent donc que les possibilités les plus probables de composition des digues. Mais toutes les options peuvent se retrouver : avec ou sans lit mineur, avec ou sans risberme, avec ou sans renforcement par perré maçonné, avec ou sans réparations consécutives à des crues... Sans parler des profils singuliers au niveau des ouvrages de franchissement. Les schémas proposés ne tiennent pas compte des réparations locales ultérieures suite aux crues, notamment au droit de Villarcher où la digue a été colmatée à de maintes reprises.

Selon les sections du linéaire deux types principaux de profils peuvent être identifiés :

- sections non redressées après les travaux d'endiguement général de 1867 - Vestiges des constructions post-syndicat (1866-1870). On peut par endroits trouver les perrés de la digue ou ceux délimitant l'ancien lit mineur, ou des résidus d'enrochements sur la risberme (Figure 44, profil type 2.2.A)
- portions redressées postérieurement (première moitié du XXème siècle ou 1952) – Ces sections sont localisées. Le lit de la Leysse a ici changé de tracé, et les digues sont principalement issues des matériaux de curage. Les anciennes digues ne contribuent alors plus au profil (Figure 45, profil type 2.2.B).

Profil type 2.2.A
Fiabilité : Bonne

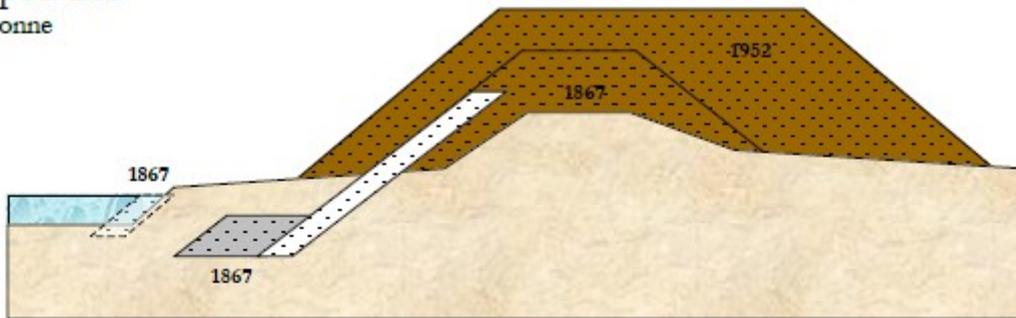


Figure 44 – Profil type 2.2.A. Représentation schématique de la dernière digue connue

Profil type 2.2.B
Fiabilité : Bonne

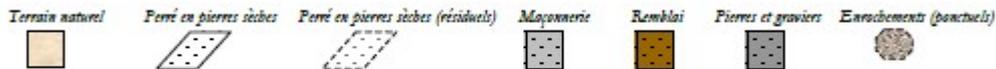
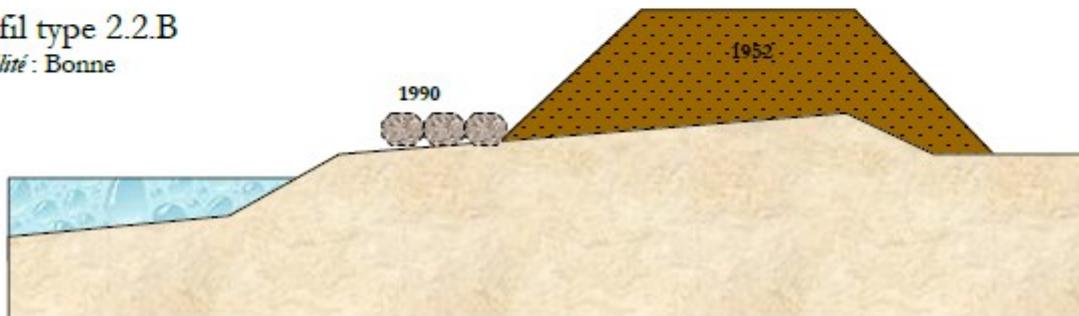


Figure 18 : Profils types digue 2.2 A et B

5.2.3 SE2.3

Pas de profil type recensé. Construction de 2005 à 2008.

5.3 Topographie

Les derniers levés topographiques réalisés sont résumés ci-dessous par secteurs :

Secteurs SE2.1 et SE2.2 jusqu'en aval de l'A43 :

- Profils en travers et vue en plan levés en 2009 Référence [T16] sur le tableau de l'**Annexe 2** ;
- Profil en long levés en septembre 2015 par Geode. Référence [T24] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Secteur SE2.2 depuis l'aval de l'A43 jusqu'au pont Tremblay :

- Profils en travers levés en décembre 2014 Référence [T19] sur le tableau de l'**Annexe 2** ;
- Profil en long et vue en plan levés en septembre 2015 par Geode. Référence [T24] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Secteur SE2.3 :

- Profils en travers levés et vue en plan levés par Hydrotopo en décembre 2008 Référence [T22] sur le tableau de l'**Annexe 2** ;
- Profil en long levés en septembre 2015 par Geode. Référence [T24] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

5.4 Sondages géotechniques et reconnaissances géotechniques

Sur le tronçon SE2.2 amont, des reconnaissances ont été menés :

- En 2008 : Campagne de reconnaissance Géoradar et EM31 (Référence [E48] sur le tableau de l'**Annexe 2**) ;
- En 2009 : Campagne de reconnaissance géotechnique comprenant (Référence [E49] sur le tableau de l'**Annexe 2**) :
 - o Des sondages et essais in situ :
 - PD : Pénétrromètre Dynamique,
 - SD : Sondage Destructif,
 - SC : Sondage Carotté,
 - Des essais Lefranc.
 - o Des essais en laboratoire :
 - GTR ;
 - Sédimentométrie ;
 - Cisaillement.

Sur le secteur aval SE2.2 (en aval de l'A43) et sur le secteur SE 2.3, les reconnaissances suivantes ont été entreprises en 2015 :

- Campagne de reconnaissance par tomographie sous la forme de profil en long et en travers sur le SE2.2 (Référence [E46] sur le tableau de l'**Annexe 2**) ;
- Campagne de reconnaissance par géoradar et EM31 pour le SE2.3 (Référence [E46] sur le tableau de l'**Annexe 2**) ;
- Campagne de reconnaissance géotechnique sur les deux secteurs suivant le même principe que les reconnaissances de 2009 (Référence [E47] sur le tableau de l'**Annexe 2**) :

5.5 Ouvrages annexes

Référence [E43] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Sur le secteur, un certain nombre de réseaux et ouvrages sont présents.

Les ouvrages annexes visibles lors de la visite technique approfondie, voirie et réseaux extérieurs, ont été répertoriés. Ils seront saisis sous le SIRS digue.

L'étude pour la restauration des systèmes d'endiguement du bassin Chambérien prévoit un recensement exhaustif de ces réseaux avec repérage sur les plans topographiques et renseignement dans le SIRS digue. Les plans ne sont pas encore réalisés à l'heure où est rédigé le dossier d'ouvrage.

5.6 Conventions et pièces administratives

Les arrêtés de classement, les rapports d'inspection du service de contrôle et le document de labélisation PSR transmis aux autorités figurent en référence [E55] à [E57] sur le tableau de l'**Annexe 2**. Concernant les conventions et Servitudes (de passage, relatives aux réseaux, ...) Chambéry Métropole ne dispose pas à ce jour de document spécifique. Un travail est prévu en 2016 pour mettre en place les AOT sur leurs ouvrages.

6 TRAVAUX ENTREPRIS ET SURVEILLANCE SUR L'OUVRAGE

6.1 Projetés

Sur le tronçon 2.1 aucuns travaux ne sont projetés.

Sur le tronçon 2.2 de l'amont jusqu'à l'aval du pont de l'A43, il est prévu une reprise des digues suivants différents profils de digue. Référence [E42] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

Sur le tronçon 2.2 en aval de l'A43 jusqu'au pont Tremblay, aucuns travaux de confortement d'ouvrage ne sont prévus.

Sur le tronçon 2.3, des travaux de reprofilages et dragages sont prévus Référence [E42] sur le tableau de l'**Annexe 2**.

6.2 Réalisés

Aucuns travaux n'ont encore été réalisés sur le secteur 2.

6.3 Travaux d'exploitation

Un rapport de surveillance fait état des travaux d'exploitation engagés sur la période 2012-2014. Ces travaux consistent principalement en du débroussaillage et abattages de gros sujet sur les digues. Référence [E45] sur le tableau de l'**Annexe 2**. Des recommandations de gestion de la végétation sont présentées dans un rapport rédigé par Arbeausolutions (Référence [E52] sur le tableau de l'**Annexe 2**).

6.4 Consignes de surveillance

Les consignes de surveillances de l'ouvrage précisent les actions à mener, les acteurs et les observations à réaliser en cas de crue et lors de l'entretien courant de l'ouvrage. Référence [E44] sur le tableau de l'**Annexe 2**.