



DREAL AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Le Rhône
du lac Léman jusqu'à la mer Méditerranée

Etude préalable à la réalisation du schéma directeur de gestion sédimentaire du Rhône

Fiche de synthèse par unité hydrographique cohérente (UHC)

UHC# 01
SUI
SUISSE

Version finale – décembre 2020



Nota : La présente fiche UHC est indissociable de la notice explicative des fiches UHC (Fiche_UHC_Note_explicative)

SOMMAIRE

A – Présentation générale (carte 01A)	4
A1 – Unité hydrographique cohérente (UHC)	4
A2 – Tronçons homogènes du Rhône (TH)	4
B – Synthèse historique (carte 01B)	4
C – Fonctionnement hydrosédimentaire (carte 01C)	6
C1 – Hydrologie - hydraulique	6
C2 – Contribution des affluents	6
C3 – Bilan sédimentaire	7
C4 – Dynamique des sédiments grossiers	7
C5 – Dynamique des sédiments fins et sables	8
D – Enjeux en écologie aquatique (carte 01D)	10
D1 – Diagnostic de la qualité des eaux et des sédiments	10
D2 – Eléments de diagnostic de la faune aquatique	11
D3 – Continuité écologique et réservoirs biologiques	12
E – Enjeux en écologie des milieux humides et terrestres (cartes 01E1 et 01E2)	14
E1 – Présentation générale	14
E2 – Inventaire et statut de protection des milieux naturels	14
E3 – Habitats d'intérêt écologique liés à la gestion sédimentaire	14
E4 – Flore et faune remarquable	14
E5 – Etat des corridors écologiques	15
E6 – Pressions environnementales	15
F – Enjeux de sûreté sécurité (carte 01F)	18
F1 – Ouvrages hydrauliques	18
F2 – Aléas inondation et vulnérabilité	18
F3 – Sûreté nucléaire	18
G – Enjeux socio-économiques (carte 01G)	20
G1 – Navigation	20
G2 – Energie	20
G3 – Prélèvements et rejets d'eau	20
G4 – Tourisme	20
G5 – Production de granulats	20
H – Inventaire des actions de restauration et de gestion (carte 01H)	22
H1 – Gestion et entretien sédimentaire	22
H2 – Restauration des milieux alluviaux et humides	22
H3 – Restauration et gestion des milieux terrestres	22
I – Synthèse	24
I1 – Contexte général	24
I2 – Fonctionnement hydromorphologique	24
I3 – Enjeux écologiques	24
I4 – Enjeux de sûreté et sécurité	24
I5 – Enjeux liés aux usages socio-économiques	25
I6 – Bilan des enjeux de connaissance	25
I7 – Bilan des enjeux liés à la gestion sédimentaire	25

FIGURES

Figure 01.1 – Illustrations du barrage de Verbois et du barrage du Seujet (SIG)	4
Figure 01.2 – Courbes guide du niveau du lac Léman et évolution au cours de l'année 2016	6
Figure 01.3 – Illustrations de la confluence Arve / Rhône	7
Figure 01.4 – Répartition de l'accumulation annuelle dans la retenue de Verbois (source : SIG-SFMCP, 2015)	8
Figure 01.5 – Evolution du comblement de la retenue de Verbois entre 1944 et 2016 (source : SIG-SFMCP, 2017)	8
Figure 01.6 – Evolution historique du thalweg du fond du lit et pressions anthropiques	8
Figure 01.7 – Etats physico-chimique et hydrobiologique des stations de l'UHC#01-SUI	10
Figure 01.8 – Caractéristiques du régime thermique du Rhône	10
Figure 01.9 – Qualité des sédiments des stations de l'UHC#01-SUI	10
Figure 01.10 – Effectifs capturés sur la période 2012-2016 en amont et en aval du barrage de Verbois	11
Figure 01.11 – Variation de la biomasse acoustique et piscicole de la retenue de Verbois entre 2012 et 2016	12
Figure 01.12 – REN Suisse au niveau de l'UHC SUI	15
Figure 01.13 – Zones inondables du Rhône et de l'Arve à la Jonction sur l'UHC#01 (SITG)	18
Figure 01.14 – Exhaussement de la ligne d'eau pour Q100 en fonction du comblement de la retenue de Verbois	18
Figure 01.15 – Usine des Chenevières au droit du barrage de Verbois	22

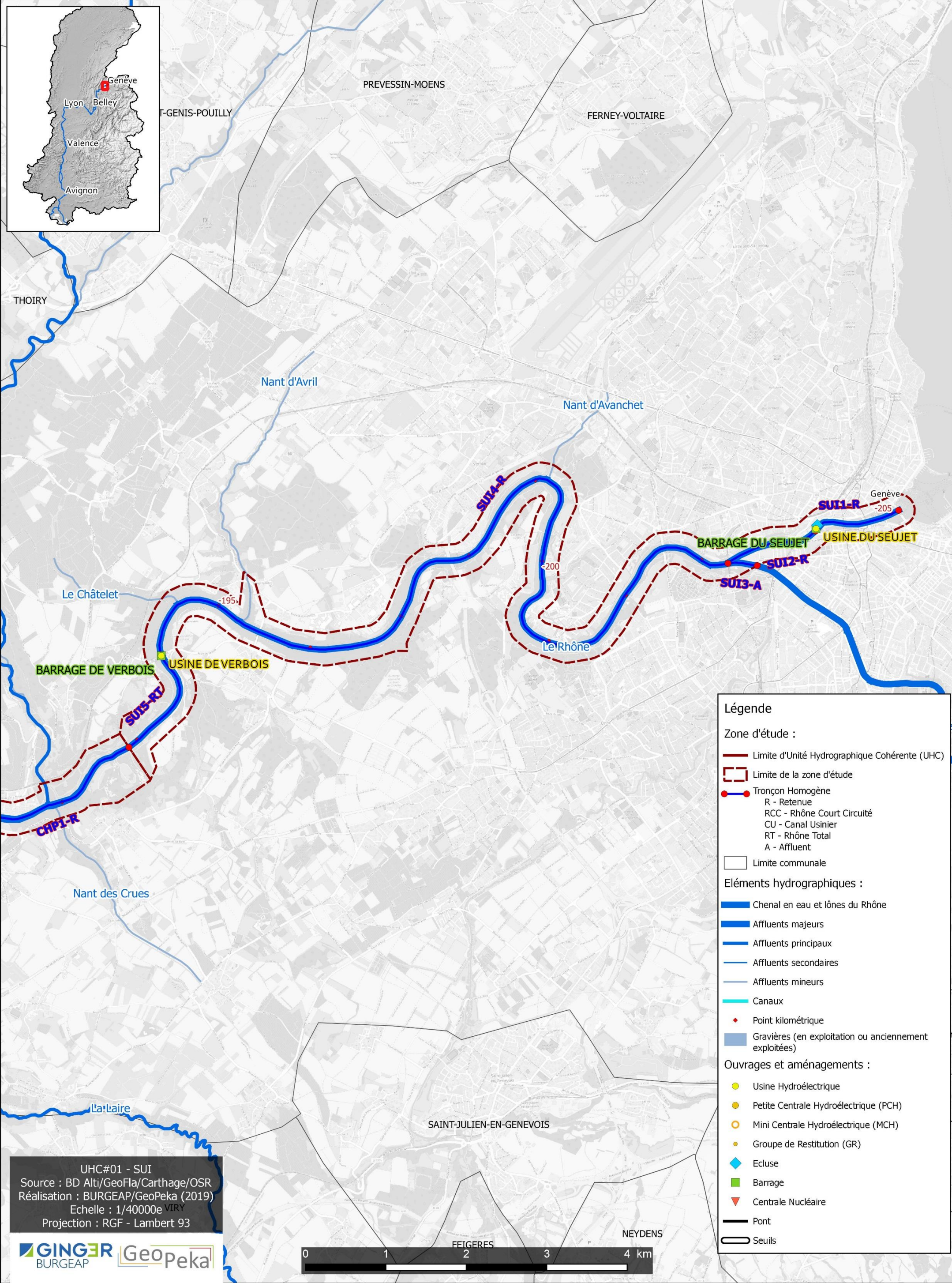
TABLEAUX

Tableau 01.1 – Synthèse des observations réalisées au droit des trois barrages suisses équipés de passes à poissons	11
Tableau 01.2 – Résultats des inventaires piscicoles par pêche électrique réalisés par GREN	11
Tableau 01.3 – Principaux usages de débits autorisés pour le prélèvement d'eau superficielle (hors hydrothermie)	20
Tableau 01.4 – Opérations de gestion sédimentaire tous maîtres d'ouvrage de 1995 à 2018 (volet H1)	22
Tableau 01.5 – Bilan des enjeux de connaissance	25

CARTES

Carte 01.A – Présentation générale de l'UHC	3
Carte 01.B – Aménagements et évolutions historiques	5
Carte 01.C – Fonctionnement morphologique	9
Carte 01.D – Ecologie aquatique	13
Carte 01.E1 – Inventaires du patrimoine naturel	16
Carte 01.E2 – Habitats d'intérêt écologique	17
Carte 01.F – Enjeux sûreté / sécurité	19
Carte 01.G – Enjeux socio-économiques	21
Carte 01.H – Mesures de gestion et de restauration	23

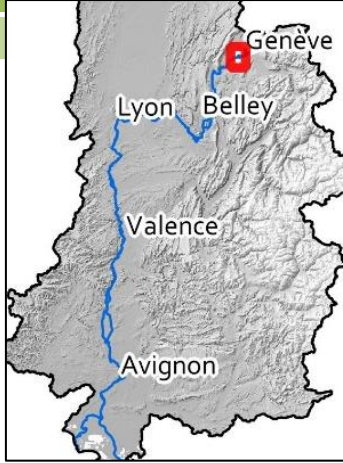
01A - SUI - Suisse - Présentation générale



A – PRESENTATION GENERALE (CARTE 01A)

A1 – UNITE HYDROGRAPHIQUE COHERENTE (UHC)

Département(s) :	Suisse
PK et limite amont :	PK205,1N - Genève -pont du Mont-Blanc
PK et limite aval :	PK192,9N - Russin
Pente avant aménagement :	2,57 ‰
Longueur axe :	12,2 km
Longueur RCC :	-
Barrage de retenue :	Barrage de Verbois, barrage du Seujet (SIG)
Usine hydroélectrique :	Usine de Verbois (SIG) (h=21 m) (1943) Usine du Seujet (SIG) (h=3 m) (1995)
Concessionnaire principal :	SIG
Autres ouvrages :	-
Masses d'eau Rhône :	FRDR2000 (Suisse-Seysssel)
Masses d'eau affluents :	FRDR555D (Arve)
Masse d'eau sout. alluviale :	-



A2 – TRONÇONS HOMOGENES DU RHONE (TH)

	Amont → Aval				
Tronçons homogènes (TH)	01-SUI1-R	01-SUI2-R	01-SUI4-R	01-SUI5-RT	02-CHP1-R
Dénomination	Le Rhône du Lac Léman au barrage du Seujet	Le Rhône du barrage du Seujet à confluence Arve	Retenue de Verbois	Le Rhône en aval du barrage de Verbois	Retenue de Chancy-Pougny
PK et limite amont (km)	PK205,1N Pont du Mont-Blanc	PK204,2N Barrage de Seujet	PK203,3N Confluence Arve	PK194,0N Barrage de Verbois	PK192,9N Russin
Longueur (km)	0,9	0,9	9,3	1,1	4,5
Pente semi-permanente (‰)	ND	ND	0 à 0,1	1,6	1,0 à 0,2
Largeur moyenne en eau	145 à 375 m	80 à 150 m	80 à 365 m	110 à 120 m	120 à 260 m
Ouvrages hydrauliques	Barrage-usine- écluse du Seujet		Barrage-usine de Verbois		Barrage-usine de Chancy-Pougny

B – SYNTHESE HISTORIQUE (CARTE 01B)

L'UHC#01 Suisse constitue la première unité du Rhône en aval du lac Léman. Elle se situe entièrement sur le territoire suisse, traverse l'agglomération genevoise urbanisée de longue date sur les deux rives, et reçoit les apports de l'Arve à la Jonction. Les alluvions de l'Arve constituent l'essentiel des terrains des quartiers bas de Genève, soumis aux retraits et avancées successives de l'embouchure du lac Léman au cours des âges. Le reste de l'agglomération est construit sur différentes étagements de moraines anciennes liées au travail des glaciers (Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, 2017). Dans la retenue de Verbois, le Rhône pénètre dans des gorges de mollasse rouge et grise, et poursuit cette configuration jusqu'au barrage de Chancy-Pougny en secteur transfrontalier entre la France et la Suisse (UHC#02-CHP).

Le barrage du Seujet a été construit à la sortie du lac Léman en 1995 pour remplir trois objectifs : 1) régulation du niveau du lac Léman en vertu de la convention signée avec les cantons de Vaud et du Valais en 1984 ; 2) modulation des débits du Rhône ; 3) production d'électricité. Le barrage du Seujet retient les eaux du Lac Léman qui s'étend sur 582,4 km². Avant 1995, la fonction de régulation du niveau du Lac Léman était assurée par le barrage de la Machine (qui créait 2 bras pour le Rhône) et la fonction de production hydroélectrique était assurée par l'usine de la Coulouvrenière sur le bras de rive gauche ; cette installation avait été mise en service en 1884 pour produire de l'électricité et alimenter la ville en eau potable. Il est probable que le Rhône dans la traversée de Genève ait fait l'objet de dragages anciens, probablement au cours des aménagements hydroélectriques menés au 19^{ème} siècle, afin d'augmenter la capacité hydraulique du Rhône.

L'aménagement de Verbois (mis en service en 1943) a remplacé l'usine de Chèvres située dans la retenue actuelle, mise en service en 1896 et démolie en 1947. Le barrage est situé 9,3 km en aval de la confluence du Rhône avec l'Arve. L'ouvrage a été concédé par l'Etat Suisse aux Services Industriels de Genève (SIG) avec un renouvellement de cette concession en novembre 1996 pour une durée de 60 ans.

Principal contributeur au flux de sédiments du Rhône Genevois, l'Arve prend sa source dans le massif du Mont-Blanc, en Haute-Savoie et conflue avec le Rhône dans la Ville de Genève. L'Arve transporte principalement des sédiments fins et des sédiments grossiers (sables, graviers) en réduction par rapport au début du 20^{ème} siècle du fait des nombreuses extractions et aménagements dans son bassin versant. Le comblement moyen annuel de la retenue de Verbois est estimé à 360 000 m³/an (SIG-SFMCP, 2015).

Dès la mise en service de l'usine hydroélectrique de Chèvres (1896), le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône a suscité des inquiétudes liées au fonctionnement de cette usine et aux risques d'inondation, car de grandes quantités de matériaux grossiers provenaient de l'Arve lors des crues. Dès 1900, des vidanges complètes accompagnées de chasses (ou « vidanges-chasses ») furent pratiquées pour permettre le transit du gravier.

Sur la base des expériences réalisées lors de l'exploitation du barrage de Chèvres entre 1896 et 1943, il a été convenu de maintenir ce mode de gestion sédimentaire dans le cadre de l'exploitation du barrage de Verbois. L'objectif était alors de maintenir le gabarit du lit le plus proche possible du gabarit initial de sorte à réduire les risques d'inondation et maintenir un volume utile suffisant pour la retenue. L'alternative consistant à effectuer des dragages avait aussi été étudiée mais fut rapidement abandonnée en raison de son coût et des difficultés de stockage et d'évacuation des matériaux.

En l'absence d'un déstockage sédimentaire régulier, la retenue de Verbois se comblerait rapidement : ce comblement s'effectuerait en 15-20 ans jusqu'à l'atteinte d'un équilibre dynamique morphologique situé à un niveau de comblement de 8,8 hm³ provoquant ainsi un exhaussement significatif des lignes d'eau à l'amont et augmentant les risques d'inondation.

Aussi, 21 opérations de vidanges complètes des retenues de Verbois et Chancy-Pougny ont ainsi été organisées entre 1945 et 2012, avec une fréquence triennale entre 1967 et 2003. Les opérations se déroulent fin juin-début juillet jusqu'en 1989, puis fin mai-début juin à partir de 1989. Lors de toutes ces vidanges complètes de Verbois, la retenue de Chancy-Pougny était également complètement abaissée afin de faire transiter les sédiments. A partir de 2012, il est apparu la nécessité de mieux coordonner les chasses suisses avec les mesures d'accompagnement des ouvrages CNR en aval, afin de limiter le stockage dans les retenues et limiter les incidences sur les milieux naturels. Un plan de gestion 2016-2026 a été défini et mis en œuvre lors de la chasse de 2016 ; il est basé non plus sur une « vidange-chasse » mais sur un « abaissement partiel » des barrages de Verbois et de Chancy-Pougny. Ces mesures d'accompagnement sont rassemblées sous le terme d'APAVR (accompagnement de l'Abaissement PArtiel du barrage de VERbois).

A noter que dans les années 1950-1970, l'état sanitaire du Rhône, impacté par les rejets d'eaux usées dans l'Arve et le Rhône, posait problème lors des vidanges-chasses. Chaque vidange-chasse mettait en mouvement une multitude de substances polluantes, provoquant ainsi de fortes mortalités pour la faune piscicole. L'année 1967 voit la mise en service de la station d'épuration d'Aire (station d'épuration traitant les 80% des eaux usées du canton de Genève). Dès la vidange de 1972, les chasses se sont déroulées dans des circonstances bien plus favorables pour la vie aquatique (SIG-SFMCP, 2015).

Il n'est pas rapporté d'extraction de granulats dans le lit mineur du Rhône au sein de l'UHC Suisse. Cependant, les photographies aériennes anciennes (1950-1960, IGN) montre la présence de carrières en lit majeur dont l'exploitation semblait porter sur d'anciennes terrasses et qui ont laissé place à quelques gravières (Teppes de Verbois) ou à des zones d'activités (Peney). Ces extractions ont pu se développer en particulier sur les terrasses libérées du fait de la correction du lit du Rhône par rescindement du méandre du Moulin-de-Vert (en limite avec l'UHC#02-CHP).

Depuis 1966, le site des Cheneviers en rive gauche du barrage de Verbois supporte une usine de traitement et de valorisation des déchets urbains, agricoles, industriels et spéciaux. L'usine actuelle date de 1993. Elle produit de l'énergie électrique (112 000 MWh) et de la chaleur à distance qui est exploitée par CADIOM, société détenue à 51% par SIG. L'usine traite 250 000 tonnes de déchets par an, soit 1/3 des déchets urbains genevois traités. Les déchets sont transités par voie fluviale, sur les 9 km de la retenue de Verbois depuis la Jonction. Environ 50 à 70 camions par jour (soit plus de 20 000 camions par an) sont évités grâce à cet acheminement des déchets par convois fluviaux (<https://ww2.sig-ge.ch>).

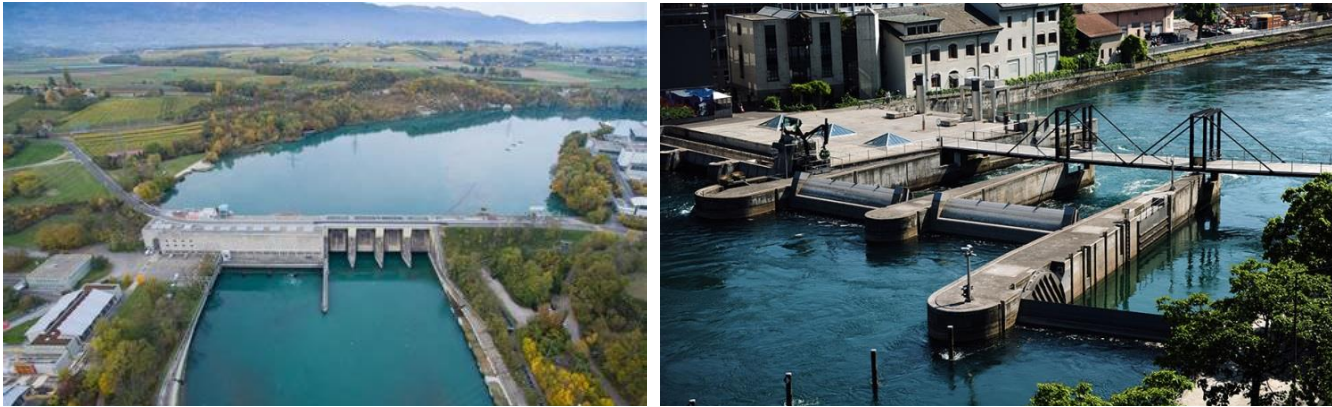
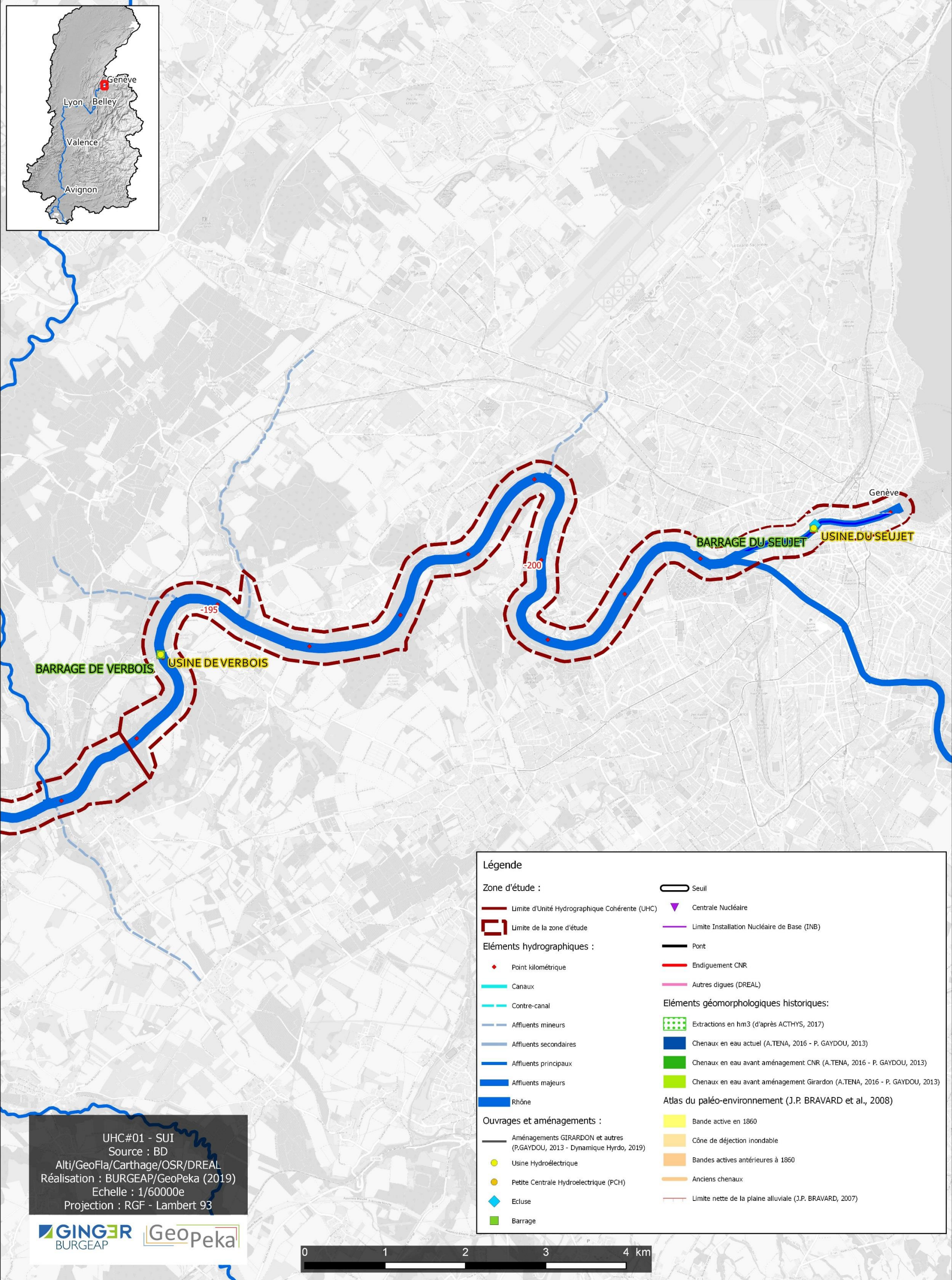


Figure 01.1 – Illustrations du barrage de Verbois et du barrage du Seujet (SIG)

01B - SUI - Suisse - Aménagements et évolutions historiques



C – FONCTIONNEMENT HYDROSEDIMENTAIRE (CARTE 01C)

C1 – HYDROLOGIE - HYDRAULIQUE

Tronçons homogènes (TH)	Débits d'exploitation (m³/s)		Débits caractéristiques (m³/s) (SIG-SFMCP, 2015)							Crue de référence (m³/s) (année)
	Semi-permanent	Qéquip.	Etiage	Qm	Q2	Q5	Q10	Q100	Q1000	
SUI1 – du Léman au barrage du Seujet	-	550		241			600	650		
SUI2 – du barrage du Seujet à l'Arve	-	-		241			600	650		
SUI4 – retenue du barrage de Verbois	-	-		337		1000	1050	1250	1450	
SUI4 – barrage de Verbois	-	620		337		1000	1050	1460	1800	
SUI5 – aval barrage de Verbois	-	-		337		1000	1050	1460	1800	
CHP1 – retenue de Chancy Pougny	-	-		337	950	1130	1230	1500	1700	

Le barrage du Seujet assure le contrôle des débits sortant du lac Léman dans le but de maintenir les eaux du lac entre les cotes 371,70 m s.m. (mètre sur mer) et 372,30 m s.m. (référence RPN 373,60 m s.m.). Le débit maximal turbinable est de 550 m³/s (3 groupes) et la chute maximale est de 3 m environ.

Lorsque par suite de crues de l'Arve entravant le débit du Rhône, la chute disponible à l'ouvrage devient inférieure à 1,0 m, le concessionnaire peut manœuvrer de façon à maintenir la chute à 1,0 m en respectant toutefois les niveaux du lac prescrits.

Les manœuvres des 2 vannes mobiles du barrage (ainsi que de l'écluse) et des organes d'obturation des machines de l'usine hydroélectrique doivent être coordonnées et effectuées de telle sorte que le niveau du lac soit maintenu selon la Figure 01.2.

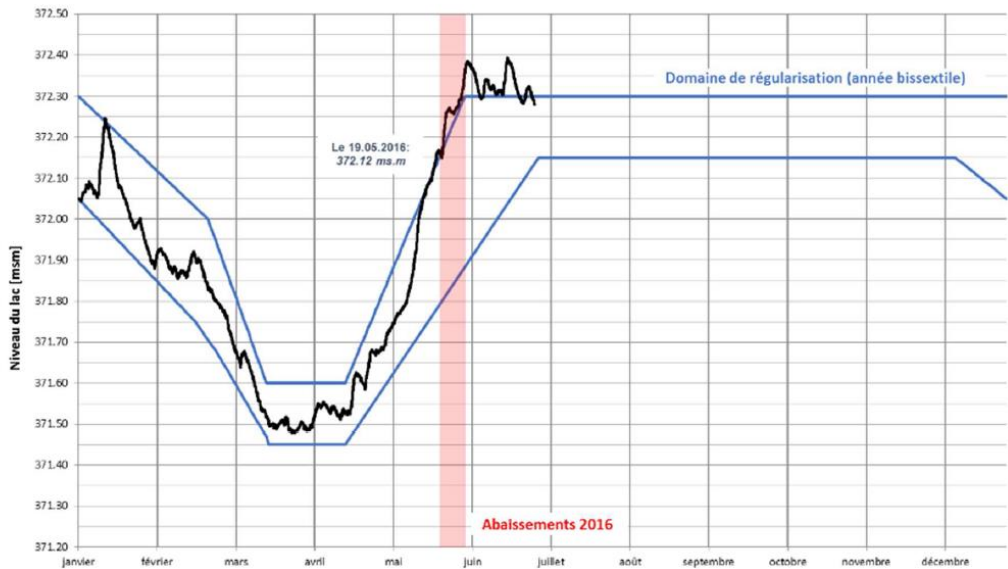


Figure 01.2 – Courbes guide du niveau du lac Léman et évolution au cours de l'année 2016 (source : SIG-SFMCP, 2017)

Le barrage de Verbois présente une chute maximale de 21 m, un débit d'équipement de 620 m³/s (4 groupes) et une puissance de 98 MW. La production annuelle moyenne est de 466 GWh. Le débit minimum restitué en aval de l'ouvrage de Verbois ne doit pas être inférieur à :

- 60 m³/s en période hivernale, soit du 1^{er} octobre au 30 avril ;
- 110 m³/s en période estivale, soit du 1^{er} mai au 30 septembre.

Ce débit peut être adapté à toute modification des débits de dotation imposés au barrage du Seujet (actuellement de 50 m³/s et 100 m³/s sur les mêmes périodes). En régime d'exploitation, la cote au barrage varie de 0,50 m entre les cotes 369,10 et 368,60 msm.

L'évacuateur de crue du barrage est constitué de 4 vannes clapet de surface permettant d'évacuer 530 m³/s. La vidange de fond est constituée de 4 vannes secteur permettant d'évacuer un débit de 1920 m³/s.

Le barrage est également équipé en rive gauche d'une passe à poissons à bassins successifs depuis 2000.

C2 – CONTRIBUTION DES AFFLUENTS

Affluent	Rang / rive	TH exutoire	Bassin versant	Linéaire	Qm	Q2	Q10	Q100	Actions de gestion (1995-2018)	Granulométrie (volume grossier annuel)
					(m³/s)					
Arve	1 / RG	SUI4	1 985 km²	104,5	79	485	730 (700)	1030 (950)	2 u/an 8-10 000 m³/an	SG (20 000 m³/an)

u : une unité d'opération de dragage ; ≈ : volume estimé

Pour les autres affluents secondaires, les apports en sédiments grossiers sont négligeables.

L'Arve (SUI3), principal contributeur au flux de sédiments du Rhône Genevois, prend sa source dans les montagnes du massif du Mont-Blanc, en Haute-Savoie, et conflue avec le Rhône au cœur de la ville de Genève, au lieu-dit la Jonction.

L'hydrologie est donnée par l'étude ARTELIA (2015). Les valeurs entre parenthèses pour Q10 et Q100 sont les valeurs de l'étude AQUAVISION (2006) réalisée sur le fonctionnement hydrosédimentaire de la retenue de Verbois.

L'Arve transporte principalement des sédiments fins issus notamment des matériaux morainiques de la haute vallée. A ce titre, en 2006, des travaux de dérivation de l'Arve près de sa source sous le glissement des Posettes ont été réalisés afin de limiter l'érosion et l'entraînement de fines (SM3A, 2007). Le flux de MES entrant en territoire suisse serait en moyenne d'environ 700 000 m³/an (ou 1 000 000 t/an) pour un comblement moyen annuel de la retenue de Verbois estimé à 360 000 m³/an (SIG-SFMCP, 2015). Le suivi MES de l'OSR sur la période 2011-2016 donne des estimations plus faibles avec 0,57 Mt/an en moyenne interannuelle, 0,22 Mt en 2011 et 0,88 Mt en 2015 (dont 48% par la crue de mai 2015). On mentionnera d'autres sources de données plus anciennes qui tendent à démontrer que les apports au Rhône ont diminué depuis le début du 20^{ème} siècle (in SOGREAH, 2000) : 1 à 3,6 Mt/an entre 1890 et 1915 d'après Peiry (1999) ; 4 Mt d'après Bravard (1987). Cohen (1989) mentionne également des estimations réalisées en 1915 : 1,6 hm³/an en moyenne (1 à 2,4 hm³/an).

La part de matériaux grossiers apportée par l'Arve au Rhône, composée de sables grossiers et de graviers, a également diminué par rapport au début du 20^{ème} siècle alors qu'elle est toujours restée importante en tête de bassin versant (300 000 m³/an en amont de Chamonix, 100 000 m³/an en aval). En effet, d'après le dossier SIG-SFMCP (2015), les flux moyens annuels à Genève pour ces matériaux se situent actuellement entre 10 000 et 15 000 m³/an, soit 1 à 2% des matériaux totaux transportés par l'Arve. Au-delà de la sensibilité des calculs, ces apports se sont taris au cours du temps : en effet, le transit naturel de l'Arve à Genève était estimé à 150 000 / 200 000 m³/an au début du 20^{ème} siècle ; Peiry (1988) les estimaient entre 100 000 et 150 000 m³/an (in EGR, 2000) ; Cohen (1989) donnait un flux moyen de 160 000 m³/an. SOGREAH (2000) proposait une fourchette plus faible sur la basse vallée (de 60 000 à 100 000 m³/an) avec un diamètre moyen de 24 mm. Ces dernières valeurs ont été confirmées (ARTELIA, 2014) : 85 000 m³/an pour la situation de 1912, et 30 000 m³/an dans l'état actuel en considérant un flux résiduel de 10 000 m³/an au barrage des Houches (10% des apports en aval de Chamonix) et des apports significatifs de la Menoge, dernier affluent de la basse vallée.

En résumé, l'ordre de grandeur des apports grossiers actuels au Rhône est situé entre 10 000 et 15 000 m³/an (SIG-SFMCP, 2015) et 30 000 m³/an (EGR, 2000 ; ARTELIA, 2014). Dans sa vallée, entre Sallanches à Bonneville, l'Arve transporte de l'ordre de 10 000 m³/an (EGR, 2000) à 15 000 m³/an (ARTELIA, 2015), puis elle bénéficie des apports du Giffre et de la Menoge pour croître à hauteur de 30 000 m³/an. Compte tenu de ces éléments, la valeur retenue à la confluence avec le Rhône est de 20 000 m³/an en moyenne, avec une part de sables grossiers prépondérante. Les SIG indiquant draguer en moyenne 8 000 à 10 000 m³/an à la Jonction, une partie des flux grossiers poursuit seule dans la retenue.

Les causes de la diminution des flux grossiers sont à rechercher dans les travaux de chenalisation débutés dès le 18^{ème} siècle à l'initiative du gouvernement sarde, et surtout dans les extractions massives qui ont affecté l'ensemble de la vallée. En effet, on estime à 11 hm³ le volume total des extractions sur la période 1950-1985 (260 000 à 300 000 m³/an), principalement aux dépens du stock alluvial, ce qui est à l'origine d'une incision généralisée de 4 à 5 m en aval de Passy, avec un record national à 13 m au Fayet. Ces volumes représentent de l'ordre de 150 années d'apports naturels. Les extractions en lit mineur ont été interdites à partir de 1983 et remplacées par des extractions en lit majeur (ARTELIA, 2015). On notera que les volumes précédents ne tiennent pas compte des extractions dans la vallée de Chamonix.

A Genève, les prélèvements dans l'Arve ont satisfait les besoins en graviers et sables d'agglomération dès la première moitié du 20^{ème} siècle (jusqu'à 14 sites d'extraction ; 50 000 m³/an après la première guerre mondiale, avec des pointes à 130 000 m³/an dans les années 1930), au point que le gisement était épuisé dès 1940. Un rapport du Service Fédéral des Eaux (1941, cité par Peiry) mentionne que « l'Arve ne charrie plus que du sable, le gravier faisant entièrement défaut » (EGR, 2000 ; ARTELIA, 2015). Pour cette période avant 1950, un prélèvement de 2 hm³ doit être ajouté au 11 hm³ du bilan 1950-1985.

De ces pressions sur le milieu alluvial de l'Arve (chenalisation, extractions), il a résulté la disparition du tressage et la mise en place d'un chenal unique, profond, étroit et rectiligne, urbanisé sur ses marges, et une réduction des pentes du profil en long de la rivière (ARTELIA, 2015). Aujourd'hui, en dehors des zones de Borne-Bellecombe et d'Anterne, et du lit encaissé à hauteur d'Arthaz et Reignier, une grande partie du linéaire de l'Arve reste incisée et protégée par des protections latérales et/ou localement des digues. Dans le futur, le retrait des glaciers pourrait avoir un impact sur la production sédimentaire des versants, sans toutefois que les apports au Rhône ne soient modifiés : en effet, ce sont essentiellement les prélèvements dans la vallée de Chamonix et le fonctionnement du barrage des Houches (mis en service en 1953) qui conditionnent les flux aval et les adaptent finalement aux capacités actuelles de charriage et aux enjeux d'inondation en aval. Toutefois, les apports au Rhône devraient rester soutenus de par la contribution de l'Arve aval et de la Menoge (ARTELIA, 2017).



Figure 01.3 – Illustrations de la confluence Arve / Rhône

C3 – BILAN SEDIMENTAIRE

Tronçons homogènes (TH)	Pente initiale	Pente actuelle (semi-perm.)	Avant 2000 (m³/an) (1944-1999)	Depuis 2000 (m³/an) (1998/99-2015)	Commentaires sur évolution après 2000
SUI1 – Léman à Seujet (PK205,1-204,2)	2,57 ‰	ND	≈ 0	≈ 0	Création du barrage du Seujet en 1995, sans changement a priori sur le bilan sédimentaire
SUI2 – Seujet à Arve (PK204,2-203,3)		ND	≈ 0	≈ 0	
SUI4 – Retenue Verbois (PK203,3-194,0)		0 à 0,1 ‰	↗ + 44 000	↗ + 19 000	Accompagnement des crues de l'Arve et modification de la gestion des chasse (APAVÉR)
SUI5 – Rhône aval Verbois (PK194,0-192,9)		1,6 ‰	➔ ND	➔ ND	Profil en long stable a priori
CHP1 – Retenue Chancy-Pougny (PK192,9-188,4)	2,57 ‰	1 à 0,2 ‰	➔ ≈ 0	➔ ≈ 0	Comblement annuel moyen de + 20 000 m³/an remobilisé par les opérations de vidange-chasses

Evolution des pentes

La ligne d'eau en régime semi-permanent dans la retenue de Verbois est de pente quasi nulle (< 0,1‰) sur une grande partie du linéaire. En crue biennale, la pente n'est pas présentée dans la bibliographie, elle augmente probablement dans la queue de retenue. En aval immédiat de l'aménagement de Verbois, la ligne d'eau présente une pente plus importante (1,6 ‰) sur le tronçon courant SUI5 avant de rentrer dans la retenue du barrage de Chancy-Pougny où elle reste relativement élevée (1 à 0,2 ‰).

La hauteur de chute du barrage de Verbois est de 21 m en régime semi-permanent. Celle du barrage du Seujet est de 3 m au maximum ; elle dépend fortement du niveau de la retenue de Verbois, du débit du Rhône en sortie du Lac Léman et du débit de l'Arve.

Bilan sédimentaire avant 2000 (EGR, 2000 ; SIG-SFMCP, 2015)

Le bilan sédimentaire de la retenue résulte exclusivement des apports de l'Arve : en effet, les matériaux transportés par le Rhône valaisan se déposent dans le lac Léman, et en sortie du lac, les apports du Rhône (SUI1, SUI2) sont nuls ; les apports des autres affluents du Rhône sont négligeables (Châtelet, Nant d'Avril, Nant d'Avanchet, réseaux d'eaux pluviales de l'agglomération de Genève). Ainsi, en dehors des opérations de chasses, le comblement moyen de la retenue de Verbois (SUI4) est estimé à environ 360 000 m³/an (SIG-SFMCP, 2015 ; Figure 01.5). L'EGR (2000) fournit une donnée ancienne des SIG qui est cohérente : « dépôt chaque année de 400 000 à 500 000 t de matériaux, soit 50 % de la masse transitant annuellement dans le Rhône du fait des apports de l'Arve (SUI3) (environ 1 Mt) ».

Les opérations de vidange des barrages de Verbois et Chancy-Pougny, organisées à un rythme environ triennal, ont permis d'évacuer de la retenue de Verbois en moyenne 1,1 hm³ (0,6 à 2,1 hm³) de sédiments par opération entre 1945 et 2000, et de limiter les dépôts définitifs dans la retenue. Ainsi, en 2000, depuis la première mise en eau en 1943, la retenue avait accumulé de l'ordre de 2,5 hm³ de dépôts, soit 44 000 m³/an en moyenne.

Lors de toutes ces vidanges-chasses complètes de Verbois, la retenue de Chancy-Pougny (CHP1) était également complètement abaissée afin de faire transiter les sédiments et limiter son comblement (SIG-SFMCP, 2015). Le comblement

moyen de la retenue de Chancy-Pougny (CHP1) est estimé à environ 20 000 m³/an en moyenne, et ces dépôts sont repris lors des chasses, ce qui permet de conserver le volume utile de la retenue.

Bilan sédimentaire depuis 2000 (SIG-SFMCP, 2015)

Entre 2003 et 2012, le rythme annuel de comblement de la retenue de Verbois (SUI4), hors chasses, s'est établi à 240 000 m³/an (SIG-SFMCP, 2015 ; Figure 01.5). Ces données permettent de constater que la retenue de Verbois s'est massivement déstockée lors de la vidange-chasse de 2012 (2,69 hm³ pour un objectif initial de 1,8 hm³), ce qui a quasiment permis un retour à la situation bathymétrique de 2003. Entre 2012 et 2016, la vitesse moyenne d'accumulation de la retenue de Verbois est passée à 450 000 m³/an du fait des apports de la crue centennale de l'Arve en mai 2015 (905 m³/s en pointe), ce qui est supérieur de 25% aux apports moyens attendus (360 000 m³/an). Entre 2000 et 2016, la retenue de Verbois a accumulé de l'ordre de 0,3 hm³ de dépôts, soit 19 000 m³/an en moyenne.

La répartition dans la retenue de ces apports moyens annuels de 360 000 m³/an est connue sous forme de grandes tendances. La Figure 01.4 indique les zones de comblement préférentielles (en marron) de la retenue de Verbois. Le comblement est particulièrement important en aval du pont de l'autoroute : zones de Planfonds et de Peney (secteurs C et D ; 280 000 m³/an, soit 78% des apports totaux). Au niveau du méandre en amont du pont de l'autoroute (Bois des Fonds) la sédimentation est également significative (secteur B ; 70 000 m³/an). Les dépôts dans les 3 km en amont du barrage (PK194 à PK197) sont importants (55% du volume total) mais ont peu d'incidence sur les lignes d'eau ; a contrario, les dépôts entre les km 3 et 7 (PK197 à PK201) sont les plus sensibles sur les lignes d'eau en crue et les risques associés (cf. Figure 01.13).

Les nouvelles modalités des opérations de gestion sédimentaire sur le Rhône Genevois sur la période 2016-2026 visent à maintenir un état bathymétrique constant de la retenue de Verbois, sous le seuil de comblement total de 5 hm³ au-delà duquel les enjeux d'inondation seraient majorés dans la traversée de Genève. Pour cela, 3 principes d'action ont été retenus : 1) un accompagnement du transit sédimentaire lors des crues d'Arve ; 2) un abaissement partiel triennal de la retenue de Verbois, avec un accompagnement par le barrage de Chancy-Pougny, et une gestion spécifique des ouvrages de la CNR (APAVÉR) ; 3) des dragages complémentaires sur certains dépôts ciblés. Sur les dernières années, ces dragages portent sur 8 000 à 10 000 m³/an à la Jonction et plus en aval, avec une restitution systématique des matériaux plus en aval dans la retenue.

Lors de l'APAVÉR 2016, les bilans de masse ont été les suivants : déstockage de la retenue de Verbois évalué à 1,30 Mt ; transfert de sédiments en aval de Chancy-Pougny estimé à 1,32 Mt. Dans le même temps, le déstockage bathymétrique a été estimé à 1,3 hm³. Ce résultat, qui tendrait à démontrer que la densité des matériaux est proche de 1, doit plutôt être interprété par le fait que les mesures de MES ne permettent pas d'identifier la totalité des flux de sables (sables grossiers en particulier).

Le linéaire de Rhône courant en aval du barrage de Verbois (SUI5) ne fait pas l'objet d'un suivi particulier. Il est probable que le fond du lit soit pavé suite aux vidanges-chasses réalisées par le passé et suite à la correction du Rhône opérée dans les années 1940 (rescindement du méandre du Moulin-de-Vert, cf. UHC#02-CHP), et que le bilan sédimentaire n'évolue plus dans la durée.

La retenue de Chancy-Pougny (CHP1) est globalement à l'équilibre. Son niveau de sédimentation peut varier en fonction des apports en chasse de la retenue de Verbois. Par exemple, avec la vidange-chasse de 2012, la retenue s'est comblée avec 200 000 m³ de sables moyens à grossiers (0,2 à 2 mm) ; ces matériaux ont progressé dans la retenue, notamment lors de la crue de l'Arve de 2015 ; puis lors de l'APAVÉR de 2016, 222 000 m³ de matériaux ont été déstockés, permettant à la retenue de revenir à son état initial.

Bilan sédimentaire global depuis la mise en eau du barrage (SIG-SFMCP, 2017)

Suite à l'opération d'abaissement partiel de mai 2016, le niveau de comblement de la retenue de Verbois s'élève à 2,8 hm³, ce qui est un niveau bien en-dessous du seuil de comblement permettant de limiter le risque d'inondations en ville de Genève (5 hm³) (cf. Figure 01.5). Ce niveau seuil avait été dépassé avant la chasse de 2012 (5,6 hm³) ; il pourrait rapidement être de nouveau atteint en cas d'absence de chasse, grâce à environ 6 années d'apports moyens. La continuité sédimentaire au sein de la retenue de Verbois serait potentiellement effective avec un niveau de comblement de 8,8 hm³ mais celui-ci ne serait pas compatible avec les enjeux d'inondation (cf. Figure 01.13).

Le comblement actuel de 2,8 hm³ est supérieur de seulement 0,5 hm³ à la situation de 1965, ce qui démontre que le comblement de la retenue a globalement été maîtrisé depuis cette date. Compte tenu d'un volume initial de 13 hm³, le taux de comblement de la retenue s'établit actuellement à 22 %.

En bilan global, entre la première mise en eau en 1943 et la fin du dernier APAVER en 2016, la retenue a accumulé de l'ordre de 2,8 hm³ de dépôts, soit 38 000 m³/an en moyenne.

C4 – DYNAMIQUE DES SEDIMENTS GROSSIERS

Le travail de Vázquez-Tarrio (2020) débute en aval dans la retenue de Génissiat. Il n'existe donc pas d'estimation des capacités de charriage dans l'UHC#02 en dehors de l'estimation de l'EGR (2000) avant aménagement (100 000 m³/an), ce flux correspondant aux apports de l'Arve.

Actuellement, les apports grossiers sont estimés entre 10 000-15 000 m³/an (SIG-SFMCP, 2015) et 30 000 m³/an (ARTELIA, 2015), avec une granulométrie comportant des sables grossiers et des graviers (Dm=24 mm ; données SOGREAH, 2000). Les matériaux grossiers sont stockés principalement sur le cours aval de l'Arve (entre la digue Reichlen et la Jonction) et dans la retenue de Verbois entre la Jonction et la STEP d'Aïre.

En exploitation normale, les forces tractrices ne sont pas suffisantes pour faire transiter les matériaux grossiers le long de la retenue de Verbois. Lors des crues importantes, ce qui a été notamment le cas de la crue de l'Arve de 2015 (crue centennale, 905 m³/s), ces matériaux peuvent transiter au sein de la retenue, mais ils ne peuvent franchir le barrage.

A contrario, lors de vidanges-chasses de la retenue de Verbois pratiquées entre 1944 et 2012, les matériaux grossiers ont pu être transportés. Par exemple, lors de la chasse de juin 2012, il a été démontré que 40 000 m³ de graviers et sables grossiers accumulés entre la Jonction et la STEP d'Aire ont été déplacés plus en aval. En aval immédiat de Verbois, un banc de sédiments grossiers a été observé (sables grossiers et graviers). Enfin, des dépôts de sables grossiers (0,1 à 2 mm) à hauteur de 200 000 m³ ont également été constatés dans la retenue de Chancy-Pougny (méandre des Epeisses) avant d'être mobilisé lors des crues de l'Arve, et transités en aval lors de l'APAVER 2016 (SIG-SFMCP, 2015 et 2017).

Néanmoins, malgré ces éléments de continuité pour les sables et graviers, se pose la question du devenir des sédiments les plus grossiers de l'Arve, notamment pour l'étendue granulométrique supérieure au diamètre moyen de 24 mm. Au vu des données actuelles, il est probable que ces matériaux finissent par s'accumuler dans la moitié aval de la retenue.

En aval du barrage de Verbois, peu de données permettent de caractériser les flux solides en dehors du fait que des dépôts sableux et grossiers observés sous le barrage ont été ultérieurement repris. La capacité de charriage est a priori de l'ordre de 20 000 m³/an.

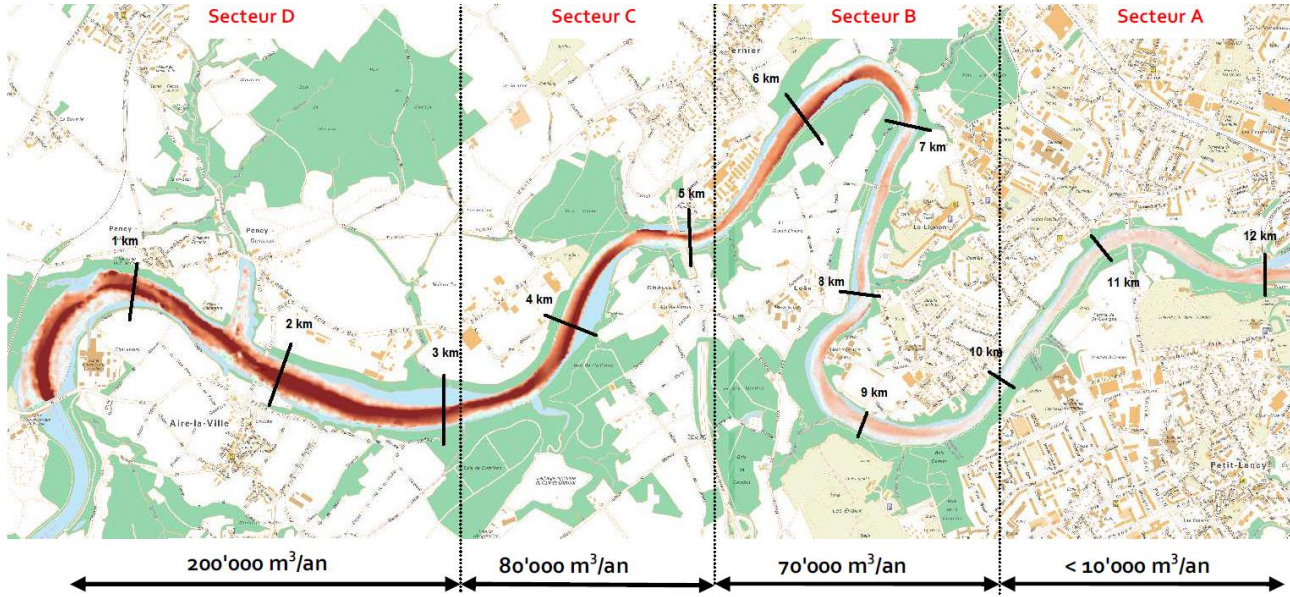


Figure 01.4 – Répartition de l'accumulation annuelle dans la retenue de Verbois (source : SIG-SFMCP, 2015)

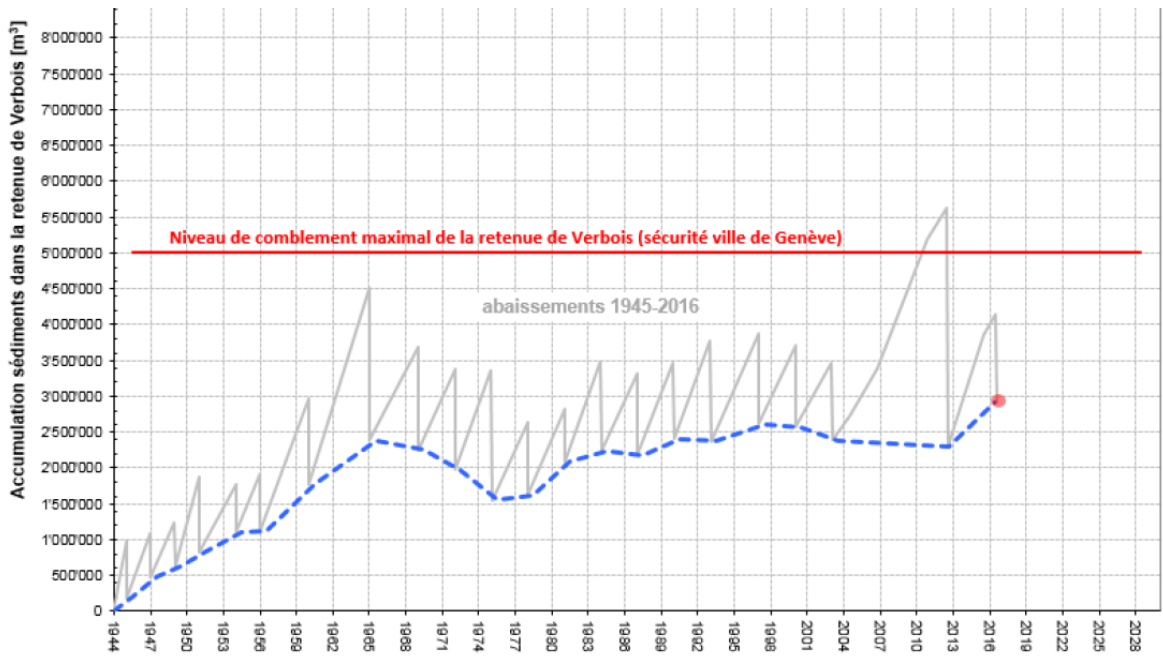


Figure 01.5 – Evolution du comblement de la retenue de Verbois entre 1944 et 2016 (source : SIG-SFMCP, 2017)

C5 – DYNAMIQUE DES SEDIMENTS FINS ET SABLES

Fines

Sur l'UHC#01-SUI, les flux de fines sont supposés nuls en sortie du Lac Léman. En aval de la Jonction, ils sont équivalents aux apports de l'Arve et sont connus depuis 2011. Cet affluent contribue à hauteur de 129 mg/l en moyenne interannuelle (2011-2016) et constitue 78% des apports de MES du Rhône à Lyon (Rapport OSR III.3, 2018).

Les contributions de l'Arve en flux de MES sont très variables selon les années et le régime des crues. Le plan de gestion SIG-SFMCP (2015) affiche un bilan moyen de 700 000 m³/an ou 1 Mt/an. L'OSR affiche 0,57 Mt/an en moyenne interannuelle sur 2011-2016, avec 0,22 Mt en 2011 et 0,88 Mt en 2015 (dont 48% des flux apportés par la crue de mai 2015).

Le suivi des vidanges-chasses depuis 1997 à la station de Pougny (en aval du barrage de Chancy-Pougny ; UHC#02-CHP) fait état de flux en MES de 1,47 Mt en moyenne par chasse depuis 1997 (1,48 Mt depuis 1960), avec 1,53 Mt en 1997, 1,01 Mt en 2000, 0,88 Mt en 2003, 2,62 Mt en 2012 et 1,31 Mt en 2016. Ces flux lors des chasses constituent une part prépondérante du transit annuel, qui peut être estimée à 64% sur la période 1997-2016 (en prenant le flux moyen annuel de 0,57 Mt/an estimé sur 2011-2016). Par ailleurs, la comparaison des mesures de flux avec les variations bathymétriques montre que 1) les chasses des ouvrages suisses mobilisent des MES et des matériaux relativement grossiers, ces derniers n'étant pas identifiés par les mesures de turbidité et 2) les périodes inter-chasses mobilisent proportionnellement plus de sédiments très fins qui transitent en suspension sans se déposer dans les retenues (washload).

Sables

En amont de la retenue de Génissiat, les flux de sable n'ont pas été étudiés de façon théorique par Vázquez-Tarrío (2020) via le modèle GTM de Recking (2016).

Toutefois, les suivis expérimentaux montrent que des déplacements de sables et graviers fins s'opèrent dans la retenue de Verbois lors des phases d'accompagnement des crues de l'Arve et que ce sont les opérations d'abaissement partiel qui permettent d'assurer la continuité de cette granulométrie dans la retenue. Lors de l'APAVER 2016, à Rippes, en aval du barrage de Chancy-Pougny, un flux de 55 000 à 180 000 tonnes/jour a été mesuré pour des débits variant de 380 à 430 m³/s.

Tronçons homogènes (TH)	Pente actuelle (semi-perm.)	D90 fond (mm)	D50 fond (mm)	D90/D50 banc (mm)	Capacité charriage caractéristique (m³/an)	Flux de MES (Mt/an)
SUI1 – Léman à Seujet (PK205,1-204,2)	ND	-	-	-	0	0
SUI2 – Seujet à Arve (PK204,2-203,3)	ND	-	-	-	0	
SUI4 – Retenue Verbois (PK203,3-194,0)	0 à 0,1 ‰	-	-	-	≈ 15 000 à 0	0,57
SUI5 – Rhône aval Verbois (PK194,0-192,9)	1,6 ‰	-	-	-	≈ 20 000	
CHP1 – Retenue Ch.-Pougny (PK192,9-188,4)	1 à 0,2 ‰	-	-	-	≈ 20 000	

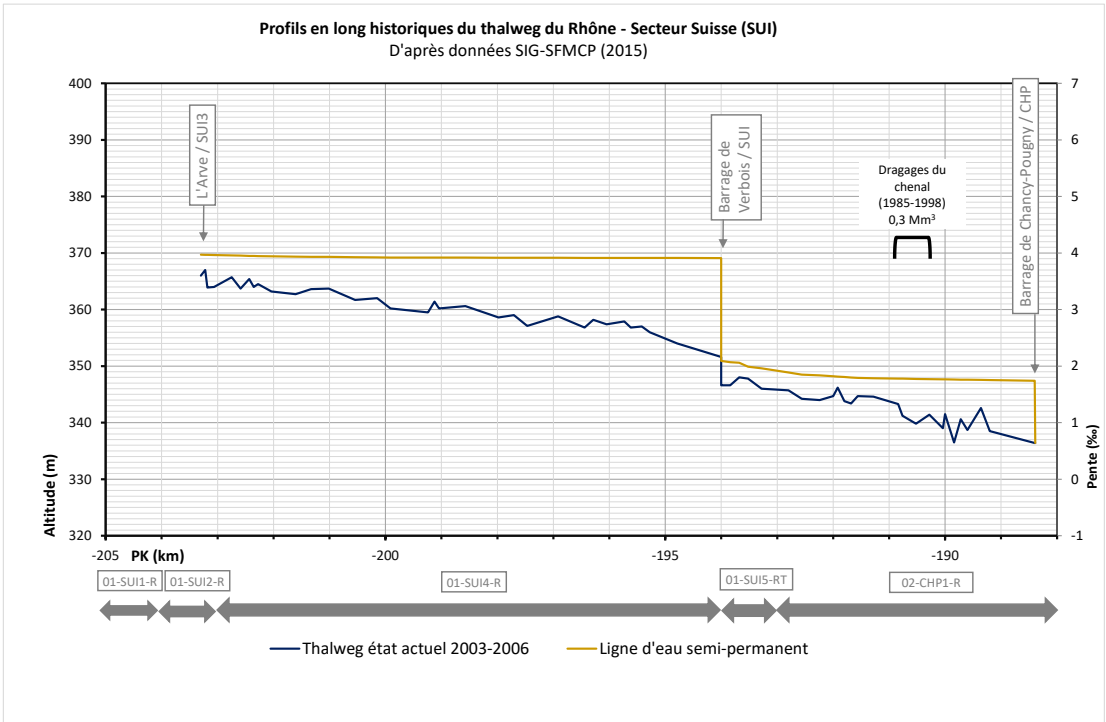
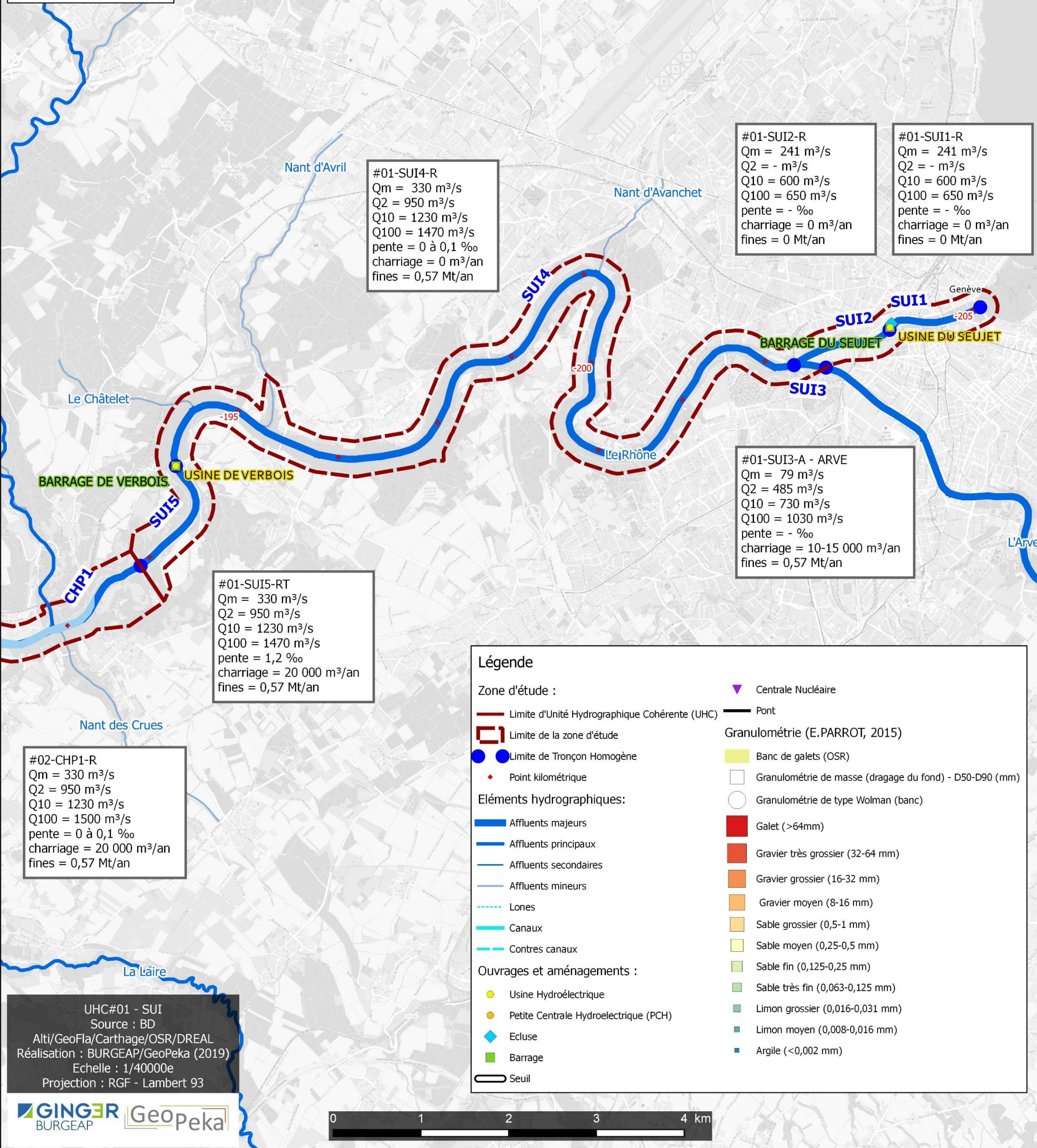


Figure 01.6 – Evolution historique du thalweg du fond du lit et pressions anthropiques

01C - SUI - Suisse - Fonctionnement morphologique



D – ENJEUX EN ECOLOGIE AQUATIQUE (CARTE 01D)

D1 – DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DES EAUX ET DES SEDIMENTS

Qualité physico-chimique et hydrobiologique de l'eau

Au sein de cette UHC, une seule station localisée sur l'Arve, principal affluent du Rhône sur ce secteur, fait l'objet d'un suivi régulier dans le cadre du programme de surveillance au titre de la DCE porté par différents maîtres d'ouvrage (AERMC, DREAL de bassin, AFB).

Cours d'eau	Masse d'eau	Code Masse d'eau	Station	Code station	UHC
Arve	L'Arve de la confluence avec la Menoge jusqu'au Rhône	FRDR555d	Veyrier	06999119	1-SUI

Les résultats obtenus ces dernières années sur les différents compartiments sont synthétisés dans le tableau suivant. Les résultats sont présentés conformément à l'arrêté du 27 juillet 2015.

Cours d'eau	Station	Année	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments N	Nutriments P	Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Pressions hydromorphologiques	Potentiel écologique	Etat chimique
Arve (RG)	Veyrier	2017	BE	TBE	BE	BE	BE	BE		BE	Moy	MOY	BE
		2016	TBE	TBE	BE	BE	BE	BE	13 (7-22)	BE	Moy	MOY	BE
		2015	TBE	TBE	BE	BE	BE	BE	15 (9-23)	BE	Moy	MOY	BE
		2014	BE	TBE	BE	BE	BE	BE		TBE	Moy	MOY	MAUV
		2013	TBE	TBE	BE	BE	BE		14 (7-27)	TBE	Moy	MOY	

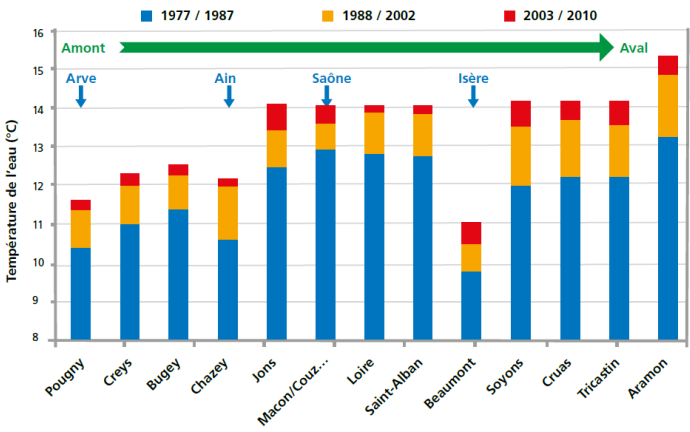
Classes d'état
Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais

Figure 01.7 – Etats physico-chimique et hydrobiologique des stations de l'UHC#01-SUI

Sur l'Arve, la particularité de la station de mesure de la qualité des eaux est d'être localisée en Suisse, environ 4 km en aval de la frontière. A ce niveau, l'état des éléments physicochimiques soutenant la biologie est globalement bon, voire très bon pour ce qui concerne la température de l'eau, et plus ponctuellement pour ce qui est du bilan de l'oxygène. Ces résultats révèlent de ce fait une certaine charge polluante (limitée) pour ce qui est des nutriments azotés et phosphorés. Les polluants spécifiques ne mettent en avant aucune contamination significative, de même que l'état chimique, exception faite de l'état 2014 déclassé par des teneurs élevées en HAP (benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(g)pérylène).

Le potentiel écologique de cette MEFM est qualifié de moyen. Pour rappel, l'évaluation du potentiel écologique des MEFM (hors Rhône) est définie par une méthode mixte croisant certaines données disponibles relatives à l'état écologique (diatomées et paramètres physicochimiques y compris PSEE), et une démarche alternative fondée sur les mesures d'atténuation des impacts, c'est-à-dire la réduction des pressions hydromorphologiques hors contrainte technique obligatoire (CTO). Les diatomées, reflet d'un très bon état jusqu'en 2014, perdent une classe de qualité à partir de 2015 et jusqu'en 2017. Les macroinvertébrés benthiques, non pris en compte dans l'évaluation du potentiel écologique du fait du statut de MEFM de la masse d'eau, sont le reflet d'une qualité biologique plutôt bonne voire très bonne. Bien que la richesse faunistique apparaisse limitée, résultat relativement « normal » sur un cours d'eau alpin, le groupe indicateur est ressorti maximal en 2015 (9/9). Les GFI plus faibles observés en 2013 comme en 2016 (7/9), renforçant l'hypothèse d'une altération de la qualité de l'eau, mise en avant par les analyses physicochimiques et les diatomées.

Concernant la thermie, l'étude globale menée en 2014 n'a pas détaillée les résultats obtenus sur ce secteur amont, bien qu'une station mesure la température du Rhône à la sortie du lac Léman (station Halle de l'Ile gérée par l'OFEV).



Difficile dans ces conditions de se faire une idée précise du régime thermique du fleuve au sein de cette UHC, fortement influencé par la température du Léman à son exutoire et les apports de l'Arve, le plus « froid » de tous les affluents principaux du Rhône français (température moyenne inter-annuelle légèrement supérieure à 8°C). A noter qu'à la sortie du lac, la température peut varier de façon importante en fonction des mouvements des masses d'eau à l'intérieur du lac, se traduisant notamment par des phénomènes de « gouttes froides » observés régulièrement sur les stations plus en aval.

Figure 01.8 – Caractéristiques du régime thermique du Rhône

Source : EDF (2014) Etude Thermique Rhône – Phase 4 – Lot 5)

Il est important de signaler que l'Arve est l'un des rares cours d'eau étudié qui n'a pas vu sa température augmenter sur la période considérée (1920-2010, EDF, 2014).

Qualité des sédiments

Les données relatives à la qualité des sédiments sont issues du réseau de mesures mis en place au titre du programme de surveillance dans le cadre de la DCE.

Sur l'Arve, la qualité des sédiments apparaît globalement moyenne, mais proche du seuil de la première classe du QSM (0,1). Ce résultat traduit l'absence de contamination significative des sédiments de l'Arve, ce que confirment les concentrations faibles, voir inférieures aux LQ, des HAP et des PCB. De la même façon, aucun des huit micropolluants métalliques pris en compte dans le QSM ne dépasse le seuil S1 de l'arrêté du 9 août 2006. Les données disponibles ne montrent de plus aucune tendance évolutive sur la période récente (2013-2017). Des analyses réalisées par les SIG en 2009 et 2010 au sein de la retenue de Verbois vont dans le même sens, à savoir l'absence de contamination des sédiments du Rhône et des valeurs de QSM globalement <0,3 (SIG et SFMCP, 2015).

Station	Paramètres	Année		
		2013	2014	2017
Arve (Veyrier)	QSM (<0,1 / <0,5)	0,14	0,11	0,16
	Seuil HAP (22 800 µg/kg)	212	367	164
	Seuils PCB (10 et 60 µg/kg)	3,5	3,5	3,5

QSM
QSM < 0,1
0,1 < QSM < 0,5
0,5 < QSM

HAP
< 22 800 µg/kg
> 22 800 µg/kg

PCBi
< 10 µg/kg
10 < [PCBi] < 60
> 60 µg/kg

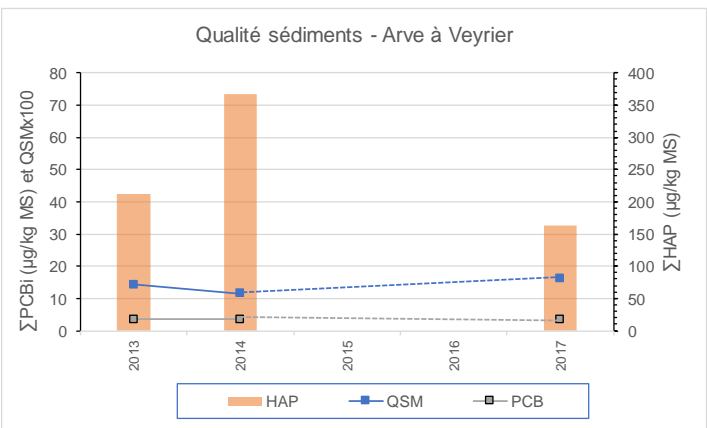


Figure 01.9 – Qualité des sédiments des stations de l'UHC#01-SUI

D2 – ELEMENTS DE DIAGNOSTIC DE LA FAUNE AQUATIQUE

Dans le chenal et la retenue (SUI4, SUI5)

Concernant le peuplement de macroinvertébrés, des campagnes d'échantillonnages ont été menées récemment dans le cadre de l'APAVÉR 2016 (GREBE, 2016). Parmi les quatre stations ayant fait l'objet d'un suivi, deux d'entre elles sont situées au sein de l'UHC#01, la première localisée environ 2,5 km à l'aval de la confluence avec l'Arve (PK200,8), et la seconde plus en aval, au niveau de la passerelle de Chèvres (PK197,8), au sein de la retenue de Verbois.

A ce niveau, la qualité écologique du Rhône vue à travers le peuplement de macroinvertébrés est, globalement, nettement moins bonne qu'à l'aval du barrage de Verbois. Cette qualité varie cependant de façon importante d'une saison à l'autre, la qualité étant bien meilleure en hiver (février 2016, qualité médiocre au niveau de la station la plus amont et bonne au niveau de Chèvres) qu'en automne après l'APAVÉR (octobre 2016, qualité mauvaise sur les deux stations). La « disparition » des taxons les plus polluo-sensibles est à la base de ce résultat, alors que dans le même temps, la richesse taxonomique reste relativement constante. Néanmoins, même en hiver, « les peuplements décrivent un milieu instable et/ou perturbé » (GREBE, 2016), notamment vis-à-vis de la mauvaise qualité de l'eau, en lien avec un groupe indicateur déclassant.

Les résultats semblent confirmés par les campagnes similaires réalisées en février et octobre 2014 (hors APAVER), ce qui conduit les auteurs à conclure que « la forte charge sédimentaire de l'Arve durant l'été pourrait impacter les invertébrés, et notamment les organismes à branchies ». En particulier, les auteurs notent l'absence des taxons les plus polluosensibles en fin d'été, en 2014 comme en 2016. Les auteurs concluent également que les stations localisées en amont de la retenue de Verbois se sont dégradées en termes de qualité biologique entre février 2014 et février 2016, le groupe indicateur ainsi que la diversité faunistique ayant diminué. L'homogénéité des substrats et leur colmatage par les limons pouvant expliquer la baisse de la richesse taxonomique, avec un effet supplémentaire lié à la crue centennale de l'Arve en mai 2015. La baisse du groupe indicateur correspond à une diminution de la polluo-sensibilité potentielle du peuplement de macroinvertébrés benthiques, reflète probable d'une altération de la qualité de l'eau. Les auteurs concluent également que l'APAVÉR 2016 « ne semble pas avoir perturbé les communautés benthiques à l'aval de la retenue » de Verbois. A noter également une augmentation du nombre de taxons exotiques entre ces deux dates avec l'apparition de *Jaera istri* (arthropode) et le genre *Corbicula* (mollusque bivalve) ; parmi ces allochtones, si *Dreissena polymorpha* (moule zébrée) semble régresser, le genre *Chelicorophium* (crustacé amphipode) s'installe et se développe sur cette partie amont du Rhône.

Concernant le peuplement de poissons, les informations sont extraites :

- du suivi de la fonctionnalité des passes à poissons accolées aux barrages de Verbois et du Seujet, réalisé à l'aide d'un système de vidéo-comptage (depuis juin 2015) ;
- du suivi du peuplement de la retenue de Verbois par pêche électrique le long des rives (SIG et SFMCP, 2017) et par hydroacoustique (HEPIA, 2016).

Au niveau des passes à poissons associées aux barrages de Verbois et du Seujet, les résultats des suivis réalisés par vidéo-comptage au cours de l'année 2017, montrent que les peuplements « migrants » à travers les deux passes à poissons sont relativement importants avec plus de 25 000 individus comptabilisés représentant 12 espèces à Verbois, et près de 100 000 individus appartenant à 16 espèces au Seujet. Des patterns de migration sont mis en évidence grâce à ces données, aussi bien à l'échelle du peuplement (très peu de passage au cours du premier trimestre), qu'au niveau populationnel : on observe ainsi des pics de migration des gardons et des brèmes au deuxième trimestre, au troisième trimestre pour les ablettes. Ces mouvements migratoires semblent directement liés à la recherche de conditions favorables pour la reproduction.

Deux espèces fournissent le gros du contingent de migrants (> 95%), à savoir l'ablette (53% à Verbois et 61% à Seujet) et le gardon (45% et 38%). Les brèmes, le chevesne et le barbeau complètent la liste des espèces contrôlées le plus abondamment au niveau de la passe à poissons de Verbois. Au Seujet, la perche prend la place du chevesne dans ce trio, et toutes les autres espèces représentent moins de 1% du total des passages enregistrés.

On note cependant le passage de plusieurs espèces patrimoniales et/ou protégées : le brochet (7 individus), l'ombre commun (2 individus) et la vandoise (3 individus) uniquement au Seujet, et de la truite fario (formes rivière et lacustre), avec une trentaine d'individus à Verbois et près de 150 au Seujet.

Tableau 01.1 – Synthèse des observations réalisées au droit des trois barrages suisses équipés de passes à poissons
Dans le cadre du projet FishLab (source : site internet FishLab.ch)

2017	ABL	BAF	BAS	BLF	BRE	BRO	CAA	CCO	CHE	COR	GAR	NDT	OBR	PCH	PER	PES	ROT	SIL	TAC	TAN	TRF	TRL	VAN	Total
Trimestre 1	Chancy-Pougny	9							2															11
	Verbois																							0
	Seujet																				1	3		4
Trimestre 2	Chancy-Pougny	3 681	422		275	6			53	8	7 272				2			4			1	18	1	11 743
	Verbois	321	68		126		2		30		377				5			22		5		14		970
	Seujet	1 321	62		172	5			3		4 022		32	85	18	4					11	34		5 769
Trimestre 3	Chancy-Pougny	14 446	295		4	119			95	3 391	1				18			28	1			10		18 348
	Verbois	12 894	35		47				99		9 586				1		5	31		3	2	4		22 707
	Seujet	52 023	109		34				2		15 102		237	9	7	8		4		11	10			67 556
Trimestre 4	Chancy-Pougny	961	53		16				36	1	1 281	3			32						6	2	4	2 395
	Verbois	72	23		5				39		1 335				2					9	2			1 487
	Seujet	7 119	31		48	2			8		18 813		2		550		11				51	28	3	26 666

A noter également un suivi complémentaire visant à estimer l'attractivité et la franchissabilité de la passe de Verbois, réalisé par HEPIA (2015). Les résultats de cette étude sont discutés dans la partie relative à la continuité (cf. partie D3 –).

Dans le cadre des APAVER 2012 et 2016, le peuplement de poissons de la retenue de Verbois a fait l'objet d'investigations par pêche électrique le long des berges et par hydroacoustique au sein de la masse d'eau. Les résultats sont présentés à la figure et au tableau suivant (source : SIG et GREN).

Les principales conclusions relatives aux caractéristiques du peuplement de poissons du secteur au cours de ces deux opérations sont données ci-après :

- les pêches de contrôle effectuées avant et après l'abaissement des retenues mettent en évidence une baisse globale des effectifs de poissons sur les zones riveraines qui est plus marquée sur la retenue de Verbois que sur la retenue de Chancy ;
- pour la retenue de Verbois, cette baisse globale de 65 % est due principalement à la baisse des effectifs de 5 espèces dont les stocks s'étaient reconstitués entre 2012 et 2015 suite à la dernière vidange (chevaine, goujon, tanche, rotengle et vairon) et dans une moindre mesure à la diminution du nombre de perches de l'année (faible cohorte 2016).

Comme pour les macroinvertébrés, et en complément des effets de l'APAVÉR, la crue centennale de l'Arve en mai 2015 peut être une des causes de dégradation des peuplements piscicoles entre 2015 et 2016.

Tableau 01.2 – Résultats des inventaires piscicoles par pêche électrique réalisés par GREN
(de part et d'autre du barrage de Verbois)

Secteur	Année	ABL	BAF	BBG	BLE	BRE	BRO	CAA	CHA	CHE	EPI	GAR	GOU	LOF	OBR	PER	PES	PSR	ROT	SIL	TAN	TRF	VAI	Nb espèces	Nb individus	
Retenue Verbois	2012			1		3	22	1		93	1	9	3	2		295			10		22	7		14	469	
	2015	7	8	1		2	14			164		36	111	11		124		6	59	2	47	2	41	16	635	
	2016	1	1			2	19			47	1	44	15	4		20	10		38	1	13	1	4	16	221	
	Total	8	9	2		7	55	1		304	2	89	129	17		439	10	6	107	3	82	10	45	18	1 325	
Aval Verbois	2012	7					1			34	8	28	1		1	6							1	121	10	208
	2015	2	3		3				2	6	3	11	60	2	0								2	8	12	102
	2016		9		1				3	26	9	1	8		0								0	18	10	75
	Total	9	12		4		1		5	66	20	40	69	2	1	6							3	147	13	385

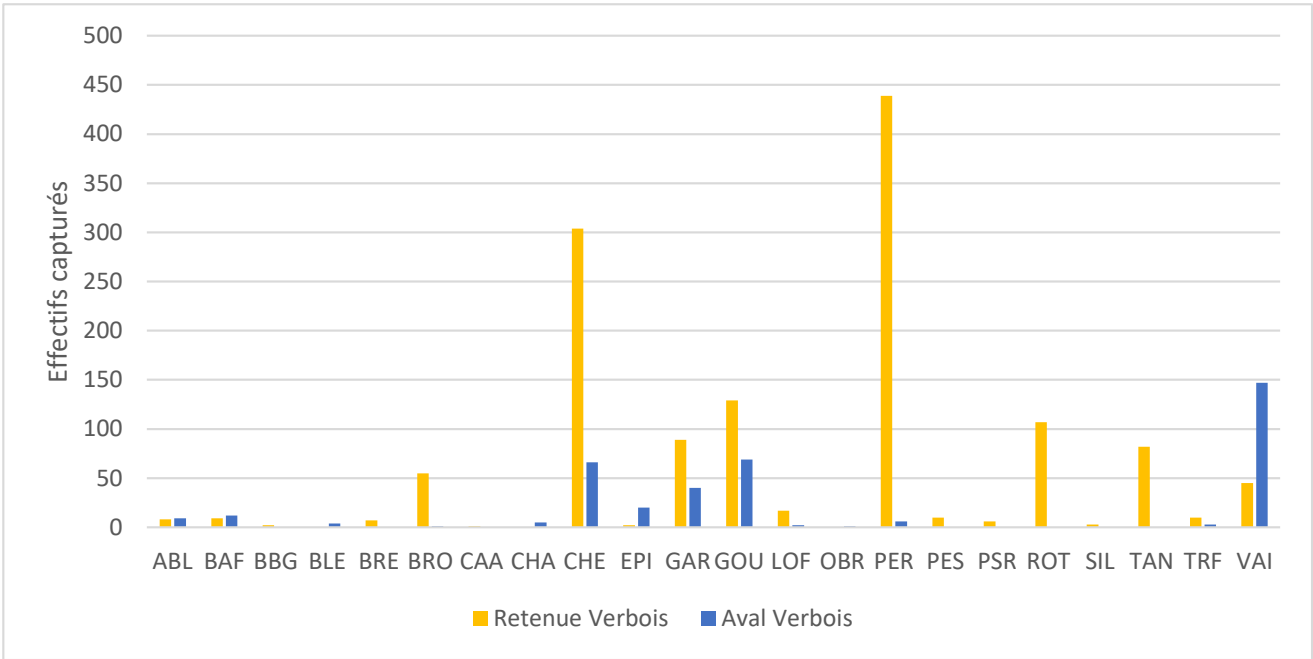


Figure 01.10 – Effectifs capturés sur la période 2012-2016 en amont et en aval du barrage de Verbois
(source : SIG et GREN)

Le monitoring réalisé en l'absence de vidange (période 2004 à 2011) a mis en évidence une situation préoccupante du point de vue de la biomasse piscicole des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny. Les zones riveraines n'offrent plus une capacité d'accueil satisfaisante qui permettrait un meilleur développement des peuplements piscicoles et ceci indépendamment des opérations de gestion sédimentaire et de leur fréquence.

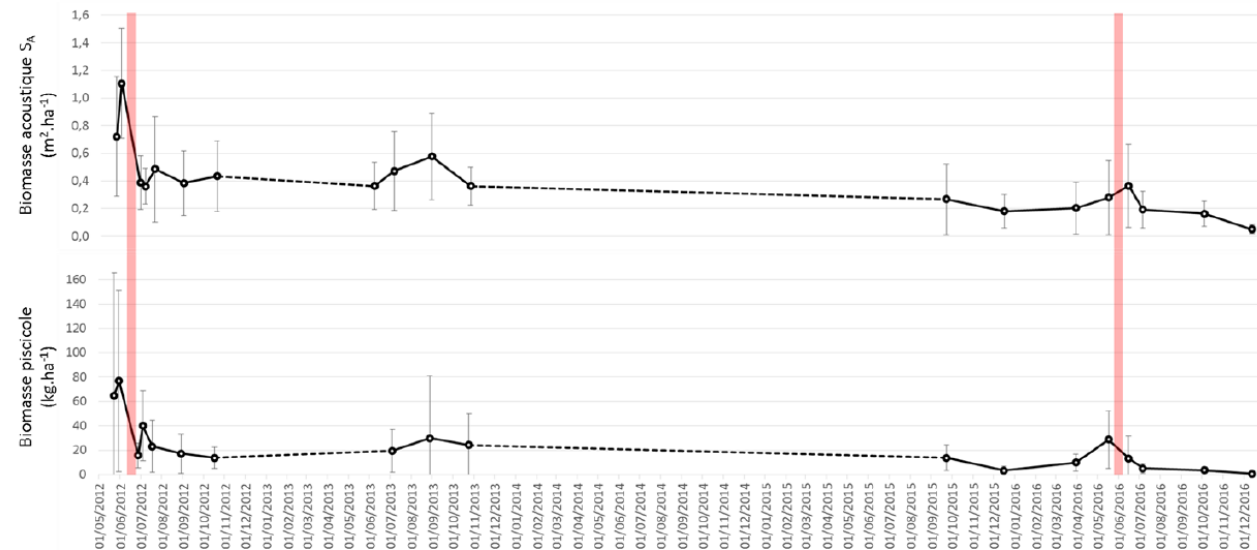


Figure 01.11 – Variation de la biomasse acoustique et piscicole de la retenue de Verbois entre 2012 et 2016

(Source : HEPIA 2017)

L'échosondage (hydroacoustique) permet d'évaluer la biomasse et la répartition spatiale du peuplement piscicole, ainsi que la dynamique de recolonisation de la retenue à court et moyen terme. Cette étude a été menée par HEPIA (Haute école du paysage, de l'ingénierie et de l'architecture de Genève) qui a permis de suivre tout d'abord l'évolution de la biomasse piscicole dans les retenues de Verbois et Chancy-Pougny (exprimée en biomasse acoustique mesurée, proxy de la biomasse piscicole réelle).

Pour Verbois, à l'échelle de la retenue entière, aucune différence statistique n'a été montrée entre les campagnes de mai 2016 (pré-abaissement) et celles de juin et juillet 2016. Cependant, la biomasse acoustique montre une légère différence entre les campagnes de septembre 2015 et octobre 2016. Ces résultats montrent qu'à l'échelle de la retenue, l'abaissement partiel de 2016 semble n'avoir eu que des impacts minimes à court terme. En parallèle, au sein de chacune des zones délimitées sur la retenue de Verbois, des différences statistiques importantes montrent que la répartition spatiale du peuplement piscicole varie au fil du temps. L'absence de variation significative à l'échelle de la retenue indique que ces variations résultent plus probablement d'ajustements de la répartition des poissons entre les zones plutôt que d'une perte de biomasse due à l'abaissement partiel de la retenue.

Néanmoins, en comparant les résultats obtenus sur l'ensemble des campagnes réalisées sur la retenue de Verbois, intégrant des campagnes pré-APAVER 2012, on note l'impact important que semble avoir eu l'APAVER 2012 (intervenant après 8 années sans opération de gestion des sédiments au niveau de la retenue de Verbois) sur les biomasses en place, et la difficulté que semble avoir le peuplement depuis cette date, à revenir aux densités précédentes (cf. Figure 01.11). Il est cependant difficile de savoir comment se situent les biomasses observées en 2011 par rapport à une valeur « moyenne » inter-annuelle.

Dans les annexes fluviales (lônes, casiers)

Sur ce secteur, aucune annexe fluviale n'a fait l'objet d'un suivi régulier de sa qualité écologique. Il existe néanmoins plusieurs structures plus ou moins naturelles (Sous-Cayla, canal des Cheneviers, lagunes de Chèvres, Planfond, Peney, îlots de Verbois, etc.) dont les niveaux d'eau sont le plus souvent en étroite relation avec le niveau de la retenue de Verbois. Des interventions (pêches de sauvetage) y sont réalisées lors des périodes d'abaissement de cette retenue (lors de l'APAVER 2016 notamment). Plusieurs centaines d'individus ont pu être ainsi récupérés en 2016, une majorité de jeunes de l'année (0+), soulignant le rôle potentiellement important de ces structures sur le peuplement de poissons du Rhône, notamment pour ce qui concerne la reproduction.

Lien avec le fonctionnement sédimentaire

En l'absence de données représentatives du peuplement de poissons de ce secteur, ce dernier n'a pas été intégré à l'analyse. Toutefois, les éléments précédents mettent en évidence la sensibilité des peuplements aux dépôts et reprise de dépôts au caractère essentiellement sableux au sein de la retenue de Verbois.

D3 – CONTINUITE ECOLOGIQUE ET RESERVOIRS BIOLOGIQUES

Au sein de cette UHC, de nombreux aménagements ont été réalisés et ont ainsi permis de rétablir une certaine continuité :

- **Sur le Rhône**, la continuité reste contrainte à l'aval (dévalaison) du fait de la présence du barrage de Verbois. Pour la montaison, ce barrage a fait l'objet d'un aménagement à l'aide d'une passe à poisson type passe à bassins en 2000. La confluence avec le Léman fait également l'objet de projets visant à améliorer la libre circulation des poissons au droit du barrage du Seujet, même si une passe à poisson (peu fonctionnelle) existe déjà (installée en 1995), et que les poissons peuvent passer lorsque les vannes du barrage sont abaissées, ou en empruntant l'écluse à bateaux. Les passes à poissons du barrage de Verbois (avril 2016) et du Seujet (septembre 2016) ont été équipés de caméras vidéos aquatiques qui permettent d'enregistrer le passage des poissons. Les systèmes filment en continu (24h/24, 365 jours par an) le passage des poissons. Les résultats obtenus en 2017 ont permis de dresser le diagnostic des peuplements (cf. partie D2 –). Le suivi de poissons préalablement marqués (transpondeur RFID et antenne radio) a également permis d'évaluer la probabilité de franchissement de ces ouvrages. Cette dernière comprend deux composantes
 - l'attractivité de la passe à poisson, c'est-à-dire la probabilité d'entrer dans la passe à poisson pour un individu remontant de l'aval. Cette estimation est compliquée à calculer car il est difficile de savoir qu'elle est la fraction de la population qui est susceptible de migrer. Les expérimentations menées entre 2013 et 2016 montrent que pour la passe de Verbois, les valeurs sont a priori faibles, comprises entre 2,5% (truite fario) et 52,4% (chevesne). Pour l'ouvrage du Seujet, seuls des cyprinidés marqués ont franchi la passe pour une attractivité estimée à 6%. Pour information, concernant l'aménagement de Chancy-Pougny les valeurs s'échelonnent entre 7% (truite fario) et 29% (chevesne) ;
 - la franchissabilité de la passe, i.e. la probabilité de sortir de la passe par l'amont une fois que le poisson y est entré. Cette probabilité est relativement élevée et constante quelle que soit l'espèce considérée (68,4%), aussi bien sur l'aménagement de Verbois que de Chancy-Pougny. Pour les cyprinidés au niveau de Seujet, cette probabilité de franchissement atteint 85%.

Au final, la probabilité de franchissement de l'ouvrage apparaît donc faible, comprise en 5% pour les cyprinidés au Seujet et 14% pour ces mêmes cyprinidés à Verbois. Concernant la truite fario, cette probabilité atteint péniblement 6% à Verbois. Sur la base du suivi du comportement des poissons au niveau des points de blocage, des aménagements complémentaires sont à l'étude afin d'améliorer le guidage des poissons vers l'entrée de la passe, ce qui, associé aux améliorations proposées sur la passe elle-même, devraient augmenter la probabilité de franchissement du barrage par les poissons venant de l'aval. Cependant, ces faibles valeurs sont liées principalement aux faibles probabilités d'attractivité, ce qui revient à dire que peu de poissons marqués se présentent finalement à l'entrée de la passe. Comme mentionné précédemment, cette valeur est difficile à évaluer car liée à la fraction du peuplement susceptible de migrer. De plus, les importants aménagements du Rhône, associés aux caractéristiques très différentes du Léman en regard de son principal exutoire, n'incitent probablement pas les poissons présents à l'aval des aménagements à migrer vers l'amont.

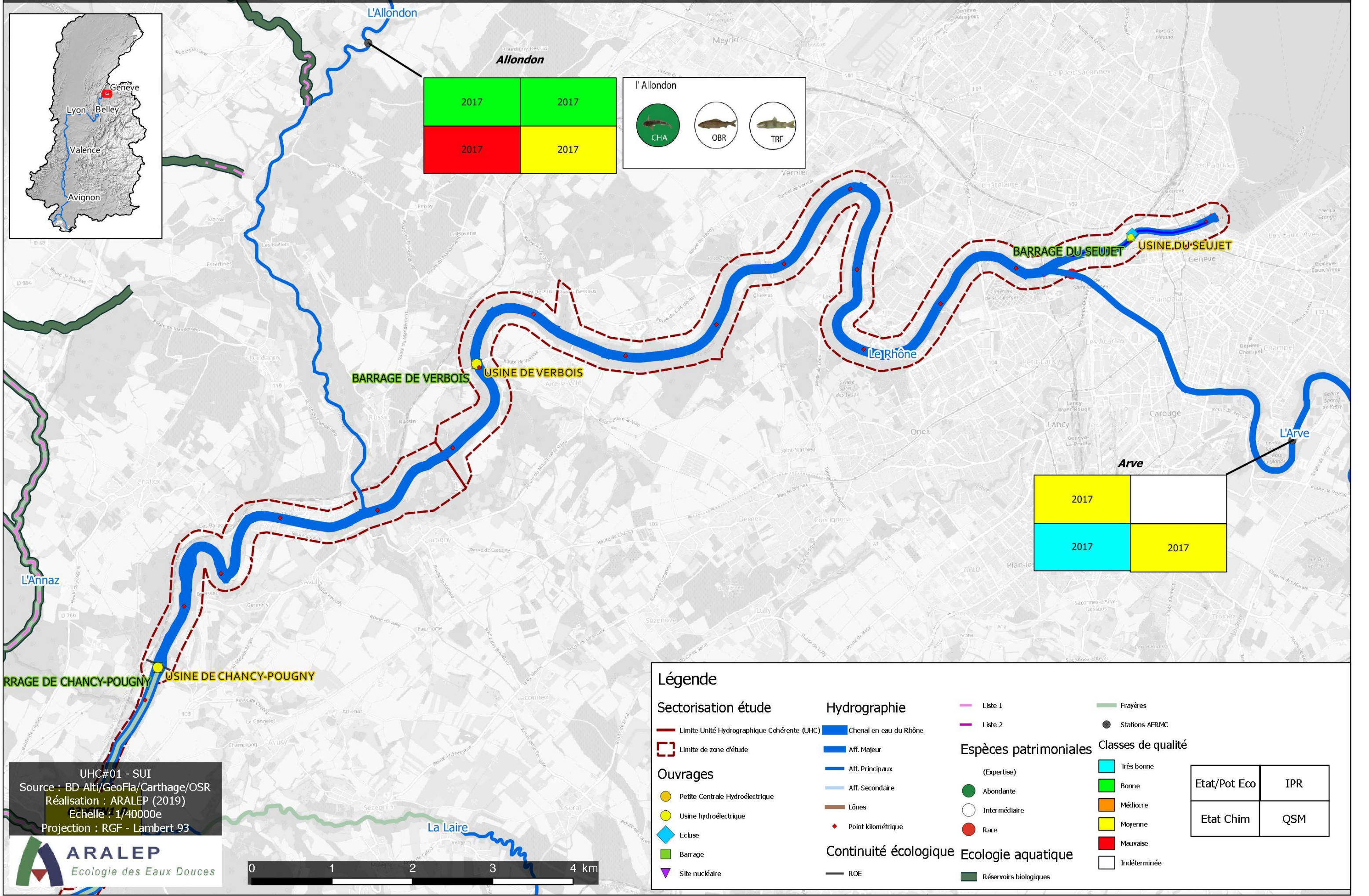
Concernant les affluents, la continuité biologique sur l'Arve est altérée dès les premiers kilomètres : le premier barrage hydroélectrique rencontré par les poissons remontant du Rhône est celui de Vessy (géré par les SIG ; environ 2,50 m de chute), mais au préalable, 3 seuils présentent des chutes relativement élevées (1,20, 1,80 et 1,30 m environ) infranchissables ou tout au moins très sélectifs.

Le barrage de Vessy est équipé de deux passes à bassins, une sur chaque rive. La probabilité de franchissement de cet ouvrage n'a pu être évaluée que pour les cyprinidés (11%) ; la composante attractivité est apparue légèrement plus élevée que pour les autres ouvrages (18%), alors que la franchissabilité est ressortie légèrement plus faible (61%). Côté français, le premier obstacle recensé est le barrage d'Arthaz qui a été équipé lui aussi d'une passe à poissons type passe à bassins. La probabilité de franchissement pour les salmonidés (19% pour les individus équipés d'un PIT-Tag) est apparue plus élevée que sur les autres ouvrages, conséquence notamment d'une meilleure attractivité qui pourrait s'expliquer par la volonté de ces poissons à rejoindre des frayères situées sur l'Arve ou ses affluents amont (Borne, Giffre, etc.). Elle reste faible pour les cyprinidés (2%) pour lesquels la passe semble peu adaptée (25% de franchissabilité seulement) et l'intérêt moindre de remonter l'Arve (reproduction dans la Ménoge dont la confluence est située à l'aval du barrage d'Arthaz). La continuité est ensuite préservée sur plusieurs kilomètres malgré la présence de seuils en enrochement générant des dénivellés parfois important et mis en place afin de contrôler le profil de l'Arve.

Avec les petits affluents (Châtelet, Nant d'Avril, Nant d'Avanchet), la continuité est globalement préservée du fait de l'absence d'ouvrages en travers ; toutefois, ces contributeurs présentent des hydrologies limitées et sont de faible intérêt piscicole.

Cette UHC située en dehors du territoire français ne comporte pas de réservoir biologique.

01 D - SUI - Suisse - Ecologie aquatique



2017	2017
2017	2017

l'Allondon		
CHA	OBR	TRF

2017	
2017	2017

Etat/Pot Eco	IPR
Etat Chim	QSM

E – ENJEUX EN ECOLOGIE DES MILIEUX HUMIDES ET TERRESTRES (CARTES 01E1 ET 01E2)

E1 – PRESENTATION GENERALE

Le paysage du Rhône dans l'agglomération de Genève est historiquement lié à l'exploitation et à la gestion de ses eaux, comme en témoignent les nombreux ouvrages qui en jalonnent le cours. Par le passé, les eaux du fleuve actionnaient les roues à aube de petites industries, auxquelles plusieurs usines ont succédé. Parmi elles, le barrage-usine du Seujet a modifié le paysage du Rhône dans la Rade, en régulant ses eaux dans sa partie urbaine, ainsi que dans toute l'aire du lac Léman. Plusieurs ouvrages industriels ponctuent le cours du fleuve. Ils représentent aujourd'hui des éléments structurant le Rhône, tant sur son paysage riverain que sur le caractère de son cours. Le barrage de Verbois, mis en service en 1943, a modifié considérablement le paysage, en amont avec une retenue de 9 km de longueur et en aval du barrage, lorsque le Rhône a fait l'objet d'une correction vers 1940 conduisant au rescindement du méandre de Moulin-de-Vert.

Le Rhône genevois correspond au paysage fluvial qui s'écoule de la rade de Genève jusqu'à la frontière française. La Rade, avec ses rives orthogonales bordées de constructions et son jet d'eau – symbole de Genève – constitue un paysage urbain. À la sortie immédiate de la Rade et sur une longueur d'environ 2 km, les rives du Rhône sont entièrement construites. Sur ce tronçon, le Rhône coule en pleine ville, resserré entre des quais ; il est enjambé par de nombreux ponts et caractérisé par plusieurs îles jusqu'à la jonction de l'Arve. Il en résulte une coloration des eaux clairement séparées : d'un côté les eaux froides, troubles et grises, chargées de sédiments alpins issus de l'Arve, et de l'autre l'eau limpide filtrée par le Léman.

Bien que peu de villages bordent le Rhône, le paysage fluvial est marqué par d'importantes usines et industries qui en exploitent la force et par plusieurs ponts qui l'enjambent en divers points. L'arrière-pays est caractérisé par une mosaïque de zones agricoles, viticoles et forestières, parsemées de hameaux.

Le Rhône genevois englobe une partie de la rade de Genève. Cette zone aux rives construites est caractérisée par des eaux riches en végétation immergée vasculaire (*Potamion*) recouvrant les hauts-fonds. Plus en aval, le Rhône s'enfonce dans une profonde vallée et s'écoule entre deux cordons boisés. Une forêt alluviale, constituée de fragments de saulaie blanche (*Salicetum albae*) forme un étroit cordon riverain. Les pentes et les terrasses surplombant le Rhône et ses affluents sont couvertes de végétations forestières très rares : la chênaie à gouet (*Stellario-Carpinetum*) domine les stations méso-hygrophiles tandis que les endroits les plus secs et ensoleillés sont caractérisés par des pinèdes à orchidées (*Cephalanthero-Pinetum*). Dans ces secteurs, les alluvions graveleuses des falaises rocheuses interrompent le ruban forestier ; ensoleillées, elles offrent des habitats naturels très propices à une faune saxicole caractéristique et peu fréquente.

Le climat régional, très spécifique à cette région, est de type océanique dégradé ou subatlantique. La Scrophulaire auriculée (*Scrophularia auriculata*), une espèce atlantique au bord de l'extinction qui colonise les roselières terrestres (*Phalaridion*), atteint dans le bassin genevois la limite de son aire de répartition. Dans cette région de basse altitude, les remontées d'espèces méditerranéennes – dues aussi bien à la topographie qu'aux alluvions graveleuses qui composent les sols – amènent des taxons absents du reste du Plateau suisse, au climat plus rude.

La vallée du Rhône, l'Arve comme principal affluent, et leurs rives constituent un réseau écologique très diversifié. Le territoire qui s'étend de la rade de Genève à la frontière française représente une réserve d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance internationale. Cette réserve est un lieu de repos et d'alimentation pour les oiseaux d'eau migrateurs et hivernants et un biotope important pour les oiseaux nicheurs. À l'instar de la Rade, le fleuve et ses affluents hébergent une riche flore aquatique et plus de la moitié des espèces de poissons de Suisse.

La retenue de Verbois constitue un large plan d'eau abritant quelques roselières lacustres (*Phragmition*). La rive droite du lac, abrupte et sauvage, est constituée de prairies maigres très riches en espèces végétales.

En quelques chiffres : Habitats et espèces remarquables et patrimoniaux en lien avec l'écosystème Rhône :

- Habitats naturels : 16
- Habitats d'intérêt communautaire : 13
- Chiroptères : 8
- Mammifères terrestres : 5
- Amphibiens : 9
- Oiseaux : 56
- Odonates : 23
- Lépidoptères : 3
- Reptiles : 2
- Mollusques : 1
- Plantes : 55
- Superficie UHC : 6874 ha

E2 – INVENTAIRE ET STATUT DE PROTECTION DES MILIEUX NATURELS

Le Rhône dans cette UHC est classé sur toute sa longueur, par 4 zonages de protection qui partagent le même périmètre :

Zonages	Identifiant	Nom du site
Inventaire Fédéral des Paysages	1204	Rhône genevois – Vallons de l'Allondon et de la Laire
Réserves oiseaux d'eau	9	Rhône-Verbois
Zones humides RAMSAR		Le Rhône genevois – Vallons de l'Allondon et de la Laire
Inventaire des zones alluviales	114	Moulin-de-Vert (également réserve naturelle)

E3 – HABITATS D'INTERET ECOLOGIQUE LIES A LA GESTION SEDIMENTAIRE

Le Rhône traverse le bassin genevois en formant de nombreux et profonds méandres et se caractérise par des paysages très naturels et sauvages au cœur de l'agglomération urbaine. Territoire particulièrement varié, le Rhône genevois est riche d'étangs, de forêts humides, de prairies sèches et de falaises. Dès la confluence de l'Arve, ses rives deviennent verticales et bordées de falaises, souvent très friables et instables. Au-dessus des falaises, de chaque côté, la rivière est entourée par un large cordon boisé. Au niveau du barrage de Verbois et de sa retenue, le Rhône forme une large zone d'aspect lacustre.

Grand type d'habitat	Code Corine Biotopes	Code Natura 2000	Habitats patrimoniaux
Herbiers aquatiques	(1)	(2)	On trouve ces habitats (non cartographiés) dans la Rade ainsi que ponctuellement le long du Rhône, dans des zones de moindre courant protégées derrière un cordon de roselière. L'embouchure du Nant d'Avril inondée par la retenue forme également une zone de faible courant riche en herbiers aquatiques. Ces habitats sont prisés par les oiseaux d'eau en période d'hivernage pour leur alimentation. Ils sont également un habitat de reproduction pour plusieurs espèces d'amphibiens et de libellules.
Bancs de graviers et grèves alluviales	(1)	(2)	Aucun habitat de banc de gravier ou grève alluviale n'est cartographié sur cette UHC, la retenue de Verbois propose quelques vases exondées en fonction de sa hauteur d'eau, et selon la quantité de sédiments accumulée en amont du barrage.
Pelouses sèches et alluviales	(1)	(2)	Quelques pelouses sèches sont présentes au niveau de Moulin-de-Vert. Elles abritent de nombreuses orchidées et insectes et sont un terrain de chasse pour plusieurs espèces d'oiseaux et de chauves-souris.
Prairies humides et mégaphorbiaies	(1)	(2)	Habitats non représentés sur cette UHC
Forêts alluviales	(1)	(2)	Hormis en amont de la confluence de l'Arve où le Rhône est endigué et les berges bétonnées, la ripisylve du Rhône forme un cordon boisé étroit mais continu sur toute la traversée de l'UHC. Elle est encore bien préservée avec des tronçons de Saulaie blanche, et propose un havre de tranquillité pour de nombreuses espèces d'oiseaux qui y nichent.
Saulaies basses	(1)	(2)	Habitats non représentés sur cette UHC
Végétations de ceinture des eaux	(1)	(2)	Quelques roselières sont présentes le long des berges du Rhône généralement en intrados de méandre où le courant est moins important : d'amont en aval, au Bois des mouilles, au niveau de la passerelle de Chèvres, au Bois de Châtillon, à Satigny. Elles délimitent parfois des chenaux calmes et protégés des perturbations où peuvent se reproduire le Grèbe huppé.
Berges	(1)	(2)	Les berges du Rhône en aval de la confluence avec l'Arve forment des gorges friables, qui peuvent être utilisées par des oiseaux comme le Martin-Pêcheur d'Europe.

(1) : absence de classement Corine Biotopes en Suisse ; 2) : absence de classement Natura 2000 en Suisse.

E4 – FLORE ET FAUNE REMARQUABLE

Le Rhône de la rade de Genève jusqu'à la retenue de Verbois forme un ensemble d'importance internationale pour l'hivernage des oiseaux d'eau, notamment pour les Fuligule morillon et milouin. L'interdiction de la chasse en 1974 sur ce secteur et le développement de la moule zébrée dont ils se nourrissent a favorisé les regroupements de canards hivernants. Ce secteur fait l'objet de suivis annuels de l'avifaune aquatique hivernante.

Grand type d'habitat	Faune remarquable	Flore remarquable
Eaux libres	Oiseaux : nombreux anatidés en hivernage, Sterne pierregarin (radeaux installés spécialement pour sa reproduction)	
Herbiers aquatiques	Amphibiens, Odonates Oiseaux (site d'alimentation et d'hivernage) : Anatidés (Canards	<i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Groenlandia densa</i> , <i>Potamogeton</i>

Grand type d'habitat	Faune remarquable	Flore remarquable
	chipeau, souchet, pilet, siffleur, Nette rousse, Sarcelle d'hiver et d'été...), Râle d'eau	<i>crispus</i> , <i>Potamogeton nodosus</i> , <i>Zannichellia palustris</i> , <i>Veronica anagallis-aquatica</i>
Bancs de graviers / vases exondées	Oiseaux : Petit Gravelot, limicoles (bécasseaux, Chevaliers guignette, culblanc, aboyeur, arlequin, sylvain et gambette, Combattant varié, Bécassine des marais, Courlis cendré...)	<i>Ranunculus sceleratus</i>
Pelouses sèches et alluviales	Chiroptères (chasse)	
Prairies humides et mégaphorbiaies	Chiroptères (chasse)	
Forêts alluviales et saulaies basses	Chiroptères (gîte) Oiseaux (reproduction) : Faucon hobereau, Lorient jaune, Milan noir, Harle bièvre	
Végétations de ceinture des eaux	Oiseaux (reproduction/repos) : Héron pourpré, Rousserolle effarvatte, Blongios nain, Rémiz penduline Oiseaux (alimentation) : anatidés, ardéidés, limicoles	<i>Carex pseudocyperus</i>
Berges	Oiseaux (nidification) : Martin-pêcheur d'Europe	<i>Poa palustris</i> , <i>Carex riparia</i> , <i>Carex vulpina</i> ,

E5 – ETAT DES CORRIDORS ECOLOGIQUES

L'UHC#01-SUI se trouve totalement en Suisse ; le réseau écologique est donc décrit par le Réseau National Ecologique (REN), qui définit des zones nodales, zones d'extension, continuums et corridors pour 4 sous-trames (zones humides, zones aquatiques, prairies sèches et forêts). Le Rhône, de la Rade jusqu'en aval du barrage de Verbois est classé réservoir de biodiversité, ainsi que les milieux alluviaux de Moulin-de-Vert et les étangs des Teppes de Verbois.

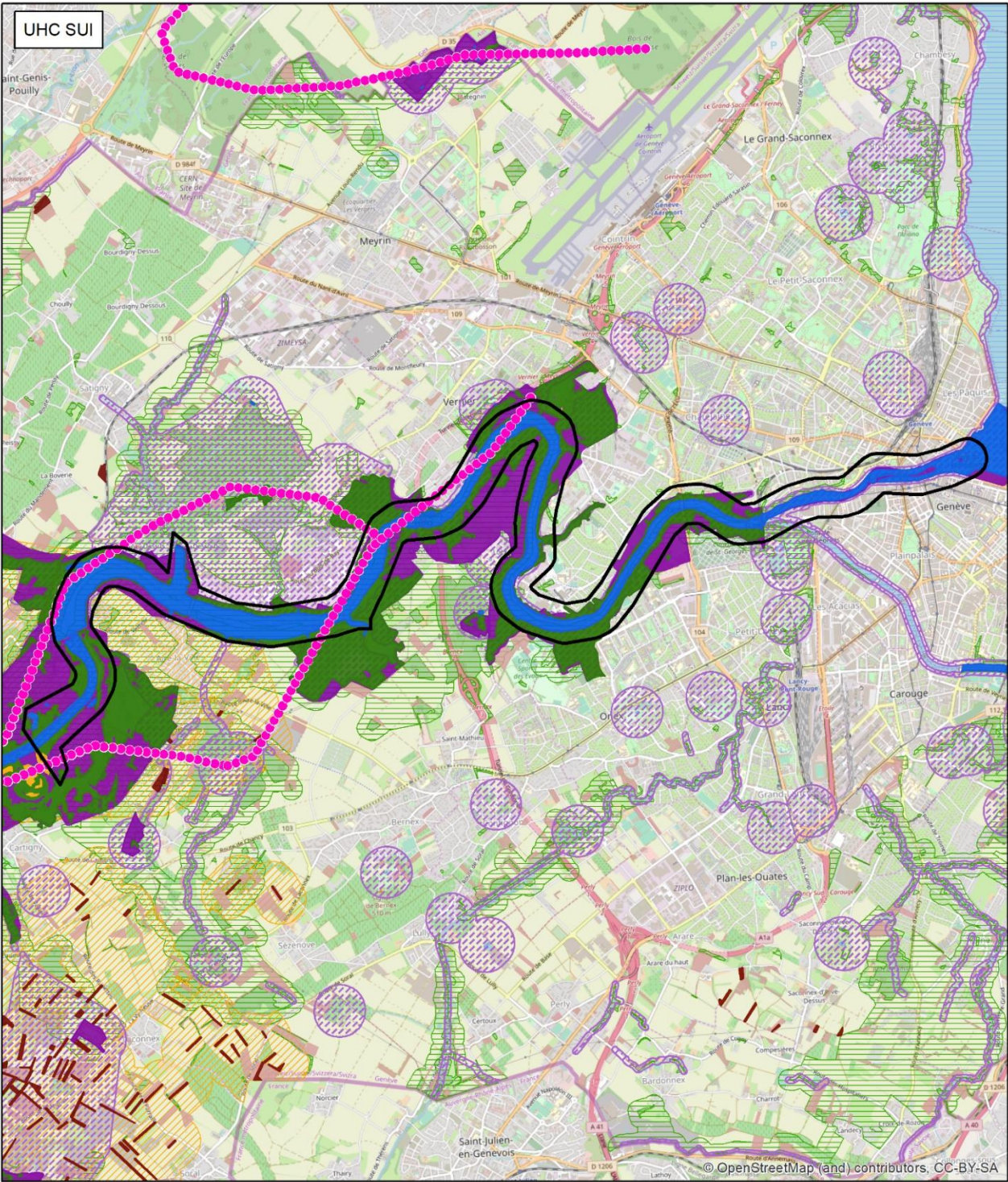
En aval du pont de l'autoroute à Vernier, les milieux agro-pastoraux sont supports des différentes sous-trames. Le mitage urbain est encore contenu, on sent toutefois la proximité avec l'agglomération genevoise avec la présence de grandes zones industrielles, comme à Satigny. Les quelques boisements encore présents sont intégrés au réservoir de biodiversité (Bois chébé, Bois du Nant de la Noire, Bois de Châtillon, etc.).

Un corridor d'importance régionale relie le Nant de la Noire et le Rhône plus en aval (vers Chancy-Pougny). Il trouve au Nant de la Noire sa limite amont, où il se perd dans l'aire urbaine de Genève. Au niveau des nombreux ponts qui traversent le Rhône, les passages terrestres longitudinaux (le long des berges du Rhône) restent possibles. La continuité boisée s'arrête au niveau du Pont de Sous-Terre, à Genève.

Réservoirs de biodiversité	Corridors écologiques	Obstacles au déplacement des espèces
Dans l'UHC : - la Rade, le Rhône et ses berges boisées - Moulin-de-Vert Autour de l'UHC : - Vallons de l'Arve, de l'Allondon et de la Laire, en aval	- Corridor régional entre Nant de la Noire et le Rhône plus en aval	- Les zones urbaines - Barrage de Verbois, Barrage de Seujet - Seuils sur l'Arve

E6 – PRESSIONS ENVIRONNEMENTALES

- Plusieurs pressions et contraintes sont recensées dans la bibliographie (dont état des lieux du SDAGE) :
- Perturbation du fonctionnement hydrologique, morphologique et continuité (barrages, endiguement) (état des lieux du SDAGE, 2019),
 - Pollution des eaux par rejets industriels, domestiques ou agricoles (état des lieux du SDAGE 2019),
 - Urbanisation et endiguement,
 - Fréquentation (loisirs),
 - Déchets (usine d'incinération des ordures ménagères de Cheneviers).



Légende

- Limites d'Unité Hydrographique Cohérente (UHC)
- Corridors**
- Corridor d'importance nationale
 - Corridor d'importance régionale

- Réservoirs (par sous-trames)**
- humide
 - forêt
 - aquatique
 - agricole extensif
 - sèche

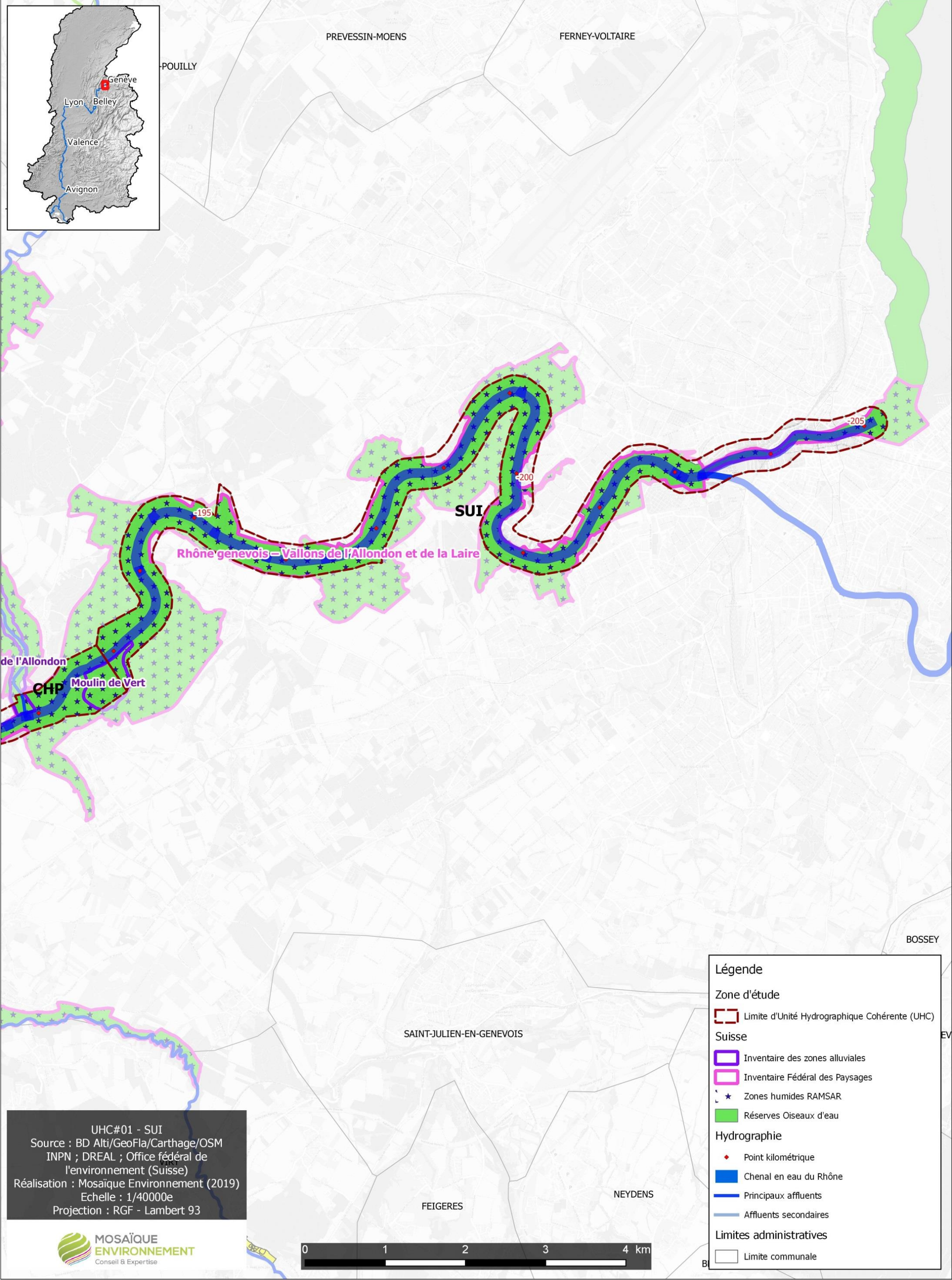
- Zones d'extensions et continuums (par sous-trames)**
- humide
 - forêt
 - aquatique
 - agricole extensif
 - sèche

Sources : Réseau Ecologique National (REN Suisse) - Mosaïque Environnement 2020

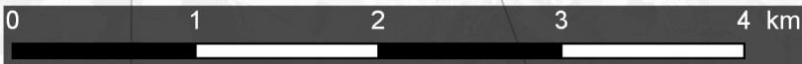
1:50 000

Figure 01.12 – REN Suisse au niveau de l'UHC SUI

01E1 - SUI - Suisse - Inventaires du patrimoine naturel



UHC#01 - SUI
Source : BD Alti/GeoFla/Carthage/OSM
INPN ; DREAL ; Office fédéral de
l'environnement (Suisse)
Réalisation : Mosaïque Environnement (2019)
Echelle : 1/40000e
Projection : RGF - Lambert 93



Légende

Zone d'étude

- Limite d'Unité Hydrographique Cohérente (UHC)

Suisse

- Inventaire des zones alluviales
- Inventaire Fédéral des Paysages
- Zones humides RAMSAR
- Réserves Oiseaux d'eau

Hydrographie

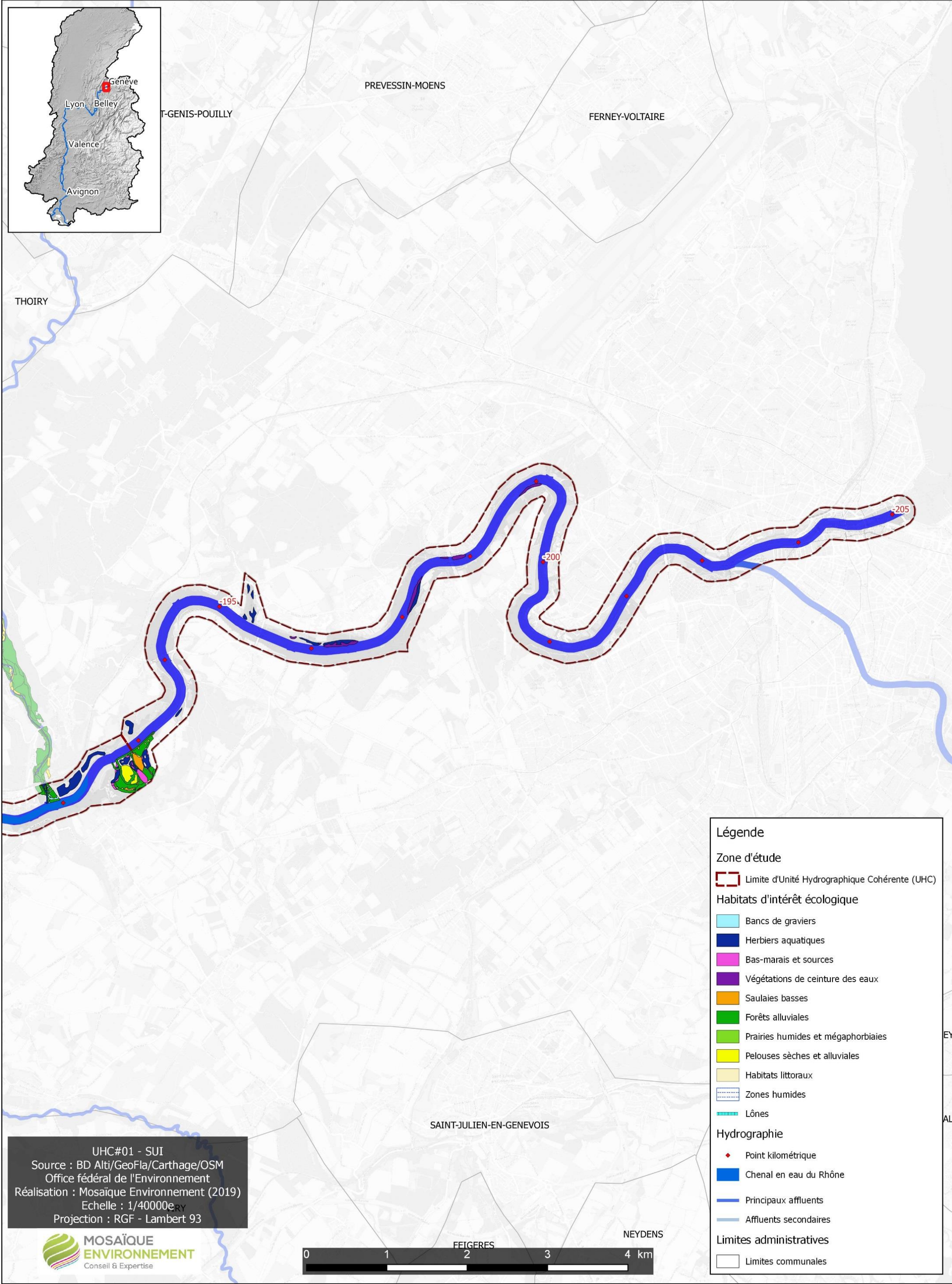
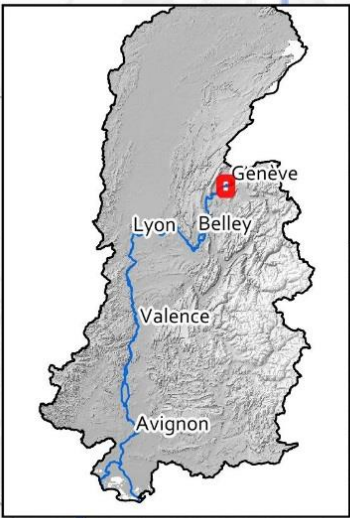
- Point kilométrique
- Chenal en eau du Rhône
- Principaux affluents
- Affluents secondaires

Limites administratives

- Limite communale

CHEVRY

01E2 - SUI - Suisse - Habitats d'intérêt écologique



Légende

Zone d'étude

Limite d'Unité Hydrographique Cohérente (UHC)

Habitats d'intérêt écologique

- Bancs de graviers
- Herbiers aquatiques
- Bas-marais et sources
- Végétations de ceinture des eaux
- Saulaies basses
- Forêts alluviales
- Prairies humides et mégaphorbiaies
- Pelouses sèches et alluviales
- Habitats littoraux
- Zones humides
- Lônes

Hydrographie

- Point kilométrique
- Chenal en eau du Rhône
- Principaux affluents
- Affluents secondaires

Limites administratives

- Limites communales

UHC#01 - SUI
Source : BD Alti/GeoFla/Carthage/OSM
Office fédéral de l'Environnement
Réalisation : Mosaïque Environnement (2019)
Echelle : 1/40000
Projection : RGF - Lambert 93



F – ENJEUX DE SURETE SECURITE (CARTE 01F)

F1 – OUVRAGES HYDRAULIQUES

Barrages

Les deux barrages présents sur l'UHC sont le barrage de Seujet (barrage-usine-écluse) dont la gestion est assurée par les SIG (Services Industriels de Genève) et le barrage de Verbois (barrage-usine) lui aussi géré par les SIG. La retenue ne présente aucun barrage latéral du fait du caractère encaissé de la vallée du Rhône.

Il n'existe pas de seuil sur le Rhône dans le périmètre de l'UHC.

On notera la présence d'un glissement de terrain actif à Peney, en rive droite dans le méandre en amont du barrage, qui s'est activé par le passé et qui reste surveillé par le Service de Géologie compte tenu du danger pour la retenue de Verbois.

Ouvrages de protection contre les inondations

Aucune digue hors concession n'est recensée sur l'UHC#01.

La rive droite du Rhône est protégée par un mur maçonné depuis le barrage de Seujet jusqu'au pont de Sous-Terre. La rive gauche est protégée par un mur maçonné depuis le barrage de Seujet jusqu'à la confluence avec l'Arve. L'Arve présente un mur de protection bétonné en rive droite en amont de la confluence avec le Rhône.

Gestion des ouvrages (cahier des charges spécial)

Ouvrage du Seujet :

L'ouvrage (barrage, usine hydroélectrique et écluse) dit du Seujet, sis à Genève entre les ponts de la Coulouvrenière et de Sous-Terre, a pour but de maintenir les eaux du lac entre les cotes 371,70 m s.m. et 372,30 m s.m. (référence RPN 373,60 m s.m. / mètres sur mer). Lorsque par suite de crues de l'Arve entravant le débit du Rhône la chute disponible à l'ouvrage devient inférieure à 1,0 m, le concessionnaire peut manœuvrer de façon à maintenir la chute à 1,0 m en respectant toutefois les niveaux du lac prescrits.

Barrage de Verbois :

Le point de réglage de la retenue de l'aménagement hydroélectrique de Verbois (PK194.5) est situé au point kilométrique - 194,55, au droit du bâtiment de traitement des boues de la station d'épuration d'Aire. En cas de débit turbinable n'excédant pas 630 m³/s, l'exploitation de la retenue peut s'effectuer avec les cotes suivantes, mesurées au point de réglage : a) une cote maximum de 369,10 msm ; b) une cote minimum de 368,60 msm et ce, à condition que le niveau minimum de 369,00 msm à la Jonction soit respecté.

En régime hydraulique permanent et non permanent, les niveaux d'eau au point de réglage ne doivent pas dépasser les cotes suivantes :

- Pour des débits du Rhône inférieurs à 1 200 m³/s : 369,10 msn ;
- Pour des débits du Rhône augmentant progressivement de 1 200 m³/s à 1 400 m³/s, le niveau est augmenté progressivement de 369,10 à la cote de : 369,30 msm ;
- Pour des débits du Rhône augmentant progressivement de 1 400 m³/s à 1 900 m³/s (crue millénale), le niveau est augmenté progressivement de 369,30 à la cote de : 370,20 msm.

Le débit minimum restitué en aval de l'ouvrage de Verbois ne doit pas être inférieur 1) à 60 m³/s en période hivernale, soit du 1er octobre au 30 avril ; 2) 110 m³/s en période estivale, soit du 1er mai au 30 septembre.

F2 – ALEAS INONDATION ET VULNERABILITE

Aléas

La cartographie des zones inondables sur le Canton de Genève est accessible sur le site de l'Etat de Genève et de son système d'information géographique (SITG : Système d'information du Territoire Genevois : <https://www.etat.ge.ch> / cf. Figure 01.13. A noter que l'abaissement hivernal du lac Léman permet de stocker sans dommage la crue de fonte estivale, dont les débits pourraient dépasser la capacité du Rhône dans la traversée de Genève.

Enjeux et vulnérabilité

Le Rhône présente un danger élevé d'inondation dans son lit mineur et dans le lit de l'Arve. Dans les conditions de comblement de la retenue de Verbois inférieures à 5 hm³, les débordements en lit majeur pour la crue centennale sont limités aux marges du lit mineur. Des débordements sont susceptibles de se déclencher dans les quartiers urbanisés de la Jonction et de Plainpalais en crue de période de retour 300 ans (cf. Figure 01.13) ; il s'agit d'un danger qualifié de résiduel. En cas de comblement supérieur dans la retenue de Verbois, les lignes d'eau rehaussées et peuvent conduire à des emprises inondées très majorées (+0,50 à 2 m à la Jonction) (Figure 01.14).

F3 – SURETE NUCLEAIRE

Il n'existe pas d'installation nucléaire sur l'UHC#01-SUI de Seujet et Verbois.

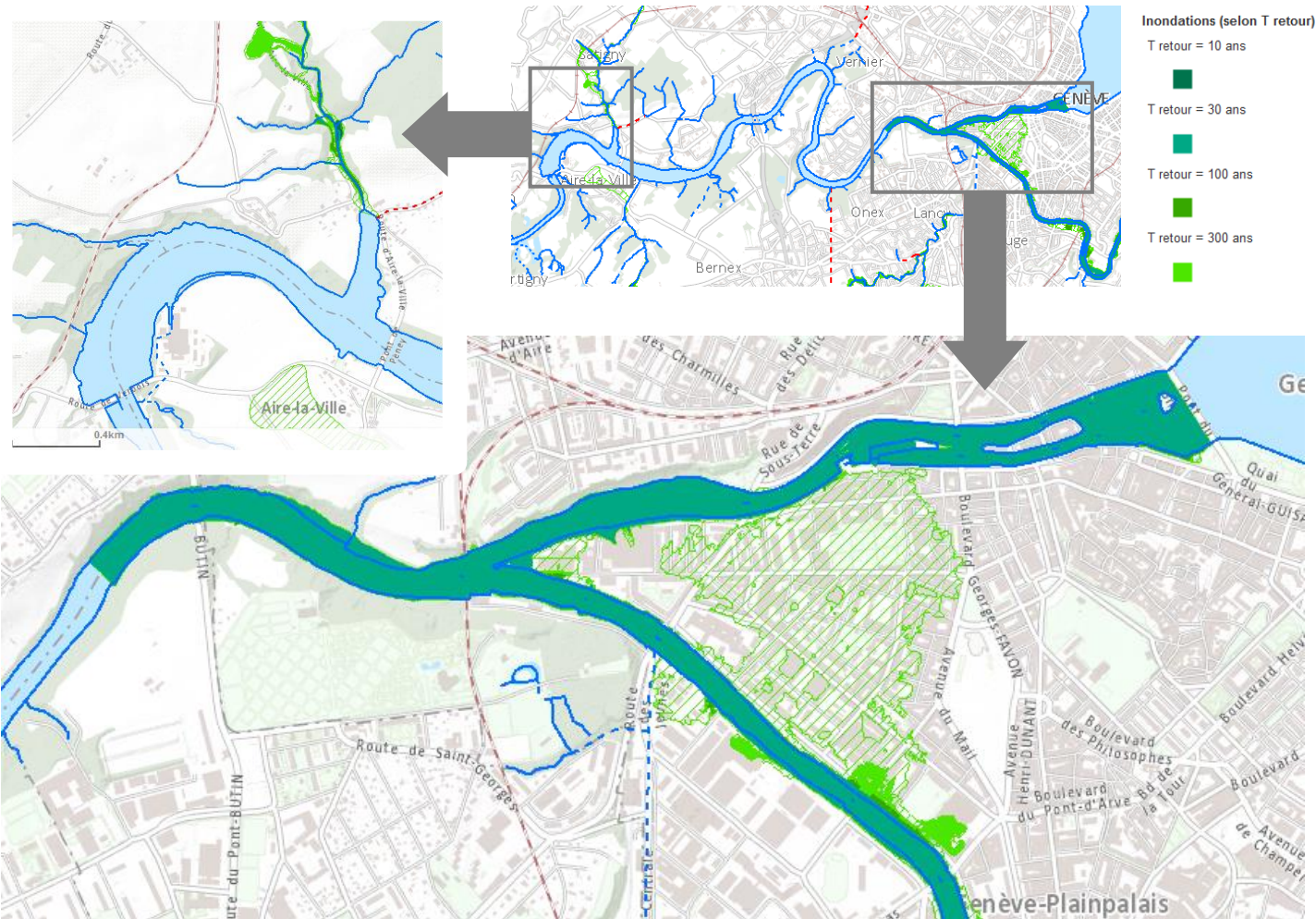


Figure 01.13 – Zones inondables du Rhône et de l'Arve à la Jonction sur l'UHC#01 (SITG)

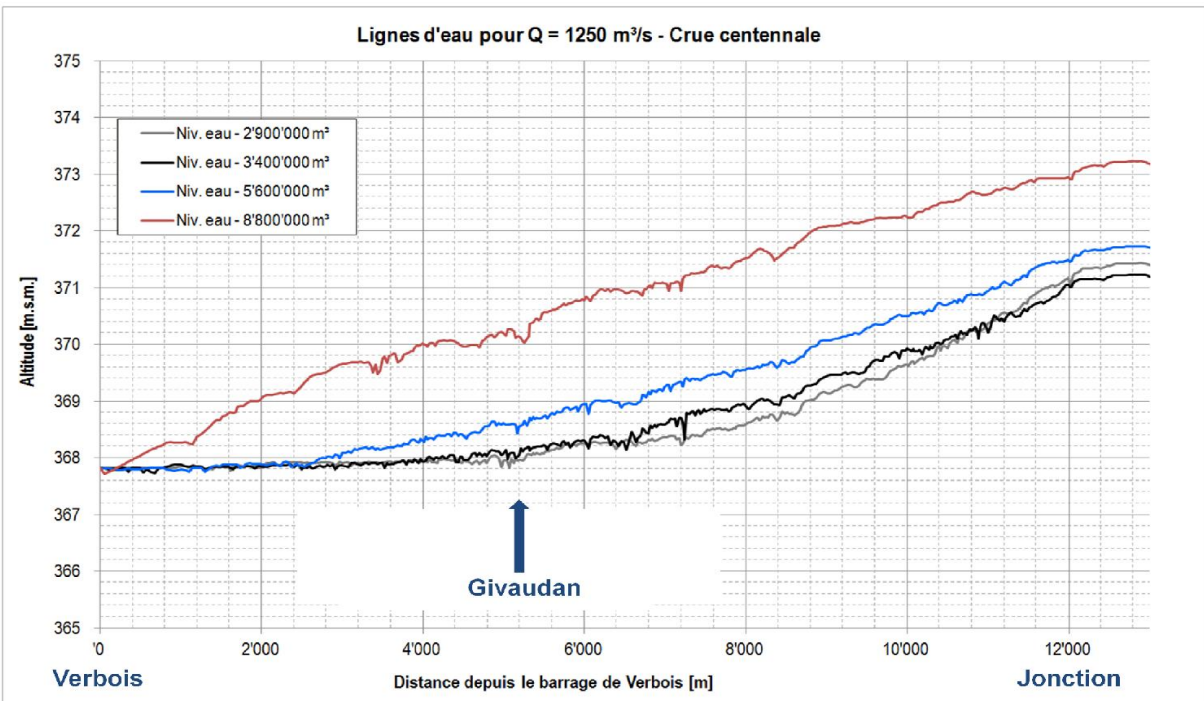
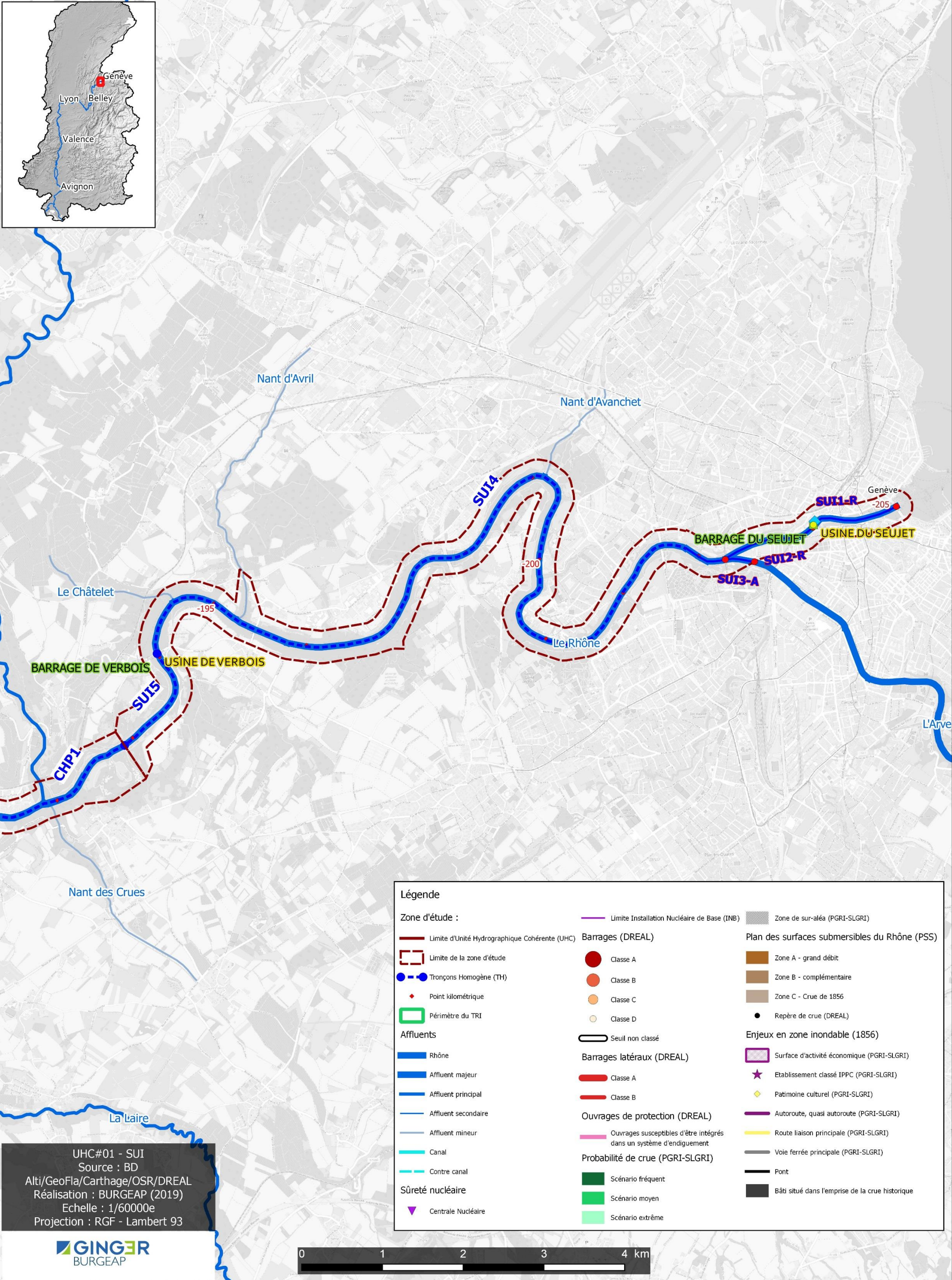
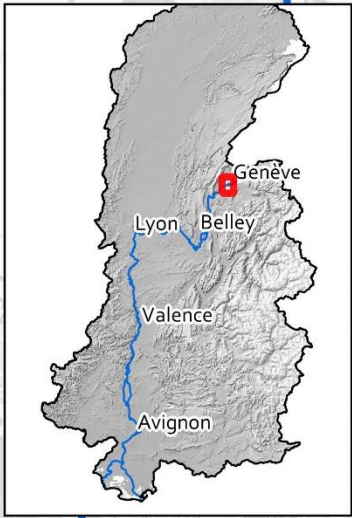


Figure 01.14 – Exhaussement de la ligne d'eau pour Q100 en fonction du comblement de la retenue de Verbois
(Source SIG-SFMCP, 2015)

01F - SUI - Suisse - Enjeux sûreté/sécurité



Légende

Zone d'étude :

- Limite d'Unité Hydrographique Cohérente (UHC)
- Limite de la zone d'étude
- Tronçons Homogène (TH)
- Point kilométrique
- Périmètre du TRI

Affluents

- Rhône
- Affluent majeur
- Affluent principal
- Affluent secondaire
- Affluent mineur
- Canal
- Contre canal

Sûreté nucléaire

- Centrale Nucléaire

Barrages (DREAL)

- Classe A
- Classe B
- Classe C
- Classe D

Barrages latéraux (DREAL)

- Classe A
- Classe B

Ouvrages de protection (DREAL)

- Ouvrages susceptibles d'être intégrés dans un système d'endiguement

Probabilité de crue (PGRI-SLGRI)

- Scénario fréquent
- Scénario moyen
- Scénario extrême

Plan des surfaces submersibles du Rhône (PSS)

- Zone A - grand débit
- Zone B - complémentaire
- Zone C - Crue de 1856
- Repère de crue (DREAL)

Enjeux en zone inondable (1856)

- Surface d'activité économique (PGRI-SLGRI)
- Etablissement classé IPPC (PGRI-SLGRI)
- Patrimoine culturel (PGRI-SLGRI)
- Autoroute, quasi autoroute (PGRI-SLGRI)
- Route liaison principale (PGRI-SLGRI)
- Voie ferrée principale (PGRI-SLGRI)
- Pont
- Bâti situé dans l'emprise de la crue historique

UHC#01 - SUI
Source : BD
Alti/GeoFla/Carthage/OSR/DREAL
Réalisation : BURGEAP (2019)
Echelle : 1/60000e
Projection : RGF - Lambert 93



G – ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES (CARTE 01G)

G1 – NAVIGATION

Navigation marchande

L'UHC#01-SUI comprend deux barrages : Verbois et Seujet ; seul le second est équipé d'une écluse d'environ 25 m de longueur et 12 m de largeur, pour la navigation de plaisance.

Il n'existe pas de navigation marchande au sens général du terme sur l'UHC. Toutefois, la retenue de Verbois est utilisée pour le transport fluvial des déchets de l'agglomération genevoise. En effet, environ 1/3 des déchets genevois sont traités et valorisés à l'usine des Cheneviers (en rive gauche du barrage de Verbois) et sont acheminés par voie fluviale, depuis le quai de chargement de la Jonction. Un convoi «pousseur barge» d'une capacité de 170 t effectue plusieurs fois par jour les 9 km séparant la Jonction de l'usine. L'usine produit de l'énergie électrique (112 GWh) et alimente un réseau de chaleur grâce au traitement de 250 000 tonnes de déchets par an (<https://ww2.sig-ge.ch>).

Depuis la mise en place du transport fluvial des déchets en 1966, des dragages sont organisés régulièrement (environ 2 fois par année) à la Jonction. Par exemple, entre janvier 2011 et novembre 2014, 8 interventions ont été nécessaires pour extraire et rejeter plus en aval un volume cumulé d'environ 26 000 m³ de sables et graviers au niveau du quai de la Jonction. Par ailleurs, la gestion du barrage de Verbois impose de maintenir un niveau d'eau minimal à la cote de 369,00 msm à la Jonction. Au niveau du chenal des Cheneviers, les dragages ont lieu au maximum une fois par année (SIG-SFMCP, 2015).

Navigation de plaisance

La navigation de plaisance est autorisée sur la partie genevoise du Rhône et sur le dernier linéaire de l'Arve. Des excursions sont organisées entre Genève et Verbois (Swiss Boat Navigation). Dans la traversée de Genève, plusieurs quais sont accessibles (quai Seujet, quai du Mont-Blanc) ainsi que les embarcadères qui servent pour les dessertes du Lac Léman. L'écluse du Seujet de relier la retenue de Verbois et le Lac Léman qui comporte de très nombreux ports sur tout son littoral, dont ceux de la rade de Genève (débarcadère des Eaux Vives, port des Pâquis, etc.).

Dans la retenue de Verbois, des restrictions locales sont en place durant les opérations de chasse du barrage de Verbois : la navigation, la baignade, la pêche et toute autre activité nautique sont interdites sur le Rhône par arrêté préfectoral car le niveau d'eau est susceptible de varier très rapidement. Des restrictions sont également en place en faveur de l'environnement : navigation non autorisée du 1^{er} octobre au 31 mars entre la passerelle de Chèvres (sur l'UHC) et le barrage de Chancy-Pougny ; ainsi qu'une matinée par mois aux saisons d'automne et hivernale sur l'ensemble du Rhône genevois.

Dans le Rhône en amont de la confluence avec l'Arve, le tirant d'eau doit être maintenu à 2 m pour un niveau d'eau dans la rade de 371,50 m s.m. Les dragages sont exécutés, en principe tous les 20 à 25 ans. De même, le concessionnaire exécute, dès le pont du Mont-Blanc (km 2,373 ou PK205,1) et jusqu'au pied de l'ouvrage (km 3,600 ou PK203,9) les dragages nécessaires du lit du Rhône (bras droit et bras gauche). Ces dragages doivent notamment empêcher que le libre écoulement des eaux du lac Léman et du Rhône ne soit réduit par l'alluvionnement. Les déblais provenant des dragages doivent être déposés en des points qui sont prescrits au concessionnaire par l'État suisse.

G2 – ENERGIE

Hydroélectricité

Le Rhône genevois comporte deux barrages hydroélectriques (Seujet et Verbois) gérés par les Services Industriels de Genève (SIG). Le barrage du Seujet construit en 1995, se situe au centre-ville de Genève, proche de la sortie du lac Léman. Ce barrage régule le niveau du lac, notamment pour garantir l'accès aux ports, éviter les inondations et gérer l'étiage hivernal. Ce barrage, équipé de 3 groupes hydroélectriques, module également les débits du Rhône afin d'optimiser la production d'électricité à Verbois. Sa puissance installée est de 5,6 MW, pour une production annuelle moyenne de 25 GWh, ce qui représente 2,8 % de la production électrique de source hydraulique du canton en 2015.

Principal ouvrage hydroélectrique du Rhône genevois, le barrage de Verbois a été mise en service en 1943. Exploité au fil de l'eau, l'usine est équipée de 4 turbines Kapan pour une puissance totale de 100 MW. Il s'agit de la plus grande source de production d'énergie électrique du canton de Genève, avec une production annuelle de 466 GWh, soit environ 64 % de la production hydro-électrique du canton et 15 % de la consommation.

La retenue du barrage de Verbois reçoit les flux importants de sédiments de l'Arve ; les SIG a donc comme principal objectif d'assurer une gestion sédimentaire visant à ne pas aggraver les inondations sur la ville de Genève. La gestion sédimentaire a été opérée sous forme de vidanges-chasses de 1944 à 2012 ; en 2016, un nouveau protocole établi pour la période 2016-2026 a été validé avec la SFMCP et la CNR, respectivement gestionnaires des barrages en aval de Chancy-Pougny et de Génissiat. Ce protocole est basé sur un abaissement partiel et une durée de chasse plus longue, permettant de respecter les objectifs de concentrations en MES et permettant aux ouvrages aval de mieux gérer les apports sédimentaires.

G3 – PRELEVEMENTS ET REJETS D'EAU

Irrigation, AEP et industrie

Les prélèvements d'eau souterraine et superficielle pour cette UHC localisée en Suisse n'ont pas pu être identifiés de façon exhaustive. Néanmoins, les débits autorisés (autorisations émises avant les années 2010) pour les prélèvements d'eau

superficielle ont été identifiés pour certaines communes, représentées dans le tableau ci-après. Ainsi, au total 595 280 l/min (35 716 m³/h) d'eau est autorisé à être prélevé, dont près de 70% (soit 400 281 l/min) prélevé sur la Ville de Genève. Le principal usage des eaux superficielles est l'AEP (débit de 226 800 l/min autorisés). Les usages industriels (197 405 l/min) et l'hydrothermie (168 195 l/min) sont également présents. Les eaux sont prélevées dans le lac Léman, l'Arve et le Rhône.

Pour les eaux souterraines, les aquifères sont exploités en très grande majorité pour l'alimentation en eau potable de communes françaises et helvétiques (en particulier Genève), et la nappe alimente 10% du Canton de Genève.

Stations d'épuration

D'importants progrès ont été réalisés ces dernières années en Suisse pour l'assainissement domestique, avec une forte implication des collectivités, ainsi que pour la réduction des pollutions industrielles. Les niveaux d'assainissement atteints sont satisfaisants et ont réduit les pollutions des cours d'eau transfrontières et du Léman.

La STEP d'Aire-la-Ville (600 000 EH) traite les eaux usées de Genève, de 24 communes du canton et d'une partie de la région transfrontalière française. Son installation en 1967 a permis de limiter l'impact qualitatif des chasses. Deux autres stations sur la zone sont également conséquentes : Satigny (130 000 EH) et Vernier (120 000 EH).

Gouvernance et enjeux identifiés au niveau de la nappe

Le Canton de Genève (Suisse) et la Préfecture de Haute Savoie (France) instituaient en 1978 une gestion partagée pour une source d'eau souterraine. Cet accord a permis d'assurer une exploitation pérenne de cette ressource et de mettre en œuvre un procédé de réalimentation ambitieux. En effet, afin de renforcer la capacité de la nappe, une station de recharge artificielle a été mise en service en 1980, permettant d'injecter dans le gisement aquifère souterrain de l'eau puisée directement dans l'Arve. Depuis cette date jusqu'en 2018, ce sont ainsi près de 300 hm³ d'eau qui ont été infiltrés dans le sous-sol. Les tensions observées sur les eaux souterraines actuellement exploitées rendent probables la recherche d'autres ressources souterraines (éventuellement karstiques).

Tableau 01.3 – Principaux usages de débits autorisés pour le prélèvement d'eau superficielle (hors hydrothermie)

Commune	Types d'usages	Débit autorisé (L/min)	Bénéficiaire
Vernier	Industrie	24 999	Usine Givaudan SA
Aire-la-ville	Industrie	170 000	Services Industriels de Genève
Genève	Industrie	70	Domaine publique
		2 336	Association « Usagers Des Bains Des Pâquis »
	Irrigation	2 880	Ville De Genève
	AEP	226 800	Services Industriels - Station du Prieuré

Source : https://www.etat.ge.ch/geoportail/pro/?portalesources=LCE_PRELEVEMENT_CAPTAGE

G4 – TOURISME

Base de loisirs

Il existe une base de loisirs installée sur les berges du Rhône genevois depuis 2014 : zone de loisirs Au Moulin, dans les Bois de la Grille, face au méandre du Bois des Fonds.

Autres activités

Le canoë, le kayak et l'aviron sont pratiqués sur le Rhône genevois. Il existe notamment le club de canoë de Genève installé à la Jonction et un club d'aviron à Aire. Plusieurs mises à l'eau sont possibles (d'amont en aval) : au club de canoë de Genève, au club d'aviron d'Aire, à la zone de loisirs Au Moulin, à Peney dans l'anse de la confluence du Nant d'Avril, en rive droite du barrage de Verbois (destination des excursions touristiques).

Le barrage de Verbois est ouvert aux visites guidées pour des groupes de 10 personnes minimum. La visite dure 1h30 et est gratuite pour les écoles, les associations et les collectivités publiques.

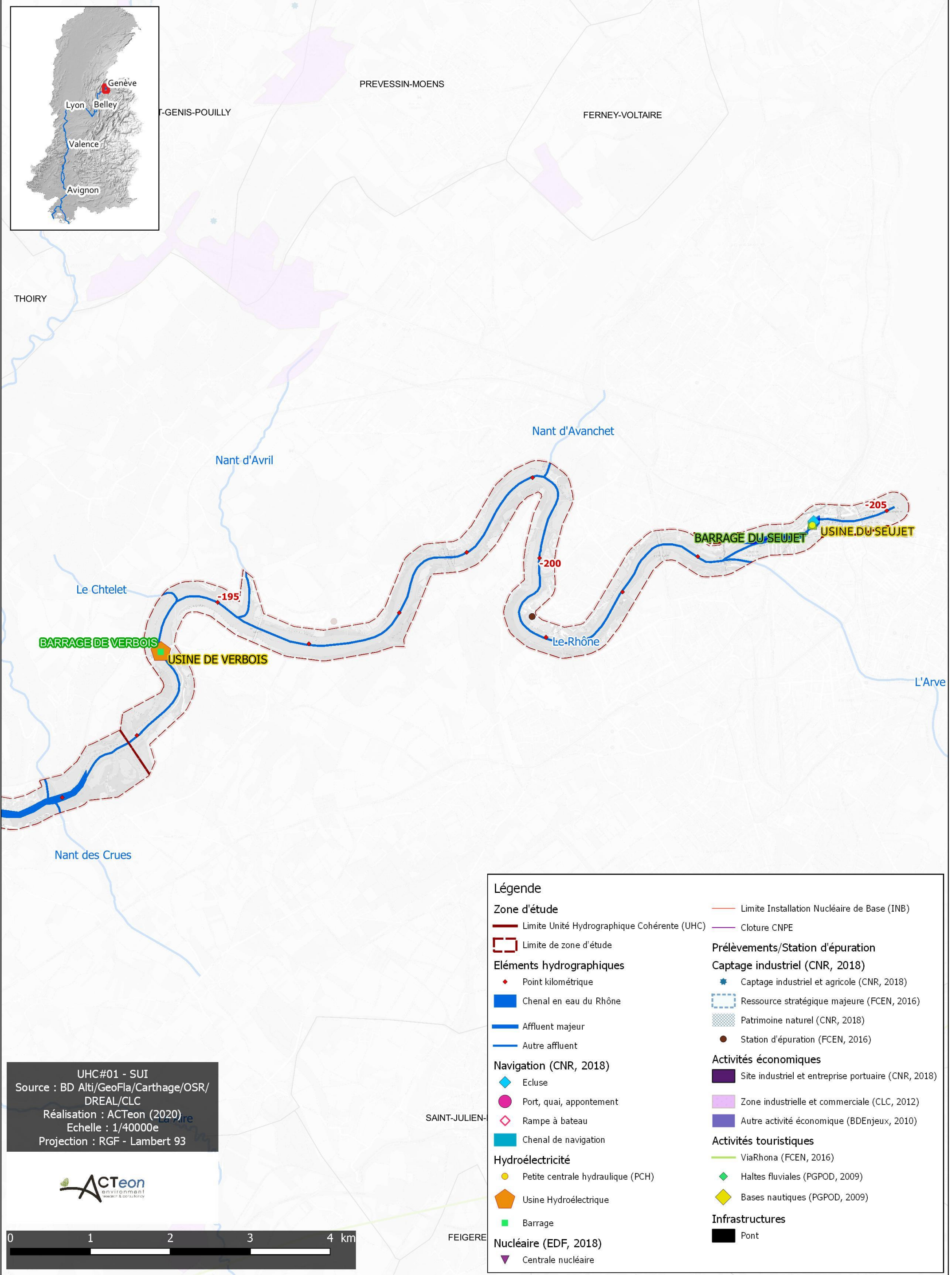
Pêche de loisirs

La République et canton de Genève identifie un site réservé à la pêche sur le Rhône pour cette UHC : de l'aval du barrage de Verbois à l'amont du barrage de Chancy Pougny. L'étang des Bouvières, à Russin, est également un site de pêche identifié.

G5 – PRODUCTION DE GRANULATS

Dans les années 1950-1980, l'UHC#01-SUI a fait l'objet d'extractions en lit majeur, notamment sur les actuelles zones d'activité de Peney (Le Grand Champ, le Bois de Bay). Actuellement, il n'existe plus de carrière active dans le lit majeur, on note uniquement de plateforme d'exploitation de granulats à Peney (Holcim Granulats et Bétons SA).

01G - SUI - Suisse - Enjeux socio-économiques



H – INVENTAIRE DES ACTIONS DE RESTAURATION ET DE GESTION (CARTE 01H)

H1 – GESTION ET ENTRETIEN SEDIMENTAIRE

Actions SIG

Les Services Industriels de Genève (SIG) gèrent les excédents de sédiments dans la retenue de Verbois essentiellement par 3 types d'opérations :

- 1) accompagnement des crues de l'Arve (cf. volet C3 – ; cf. rapport de Mission 4) ;
- 2) abaissements partiels de la retenue de Verbois (APAVÉR) coordonnés avec les ouvrages aval (Chancy-Pougny, Génissiat), réalisées avec une fréquence triennale ;
- 3) des dragages complémentaires sur certains dépôts ciblés, notamment à la confluence avec l'Arve.

En effet, avec les opérations1) et 2) uniquement, la retenue de Verbois ne peut pas être à l'équilibre et continue de stocker des volumes à hauteur de 10 000 m³/an environ. Par ailleurs, l'engrèvement à la confluence avec l'Arve et dans les linéaires en aval ne permet plus de garantir les conditions de sécurité pour les riverains (enjeu inondation ; cf. Figure 01.14) et les conditions de navigabilité à la Jonction (cf. partie G1 –).

Ainsi, les SIG procèdent à des opérations de dragage au sein de la retenue de Verbois, notamment dans la queue de retenue et dans les intrados, et les matériaux sont remis dans le chenal principal. Il n'y a pas d'export d'après les données collectées. Les volumes sont de l'ordre de 10 à 15 000 m³/an. Ces dragages sont inclus dans l'autorisation globale des opérations pour la période 2016-2026. Historiquement, il y a toujours eu des opérations de dragage à la confluence avec l'Arve, soumise à des phénomènes d'ensablement, afin de rendre possible le transport par barge des déchets de l'agglomération genevoise.

En résumé, les actions de dragage menées dans la retenue sont les suivantes :

- Dragage à la Jonction (confluence de l'Arve) afin d'assurer la navigation (transport des déchets) : avant 2016, les besoins étaient de 2 dragages par année pour 8 000 à 10 000 m³/an, principalement constitués de sables grossiers et de graviers. En 2018, les dragages ont porté sur un volume de 15 000 m³ (données antérieures non communiquées). Il est attendu que ces volumes augmentent en lien avec le retour des sédiments grossiers sur l'Arve, soit environ 10 000 à 50 000 m³/an au maximum, ce qui correspond à 10% environ de la sédimentation annuelle moyenne (360 000 m³/an). En outre, pour assurer le transport fluvial des déchets le long de la retenue de Verbois, des dragages de matériaux grossiers devront à l'avenir pouvoir être envisagés au moins jusqu'à la STEP d'Aire (SIG-SFMCP, 2015) ;
- Dragage en rive droite du barrage de Verbois : dragage réalisé en 2016 pour un volume de 2 600 m³ (pour 6 000 m³ prévus initialement). En effet au cours de la vidange de 2012, une quantité importante de sédiments s'est accumulée sur le radier en amont direct de l'usine de Verbois. Une partie de ces sédiments s'était introduite dans les bâches des 4 turbines, avec obstruction des distributeurs ;

Actions par d'autres maîtres d'ouvrage

Les SIG assure également l'exploitation de l'usine des Cheneviers en bordure du barrage et de la retenue de Verbois. Le chenal navigable d'amenée des déchets par barge est situé en rive gauche, en intrados de la retenue ; il est de ce fait très sensible à la sédimentation fine. Ce chenal fait l'objet de dragage au maximum une fois par année (SIG-SFMCP, 2015). Les volumes ne sont pas connus. Les sédiments sont retirés par drague aspiratrice et restitués au Rhône.

H2 – RESTAURATION DES MILIEUX ALLUVIAUX ET HUMIDES

Des actions de restauration de roselières ont été menées par le passé, notamment sur la roselière de Peney.

H3 – RESTAURATION ET GESTION DES MILIEUX TERRESTRES

Aucune action de restauration des milieux terrestres n'a été répertoriée sur l'UHC#01.

Tableau 01.4 – Opérations de gestion sédimentaire tous maîtres d'ouvrage de 1995 à 2018 (volet H1)

N° Aménagement	ID	ANNEE	UHC	DESIGNATION MAITRE D'OUVRAGE	DESIGNATION HOMOGENEISEE	DATE DEBUT	DATE FIN	Motif	Localisation	Mode	Devenir des matériaux	MOA	VOLUME GROSSIERS réalisé m³	VOLUME LIMONS réalisé m³	VOLUME TOTAL réalisé m³
1	1_CHENAL_USINE_CHENEVRIER	2016	VERBOIS-SEUJET	-	CHENAL_USINE_CHENEVRIER	1970	2018	Navigation	Chenal navigable	DA		SIG	NC	NC	NC
1	1_BARRAGE_AMONT_RIVE_DROIT	2016	VERBOIS-SEUJET	-	BARRAGE_AMONT_RIVE_DROIT	2016	2016	Exploitation	Autres ouvrages	DA		SIG		2 600	2 600
1	1_ARVE	2018	SUISSE	-	ARVE	2018	2018	Navigation	Confluence	-	RH	SIG	15 000		15 000
1	1_QUAI_JONCTION	2018	SUISSE	-	QUAI_JONCTION	2018	2018	Navigation	Chenal navigable	DA		SIG	NC	NC	NC

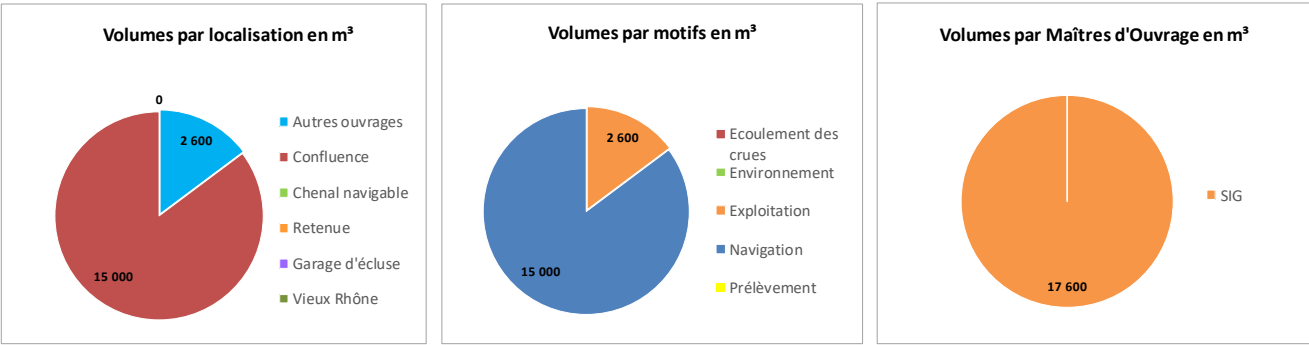
DA : Drague Aspiratrice
PCA : Pelle Chargement cAmion
PCL : Pelle Chargement cLapet
PMS : Pelle Mécanique Seule
AM : Autres Méthodes

RH : Restitution au Rhône
DE : Valorisé à terre
RE : REutilisation

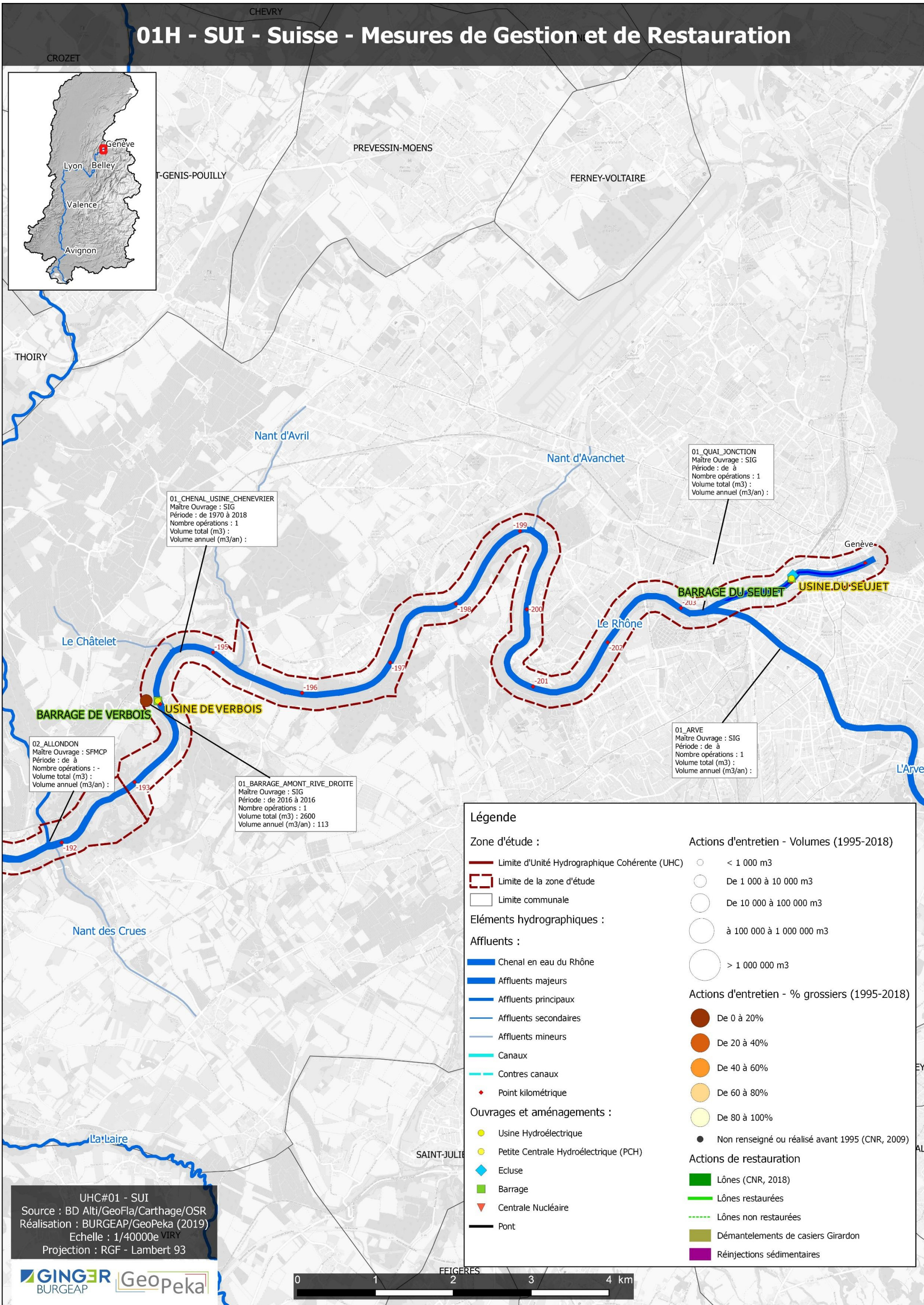


Figure 01.15 – Usine des Chenevrières au droit du barrage de Verbois

Chenal d'amenée des barges nécessitant des dragages (flèche) (Source : <https://map.geo.admin.ch>)



01H - SUI - Suisse - Mesures de Gestion et de Restauration



I – SYNTHÈSE

I1 – CONTEXTE GENERAL

L'UHC#01 de Suisse comprend les ouvrages hydroélectriques du Seujet et de Verbois ; elle porte sur un linéaire de 12,2 km entièrement en territoire suisse entre les PK205,1N (lac Léman – pont du Mont-Blanc) et PK192,9N (Russin – aval barrage de Verbois). En aval de la sortie du lac Léman, un premier tronçon homogène (SUI1 ; 0,9 km) mène au barrage du Seujet qui turbine au fil de l'eau sans dérivation (chute de 3 m au maximum). Après un second tronçon (SUI2, 0,9 km), le Rhône conflue avec l'Arve (SUI3), un de ses affluents majeurs (1985 km²). Le Rhône entre ensuite dans la retenue du barrage de Verbois (SUI4 ; 9,3 km) qui turbine au fil de l'eau sans dérivation (chute de 21 m ; débit d'équipement de 620 m³/s). Avant d'entrer dans la retenue de Chancy-Pougny (CHP1 ; 4,5 km), le Rhône total présente un linéaire courant sous le barrage de Verbois (SUI5 ; 1,1 km). Etant entièrement en Suisse sur cette UHC, le Rhône n'est concerné par aucune masse d'eau superficielle ou souterraine. Un seul affluent est identifié en masse d'eau : l'Arve, FRDR555D (Arve).

I2 – FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE

Evolution du milieu alluvial

L'UHC#01 de Suisse traverse l'agglomération genevoise, en aval immédiat du lac Léman, avec un lit relativement encaissé dans des gorges molassiques, ne présentant pas de mobilité significative et une pente naturelle de l'ordre de 2,57 ‰.

L'aménagement de Verbois (mis en service en 1943, géré par les SIG) a suivi celui de Chancy-Pougny (1924) et a précédé de Génissiat (1948). Ces 3 ouvrages successifs, et auparavant le barrage de Chèvres installé dans la retenue de Verbois (1896, démolé en 1947), sont devenus des obstacles aux apports sédimentaires de l'Arve (700 000 m³/an de sédiments fins), cet affluent ayant lui-même été impacté par des ouvrages et des extractions (flux grossiers actuels de l'ordre de 20 000 m³/an contre 60 000 à 100 000 m³/an par le passé). Le barrage du Seujet (1995) sur le site d'un ouvrage historique (usine de la Coulouvrenière) a été aménagé à la sortie du lac Léman pour remplir trois objectifs : 1) régulation du niveau du lac Léman ; 2) modulation des débits du Rhône ; 3) production d'électricité. La modulation des débits a un objectif hydroélectrique et d'apport d'eau claire lors des crues de l'Arve ou des chasses.

En raison des apports sédimentaires de l'Arve et de son remous, la retenue de Verbois se comble à un rythme moyen de 360 000 m³/an, ce qui présente un enjeu pour la sécurité hydraulique de l'agglomération, mais également pour le transport fluvial des déchets à l'usine de traitement de Chenevrières (depuis 1966). Aussi, le barrage de Verbois, coordonné avec Chancy-Pougny et Génissiat en aval, a réalisé 21 vidanges-chasses jusqu'en 2012. En 1967, la construction de la STEP d'Aïre avait permis de limiter les impacts qualitatifs des chasses. Depuis 2016, ces opérations ont évolué pour limiter le stockage dans les retenues et les incidences sur les milieux naturels, et sont désormais réalisées sous forme d'abaissements partiels (APAVER / Abaissement Partiel du barrage de Verbois), en complément d'opération d'accompagnement des crues de l'Arve et de dragages ponctuels, qui étaient déjà réalisés de façon régulière à la Jonction (confluence avec l'Arve).

Les extractions de granulats du 20^{ème} siècle ont porté sur les anciennes terrasses alluvionnaires du lit majeur et ont laissé des milieux naturels recomposés (Teppes de Verbois) ou des zones d'activités (Peney).

Fonctionnement hydrosédimentaire

Les apports sédimentaires provenant du Rhône issu du lac Léman (SUI1) sont nuls. Les apports sédimentaires sont exclusivement issus de l'Arve : matériaux grossiers pour environ 20 000 m³/an [10 000 ; 30 000] ; sédiments fins (limons à sables grossiers) pour 0,57 Mt (OSR ; 2011-2016) à 1 Mt (SIG-SFMCP, 2015).

Avant 2000, les vidanges-chasses, organisées à un rythme environ triennal, ont permis d'évacuer de la retenue de Verbois en moyenne 1,1 hm³ (0,6 à 2,1 hm³) de sédiments et de limiter la sédimentation totale à 2,5 hm³ (soit 44 000 m³/an en moyenne). Entre 2000 et 2016, grâce à une chasse 2012 ayant déstocké 2,69 hm³, et malgré les apports de la crue centennale de l'Arve de 2015, la retenue de Verbois a limité les accumulations à 0,3 hm³ de dépôts, soit 19 000 m³/an en moyenne. Le comblement à fin 2016 de la retenue était de 2,8 hm³, soit 22% du volume initial. Un comblement de 8,8 hm³ assurerait une continuité sédimentaire dans la retenue mais ne serait pas compatible avec les enjeux (inondation, transport fluvial) ; ainsi, il a été défini en 2016 de ne pas dépasser un comblement de 5 hm³, qui serait atteint en 6 ans environ à partir de la situation 2016 et qui avait été dépassé avant la chasse de 2012.

Les dépôts limoneux et sableux sont surtout sensibles dans les 3 km en amont du barrage (PK194 à PK197) (55% du volume total) mais ils ont peu d'incidence sur les lignes d'eau a contrario des dépôts entre les km 3 et 7 (PK197 à PK201). Les dépôts grossiers (sables, graviers) à la confluence avec l'Arve et en aval jusqu'à la STEP d'Aïre sont gérés par dragages (8 000 à 10 000 m³/an) et sont restitués plus en aval. Si les matériaux sableux et petit graviers peuvent transiter progressivement dans la retenue au fil des chasses et crues de l'Arve, le devenir des sédiments grossiers (> Dm=24 mm de l'Arve) n'est pas connu.

L'APAVER 2016 a permis de déstocker 1,31 Mt de MES, et dans le même temps d'alléger la retenue d'un volume de 1,3 hm³ de sables et limons. Cette densité apparente de 1 t/m³ cache le fait que les sables grossiers ne sont pas mesurés dans les MES. Les flux de sables ont commencé à être mesurés par l'OSR (OSR4, rapport I.1, 2017) et ont été estimés entre 12 000 et 240 000 tonnes/jour pour des débits de 490 à 675 m³/s à Rippes, en aval du barrage de Chancy-Pougny.

Sous le barrage de Verbois, l'équilibre du lit courant est mal connu. En aval, la retenue de Chancy-Pougny (CHP1) est globalement à l'équilibre : dépôt moyen annuel de 20 000 m³/an régulièrement repris. Certains événements peuvent amplifier les phénomènes : 200 000 m³ de sables moyens à grossiers (0,2 à 2 mm) apportés par vidange-chasse en 2012, remobilisés par les crues de l'Arve dans le méandre des Epeisses, avant un déstockage de 222 000 m³ lors de l'APAVER de 2016.

I3 – ENJEUX ECOLOGIQUES

Ecologie aquatique

Le peuplement de poissons de l'UHC#01 ne fait pas l'objet d'un suivi régulier, conséquence probable des fortes contraintes de mesures (effet retenue, éclusées, marnage). Les inventaires piscicoles de suivi ante- et post-chasse mettent en avant une richesse faunistique relativement élevée, en particulier au sein de la retenue (18 espèces capturées entre 2012 et 2016 contre 13 à l'aval), dénotant un potentiel important, en lien probablement avec les échanges avec le Léman et l'Arve (GREN, 2016).

A l'inverse, les effectifs sont extrêmement réduits, reflet des fortes contraintes générées par le milieu (ouvrages hydroélectriques, température de l'eau faible, forte turbidité, etc.). Dans la retenue, le peuplement est dominé par des espèces ubiquistes et/ou résistantes telles que le chevesne, le gardon, le goujon ou encore la perche commune, ou par des espèces phytophiles comme la tanche ou le brochet. La truite fario est anecdotique à l'amont comme à l'aval du barrage.

La fraction « migrante » de ce peuplement est approchée par le vidéo-comptage au niveau des passes à poisson des barrages de Verbois et du Seujet. Deux espèces ubiquistes (ablette, gardon) représentant plus de 95% des individus contrôlés tant à Verbois qu'au Seujet. Avec moins de 1% du total, les brèmes, le chevesne et le barbeau complètent la liste de Verbois ; au Seujet, la perche prend la place du chevesne dans ce trio. Quels individus d'espèces patrimoniales et/ou protégées complètent la liste : brochet, ombre commun, vandoise, truite fario (formes rivière et lacustre).

Les macroinvertébrés ont été suivis dans le cadre de l'APAVER 2016 (GREBE, 2016) et confirment des résultats de 2014 hors APAVER. Les peuplements sont globalement moins bons dans la retenue qu'en aval du barrage de Verbois. Cette qualité varie de façon importante d'une saison à l'autre, la qualité étant bien meilleure en hiver (février 2016) qu'en automne après l'APAVER (octobre 2016), à cause de la disparition » des taxons les plus polluo-sensibles. La forte charge sédimentaire de l'Arve durant l'été pourrait impacter les invertébrés, et notamment les organismes à branchies en dehors des APAVER. A noter également une augmentation du nombre de taxons exotiques avec l'apparition de *Jaera istri* (arthropode) et du genre *Corbicula* (mollusque bivalve) ; *Dreissena polymorpha* (moule zébrée) et le genre *Chelicorophium* (crustacé amphipode) restent présents.

Sur ce secteur, aucune annexe fluviale n'a fait l'objet d'un suivi régulier de sa qualité écologique. Il existe néanmoins plusieurs structures plus ou moins naturelles (Sous-Cayla, canal des Cheneviers, lagunes de Chèvres, Planfond, Peney, des îlots de Verbois, etc.). La plupart d'entre eux ont un rôle piscicole potentiellement important (nursérie) et semblent avoir une vocation halieutique marquée. Les niveaux d'eau de ces annexes sont en lien étroit avec le niveau de la retenue de Verbois et nécessitent des pêches de sauvetage lors des APAVER.

Concernant la continuité écologique, celle-ci a été rétablie sur le Rhône lui-même (passes à poissons de Chancy-Pougny, de Verbois et du Seujet), et sur l'Arve (Vessy, Arthaz), et font l'objet de suivi (cf. plus haut). Des seuils sur l'Arve en amont de la confluence restent cependant présents et probablement très sélectifs.

Ecologie des milieux humides et terrestres

L'UHC#01 se caractérise par une vallée encaissée du Rhône dans ses premiers kilomètres en aval de la Rade du lac Léman. En amont de la confluence de l'Arve chargée de sédiments alpins, bien qu'endigué dans la traversée de Genève, le Rhône présente des eaux claires favorables à l'installation d'herbiers aquatiques. Plus en aval, ses berges abruptes et boisées forment localement de petites falaises molassiques et morainiques, qui le préservent des perturbations liées à la proximité de l'urbanisation. Ces berges boisées sont un site de reproduction de nombreuses espèces d'oiseaux comme le Milan noir ou le Harle bièvre, mais sont également utilisées par une faune plus ordinaire, comme les Renards et Blaireaux.

Plus en aval, la retenue de Verbois est devenue, depuis l'interdiction de la chasse, un « hot spot » pour les oiseaux d'eau hivernants, qui s'y regroupent par milliers, notamment les Fuligules morillon et milouin. L'ampleur internationale de cette zone d'hivernage est reconnue par la labellisation RAMSAR et par l'inscription du Rhône genevois au réseau de sites OROEM.

Les enjeux au regard de la biodiversité sur cette UHC sont focalisés sur la gestion des sédiments apportés par l'Arve dans la retenue de Verbois. Les chasses et vidanges du barrage peuvent entraîner un fort impact sur les habitats et la faune, notamment sur les oiseaux et poissons, bien que diverses mesures soient prévues pour réduire ces impacts.

I4 – ENJEUX DE SURETE ET SECURITE

Enjeux sûreté hydraulique

L'entretien des ouvrages hydroélectriques, prévu par le cahier de charges des concessions de Seujet et Verbois, détenues par les SIG, relève de la sûreté et conduit à déclencher des actions de gestion sédimentaire : abaissement partiel (APAVER) du barrage de Verbois (SIG) (dont le but principal est de limiter l'engrèvement et l'aggravation de la ligne d'eau du Rhône en crue dans l'agglomération genevoise), accompagnement des crues de l'Arve (de façon à limiter l'occurrence des APAVER), opérations de dragages dans la retenue (si les mesures précédentes ne sont pas totalement efficaces). La retenue de Verbois ne présente aucun barrage latéral du fait du caractère encaissé de la vallée du Rhône, tout comme la retenue du Seujet.

Enjeux sécurité en cas d'inondation

Le Rhône ne présente pas de zones inondables hors lit mineur du barrage de Seujet jusqu'à celui de Verbois, en dehors de la confluence avec le Nant d'Avril à Peney. Les enjeux en zones inondables correspondent à la zone habitée située entre le Rhône et l'Arve (quartiers de la Jonction et de Plainpalais), à condition de la sédimentation dans la retenue de Verbois ne dépasse pas le seuil de 5 hm³. Dans ces conditions, il s'agit d'une zone de danger résiduel pour la crue Q300.

15 – ENJEUX LIES AUX USAGES SOCIO-ECONOMIQUES

Le Rhône genevois comporte deux barrages hydroélectriques (Seujet et Verbois) gérés par les Services Industriels de Genève (SIG). Seul le barrage du Seujet comporte une écluse, pour la navigation de plaisance.

Le barrage du Seujet régule depuis 1995 le niveau du lac avec plusieurs objectifs : accès de la navigation de plaisance aux ports sur le lac Léman, gestion des inondations, régulation hydroélectrique, soutien de débit lors des crues de l'Arve et chasses. Il est équipé d'une unité de production électrique (5,6 MW ; 20 GWh).

Le barrage de Verbois est équipé d'une usine hydroélectrique (100 MW ; 466 GWh). Il constitue la plus grande source de production d'énergie électrique du canton de Genève (soit environ 64 % de la production hydro-électrique du canton et 15 % de la consommation). Le barrage de Verbois subit un flux de sédiments apportés par l'Arve et le comblement annuel dans la retenue (hors effets des chasses) est estimé à 360 000 m³ de sédiments fins, sont environ 20 000 m³/an de sédiments grossiers. La gestion de l'aménagement de Verbois se trouve liée depuis 1943 aux ouvrages aval de Chancy-Pougny (UHC#02-CHP) et Génissiat (UHC#03-GEN) du fait des opérations de chasses et d'accompagnement des crues de l'Arve nécessaires pour évacuer les sédiments. Jusqu'en 2012, les vidanges-chasses étaient basées sur une ouverture complète des ouvrages suisses ; depuis 2016 et la mise en place d'un plan de gestion optimisé, les retenues sont abaissées partiellement et mieux coordonnées avec la CNR qui gère la retenue et le barrage de Génissiat en aval (UHC#03-GEN), ainsi que toute la chaîne hydroélectrique du Haut-Rhône.

Il n'existe pas de navigation marchande dans l'UHC. Toutefois, la retenue de Verbois est utilisée pour le transport fluvial des déchets de l'agglomération genevoise : environ 1/3 des déchets genevois sont traités et valorisés à l'usine des Cheneviers (en rive gauche du barrage de Verbois) et sont acheminés par voie fluviale, depuis le quai de chargement de la Jonction, grâce à un convoi «pousseur barge». L'usine produit de l'énergie électrique (112 GWh) et alimente un réseau de chaleur grâce au traitement de 250 000 tonnes de déchets par an. Depuis la mise en place du transport fluvial des déchets en 1966, des dragages sont organisés régulièrement (environ 2 fois par année) à la Jonction pour garantir les conditions de navigabilité. Au niveau du chenal d'accès à l'usine des Cheneviers, les dragages ont lieu au maximum une fois par année.

La navigation de plaisance est autorisée sur la partie genevoise du Rhône (en aval du barrage de Seujet) et sur la partie aval de l'Arve. Néanmoins, des restrictions locales sont en place en raison de l'aménagement hydroélectriques et de la préservation de l'environnement. Des excursions touristiques sont organisées entre Genève et Verbois. Dans la traversée de Genève, plusieurs quais sont accessibles et l'ouverture sur le lac Léman donne accès à ses très nombreux ports sur son littoral, dont ceux de la rade de Genève (débarcadère des Eaux Vives, port des Pâquis, etc.).

Les prélèvements d'eau souterraine et superficielle pour cette UHC localisée en Suisse n'ont pas été recensés de façon exhaustive. Néanmoins, les débits autorisés pour les prélèvements d'eau superficielle ont été identifiés pour certaines communes, et au total 595 280 l/min (35 716 m³/h) d'eau sont autorisés, dont près de 70% sur la Ville de Genève, en grande partie pour l'AEP. Les eaux sont prélevées dans le lac Léman, l'Arve et le Rhône. Pour les eaux souterraines, les réservoirs sont exploités en très grande majorité pour l'AEP de communes françaises et helvétiques (en particulier Genève).

D'importants progrès ont été réalisés ces dernières années en Suisse pour l'assainissement domestique. La STEP d'Aïre-la-Ville (600 000 EH) traite les eaux usées de Genève, de 24 communes du canton et d'une partie de la région transfrontalière française. Son installation en 1967 a permis de limiter l'impact qualitatif des chasses. Deux autres stations sur la zone sont également conséquentes : Satigny (130 000 EH) et Vernier (120 000 EH).

Concernant les activités touristiques, il existe une base de loisirs installée sur les berges du Rhône genevois depuis 2014 : zone de loisirs Au Moulin, face au méandre du Bois des Fonds. Le canoë, le kayak et l'aviron sont pratiqués sur le Rhône genevois, avec notamment le club de canoë de Genève et un club d'aviron à Aïre. Plusieurs mises à l'eau sont possibles dans la retenue. Deux zones de pêche sont identifiées : de l'aval du barrage de Verbois à l'amont du barrage de Chancy-Pougny ainsi que l'étang des Bouvières à Russin.

16 – BILAN DES ENJEUX DE CONNAISSANCE

L'UHC#01 de Suisse bénéficie d'un niveau de connaissance relativement élevé du fait des enjeux liés au comblement des retenues suisses (Verbois et Chancy-Pougny) et du fait des opérations d'accompagnement des chasses suisses qui nécessitent des suivis spécifiques (bathymétrie, flux de fines, flux de sables, écologie).

Le Tableau 01.5 indique les connaissances qui pourraient être améliorées :

- Enjeu fort :
 - C2-C3) les volumes et le devenir dans la retenue des sédiments les plus grossiers de l'Arve (> Dm=24 mm) ne sont pas connus. Ces sédiments sont susceptibles de rester bloqués dans la retenue et menacent l'intégrité de la retenue à long terme. Des mesures par hydrophone permettraient de mieux appréhender les flux entrants ;
 - C5) les stations de Rippes et de Bognes permettent de faire un suivi des flux de sables lors des APAVER. La dynamique de ces sables en entrée et dans la retenue de Verbois (SUI4) n'est pas suffisamment connue, y compris lors des périodes d'accompagnement des crues de l'Arve. Cet enjeu de connaissance est important vis-à-vis des apports et du transit en aval des sables grossiers qui ne peuvent franchir les retenues en aval ;
- Enjeu moyen :
 - C3-C4) le fonctionnement hydrosédimentaire actuel du tronçon SUI5 en aval du barrage de Verbois est relativement mal connu (absence d'évolution historique des fonds, de calculs de lignes d'eau, de Dmax, de

capacité de charriage, de granulométrie, de bilan sédimentaire) alors qu'il s'agit d'un tronçon de Rhône total courant.

- D2) il n'existe pas de donnée comme sur le reste du Rhône permettant de caractériser le lien entre les peuplements piscicoles et le fonctionnement sédimentaire (espèces lithophiles et psammophiles).
- Enjeu faible :
 - C3) les bilans sédimentaire et données granulométriques dans le Rhône en amont de la confluence avec l'Arve ne sont pas connus. Les apports sédimentaires issus du lac Léman étant nuls et le Rhône étant a priori en équilibre sédimentaire, cet enjeu est faible.

Section	Thématique	Donnée non disponible	Enjeu de connaissance
C2-C3	Contribution affluent et bilan sédimentaire	Contribution de l'Arve et devenir des sédiments les plus grossiers dans la retenue	Fort
C3	Fonctionnement hydrosédimentaire	Tronçons SUI1 et SUI2 : granulométrie, bilan sédimentaire	Faible
C3-C4	Fonctionnement hydrosédimentaire	Tronçon SUI5 : évolution historique des fonds, de calculs de lignes d'eau, de Dmax, de capacité de charriage, de granulométrie, de bilan sédimentaire	Moyen
C5	Flux de sables et dynamique	Dynamique des sables dans la retenue de Verbois (SUI4)	Fort
D2	Peuplements piscicoles	Liens entre les peuplements piscicoles et le fonctionnement sédimentaire (espèces lithophiles et psammophiles)	Moyen

Tableau 01.5 – Bilan des enjeux de connaissance

17 – BILAN DES ENJEUX LIES A LA GESTION SEDIMENTAIRE

Enjeux écologiques justifiant des mesures en faveur de la biodiversité et de l'atteinte du bon état/potentiel

- Fonctionnalités morphologiques :
 - hydrologie influencée par la gestion du barrage de Seujet (régulation Léman) et du barrage de Verbois ;
 - habitats aquatiques et humides du fait de la présence de la retenue de Verbois et imposant un fonctionnement par éclusée avec marnage de la retenue ;
 - continuité sédimentaire dans la retenue de Verbois, en lien avec les opérations de chasses (APAVER) ;
 - continuité sédimentaire vis-à-vis des matériaux grossiers à la confluence avec l'Arve ;
- Continuité biologique avec l'Arve altérée sur son linéaire aval (3 seuils sélectifs). Le long du Rhône, l'aménagement de passe à poissons sur les barrages de Chancy-Pougny, Verbois et Sujet rend les connexions possibles avec le Léman.
- Biodiversité :
 - dans le chenal du Rhône : peuplements dominés par des espèces ubiquistes (gardon, chevesne, goujon principalement) avec une très faible densité mais une bonne richesse spécifique soulignant la bonne connexion avec le Léman et l'Arve ;
 - quelques milieux annexes (Sous-Cayla, canal des Cheneviers, lagunes de Chèvres, Planfond, Peney, des îlots de Verbois) dont les niveaux d'eau sont en lien étroit avec le niveau des retenues (rôle potentiellement important de ces structures sur le peuplement et la reproduction de poissons du Rhône) ;
- Bon état / bon potentiel écologique :
 - Aucune masse d'eau identifiée au SDAGE.

Enjeux sûreté-sécurité justifiant les opérations de gestion sédimentaire

- entretien des ouvrages hydroélectriques, prévu par le cahier de charges de la concession du barrage de Verbois et du Seujet : APAVER, accompagnement des crues de l'Arve, et dragage potentiel dans la retenue de Chancy-Pougny, participant aux objectifs de bon fonctionnement des ouvrages et à la non-aggravation des inondations.

Enjeux socio-économiques justifiant les opérations de gestion sédimentaire

- navigation fluviale dans la retenue de Verbois pour le transport des déchets : site de la Jonction, chenal d'amenée à l'usine de traitement des Cheneviers.