



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE



LEAUX
2011

Assainissement des éclusées



Planification stratégique cantonale

02/12/2014 | V 3.0

GREN
Sàrl
Biologie Appliquée

COREALIS

7 chemin du Fief-de-Chapitre, 1213 Petit Lancy, Suisse Tél. 022 300 14 77 www.corealis.ch

Version	Validée par	Date
V 1	DGEAU	25.08.2014
V 2	COFIL	24.11.2014
V 3	Conseil d'Etat	02.12.2014

Equipe COREALIS

Damien Sidler

Martin Schlaepfer

Charlotte Deseigne

Theodora Cohen Liechti

Expertises et contributions externes:

DGEAU SECOE : Arielle Cordonier et Etienne Monbaron

GREN Biologie appliquée SàRL : Jean-Daniel Pilotto et Stéphane Zbinden

AQUAVISION SàRL : Erik Bollaert

DGNP : Dimitri Jaquet et Gottlieb Dändliker

SIG : Seydina Diouf

Contenu

1	Contexte	1
2	Mandat	1
3	Processus consultatif cantonal LEAUX	1
3.1	Groupes de travail	1
3.2	Coordination avec d'autres planifications stratégiques cantonales	2
4	Définition légale des éclusées	3
5	Liste des centrales hydroélectriques existantes susceptibles de provoquer des variations de débit	4
6	Délimitation des systèmes de production du Rhône genevois	5
6.1	Vérification formelle du régime d'écluse au sens de la LEaux	6
6.1.1	La Versoix.....	6
6.1.2	L'Arve.....	9
6.1.3	Le Rhône	11
7	Installations ne provoquant pas d'atteinte grave	12
8	Installation provoquant des atteintes graves.....	13
8.1	Description des parties d'installations	13
8.2	Parties d'installations à l'origine d'éclusées.....	14
8.3	Tronçons considérés.....	14
8.5	Etats considérés.....	16
8.6	Description de la régulation des débits par le Seujet.....	20
8.6.1	Causes de la modulation	20
8.6.2	Semaines type	21
8.6.3	Equilibrage du réseau genevois.....	23
8.7	Diagnostic de l'état actuel par tronçon	24
8.7.1	P1-Module Poissons du SMG	24
8.7.2	P2 - Echouage de poissons	28
8.7.3	P3 – Frayères	34
8.7.4	P4 – Reproduction de l'ichtyofaune	38
8.7.5	P5 – Productivité piscicole.....	40
8.7.6	B1 - Biomasse du macrozoobenthos	42
8.7.7	B2 - Module Macrozoobenthos du SMG	42
8.7.8	B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos	44
8.7.9	B4 - Familles d'insectes EPT.....	46
8.7.10	H1 - Colmatage interne	47
8.7.11	D1 – Débit minimal.....	47

8.7.12	Q1 - Température de l'eau	48
9	Synthèse Diagnostic	50
9.1	Degré de gravité des atteintes éclusées.....	50
9.2	Diagnostic issu de la concertation.....	51
9.3	Conclusions diagnostic	51
10	Potentiel écologique des tronçons.....	52
11	Assainissement	54
11.1	Cadre légal.....	54
11.2	Enveloppe financière globale d'un assainissement total.....	54
11.3	Travaux préparatoires	56
11.3.1	Modèle écologique du Rhône genevois	56
11.3.2	Approche BBM « Building block Methodology »	56
11.3.3	Modélisation des habitats du fleuve	57
11.3.4	Services écosystémiques vs valeur économique totale du fleuve	57
11.4	Approche Top-Down	59
11.5	Approche Bottom – Up.....	60
11.5.1	Mesures constructives.....	60
11.5.2	Mesures d'exploitation.....	62
11.5.3	Solutions à trouver dans la stratégie énergétique cantonale	65
12	Synthèse	66
12.1	Gestion intégrée du Rhône genevois (coordination inter-volets).....	66
12.2	Synthèse cartographique du diagnostic et des mesures proposées.....	68
12.3	Tableau résumé des mesures envisagées sur le Rhône pour les 4 volets.....	69
13	Bibliographie.....	70
14	Annexes	71
14.1	Annexe 1 : Caractérisation des macro-habitats du Rhône	71
14.2	Annexe 2 : Extraits des concessions Seujet et Verbois relatifs aux éclusées du système complexe	80
14.3	Annexe 3 : Fiches des mesures proposées pour l'assainissement des éclusées.....	84

1 Contexte

Dans le cadre de la récente modification de la législation fédérale sur la protection des eaux, le canton de Genève doit remettre à l'OFEV un rapport portant sur les premières étapes de sa planification.

La première phase de la planification qui se termine au 31.12.2014, doit permettre de recenser les installations engendrant des éclusées sur le territoire cantonal, identifier celles qui devraient être assainies, déterminer le type de mesures à prendre et fixer leur délai de réalisation.

L'annexe A6 du Module d'aide à l'exécution (Assainissement des éclusées – planification stratégique) énumèrent les diverses exigences minimales de l'OFEV. Ce rapport final de la phase de planification contient la liste des mesures proposées, une évaluation de leur coût et bénéfice ainsi qu'un phasage de réalisation jusqu'en 2030. L'OFEV devra se coordonner avec l'OFEN, autorité de tutelle pour la concession franco-suisse de Chancy-Pougny, qui coordonne les mesures touchant la concession de Chancy-Pougny avec les autorités françaises.

2 Mandat

Le présent mandat confié à COREALIS a pour objet l'établissement du dossier « Assainissement des éclusées – Planification stratégique Cantonale ». Les livrables exigés par l'OFEV sont réunis dans le présent rapport et ses annexes. Ces dossiers contiennent les données techniques ainsi que l'évaluation sommaire (Usine Richelien-Estier) ou approfondie (système Verbois-Seujet) sur l'impact des éclusées qui justifient les conclusions du rapport comme exigée par sur l'art. 41e, let. b, OEaux. La marche à suivre utilisée pour la rédaction de ce rapport suit l'approche préconisée par l'OFEV.

3 Processus consultatif cantonal LEAUX

Le Canton de Genève a mis en place un processus consultatif élargi pour traiter les aspects de la LEAUX. Il s'est déroulé en trois étapes : la consolidation du diagnostic sectoriel, l'établissement du catalogue de mesures, la projection de l'état attendu pour 2030.

3.1 Groupes de travail

Un premier groupe, appelé Groupe de Travail (ci-après GT Eclusées) et composé des exploitants, des bureaux privés, des services de l'Etat, du milieu académique, et des associations environnementales (Tableau 1), s'est réuni à trois reprises (10 avril, 22 mai et 16 juin 2014) pour discuter des assainissements des obstacles et des mesures. Les participants au GT Eclusées sont les suivants :

Tableau 1: Participants au groupe de travail Eclusées et leur affiliation

Affiliation	Nom
Etat de Genève, DGEAU	Etienne Monbaron Jalade (responsable volet)
Etat de Genève, DGNP	Gottlieb Dändliker
Etat de Genève, DGEAU	Arielle Cordonier
Etat de Genève, Service de l'énergie	Theodora Cohen-Liechti
SIG – Production hydroélectrique	Jean-Luc Zanasco
SIG – Ingénierie Projet	Seydina Diouf
SIG – Approvisionnement	Fabien Laroche
Commission pêche	Christophe Ebener
WWF-Genève	Vincent Jäggi
COREALIS (bureau privé)	Damien Sidler (coordinateur technique)
COREALIS (bureau privé)	Martin Schlaepfer

Les fiches des mesures ont été élaborées par un pool de spécialistes techniques. Ce groupe était constitué par des représentants de l'Etat (Etienne Monbaron Jalade, Gottlieb Dändliker et Dimitri Jaquet), le bureau GREN (Jean-Daniel Pilotto), le bureau Aquavision (Erik Bollaert) et le bureau COREALIS (Damien Sidler et Martin Schlaepfer).

Les résultats de la planification ont été présentés et discutés avec les exploitants (SIG, SFMCP, Baumgartner, et Estier) ainsi qu'avec les 55 participants au séminaire sur la planification cantonale (provenant des organisations non-gouvernementales, exploitants, universitaires, bureaux, pêcheurs, état, etc.). La liste complète des participants est accessible dans le [procès-verbal](#) du séminaire. De manière plus générale, tous les procès-verbaux et liste de participants à toutes les séquences de la planification cantonale pour les éclusées ont été mis en ligne.

3.2 Coordination avec d'autres planifications stratégiques cantonales

Un comité de pilotage (COFIL) composé des différents services de l'Etat de Genève s'est rencontré à cinq reprises en 2014. Le COFIL était responsable de la communication avec les exploitants, ainsi que la coordination entre les volets. Les secteurs suivants de l'état genevois étaient représentés sur le COFIL (Tableau 2).

La coordination avec les autres planifications stratégiques cantonales s'est également déroulée lors du séminaire sur la planification cantonale. Voir [programme et procès-verbal](#) du séminaire pour plus de détails.

Tableau 2: Membres du Comité de Pilotage pour la planification stratégique cantonale (4 volets)

Service de l'état	Nom
Direction Générale de l'Eau – Service Ecologie des Eaux	François Pasquini
Direction Générale Nature et Paysage	Gottlieb Dändliker
Direction Générale de l'Eau – Service de renaturation	Alexandre Wisard
Service de l'énergie	Olivier Epelly
Service de l'énergie	Remy Beck
Direction Générale de l'Eau – Service Ecologie des Eaux	Etienne Monbaron-Jalade
Direction Générale de l'Eau – Service de renaturation	Marianne Gfeller Quitain
Direction Générale Nature et Paysage	Dimitri Jaquet
Direction Générale de l'Eau – Planification de l'Eau	Anne-Marie Huismans
COREALIS	Damien Sidler (coordinateur technique)

4 Définition légale des éclusées

Art. 41e OEaux Atteintes graves dues aux éclusées

Les éclusées portent gravement atteinte à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes lorsque:

- a. le débit d'éclusee d'un cours d'eau est au moins 1,5 fois supérieur à son débit plancher; et que*
- b. la taille, la composition et la diversité des biocénoses végétales et animales typiques de la station sont altérées, en particulier en raison de phénomènes artificiels survenant régulièrement, comme l'échouage de poissons, la destruction de frayères, la dérive d'animaux aquatiques, l'apparition de pointes de turbidité dans l'eau ou la variation non admissible de la température de l'eau.*

Le rapport de la CEATE-E (2008)¹ ne définit comme étant des éclusées que les variations de débit régulières et de courte durée qui résultent directement des variations quotidiennes «ordinaires» du débit exploité par une centrale hydroélectrique. Ainsi, même des installations ne disposant que d'une retenue relativement petite (réservoir hebdomadaire, p. ex.) peuvent provoquer des éclusées. Il s'agira par ailleurs de déterminer au cas par cas si des installations encore plus modestes, tels des moulins ou des scieries avec étang-réservoir, engendrent également des éclusées. Selon la CEATE-E (2008), les installations de ce type occasionnant des «variations problématiques du débit» devraient être examinées.

Ne sont pas considérées comme éclusées au sens de l'art. 39a LEaux toutes les autres variations anthropiques du débit, telles les variations journalières non occasionnées par l'exploitation d'une centrale hydroélectrique. Il peut par exemple s'agir du déversement de l'effluent d'une station d'épuration, qui s'écoule également en grandes quantités à certaines heures de la journée. Les variations de débit ainsi engendrées n'égalent guère celles provoquées par une centrale. Ne sont pas non plus considérées comme éclusées les pointes de débit que les centrales ne produisent qu'occasionnellement (lors du curage ou du dessablage du bassin de retenue, d'arrêts d'urgence, d'une simple démonstration de petites centrales en fin de semaine, etc.).

¹ CEATE-E (2008) : Initiative parlementaire Protection et utilisation des eaux. Rapport du 12 août 2008 de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil des Etats (07.492), FF 2008 7307

5 Liste des centrales hydroélectriques existantes susceptibles de provoquer des variations de débit

Les ouvrages hydroélectriques du Canton de Genève sont au nombre de six. Deux se trouvent sur la Versoix, une sur l'Arve et les trois dernières sur le cours du Rhône.

Tableau 3: Liste des installations hydroélectriques sur le canton par bassin versant

Bassin versant	Centrale hydroélectrique
01 - AIRE & DRIZE	-
02 – SEYMAZ	-
03 – FORON	-
04 - LAIRE	-
05 - ALLONDON	-
06 – HERMANC	-
07 - VERSOIX	① Centrale de la Vieille Bâtie (Baumgartner) ② Centrale Jean Estier(Richelien)
08 - MARQUET-GOBET-VENGERON	-
09 - NANT D'AVRIL	-
10 - RHÔNE	③ Ouvrage hydroélectrique du Seujet (production auxiliaire) ④ Ouvrage hydroélectrique de Verbois (système mixte Verbois –Seujet) ⑤ Ouvrage hydroélectrique de Chancy-Pougny
11 - ARVE	⑥ Ouvrage hydroélectrique de Vessy
12 – LÉMAN	-

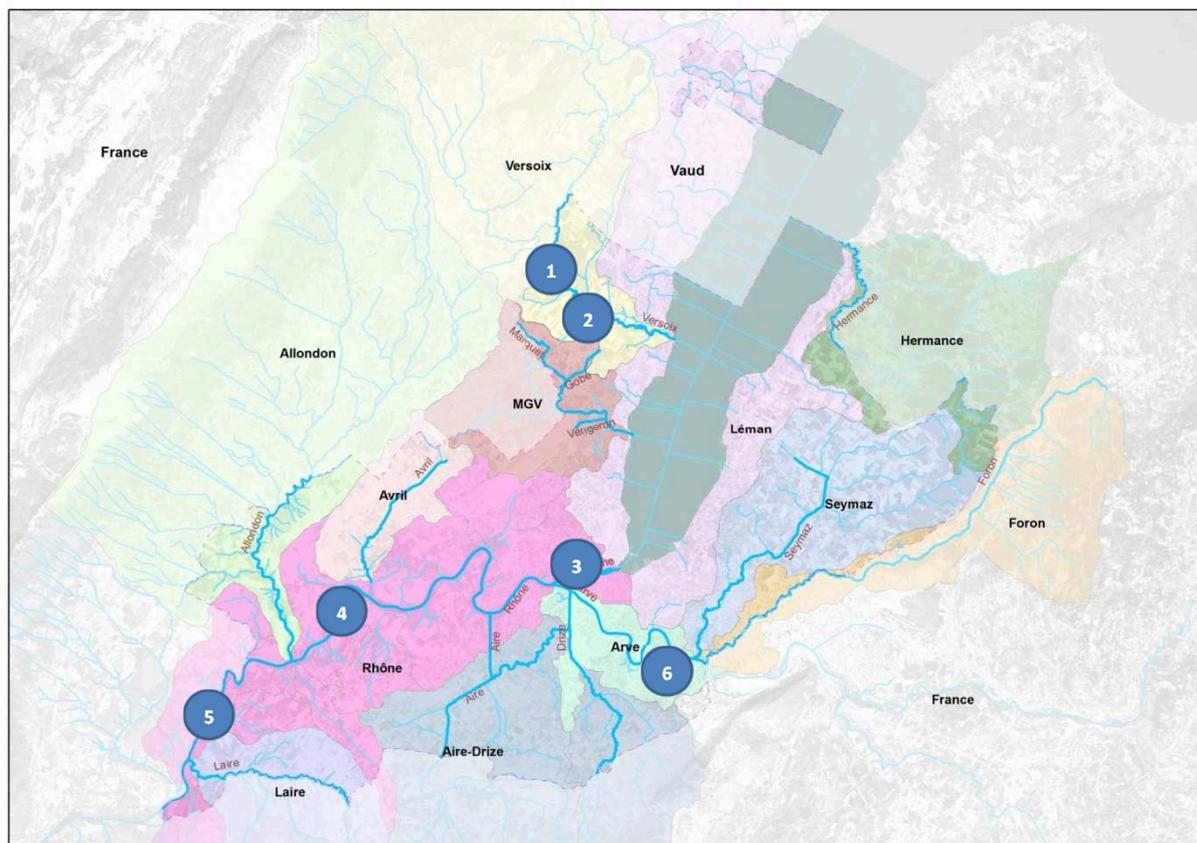


Figure 1: Bassin versants et centrales hydroélectriques du canton

6 Délimitation des systèmes de production du Rhône genevois

La situation des concessions hydroélectriques du Rhône est assez complexe. L'exploitation énergétique du tronçon genevois est parfaitement coordonnée par les concessionnaires, bien que les trois ouvrages existants soient soumis à des législations et textes réglementaires découlant d'autorités ou de groupements de collectivités très différents. Ainsi, la lecture stricte des textes indépendants de chaque concession ne permet que difficilement une compréhension globale du fonctionnement du système.

Cette délimitation a été proposée au comité de l'association pour une énergie respectueuse de l'environnement (connue par son acronyme allemand VUE²) qui l'a validée dans le cadre de la certification naturemade star de la production auxiliaire du Seujet.

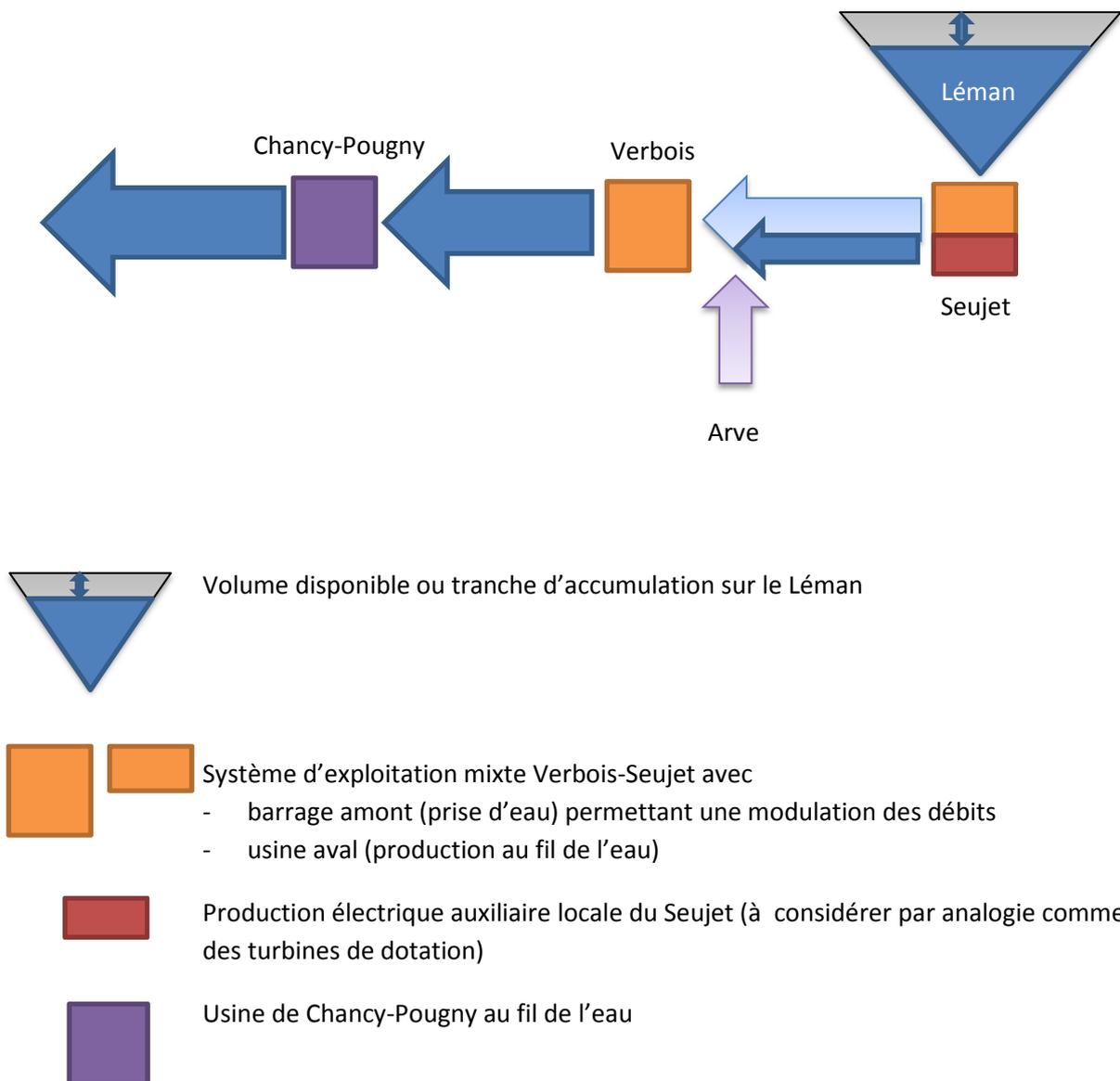


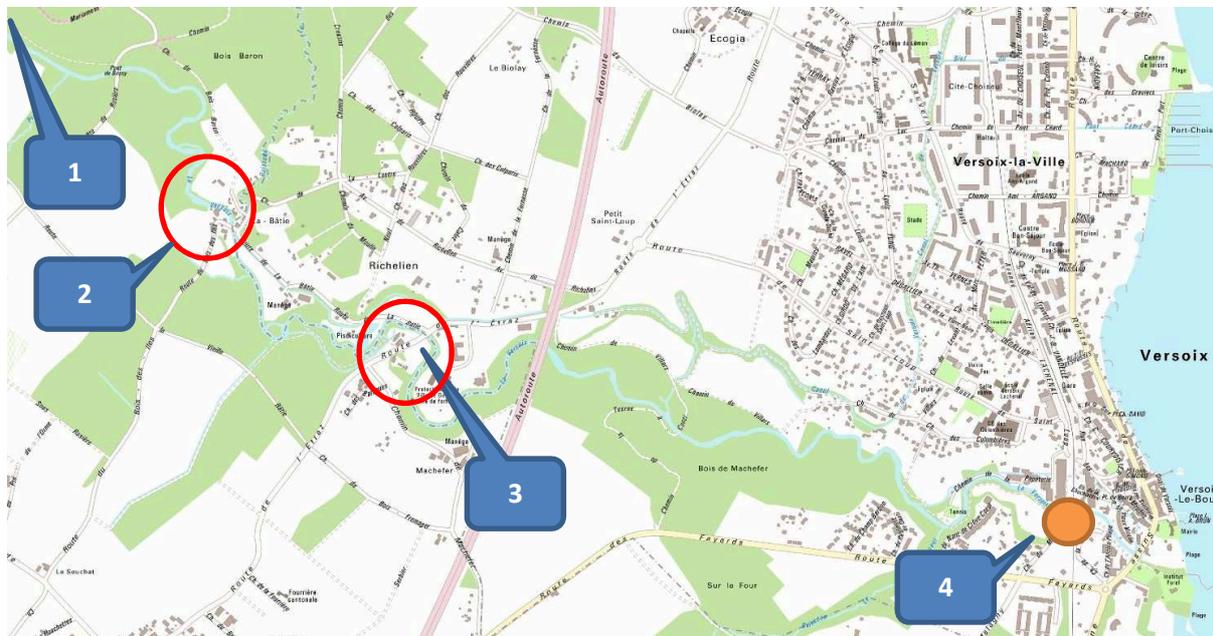
Figure 2: Délimitation du système mixte Verbois-Seujet

² VUE : Veren für Umweltgerechte Energie

6.1 Vérification formelle du régime d'éclu­sée au sens de la LEaux

6.1.1 La Versoix

Les concessions prévoient une exploitation au fil de l'eau. L'analyse des débits 2008-2012 homologuées de la station cantonale située proche de l'embouchure avec le lac Léman, à 4-6 kilomètres en aval ne laissent pas apparaître de variation cyclique quotidienne, même petite.



Installations permettant le contrôle des paramètres hydrauliques sur la Versoix	
1 – Limnimètre 145-11.500 (pK 11.5)	Débit total amont
2 – Centrale Baumgartner Echelle limnimétrique pK 6.3	Niveau amont Débit résiduel
3 – Centrale Estier	Débit total aval calculé
4 – Station limnigraphique : VERSOIX-CFF Coordonnées 501'889 / 125'792	Débit total Niveaux

Figure 3 : Installations permettant le contrôle des paramètres hydrauliques sur la Versoix (les centrales sont indiquées par des cercles rouges, et les points de mesures limnimétriques par des points oranges)

Méthode (tiré du chapitre 3.7.3. du module Hydrologie du SMG (Pfaundler et al. 2011))

Le rapport débit d'écluse/débit plancher $V_{ép}$ désigne un rapport représentatif des débits apparaissant durant les phases d'écluse et les phases de débit plancher. Ce rapport représentatif s'obtient en calculant le quantile 80% des rapports du débit maximal journalier et du débit minimal journalier d'un échantillon représentatif.

$$V_{ép} = \text{quantile 80\% de } \left(\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \right)$$

Q_{\max} Débits maximaux journaliers (sur la base des débits instantanés)

Q_{\min} Débits minimaux journaliers (sur la base des débits instantanés)

Remarque 1: Les débits maximaux et minimaux journaliers se déterminent sur la base d'un échantillon de chaque fois 10 semaines avec des éclusées pendant des conditions d'étiage pour les cinq ans les plus représentatifs du régime d'exploitation actuel (en règle générale les cinq ans les plus récents)

Remarque 2: Le rapport entre le débit maximal journalier et le débit minimal journalier est calculé pour chaque jour puis le quantile 80% des rapports est déterminé.

Remarque 3: L'utilisation du quantile 80% permet d'orienter la valeur à la limite supérieure de la distribution des rapports journaliers (entre débit journalier maximal et débit journalier minimal) tout en évitant que les événements extrêmes dominent le résultat. En outre l'influence des jours sans éclusée prononcée (p. ex. durant les week-ends) est minimisée.

Pour le calcul de ce rapport sur la Versoix, les données utilisées proviennent de la station cantonale située sous le pont CFF :

Périodes d'étiage : 217 jours tirés de février 2008, mai 2008, mai 2009, juillet 2010, avril 2011, septembre 2012

- ➔ 80% centile du Q_{\max}/Q_{\min} toutes données = 1.34
- ➔ 80% centile du Q_{\max}/Q_{\min} périodes d'étiage = 1.33

Baumgartner

Il s'agit d'un ouvrage par dérivation avec réglage manuel de la prise d'eau. Une accumulation n'est pas possible en amont. Lors de l'analyse du fonctionnement journalier, il n'est pas exclu que des variations quotidiennes du débit soient produites à l'intérieur du tronçon à débit résiduel. Elles restent cependant accidentelles et pourraient être supprimées par un équipement automatisé de la prise d'eau et des systèmes de contrôle. Aucune accumulation n'est possible et l'amplitude de ces variations reste très faible.

- ➔ L'installation ne provoque pas d'écluse au sens de la LEaux.

Estier

Il s'agit d'un ouvrage par dérivation avec réglage manuel de la prise d'eau. Une accumulation n'est pas possible en amont. Cependant la configuration de l'ouvrage, équipé de deux turbines avec des points de restitution différents et dont le plus en aval court-circuite un méandre, peut provoquer des variations subites des débits. Lors de l'analyse du fonctionnement journalier, il est fort probable que des variations du débit soient produites à l'intérieur du tronçon à débit résiduel et en aval des points de restitutions, provoquées par la mise en marche et l'arrêt du groupe secondaire. On constate également à la station cantonale aval des variations épisodiques parfaitement perceptibles sur le débit total et qui pourraient être imputées à cette exploitation.

- ➔ L'installation ne provoque pas d'éclusee au sens de la LEaux. Cependant une évaluation sommaire est possible sur la base de relevés existants sur le tronçon court-circuité et le tronçon aval.

L'analyse sommaire des effets du fonctionnement de l'ouvrage Estier sur la taille, la composition et la diversité des biocénoses végétales et animales typiques de la Versoix permet de conclure que cette exploitation ne provoque pas d'atteinte grave au sens de la législation actuelle sur la protection des eaux, bien que des poissons échoués ont été observés à plusieurs reprises suite à des mises en route de groupe ou des ouverture de vannes.

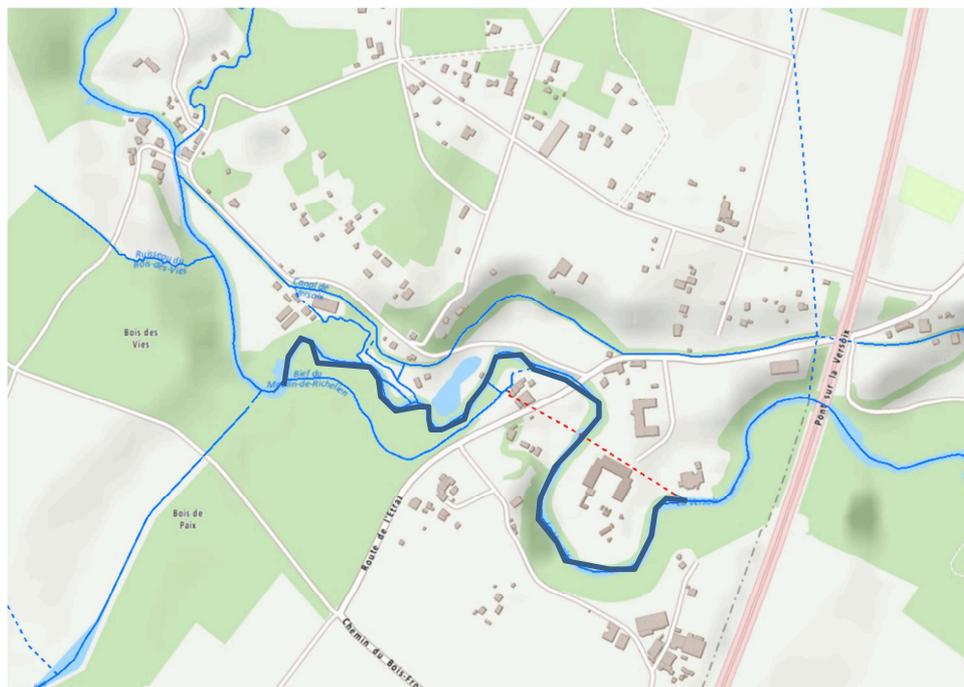


Figure 4 : Tronçon à débit résiduel (en bleu foncé) de l'usine de Richelien - Jean Estier

Tableau 4 : Evaluation sommaire en aval du tronçon à débit résiduel

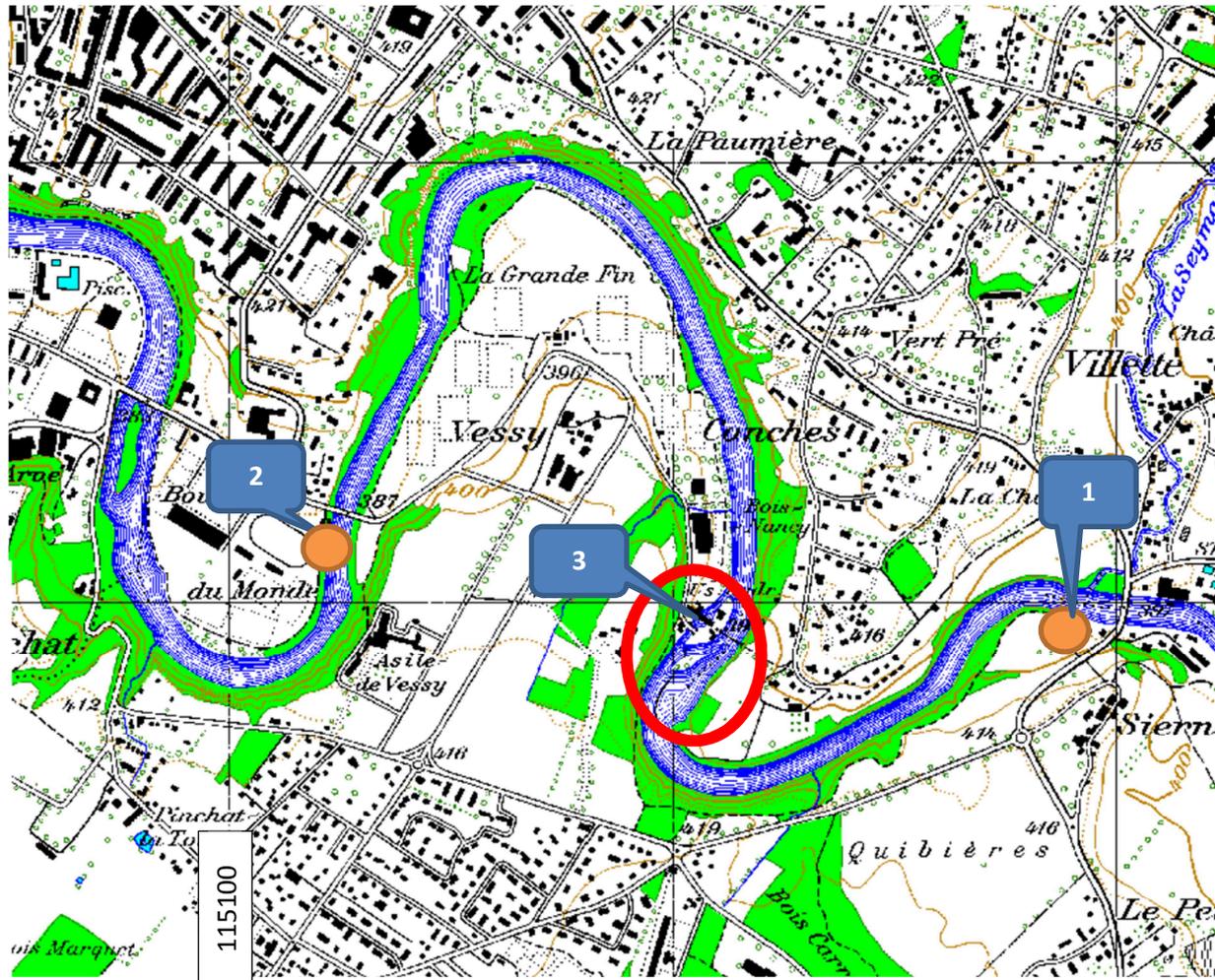
Evaluation sommaire Ouvrage Jean ESTIER - Richelien		
Indicateurs	Dépend aussi de la qualité de l'eau et de la morphologie	Etat actuel
P1 Module poissons du SMG	OUI	
P4 Reproduction des poissons	OUI	
P5 Productivité piscicole		E
B1 Biomasse du macrozoobenthos	OUI	
B2 Module macrozoobenthos du SMG	OUI	E
B4 Familles d'insectes	OUI	E
H1 Colmatage		
D1 Débit minimal		

Légende : mauvais état, état médiocre, état moyen, état bon / E : Estimé / I : indéterminé

- ➔ Ces conclusions peuvent de notre point de vue être interprétées comme étant définitives. Il est dès lors possible d'exclure également l'ouvrage Estier définitivement de la procédure.

6.1.2 L'Arve

L'Arve est un cours d'eau avec régime torrentiel avec charriage de matériaux fins et de bois morts. Son équipement est volontairement sous-dimensionné en Suisse.



Installations permettant le contrôle des paramètres hydraulique sur l'Arve	
1 - Station du Pont de Sierne – SIG	Débits + Niveaux amont
2 – Station du Bout-du-Monde (OFEV . SHGN station n°2170 Arve-Genève, Bout du Monde) Coordonnées 501220 – 115120	Débits + Niveaux aval
3 – Centrale hydroélectrique de Vessy	Débits d'exploitation <ul style="list-style-type: none"> • Production électrique • Débit de décharge • Débit de chasse • Réinfiltration nappe Débit résiduel calculé Niveau amont

Figure 5 : Installations permettant le contrôle des paramètres hydraulique sur l'Arve (les centrales sont indiquées par des cercles rouges, et les points de mesures limnimétriques par des points oranges)

Vessy

Il s'agit d'un ouvrage par dérivation avec réglage automatique de la prise d'eau. Une accumulation marquée n'est pas possible en amont. Etant donné la configuration de l'ouvrage et notamment des points rapprochés de restitution des débits de crue et d'exploitation, on peut exclure de larges variations sur le tronçon à débit résiduel. Seules des variations mineures imputables à l'exploitation de Vessy sont décelables.

Pour le rapport entre débit plancher/débit plafond selon méthode OFEV, les données proviennent de la station OFEV du Bout-du-Monde, période 2008-2012.

Périodes étiage (sans crues) : 160 jours tirés de septembre 2009, octobre 2009, octobre 2010, février 2011, mars 2011, novembre 2011, et février 2012

Bout-du-Monde : toutes données 2008-2012 : 80% centile : **1.73**
 Données étiage : 80% centile : **1.83**

Le **ratio constaté** à l'aval de Vessy est donc supérieur à la limite fixée de **1.50**.

On constate effectivement des variations quotidiennes de l'ordre de quelques dizaines de m³ sur l'Arve. Cependant ces variations proviennent d'exploitations en amont, situées sur le cours français de l'Arve, et ne sont donc pas imputables à l'ouvrage de Vessy qui peut être qualifié de neutre sur les débits. Afin de s'en convaincre, nous avons calculé les ratios aux mêmes périodes à la centrale d'Arthaz en amont.

Arthaz, toutes données 2008-2012, 80% centile : **1.74**
 Données étiage : 80% centile : **1.84**

Les éclusées sont déjà existantes avant que l'Arve ne pénètre sur territoire suisse.

Des négociations avec les autorités françaises seront initiées par le Canton de Genève pour tenter de restreindre ces modulations dans le cadre du contrat de bassin transfrontalier. L'installation ne provoque pas d'éclusee au sens de la LEaux.

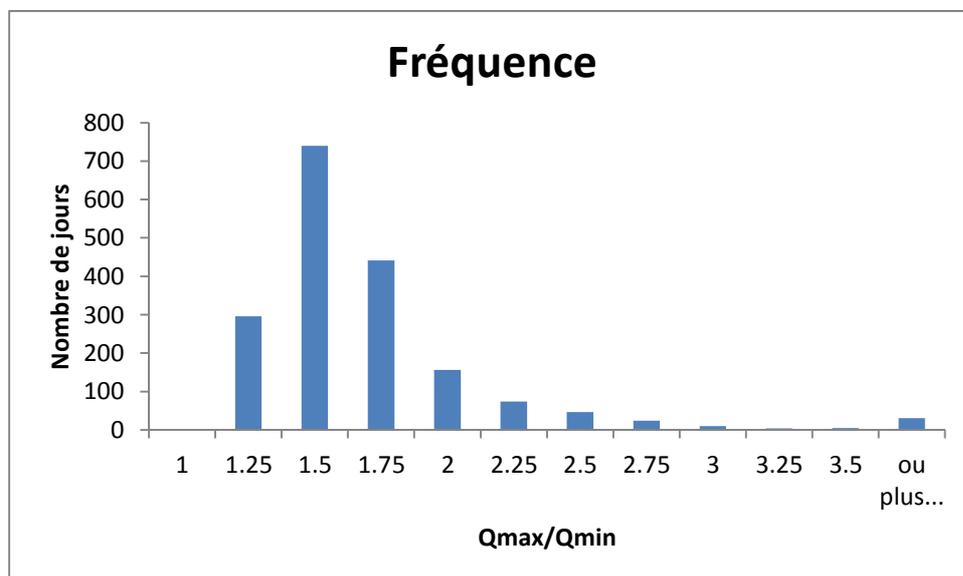


Figure 6 : Nombre de jours de la période 2008-2012 où un ratio Dmax/Dmin est atteint sur l'Arve

6.1.3 Le Rhône

Comme expliqué au point 5.1, les débits du Rhône sont modulés selon l'état de la tranche disponible sur le Léman servant de lac d'accumulation.

Production auxiliaire Seujet

La production auxiliaire locale du Seujet n'est pas à l'origine de la modulation des débits du Rhône qui existait déjà avant la mise en service de ces groupes de production en 1995. La production est même péjorée par les débits de pointe engendrés par l'exploitation de Verbois qui diminuent la chute au Seujet. Cette production participe passivement à la modulation des débits en aval, mais n'a pas d'influence : pour preuve, les débits maximaux journaliers dépassent parfois le débit d'équipement alors que le débit journalier moyen lui est inférieur.

→ L'installation ne provoque pas d'éclusée au sens de la LEaux.

Système mixte Verbois-Seujet

Le système mixte tel que décrit au point 5.1 est à l'origine des éclusées constatées sur le Rhône. Le calcul du ratio entre le débit plancher et le débit plafond démontre une exploitation présentant des variations saisonnières, hebdomadaires et surtout quotidiennes très marquées, bien supérieures au ratio limite de 1,5 :1.

Tableau 5 : Ratios journaliers entre débits plancher et débits plafond par période sur le Rhône

Période	Ratio (80% centile)
Eté (Débit minimum 100 m³/s)	
Sur débit hebdomadaire moyen	4.03
Sur débit journalier moyen jour de travail	4.43
Sur débit journalier moyen week-end	3.03
Hiver (Débit minimum 50 m³/s)	
Sur débit hebdomadaire moyen	8.82
Sur débit journalier moyen jour de travail	9.76
Sur débit journalier moyen week-end	5.98

→ L'installation provoque des éclusées au sens de la LEaux.

Chancy-Pougny

L'exploitation de cet ouvrage est effectuée strictement au fil de l'eau. Située en aval du système de modulation Verbois-Seujet, elle bénéficie passivement du régime de débits modulés. La SFMCP, exploitante, n'a cependant aucun droit légal à faire valoir sur la gestion du système amont. Son contrat de reprise d'énergie ne spécifie pas de variation horaire des tarifs ni de prime de puissance : son chiffre d'affaires annuel dépend uniquement du volume annuel turbiné, indépendamment de la demande horaire. Pour ces raisons, elle est considérée comme indépendante du système mixte Verbois-Seujet. La concession de Chancy-Pougny est suivie conjointement par les autorités françaises et suisses.

→ L'installation ne provoque pas d'éclusée au sens de la LEaux.

7 Installations ne provoquant pas d'atteinte grave

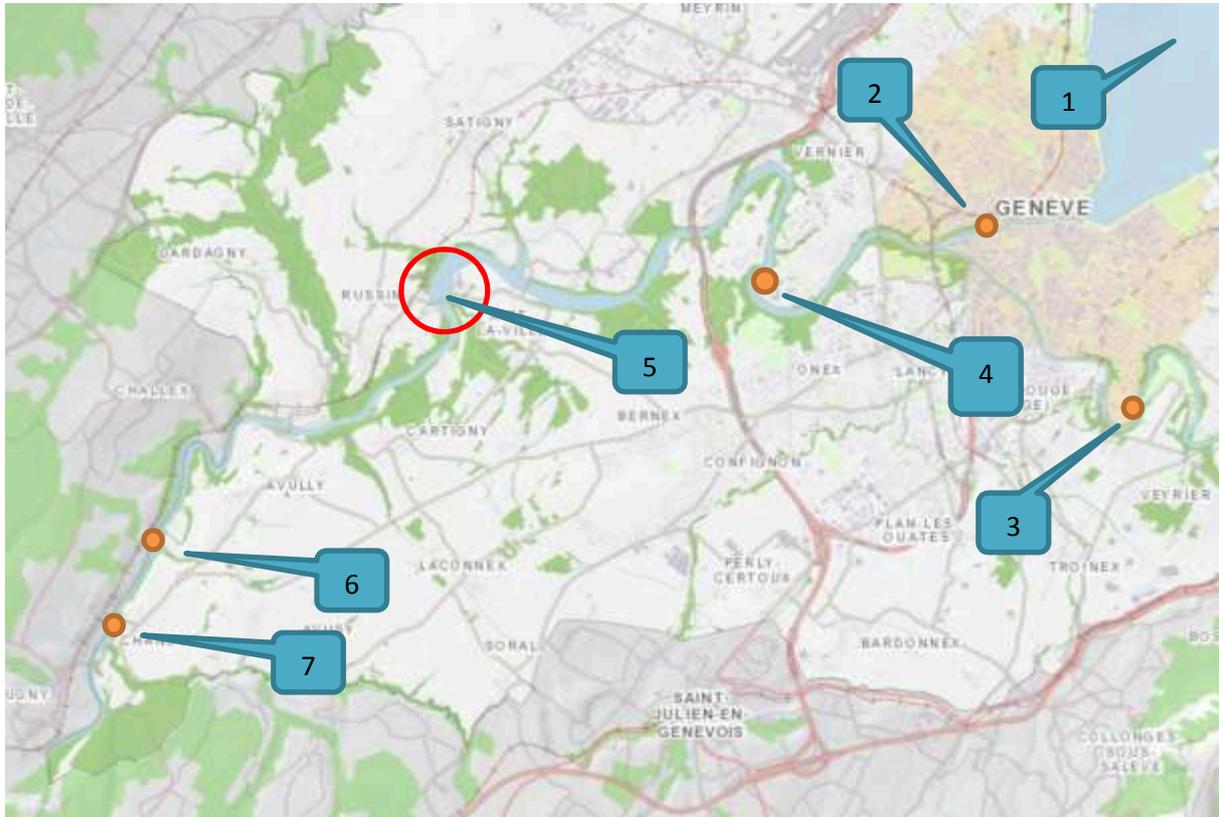
A ce stade, les installations suivantes ne provoquent pas d'éclusées au sens de la LEaux et peuvent être exclues de la procédure :

- Baumgartner
- Estier
- Vessy
- Production auxiliaire Seujet
- Chancy-Pougny

8 Installation provoquant des atteintes graves

Le système Verbois-Seujet a fait l'objet d'une analyse sommaire et approfondie.

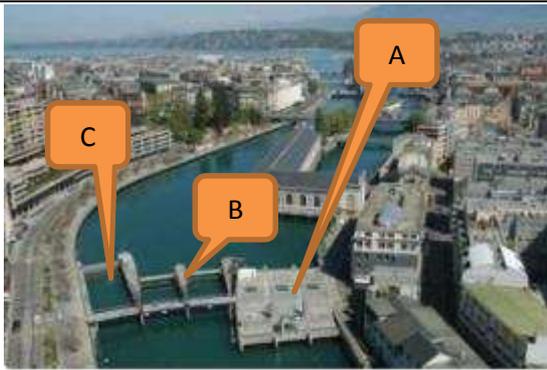
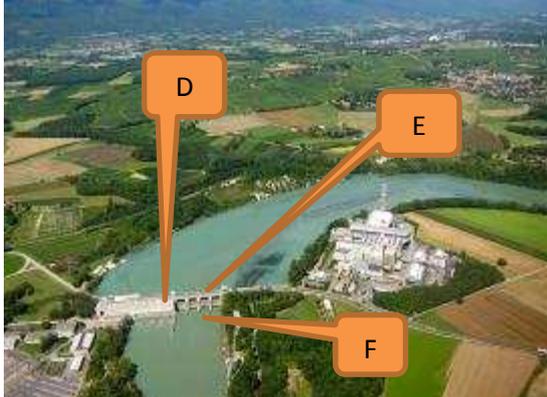
8.1 Description des parties d'installations



Installations permettant le contrôle des paramètres hydrauliques	
1 - Dispositif amont (accumulation)	Niveau lac St-Prex Débit entrant Rhône VS Débits principaux affluents secondaires
2 – Centrale du Seujet	Débit Emissaire Léman modulé Niveau amont / niveau aval Rhône urbain
3 - Station OFEV Arve, Bout-du-Monde	Débit + Niveau Arve
4 – Station limnimétrique d'Aire pK 8.2	Niveau Rhône
5 – Centrale de Verbois	Débit turbiné Groupes 1, 2, 3 et 4 Débit Vannes clapet 1, 2, 3, 4 Débit Vannes secteur 1, 2, 3, 4 Débit passe à poissons Débit d'attrait (turbine 5) Niveaux amont et aval
6 – Centrale de Chancy-Pougny	Débit total
7 - Station OFEV aux Ripes	Niveau Rhône Débit Rhône

Figure 7 : Installations permettant le contrôle des paramètres hydraulique sur l'Arve (les centrales sont indiquées par des cercles rouges, et les points de mesures limnimétriques par des points oranges)

8.2 Parties d'installations à l'origine d'éclusées

<p>A – 3 Groupes hydroélectriques du Seujet B – 2 vannes secteur C- Ecluse à bateaux avec programme piscicole</p>	 <p>Le barrage usiné du Seujet (© SIO, R. Mutterli)</p>
<p>D – 4 groupes hydroélectriques à Verbois E – 4 vannes clapet F – 4 vannes secteur</p> <p>(selon concession, Verbois est exploité dans le système complexe au fil de l'eau, le débit arrivant en amont est donc restitué en tout temps en aval)</p>	

8.3 Tronçons considérés

Le Rhône genevois est découpé en 7 tronçons afin de différencier les effets des éclusées.

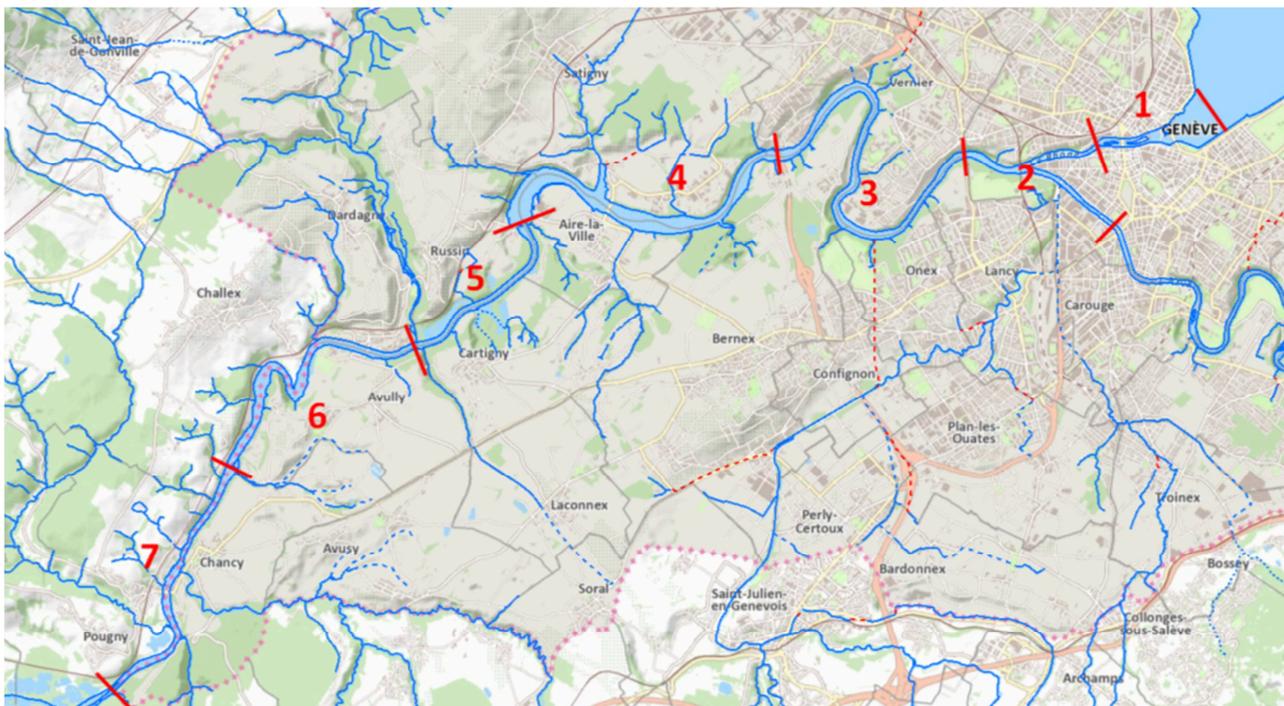


Figure 8 : Découpage des 7 tronçons considérés sur le Rhône

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
KM de (m)	0	1100	3190	9345	14315	17150	21570
KM à (m)	1100	3190	9345	14315	17150	21570	25410
Longueur (m)	1100	2090	6155	4970	2835	4420	3840
Largeur moyenne (m)	143.15	85.39	108.72	197.52	87.52	111.32	96.36
Surface (ha)	13.61	17.50	65.66	101.67	27.71	49.40	34.76
Altitude max-min-moy du plan d'eau	372.00 371.00 371.50	371.00 370.00 370.50	370.00 369.50 369.75	369.50 369.00 369.25	350.00 348.50 349.25	348.50 348.00 348.25	338.00 333.00 335.50
Altitude max-min-moy du lit		362.95 365.50 368.60	351.57 362.38 367.98	352.79 359.03 367.45	339.10 345.93 349.04	333.83 341.65 347.78	323.97 330.63 335.12
Pente moyenne lit	1‰	1‰	1‰	2.2‰	1.4‰	1.7‰	2.4‰
Profondeur moyenne à 60 m3/s	2.8 ?	3.64	6.73	7.74	2.01	5.4	2.81
à 620 m3/s	2.5 ?	3.89	5.83	7.5	3	6	3
Morphologie état de référence	Lit avec divagation et îlots	Alternance de bancs de graviers	Cours d'eau avec méandres	Cours d'eau avec méandres	Lit avec divagation et îlots	Cours d'eau avec méandres	Lit avec divagation et îlots
Morphologie actuelle	Lit rectiligne	Cours d'eau avec méandres	Cours d'eau avec méandres	Cours d'eau avec méandres	Lit rectiligne	Cours d'eau avec méandres	Lit rectiligne
Eta écomorphologique actuel	Non naturel / artificiel	Non naturel / artificiel	Peu atteint	Peu atteint	Non naturel / artificiel	Peu atteint	Très atteint
Zonation piscicole initiale	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre
Zonation piscicole actuelle	Barbeau	Barbeau	Barbeau	Brème	Barbeau	Brème	Ombre

8.5 Etats considérés

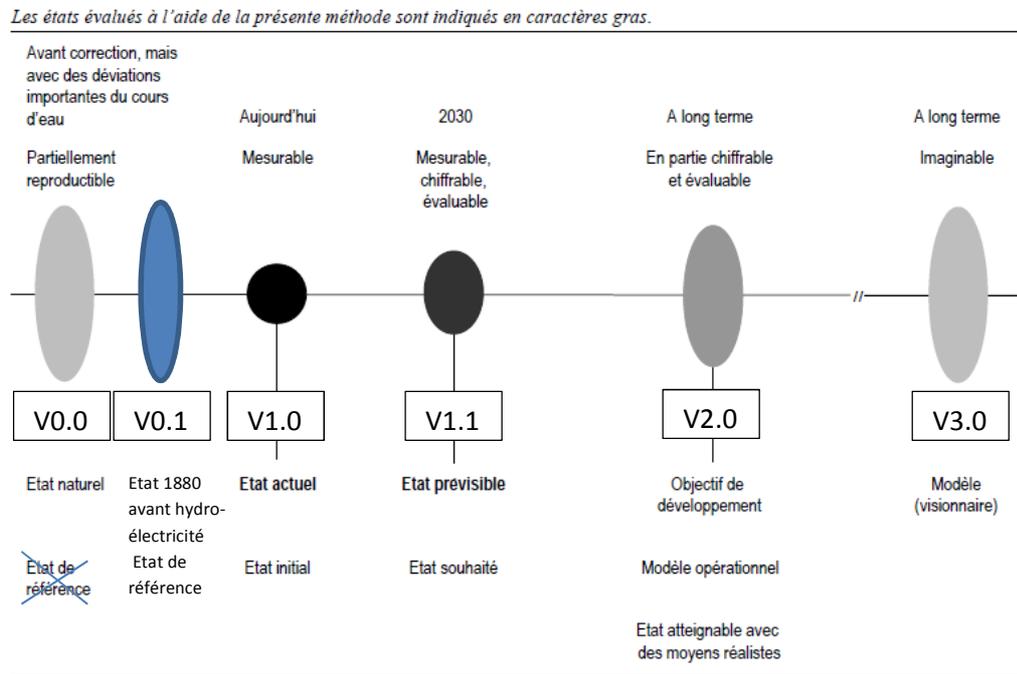


Figure 9 : Différents états considérés (OFEV, adapté au cas du Rhône genevois)

V0.0 : Etat « naturel » du Rhône genevois

Cet état décrit le Rhône genevois avant que le développement de la Ville ne le confine dans son lit, sans régulation des débits sortants du lac et sans ouvrage de protection majeur.

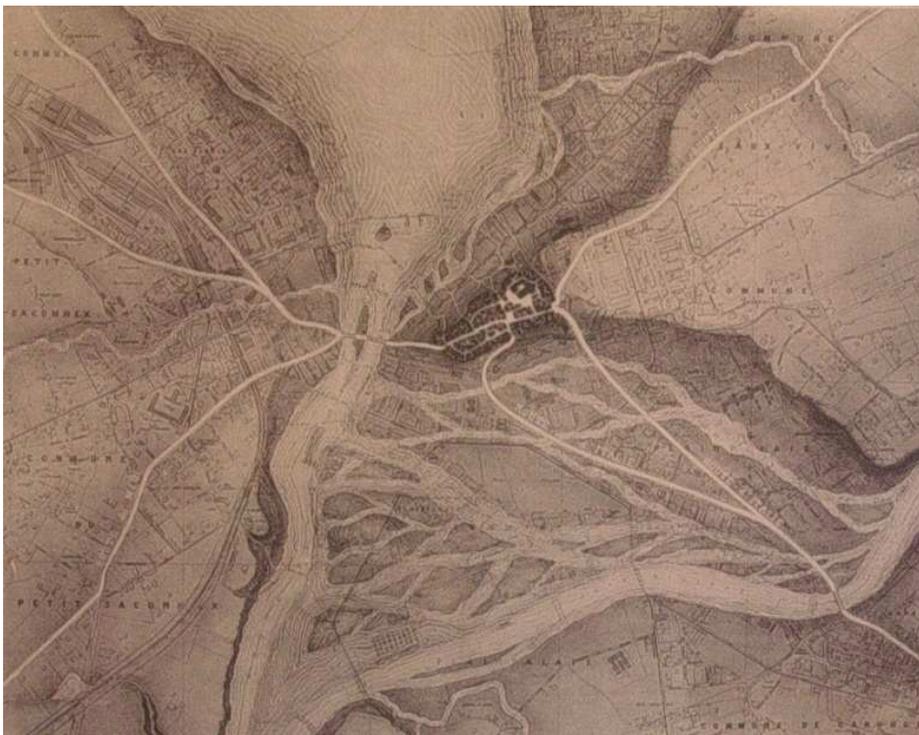


Figure 10 : Représentation cartographique ancienne du Rhône à la sortie du léman (Source non spécifiée)

V0.1 : Etat de référence 1880

Cet état décrit la situation du Rhône avant les ouvrages hydroélectriques majeurs apparus avec le chantier du Bâtiment des Forces Motrices de 1883-1886 et l'installation des 39 persiennes au Pont de la Machine servant de régulation des eaux du Léman. Puis vinrent l'usine hydroélectrique de Chèvres en 1896, Chancy-Pougny en 1924, Verbois en 1944 et Seujet en 1995. Il constitue l'état de référence de l'étude.

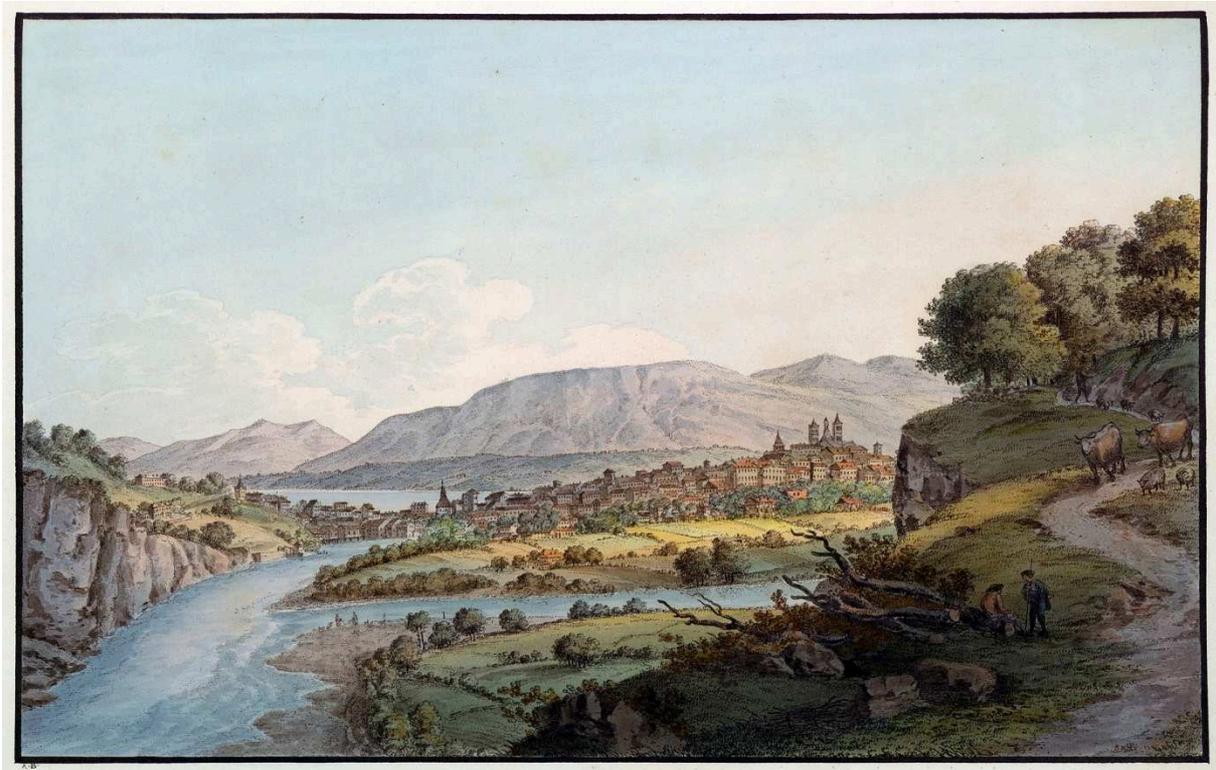


Figure 11 : Vue de la Jonction avant l'ère industrielle (Source...)

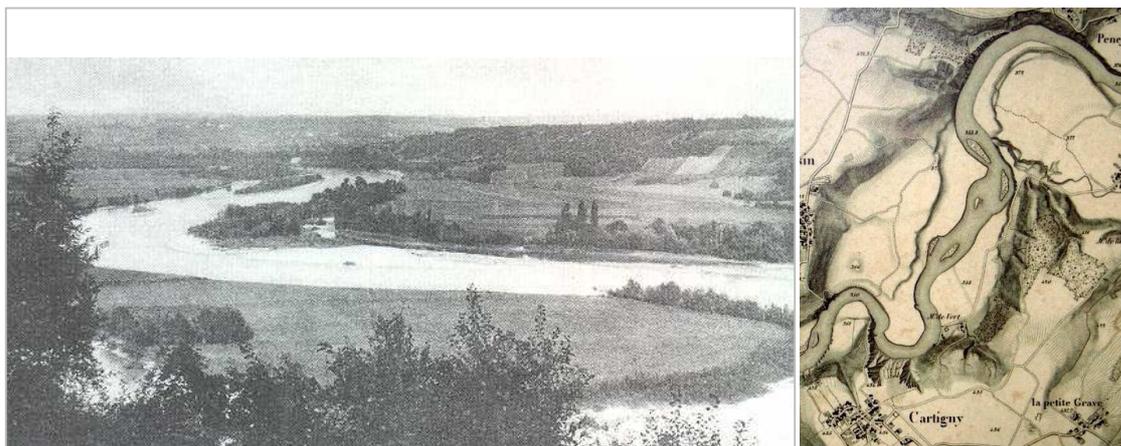


Figure 12 : Méandres de Cartigny avant la construction du barrage de Verbois

Les importants apports de graviers de l'Arve et les hautes eaux du lac Léman lui assurent un caractère alluvial, permettant à une végétation pionnière (p. ex. *potentilla alba*) et des cordons boisés d'essences de bois tendres (p.ex. saules), régulièrement inondés par les crues de s'y développer.



Figure 13 : Iles alluviales typiques du Rhône genevois d'avant l'ère hydroélectrique

Le substrat est renouvelé par les crues morphogènes et les invertébrés le colonisent en abondance. Cette base alimentaire profite aux échassiers tel le chevalier guignette comme aux poissons.

Au niveau piscicole cet état de référence présente une zone à ombre. Les populations de truites de rivières et lacustres s'y trouvent également bien représentées ainsi que le spirilin.

Cette importante biomasse piscicole plaît aux oiseaux piscivores tels le martin-pêcheur ou la sterne pierregarin.

On y trouve également des populations stables de castors et de loutre, de blaireaux et de plus grande faune. L'hirondelle de rivage colonise les falaises d'érosion.

Le courant profite aux larves d'insectes, alors que les libellules adultes et les papillons s'accommodent des herbacées des rives.

V1.0 : Etat actuel (=état initial)

L'état actuel représente l'état des équipements du système actuel avec le régime d'exploitation prévu par les concessions en vigueur. Il est largement décrit ci-après au travers des indicateurs.



Figure 14 : A gauche la Jonction du Rhône et de l'Arve, à droite le canal de fuite de Verbois et les anciens méandres de Cartigny

Le Rhône genevois présente une alternance de retenues de barrages (au nombre de 3), aux rives très urbanisées (Seujet) ou d'aspect naturel (Verbois, Chancy-Pougny,) et de tronçons lotiques fortement

canalisés. Seul le tronçon tout à l'aval présente un écoulement relativement libre, avec toutefois la présence d'une digue limitant l'incision du lit de la rivière.

Les cordons boisés sont vieillissants et peu renouvelés par l'effet des crues. Des roselières se développent notamment grâce aux mesures de compensation des exploitants hydroélectriques menés sur les pourtours des retenues.

Du point de vue piscicole, la catégorisation s'est « déplacée » vers une zone à barbeaux.

- ➔ **Espèces profitant du changement** : le barbeau, les cyprinidés, les oiseaux hivernants (fuligules)
- ➔ **Espèces se maintenant grâce aux actions de l'Homme** : le castor, la sterne pierregarin, etc.
- ➔ **Espèces menacées** : l'ombre, la truite lacustre, le spirilin, l'epipactis du Rhône (*E. rhodanensis*), la potentille blanche, l'hirondelle des rivages etc.
- ➔ **Espèces disparues** : la loutre, le chevalier guignette etc.

V1.1 : Etat prévisible 2030

Cet état tient compte de toutes les modifications pouvant être apportées à l'état du cours d'eau d'ici à 2030, sauf une éventuelle atténuation des éclusées. Il y a lieu de considérer les variations prévisibles de la qualité physico-chimique de l'eau ainsi que l'évolution de sa morphologie (élargissement, renaturation, nouveaux équipements de protection contre les crues et hydroélectriques).

Voici une liste (non exhaustive) de variables à prendre en considération pour la projection de cet état :

- ➔ Apports d'alluvions de l'Arve
- ➔ Gestion des sédiments fins et grossiers
- ➔ Barrage hydroélectrique de Conflan
- ➔ Renaturation des berges (La Plaine, Confluence Arve-Rhône etc.)
- ➔ Améliorations vs augmentation de capacités STEPs : Aïre, Bois de Bay et Chancy II
- ➔ Changement climatique :
 - Température de l'eau
 - Périodes de crues et d'étiages plus prononcés
- ➔ Développement de l'hydrothermie sur le cours de l'Arve et du Rhône

V2.0 : Objectif de développement

Cet état résulte de l'état prévisible 2030 et des effets de l'ensemble des mesures constructives et d'exploitation prises jusqu'en 2030 afin de réduire l'impact des éclusées.

Les objectifs globaux des différents SPAGEs genevois visent notamment à :

- Redonner des espaces de vie aux espèces emblématiques des cours d'eau genevois dont les populations sont menacées ou ont disparues.
- Retrouver un paysage alluvial le cas échéant
- Offrir des espaces de loisirs et de détente en zone naturelle

En particulier les objectifs de réduction des impacts des éclusées se concentreront sur les aspects suivants :

- ➔ Améliorer les conditions de reproduction des espèces typiques de la zone à ombres, dans les tronçons lothiques
- ➔ Améliorer les conditions de grossissement des espèces typiques de la zone à ombres dans les tronçons lentiques (retenues)
- ➔ Création d'un lit mineur et des espaces de divagation permettant de recréer une succession dynamique de la végétation des rives

V3.0 : Modèle visionnaire

Ce modèle projette l'état souhaité au terme des droits d'eau concédés sur le Rhône, soit aux environs de 2060. Quelle place pour l'hydroélectricité, sous quelle forme et selon quelles modalités ? Ces questions seront probablement débattues après 2030.

8.6 Description de la régulation des débits par le Seujet

8.6.1 Causes de la modulation

Les fluctuations de débits du Rhône ont des origines diverses.

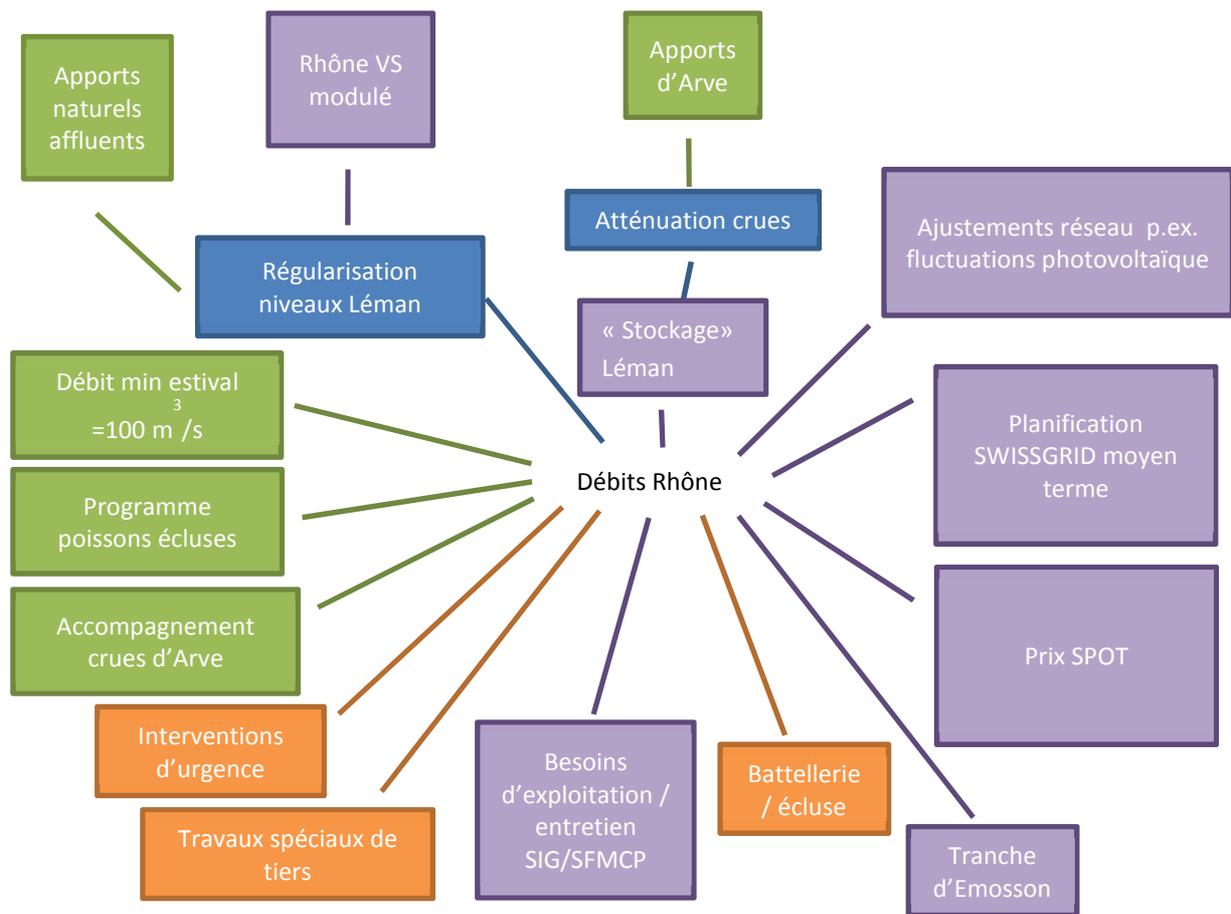


Figure 15 : Origines des fluctuations de débits du Rhône (en vert débits environnementaux, en bleu débits de sécurisation, en violet débits liés à la production électrique et d'équilibrage réseaux, en orange débits liés à d'autres activités)

La modulation pratiquée sur le Rhône genevois résulte de différents textes légaux à savoir

- L'acte intercantonal L 2 15 du 11 septembre 1984 concernant la correction et la régularisation de l'écoulement des eaux du lac Léman,
- La loi 5570 du 12 septembre 1984 sur la concession au Services industriels de Genève de la force motrice hydraulique d'une section du Rhône pour l'exploitation d'une usine hydro-électrique dite du Seujet, située entre les ponts de la Coulouvrenière et de Sous-Terre.
- Le Règlement du 17 septembre 1997 sur la manœuvre de l'ouvrage de régularisation du niveau du lac Léman à Genève
- Les Modalités d'application du règlement du 1^{er} décembre 1997 sur la manœuvre de l'ouvrage de régularisation du niveau du lac Léman à Genève
- La Convention d'Emosson du 23 août 1963 et ses manœuvres d'exécution du 27 mars 2000.

8.6.2 Semaines type

Le **débit-plancher** hivernal est fixé à 50 m³/s à l'aval immédiat du barrage du Seujet. En été il est augmenté à 100m³/s.

Le **débit de consigne journalière** représente le débit moyen à sortir du Léman sur 24 heures. Il est plus important entre le lundi et le vendredi de manière à optimiser la pointe en semaine que durant les jours de week-ends où l'on profite de recharger le lac Léman, mais dépend avant tout de l'état du niveau du lac et des conditions météorologiques.

Le **débit-plafond** est basé sur le débit de consigne. Il ne peut pas dépasser $Q_c + 200 \text{ m}^3/\text{s}$ mais au maximum 550 m³/s.

Tableau 6: Ratios journaliers débit-plafond / débit-plancher pour différents cas-limite.

Tronçon Rhône urbain – aval Seujet		Débit plancher A	Débit consigne B		Débit plafond C	Delta Journalier C-A	Ratio journalier C/A
Débit consigne = débit moyen saison	Hiver	50	200	} +200	400	350	8
Débit consigne = débit moyen saison	Eté	100	316		516	416	5
Débit plafond = maximum autorisé	Hiver	50	350		550	500	11
Débit plafond = maximum autorisé	Eté	100	350		550	450	6

Dans tous les cas-limite journaliers analysés ci-dessus, le ratio de 1,5 est largement dépassé sur ce tronçon.

La vitesse actuelle admise pour faire varier les débits est de +50 m³/s par tranche horaire de 20 min. Dans la pratique, les changements de débits sont opérés à raison de 50 m³/s en moins de deux minutes, puis s'ensuit une période d'attente de 18 minutes environ avant de procéder au palier suivant.

Les graphiques ci-après illustrent deux semaines-type issues de la pratique courante actuelle pour la situation hivernale et estivale.

On peut y constater :

- la forte montée en puissance entre 7h00 et minuit (delta journalier),
- la recharge du Lac Léman en régime nocturne et en fin de semaine,
- des ajustements réseaux tout au long de la journée de l'ordre de 20 à 30 m³/s,
- les ajustements sporadiques liés à des pointes journalières spécifiques de consommation, notamment en hiver le week-end.

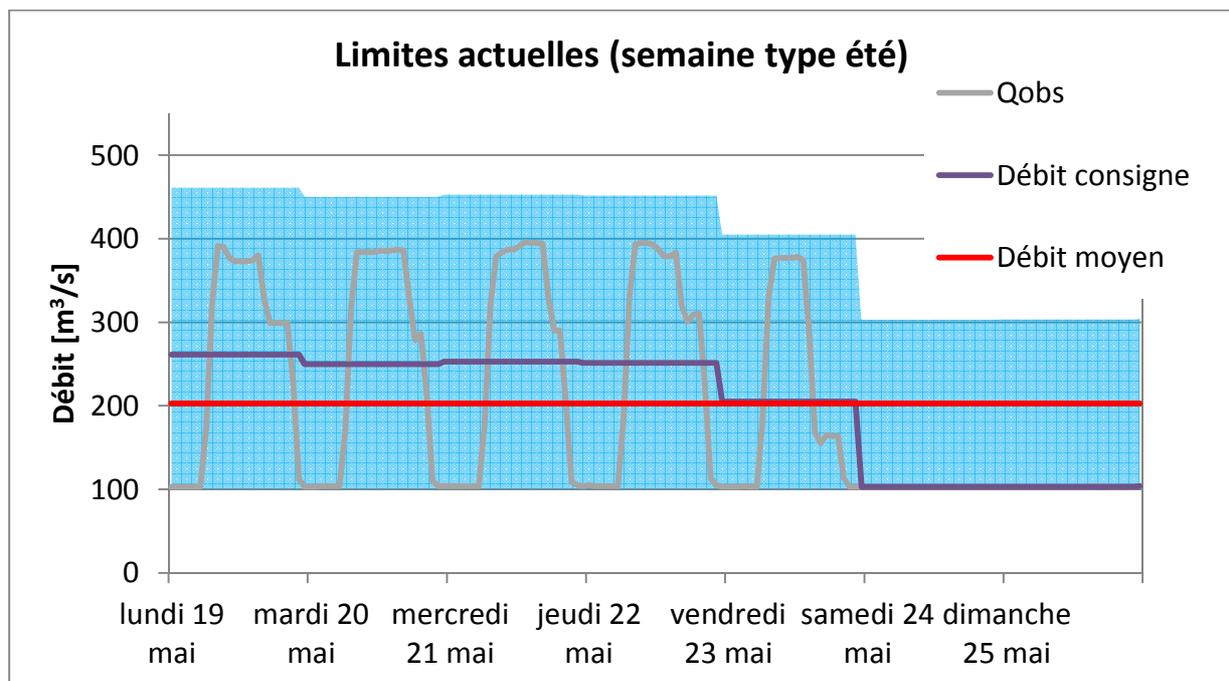
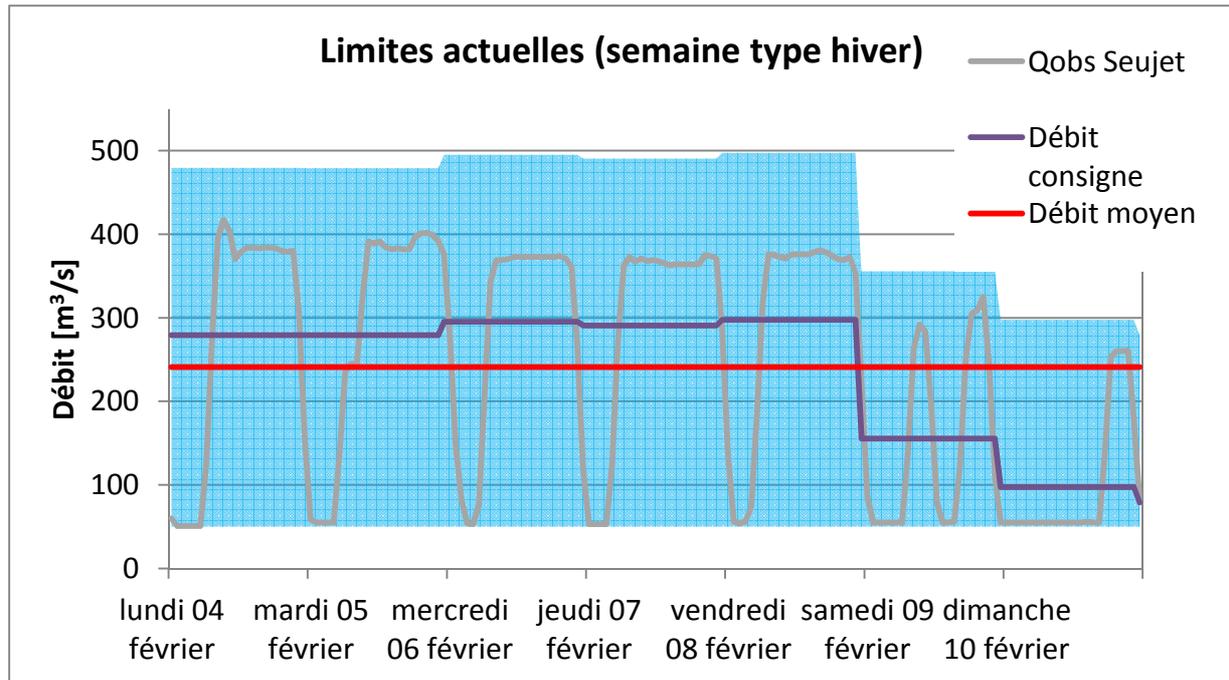


Figure 16 : Semaines-type de modulation avec en haut le débit minimum hivernal de 50 m³/s, en bas le débit estival de 50 m³/s. Les débits de consigne journaliers sont proposés par l'exploitant en fonction de la saison et des apports. En fond bleu, l'amplitude maximale admise selon les modalités d'application du règlement.

8.6.3 Equilibrage du réseau genevois

Depuis quelques années seulement, un nouveau type de modulation lié à l'équilibrage du réseau pour compenser la production aléatoire du photovoltaïque est apparue.

Comme il est prévu de doubler la capacité photovoltaïque cantonale installée tous les 5 ans (CGE), les quelques 30 m³/s nécessaires aujourd'hui pour équilibrer les fluctuations de production photovoltaïque représenteraient 240 m³/s à l'horizon 2030.

En conséquence, cette pratique qui est acceptable aujourd'hui, pourrait évoluer à l'avenir et générer des variations de débits incompatibles avec l'objectif d'assainissement fixé par la LEAUX.

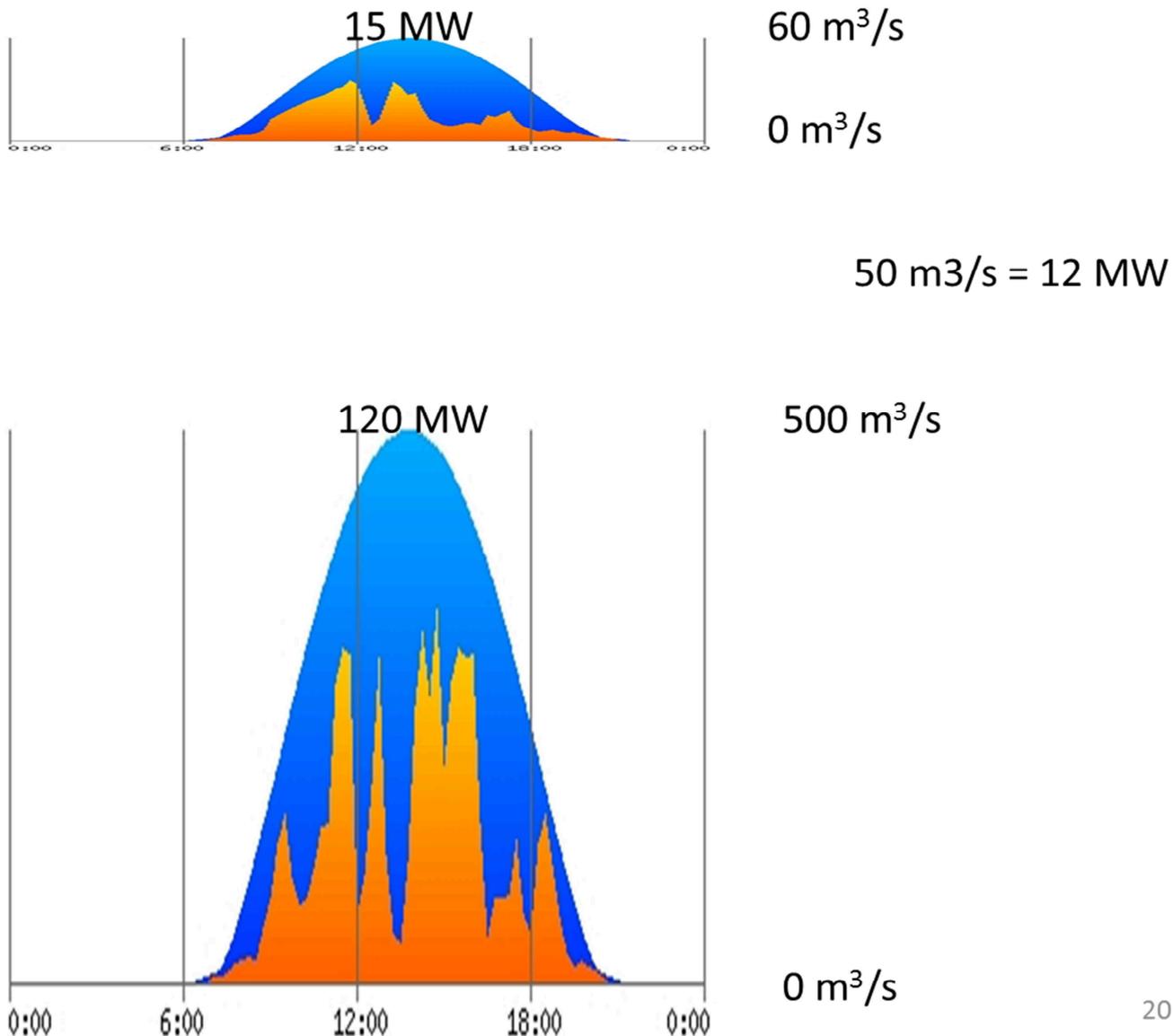


Figure 17 : Exemple de production solaire par une journée nuageuse. Un équilibrage en situation actuelle (en haut) nécessite environ 30 m³/s. A l'horizon 2030, plus de 250 m³/s seraient nécessaire.

8.7 Diagnostic de l'état actuel par tronçon

8.7.1 P1-Module Poissons du SMG

Le Rhône étant un grand cours d'eau, la méthode de collecte des données proposée par l'OFEV ne s'applique pas. Les données sont issues des études existantes citées ci-après.

- Inventaire piscicole des cours d'eau du canton de Genève - Actualisation 2008 - Rapport final GREN - mars 2009
- Monitoring du Rhône genevois / suivi piscicole- Pêches électriques de contrôle en 2011 et en 2012 - Rapports de suivi Gren - Janvier 2012

Les Espèces indicatrices (*) pour le Rhône genevois selon le SMG sont les suivantes:

- Truite fario / Truite lacustre
- Chabot
- Ombre
- Blageon
- Spirilin
- Barbeau

La lotte (espèce lacustre) et la vandoise (apparition récente) ne sont pas prises en compte.

Les Espèces tolérantes (#) pour le Rhône genevois selon le SMG sont les suivantes:

- Vairon, loche franche, chevaine, goujon, perche, brochet, gardon, rotengle, tanche, carpe, ablette, épinoche

Espèces non typiques ou exotiques selon le SMG:

- Bouvière (introduction au Moulin de Vert et présence à la Touvière (cf. vidange de Verbois 2012), anguille (introduction ancienne), silure (apparition récente), blennie fluviatile (introduction Léman), poisson chat, perche soleil, poisson rouge, black bass (observation bras Peney et pont Sous-terre 2012-2013).

Paramètre 1: Composition de l'ichtyofaune / dominance des espèces

Selon la méthode, les modifications prévisibles d'origine anthropique de la localisation des zones piscicoles (dues par exemple à des barrages) et donc de la composition de la faune piscicole doivent être prises en compte de manière particulière lors de la notation en fonction du paramètre 1. La zone piscicole doit être définie en fonction des conditions naturelles qui régnaient avant les aménagements (Rhône genevois = zone à ombres).

Le tableau ci-après a été constitué sur la base des études citées plus haut.

Tableau 7 : Présence de l'ichtyofaune par tronçons

Présence de l'ichtyofaune / Tronçon		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		Amont Seujet	Aval Seujet - Pt Butin	Pt-Butin - Chèvres	Chèvres - amont Verbois	Aval Verbois - Touvière	Touvière Amont Chancy- Pougny	Aval Chancy- Pougny - Vers Vaux
Zone	Espèces	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre
Ombre	Ombre*	1	2	1	1	2	1	1
	Blageon*	1	1	1	1	1	1	1
	Spirlin*	1	1	1	1	1	1	1
	Chabot*	2	2	1	1	2	1	2
	Truite de rivière*	2	2	1	1	3	2	3
	Truite lacustre*	2	1	1	1	1	1	1
	Vairon [#]	1	1	1	1	1	1	1
Ombre à Barbeau	Chevaîne [#]	3	3	3	2	3	2	3
Barbeau	Barbeau*	3	3	2	1	2	2	2
	(Vandoise)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
	(Lotte)	(1)	(1)	(1)	(1)			
	Goujon [#]	2	2	2	2	2	2	2
Barbeau à Brème	Anguille ^Δ	1	1	1	1	1	1	1
	Ablette [#]	2	2	2	2	2	2	2
	Carpe commune [#]	1	1	1	2		1	
	Bouvière ^Δ					1	1	1
	Gardon [#]	3	2	3	3	2	3	2
	Loche franche [#]	2	2	2	2	2	2	2
	Brochet [#]	3	1	2	3	1	2	1
	Perche [#]	3	2	2	2	1	2	1
	Epinoche [#]	1	1	1	1	1	1	1
Zone à Brème	Brème	1	1	1	2	1	2	1
	Corégones	1	1	1	1	1	1	1
	Tanche [#]	2	2	2	2	1	2	1
	Rotengle [#]	1	1	1	1	1	2	1
Exotique/Non-typique	Poisson rouge ^Δ	1	1	1	1	1	1	1
	Poisson chat ^Δ	2	2	1	1	1	2	1
	Perche soleil ^Δ	1	1	1	1	1	1	1
	Silure ^Δ	1	1	1	1	1	1	1
	Black bass ^Δ	?	?	?	1	?	?	?
	Blennie fluviatile ^Δ	?	?	?	?	?	?	2
		Présence 1 : rare, 2 : faible, 3 : moyenne, 4 : élevée						
		Espèce indicatrice : *		Espèce tolérante : #			Espèce introduite : Δ	
		selon SMG pour le Rhône genevois						

Sur cette base les notes de l'indicateur P1 ont été estimées pour chacun des tronçons.

PARAMETRE 1							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – Verbois	Verbois – Touvière	Touvière - Chancy-Pougny	Chancy-Pougny – Vers Vaux
Zonation piscicole initiale	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre	Ombre
Composition de l'ichtyofaune	1	1	2	2	1	2	1
0 : Composition de l'ichtyofaune correspondant à la zone piscicole considérée 1 : Composition de l'ichtyofaune légèrement modifiée par rapport à la zone piscicole ou à la composition attendue (quelques espèces manquantes ou non typiques de la zone piscicole; présence sporadique d'espèces exotiques) 2 : Composition de l'ichtyofaune non typique de la zone piscicole considérée (réduction massive de la diversité; espèces non typiques; espèces exotiques plus qu'anecdotiques)							
Dominance des espèces	1	1	2	2	1	2	1
0 : Dominance des espèces indicatrices / d'autres espèces typiques 1 : Dominance des espèces tolérantes 2 : Dominance des espèces non typiques ou exotiques							
Total paramètre 1	2	2	4	4	2	4	2

Paramètre 2: Structure de la population des espèces indicatrices

En ce qui concerne la Truite fario et lacustre, on admet que les effectifs présents dans le Rhône genevois sont liés aux repeuplements et à la dévalaison du Léman. Il n'y a actuellement pas ou très peu (non constatée) de reproduction dans le fleuve. La reproduction est par contre avérée dans les affluents (Arve, Allondon, Laire).

Le cas de l'ombre est assez similaire, on ne constate pas de reproduction dans le fleuve, mais le succès du frai est avéré dans l'Arve et l'Allondon.

Le barbeau se reproduit actuellement avec succès dans le Rhône genevois.

Pour les autres espèces indicatrices chabot (forte présence de le Rhône urbain et reproduction), blageon et spirin (bonne présence et reproduction dans l'Arve) : à priori faible reproduction dans le Rhône (peu/pas de données).

=> la note "0" pour les tronçons lotiques (T1, T2, T5 et T7) est plutôt "optimiste".

PARAMETRE 2							
Structure de la population détruite fario	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – Verbois	Verbois – Touvière	Touvière - Chancy-Pougny	Chancy-Pougny – Vers Vaux
Truite de rivière	3	3	4	4	3	4	3
Densité de 0+ (ind./ha):>2500 : 0 / 1500-2500 : 1 / 1000-1500 : 2 / 250-1000 : 3							
Autres espèces indicatrices	0	0	4	4	0	4	0
Présence de 0+ : 0 Non –présence : 4							
Moyenne paramètre 2	1.5	1.5	4	4	1.5	4	1.5

Paramètre 3: Densité de population des espèces indicatrices

Pour la Truite fario et lacustre, les densités de population constatées dans le Rhône sont liées aux repeuplements. Les densités restent néanmoins très faibles quelque que soit le tronçon (<<< 1000 truites par ha, 1 ha représentant moins de 100 m linéaire pour le Rhône).

Autres espèces indicatrices : densités très faibles à nulles suivant les tronçons pour l'ombre, le spiralin et le blageon, densité de barbeaux pouvant être moyennes à fortes localement sur tout le linéaire.

=> la note "2" pour les tronçons lotiques (T1, T2, T5 et T7) et la retenue de Chancy-Pougny (T6) est plutôt "optimiste".

PARAMETRE 3							
Densité de population de truites fario	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – Verbois	Verbois – Touvière	Touvière - Chancy-Pougny	Chancy-Pougny – Vers Vaux
Truite de rivière	4	4	4	4	4	4	4
Densité (ind./ha):>2500 :0 / 1000-2500 : 2 / <1000: 4							
Autres espèces indicatrices	2	2	4	4	2	2	2
Forte : 0, Moyenne : 2, Faible : 4							
Moyenne paramètre 3	3	3	4	4	3	3	3

Paramètre 4: Déformations et anomalies

Ce paramètre prend en compte l'état de santé des poissons (de toutes les espèces présentes). Il englobe de manière indirecte des aspects de qualité des eaux et rend compte du problème du repeuplement. L'évaluation prend en compte les lésions externes telles que les mycoses, les déformations des nageoires et du squelette, le raccourcissement des opercules ou les pertes d'écaillés par plaques. Dans le cas du Rhône genevois, des poissons en mauvaise santé sont observés en aval des rejets de STEP (mycoses et maladies cutanées entre autres). Des opercules atrophiés s'observent aussi sur les truites de repeuplement. En conclusion, la note "0" (anomalies isolées) peut être attribuée sauf pour les tronçons T3 et T4 fortement influencés par les rejets des STEP.

PARAMETRE 4							
Déformations / anomalies	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – Verbois	Verbois – Touvière	Touvière - Chancy-Pougny	Chancy-Pougny – Vers Vaux
Déformations / anomalies	0	0	2	4	0	0	0
Aucune/isolées (<1%) : 0, répétées (1–5 %) : 2, fréquentes (>5%) : 4							

Tableau 8 : Récapitulatif et synthèse de l'indicateur P1 - Module Poissons du SMG

Evaluation	Tronçon	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –Verbois	Verbois – Touvière	Touvière - Chancy- Pougny	Chancy- Pougny – Vers Vaux
		Zone à ombre	Zone à ombre	Zone à ombre	Zone à ombre	Zone à ombre	Zone à ombre	Zone à ombre
Paramètre 1	Composition de l'ichtyofaune	1	1	2	2	1	2	1
	Dominance des espèces	1	1	2	2	1	2	1
	Somme	2	2	4	4	2	4	2
Paramètre 2	Structure de la population de truite fario	3	3	4	4	3	4	3
	Autres espèces indicatrices	0	0	4	4	0	4	0
	Moyenne	1.5	1.5	4	4	1.5	4	1.5
Paramètre 3	Densité de population de truites fario	4	4	4	4	4	4	4
	Autres espèces indicatrices	2	2	4	4	2	2	2
	Moyenne	3	3	4	4	3	3	3
Paramètre 4	Déformations/anomalies	0	0	2	4	0	0	0
NOTE GLOBALE		6.5	6.5	14	16	6.5	11	6.5
NOTE GLOBALE SANS LES TRUITES		4	4	14	16	4	10	4

Etat écologique
bonEtat écologique
moyenEtat écologique
médiocreEtat écologique
mauvais

8.7.2 P2 - Echouage de poissons

Cet indicateur rend compte du risque d'échouage à la fin d'une éclusée (passage du débit plafond au débit plancher).

Il est composé de trois sous-indicateurs :

- le % des surfaces mises à sec par tronçon
- la vitesse de diminution du niveau
- le nombre de poissons échoués par 100m

a) % des surfaces mises à sec par tronçon

Les cartes ci-après représentent pour les tronçons T5 et T7 les zones exondées (en bleu foncé) lors d'éclusées maximales hivernales (300 à 60 m³/s à Verbois) et estivales (620 à 110 m³/s).

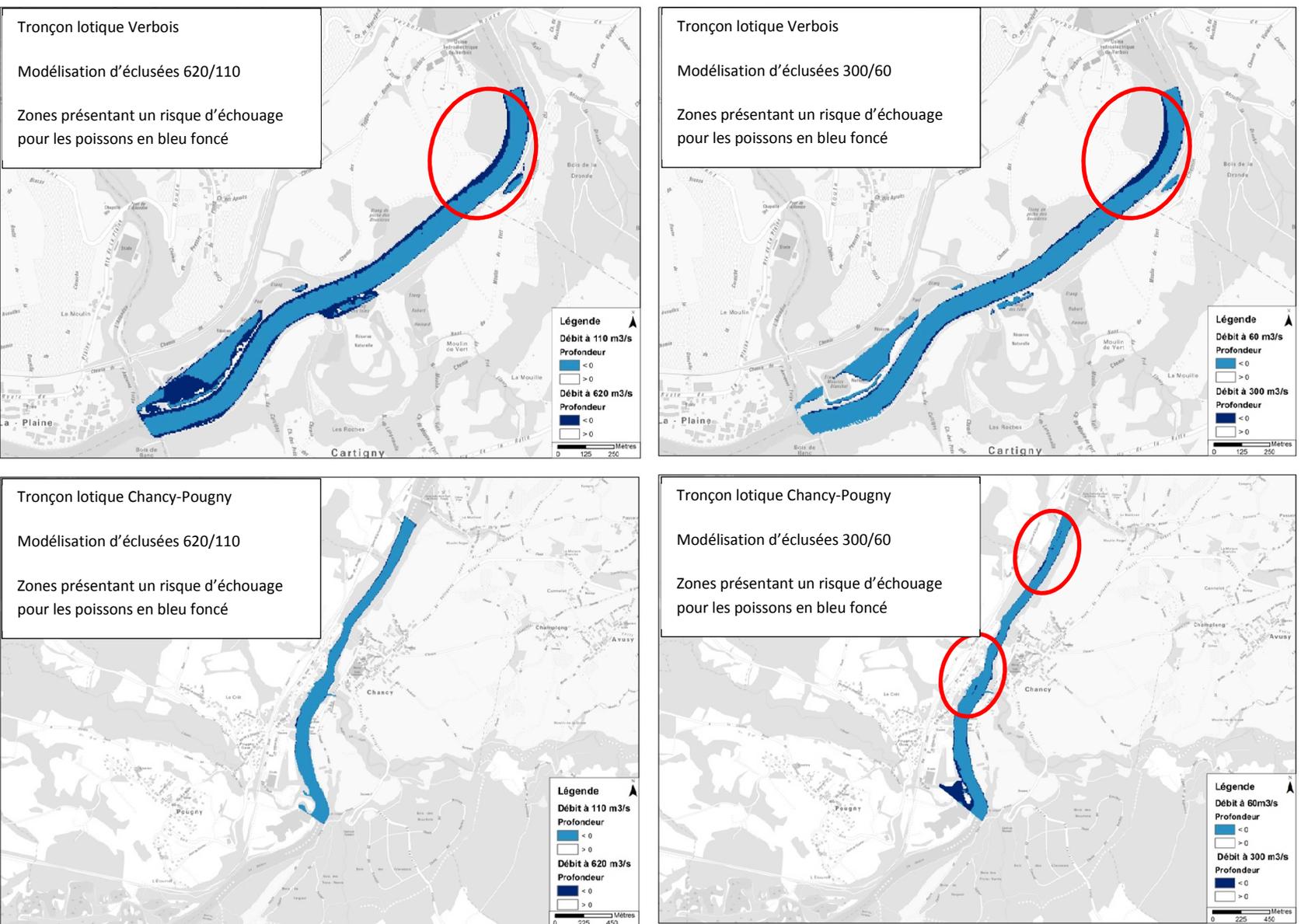


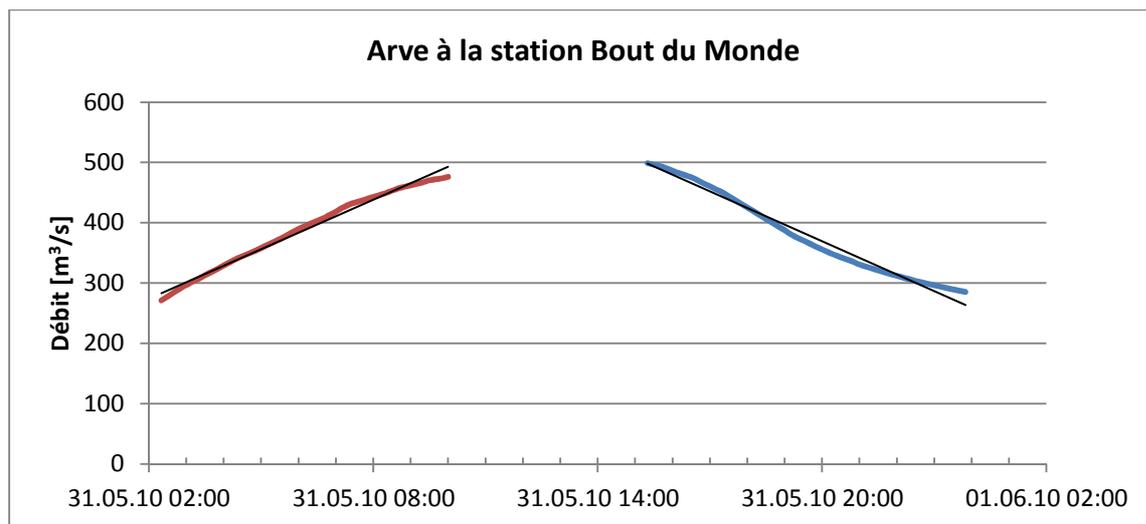
Figure 18: Modélisation du risque d'échouage sur les tronçon lotiquesw de Verbois et de Chancy-Pougny.

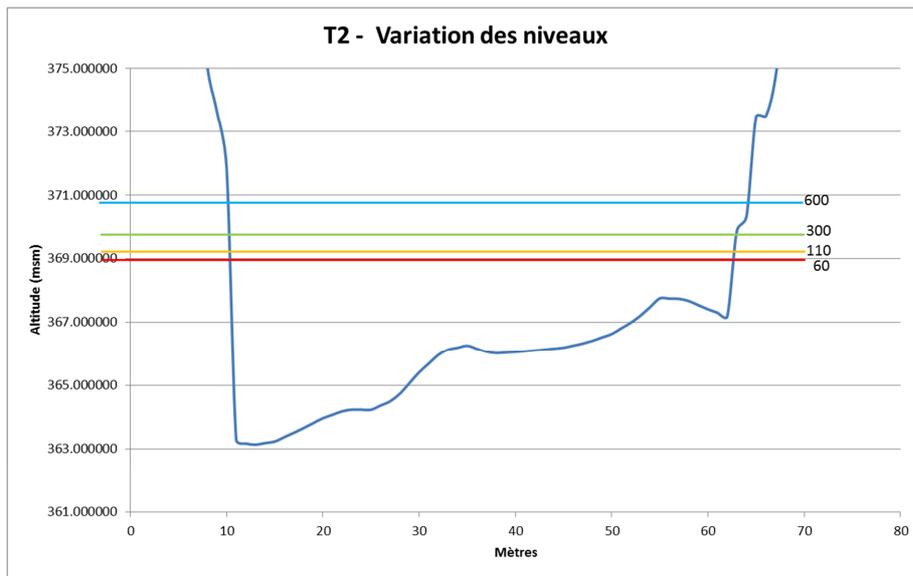
En conclusion, ce sous-critère reste relativement bon.

P2A	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
% des surfaces mises à sec	0 %	< 2 %	0%	0%	~ 10%	0%	~ 12%
Evaluation	Etat						
	Critère: pourcentage des surfaces mises à sec						
	excellent < 10 %						
	bon 10–30 %						
	moyen–mauvais > 30 %						

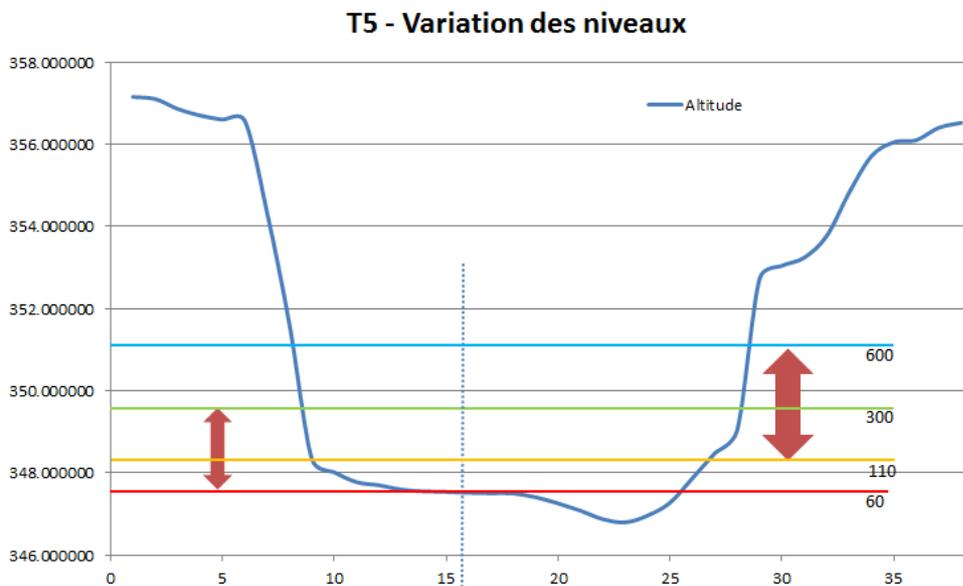
B) Vitesse de diminution des niveaux

Une étude des crues de l’Arve sur les années 2008 à 2012 a montré que les variations de débit naturelles avoisinaient les 9 m³/s en 20 min en cas de montée/descente rapide (voir ci-dessous l’exemple de la crue de mai 2010).



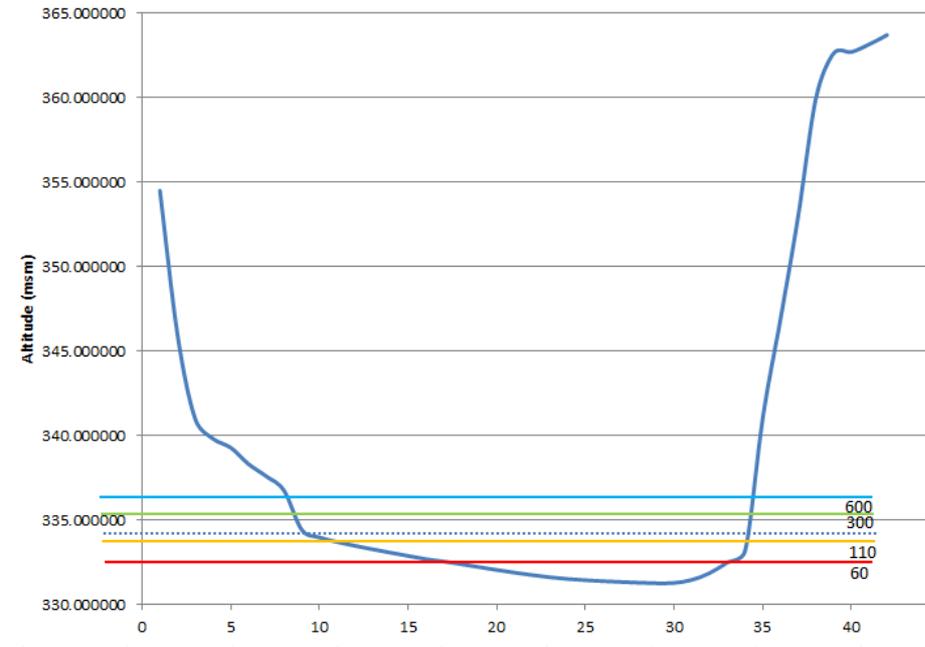


T2 - Vitesse de variation de débit et niveau associé entre 60 et 300 m ³ /s					
Vitesse variation débit [m ³ /s par 20 min]	50 (actuel)	25	17	13	8
Vitesse variation niveau [cm/min]	>0.5				
Evaluation (selon l'OFEV)	Mauvais				



T5 - Vitesse de variation de débit et niveau associé entre 60 et 300 m ³ /s					
Vitesse variation débit [m ³ /s par 20 min]	50 (actuel)	25	17	13	8
Vitesse variation niveau [cm/min]	2.0	1.0	0.7	0.5	0.3
Evaluation (selon l'OFEV)	Mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Excellent

T7 - Variation des niveaux



T7 - Vitesse de variation de débit et niveau associé entre 60 et 300 m ³ /s					
Vitesse variation débit [m ³ /s par 20 min]	50 (actuel)	25	17	13	8
Vitesse variation niveau [cm/min]	1.7	0.8	0.6	0.4	0.3
Evaluation (selon l'OFEV)	Mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Excellent

En conclusion, le sous-indicateur présente des valeurs problématiques sur les trois tronçons lotiques.

P 2B	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Vitesse de diminution du débit		>0.5			2.0		1.7

Evaluation	Etat	Critère: vitesse de diminution du débit
 	excellent	< 0,3 cm/min
 	bon	0,3–0,5 cm/min
 	moyen-mauvais	> 0,5 cm/min

C) Nombre de poissons échoués par 100m

Exemple de mortalité constaté samedi 28 octobre 2006 en aval du barrage de Verbois, suite à un abaissement rapide du niveau de l'eau (ablettes, gardons, perches, etc.).

(source photo: Gren)



Remarque : Le nombre de poissons échoués sur 100 m dépend de nombreux facteurs tels que la présence de zone de piégeage (dépressions en rive), la période de l'année, la température de l'eau, la densité de juvéniles des différentes espèces tolérantes, la vitesse de diminution du débit, etc.

Il est donc difficile de mesurer un tel indicateur sur un fleuve comme le Rhône. Les valeurs ci-dessous sont estimées.

P2C	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7												
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux												
Nombre de poissons échoués par 100m	0	1-5	0	0	>5	0	>5												
<table border="0"> <tr> <td>Evaluation</td> <td>Etat</td> <td>Critère: nombre de poissons échoués / 100 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>excellent</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>bon</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>moyen-mauvais</td> <td>> 5</td> </tr> </table>	Evaluation	Etat	Critère: nombre de poissons échoués / 100 m		excellent	0		bon	1-5		moyen-mauvais	> 5							
Evaluation	Etat	Critère: nombre de poissons échoués / 100 m																	
	excellent	0																	
	bon	1-5																	
	moyen-mauvais	> 5																	

En conclusion, l'indicateur P2 est mauvais sur les deux tronçons lotiques aval.

P2 - Echouage	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
% des surfaces mises à sec	0 %	< 2 %	0%	0%	~ 10%	0%	~ 12%
Vitesse de diminution du débit		>0.5			2.0		1.7
Nombre de poissons échoués par 100m	0	1-5	0	0	>5	0	>5
Indicateur P 2							
<p>Mauvais : si deux sous-indicateurs sont en moyen-mauvais</p>							

8.7.3 P3 – Frayères

L'indicateur sur la caractérisation des emplacements propices aux frayères doit réunir trois critères : profondeur d'eau minimale en débit plancher de 20 cm, un substrat présentant une granulométrie comprise entre 30 et 60 mm et se situé dans une zone où le courant ne le déplace pas lors d'une éclusée maximale.

Les cartes ci-après montrent les zones avec le bon substrat en jaune. Les zones à éviter sont en violet (substrat instable) et en rouge (profondeur < 20 cm).

T2: présence localement de zones graveleuses non recouvertes de moules zébrées, frayère reconstituée à Cayla. Le barbeau entre autre se reproduit sur ces zones graveleuses, mais une bonne partie est vraisemblablement trop profonde pour le frai de la truite. Dans les années 80, des alevins de truites étaient trouvés dans les zones riveraines en pêche électrique.

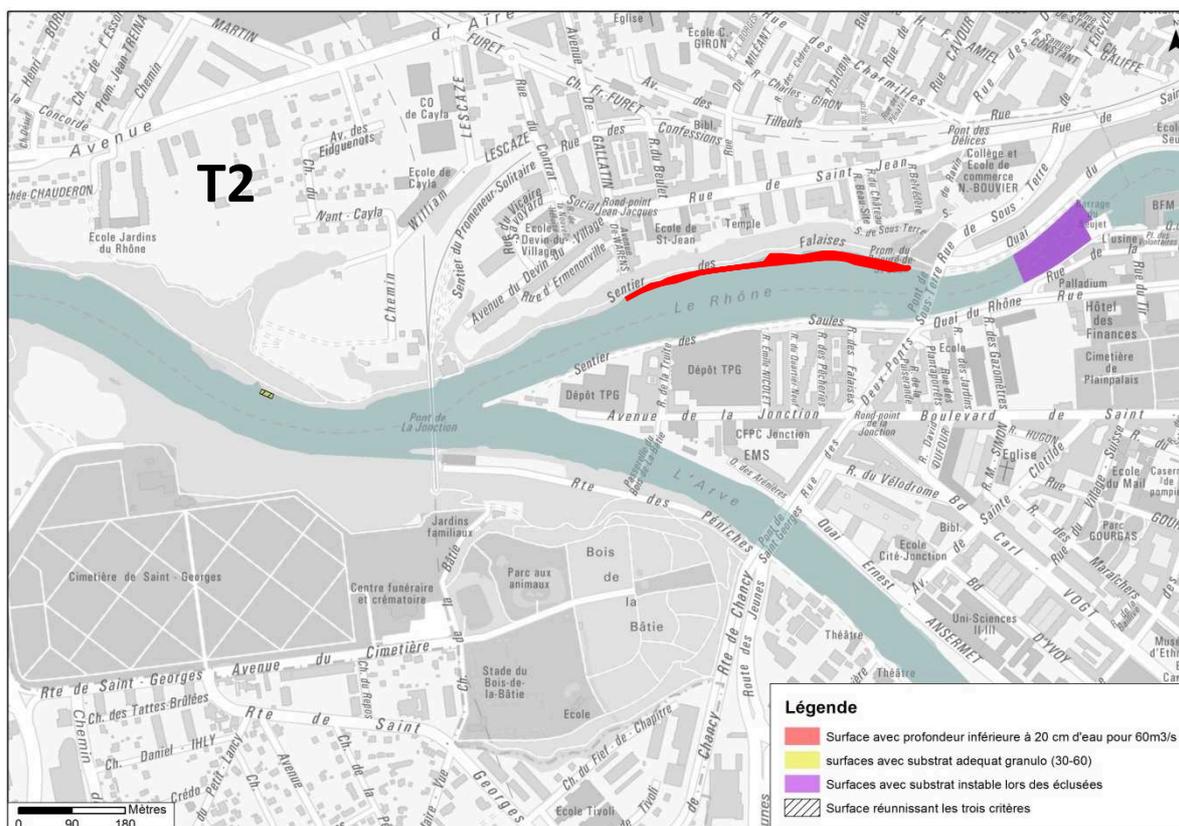


Figure 19 : Evaluation des sites potentiels pour le frai sur tronçon T2

T5: La majorité du lit présente un substrat trop grossier (galets) et les zones graveleuses sont localisées au niveau de l'embouchure de l'Allondon. Les surfaces avec un substrat adéquat qui ne sont pas exondées par débit plancher sont évaluées à environ 3'000 m² (100 m x 30 m)

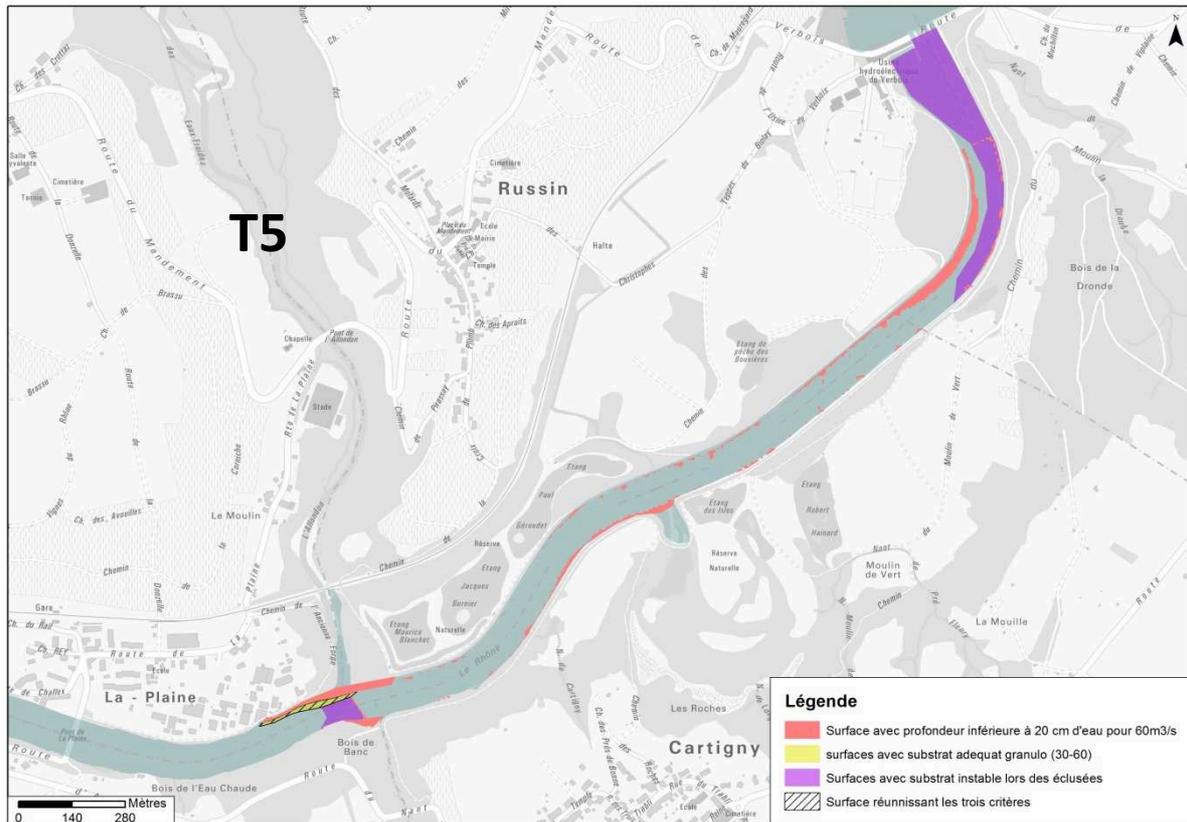


Figure 20 : Evaluation des sites potentiels pour le frai sur tronçon T5

T7: La majorité du lit présente un substrat trop grossier (galets) et les zones graveleuses sont localisées au niveau de l'embouchure de la Laire et de l'Annaz. Les surfaces avec un substrat adéquat qui ne sont pas exondées par débit plancher sont évaluées à environ 2'000 m² (2 x100 m x 10 m).

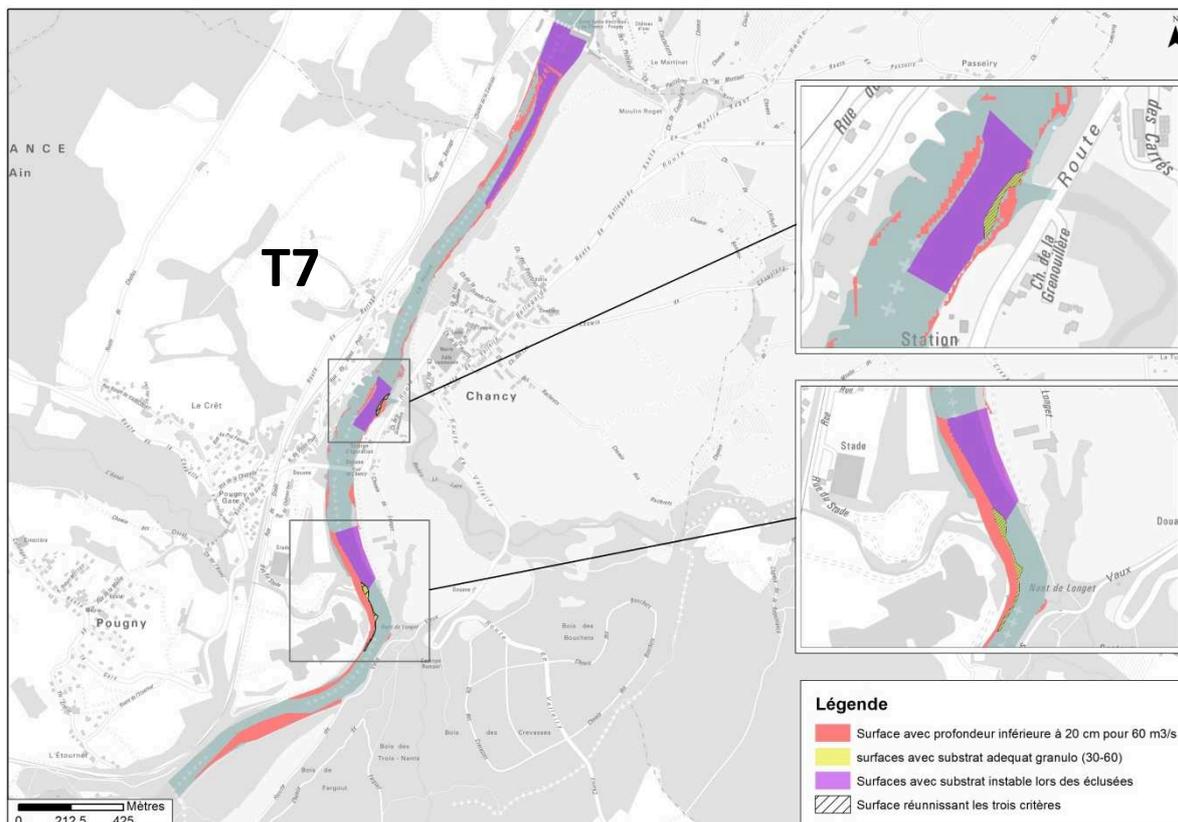


Figure 21 : Evaluation des sites potentiels pour le frai sur tronçon T7

P3A	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Unité : m ²							
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Surfaces pouvant servir de frayères (pas d'exondation et min. 20 cm prof.)	100%	174996	100%	100%	52733	100%	91303
Surfaces avec substrat adéquat (granulométrie 30-60 mm)	0 à cause de la moule zébrée	100	0	0	12000	0	6000
Surfaces avec substrat stable lors d'éclusées	100%	174996	100%	100%	220876	100%	294430
Surface réunissant les trois critères (m²)	0	100	0	0	3000	0	2000

P3	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	TOTAL
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – amont Verbois	Aval Verbois – Amont Touvière	Amont Touvière - Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux	
Nbre femelles pouvant frayer actuellement	-	11	-	-	323	-	323	
Population actuelle estimée (Ind. Ad/ha)	50-100* 75	50-100* 75	5-10** 7.5	5-10** 7.5	10-20** 15	5-10** 7.5	10-20** 15	
Population actuelle (Ind.)	1 021	1 313	492	763	416	371	521	4897
Nbre femelles actuelles (Ind.)	510	656	246	381	208	185	261	2447
Besoin en espace de frai population actuelle (m ²)	4 746	6 103	2 290	3 546	1 933	1 723	2 425	22766
Scénario max : 1 truite par 23 m2 sur tout le Rhône genevois								
Population max 23 m2 /Ind ad.	5 917	7 609	28 548	44 204	12 048	21 478	15 113	134917
Nbre femelles max 23 m2/ Ind	2959	3804	14274	22102	6024	10739	7557	67 459
Besoin en espace de frai population max (m ²)	27 516	35 380	132 747	205 550	56 022	99 874	70 276	627 365

Rempli à raison de	0%	0%	0%	0%	5%	0%	4%	
Cible : 1 truite par mètre linéaire du Rhône genevois								
Population cible 1 TF ad /m	1100	2090	6155	4970	2835	4420	3840	25410
Nbre femelles cibles	550	1045	3077.5	2485	1417.5	2210	1920	12705
Besoin en espace de frai population cible	5115	9719	28621	23111	13183	20553	17856	118158
Rempli à raison de	0%	1%	0%	0%	23%	0%	17%	
Evaluation	Etat	Critère: besoin en espace rempli à raison de						
	excellent	> 80 %						
	bon	60-80 %						
	moyen	40-60 %						
	médiocre	20-40 %						
	mauvais	< 20 %						
* population soutenue par des repeuplements en truites surdensitaires								
** population soutenue par des repeuplements en truitelles								

Pour les tronçons T5 et T7, les surfaces adéquates données dans le tableau ci-dessus correspondent à des surfaces où la granulométrie est favorable qui ne sont pas asséchées et où le substrat n'est pas mis en mouvement lors des éclusées. Les fluctuations artificielles de vitesses d'écoulement et de hauteur d'eau font que les surfaces réellement fonctionnelles pour le frai des truites et l'incubation des œufs dans les graviers sont quasi nulles. Le besoin en espace de la population actuelle et de la population cible n'est en réalité pas rempli dans les conditions actuelles d'exploitation et les truites du Rhône ne se reproduisent avec succès que dans les affluents (Allondon, Laire, Annaz).

8.7.4 P4 – Reproduction de l'ichtyofaune

Il n'existe pas de données récentes de pêches ponctuelles au printemps ni de pêches en automne sur les tronçons T1 et T2. Les données récoltées dans le cadre du suivi biologique du Seujet montraient que les densités de truitelles sur les zones de grossissement en aval du Seujet étaient très faibles.

Les observations d'estivaux effectuées dans le cadre des pêches de contrôle automnale du monitoring du Rhône entre le pont Butin et la frontière cantonale sont les suivantes:

- Aucun estivaux de truite n'a été trouvé dans la retenue de Verbois entre 2005 et 2012 ;
- La dernière observation d'estivaux sur le secteur lotique en aval de Verbois remonte à avant 2005 (quelques estivaux capturés à l'embouchure de l'Allondon) ;
- Seul une truitelle a été capturée dans la retenue de Chancy-Pougny entre 2005 et 2012 ;
- La cinquantaine de truitelles échantillonnée en novembre 2012 sur le tronçon limitrophe en aval du barrage de Chancy-Pougny provenait en grande partie des mises à l'eau effectuées par les français sur ce tronçon après la vidange 2012.

Tableau 9 : Evaluation de l'indicateur P4 - Reproduction de l'ichtyofaune

P4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Densité d'estivaux de TF (n/ha)	<250	<250	0	0	0+	0	<250
Evaluation	Etat	CPUE					
		alevins de truite de rivière		Plateau / Jura			
	excellent	> 1.0		> 2500			
	bon	0.6–1.0		1500–2500			
	moyen	0.4–0.6		1000–1500			
	médiocre	0.1–0.4		250–1000			
	mauvais	< 0.1		< 250			

8.7.5 P5 – Productivité piscicole

La capacité théorique de rendement piscicole du Rhône, ou rendement annuel à l'hectare (RAH), calculé selon la formule de Roth adaptée par Vuille (voir tableau ci-dessous), correspond à un rendement biologique global qui tient compte de l'ensemble des espèces présentes dans le fleuve et non uniquement de la truite. Sans données précises sur la quantité et la qualité des invertébrés (facteur B modifié selon Vuille), il est possible d'admettre que le Rhône émissaire du Léman est un cours d'eau riche avec une capacité théorique de rendement piscicole élevée (> 100 kg/ha), mais que le RAH diminue en aval en raison de nombreux facteurs limitants (confluence avec l'Arve, MES, barrages, envasement des retenues, éclusées sur les secteurs lotiques, rejets de Step, vidange, ...).

Le rendement annuel à l'hectare uniquement pour les truites est beaucoup plus faible et il est soutenu artificiellement par les repeuplements principalement sur les tronçons T1 et T2. Sur la base des dernières statistiques de pêche, on peut estimer les valeurs suivantes:

- En amont du Seujet (T1), la capture de 360 truites en 2012 (taille moyenne 42 cm, poids moyen 500 g) correspond à un rendement de l'ordre de 14 kg/ha;
- Entre le Seujet et le pont Butin (T2), la capture de 430 truites en 2012 (taille moyenne 41 cm, poids moyen 500 g) correspond à un rendement de l'ordre de 12 kg/ha;
- Sur le reste du Rhône genevois, la capture de moins de 200 truites en 2012, correspond à un rendement de moins de 1 kg/ha

Cours d'eau	Tronçon	Données macrofaune	Altitude msm	B (g/m ²)	B mod (g/m ²)	Facteur "température" K1	Facteur "espace vital" K2	Facteur correction RQ	Facteur "zonation piscicole" K3	RAH (kg/ha)
Rhône	T1 Amont Seujet	?	372 - 371	5 à 6	?	1.75 (émissaire lac)	1 à 1.5	1	1.25	100 à 200
	T2 Aval Seujet - Pont Butin	?	371 - 370	5 à 6	?	1.5 à 1.75	1.5	0.8	1.25	100 à 150
	T3 Pt Butin - Chèvres	?	370 -369.50	4 à 5	?	1.5	1.5	1	1.25	100 à 140
	T4 Chèvres - Barrage Verbois	?	369.50 - 369.00	2 à 3	?	1.5	1	1	1.25	40 à 60
	T5 Aval Verbois - Touvière	?	350.0 - 348.50	4 à 5	?	1.5	1	0.5	1.25	40 à 50
	T6 Touvière - Barrage Ch-P.	?	348.50 - 348.0	2 à 3	?	1.5	1	1	1.25	40 à 60
	T7 Aval Chancy- Pougny - Vers Vaux	?	338.0 - 333.0	4 à 5	?	1.5	1.5	0.5	1.25	60 à 70

Un faisceau d'indices tend à démontrer cette baisse de la productivité piscicole pour les espèces typiques de la zone à truite.

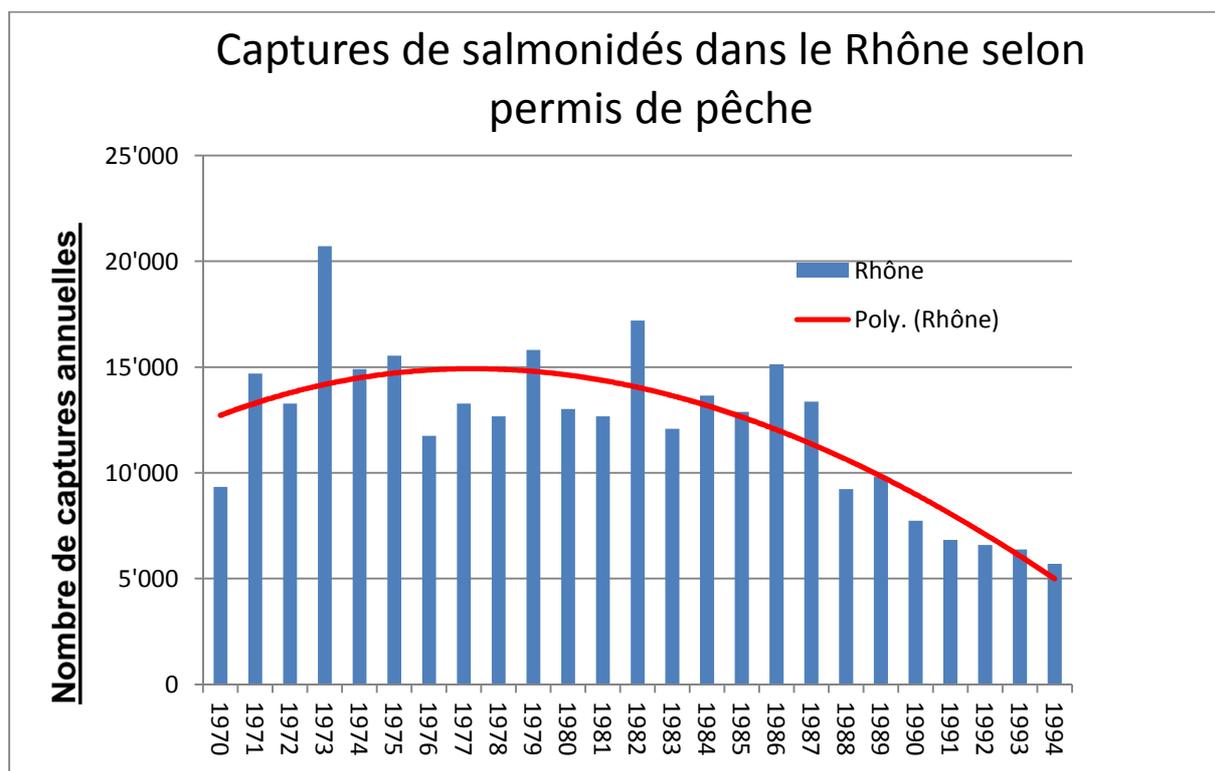


Figure 22 : Statistiques captures des salmonidés au Rhône de 1970 à 1995 (Source : DGNP/SFP/DJA/DPA)

Tableau 10 : Evaluation de l'indicateur P5 - Productivité piscicole

P5	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Rendement annuel à l'hectare RAH (kg/ha) salmonidés réel	14	12	<1	<1	<1	<1	5
Rendement annuel à l'hectare RAH (kg/ha) théorique	100 à 200	100 à 150	100 à 140	40 à 60	40 à 50	40 à 60	60 à 70

RAH (kg/ha)		Altitude < 500 m	
 excellent	RHA ≥ 60 kg	 bon	60 kg > RHA ≥ 40 kg
 moyen	40 kg > RHA ≥ 30 kg	 médiocre	30 kg > RHA ≥ 20 kg
 mauvais	RHA < 20 kg		

8.7.6 B1 - Biomasse du macrozoobenthos

La biomasse en g/m² telle que proposée dans l'indicateur B1 découle directement du protocole d'échantillonnage de l'IBCH décrit par Stücki (2010). Elle est ensuite comparée à une biomasse benthique attendue en fonction de l'altitude telle que mesurée dans des cours d'eau autrichiens (OFEV, 2012).

Sur le Rhône, la méthodologie a été différente (voir indicateur B2 ci-après). Elle utilise principalement une drague et un filet. Après discussion avec les mandataires, il a été décidé qu'une estimation de la biomasse issue de prélèvements ne serait pas représentative de la réalité et donc non utilisable à des fins scientifiques.

Par souci de rigueur et d'honnêteté scientifique, nous n'avons donc pas calculé l'indicateur B1.

Tableau 11 : Evaluation de l'indicateur B1 - Biomasse du macrozoobenthos

B1		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Evaluation	Etat	Critère: biomasse effective en % de la biomasse cible						
	excellent	> 80 % de la biomasse cible						
	bon	> 60–80 % de la biomasse cible						
	moyen	> 45–60 % de la biomasse cible						
	médiocre	30–45 % de la biomasse cible						
	mauvais	< 30 % de la biomasse cible						

8.7.7 B2 - Module Macrozoobenthos du SMG

Le Rhône étant un cours d'eau profond, la méthode IBCH telle que décrite dans Stücki P. (2010) n'est pas applicable sur le tronçon étudié.

Afin d'avoir tout de même un diagnostic de la qualité biologique, le service de l'écologie de l'eau a évalué en 2014 l'état du macrozoobenthos avec la méthode IBGA (indice biologique global adapté). Cette méthode est utilisée par l'Agence de l'eau RMC pour le suivi biologique du Rhône en France. Elle est DCE compatible et sur le point d'être normalisée.

Les campagnes de prélèvement ont été réalisées les 26 et 28 février 2014. Les résultats indiquent le potentiel biologique de la rivière, qui généralement se dégrade en cours d'années lorsque les pressions anthropiques augmentent (traitements agricoles, diminution des débits,...). Une seconde campagne sera réalisée fin septembre 2014.

Le tableau 12 ci-après présente les résultats IBGA. Les classes de qualité sont définies selon l'hydroécorigions Jura-Préalpes (circulaire DCE 2008). L'emplacement exact des stations et

des prélèvements ainsi que les listes faunistiques sont disponibles au Service de l'écologie de l'eau.

Tableau 12 : note IBGA et classe d'état biologique obtenues sur le Rhône en février 2014

stations	note IBGA	Classe d'état biologique	Robustesse	Diversité macrofaunistiques
Amont STEP Aire	16	Très bon	Note robuste	37
Chèvre	18	Très bon	Note robuste	36
Retenue Verbois	6	Médiocre	Robuste	19
Touvière	16	Très bon	Peu robuste	38
Conflan	15	Très bon	Peu robuste	26

Tableau 13 : Evaluation de l'indicateur B2 – Module Macrozoobenthos du SMG

B2	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin–Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
			Excellent	Médiocre		Excellent	Excellent

Commentaires : Excepté la retenue de Verbois, les stations échantillonnées sont diagnostiquées comme de très bonne qualité biologique avec une bonne diversité, comparable à celle trouvée sur le Rhône français.

Le mauvais résultat obtenu dans la retenue s'explique par l'homogénéisation des substrats (sable, limon) et le colmatage imposé par le faciès lentique de la retenue.

Notons que les stations Touvière et Conflan, situées en aval du barrage de Verbois, ont des IBGA peu robustes. Cela signifie que la très bonne qualité est due à quelques taxons sensibles ; s'ils disparaissent, la note chuterait rapidement. Ces deux stations sont également celles qui sont soumises le plus fortement aux changements de vitesses dues aux éclusées.

En résumé : N'ayant pas d'état initial, il est difficile d'appréhender l'impact des éclusées sur le peuplement macrofaunistique. Même si les IBGA sont réjouissants et les espèces sensibles présentes, ils ne sont pas systématiquement robustes et la structure de la communauté benthique reflète un milieu en récupération (dernière vidange du barrage de Verbois en 2012).

8.7.8 B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos

Afin d'estimer si la composition de la biocénose animale est typique des stations étudiées, nous nous sommes basées sur deux études des communautés macrofaunistiques du Rhône (Knispel 2010 ; Akuatic 2012).

Les observations et analyses de la zonation longitudinale du macrozoobenthos n'aboutissent pas à une classe d'état telle que proposée par l'indicateur B3 de la méthodologie OFEV. Elles permettent toutefois un premier diagnostic des éventuels déficits.

La figure 23a ci-après montre que le préférendum longitudinal des espèces d'éphémères, de trichoptères et de plécoptères du Rhône s'étend du métarhithral à l'épipotamal. Cette transition est caractérisée d'une part par une forte proportion d'espèces typiques de l'épipotamon vivant uniquement dans le Rhône (ex. *Heptagenia sulphurea*, *Potamanthus luteus*, *Ceraclea sp.*) et d'autre part par certaines espèces typiques du métarhithron, également recensées dans l'Arve (ex. *Ecdyonurus venosus*, *Epeorus assimilis*, *Allogamus auricollis*, *Potamophylax cingulatus*).

Les espèces recensées entre 1900 et 2008 s'avèrent:

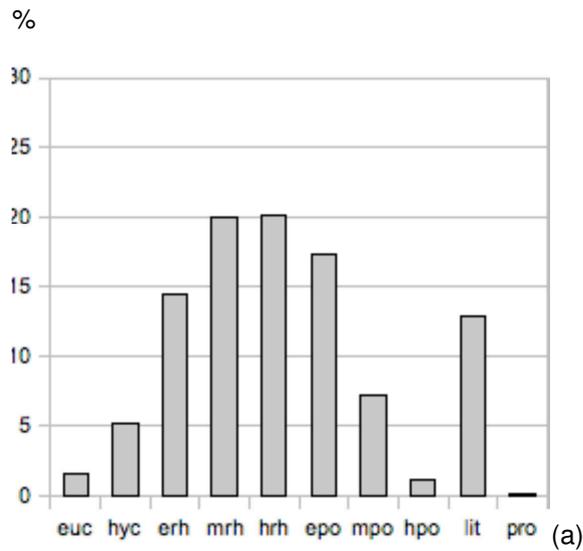
- liées à des substrats grossiers (mil, mal), mais également dans une moindre mesure à la végétation aquatique (mph), aux amas de matière organique (pom) et au bois mort (woo) (Figure 23b).
- tant rhéophiles que limnophiles, indiquant une préférence pour une large gamme de vitesses de courant, allant des zones de courant lent, voire stagnant, à fort (Figure 23c).

Lors de l'étude de 2012, seules 55% des espèces potentielles ont été échantillonnées (station Sous-Cayla, Chèvres, Touvière, Vers-Vaux). Ce qui représente un déficit important par rapport aux possibilités structurelles qu'offrent le Rhône. Ce déficit peut s'expliquer par :

- le fort marnage que subit le Rhône genevois dans plusieurs tronçons, générant quotidiennement (ou presque) un stress hydraulique intense ;
- l'effet des retenues sur la déposition des sédiments fins (colmatage des substrats) et la création de vastes zones lenticues ;
- l'absence de zones ayant une dynamique fluviale naturelle avec méandres ou tressages permettant, par exemple, la formation des bancs de galets ;
- le manque de milieux annexes variés ayant divers degrés de connexions avec le cours principal (ex. restauration du Rhône et de ses annexes fluviales en France).

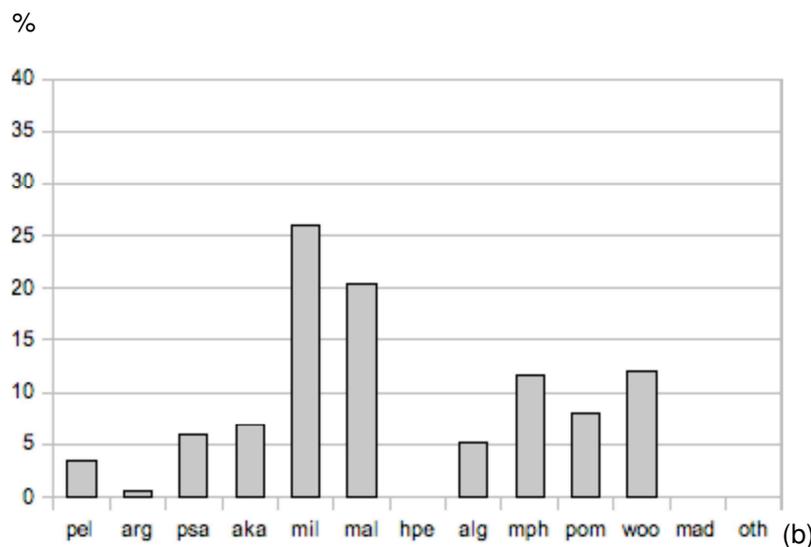
L'impact négatif des éclusées et des retenues sur la composition du macrozoobenthos est également mis en évidence dans une étude portant sur 10 ans de monitoring (1983-1993).

L'appauvrissement de la communauté benthique et la disparition de taxons rhéophiles au profit d'espèces lénitophiles sont observés (Dethier & Castella, 2002).



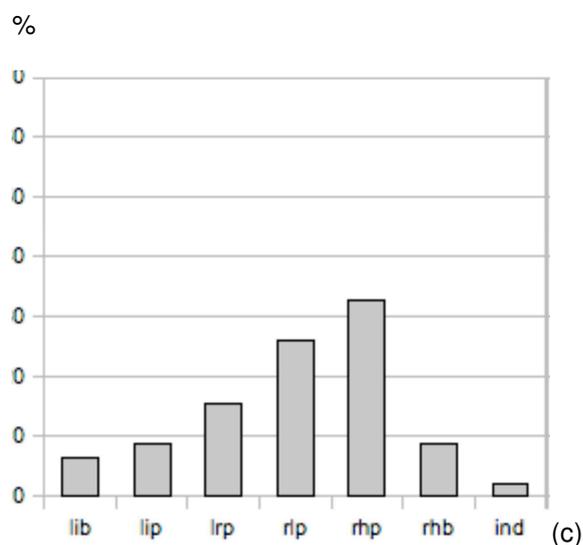
Légende pour les catégories de zonation longitudinale:

euc eucrenal, hyc hypocrenal, erh epirhithral, mrh metarhithral, hrh hyporhithral, epo epipotamal, mpo metapotamal, hpo hypopotamal, lit littoral, pro profundal



Légende pour les catégories de substrats:

pel vase ($\varnothing < 0.063$ mm), arg limons ($\varnothing < 0.063$ mm), psa sable ($\varnothing 0.063-2$ mm), aka graviers fins ($\varnothing 0.2-2$ cm), mil graviers à pierres ($\varnothing 2-20$ cm), mal blocs et roches ($\varnothing > 20$ cm), hpe habitats hygropétriques, alg algues, mph macrophytes, bryophytes, pom matière organique particulaire (fine et grossière), woo débris ligneux



Légende pour les catégories de: type de courant:

lib limnobionte, lip limnophile, lrp limno à rhéophile, rlp rhéo à limnophile, rhp rhéophile, rhb rhéobionte, ind indifférent. La préférence pour des vitesses de courant élevées augmente de limnobionte à rhéobionte

Figure 23: Préférences des espèces récoltées dans le Rhône entre 1900 et 2008 pour (a) la zonation longitudinale, (b) le substrat et (c) le type de courant.

Tableau 14 : Evaluation de l'indicateur B3 - Zonation longitudinale du macrozoobenthos

B3	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin–Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Etat actuel							
Evaluation	Etat	Critère: écart par rapport à la valeur cible					
	excellent	< ± 0,25 unité					
	bon	± 0,25 bis < ± 0,5 unité					
	moyen	± 0,5 bis < ± 0,75 unité					
	médiocre	± 0,75 bis ± 1 unité					
	mauvais	> 1 unité					

8.7.9 B4 - Familles d'insectes EPT

L'indicateur B4 a été calculé à partir des listes faunistiques fournies pour l'obtention de l'IBGA (indicateur B2). Le nombre de famille EPT et la classe d'état de la station sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 15 : nombre de familles EPT et classes d'état correspondantes dans le Rhône en février 2014

stations	Nombre de familles EPT	Classe d'état
Amont STEP Aire	9	Bon
Chèvre	9	Bon
Retenue Verbois	4	médiocre
Touvière	9	Bon
Conflan	10	Bon

Tableau 16 : Evaluation de l'indicateur B4 - Familles d'insectes EPT

B4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin–Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
			Bon	Médiocre		Bon	Bon
Evaluation	Etat	Critère: nombre de familles EPT					
	excellent	> 12 familles EPT					
	bon	8–12 familles EPT					
	moyen	5–7 familles EPT					
	médiocre	2–4 familles EPT					
	mauvais	< 2 familles EPT					

A l'exception de la retenue de Verbois qui, avec son contexte lentique, ne permet pas le développement optimal des larves d'insectes EPT, les autres stations sont diagnostiquées comme ayant un bon état pour cet indicateur.

Ce bon résultat doit être nuancé par le fait que certaines familles d'EPT ne sont représentées que par un seul individu.

Propositions d'amélioration/consolidation des indicateurs B1 à B4

Plusieurs approches peuvent être proposées pour améliorer l'écologie du Rhône genevois et renforcer/consolider le peuplement de macrofaune benthique:

- identifier les habitats potentiels comme les milieux annexes du Rhône, créer des milieux relais entre ces milieux et le Rhône ;
- réduire l'impact des éclusées en diversifiant les écoulements, favorisant les connexions fleuves-zones humides et en améliorant l'écomorphologie des tronçons (berges naturelles, zones inondables, bancs de graviers).

8.7.10 H1 - Colmatage interne

Le colmatage interne n'est probablement pas le fait des éclusées mais de la nature même des alluvions charriés actuellement par l'Arve.

Tableau 17 : Evaluation de l'indicateur H1 - Colmatage interne

H1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Etat actuel	Faible	Marqué	-	-	Notable	-	Notable

8.7.11 D1 – Débit minimal

L'indicateur D1 sert à déterminer si le débit d'éclusées respecte un minimum fondé sur des données écologiques ou s'il est inférieur à ce minimum. Les exigences imposées à un débit plancher minimal s'inspirent de celles définies pour les débits résiduels dans les art. 31 à 33 LEaux. Souvent, ces exigences sont d'ores et déjà remplies, voire dépassées (Limnex 2007).

C'est le cas du Rhône genevois et son débit minimum de 50 m³/s.

Tableau 18 : Evaluation de l'indicateur D1 - Débit minimal

D1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Etat actuel							
Evaluation	Etat	Critère: débit résiduel selon les art. 30 à 33 Leaux					
	bon	Exigences à atteindre remplies					
	mauvais	Exigences à atteindre non remplies					

8.7.12 Q1 - Température de l'eau

Calcul de l'indicateur Q1 sur la base des données récoltées aux Ripes entre 2008 et 2012 :

MOIS	Moyenne mensuelle de Max de Taux delta °C/h	Moyenne de Delta T journalier
1	0.19	0.54
2	0.13	0.48
3	0.15	0.56
4	0.23	0.96
5	0.23	1.20
6	0.38	1.58
7	0.58	1.85
8	0.63	2.05
9	0.42	1.51
10	0.41	1.26
11	0.26	0.83
12	0.24	0.73
Total général	0.32	1.13

1) Taux de variation $TT_{\text{éclusée/plancher}} = \text{quantile } 90\% \text{ de } [TT_{\text{max}}]$

= 0.699 C/h (calcul automatique sur toutes les données horaires 2009-2013)

= 0.597 C/h (calcul manuel sur 24 jours en 2009 et 2012 comme vérification)

2) $AT_{\text{éclusee/plancher}} = \text{Amplitude de la variation} = \text{quantile 90\% de } T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$
 $= 2.22C$

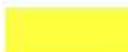
2b) Amplitude de référence = 3.9 (cf. Tableau A4)

- 3) Nombre de pics par jour (calcul manuel sur 24 jours en 2009 et 2012) :
 Moyenne = 1.875
 95% quantile = 4

Donc, pas de facteur de correction. Donc variation $TT_{\text{éclusee/plancher}} = \text{quantile 90\% de } [TT_{\text{max}}] < 1.5C$, donc excellent.

Conclusion : Etat excellent pour l'indicateur température sur tronçon 7.

Tableau 19 : Evaluation de l'indicateur Q1 - Température de l'eau

Q1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Etat actuel	Excellent	Moyen	Bon	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Evaluation	Etat	Evaluation initiale	Facteurs de correction				
	excellent	$TT_{\text{éclusee/plancher}} \leq 1,25^{\circ}C/h$	Dégradation d'une classe si $AT_{\text{éclusee/plancher}} > AT_{\text{réf}}$ et $PM = 3-5$ et $P95 = 6-9$ ou si $AT_{\text{éclusee/plancher}} > 1,5 * AT_{\text{réf}}$ ou si $PM > 5$ et $P95 > 9$				
	bon	$1,25^{\circ}C/h < TT_{\text{éclusee/plancher}} \leq 2,5^{\circ}C/h$					
	moyen	$2,5^{\circ}C/h < TT_{\text{éclusee/plancher}} \leq 3,75^{\circ}C/h$	Dégradation de deux classes si $AT_{\text{éclusee/plancher}} > 1,5 * AT_{\text{réf}}$ et $PM > 5$ et $P95 > 9$				
	médiocre	$3,75^{\circ}C/h < TT_{\text{éclusee/plancher}} \leq 5^{\circ}C/h$					
	mauvais	$TT_{\text{éclusee/plancher}} > 5^{\circ}C/h$					

9 Synthèse Diagnostic

Le diagnostic des 7 tronçons du Rhône a été établi selon deux approches différentes. La première a consisté à renseigner les indicateurs proposés dans le module d'aide à l'exécution de l'OFEV, sur la base des connaissances scientifiques à disposition. La seconde, plus intuitive, est le fruit d'un débat de personnes représentant différents sensibilités au sein du groupe de travail.

9.1 Degré de gravité des atteintes éclusées

Tableau 20 : Synthèse du diagnostic selon module d'aide OFEV

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Indicateurs de l'appréciation sommaire							
P1 Module Poissons SMG	Moyen	Moyen	Mauvais	Mauvais	Moyen	Médiocre	Moyen
P4 Reproduction de l'ichtyofaune	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais
B1 Biomasse du MZB							
B2 Module MZB du SMG			Excellent	Médiocre		Excellent	Excellent
B4 Famille d'insectes EPT			Bon	Médiocre		Bon	Bon
Indicateurs de l'évaluation approfondie							
P2 Echouage					Mauvais		Mauvais
P3 Frayères	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais
P5 RAH (kg/ha) réel	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais
B3 Zonation long. MZB							
H1 Colmatage	Faible	Marqué			Notable		Notable
D1 Débit minimal	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Q1 Température	Excellent	Moyen	Bon	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Degré de gravité	Grave	Prononcé	Grave	Grave	Très prononcé	Grave	Très prononcé

9.2 Diagnostic issu de la concertation

A titre de comparaison, une discussion a été menée sur 3 séances avec le groupe de travail réunissant divers acteurs. Sans connaissance précise des éléments décrits ci-dessus, le groupe s'est représenté la situation pour chaque indicateur de l'évaluation approfondie et s'est mis d'accord sur une valeur. A noter que l'appréciation pour l'indicateur P5 (Rendement piscicole) le GT a exprimé une appréciation du rendement global et non strictement des salmonidés, ce qui explique sa vision plus optimiste.

Tableau 21 : Résultats issus de la consultation au sein du groupe de travail Eclusées

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin – Chèvres	Chèvres – amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Indicateurs de l'évaluation approfondie							
P2 Echouage	Excellent	Moyen	Excellent	Excellent	Mauvais	Excellent	Mauvais
P3 Frayères	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Médiocre
P5 RAH (kg/ha) réel	Moyen	Médiocre	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
B3 Zonation long. MZB							
H1 Colmatage	Faible	Faible	Faible	Nul	Nul	Nul	Nul
D1 Débit minimal	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
Q1 Température	Bon	Bon	Moyen	Bon	Bon	Bon	Bon
Gravité des atteintes	Grave	Grave	Grave	Grave	Grave	Grave	Grave

9.3 Conclusions diagnostic

La comparaison des résultats issus des deux approches montre une bonne convergence concernant l'atteinte manifeste des éclusées sur le Rhône genevois, quel que soit le tronçon concerné.

Seule l'évaluation du rendement annuel par hectare (P5 - RAH) diffère sensiblement. Ceci est dû au fait que le rendement global n'est pas mauvais en soi, sauf qu'il correspond à une zone à barbeau au lieu d'une zone à ombre. Les salmonidés y sont extrêmement rares.

Il faut également noter que l'indicateur P3 - Frayère est jugé « Mauvais » sur tous les tronçons, mais que dans le cas du Rhône genevois, il ne reflète pas seulement l'effet des éclusées, mais également la présence des retenues (T1, T4 et T6) ou l'absence de graviers avec granulométrie adéquate.

10 Potentiel écologique des tronçons

Le potentiel écologique permet de déterminer les réponses prévisibles de l'écosystème à un assainissement des éclusées. Il est jugé quasi-nul dans les retenues à caractère lentique, moyen dans les tronçons urbains et important sur les deux tronçons lotiques.

Le Rhône est la colonne vertébrale du système hydrologique genevois. Avec ses affluents principaux l'Arve et le lac Léman, il permet de relier l'ensemble des 22 bassins versants du canton.

Toutes les espèces sont encore présentes dans le Rhône : Truite fario et lacustre, blageon, spirin et écrevisses, mais en effectif très réduit, suite à l'effondrement des stocks. La reproduction des salmonidés n'y est plus constatée.

Il fait l'objet de nombreux statuts de protection internationaux, nationaux et cantonaux. Cependant les zones alluviales ont tendance à perdre les caractéristiques spécifiques de ces milieux, faute d'une dynamique adéquate du fleuve.

Tableau 22 : Potentiel écologique du Rhône par tronçon : éléments

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Touvière	Touvière - Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Engagements internationaux	RAMSAR						
	OROEM						
	Emeraude						
Inventaires fédéraux	Inventaire fédéral des paysages IFP						
					Zones alluviales Moulin de Vert + Allondon		Zone alluviale Vers Vaux + La laire
Inventaires cantonaux					Teppes de Verbois, Moulin de Vert	Touvière ?	Plan de site du Vallon de la Laire
Embouchures et connectivité	Lac Léman	Arve			Allondon		Laire Annaz
Qualité de l'eau		!	!!	!!!			
Eta écomorphologique actuel	Non naturel / artificiel	Non naturel / artificiel	Peu atteint	Peu atteint	Non naturel / artificiel	Peu atteint	Très atteint
Espèces piscicoles prioritaires	Présence de truites lacustres et fario, spirins, blageons et écrevisses mais effectifs très réduits						

Pour ces raisons, lorsqu'il s'agit de définir l'importance écologique des eaux du Rhône genevois dans leur état actuel, les experts s'accordent à lui attribuer dans tous les secteurs une valeur faible au regard de son potentiel historique, en partie due à la minéralisation des secteurs urbains et lotiques et à la présence des retenues hydroélectriques. Cependant, deux secteurs semblent receler un potentiel d'amélioration important dans le cadre d'une restauration selon la LEAUX : il s'agit des tronçons lotiques en aval de Verbois et de Chancy-Pougny.

Tableau 23 : Etat actuel, état projeté 2030 et potentiel d'amélioration écologique d'un assainissement combiné du Rhône genevois

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	Amont Seujet	Aval Seujet – Pt Butin	Pt-Butin –Chèvres	Chèvres –amont Verbois	Aval Verbois – Allondon	Allondon Amont Chancy-Pougny	Aval Chancy-Pougny – Vers Vaux
Importance écologique des eaux dans leur état actuel	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Importance écologique que les eaux pourraient revêtir après réparation des atteintes nuisibles causées par l'homme, dans une mesure impliquant des coûts proportionnés.	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Important	Faible	Important
Potentiel d'amélioration écologique (différence)	Moyen	Moyen	Moyen	Nul	Important	Nul	Important

11 Assainissement

11.1 Cadre légal

La LEAUX (814.20) décrit les mesures à mettre en œuvre pour l'assainissement des éclusées.

Art. 39^{a33} Eclusées

1 Les détenteurs de centrales hydroélectriques prennent des mesures de construction pour empêcher ou éliminer les atteintes graves que des variations subites et artificielles du débit d'un cours d'eau (éclusées) portent à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes. A la demande du détenteur d'une centrale hydroélectrique, l'autorité peut ordonner des mesures d'exploitation en lieu et place de travaux de construction.

2 Les mesures sont définies en fonction des facteurs suivants:

- a. gravité des atteintes portées au cours d'eau;
- b. potentiel écologique du cours d'eau;
- c. proportionnalité des coûts;
- d. protection contre les crues;
- e. objectifs de politique énergétique en matière de promotion des énergies renouvelables.

3 Dans le bassin versant du cours d'eau concerné, les mesures doivent être coordonnées après consultation des détenteurs des centrales hydroélectriques concernées.

4 Les bassins de compensation mis en place conformément à l'al. 1 peuvent être utilisés à des fins d'accumulation et de pompage sans modification de la concession.

Art. 83^a Mesures d'assainissement

Les détenteurs de centrales hydroélectriques existantes et d'autres installations situées sur des cours d'eau sont tenus de prendre les mesures d'assainissement conformes aux exigences prévues aux art. 39^a (...) dans un délai de 20 ans à compter de l'entrée en vigueur de la présente disposition.

Un assainissement durable devra passer par une révision des règlements relatifs à l'exploitation des barrages du Seujet et de Verbois.

11.2 Enveloppe financière globale d'un assainissement total

Art. 2 Coûts imputables

1 Sont imputables les coûts au sens de l'appendice 1.7, ch. 3.1, let. c et e, OEne qui sont engendrés par des mesures d'assainissement ayant un impact sur l'exploitation, à savoir:

- a. les coûts pour la réalisation de mesures récurrentes, tels les apports de gravier;
- b. les pertes de gain engendrées par le décalage de la production énergétique dans le temps ou par l'abaissement de la production au sens des art. 3 et 4.

2 Les coûts annuels sont imputables durant 40 ans à compter du début de l'application de la mesure. Demeure réservée l'indemnisation jusqu'à l'échéance de la concession selon l'appendice 1.7, ch. 3.1, let. e, OEne.

Les mesures proposées ci-après n'engendrent pas d'abaissement de la production. En l'occurrence, une augmentation du rendement de l'usine auxiliaire du Seujet est même possible. De même, la réserve pour une construction d'un nouvel ouvrage sur le dernier palier non exploité du Rhône franco-suisse (ouvrage de Conflan) est réalisable avec toutes les mesures prévues pour l'assainissement des éclusées.

Les coûts annuels imputables au décalage de la production par rapport à la pratique liée au règlement en vigueur actuellement se situent dans une **enveloppe maximale estimée à un peu plus de 5 millions de francs** lors d'années avec un écart entre index SWISSIX Base et Swissix Peak le plus favorable pour SIG. En année défavorable comme c'est le cas actuellement et depuis plusieurs années, la perte financière pour SIG devrait se situer en dessous de 2 millions de francs suisses par an.

Les graphiques ci-dessous donnent un aperçu des différences à la bourse Swissix dans les années 2007 à 2011. La différence entre le prix du courant de base et de pointe varie fortement, après des sommets en 2007 et 2008, résultant surtout de la pénurie relative sur les marchés européens de l'électricité, cette différence est tombée en dessous de 20 euros/ MWh par une transformation interne au marché de l'électricité. Des différences négatives sont même apparues récemment sur la bourse européenne, dues notamment au fort développement de l'énergie éolienne en Allemagne. Ce phénomène n'apparaît pas de façon marquée à Swissix.

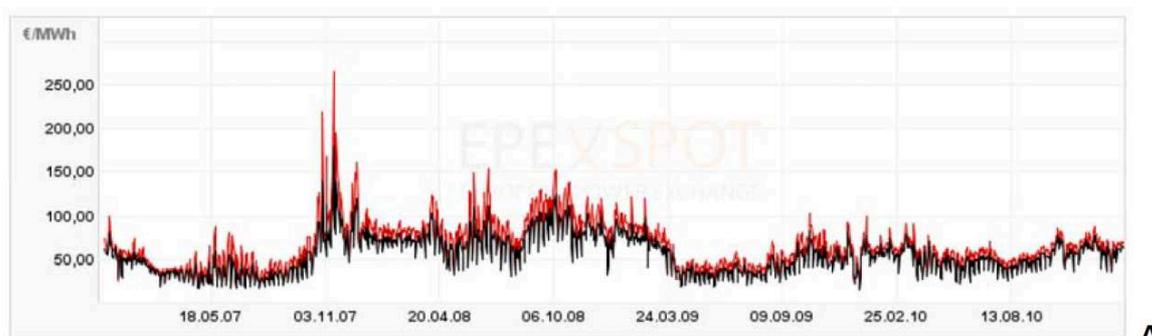


Figure 24 : Evolution des index SWISSIX Offpeak (noir) et Swissix Peak (en rouge) entre 2007 et 2011

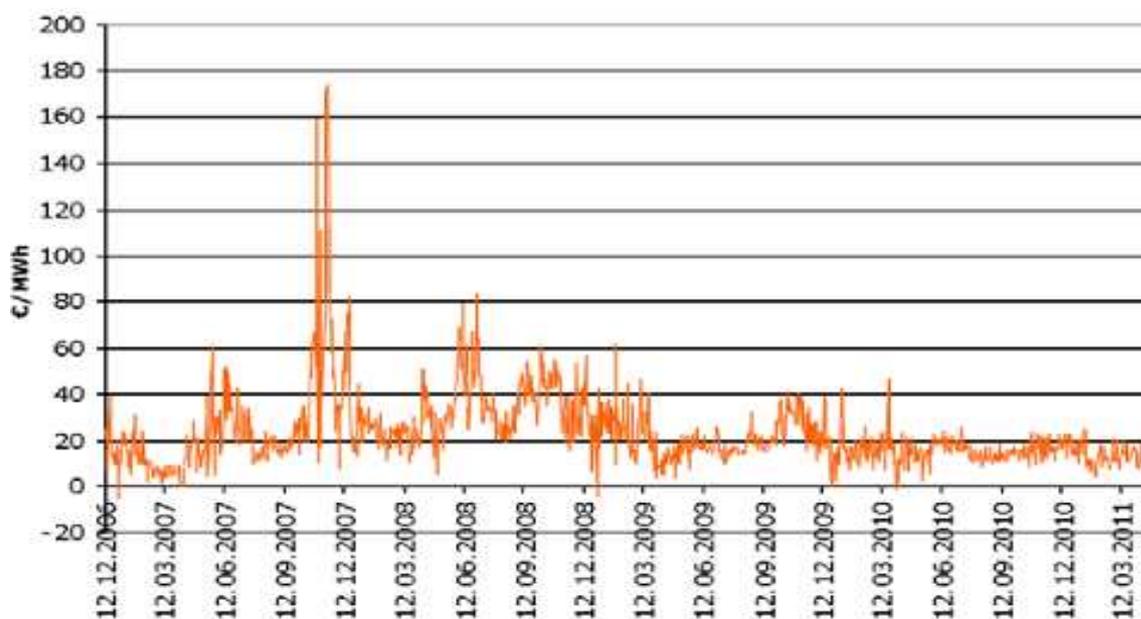


Figure 25 : Evolution de la différence entre les deux index Peak-Offpeak SWISSIX.

Ces coûts sont à mettre en relation avec la valeur non monétaire des services écosystémiques des biocénoses du Rhône, valeur amputée avec l'arrivée de la production hydroélectrique et qui a fortement chuté encore depuis l'introduction de la modulation horaire et journalière des débits.

Dans le contexte actuel, la valeur de restauration de ces services ainsi que les prestations des différents services de l'Etat affectés au maintien de conditions viables pour la flore et la faune du fleuve doivent pouvoir être comparés aux gains tirés par une exploitation avec modulation des débits. A ce titre, il serait possible de lancer une étude économique reflétant l'ensemble des profits et des pertes engendrés par la production de pointe.

11.3 Travaux préparatoires

Une phase préparatoire pourrait regrouper les travaux décrits ci-après dans une démarche réunissant les acteurs du fleuve ainsi que des spécialistes.

11.3.1 Modèle écologique du Rhône genevois

La reconstitution du **modèle écologique du Rhône genevois** tel qu'il fonctionnait à la fin du 19^{ème} siècle, avant l'introduction des premières exploitations hydroélectriques permettrait d'obtenir une vision réaliste et convergente de la situation initiale.

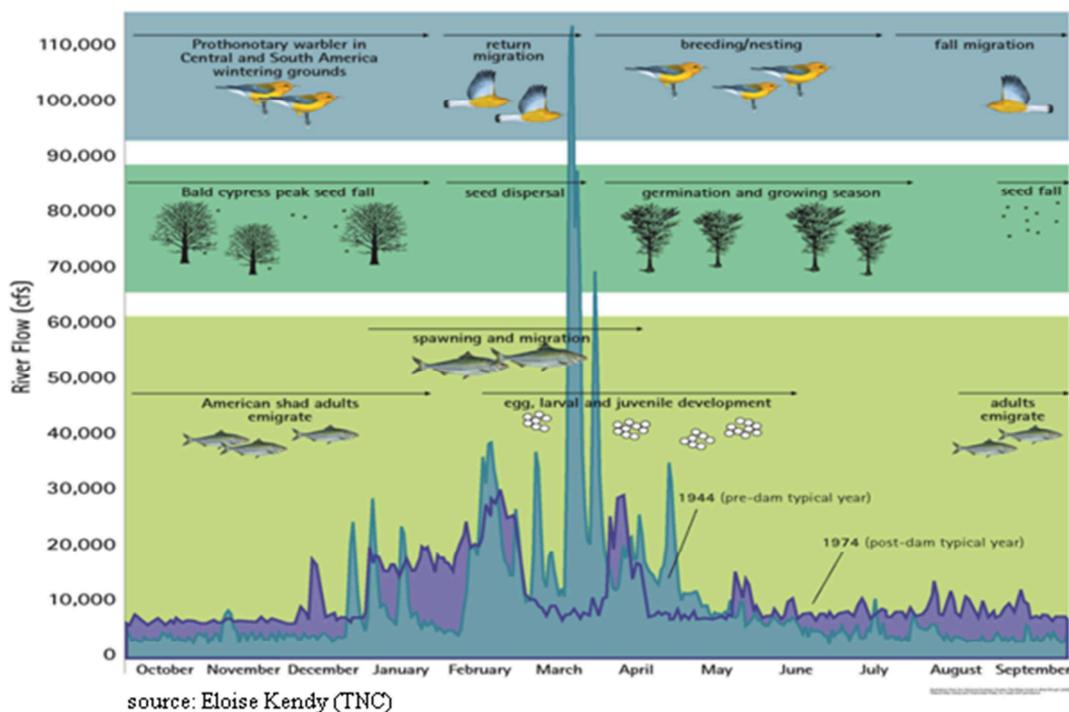


Figure 26 : Modèle écologique de la rivière Savannah

11.3.2 Approche BBM « Building block Methodology »

La mise en place d'une méthode BBM « Building Block Methodology » afin d'identifier les éléments hydrologiques naturels primordiaux pour la restauration d'un ensemble de fonctionnalités écologiques essentielles du fleuve pourrait servir de base pour affiner les mesures à mettre en œuvre par l'exploitant.

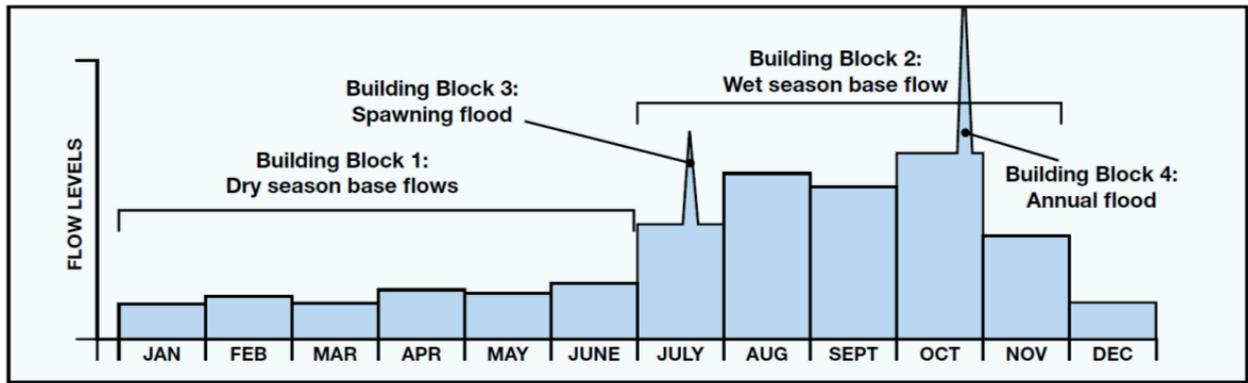


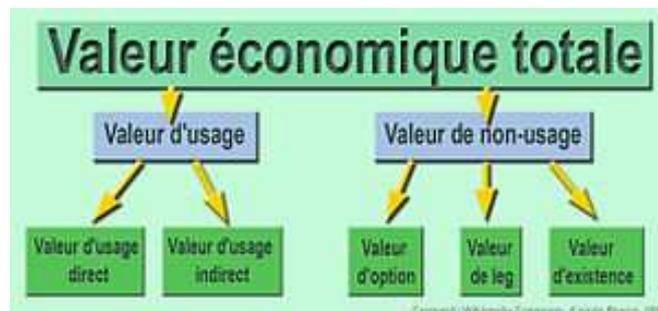
Figure 27 : Illustration de la Méthode BBM "Building Block Methodology". Les 4 blocs identifiés dans l'exemple sont 1) le débit minimum en saison sèche, 2) le débit minimum en saison humide, 3) une crue estivale moyenne stimulant la reproduction de certaines espèces, 4) la crue annuelle de régénération des habitats. Source : Unesco IHE (E-flows)

11.3.3 Modélisation des habitats du fleuve

La réalisation d’une évaluation grandeur nature de la **spatialité des habitats du Rhône** en fonction d’une palette de débits contenus entre le débit minimum et le débit d’équipement du fleuve serait utile pour confirmer que l’approche BBM mise en place garantit la fonctionnalité des habitats typiques du fleuve. Les modèles descriptifs d’habitats tels que présentés dans le chapitre 8.7 pourraient ainsi être consolidés par des retours d’expérience. Une modélisation préalable des habitats alluviaux actuels et potentiels du fleuve, atteignables par des débits de crue annuelle à quinquennale permettrait de profiter également de cette campagne de terrain pour développer les mesures de renaturation élargie de l’espace réservé au fleuve.

11.3.4 Services écosystémiques vs valeur économique totale du fleuve

L’inventaire des services rendus (historiquement et actuellement) par le fleuve et de leur valeur associée devrait finalement être dressé afin de pouvoir évaluer sur une base solide le rapport coût-bénéfice des mesures prises. L’estimation de la valeur économique totale du Rhône genevois est un outil important pour mesurer les enjeux de sa restauration.



Deux approches ont été imaginées pour assainir le Rhône genevois : l'approche Top-Down et l'approche Bottom-up.

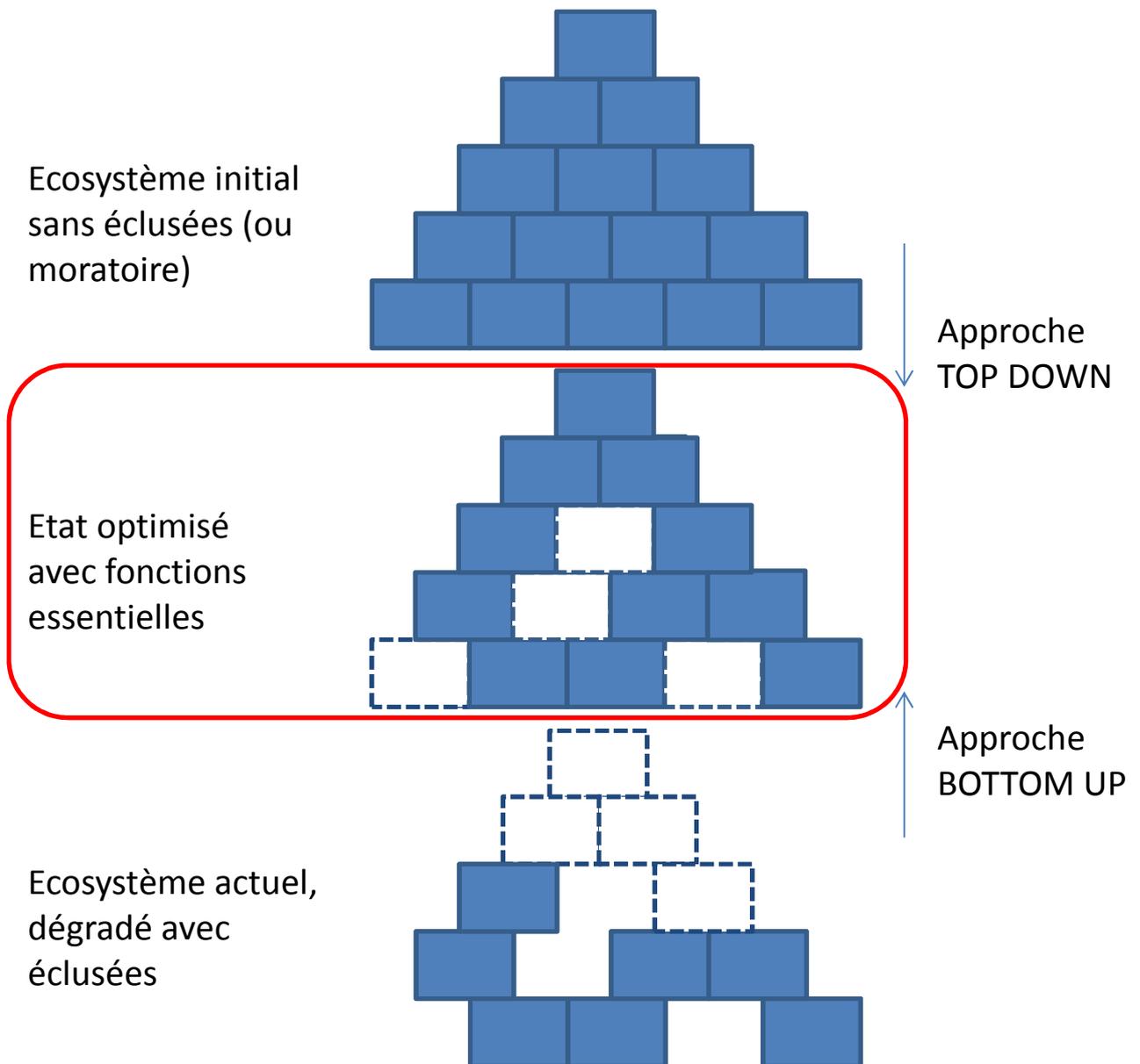


Figure 28 : Les deux approches évaluées pour un assainissement des éclusées du Rhône genevois

11.4 Approche Top-Down

Cette approche consisterait à adopter un moratoire quasi-total de la modulation du Rhône genevois pendant 5 ans afin de voir comment l'écosystème réagit à la disparition des facteurs d'impacts.

Une tranche de $\pm 25 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondant à un delta 12 MW serait cependant tolérée pour une adaptation mesurée de certaines variations sur le réseau local (p.ex. production photovoltaïque).

Après cette période d'observation et en fonction des résultats obtenus, une certaine flexibilité pourrait être ensuite graduellement ré-octroyée par voie réglementaire en fonction du modèle écologique du Rhône genevois et des connaissances acquises sur ses habitats et leur fonctionnement relatif aux débits.

Cette approche est privilégiée par les milieux de la pêche et les associations environnementales. Elle n'est cependant pas privilégiée par les exploitants à ce stade. Elle pourrait être proposée à l'horizon 2030 si l'approche bottom-up ne devait pas permettre d'atteindre le niveau d'assainissement escompté.

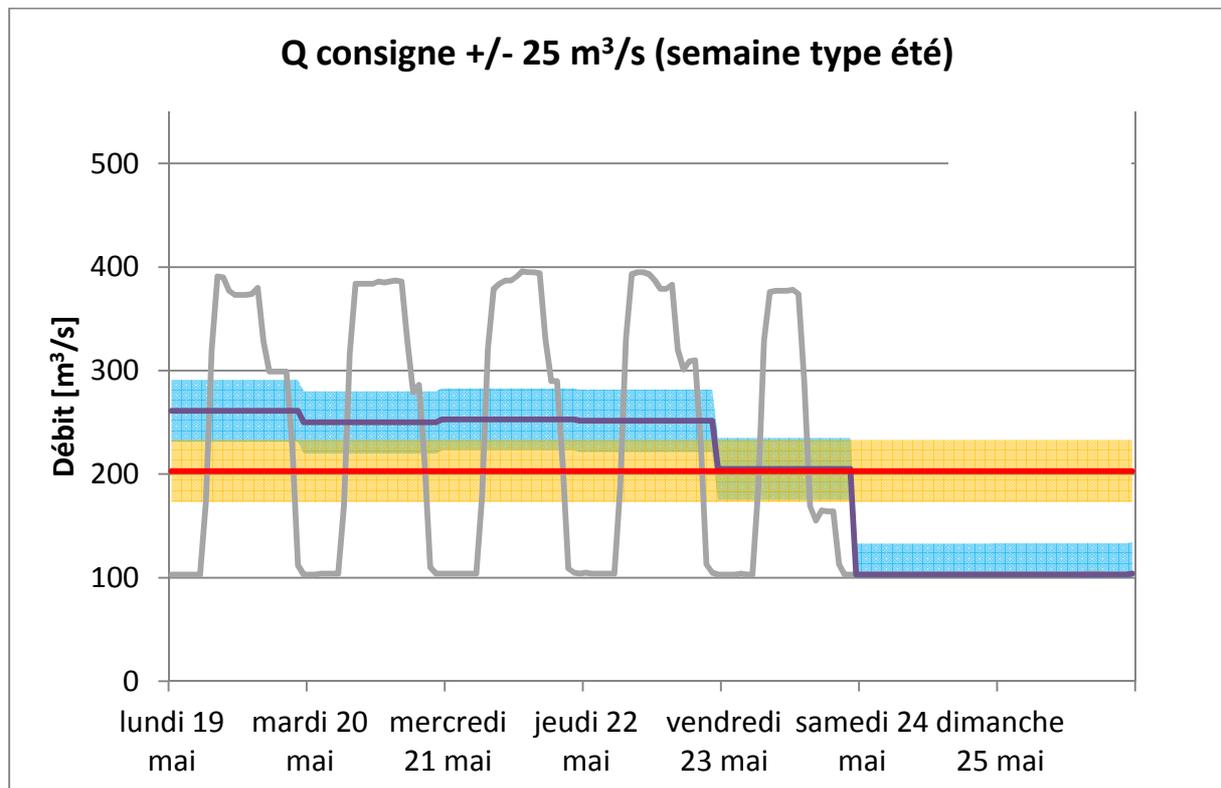


Figure 29 : Scénario réduisant le plus fortement les éclusées avec débit de consigne hebdomadaire (en rouge) ou avec une consigne journalière (en bleu) avec recharge en fin de semaine.

11.5 Approche Bottom – Up

Cette approche consiste à partir des pratiques actuelles induites par le règlement en vigueur et à cibler des améliorations en introduisant des éléments hydrologiques ou hydrauliques (building blocks) restaurant l'une après l'autre les fonctionnalités essentielles de l'écosystème Rhône.

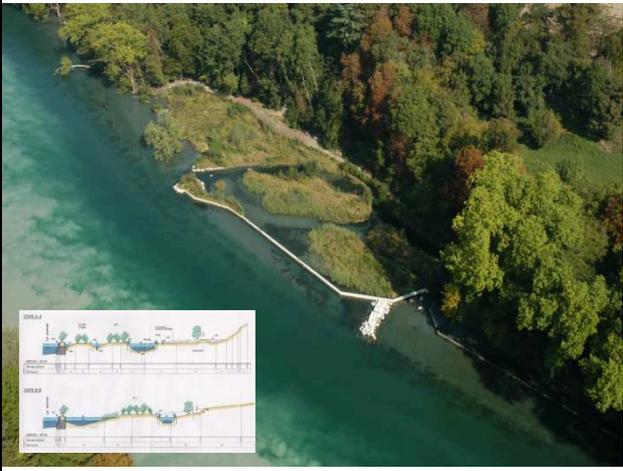
Cette approche est privilégiée par les exploitants et l'autorité cantonale.

Suite aux discussions menées lors du séminaire du 29 août 2014 réunissant tous les acteurs du Rhône, l'approche Bottom-Up est celle qui sert de base à l'élaboration de la planification cantonale pour l'assainissement des éclusées.

La restauration de la fonctionnalité des habitats est possible soit par des mesures constructives, soit par des mesures d'exploitations.

11.5.1 Mesures constructives

Des actions ont déjà été réalisées par les exploitants dans le cadre des renouvellements des concessions du Rhône. Elles sont de deux types : soit un milieu connexe au Rhône est créé avec une séparation physique (mur, digue végétalisée) le protégeant des variations de vitesses, soit des obstacles sont introduits dans le lit du fleuve afin de diversifier les écoulements sans limiter la capacité d'évacuation des crues ni créer de perte de charge pour la production électrique : trois exemples sont présentés ci-dessous.

Tronçons lotiques	
	<p>Sous-Cayla :</p> <p>Objectif(s) mesure : Création de milieux protégés des éclusées</p> <p>Date de réalisation : 2002 Maître d'ouvrage : SIG + DGEAU Exploitant de la mesure : SIG</p>

<p>Epis de Verbois</p> <p>Objectif(s) mesure : Diversification des écoulements et zones de grossissement dans le canal de fuite de Verbois</p> <p>Date de réalisation : 2004 Maître d'ouvrage : SIG + DGEAU Exploitant de la mesure : SIG</p>	
	<p>Vers Vaux :</p> <p>Objectif(s) mesure : Milieu refuge pour la faune piscicole et bras alluvial sans risque d'échouage par débits d'exploitation</p> <p>Date de réalisation : 2010 Maître d'ouvrage : SFMCP Exploitant de la mesure : SFMCP</p>

En continuation de ces interventions, la planification cantonale prévoit de poursuivre les interventions de ce type, principalement sur les trois tronçons lotiques canalisés et subissant de fortes variations.

De nouvelles zones de grossissement protégées pourront ainsi être créées ponctuellement dans le lit du cours d'eau en induisant un écoulement aussi diversifié que possible sans nuire aux capacités de production et d'évacuation des crues. Sur les tronçons lotiques en aval des trois ouvrages hydroélectriques, la géométrie des rives pourra faire l'objet d'interventions de renaturation de grande envergure sur l'ensemble de l'espace réservé au cours d'eau.

Tableau 24 : Mesures constructives envisagées sur le Rhône

Echéance	Code Mesure	Description	Estimation des coûts en CHF	Bénéfice attendu
Eclusées - Mesures indépendantes				
2020	M.10.2.92	Micro-habitats pour juvéniles (grossissement) en aval du Seujet	1'000'000 < X < 5'000'000	Moyen
2025	M.13.2.92	Diversification des habitats en aval de Verbois	1'000'000 < X < 5'000'000	Moyen
2025	M.14.2.92	Diversification des habitats en aval de Chancy	1'000'000 < X < 5'000'000	Moyen
Mesures R Renaturation liées à un assainissement des éclusées par des mesures d'exploitation				
2025	R.03.2.40	Canal fuite Verbois / Revitalisation berge rive droite (création bras alluvial aux Teppes)	X > 5'000'000	Important
2025	R.07.2.11	Seuil Chancy / revitalisation berge rive gauche	1'000'000 < X < 5'000'000	Important
2025	R.08.2.11	Vers-Vaux / reconnexion des terrasses alluviales	1'000'000 < X < 5'000'000	Important
Mesure T Transport solide liées à un assainissement des éclusées par des mesures d'exploitation				
2025	T.03.2.11	Seuil Chancy - adaptation de l'ouvrage pour favoriser le transit des graviers	50'000 < X < 500'000	Moyen

Une démodulation par stockage dans un bassin aval apparaît peu réaliste étant donné les volumes journaliers en présence et le ratio défavorable entre la hauteur de chute et la longueur du tronçon.

11.5.2 Mesures d'exploitation

11.5.2.1 Phase 1 : 2015 à 2020

La première phase consiste à introduire diverses mesures réunies en 3 blocs aussi vite que possible en début de période et d'observer par un protocole strict de suivi les réponses biologiques à ces changements.

Le premier bloc consiste à **limiter les risques d'échouage des poissons**, et à **adoucir les changements induits dans le milieu**.

- L'augmentation du **débit plancher hivernal à 100m³/s** au lieu de 50 est une mesure recueillant un avis favorable assez large au sein des acteurs du Rhône. C'est d'ailleurs une valeur proche des minimas hivernaux constatés avant régulation du Lac Léman.
- Il est également proposé de **lisser les paliers** en adaptant la tranche horaire de 50 m³/s par 20 minutes à **5 m³/s par 2 minutes**. En ce sens le taux moyen reste identique mais les effets à l'amont et l'aval immédiats du Seujet seront réduits. Ce lissage devrait également être précisé et contrôlé pour les manœuvres associées sur les ouvrages de Verbois et Chancy-Pougny.

- Lors d'un abaissement des débits en dessous du débit de consigne, il est proposé de réduire ce taux de 60%, soit **2 m³/s par 2 minutes** afin d'atteindre des vitesses acceptables d'abaissement des niveaux d'eau sur les tronçons lotiques selon les valeurs indicatrices fournies par l'OFEV. Cette réduction vaut également pour les manœuvres associées sur les ouvrages de Verbois et Chancy-Pougny.

Si la configuration actuelle des tronçons lotiques pourrait se satisfaire du taux actuel de variation des débits au Seujet, une fois le débit minimal augmenté et le lissage des paliers adapté au regard des risques d'échouage, il faut à ce stade mettre en perspective les travaux de dé-canalisation de ces tronçons également prévus dans le cadre de cette planification et la sensibilité bien plus importante de la biocénose des futures berges revitalisées.

Le deuxième bloc vise plus spécifiquement à **redonner une stabilité quotidienne au milieu fluvial**, pour améliorer la fonctionnalité des habitats et protéger la faune aquatique.

Cette stabilité du milieu fluvial sera renforcée par une **limitation de l'amplitude journalière maximale** admise par une réduction du débit plafond à **Q_{cj} +100m³/s** au lieu de Q_{cj} +200m³/s.

Il pourrait également être utile d'introduire une option visant à **limiter le nombre quotidien d'éclusées de grande amplitude admises**, en précisant par exemple que le débit de consigne ne peut être dépassé qu'une fois par jour et pour une seule période.

Enfin le troisième bloc vise à **garantir et/ou renforcer les crues annuelles à quinquennales** dans le système en limitant l'effet tampon induit par la régularisation des niveaux du Léman et la modulation des débits au Seujet.

Un **accompagnement des crues d'Arve** poursuit plusieurs objectifs d'assainissement du Rhône genevois. Cela permet tout d'abord d'éviter des variations souvent subites à l'amont et l'aval immédiat du Seujet. Cela assure également une part plus importante des matières en suspension transportées par la crue d'Arve à travers les retenues. Cependant, cela oblige l'exploitant à déverser des volumes au-delà de la capacité de ces ouvrages et ne permet pas de stocker temporairement des volumes dans le Léman.

Si la crue d'Arve coïncide avec une crue du Léman, cette mesure permet de retrouver sur les tronçons lotiques une fréquence de crues morphogènes en phase avec les besoins de régénération des habitats de reproduction (frayères) et les zones alluviales des espaces réservés. L'objectif est de garantir l'occurrence de ces débits de crue dans le système modulé.

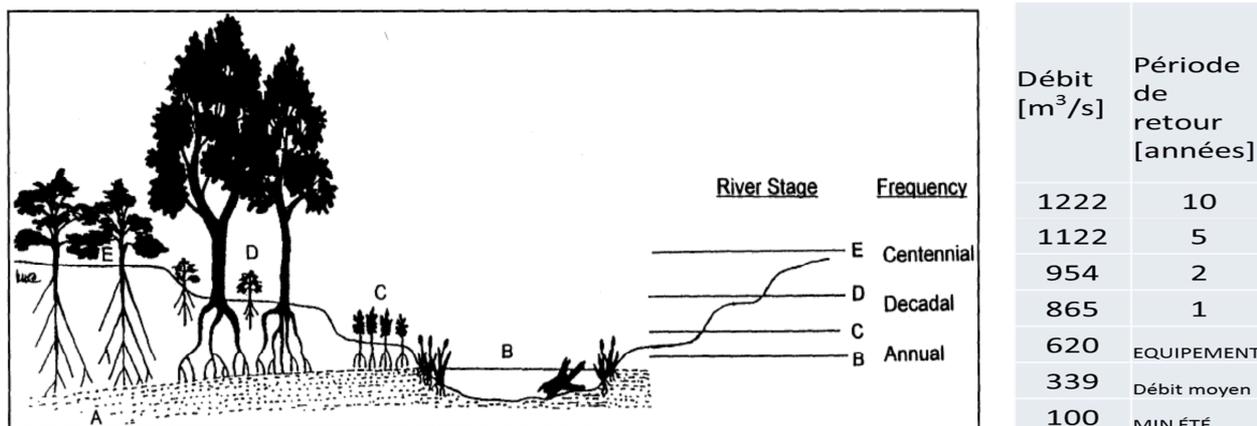


Figure 30 : Régime de crues dans un système alluvial renaturé (à gauche) et débits correspondants pour le Rhône aux Ripes (à droite).

11.5.2.2 Phase 2 : 2020 à 2025

En fonction des changements biologiques observés en réponse aux améliorations mises en œuvre en phase 1, il est proposé dans cette deuxième phase d’affiner la démarche des « building blocks » en introduisant les débits environnementaux nécessaires aux travaux d’aménagement ou de revitalisation des zones alluviales en aval de Verbois et Chancy-Pougny.

11.5.2.3 Phase 3 : 2025 à 2030

Toujours en fonction des résultats obtenus dans les étapes précédentes, et dans le cas où ceux-ci ne seraient pas ponctués d’un succès jugé suffisant, il serait possible d’introduire un moratoire de 5 ans entre les autorités, les exploitants et Swissgrid, pour évaluer le potentiel du Rhône genevois, puisqu’entretemps le régime de charriage, la diversité des habitats aquatiques et les zones alluviales riveraines auront été restaurés.

Les tableaux ci-après résument les mesures d’exploitation liées à l’assainissement des éclusées et celles liées au rétablissement du charriage.

Les mesures d’exploitation sont présentées dans des fiches détaillées à l’annexe 3.

Tableau 25 : Mesures d'exploitation envisagées sur le Rhône L'estimation de la fourchette des coûts est faite sur la base d'une différence d'index Peak-Offpeak maximale telle qu'en 2007.

Code Mesure	Description	Estimation des coûts (en rouge annuels) en CHF	Bénéfice attendu	Position de l'exploitant
Horizon 2015 à 2020				
M.05.2.92	Lissage des paliers	50'000 <x< 500'000	Moyen	Favorable
M.06.2.92	Diminution horaire des débits réduite en dessous de Q _{cj}	50'000 <x< 500'000	Moyen	Peu favorable
M.07.2.92	Augmentation du débit plancher hivernal à 100m ³ /s	500'000 <x< 1'000'000	Moyen	Favorable
M.09.2.93	Réduction du débit plafond à Q _{cj} +100m ³ /s	500'000 <x< 1'000'000	Moyen	Favorable
M.10.2.92	Accompagnement des crues d'Arve – Crues 1-5 ans	50'000 <x< 500'000	Faible (important pour habitats cf charriage)	Favorable
Horizon 2020 à 2025				
M.11.2.92	Débits environnementaux (optimisation saisonnière)	?	Important	A considérer après précisions
Horizon 2025 à 2030				
M.08B.2.92	Production en "ruban modulé" Q _j +- 25m ³ /s	> 5'000'000	Important	Opposé

Echéance	Code Mesure	Description	Bénéfice attendu
2020	T.01A.2.92	Charriage de sables et graviers à travers la retenue de Verbois (abaissement périodique du plan d'eau)	
2020	T.01C.2.92	Injection de volumes complémentaires à l'aval de Verbois	
2020	T.02.2.92	Charriage de sables et graviers à travers la retenue de Chancy-Pougny (abaissement périodique du plan d'eau)	
2020	T.02C.2.92	Injection de volumes complémentaires à l'aval de Chancy-Pougny	

Tableau 26 : Mesures d'exploitation T du volet Charriage menées parallèlement à un assainissement des éclusées

11.5.3 Solutions à trouver dans la stratégie énergétique cantonale

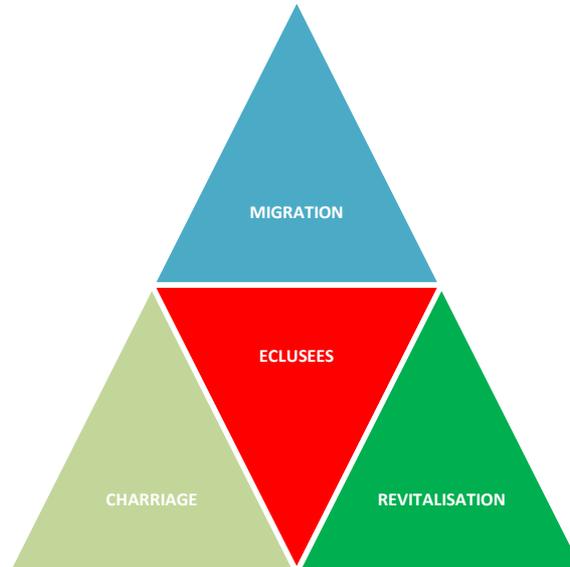
Il faut garder à l'esprit que les éclusées et leurs effets sur le fleuve sont la conséquence de la consommation électrique du Canton. En ce sens, les trois éléments de la stratégie énergétique cantonale sont également potentiellement porteurs d'assainissements pour le Rhône si les gains qu'ils peuvent générer sont utilisés dans l'optique de la LEAUX.

- Production alternative d'électricité de pointe
- Maîtrise et inflexion de la demande d'énergie de pointe
- Stockage court terme et solutions smart-grids

12 Synthèse

12.1 Gestion intégrée du Rhône genevois (coordination inter-volets)

Le degré d'assainissement des éclusées par des mesures d'exploitation déterminera le potentiel écologique futur du fleuve pour les 3 autres volets de la LEAUX.



Un assainissement partiel efficace doit permettre :

- d'**assurer une certaine stabilité quotidienne** aux écosystèmes des tronçons lotiques et lentiques.
- de **limiter fortement le risque d'échouage** des espèces piscicoles dans les tronçons lotiques.
- de **restaurer les crues 1-5 ans** dans le système, événements devenus très rares depuis l'introduction du barrage du Seujet. Ces crues sont importantes pour la gestion du charriage et la régénération des habitats.
- de **renaturer les berges** fortement canalisées en aval des ouvrages et offrir de nouvelles terrasses alluviales et habitats riverains.
- d'**améliorer la connectivité des embouchures d'affluents** et les appels d'eau des voies de migration qui présentent actuellement des configurations très différentes entre le jour et la nuit.

Le comité de pilotage s'est accordé sur une vision de l'état des cours d'eau :

«À l'horizon 2030, le caractère naturel du réseau hydrologique genevois, la diversité biologique et une représentation adéquate des populations animales et végétales typiques des cours d'eau genevois et de leurs rives auront été restaurés, tout en maîtrisant les débits de crues, en exploitant le potentiel de production d'électricité renouvelable et locale, en assurant une certaine flexibilité temporelle d'approvisionnement du réseau électrique local, en garantissant les droits d'eau de l'industrie et de l'agriculture et en développant un accueil adapté du public pour les loisirs. »

Le tableau ci-après présente une approche intégrée basée sur une vision construite sur la base d'objectifs et d'indicateurs sectoriels.

Tableau 27 : Vision globale pour le Rhône genevois, objectifs généraux et détaillés, indicateurs proposés

Gestion intégrée du Rhône genevois 2015-2030

<u>Vision globale</u>	<u>Objectifs généraux</u>	<u>Objectifs détaillés</u>	<u>Indicateurs</u>
«A l'horizon 2030, le caractère naturel du réseau hydrologique genevois, la diversité biologique et une représentation adéquate des populations animales et végétales typiques des cours d'eau genevois et de leurs rives auront été restaurés, tout en maîtrisant les débits de crues, en exploitant le potentiel de production d'électricité renouvelable et locale, en assurant une certaine flexibilité temporelle d'approvisionnement du réseau électrique local, en garantissant les droits d'eau de l'industrie et de l'agriculture et en développant un accueil adapté du public pour les loisirs. »	Ecomorphologie satisfaisante des berges et du lit	Décanalisation des rives et diversification	Nombre d'alternances Riffles & pools
	Composition adéquate du substrat	Rétablissement de crues historiques 1 à 5 ans (accompagnement des crues d'Arve)	Crue 1 an Ripes Crue 2 ans Ripes Crue 5 ans Ripes
		Injection complémentaire de graviers	Volume injecté aval Verbois
			Volume injecté aval Chancy
	Diversité des habitats	Transit des matériaux grossiers à travers les retenues (lors d'abaissements partiels)	% D30 à D60 transité à Verbois sur 5 ans
			% D30 à D60 transité à Chancy-Pougny sur 5 ans
	Diversité des habitats	Dynamique alluviale - Inondation périodique des zones riveraines	Surface totale espace réservé inondable Crue 1 an Crue 2 ans Crue 5 ans
			Présence et reproduction flore alluviale
	Composition de l'ichtyofaune typique de la zone à ombres	Diversification des écoulements	Zones grossissement protégées des variations induites par éclusées
			Surface présentant les caractéristiques adéquates avec frai constaté
		Activation des frayères potentielles	Surface exondée par $D_{EcluséesMin}$
		Réduction drastique du risque d'échouage des poissons	Vitesse d'abaissement
			Longueur cumulée réseau hydrologique sans obstacle infranchissable
		Amélioration connectivité du réseau hydrologique	Temps de retard cumulé au passage des obstacles franchissables (montaison)
			Possibilité de dévalaison en tout temps
	Retours d'espèces aquatiques disparues	Macroinvertébrés Espèces piscivores (p.ex. loutre, oiseaux)	Temps de retard cumulé au passage des obstacles franchissables (dévalaison)
			Attractivité des affluents et des passes à poissons
	Gestion des crues extrêmes	Protection des biens et des personnes Maintien des lignes d'eau dans lit -> Maintien volume utile résiduel des retenues --> Transit des matériaux fins à travers les retenues	Indice IBGA
			Présence et reproduction confirmée
			Dommages matériels
Pêche de loisirs	Salmonidés Autres	% transité à Verbois sur 5 ans	
		% transité à Chancy-Pougny sur 5 ans	
Valorisation énergétique	Maintien de la production hydraulique concédée du Rhône	Taux MES	
		Captures annuelles	
	Réalisation du potentiel restant +130 GWH	Captures annuelles	
	Maintien d'une capacité d'ajustement du réseau	Production annuelle totale Rhône	
		Projet de Conflan	
Réalisation du potentiel hydrothermique	Capacité horaire (options Top Down et Bottom Up)		
		Capacité journalière (option Bottom Up)	
		Capacité annuelle estimée	

12.2 Synthèse cartographique du diagnostic et des mesures proposées

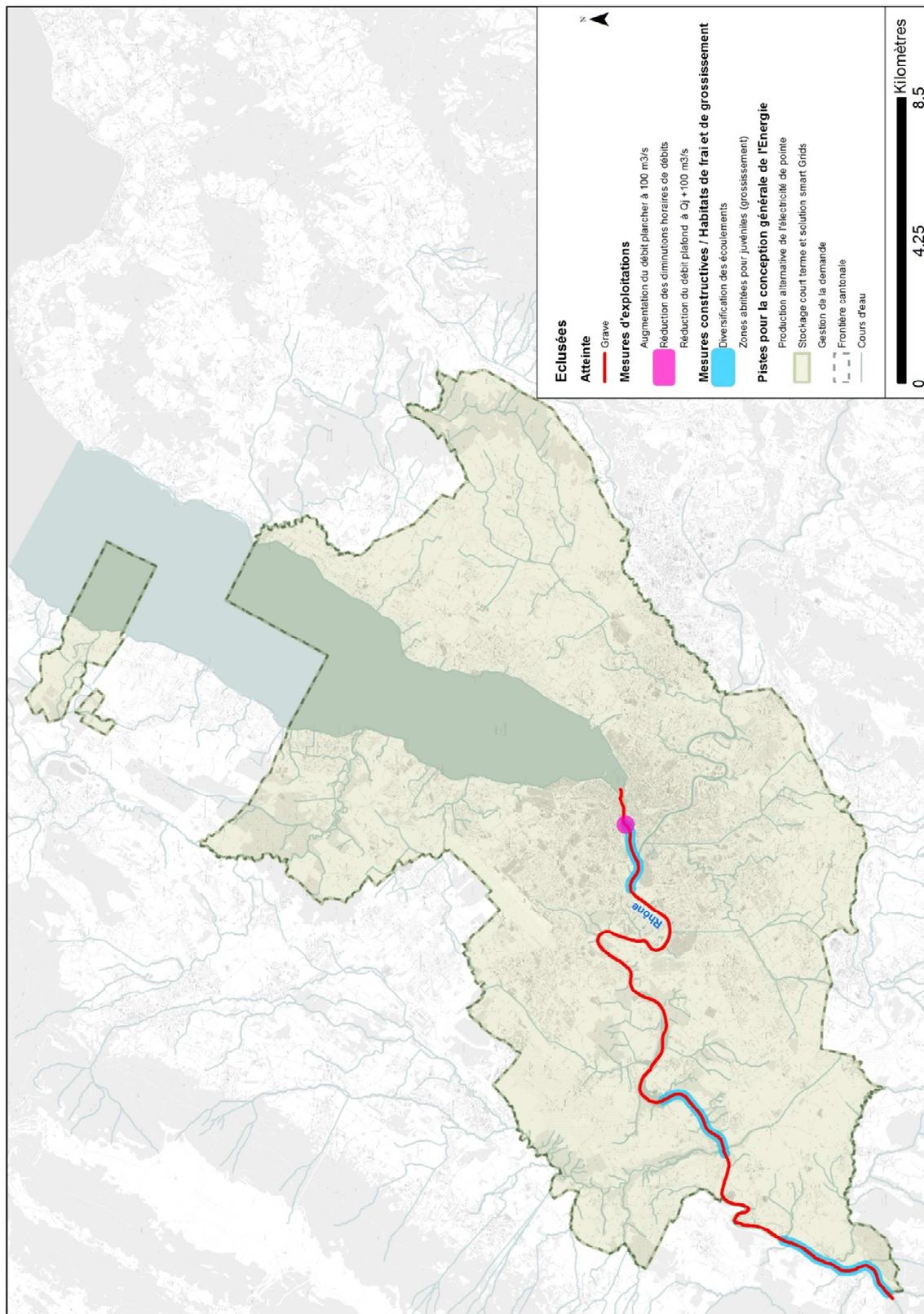


Figure 31 : Atteinte des éclusées et localisation des mesures envisagées

12.3 Tableau résumé des mesures envisagées sur le Rhône pour les 4 volets

MIGRATION	ECLUSEES	CHARRIAGE	REVITALISATION
Pàp Seujet RG + Ecluse Pàp Verbois RG Pàp Chancy RD	Sous-Cayla Epis Verbois Vers Vaux	Accomp. crues Arve Dragage Jonction	Planfonds, Bois-de-Bay, Bois de s Fonds, Bilet, Touvière, Eaux-Froides
Rhône 2015			
Ass. montaison RG Seujet Ass. montaison RD Seujet Ass. dévalaison RD Seujet Ass. montaison RG Verbois Ass. dévalaison RG Verbois Ass. montaison RD CyPy	E1 : E-Flows 1 Lissage paliers Abaissements ralentis Débit Min. 100 m ³ /s Réduction amplitudes +100 Renoncement aux multi-pics Zones grossissement Epis – Riffle and pools	Abaissements Verbois Abaissements CyPy Injection Test aval CyPy	La Plaine Chalet du Bac
Rhône 2020			
Montaison RD Verbois Dévalaison RD Verbois Montaison RG CyPy + reconnexion Couchefatte	E2 : E-Flows 2	Gravier meuble aval Verbois Injection graviers aval CyPy	Contournement Verbois Canal fuite Verbois RD Aval Pt Chancy RG Seuils Couchefatte
Rhône 2025			
Dévalaison RG CyPy	E3 : E-Flows 3	Atteinte profil équilibre aval CyPy	↔ Zone alluviale Vers Vaux Confluence Arve
Rhône 2030			

13 Bibliographie

AKUATIK (2012) : Inventaire 2011 des espèces d'insectes aquatiques du Rhône genevois, Ephémères, Plécoptères, Trichoptères. Mandat du SECOE, DIME, Avril 2012. 17 p. + annexes.

DETHIER, M., CASTELLA, E. (2002) : A ten years survey of longitudinal zonation and temporal changes of macrobenthic communities in the Rhône River, downstream from lake Geneva (Switzerland). In : *Ann. Limnol.* 38 (2) 2002 : 151-162.

KNISPEL, S. (2010) : Etude des espèces de la faune benthique EPT Arve et Rhône. Bureau Akuatik, rapport 17 p.

OFEV (2012) : Assainissement des éclusées. Planification stratégique. Un module de l'aide à l'exécution Renaturation des eaux. Environnement Pratique. Office fédéral de l'Environnement, Berne, 2012. 54 p. + annexes.

STUCKI, P. (2010) : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Macrozoobenthos – niveau R. L'environnement pratique n° 1026. Publié par l'Office fédéral de l'environnement, Berne, 1-61.

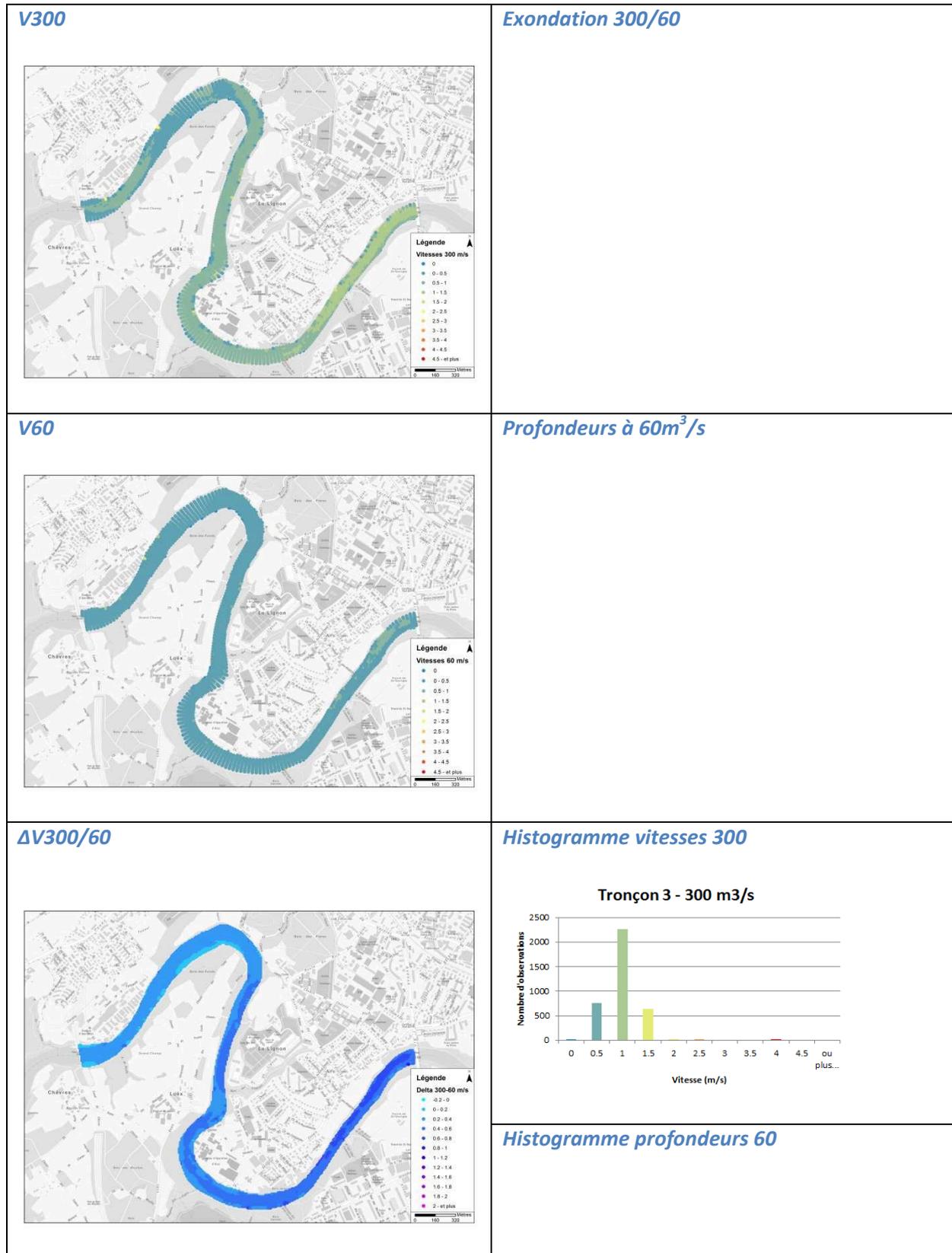
OFEN (2011) : Evolution des prix de l'électricité en Suisse. Rapport du Conseil fédéral donnant suite au postulat 08.3280 Stähelin du 4 juin 2008

14 Annexes

14.1 Annexe 1 : Caractérisation des macro-habitats du Rhône

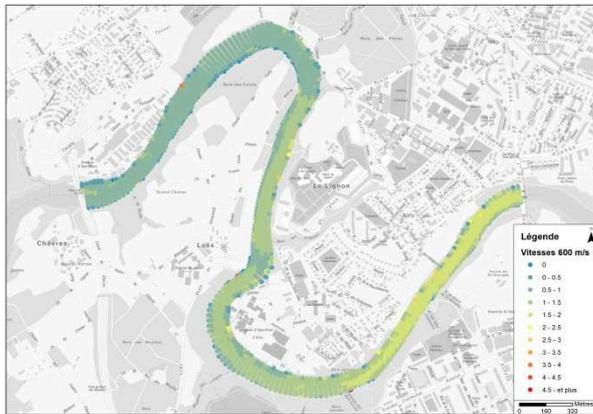
Sur la base de données existantes.

TRONCON 3: Hiver 300-60m³/s



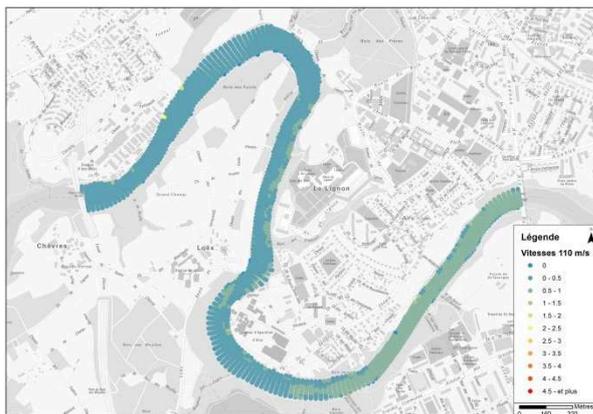
TRONCON 3 : Printemps 620-110 m³/s

V600



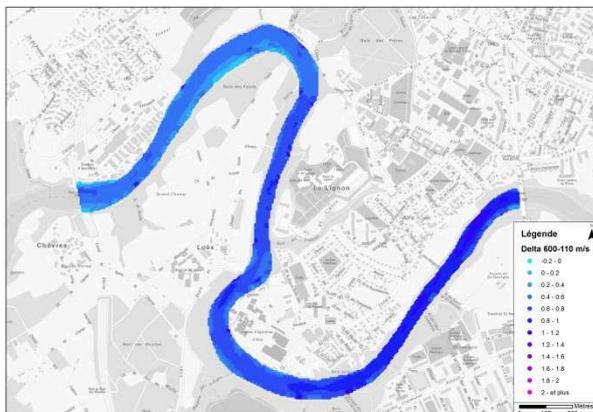
Exondation 600/110

V110

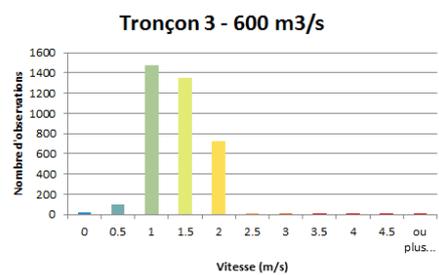


Profondeurs à 110m³/s

ΔV600/110



Histogramme vitesses 600



Histogramme profondeurs 110

TRONCON 4 : Hiver 300-60m³/s

V300



Exondation 300/60

V60

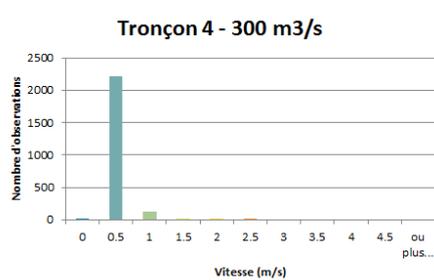


Profondeurs à 60m³/s

ΔV300/60



Histogramme vitesses 300



Histogramme profondeurs 60

TRONCON 4 : Printemps 620-110 m³/s

V600



Exondation 600/110

V110

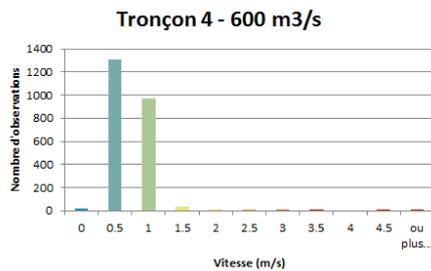


Profondeurs à 110m³/s

ΔV600/110



Histogramme vitesses 600



Histogramme profondeurs 110

TRONCON 5 : Hiver 300-60m³/s

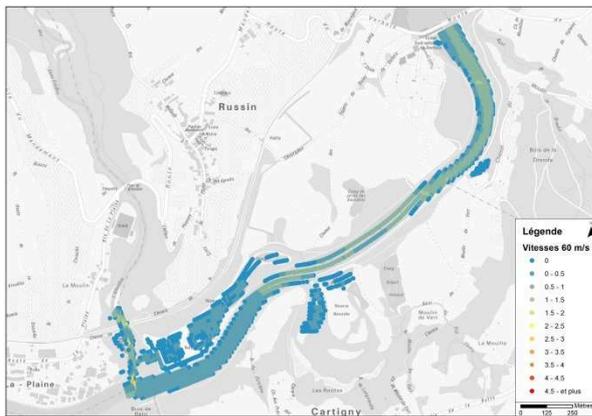
V300



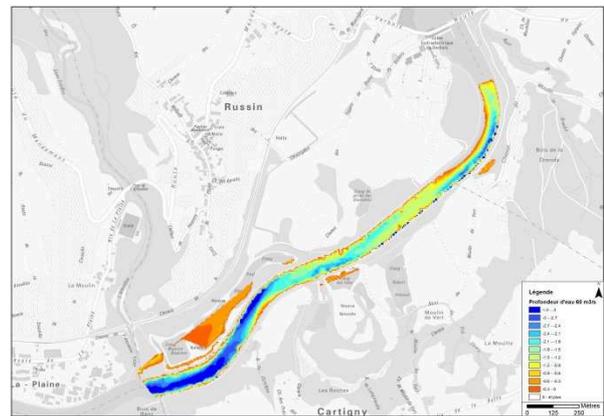
Exondation 300/60



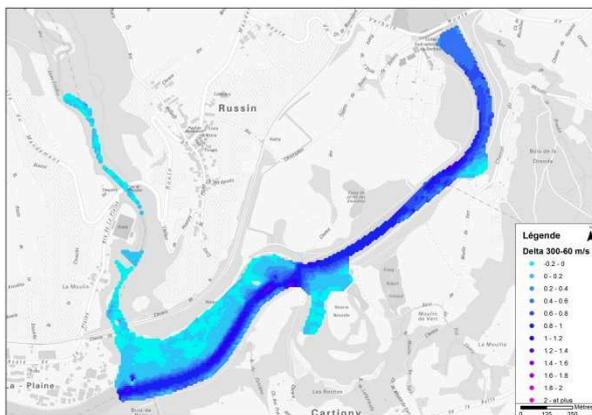
V60



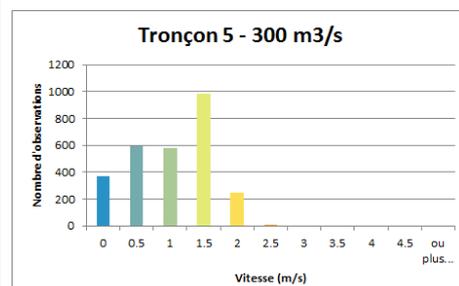
Profondeurs à 60m³/s



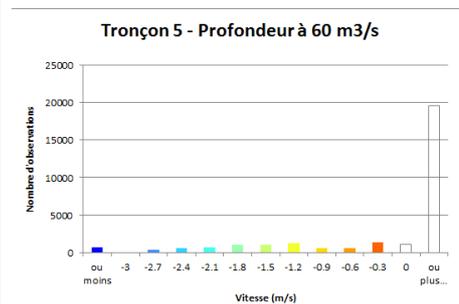
ΔV300/60



Histogramme vitesses 300

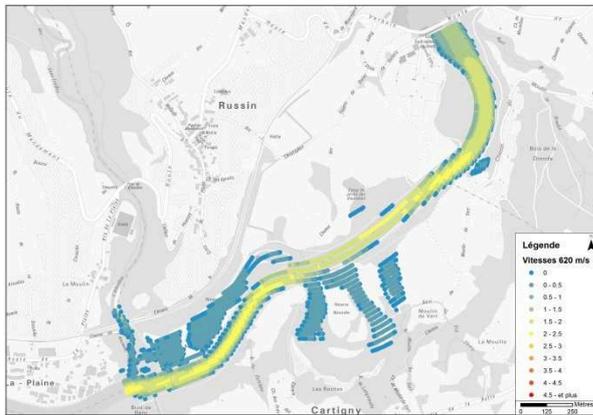


Histogramme profondeurs 60



TRONCON 5 : Printemps 620-110 m³/s

V620

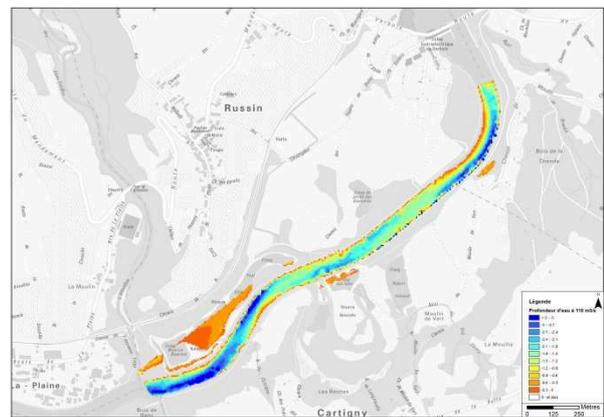


Exondation 620/110

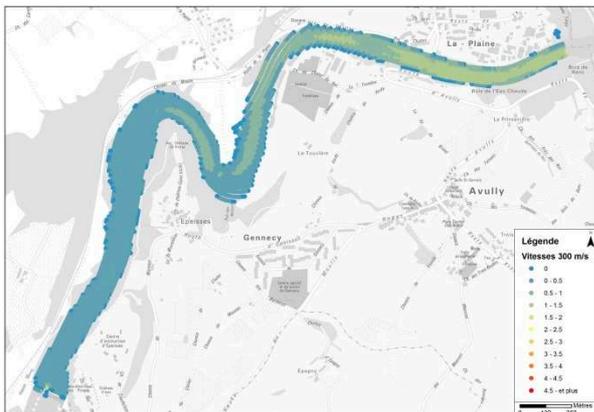
V110



Profondeurs à 110m³/s



V300



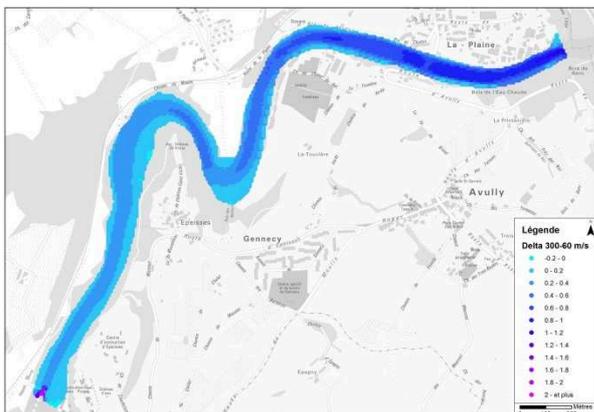
Exondation 300/60

V60

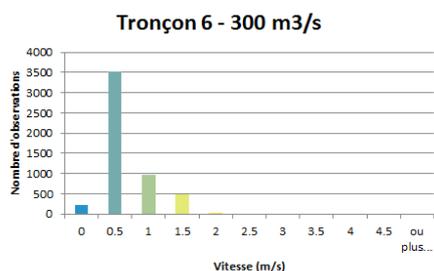


Profondeurs à 60m³/s

ΔV300/60



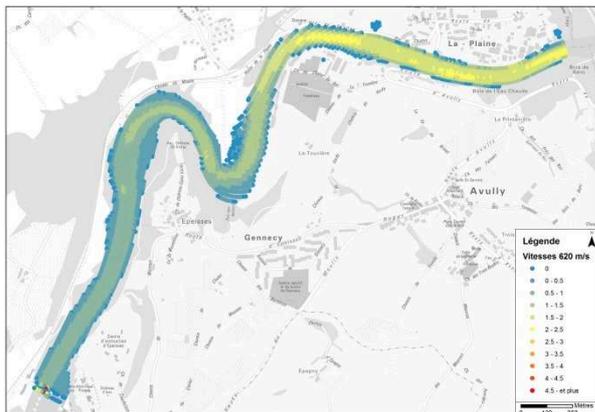
Histogramme vitesses 300



Histogramme profondeurs 60

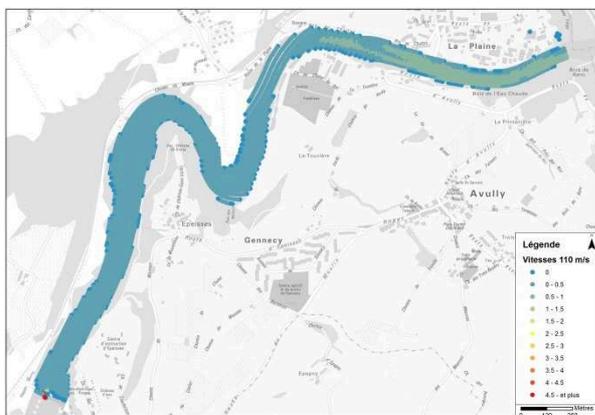
TRONCON 6 : Printemps 620-110 m³/s

V620



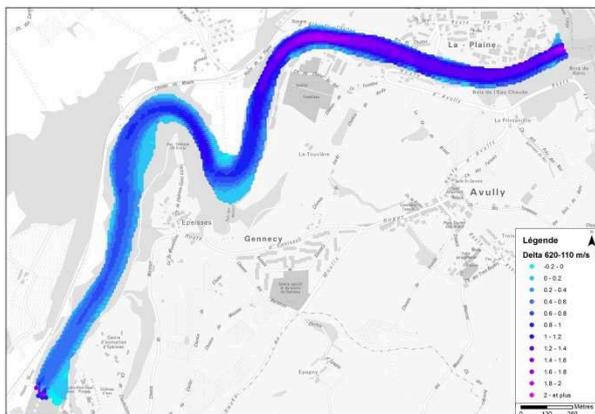
Exondation 620/110

V110

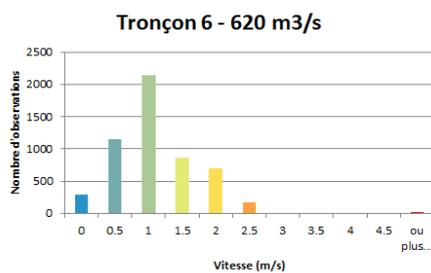


Profondeurs à 110m³/s

ΔV620/110



Histogramme vitesses 620



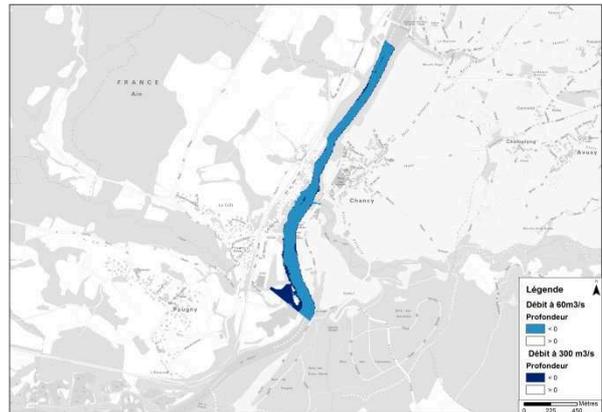
Histogramme profondeurs 110

TRONCON 7 : Hiver 300-60m³/s

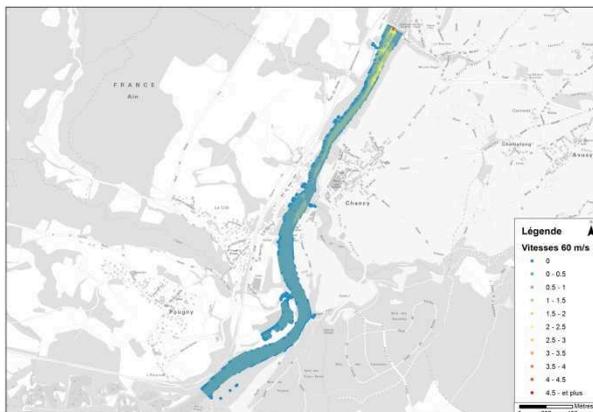
V300



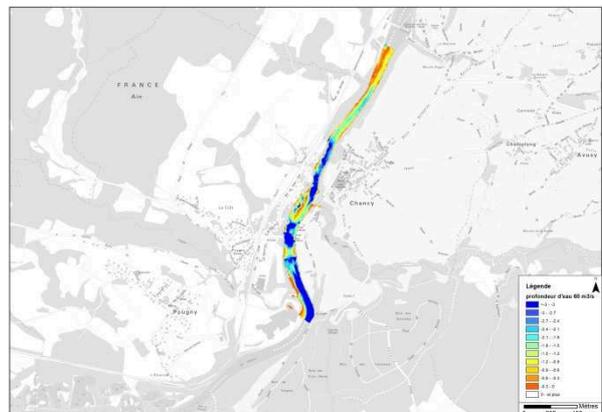
Exondation 300/60



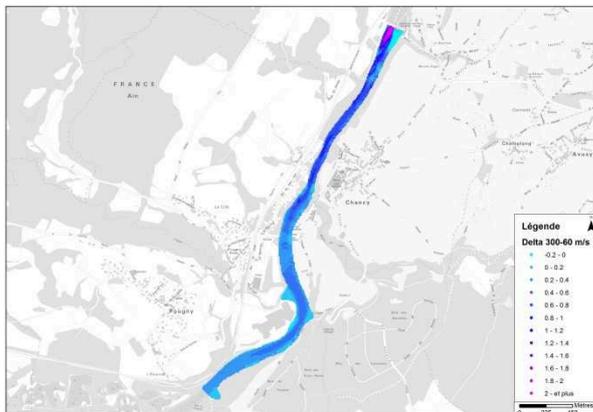
V60



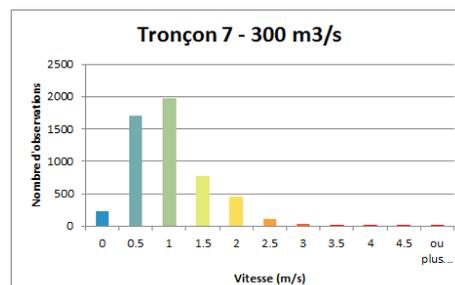
Profondeurs à 60m³/s



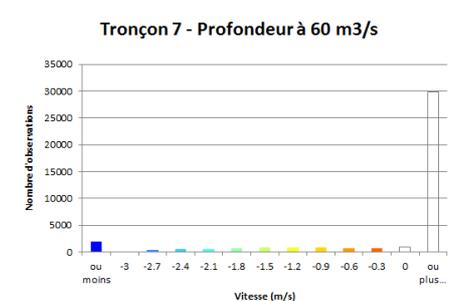
ΔV300/60



Histogramme vitesses 300



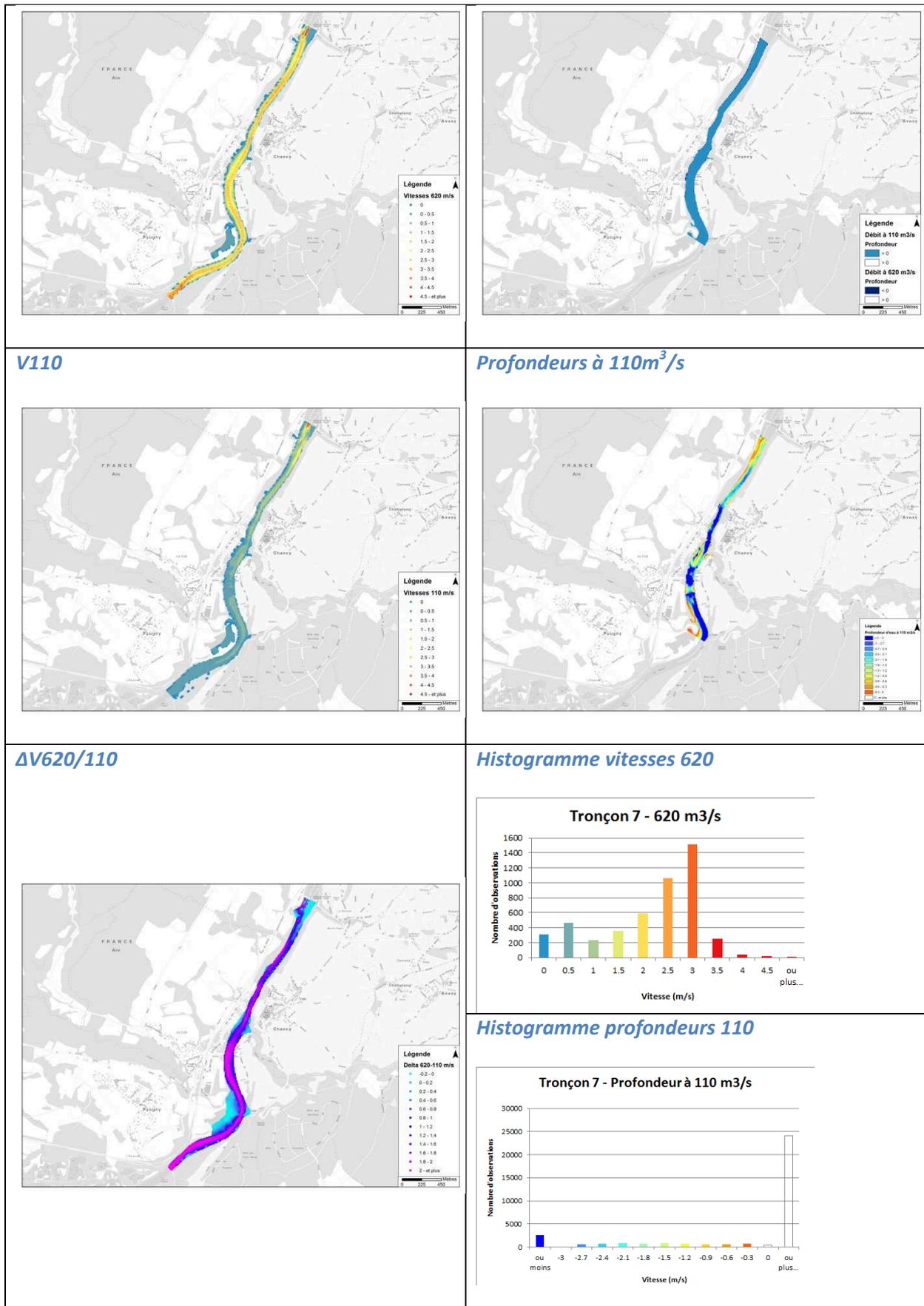
Histogramme profondeurs 60



TRONCON 7 : Printemps 620-110 m³/s

V620

Exondation 620/110



14.2 Annexe 2 : Extraits des concessions Sujet et Verbois relatifs aux éclusées du système complexe

¹ Le concessionnaire assume à ses frais le service des stations limnigraphiques de la Jonction, du point de réglage (km 8,250) de la retenue, de Verbois amont, de Verbois aval et de l'Arve au Bout-du-Monde.

Règlement Verbois

Art. 2 Point de réglage de la retenue

Le point de réglage de la retenue de l'aménagement hydroélectrique de Verbois (PK 8.2) est situé au point kilométrique 8,250, au droit du bâtiment de traitement des boues de la station d'épuration d'Aïre.

Art. 3 Niveaux prescrits

¹ En régime hydraulique permanent et non permanent, les niveaux d'eau au point de réglage ne doivent pas dépasser les cotes suivantes (référence RPN 373,60 msm):

- a) Pour des débits du Rhône inférieurs à 1200 m³/s 369,10 msn
- b) Pour des débits du Rhône augmentant progressivement de 1200 m³/s à 1400 m³/s, le niveau est augmenté progressivement de 369,10 à la cote de: 369,30 msm
- c) Pour des débits du Rhône augmentant progressivement de 1400 m³/s à 1900 m³/s (crue millénale), le niveau est augmenté progressivement de 369,30 à la cote de: 370,20 msm

² Lorsque les débits du Rhône diminuent, les niveaux au point de réglage sont progressivement abaissés selon le même processus.

³ En régime hydraulique permanent et non permanent, le niveau d'eau à la Jonction ne peut être inférieur à la cote de 369,00 msm (référence RPN 373,60 msm).

Art. 4 Fourchette de niveau

¹ En période énergétique, c'est-à-dire dans la gamme des débits turbinables n'excédant pas 630 m³/s, l'exploitation de la retenue peut s'effectuer à l'intérieur d'une fourchette de niveau, mesurée au point de réglage, et présentant:

- a) une cote maximum de 369,10 msm;
- b) une cote minimum de 368.60 msm, ce à condition que le niveau minimum de 369,00 msm à la Jonction soit respecté.

Art. 5 Vitesse de variation du plan d'eau à Verbois

¹ Sauf cas de force majeure et lors des vidanges, la variation du plan d'eau de la retenue, mesurée à l'amont immédiat de l'ouvrage de Verbois, ne doit pas excéder 15 cm à l'heure.

² Pendant la phase de vidange précédant les chasses d'alluvions, au sens de l'article 12 de la concession, la vitesse de variation du plan d'eau de la retenue, mesurée à l'amont immédiat de l'ouvrage de Verbois, ne doit pas excéder 50 cm à l'heure.

Art. 6 Débit de dotation

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

² 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).

Durée et échéance concession :

La concession est entrée en vigueur le jour d'entrée en vigueur de la nouvelle loi sur l'organisation des Services industriels de Genève, soit le 6 novembre 1996. Elle est valable pour une durée de 60 ans et expire de plein droit le 5 novembre 2056.

14.3 Annexe 3 : Fiches des mesures proposées pour l'assainissement des éclusées.



Modulation des débits

Planification

2020

Les fiches sont ensuite triées par bassin versant SPAGE:

Aire-Drize
Allondon-Mandement
Champagne - La Loire
Lac - Rhône - Arve
Lac Rive Droite
Lac Rive Gauche

puis par cours d'eau (alphabétique), et par obstacle (alphabétique).



M.05.2.92	Augmentation du débit plancher à 100 m3/s		2020
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure d'exploitation	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Stabiliser les conditions d'écoulement (et donc les habitats piscicoles) du Rhône - favoriser le	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201 KM_DE 0 KM_A 25397 RIVE

Centrale Verbois
/ Tronçon Usine - Rive Droite

Zone de danger crues
Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

Assainir les éclusées. Diminuer les variations de débit.

CARTE SITUATION



SYNERGIES et CONTRAINTES

Meilleure navigabilité pour les barges.

SOLUTION(S)

VARIANTE PROPRIETAIRE SIG

DESCRIPTION MESURE(S)

Passer le débit minimum hivernal de 50 m3/s à 100 m3/s et donc d'un ratio de débit limite en hiver de 10.4 à 5.2.

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ

IMPACT PROTECTION CRUES

Neutre

AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

500'000 < X < 1'000'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Moyen

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

CONTRAINTES TECHNIQUES

Etudier une saisonnalité de la mesure.

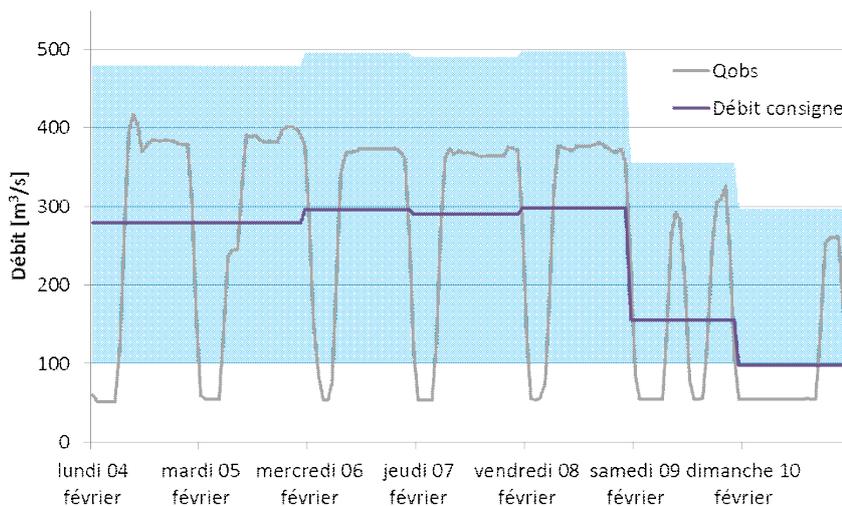
TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE

Suivi piscicole, comptage des juvéniles.

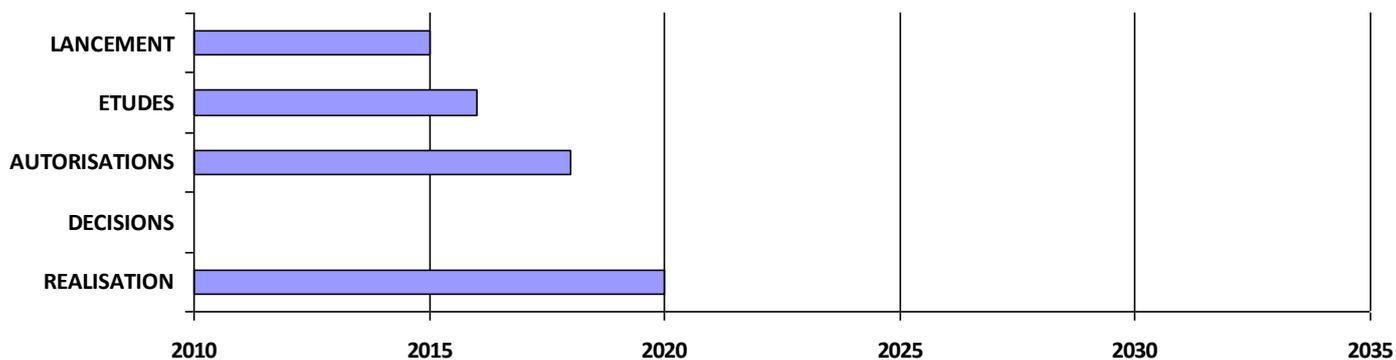


SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION

Min à 100 m³/s (semaine type hiver)



PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
MISE EN OEUVRE PAR	SIG
PRE-FINANCEMENT PAR	SIG
FINANCEMENT FINAL PAR	SWISSGRID
ENTRETIEN	SIG
SUIVI EFFICACITE PAR	SIG

REFERENCE(S)



M.06.2.92	Réduction du débit plafond à Qj +100 m3/s		2020
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure d'exploitation	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Stabiliser les conditions d'écoulement (et donc les habitats piscicoles) du Rhône - favoriser le	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 0

KM_A 25397

RIVE

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

Passer de Qj+200m3/s à Qj + 100m3/s

CARTE SITUATION

SYNERGIES et CONTRAINTES

Besoin d'un nouveau règlement définissant Qj.

SOLUTION(S)

 VARIANTE PROPRIETAIRE

DESCRIPTION MESURE(S)

Passer de Qcj+200m3/s à Qcj + 100m3/s. Passage à un ratio de débit limite de 4.4 en été et 8.4 en hiver.

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ

IMPACT PROTECTION CRUES

Neutre

\AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

500'000 < X < 1'000'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Moyen

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

CONTRAINTES TECHNIQUES

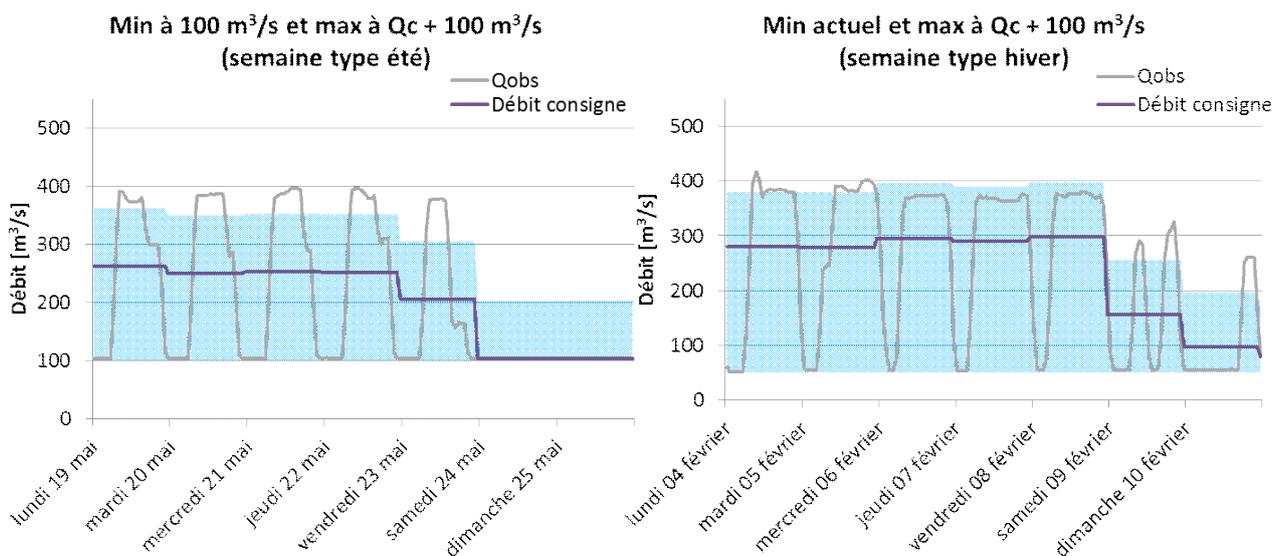
Etudier une saisonnalité de la mesure.

TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE

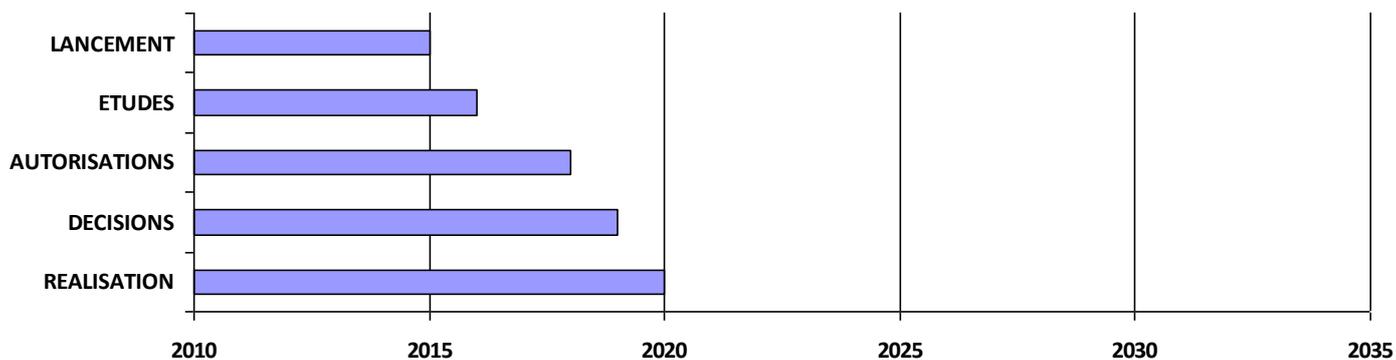
Suivi piscicole.



SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION



PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
MISE EN OEUVRE PAR	SIG
PRE-FINANCEMENT PAR	SIG
FINANCEMENT FINAL PAR	SWISSGRID
ENTRETIEN	SIG
SUIVI EFFICACITE PAR	SIG

REFERENCE(S)



M.07.2.92	Lissage des paliers		2020
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure d'exploitation	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Stabiliser les conditions d'écoulement (et donc les habitats piscicoles) du Rhône - favoriser le	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 0

KM_A 3172

RIVE Lit majeur

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

Le règlement du Seujet stipule une variation maximum du débit de 50 m³/s par tranche horaire de 20 minutes. Or dans la pratique, les ajustements sont le plus souvent instantanés (1 min 40), suivis d'une période d'attente de ~18 minutes avant le palier suivant.

CARTE SITUATION



SYNERGIES et CONTRAINTES

Passage des bateaux SWISSBOAT par l'écluse, ajustement de la production solaire sur le réseau électrique cantonal

SOLUTION(S)

 VARIANTE PROPRIETAIRE SIG

DESCRIPTION MESURE(S)

Adapter le règlement et les programmes de conduite comme suit : variation maximum du débit de 5 m³/s par tranche horaire de 2 minutes

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ

IMPACT PROTECTION CRUES

Neutre

AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

< 50'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Moyen

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

CONTRAINTES TECHNIQUES

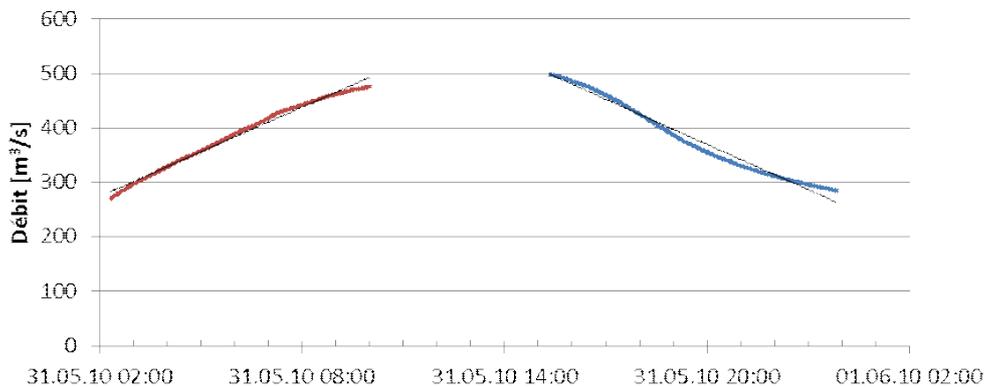
Voir si le contrôle-commande des vannes permet facilement cette nouvelle consigne où si une adaptation logicielle / matérielle est nécessaire

TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE



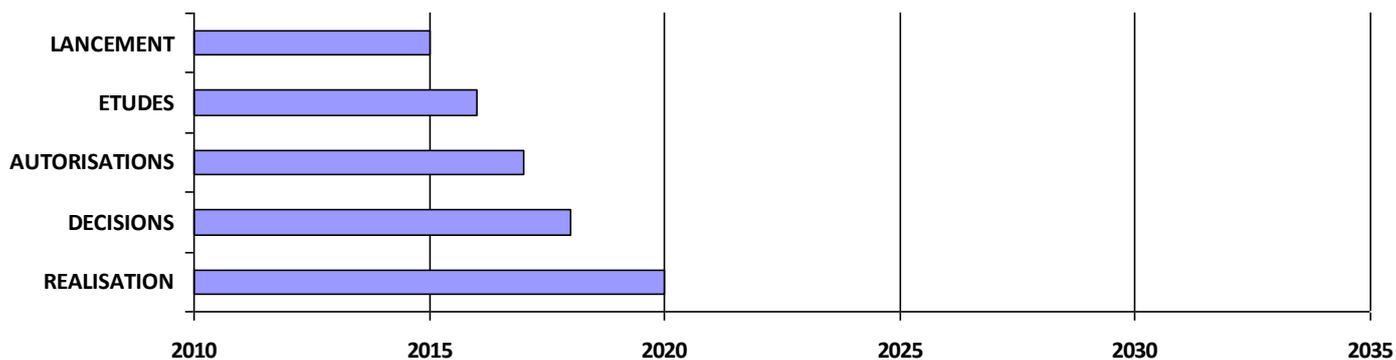
SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION

Arve à la station Bout du Monde



9 m³/s en 20 min crue de mai 2010)

PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
MISE EN OEUVRE PAR	SIG
PRE-FINANCEMENT PAR	SIG
FINANCEMENT FINAL PAR	SWISSGRID
ENTRETIEN	SIG
SUIVI EFFICACITE PAR	DGNP

REFERENCE(S)



M.08.2.92	Réduction des diminutions horaires de débits		2020
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure d'exploitation	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Limiter les échouages de poissons	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

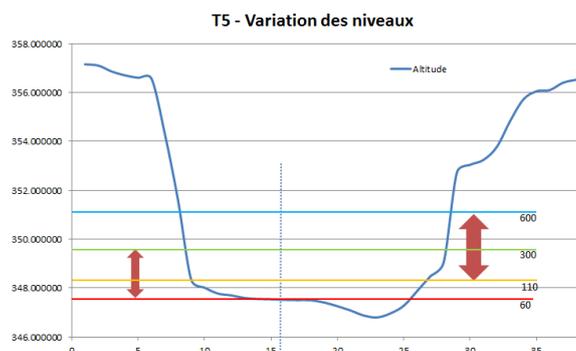
CODE_SEG 201 KM_DE 0 KM_A 25397 RIVE

Centrale Verbois Zone de danger crues
/ Tronçon Usine - Rive Droite Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

Le profil-type d'une crue d'Arve présente une relative brusque montée des eaux (souvent précédée d'épisodes météo annonciateurs), suivie d'une période de décrue prolongée. Or la diminution maximale autorisée des débits d'écluse est la même que , soit 50 m³/s par 20 minutes. Il en résulte un potentiel marqué d'échouage des poissons, ainsi que des variations brusques des vitesses d'écoulement entraînant des dévalaisons involontaires.

CARTE SITUATION



SYNERGIES et CONTRAINTES

Pertes de flexibilité pour l'ajustement des tranches-horaire Swissgrid. Réduction des risques pour la baignade.

SOLUTION(S)

VARIANTE PROPRIETAIRE SIG

DESCRIPTION MESURE(S)

Il est proposé pour l'abaissement des débits seulement, une vitesse deux fois plus lente, soit 25m³/s par 20 minutes (2.5 m³/s par 2 minutes)

IMPACT EAUX SOUTERRAINES	Neutre	ETUDE DE FAISABILITÉ
IMPACT PROTECTION CRUES	Neutre	AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini
ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES		< 50'000
BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE		Moyen
PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)		

CONTRAINTES TECHNIQUES

Etudier deux pentes en fonction du débit (plus fort par hauts débits, plus faible en dessous de 300 m³/s)

TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE

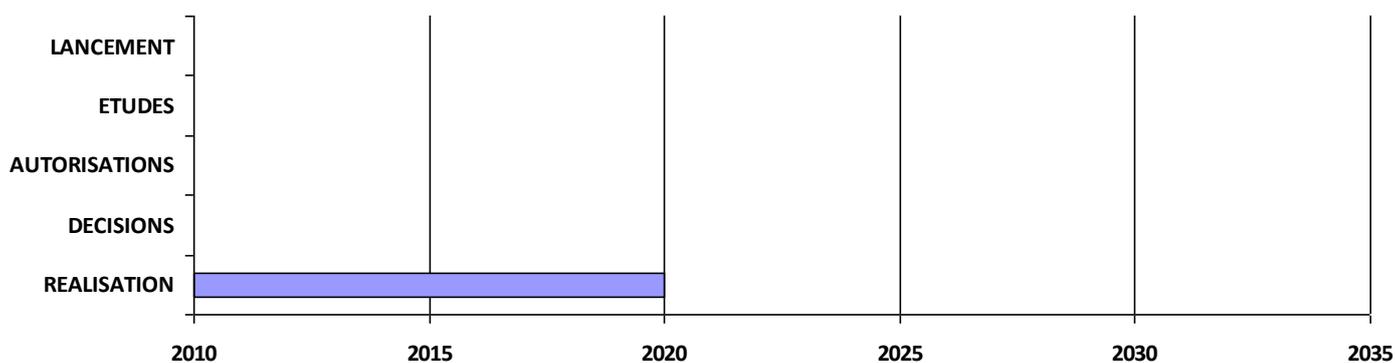


SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION

T5 - Vitesse de variation de débit et niveau associé entre 60 et 300 m ³ /s					
Vitesse variation débit [m ³ /s par 20 min]	50 (actuel)	25	17	13	8
Vitesse variation niveau [cm/min]	2.0	1.0	0.7	0.5	0.3
Evaluation (selon l'OFEV)	Mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Excellent

T7 - Vitesse de variation de débit et niveau associé entre 60 et 300 m ³ /s					
Vitesse variation débit [m ³ /s par 20 min]	50 (actuel)	25	17	13	8
Vitesse variation niveau [cm/min]	1.7	0.8	0.6	0.4	0.3
Evaluation (selon l'OFEV)	Mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Excellent

PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE



MISE EN OEUVRE PAR

PRE-FINANCEMENT PAR

SIG

FINANCEMENT FINAL PAR

SWISSGRID

ENTRETIEN

SUIVI EFFICACITE PAR

REFERENCE(S)



M.09.2.92	Accompagnement des crues d'Arve		2020
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure d'exploitation	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Limiter les variations dans le Rhône urbain	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 0

KM_A 1110

RIVE

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

Le barrage du Seujet permet de gérer les crues d'Arve en réduisant momentanément les débits. Ceci peut induire des variations de vitesses subites et importantes dans le tronçon en amont de l'ouvrage. D'autre part, un écretage régulier des crues a pour conséquence une absence quasi-totale des crues 1 à 3 ans dans le système.

CARTE SITUATION

SYNERGIES et CONTRAINTES

Gestion des sédiments/charriage.

SOLUTION(S)

VARIANTE PROPRIETAIRE SIG

DESCRIPTION MESURE(S)

Accompagner les crues d'Arve au lieu de les bloquer et restaurer un régime de crues annuelles, biennales et triennales dans le système.

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

A évaluer

ETUDE DE FAISABILITÉ A FAIRE

IMPACT PROTECTION CRUES

Péjoration

AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

50'000 < X < 500'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Faible

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

CONTRAINTES TECHNIQUES

Champs captants du Grand-Lyon

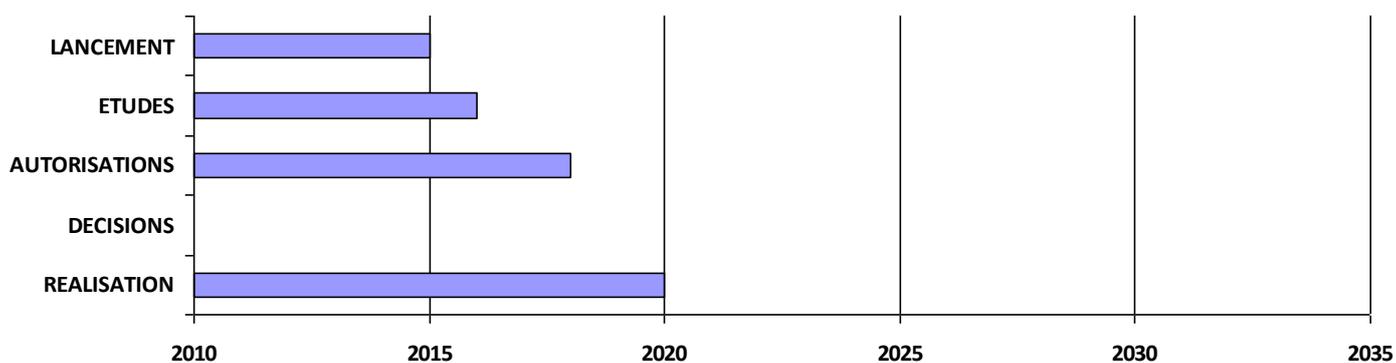
TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE

Station des Rippes, statistiques.



SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION

PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
MISE EN OEUVRE PAR	SIG
PRE-FINANCEMENT PAR	SIG
FINANCEMENT FINAL PAR	SWISSGRID
ENTRETIEN	SIG
SUIVI EFFICACITE PAR	DGEAU

REFERENCE(S)



M.10.2.92	Micro-habitats pour juvéniles (grossissement) aval Seujet		2020
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure constructive	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Création de zones abritées des débits d'éclusées pour juvéniles dans le secteur lotique en aval du	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 1110

KM_A 25397

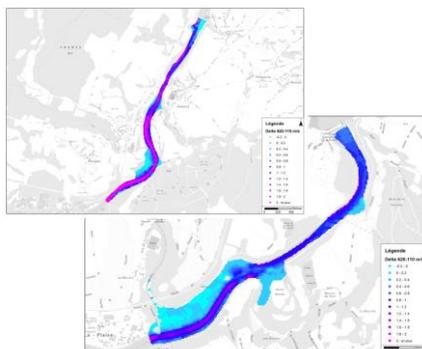
RIVE

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

Les variations de vitesses importantes, tant dans les tronçons lotiques que lenticques, modifient constamment les habitats. Les juvéniles sont emportés par les courants de pointe journalière.

CARTE SITUATION



SYNERGIES et CONTRAINTES

Création de milieux annexes, augmentation de la diversité biologique et de la biomasse sur le système fluvial global. Peu d'espaces adéquats encore disponibles sur les tronçons lotiques.

SOLUTION(S)

 VARIANTE PROPRIETAIRE Inconnu

DESCRIPTION MESURE(S)

<div>Création de lones dans les tronçons lotiques en aval du Seujet</div>

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ A FAIRE

IMPACT PROTECTION CRUES

Neutre

AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

1'000'000 <X < 5'000'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Moyen

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

A EVALUER

CONTRAINTES TECHNIQUES

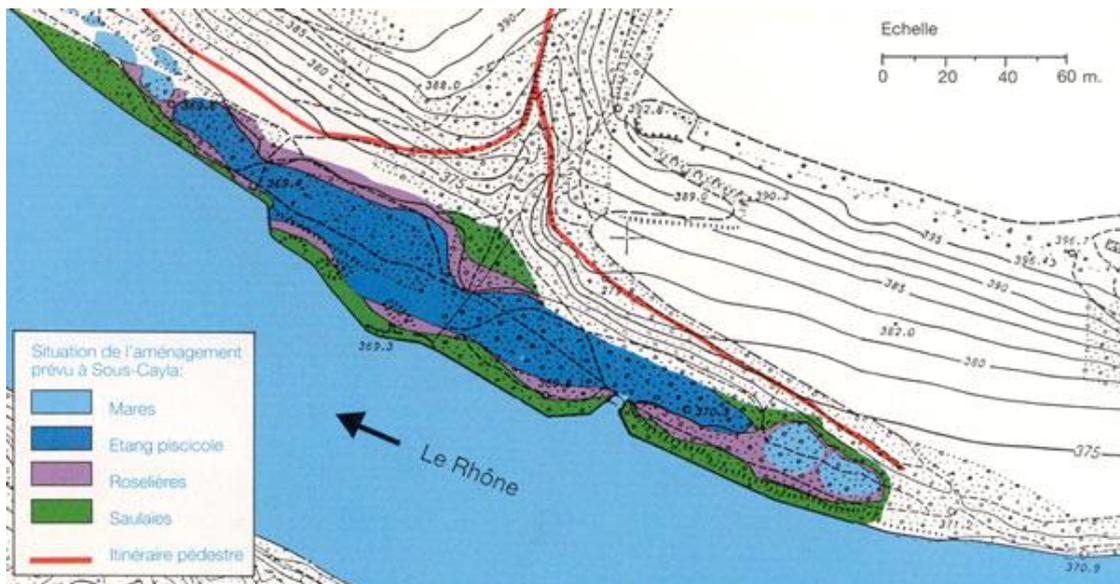
Emplacement des lones. Stabilité des berges. Compatibilité avec les variations de niveau d'eau.

TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE

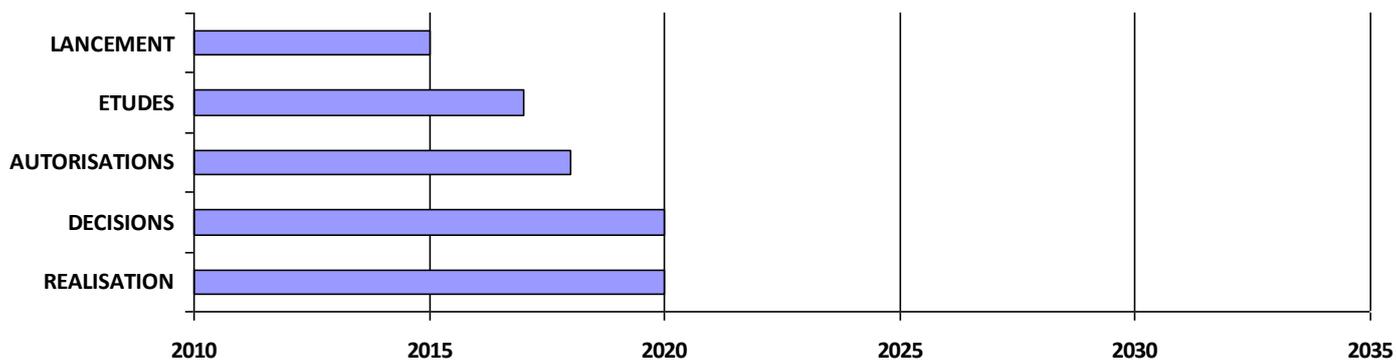
Suivi piscicole.



SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION



PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE



MISE EN OEUVRE PAR

PRE-FINANCEMENT PAR

SIG

FINANCEMENT FINAL PAR

SWISSGRID

ENTRETIEN

SUIVI EFFICACITE PAR

REFERENCE(S)



Modulation des débits

Planification

2025

Les fiches sont ensuite triées par bassin versant SPAGE:

Aire-Drize
Allondon-Mandement
Champagne - La Loire
Lac - Rhône - Arve
Lac Rive Droite
Lac Rive Gauche

puis par cours d'eau (alphabétique), et par obstacle (alphabétique).



M.12.2.92	Débits environnementaux (optimisation saisonnière)		2025
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure d'exploitation	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Optimiser les gains environnementaux et limiter les pertes de production	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 0

KM_A 25000

RIVE

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

CARTE SITUATION

SYNERGIES et CONTRAINTES

Doit faire l'objet d'une analyse approfondie et d'une concertation élargie.

SOLUTION(S)

 VARIANTE PROPRIETAIRE

DESCRIPTION MESURE(S)

En fonction des périodes de migration, ponte, éclosion, grossissement etc. planifier les limites de débit d'exploitation et les limites de vitesse de variation de ces débits.

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ A FAIRE

IMPACT PROTECTION CRUES

Neutre

AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

50'000 < X < 500'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Moyen

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

CONTRAINTES TECHNIQUES

Difficulté de mise en œuvre pour SIG.

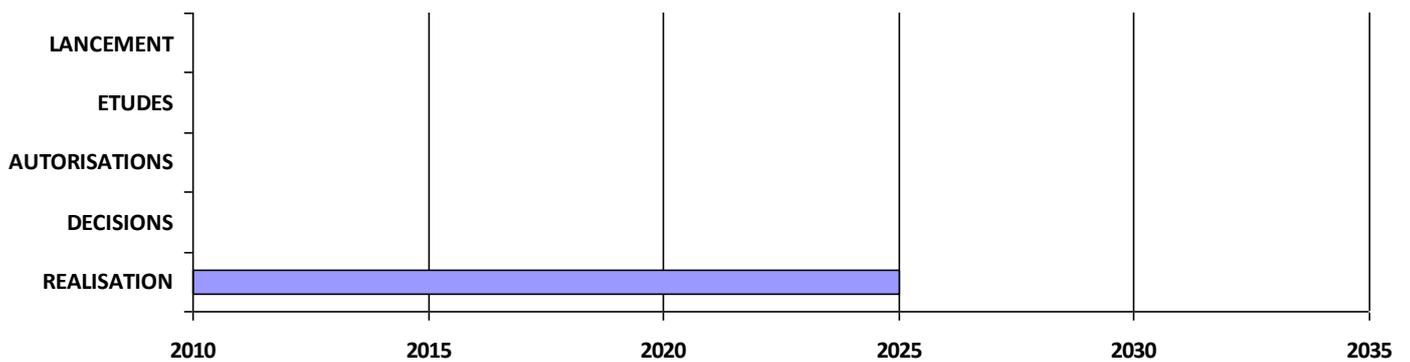
TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE

Suivi piscicole



SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION

PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
MISE EN OEUVRE PAR	SIG
PRE-FINANCEMENT PAR	SIG
FINANCEMENT FINAL PAR	SWISSGRID
ENTRETIEN	SIG
SUIVI EFFICACITE PAR	SIG

REFERENCE(S)



M.13.2.92	Diversification des habitats en aval de Verbois		2025
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure constructive	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Création d'écoulements et de substrats diversifiés sur le tronçon lotique en aval de	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 0

KM_A 25397

RIVE

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

<div>La chenalisation des tronçons lotiques offre peu d'habitats fonctionnels pour la faune piscicole</div>

CARTE SITUATION

SYNERGIES et CONTRAINTES

A mettre en place avec la rétablissement du charriage et la renaturation des tronçons à l'aval de Verbois et de Chancy-Pougny

SOLUTION(S)

 VARIANTE PROPRIETAIRE SIG

DESCRIPTION MESURE(S)

Création locale de riffle and pools

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ A FAIRE

IMPACT PROTECTION CRUES

A évaluer

AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

1'000'000 <X < 5'000'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Moyen

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

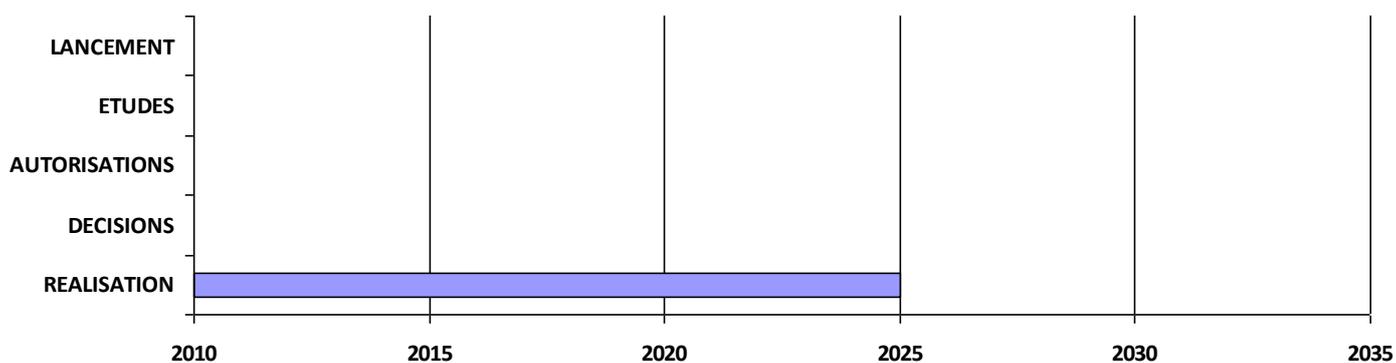
CONTRAINTES TECHNIQUES

TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE



SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION

PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE



MISE EN OEUVRE PAR

PRE-FINANCEMENT PAR

SIG

FINANCEMENT FINAL PAR

SWISSGRID

ENTRETIEN

SUIVI EFFICACITE PAR

REFERENCE(S)



M.14.2.92	Diversification des habitats en aval de Chancy		2025
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure constructive	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Création d'écoulements et de substrats diversifiés sur le tronçon lotique en aval de	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 0

KM_A 25397

RIVE

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

<div>La chenalisation des tronçons lotiques offre peu d'habitats fonctionnels pour la faune piscicole</div>

CARTE SITUATION

SYNERGIES et CONTRAINTES

A mettre en place avec la rétablissement du charriage et la renaturation des tronçons à l'aval de Verbois et de Chancy-Pougny

SOLUTION(S)

 VARIANTE PROPRIETAIRE SIG

DESCRIPTION MESURE(S)

Création locale de riffle and pools

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ A FAIRE

IMPACT PROTECTION CRUES

A évaluer

AT PROJETÉ avec MESURE Partiellement assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

1'000'000 <X < 5'000'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Moyen

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

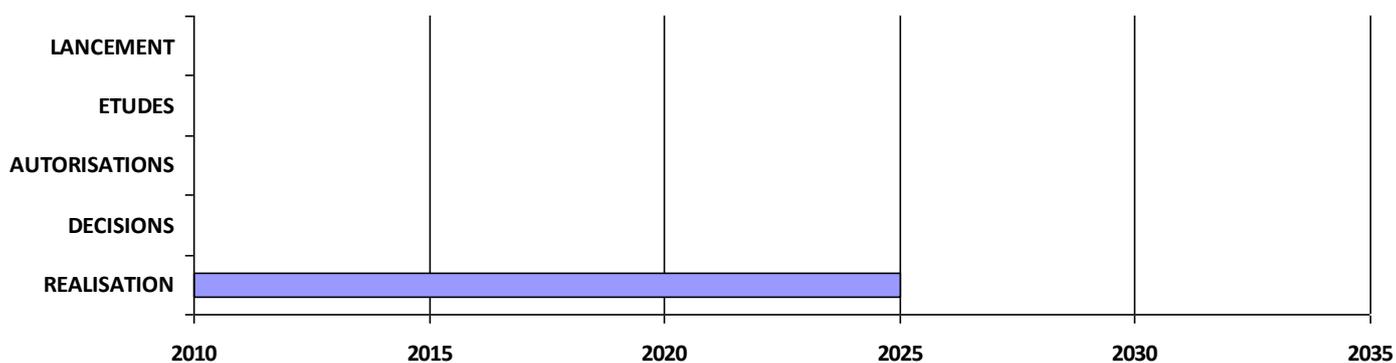
CONTRAINTES TECHNIQUES

TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE



SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION

PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE



MISE EN OEUVRE PAR

PRE-FINANCEMENT PAR

SFMCP

FINANCEMENT FINAL PAR

SWISSGRID

ENTRETIEN

SUIVI EFFICACITE PAR

REFERENCE(S)



Modulation des débits

Planification

2030

Les fiches sont ensuite triées par bassin versant SPAGE:

Aire-Drize
Allondon-Mandement
Champagne - La Loire
Lac - Rhône - Arve
Lac Rive Droite
Lac Rive Gauche

puis par cours d'eau (alphabétique), et par obstacle (alphabétique).



M.14.2.92	Production en "ruban modulé" Qj +-30 m3/s		2030
SPAGE: Lac - Rhône - Arve	TYPE ACTION	Mesure d'exploitation	Canton de Genève
Cours d'eau: Rhône	OBJECTIF	Stabiliser les conditions d'écoulement (et donc les habitats piscicoles) du Rhône - favoriser le	Version V1.0 Date 19.11.2014

CONTEXTE RHÔNE

CODE_SEG 201

KM_DE 0

KM_A 25397

RIVE

Centrale
/ TronçonVerbois
Usine - Rive DroiteZone de danger crues Zone prot- eaux sout.

ENJEU / PROBLEMATIQUE

Assainir les éclusées

CARTE SITUATION

SYNERGIES et CONTRAINTES

Besoin d'un nouveau règlement définissant Qj.

SOLUTION(S)

 VARIANTE PROPRIETAIRE SIG

DESCRIPTION MESURE(S)

Production en ruban autour du débit de consigne journalière avec une tolérance de +-30 m3/s pour des ajustements du réseau. Passage à un ratio de débit limite à 1.4 en été et 1.7 en hiver.

IMPACT EAUX SOUTERRAINES

Neutre

ETUDE DE FAISABILITÉ

IMPACT PROTECTION CRUES

Neutre

AT PROJETÉ avec MESURE Assaini

ESTIMATION des COÛTS GLOBAUX /CONSTRUCTION + PERTES

> 5'000'000

BENEFICE ENVIRONNEMENTAL de la MESURE

Important

PROPORTIONNALITÉ (RAPPORT COÛT/BENEFICE FAVORABLE)

CONTRAINTES TECHNIQUES

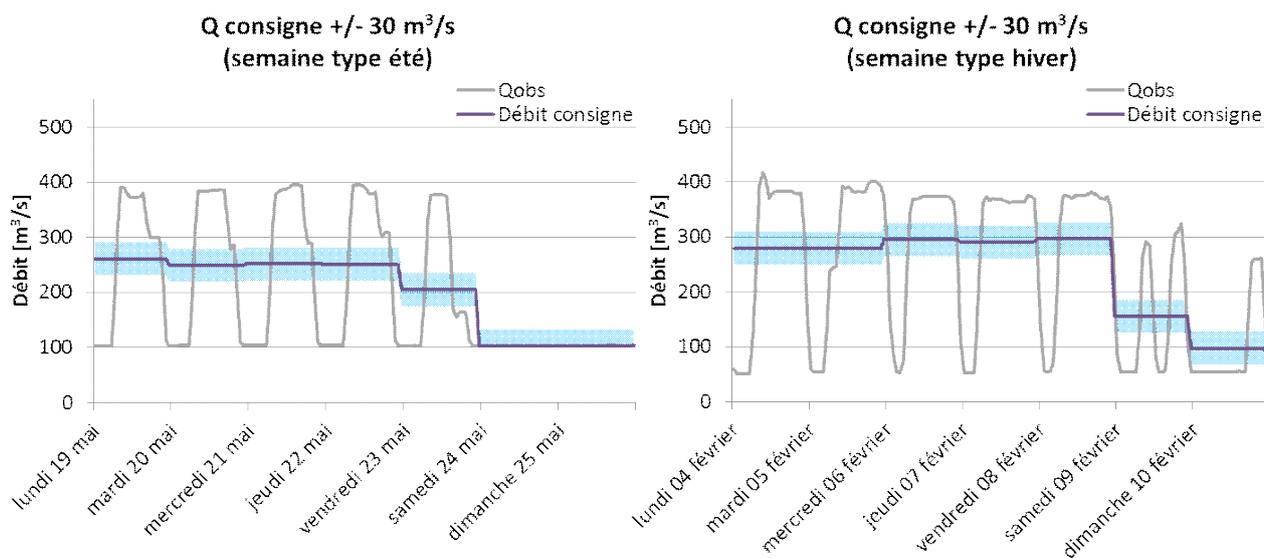
Etudier une saisonnalité de la mesure.

TYPE DE SUIVI à METTRE EN OEUVRE

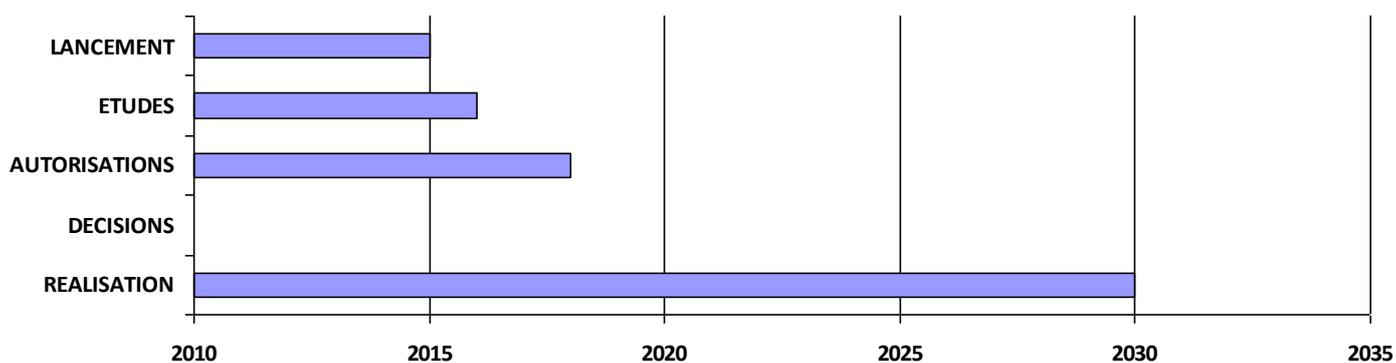
Suivi piscicole.



SCHEMA de PRINCIPE / ILLUSTRATION



PLANIFICATION



COORDINATION AVEC D'AUTRES MESURES SPAGE

COORDINATION AVEC INFRASTRUCTURES BV

IMPLICATION PROPRIETAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
MISE EN OEUVRE PAR	SIG
PRE-FINANCEMENT PAR	SIG
FINANCEMENT FINAL PAR	SWISSGRID
ENTRETIEN	SIG
SUIVI EFFICACITE PAR	SIG

REFERENCE(S)