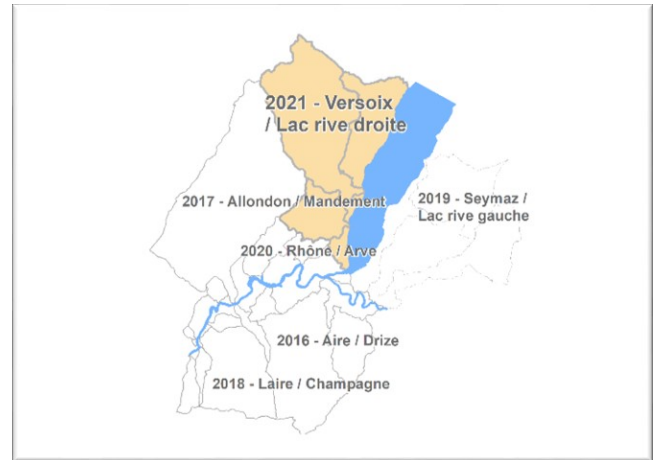


Secteur :

Versoix – Lac rive droite



Etat 2021 et évolution depuis 2015



Feuille de contrôle du document

Titre	Secteur : Versoix – Lac rive droite. Etat 2021 et évolution depuis 2015
Objet / sujet	Etude de la qualité des rivières genevoises
Coordination	Sandra Rabello-Vargas
Autrices / Auteurs	Pierre-Jean Copin , Arielle Cordonier , Mathieu Coster , Ion Iorgulescu , Sandra Rabello-Vargas .
Service	Service de l'écologie de l'eau
Date	14/03/23
Nom du fichier	Rapport Versoix – Lac RD 2021 et évolution depuis 2015.docx
Statut	<input type="checkbox"/> Provisoire <input checked="" type="checkbox"/> Final
Photo de couverture	La Versoix
Distribution	Public
Visa	

Versions, Modifications

No	Chapitre	Version	Date
1		1.0	28.02.2023

Table des matières

I. INTRODUCTION	4
II. SECTEUR VERSOIX – LAC RIVE DROITE	5
1. Généralité	5
1.1 La Versoix	5
1.2 Le nant de Braille	6
1.3 Le Marquet-Gobé-Vengeron	7
1.4 Le nant des Limites	8
2. Ecomorphologie	8
3. Contexte climatologique et hydrologique	11
3.1 Climatologie	11
3.2 Hydrologie	12
4. Températures	14
III. DEROULEMENT DU MONITORING	15
1. Stations de prélèvement	15
2. Méthodologie	17
IV. RESULTATS 2021	18
1. Synthèse globale	18
2. Synthèse par cours d'eau	19
2.1 La Versoix	19
2.2 Les affluents de la Versoix	23
2.3 Les défluent de la Versoix	28
2.4 Le nant de Braille	30
2.5 Le Marquet-Gobé-Vengeron	32
2.6 Les Chânat	37
2.7 Le nant des Limites	37
3. Caractérisation des pressions	39
V. EVOLUTION DE LA QUALITE (2015 – 2021)	40
1. Evolution de La Versoix	41
1.1 La Versoix	41
1.2 Les affluents de la Versoix	42
1.3 Les défluent de la Versoix	42
2. Evolution du nant de Braille	43
3. Evolution du Marquet-Gobé-Vengeron	44
3.1 Le Marquet-Gobé-Vengeron	44
3.2 Les Chânat	44
VI. CONCLUSION	45
VII. LISTE DES ABREVIATIONS	46
VIII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47

I. INTRODUCTION

Le service de l'écologie de l'eau (SECOE), dont une des missions est la surveillance de la qualité des eaux de surface du canton de Genève, suit l'état des rivières genevoises selon un tournus de 6 ans.

En 2021, les cours d'eau du secteur Versoix – Lac rive droite ont été analysés d'un point de vue physico-chimique, biologique, écotoxicologique, écomorphologique et hydrologique. Les résultats sont présentés par station dans les fiches qualité disponibles sur le système d'information du territoire genevois [1] ainsi que sur le site internet de l'Etat de Genève [2].

Ce rapport synthétise les résultats des analyses et des mesures physico-chimiques. Il présente les indices de qualité biologique, les suivis faunistiques et floristiques du secteur. Il évalue, à la lumière des connaissances actuelles, la toxicité des polluants sur la faune et la flore aquatique. Il vérifie si les exigences relatives à la qualité des eaux et les objectifs écologiques de l'OEaux [3] sont atteints. Si ce n'est pas le cas, il évalue l'origine des pollutions et des dégradations. Les résultats 2021 sont aussi comparés avec les diagnostics précédents [4].

II. SECTEUR VERSOIX – LAC RIVE DROITE

1. GENERALITE

Le secteur Versoix-Lac rive droite est présenté en quatre parties distinctes : la Versoix avec ses affluents et défluent, le nant de Braille, le Marquet-Gobé-Vengeron et le nant de Limites.

1.1 La Versoix

La Versoix – cours d'eau principal

La Versoix est en terme de débit le plus important affluent genevois du Léman. Son régime d'écoulement est de type pluvial jurassien. Son débit moyen interannuel est de 3.4 m³/s et son débit d'étiage caractéristique Q347 est de 1.1 m³/s. Son bassin versant totalise une surface de 90.7 km² essentiellement boisée et agricole, qui se répartit entre la France, le canton de Vaud et le canton de Genève avec respectivement 72.6 km², 6.5 km² et 11.6 km². Cette rivière prend sa source au pied du Jura français dans le département de l'Ain où elle est également nommée la Divonne. Durant son cours long de 22 km qui relie le massif du Jura au lac Léman, la Versoix présente plusieurs visages. D'abord petit cours d'eau, elle traverse la commune de Divonne-les-Bains et contourne le golf. Puis, elle fait office de frontière entre la Suisse et la France sur 11 km. Arrivée sur le canton de Genève, son parcours continue à travers les bois de Versoix puis termine sa course dans le lac.

Les travaux de renaturation menés sur la Versoix entre 2005 et 2013 ont permis à la rivière de retrouver son fonctionnement naturel tout en protégeant les riverains contre les risques d'inondations [5].

La diversité des milieux qui l'accompagne fait de la Versoix un véritable corridor naturel présentant des zones alluviales et marécageuses classées d'importances internationales pour la protection d'oiseaux d'eau et de migrateurs [6], ainsi que pour la reproduction des batraciens [7]. Avec une température rarement supérieure à 15°C, la Versoix est une rivière à vocation salmonicole.

Les affluents de la Versoix

Le ruisseau de l'Oudar est le principal affluent de la Versoix. Ce ruisseau entièrement français de 11.5 km de linéaire traverse plusieurs communes de l'Ain, dont la commune de Gex. Son bassin d'alimentation est de 32 km² avec un débit moyen de 410 L/s. Il reçoit les effluents de deux stations d'épuration françaises. La plus importante est la STEP de Versonnex, d'une capacité nominale de 10'000 EH, qui se déverse à un débit moyen de 19 L/s. La STEP de Vesancy, dont l'effluent rejoint l'Oudar via le ru du Maraîchet, dispose d'une capacité de 500 EH.

Le Creuson, situé dans un bassin versant de 5.15 km², traverse durant 5 km les cantons de Vaud et Genève. Il rejoint la Versoix au niveau de la Bâtie.

Le ruisseau du Munet rejoint la Versoix en traversant uniquement la commune de Grilly (F) sur une distance de 1.5 km.

Le ruisseau de la Fontaine-de-Pissevache parcourt 100 m sur la commune d'Ornex (F) jusqu'à la frontière suisse, puis traverse la commune de Collex-Bossy durant 2.1 km, pour se jeter finalement dans la Versoix.

Le nant de Crève-Cœur prend sa source à la frontière avec Genthod. Son parcours d'à peine plus d'1 km de long est uniquement boisé.

Le ruisseau du Molard est un petit cours d'eau versoisien de 200 m qui a été remis à ciel ouvert lors du projet de renaturation de la Versoix en 2017.

Les défluent de la Versoix

La Versoix alimente également les ruisseaux de Céligny dont le canal le Brassu et le nant de Pry. Le parcours du canal le Brassu long de 6 km commence à Divonne. Il contourne le lac de Divonne, traverse l'agglomération de Bogis-Bossey (VD) puis longe la frontière cantonale pour ensuite traverser la commune de Céligny et se jette dans le lac. Suite aux assecs de ce cours d'eau durant l'été 2013, un travail de coopération intercantonale et transfrontalière a abouti à la restauration de la prise d'eau sur le canal de Greny (F) à Divonne. Cette coopération permet aujourd'hui au canal le Brassu de disposer d'un débit suffisant afin de continuer à alimenter les fontaines, à irriguer les champs et surtout à préserver sa faune piscicole.

Le nant de Pry est un petit cours d'eau qui suit le parcours de la frontière entre les cantons de Vaud et de Genève pendant 2 km jusque dans le lac.

1.2 Le nant de Braille

La source du nant de Braille est située sur la commune de Versoix. Ce nant bénéficie des apports d'eau provenant de la source du nant d'Ecogia et du canal de Versoix. Lors de son parcours long de 2.3 km, il longe les Grands-Prés, alimente une ancienne carpière, puis rejoint le lac. Débuté en 2010, les travaux de renaturation avaient notamment pour objectif de sécuriser la zone contre les inondations et améliorer la dévalaison des espèces piscicoles. De plus, un étang de rétention, qui permet la gestion des petites crues, a été réalisé en 2015 et est situé au niveau de la source du nant de Braille. Depuis fin 2017, les eaux de ruissellement de l'autoroute qui arrivaient autrefois dans le nant d'Ecogia sont désormais traitées puis rejetées dans l'étang de rétention. Les aménagements hydraulique et piscicole au niveau de la partie amont des voies CFF ont permis d'améliorer l'habitat et les sites de reproduction de la faune piscicole tout en apportant un lieu de promenade, en pleine ville, en nature.

1.3 Le Marquet-Gobé-Vengeron

Le Marquet-Gobé-Vengeron – cours d'eau principal

Le Marquet-Gobé-Vengeron est un affluent du Léman situé en rive droite et désigne un ensemble de trois cours d'eau qui se jettent respectivement l'un dans l'autre [8]. Ce cours d'eau est entrecoupé de routes, de voies de chemin de fer et de la piste de l'aéroport. Le Marquet commence sa course à Ornex (F) puis rejoint le Gobé à la hauteur de Ferney-Voltaire (F). Il est ensuite, en partie, enterré sous l'autoroute et finit par se jeter dans le Vengeron. Ce dernier, qui prenait historiquement sa source dans les marais du Grand-Saconnex, est aujourd'hui recouvert par les pistes de l'aéroport. Son régime hydrologique est de type pluvial et est caractérisé par des étiages prononcés. Dès 2004, les nombreux projets de renaturation ont permis d'assurer une protection de la population contre les risques d'inondations. Le dernier projet en date (2014-2015) a consisté en la remise à ciel ouvert du Marquet à Vireloup.

Les principales pressions anthropiques impactant la qualité de l'eau sont identifiées comme d'origine urbaine et aéroportuaire. Parmi les efforts menés des deux côtés de la frontière, on peut citer le projet d'étude des eaux de ruissellement de l'aéroport qui fait suite au diagnostic du PGEE datant de 2003 et qui met en évidence formellement la pollution provenant des déversements des eaux pluviales de "Genève Aéroport" dans le ruisseau du Vengeron. En 2013, les objectifs définis pour ce projet sont les suivants : diminuer l'apport des produits de dégivrage provenant des pistes, des places de stationnement et également des voies de circulation des avions en période hivernale, diminuer les matières en suspension le reste de l'année, puis finalement, de réduire le stress hydraulique en tamponnant les pointes de débit. Concrètement, il s'agit de la construction d'un ouvrage qui comprend un nouveau réseau de collecteurs et un espace de stockage équivalent au volume de quatre piscines olympiques creusé à une quinzaine de mètres de profondeur. Ce bassin de rétention permet de récolter les eaux polluées et de vérifier, en fonction des mesures des paramètres de carbone organique dissous et de phosphore total, si elles satisfont aux exigences de rejets de l'OEaux [9]. Le cas échéant, elles sont acheminées à la STEP d'Aïre. La construction de cet ouvrage à plus de 25 millions de francs s'est terminée en 2019 [10,11]. Ainsi, durant la période d'octobre à décembre 2021, environ 70 tonnes de carbone ont ainsi été acheminées et traitées à la STEP.

Dès 2017, le Vengeron est également soumis à une pression potentielle liée au chantier d'envergure de la JAG. Ce projet consiste en la transformation de la jonction autoroutière du Grand-Saconnex et a pour but de désengorger le flux de véhicules avec un raccordement de la route des Nations à l'autoroute A1 [12].

Le ruisseau des Chênats

Cet affluent effectue son parcours, dans la commune de Bellevue, en grande partie enterré. Il termine sa course à ciel ouvert puis se jette dans le Vengeron. Il reçoit épisodiquement des rejets d'eaux claires provenant de la station de production d'eau potable des Tuileries. Ces rejets pouvant atteindre 1000 L/s sont susceptibles d'entraîner une modification du substrat par lessivage des graviers, galets et litières organiques. En 2008, SIG a aménagé le lit du ruisseau pour éviter les affouillements et préserver ainsi les habitats pour la faune aquatique.

1.4 Le nant des Limites

Le nant des Limites, situé sur la commune de Bellevue, prend sa source en amont du chemin des Grands-Bonnets. Son parcours longe dans un premier temps le sentier de la cigogne, puis après une partie sous terre, il revient à ciel ouvert pour longer le sentier de Sans-Souci et finalement se jeter dans le lac. Le projet de renaturation mené par la commune sur ce cours d'eau s'est terminé en 2019.

2. ECOMORPHOLOGIE

L'état écomorphologique des rivières du secteur Versoix-Lac rive droite a été diagnostiqué une première fois en 2003, pour les tronçons suisses ou franco-suisses [13]. Il est régulièrement mis à jour suite aux différents travaux de renaturation. Depuis 2015, plusieurs renaturations ou travaux ont permis l'amélioration de l'écomorphologie du secteur :

- Dès 2015, plusieurs travaux visant à améliorer l'écomorphologie du nant de Braille et sa qualité physico-chimique et biologique ont été entrepris : création d'un étang de gestion des petites crues, reprise du lit pour la faune piscicole (habitat et reproduction) et amélioration de l'ouvrage en bois qui amène l'eau du canal vers le nant;
- En 2016 : le nant du Molard a été créé en lieu et place d'un ancien collecteur d'eau pluviale;
- En 2019 : le nant des Limites a été renaturé dans le secteur du parc Simon – Eggly;

- En 2019/2020 : des travaux permettant de garantir de l'eau toute l'année ont été réalisés au niveau de la prise d'eau du Brassu (protection de la faune aquatique du cours d'eau);
- En 2020/2021 : la création d'un busage supplémentaire avec passage à faune et reprise des berges à l'aval a été réalisé sur le Gobé.

En 2020, l'écomorphologie des rives genevoises du Léman a été relevée selon la méthode de l'OFEV [14]. Elle servira de base à la planification de la renaturation des rives lacustres du canton qui sera rendu en 2022 à la Confédération.

Les figures 1a et 1b ci-après présentent l'état écomorphologique des cours d'eau et des rives du lac du secteur Versoix – Rive droite nord et sud. Ces cartes sont régulièrement mises à jour et sont disponibles sur le portail SITG [1].



Figure 1a : Ecomorphologie des cours d'eau et des rives lacustres du secteur, partie nord
(Bleu = naturel/semi naturel, vert = peu atteint, jaune = très atteint, orange = très dégradé, rouge = artificiel, noir = mis sous terre)



Figure 1b : Ecomorphologie des cours d'eau et des rives lacustres du secteur, partie sud
 (Bleu = naturel/semi naturel, vert = peu atteint, jaune = très atteint, orange = très dégradé,
 rouge = artificiel, noir = mis sous terre)

L'ensemble des cours d'eau suivi par ce monitoring représente 38 kilomètres, dont :

- 47 % sont naturels à semi-naturels,
- 31 % sont peu atteints,
- 7 % sont très atteints,
- 2 % sont artificiels,
- 13 % sont encore mis sous terre.

78 % du linéaire atteint donc les objectifs de l'OEaux concernant l'écomorphologie des cours d'eau. L'amélioration de l'écomorphologie devrait porter sur les tronçons mis sous terre, plus particulièrement dans le Marquet-Gobé-Vengeron afin d'améliorer la continuité biologique de ce bassin versant.

Mise à part l'embouchure de la Versoix, la plage de la Bécassine et quelques petits secteurs dans des propriétés privées, les rives du lac du secteur "Versoix - Lac rive droite" sont majoritairement diagnostiquées comme artificielles. Afin d'améliorer la naturalité et la biodiversité lacustre, augmentant ainsi la résilience de ce milieu fragilisé par le réchauffement climatique et les espèces invasives (Moules Quagga), la renaturation des rives devrait être une priorité concernant l'amélioration de l'écomorphologie de ce secteur.

3. CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

3.1 Climatologie

La Figure 2 présente la température moyenne mensuelle et montre que l'année 2021 est une année normale. La température moyenne annuelle à Genève-Cointrin a été de 10.9°C. Par rapport à la norme 1991-2020, elle est inférieure de 0.1°C. Si l'on remonte à l'ancienne norme 1981-2010, la température est supérieure de 0.4°C. Pour les mois de février, juin et septembre, les températures mensuelles ont été largement supérieures à la norme. Le printemps a été froid, avec une température inférieure de 2.2°C à la norme en mai. Les mois de juillet et août ont aussi été plus frais que la norme et que l'été 2015 quand on a enregistré des records de température en juillet.

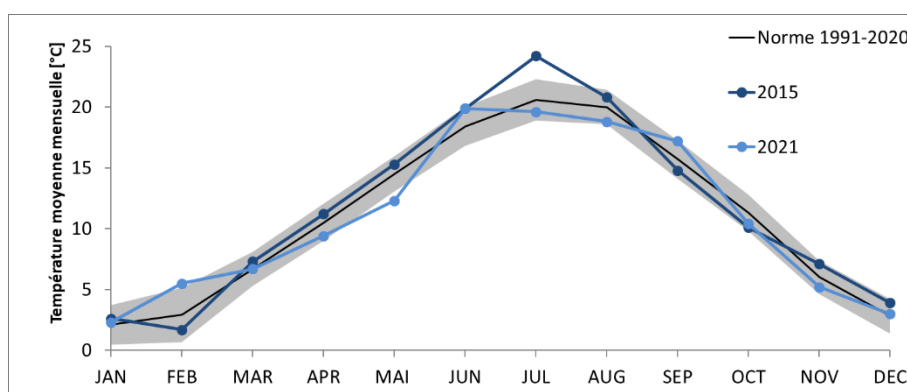


Figure 2 : Températures mensuelles moyennes en 2021 à la station de Genève-Cointrin et comparaison avec l'année 2015 et les normes 1991-2020 (la variabilité autour de la norme, en gris, correspond à l'écart-type des séries 1991-2020)

A Genève-Cointrin, le cumul annuel de précipitations a été de 867 mm, ce qui représente 92 % de la nouvelle norme 1991-2020 (et 86 % de l'ancienne norme 1981-2010). Au niveau saisonnier (Figure 3), une sécheresse persistante a été enregistrée en début d'année, avec des précipitations de février à avril qui ont été moins de 50 % de la norme.

La période de mai à juillet a été au contraire fortement excédentaire avec des précipitations qui ont représenté 150 % de la norme. La fin d'été et l'automne ont été de nouveau déficitaires, avec un cumul de précipitations pour les mois d'août à novembre qui a représenté 53 % de la norme.

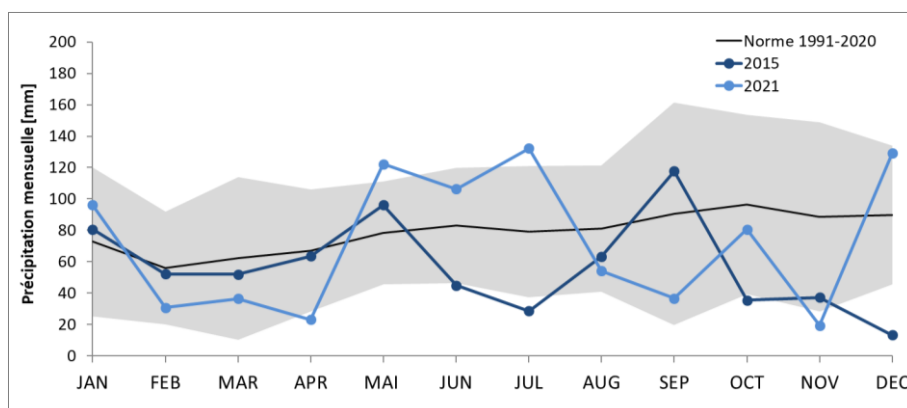


Figure 3 : Précipitations mensuelles en 2021 à la station de Genève-Cointrin et comparaison avec l'année 2015 et les normes 1991-2020 (la variabilité autour de la norme, en gris, correspond à l'écart-type des séries 1991-2020)

3.2 Hydrologie

La Versoix

Le débit moyen annuel de la Versoix a été de 3.71 m³/s ce qui représente 107 % du débit moyen interannuel de la période 1997-2021. La figure ci-dessous présente les débits moyens mensuels de la Versoix à l'embouchure et les compare aux moyennes interannuelles et à l'année 2015.

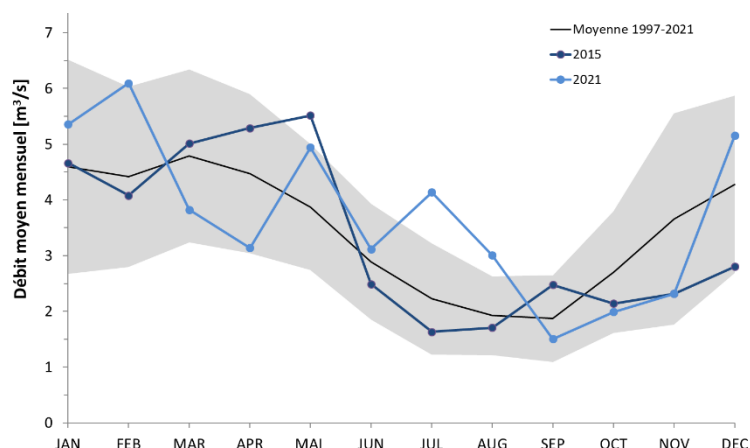


Figure 4 : Débits moyens mensuels de la Versoix à l'embouchure en 2021 et comparaison avec ceux de 2015 et les moyennes mensuelles interannuelles sur la période 1997-2020 (la variabilité, en gris, correspond à l'écart-type des séries)

La Versoix ne subit pas de grande amplitude de débit. En effet, elle dispose d'un réservoir karstique important, ce qui lui confère la capacité à restituer lentement l'eau.

On constate néanmoins des déficits d'écoulement significatifs en mars et avril, ainsi que de septembre à novembre. Les minimas journaliers ont eu lieu entre fin septembre et début octobre mais restent supérieurs au débit caractéristique Q347. Les mois de mai à août ont été excédentaires, le mois de juillet fortement excédentaire.

Le Marquet-Gobé-Vengeron

Le débit moyen annuel mesuré sur le Gobé à Colovrex a été de 0.21 m³/s, ce qui représente 112 % du débit moyen interannuel de la période 1998-2021. La figure ci-dessous présente les débits moyens mensuels du Gobé à Colovrex et les compare aux moyennes interannuelles et à l'année 2015.

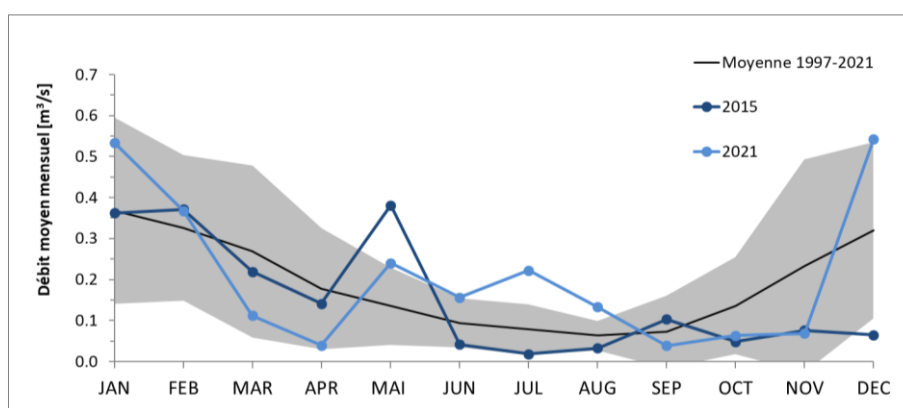


Figure 5 : Débits moyens mensuels du Gobé à Colovrex en 2021 et comparaison avec ceux de 2015 et les moyennes mensuelles interannuelles sur la période 1998-2021 (la variabilité, en gris, correspond à l'écart-type des séries)

Le Gobé présente des débits avec une amplitude plus importante par rapport à la Versoix. En effet, disposant de peu d'inertie, son débit est plus dépendant des contributions des eaux de l'aéroport et des conditions météorologiques. Cette dernière remarque peut se transposer aux autres petits cours d'eau qui n'ont pas de réservoirs suffisamment grands pour disposer de la capacité à restituer lentement l'eau.

Comme pour la Versoix, on constate des déficits d'écoulement significatifs en mars et avril, ainsi que de septembre à novembre. Les minimas journaliers ont eu lieu début septembre et fin octobre, mais ont été supérieurs au débit caractéristique Q347. Les mois de mai à août ont été excédentaires, le mois de juillet fortement excédentaire.

4. TEMPERATURES

Les températures de l'eau mesurées dans la Versoix sont présentées dans la figure ci-dessous. L'ensemble des données pour l'année 2021 est disponible au SECOE.

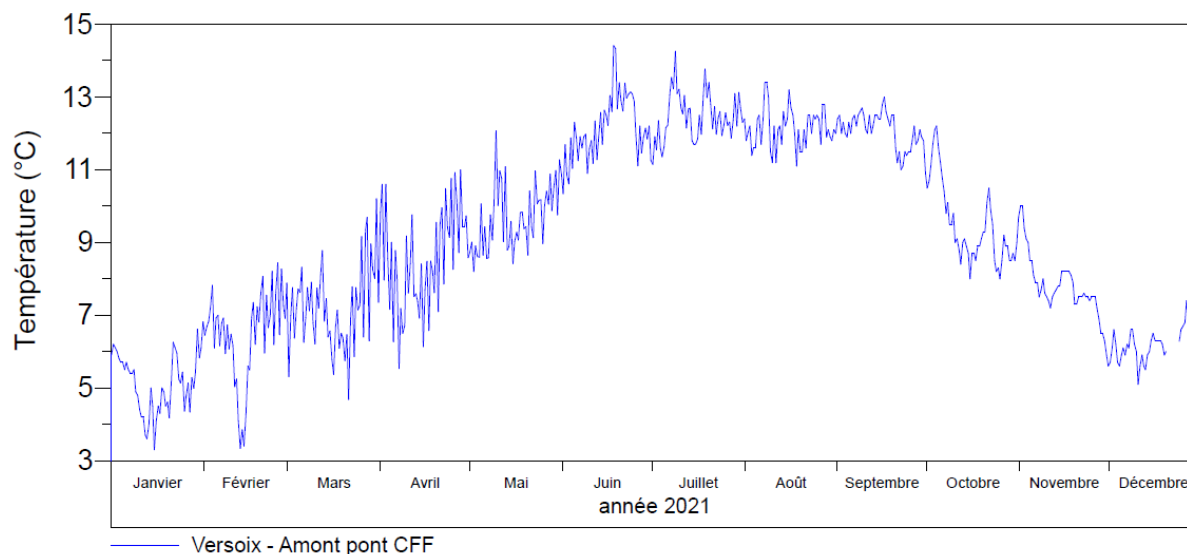


Figure 6 : Températures mesurées en continu dans la Versoix en 2021

Sur son secteur aval, au niveau du pont CFF, la température de l'eau de la Versoix est restée fraîche tout au long de l'année en ne dépassant jamais les 14.5°C, conditions idéales pour le maintien des populations de salmonidés. Les températures estivales du mois de juillet sont restées environ 1.5°C plus basses qu'en 2020 grâce à l'été particulièrement frais et pluvieux de 2021.

III. DEROULEMENT DU MONITORING

1. STATIONS DE PRELEVEMENT

Le tableau 1 présente les stations, les paramètres analysés et le nombre d'échantillonnages réalisés. La carte du canton en figure 7 localise les stations du secteur "Versoix - Lac rive droite" de ce monitoring.

Concernant la Versoix, l'étude porte sur un total de 18 stations :

- 7 sur la Versoix. Cette sélection le long de son linéaire permet un diagnostic représentatif de son cours diversifié entre marécages, forêts et agglomérations.
- 7 sur ses affluents,
- 2 sur ses défluent,

Deux stations se situent sur le nant de Braille. Sur le Marquet-Gobé-Vengeron, quatre stations ont été suivies et une autre sur les Chânets. Le diagnostic du nant des Limites est fait sur une station.

Les prélèvements pour les analyses physico-chimiques sont ponctuels et ont été effectués mensuellement.

Les macroinvertébrés ont été échantillonnés 3 fois dans l'année (mars, juin et septembre), les diatomées 2 fois (mars et septembre), les poissons une fois (période de fin septembre à début octobre), les plantes aquatiques une fois en période estivale.

N°	Cours d'eau - Station Echantillonnage	Physico-chimie & bactériologie	Phytoparasitaires / Micropolluants domestiques et industriels	Macro- invertébrés	Diatomées	Poissons	Plantes aquatiques
1.	Versoix - amont Divonne (F-01)	12	10	3	2	-	-
2.	Versoix - pont de Grilly (CH/F)	12	10	3	2	-	-
3.	Versoix - Sauverny (CH/F)	12	10	3	2	1	1
4.	Versoix - aval Oudar (CH/F)	12	10	3	2	1	1
5.	Versoix - pont de Bossy	12	10	3	2	1	1
6.	Versoix - Mâchefer	12	10	3	2	1	1
7.	Versoix - embouchure	12	10	3	2	1	1
8.	Munet - embouchure (F-01)	12	10	3	2	-	1
9.	Oudar - aval STEP Oudar (F-01)	12	10	3	2	-	-
10.	Fontaine-de-Pissevache - route de la Vieille Bâtie	12	10	3	2	-	-
11.	Creuson - amont route de Sauverny	12	10	3	2	-	1
12.	Creuson - embouchure	12	10	3	2	1	1
13.	Crève-Coeur - embouchure	12	10	2	1	-	-
14.	Molard - embouchure	12	10	3	2	-	1
15.	Braille - aval bassin de rétention	11	9	-	2	-	1
16.	Braille - amont route de Suisse	12	10	3	2	1	-
17.	Brassu - amont route de Suisse	12	10	3	2	1	1
18.	Pry - amont rte de Suisse	12	10	3	2	1	1
19.	Marquet - amont route de Vireloup	12	10	3	2	-	1
20.	Gobé - route de Colovrex	12	10	3	2	-	1
21.	Vengeron - Foretaille	12	10	2	1	-	1
22.	Vengeron - amont CFF	12	10	3	2	-	1
23.	Chânets - Amont Gobé	12	10	3	2	-	-
24.	Limites - Eggly	11	10	2	1	-	1

Tableau 1 : Paramètres et fréquences annuelles d'échantillonnages dans les stations du secteur "Versoix - Lac rive droite", 2021

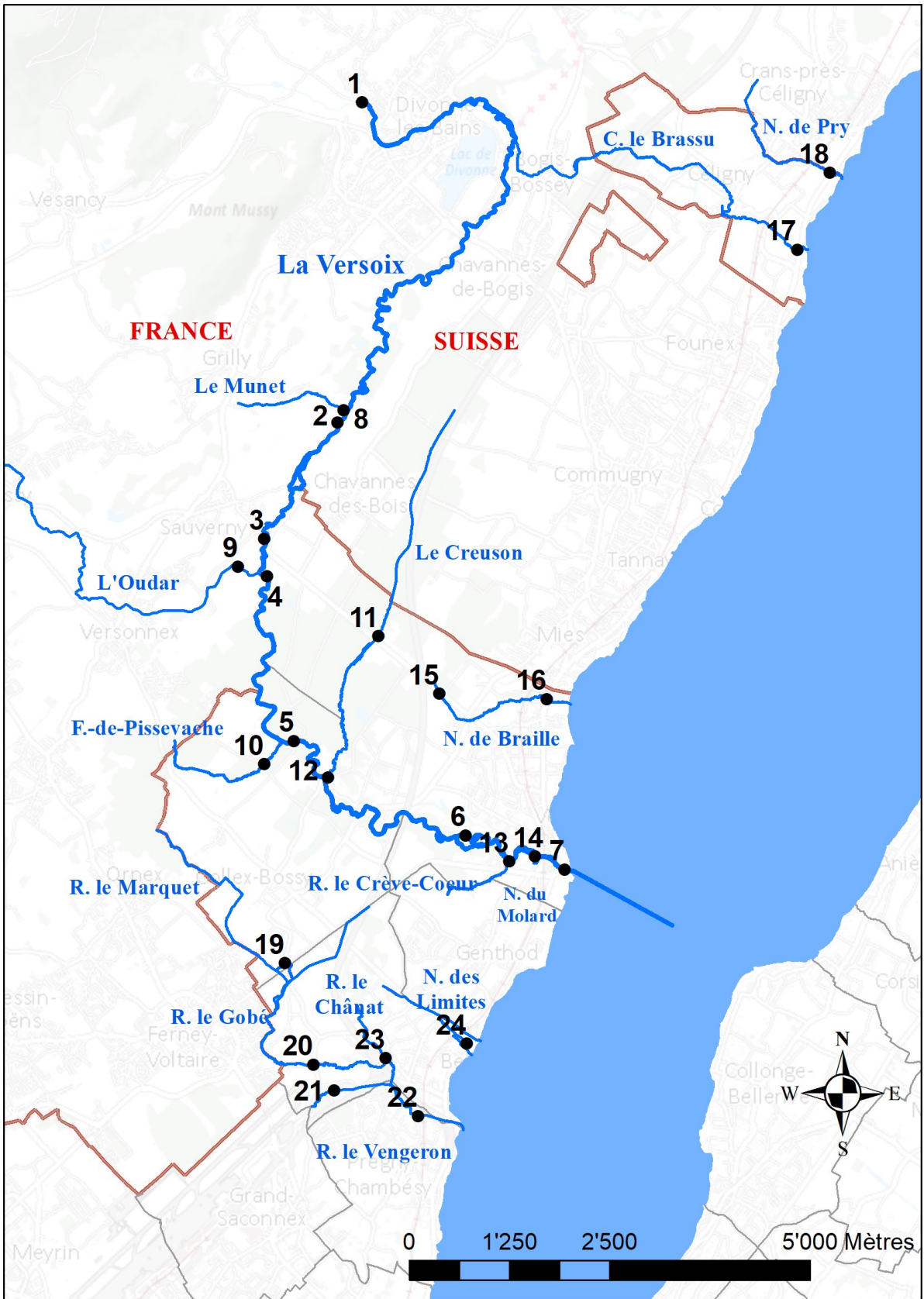


Figure 7 : Stations de prélèvement du secteur "Versoix - Lac rive droite", 2021

2. METHODOLOGIE

Le diagnostic de la qualité des rivières genevoises se base sur une vingtaine d'indicateurs parmi lesquels on peut distinguer les indicateurs de pression et les indicateurs d'état. La majorité des méthodes de diagnostic physico-chimique et biologique utilisée par le SECOE sont issues du Système Modulaire Gradué (SMG), élaboré par l'OFEV [15,16]. Il s'agit des modules écomorphologie [17], nutriments [18], macroinvertébrés [19], diatomées [20] et poissons [21].

L'indice suisse du macrozoobenthos IBCH_2019 est utilisé depuis 2021 et remplace l'IBCH_2010. Il intègre les dernières connaissances en matière d'écologie des espèces. Il attribue pour chaque rivière un potentiel écologique, en fonction entre autres de son débit. La note obtenue varie de 0 à 1, 1 signifiant que le potentiel écologique de la station est atteint. L'IBCH_2019, ci-après IBCH, qualifie ainsi un écart à la référence.

La biomasse du macrozoobenthos est calculée dans certaines stations. Elle a été estimée à partir des prélèvements utilisés pour l'IBCH. Un poids pré-établi est attribué à tous les individus récoltés en fonction de leur taille (maille du tamis). La méthode utilisée est celle appliquée par le canton de Vaud dans le cadre de leur monitoring des eaux de surface depuis 2011 [22]. Ainsi, nos résultats peuvent être comparés à ceux des rivières vaudoises.

L'indice bactériologique se base sur la méthode destinée à l'évaluation de la qualité des eaux de baignade [23]. Ces normes d'hygiène sont basées sur le nombre d'unité formant des colonies (UFC) de bactéries fécales *Escherichia coli*. L'interprétation des résultats est une adaptation de la grille d'appréciation du canton de Berne [24]. Du point de vue environnemental, cet indice n'indique pas forcément une pollution aux eaux usées domestiques. Il peut être le reflet d'un état naturel dans lequel la présence de ce type de bactérie peut provenir des sédiments et aussi des vertébrés qui fréquentent le cours d'eau (oiseaux, castors, renards, chiens, chevaux, etc.).

Les indices de pressions anthropiques subies par le cours d'eau tels que les phytosanitaires, les micropolluants domestiques et industriels sont calculés en tenant compte des concentrations mesurées et de la fréquence de détection. Les indicateurs des métaux sont inspirés du système modulaire gradué avec, comme valeurs seuils, les exigences fixées par l'OEaux. Les méthodes sont disponibles sur demande au SECOE.

L'écotoxicologie, étudiée pour la première fois sur ce secteur, évalue le risque pour la flore et la faune aquatique des métaux et des micropolluants permettant ainsi de faire le lien entre le vivant et les mesures analytiques. Le ratio entre les concentrations mesurées et les valeurs seuils écotoxiques définies par le centre Ecotox [25] et l'Agence Européenne des produits chimiques [26] permettent le calcul du quotient de risque [27]. Lorsque ce quotient est compris entre 1 et 2, il y a un risque "moyen" pour la faune et la flore aquatique. Entre 2 et 10, ce risque est "important" et au-delà "très important".

IV. RESULTATS 2021

1. SYNTHÈSE GLOBALE

Cours d'eau Stations	Indicateurs de pression						Indicateurs d'état				
	Ecomorphologie	Éléments majeurs	Bactériologie	Métaux	Phytoplanctons	Micropolluants domestiques	Ecotoxicologie	Macro-invertébrés	Diatomées	Poissons	Plantes aquatiques
Versoix Amont Divonne (F-01)	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Versoix Pont de Grilly (CH/F)	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Versoix Sauverny (CH/F)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Versoix Aval Oudar (CH/F)		●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Versoix Pont de Bossy	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Versoix Mâchefer	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Versoix Embouchure	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Munet Embouchure (F-01)	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Oudar Aval STEP Oudar (F-01)	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Fontaine-de-Pissevache Route de la Vieille Bâtie	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Creuson Amont route de Sauverny	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Creuson Embouchure	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Crève-Cœur Embouchure	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Molard Embouchure	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Braille Aval bassin de rétention	●	●	●	●	●	●	●	-	●	-	●
Braille Amont route de Suisse	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-
Brassu Amont route de Suisse	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pry Amont rte de Suisse	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Marquet Amont route de Vireloup	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Gobé Route de Colovrex	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Vengeron Foretaille	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Vengeron Amont CFF	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Chânats Amont Gobé	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Limites Eggly	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
----------	-----	-------	----------	---------

- : non mesuré

Tableau 2 : Synthèse des résultats 2021 du secteur "Versoix - Lac rive droite"

2. SYNTHÈSE PAR COURS D'EAU

2.1 La Versoix

Qualité physico-chimique et bactériologique

La qualité des eaux de la Versoix est bonne selon l'ensemble des paramètres physico-chimiques mesurés. Ils répondent aux exigences fixées par l'OEaux.

L'état sanitaire de la Versoix est diagnostiqué comme très bon à la station "amont Divonne". Aux stations suivantes, il se dégrade et devient moyen jusqu'à son embouchure. Compte tenu des débits importants de la Versoix, l'indice micropolluants domestiques diagnostiqué "très bon" ne montre pas de pression due aux rejets issus de la STEP de Divonne-les-Bains ni de la zone urbaine. En effet, cette STEP de 38'000 EH avec un débit nominal de 0.1 m³/s représente moins de 1 % du débit d'étiage de la Versoix.

En milieu de parcours, sur la station aval Oudar, l'indice micropolluants domestiques est diagnostiqué "moyen" et met en évidence la pression issue de la STEP de Versonnex via l'Oudar. Ce changement de qualité est dû à l'augmentation du nombre de micropolluants de type pharmaceutique détectés et aux concentrations mesurées des agents de contraste qui dépassent de peu les 100 ng/L lors de trois campagnes de prélèvement.

En regardant de plus près les mesures des micropolluants pharmaceutiques, les concentrations mesurées sont majoritairement inférieures à 50 ng/L et ont donc peu d'influence sur le calcul de l'indice de qualité. Une analyse plus fine (Figure 8), nous permet toutefois d'observer l'augmentation du nombre de micropolluants mesurés entre la station amont Divonne et l'embouchure, mettant en évidence les rejets des deux stations d'épurations.

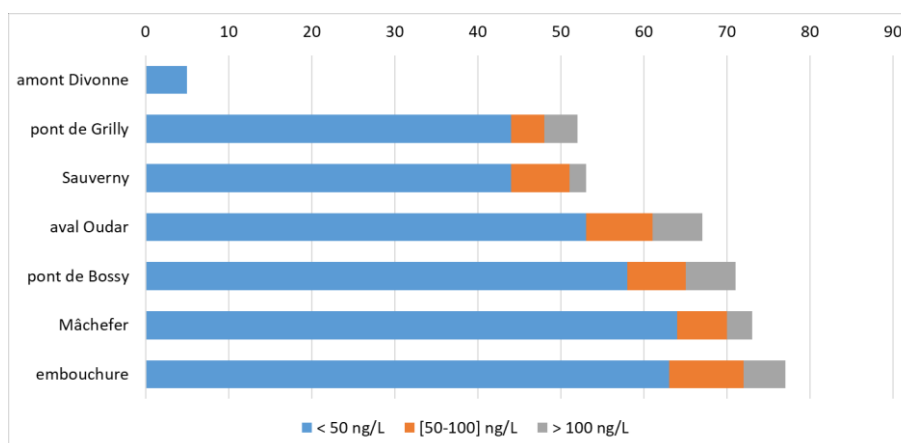


Figure 8 : Nombre de micropolluants d'origine domestique détectés sur les sept stations de la Versoix

Risque écotoxicologique

Le risque écotoxicologique global lié aux éléments traces organiques et aux métaux est "faible" sur quasiment l'ensemble des stations. Il est le reflet de la bonne qualité physico-chimique de la Versoix. Néanmoins, l'insecticide imidacloprid mesuré aux stations de "Sauverny" et "Mâchefer" entraîne un risque écotoxicologique évalué respectivement comme "moyen" et "important" à ces 2 stations. Dans cette dernière station, la valeur seuil écotoxique est dépassée d'un facteur 5, uniquement lors de la campagne de prélèvement du mois de juin. Ce pesticide systémique, souvent appliqué sous forme d'enrobage des semences, est mesuré à une très faible concentration mais, au vu de sa valeur seuil à 13 ng/L, il présente rapidement un risque pour les organismes aquatiques. Cette substance, un néonicotinoïde, surnommée dans les médias "tueuse d'abeilles", a été interdite d'utilisation en Suisse depuis le 1^{er} juillet 2021 et son délai d'utilisation comme pesticide est fixé au 1^{er} juin 2022 [28].

Qualité biologique

La qualité biologique de la Versoix est globalement bonne pour l'ensemble des indicateurs d'état. Des nuances apparaissent cependant suivant les compartiments biologiques considérés.

IBCH

L'IBCH diagnostique un bon état écologique aux stations "amont Divonne", "pont de Grilly", "aval Oudar" et "Mâchefer". Cela signifie que, dans ces stations, la diversité faunistique qui varie de 27 à 33 taxons, ainsi que le groupe indicateur (G.I.) qui varie de 7 à 9, correspondent à ce qui est attendu dans ce type de cours d'eau.

Les stations "Sauverny", "pont Bossy" et "embouchure" n'atteignent pas le bon état écologique, leur état est diagnostiqué comme moyen. La diversité faunistique qui varie de 24 à 26 taxons est plus faible que dans les autres stations. Elle est considérée comme en deçà de leur potentiel écologique. Les groupes indicateurs sont, quant à eux, suffisamment sensibles pour atteindre un bon état (G.I. 7). Notons que les insectes de l'ordre des plécoptères, nombreux à "amont Divonne" chutent ensuite après le passage de la Versoix dans Divonne puis dans les marais. Ces taxons manquants diminuent la diversité faunistique globale.

Biomasse du macrozoobenthos

La figure 9 présente les résultats de la biomasse aux stations "amont Divonne", "Sauverny" et "Mâchefer", pour mars, juin et septembre 2021.

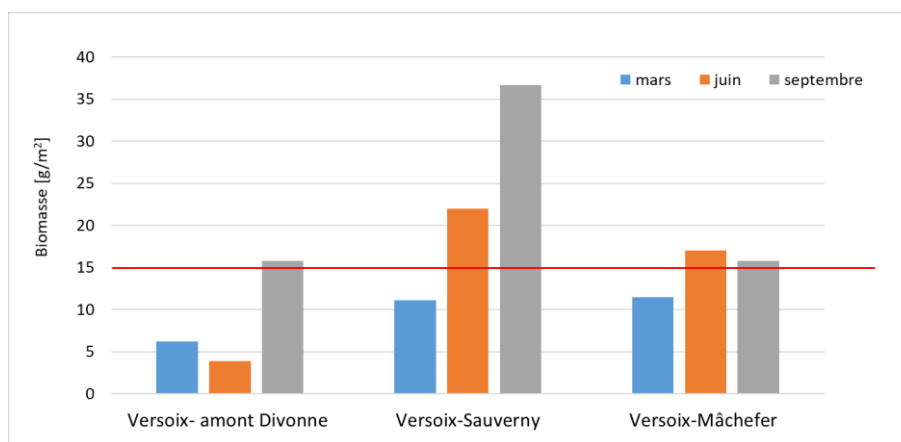


Figure 9 : Biomasse (poids humide) du macrozoobenthos dans trois stations de la Versoix en 2021

La biomasse se compose principalement du crustacé *Gammaridae*, du diptère *Simuliidae* et de l'éphémère *Baetidae*. La station Sauverny abonde en *Gammaridae*, très nombreux dans les bryophytes et les litières échantillonnés. La biomasse du macrozoobenthos mesurée dans ces trois stations n'est pas toujours suffisante pour permettre une croissance optimale des salmonidés. En effet, une biomasse inférieure à 15 g/m² (poids humide) est considérée comme limitante pour le développement des truites et des ombres [29].

DI-CH

Les diatomées indiquent globalement un très bon état biologique. La qualité physico-chimique de l'eau de la Versoix permet donc le développement et le maintien des espèces sensibles de ces algues, premier maillon de la chaîne alimentaire de la rivière. Autrement dit, il n'y a pas de pollution qui impacte durablement les algues microscopiques. De plus, aucune forme tératologique de diatomées n'a été observée, indiquant, au niveau écotoxicologique, que les effets tératologiques des substances présentes dans le cours d'eau sur ces organismes sont faibles, voire inexistantes.

La diversité spécifique varie de 33 espèces (septembre – "amont Divonne") à 14 espèces (septembre – "pont de Grilly"). Au niveau suisse, la moyenne est de 20 espèces par station. Plusieurs espèces liées aux eaux proches de l'oligotrophie (très peu chargées en nutriments) ont été échantillonnées dans la Versoix : *Achnanthydium lineare* sensu lato, *Achnanthydium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi, *Achnanthydium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot, *Psammothidium grischunum* (Wuthrich) Bukhtiyrova & Round, *Diatoma moniliformis* Kützing et *Gomphonema angustivalva* selon Reichardt et Hürlimann 2002. Ces espèces ne font pas partie de la flore diatomique dominante des rivières du canton.

La moyenne des espèces pionnières est inférieure à 25 % dans toutes les stations. Cela signifie que, dans la Versoix, les populations de diatomées ne sont pas soumises à des changements brusques et réguliers de leur environnement (fortes crues, assecs, purges, etc.). En effet, ces espèces sont les premières à coloniser les substrats (pierres, bois) après une perturbation.

Module Poisson

L'état écologique des populations de poisson de la Versoix a été évalué à l'aide de l'indice Poisson niveau R et a fait l'objet d'un rapport détaillé disponible au SECOE [30].

Neuf espèces de poisson ont été pêchées en octobre dans la Versoix : la truite de rivière, la truite lacustre, l'ombre commun, le barbeau, le chevaine, le vairon, la loche franche, la perche et le chabot. On constate une diminution du nombre de géniteurs qui remontaient le bas de la Versoix en période hivernale.

L'état écologique diagnostiqué par l'indice Poisson est bon, même très bon à la station "Sauverny". Cela signifie principalement que la truite fario, l'ombre et le chabot, espèces typiques des zones piscicoles de la Versoix, sont présents et dominent le peuplement. La densité des truites fario varie de faible à élevée suivant les stations, celle du chabot est considérée comme moyenne, celle de l'ombre varie de faible à moyenne.

La population de truite fario est relativement bien équilibrée avec un recrutement naturel qui varie selon les secteurs. Il semble meilleur à Sauverny et dans le lit-mère Richelien, plus faible dans la zone alluviale et à l'embouchure. Deux géniteurs ont été capturés à Sauverny et quelques individus de truites lacustres immatures étaient présents à l'embouchure.

Depuis 20 ans, la population d'ombre de la Versoix a accusé une forte régression. En 2021, les effectifs d'ombre capturés sont plutôt faibles et le succès du recrutement naturel limité. L'espèce est considérée comme fortement menacée en Suisse [31].

La population de salmonidés de la Versoix reste fragile et plusieurs facteurs pourraient limiter les possibilités de consolidation des effectifs, entre autres :

- La fragmentation de son territoire par les deux usines hydroélectriques situées sur la Versoix entraînant la réduction des surfaces productives (- 30 % de la largeur du lit mouillé);
- Les substances présentes dans les rejets des STEPs de Divonne ou de Versonnex;
- La présence de nombreux harles (oiseaux piscivores) sur l'aval de la Versoix;
- Les crues hivernales impactant le recrutement des ombres et des truites.

Cependant, l'étude indique que les fortes crues ne semblent pas avoir affecté les zones de frai ces dernières années.

Végétation rivulaire

L'état de la végétation rivulaire a fait l'objet d'un rapport détaillé disponible au SECOE [32], seules les principales conclusions sont reprises ci-après.

L'état de la végétation est diagnostiqué comme moyen sur la majeure partie du linéaire genevois de la Versoix. La vitesse du courant, une granulométrie souvent grossière du lit, ainsi que des berges principalement boisées limitent naturellement le développement de la végétation du lit et des rives. Dans le secteur du Molard, la renaturation de la Versoix a permis un fort développement de plusieurs espèces d'hydrophytes, avec une diversité importante sur les berges et ce jusqu'à l'embouchure dans le lac.

2.2 Les affluents de la Versoix

Qualité physico-chimique et bactériologique

Seul deux cours d'eau sur les sept affluents de la Versoix se distinguent par une bonne qualité physico-chimique de l'eau: le nant du Molard et le ruisseau du Munet.

Les autres affluents sont diagnostiqués insatisfaisants. Cependant, ils ne semblent pas impacter la qualité de la Versoix. En effet, de par leur faible débit, l'effet de dilution est important.

L'Oudar présente une qualité physico-chimique qualifiée de mauvaise à cause de la présence des substances d'origine domestique comme le sucralose, l'acésulfam, plusieurs substances pharmaceutiques et de l'ammonium. Au niveau de son état sanitaire, il est diagnostiqué médiocre. Ces observations pointent un impact par de l'eau usée domestique provenant de la STEP de Versonnex. Cette STEP de 10'000 EH a fonctionné avec un débit journalier de 19 L/s en 2021 [32], ce qui représente environ 5% du débit dans l'Oudar. Le suivi des nutriments sur l'Oudar depuis 1997 permet de mettre en évidence des concentrations d'azote ammoniacal extraordinaire les quatre premiers mois de l'année 2021. Cela est certainement dû à une maintenance sur la STEP au niveau de l'étape de dénitrification en début d'année. Dans le bilan annuel de la régie des Eaux Gessiennes [33], on peut retrouver les mesures d'autocontrôle qui informent du respect des objectifs légaux de la STEP. Cette STEP n'est pas équipée d'un traitement quaternaire de type charbon actif ou ozonation pour l'abattement des micropolluants. Lors de cette année, des analyses physico-chimiques supplémentaires ont été effectuées en amont de la STEP démontrant que les résidus médicamenteux sont mesurés uniquement en aval de celle-ci.

Sur les ruisseaux le Crève-Cœur et Fontaine-de-Pissevache, le diagnostic qualifié globalement de mauvais par les indices de nitrate, de phosphore soluble, d'herbicides et de cuivre est la signature typique de l'activité agricole.

Sur le Creuson, les pressions anthropiques agricoles sont également mises en évidence sur les deux stations grâce aux indicateurs spécifiques tels que le cuivre, les herbicides ainsi que le carbone organique tous qualifiés de mauvais dès l'amont. Sur la station "embouchure", l'indicateur concernant le chrome devient insatisfaisant. Bien que sur la station située en amont, l'indicateur soit diagnostiqué comme bon, les différences de concentration en chrome entre les deux stations sont peu significatives et se retrouvent juste à la limite de la norme. Cela nous permet de dire que le chrome est déjà présent en amont et que les deux prélèvements du mois de mai font basculer le diagnostic. Des investigations supplémentaires permettraient de déterminer l'origine de cette contamination.

Risque écotoxicologique

Le ruisseau du Munet présente un risque écotoxicologique classé globalement comme "moyen" qui est induit par un herbicide, le diuron, et par le cuivre uniquement lors de la campagne de prélèvement du mois de juillet. Néanmoins, les valeurs seuils écotoxiques, pour ces 2 substances, ne sont que légèrement dépassées. Malgré une interdiction du diuron dans les produits phytosanitaires pour les activités agricoles et non agricoles en France en 2008 [34], on peut s'étonner de mesurer cette substance dans le ruisseau. Avec une demi-vie évaluée entre 100 et 134 jours dans les champs, il est difficile d'expliquer cette présence via une persistance dans l'environnement [35].

Au niveau de l'Oudar, le risque écotoxicologique global est "très important". La figure 10 montre les substances qui présente un risque pour les organismes aquatiques. La pression due à l'arrivée des eaux partiellement traitées de la STEP de Versonnex dans l'Oudar entraîne un risque écotoxique. En effet, trois substances pharmaceutiques présentent un risque une ou plusieurs fois dans l'année. Il s'agit de l'azithromycine (antibiotique), du diclofenac (anti-inflammatoire) et de la sitagliptin (antidiabétique). A cela s'ajoute le risque écotoxique plus important qui provient de deux herbicides, le diuron et la terbuthylazine, mesurés en mai à des concentrations supérieures à 10 fois leurs valeurs seuils écotoxiques.

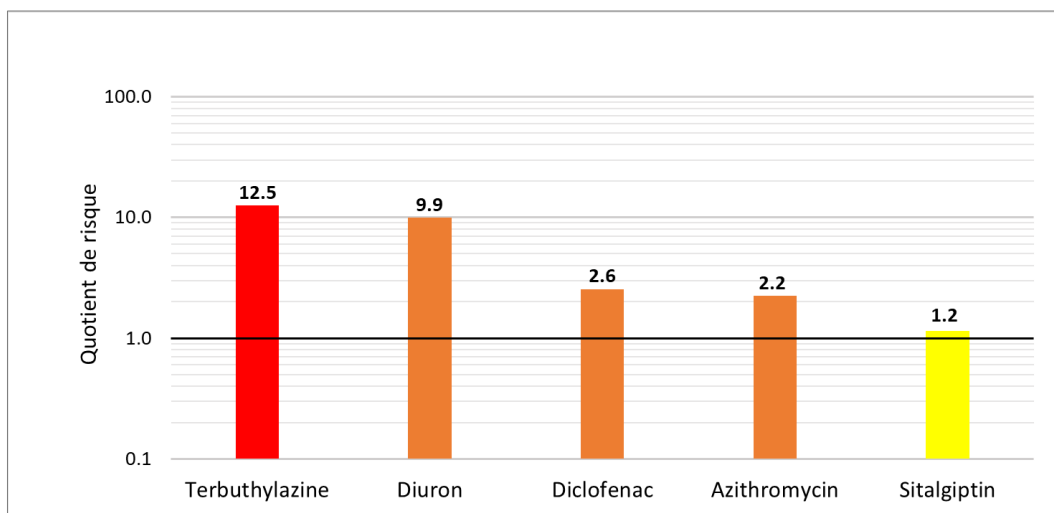


Figure 10 : Oudar, station "aval STEP" – QR_{max} par substance

Le risque écotoxicologique pour la station de Fontaine-de-Pissevache est classé globalement comme "très important". La pression de l'activité agricole expose les organismes aquatiques à un risque écotoxique. Il est induit par un "cocktail" de produits phytosanitaires mesurés, pour certains, plusieurs fois dans l'année. On remarque que les herbicides pethoxamid et diflufenican, et l'insecticide thiacloprid, présentent les risques les plus importants (Figure 11). Le thiacloprid, un néonicotinoïde, est interdit en Suisse depuis le 30 septembre 2021 avec un délai d'utilisation fixé au 31 décembre 2021 [28].

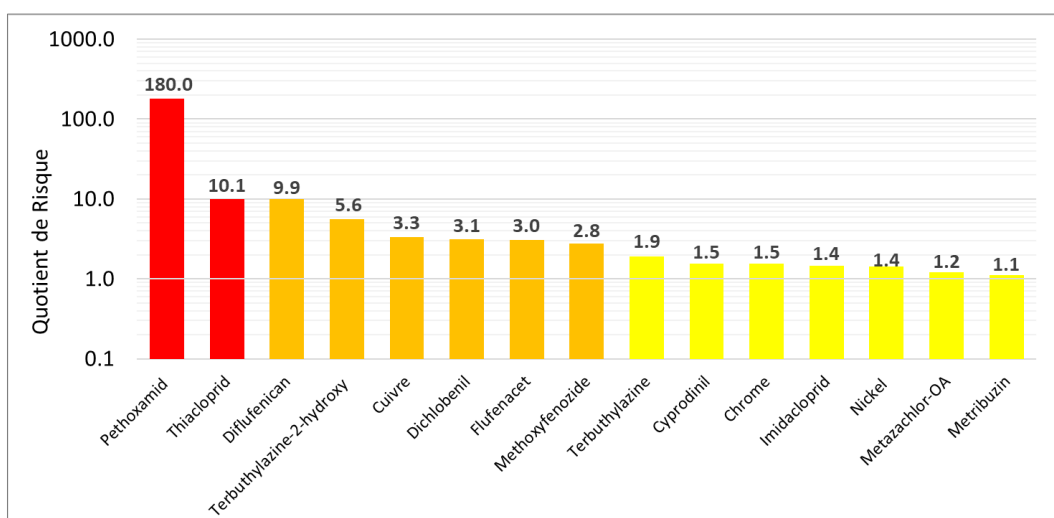


Figure 11 : Fontaine de Pissevache, station "Route de la Vieille Bâtie" - QR_{max} par substance

Concernant les deux stations du Creuson, le risque écotoxicologique est classé globalement comme "important". La pression anthropique de l'activité agricole entraîne un risque écotoxicologique. Plus particulièrement, c'est la terbuthylazine-2-hydroxy, un métabolite de l'herbicide terbuthylazine, et le cuivre qui présentent majoritairement le risque aux deux stations, tout au long de l'année (Figure 12). Pour la station "embouchure" du Creuson, l'insecticide imidacloprid s'ajoute (Figure 13). Comme discuté pour la Versoix, ce néonicotinoïde est interdit en Suisse depuis le 1^{er} juillet 2021 avec un délai d'utilisation fixé au 1^{er} juin 2022 [28].

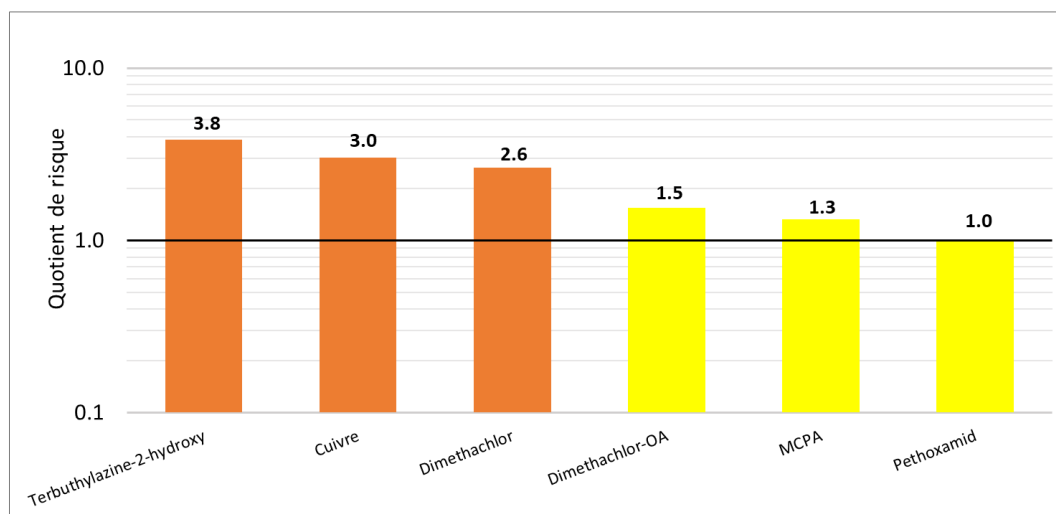


Figure 12 : Creuson, station "amont route de Sauverny" - QR_{max} par substance

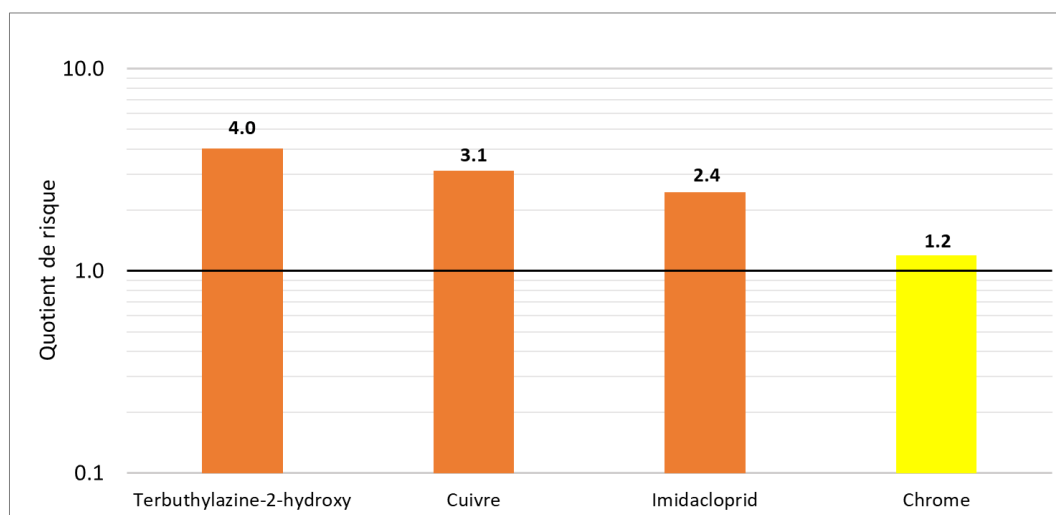


Figure 13 : Creuson, station "embouchure" - QR_{max} par substance

Au niveau du Crève-Cœur, l'application de produits phytosanitaires entraîne un risque écotoxicologique "très important" pour le vivant. Ce "cocktail" contient plusieurs herbicides, un insecticide, l'imidacloprid et trois métaux : le chrome, le cuivre et le zinc. En particulier, ce sont quatre herbicides, le flufenacet, le nicosulfuron, la mésotrione et la pendiméthalin qui augmentent fortement le risque (Figure 14).

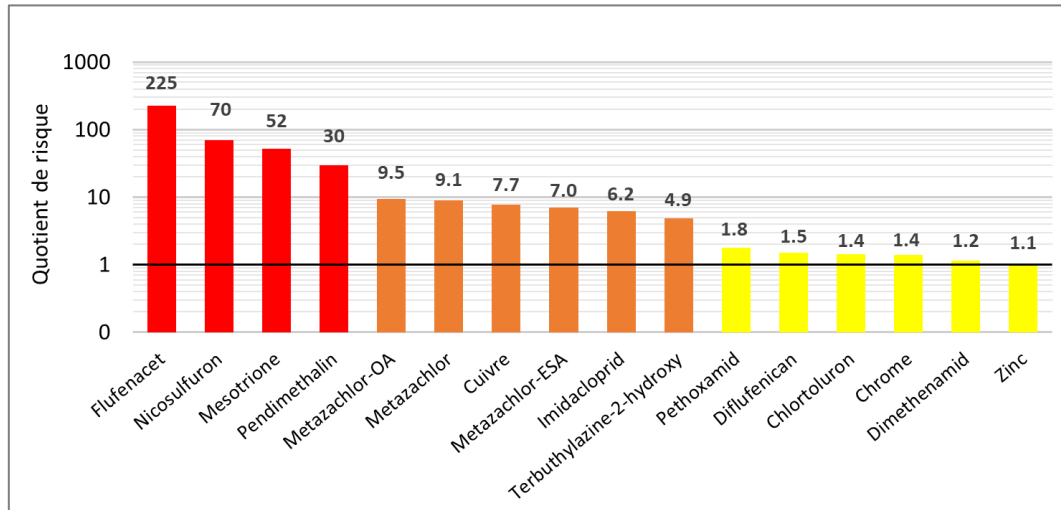


Figure 14 : Crève-cœur, station embouchure – QR_{max} par substance

Concernant le nant du Molard, bien qu'aucune pression n'ait pu être mise en avant par les indicateurs physico-chimiques, les concentrations mesurées de deux herbicides, le chlortoluron et le flufenacet, sont supérieures respectivement de 1.5 fois et 1.2 fois aux valeurs seuils écotoxiques impliquant ainsi un risque écotoxicologique classé globalement comme "moyen".

Qualité biologique

Le nant du Molard et le Munet abritent des espèces sensibles des différents compartiments biologiques et une diversité particulière de macrofaune benthique et de plantes aquatiques. C'est aussi les affluents dans lesquels le risque écotoxicologique est le plus faible. Le nant du Molard est le plus remarquable concernant plus particulièrement la flore rivulaire.

Concernant l'Oudar, le rejet de la STEP ne limite pas le développement et le maintien des espèces sensibles de macrofaune et de diatomées. La diversité du macrozoobenthos est la plus élevée de tout le secteur : 42 taxons ont été identifiés sur l'ensemble des 3 campagnes. Le maximum obtenu pour le canton de Genève est 50 taxons, à l'embouchure de l'Allondon.

L'état biologique de la Fontaine-de-Pissevache et du Crève-Cœur varie selon les indicateurs, mais n'atteint pas toujours le bon état écologique. Les étiages sévères et les

pollutions, principalement d'origine agricole qui présentent un risque écotoxique élevé, affecteraient les communautés benthiques.

La qualité biologique du Creuson est considérée comme bonne pour les plantes aquatiques, le macrozoobenthos et les poissons. Seul l'indice diatomées indique une charge polluante moyenne. Elles réagissent probablement aux fortes concentrations de carbone organique-dissous, d'herbicides, de cuivre et de chrome. Notons que malgré le bon état diagnostiqué par l'indice Poisson, les populations sont mal structurées et peu denses.

2.3 Les défluent de la Versoix

Qualité physico-chimique et bactériologique

Le Brassu présente une qualité physico-chimique moyenne. On peut identifier l'activité agricole comme cause principale par les mesures d'herbicides et de cuivre qui font basculer les indices en qualité insatisfaisante.

Le nant de Pry subit plusieurs types de pression. L'activité agricole est mise en évidence par l'indicateur herbicides et par l'indicateur du cuivre, qualifiés tous deux de mauvais. L'activité domestique avec l'indicateur "pharma" qui présente un profil inhabituel avec majoritairement une substance récurrente, le valsartan. Un mauvais raccordement dans cette zone pourrait être à l'origine de la présence de cette substance dans le cours d'eau. Cette hypothèse se confirme avec un état sanitaire médiocre.

Risque écotoxicologique

Au niveau du Brassu, le risque écotoxicologique est classé globalement comme "important". Il est induit par un "cocktail" d'herbicides et de cuivre qui présentent un risque, pour certains, plusieurs fois dans l'année (Figure 15). En particulier, c'est le métabolite de la terbuthylazine qui péjore principalement le risque.

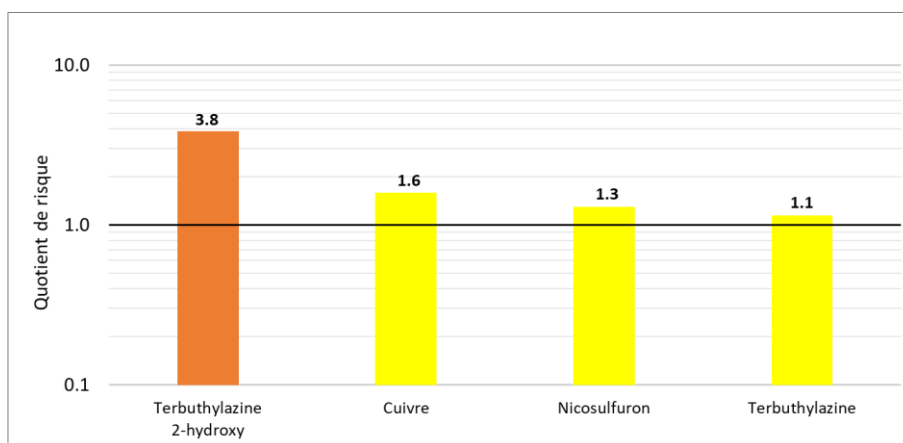


Figure 15 : Brassu, station "amont route de Suisse" – QR_{max} par substance

Pour le nant de Pry, le risque écotoxicologique est classé globalement comme "très important", principalement dû à un "cocktail" de substances composées d'herbicides, de métabolites de fongicide et d'herbicide ainsi que de trois métaux, le cuivre, le zinc et le cadmium (Figure 16). Pour certaines substances telles le cuivre et le métabolite de la terbuthylazine, il y a un risque plusieurs fois durant l'année. Ce sont deux herbicides qui augmentent majoritairement le risque. Il s'agit de la terbuthylazine et du nicosulfuron, dont le risque "très important" est observé uniquement lors de la campagne de juillet et dont les concentrations dépassent respectivement 14 fois et 100 fois les valeurs seuils écotoxiques.

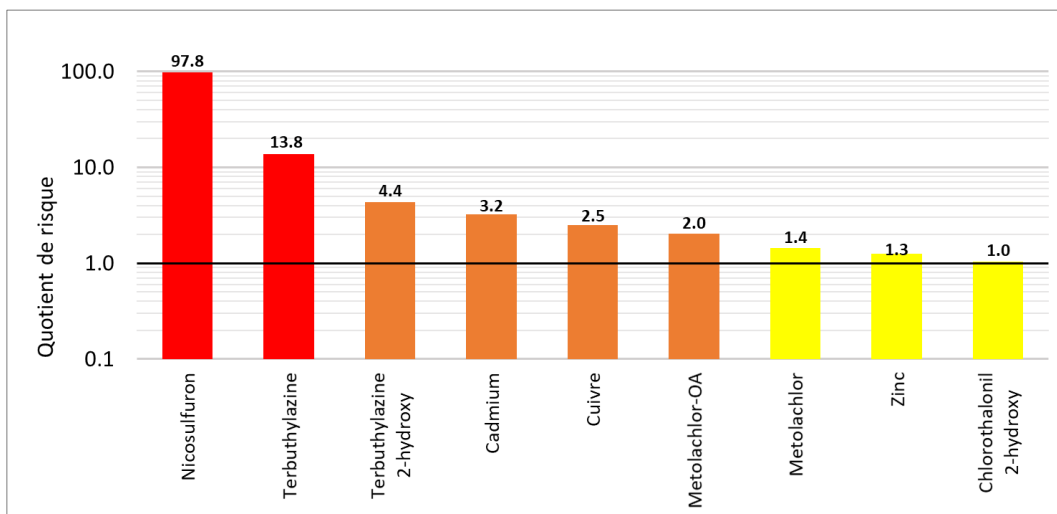


Figure 16 : Pry, "amont route de Suisse" – QR_{max} par substance

Qualité biologique

Le nant de Pry et le Brasso, en amont de la route de Suisse, obtiennent globalement un bon état biologique, excepté pour les plantes aquatiques. Des talus relativement raides, un fort ombrage, ainsi qu'une granulométrie grossière du lit expliquent la faible valeur de la végétation du lit et des berges.

2.4 Le nant de Braille

Qualité physico-chimique et bactériologique

La qualité physico-chimique du nant de Braille est diagnostiquée sur deux stations : en aval du bassin de rétention et au niveau de la route de Suisse quelques mètres avant que le nant ne termine sa course dans le lac. A la station "aval bassin de rétention", l'indice herbicide est diagnostiqué comme mauvais et insatisfaisant pour les indicateurs de carbone organique dissous, de phosphore soluble et de cuivre. Cela souligne une activité de type agricole. On observe parallèlement une augmentation du plomb mesuré dans les échantillons prélevés en période d'évènements pluvieux et qui semble provenir du ruissellement via la route de Sauvigny. Une première hypothèse concerne une éventuelle contamination provenant du stand de tir dont le site est cadastré aux sites pollués [36] et dont la valeur d'assainissement pour le plomb dans le sol est dépassée. Une seconde hypothèse pourrait tenir compte des eaux de ruissellement de l'autoroute qui sont acheminées depuis 2017 pour être traitées dans un décanteur d'hydrocarbure, puis rejetées dans l'étang de rétention. En effet, en cas de fortes pluies, le collecteur déverse le surplus d'eau non traitée et les sédiments qui pourraient être chargés en plomb directement dans le bassin. Des investigations sont à mener afin de vérifier ces hypothèses. Sur la station aval, les indicateurs de cuivre et de zinc diagnostiqués insatisfaisants péjorent la qualité du cours d'eau, montrant l'impact de la zone urbaine.

Risque écotoxicologique

Le risque écotoxicologique global pour les deux stations du nant de Braille est classé comme "important". Il est induit, pour les deux stations, plusieurs fois dans l'année. A la station "aval bassin de rétention", la terbuthylazine-2-hydroxy, un métabolite de l'herbicide terbuthylazine, présente le risque le plus important suivi des métaux plomb et cuivre (Figure 17).

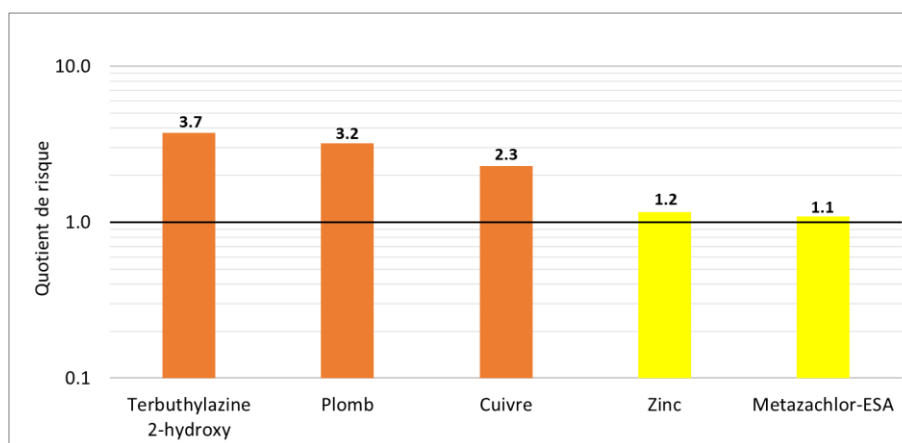


Figure 17 : Braille, station "aval bassin de rétention" – QR_{max} par substance

Pour la station "amont route de Suisse" (Figure 18), le risque est péjoré principalement par l'herbicide pethoxamid mesuré lors d'une seule campagne de prélèvement (octobre). Le cuivre présente un risque plusieurs fois dans l'année.

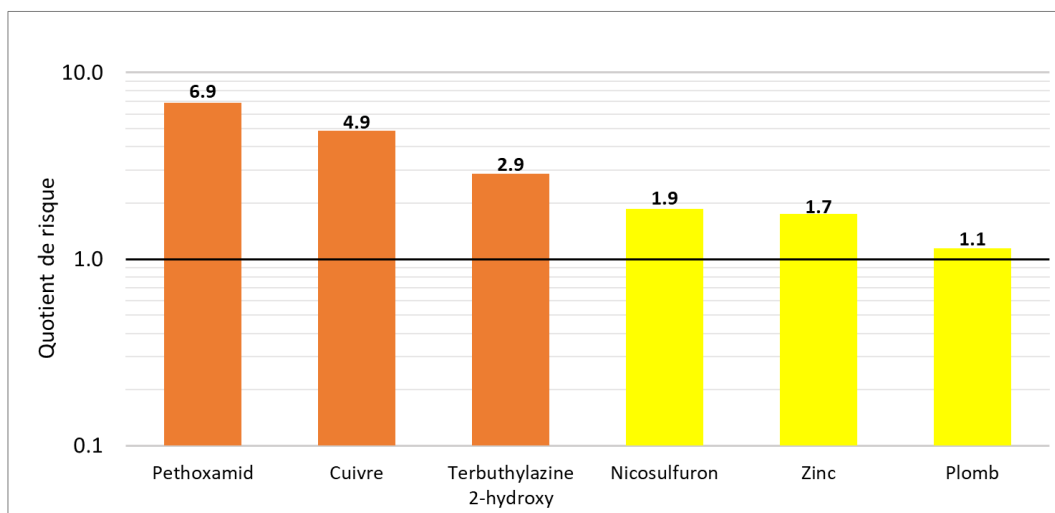


Figure 18 : Braille, station "amont route de Suisse" – QR_{max} par substance

Qualité biologique

La qualité biologique du nant de Braille est diagnostiquée comme étant bonne à très bonne suivant les indicateurs. A l'aval immédiat du bassin de rétention des eaux de l'autoroute, dans le secteur renaturé, la valeur des plantes aquatiques est jugée très bonne, avec une diversité d'espèce remarquable (28 espèces sur 145 m de linéaire). Les diatomées sensibles dominent le peuplement et signifient que la qualité physico-chimique globale de l'eau qui sort du bassin est suffisante pour leur développement et leur maintien, malgré des concentrations élevées en herbicides et un risque écotoxicologique important. Dans le secteur aval du nant de Braille, la truite de rivière est la principale espèce accompagnée du chabot dont la population est équilibrée. Néanmoins, les effectifs de truites ont diminué de moitié par rapport à l'inventaire de 2008. Le macrozoobenthos quant à lui profite d'une eau plutôt fraîche (cordon boisé) avec des milieux diversifiés.

2.5 Le Marquet-Gobé-Vengeron

Qualité physico-chimique et bactériologique

La qualité physico-chimique du Marquet-Gobé-Vengeron est mesurée à quatre stations. Sur le Marquet, les indicateurs sont mauvais pour les fongicides, l'orthophosphate, le nitrate et le carbone organique dissous, ainsi que médiocre pour les herbicides. Son parcours étant principalement en zone agricole, l'impact identifié est spécifique de cette activité.

Au niveau du Gobé, les pressions anthropiques sont importantes et impactent sa qualité. On distingue une pollution par de l'eau usée domestique non traitée d'origine inconnue sur l'ensemble des dix campagnes de prélèvement. Les analyses de la metformine, un antidiabétique utilisé comme traceur d'eaux usées non traitées, montrent des pics de concentrations élevées en plus des autres substances d'origine domestique. L'échantillon de la campagne de novembre fait état d'une situation extraordinaire. En effet, il est particulièrement chargé avec, entre autres, des micropolluants domestiques comme le sucralose et le paracétamol, mais aussi du benzotriazole. D'autre part, les indicateurs du cuivre, du zinc et du benzotriazole, diagnostiqués comme mauvais, révèlent l'impact possible du ruissellement provenant de l'aéroport.

Sur le Vengeron, à la station "Foretaille", la qualité est mauvaise à cause des indicateurs de COD, des anti-corrosifs et des métaux chrome, cuivre et zinc. On peut ainsi percevoir des pollutions persistantes provenant des eaux de ruissellement de l'aéroport. Des investigations en période hivernale sont encore en cours sur cette zone afin d'optimiser le bon fonctionnement de l'assainissement. On remarque également la présence de produits anticorrosifs mesurés de façon récurrente toute l'année et qui pointent une autre source de rejets. Concernant les métaux, les exigences sont dépassées dans presque 50 % des échantillons pour le chrome et le cuivre. Les mesures du pH à cette station sont significativement plus élevées qu'aux autres stations (Figure 19). Ce paramètre augmente typiquement en cas de contamination avec des eaux de chantier. Cette observation met en évidence la pression, qui peut être attribuée au chantier du JAG. Sur les douze mesures effectuées en 2021, la valeur a dépassé par deux fois le pH 9.

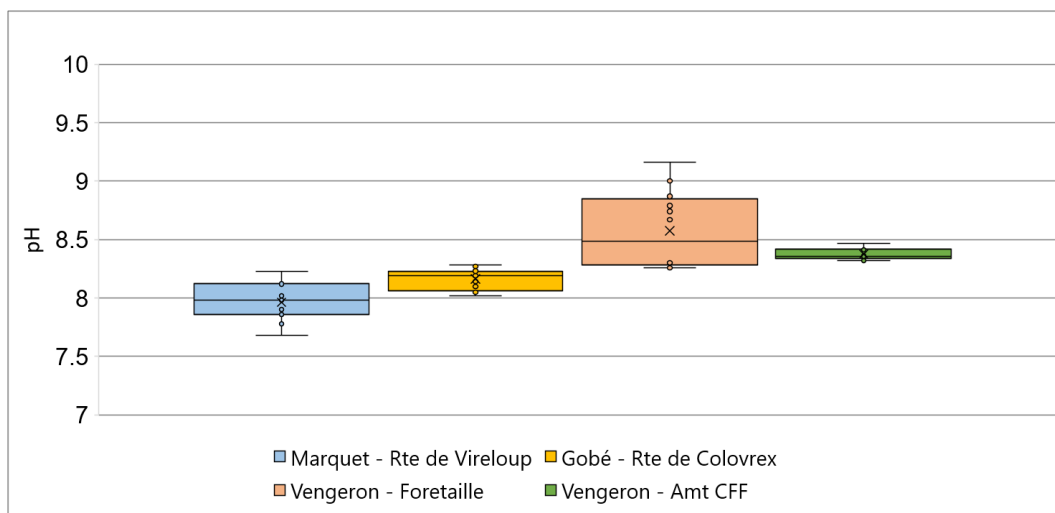


Figure 19 : Mesures pH sur les stations du Marquet-Gobé-Vengeron, 2021

La dernière station en aval, "amont CFF", résume l'ensemble des pressions anthropiques qui dégradent la qualité du Marquet-Gobé-Vengeron. On peut distinguer l'impact du domestique, de l'activité agricole, de l'autoroute et de l'aéroport. A noter que, lors de la campagne de prélèvement du 1^{er} septembre, une pollution d'origine domestique a été observée. Une canalisation d'eaux usées était bouchée et dégradait fortement la qualité du Vengeron. Cette situation a pu être assainie rapidement.

Les analyses bactériologiques indiquent un état médiocre dans le Gobé et le Vengeron station "amont CFF", ce qui confirme une contamination aux eaux usées domestiques uniquement pour le mois d'août dans les deux stations et en septembre dans le Vengeron.

Risque écotoxicologique

Le risque écotoxicologique pour le Marquet est classé de manière globale comme "très important". Il est induit spécifiquement par un mélange d'herbicides, un insecticide, le methoxyfenozone, l'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) et plusieurs métaux (cuivre et chrome) qui présentent un risque, pour certains, plusieurs fois dans l'année. C'est le PFOS qui pèse majoritairement le risque (Figure 20). Son origine est actuellement difficile à déterminer et doit être encore investiguée. Pour les herbicides, il y a un risque "important" de trois herbicides, le MCPA, le pethoxamid, le nicosulfuron et le métabolite de la terbuthylazine. Pour l'insecticide methoxyfenozone, le risque "important" est présent uniquement lors de la campagne de prélèvement de juillet.

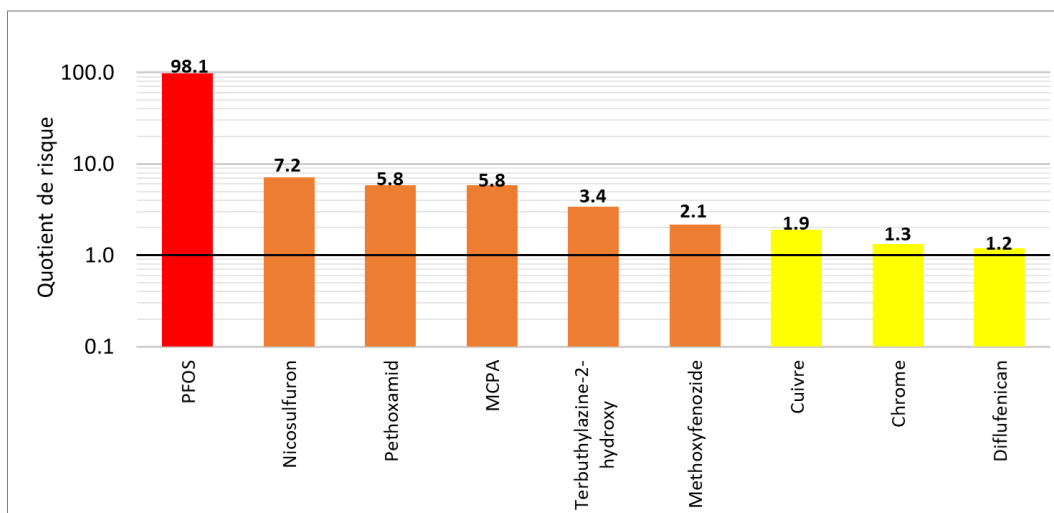


Figure 20 : Le Marquet, station "amont route de Vireloup" – QR_{max} par substance

Le risque écotoxicologique pour le Gobé est classé globalement comme "très important". Il y a un "cocktail" de substances composé de PFOS, de substances pharmaceutiques, d'herbicides et de cuivre et de zinc (Figure 21). Comme pour le Marquet, c'est le PFOS qui pègre majoritairement le risque tout au long de l'année. On suppose qu'il provient essentiellement du Marquet déjà contaminé par cette substance. En effet, les concentrations augmentent faiblement entre les 2 stations du Marquet et du Gobé. Concernant les substances pharmaceutiques, il y a un risque "important" de l'amoxicillin (antibiotique), du diclofenac et de l'ibuprofène (anti-inflammatoires). Ces substances pharmaceutiques proviennent certainement de mauvais raccordements en amont. Les herbicides, le cuivre et le zinc présentent également un risque "important" pour les organismes vivants.

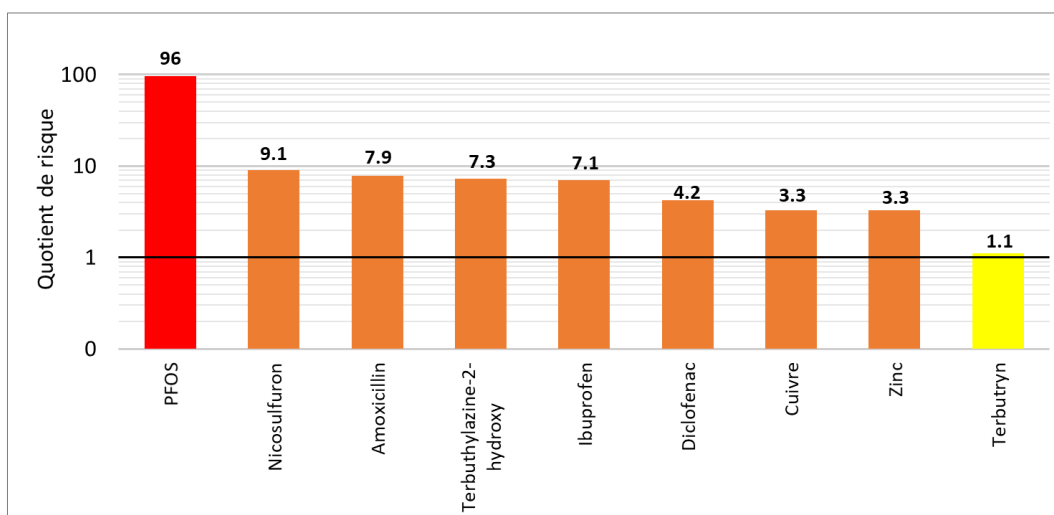


Figure 21 : Gobé, station "route de Colovrex" – QR_{max} par substance

Pour le Vengeron, le risque écotoxicologique global est "très important" aux 2 stations de mesure de ce cours d'eau (Figure 22 et 23). Il est induit spécifiquement par un mélange de PFOS, d'insecticides, de substances pharmaceutiques, d'herbicides et de plusieurs métaux qui présentent un risque, pour certains, plusieurs fois dans l'année.

C'est le PFOS qui péjore majoritairement le risque aux deux stations. Dans le contexte des eaux de ruissellement provenant de l'aéroport et alimentant le Vengeron, on suppose qu'il provient des anciennes mousses à incendie utilisées lors d'exercices d'entraînement sur le site de l'aéroport. Autorisé jusqu'en 2011 dans les mousses à incendie [37], il a donc pu s'accumuler dans les sols ou les sédiments suite à des répétitions par le passé. A la suite de fortes précipitations, le PFOS pourrait avoir été remobilisé dans les eaux.

Pour la station "Foretaille", on note également un risque "très important" d'un insecticide, le fenoxycarb, mais uniquement lors d'une seule campagne de prélèvement (août).

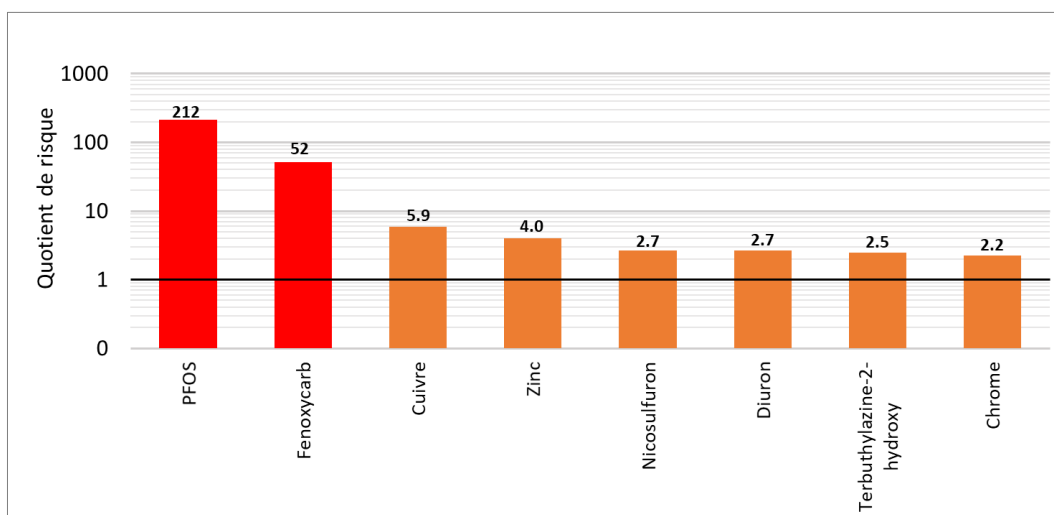


Figure 22 : Vengeron, station "Foretaille" – QR_{max} par substance

Pour la station "Amont CFF", il y a un risque "important" à "très important" de différentes substances pharmaceutiques telles la metformine, l'amoxicilline, le diclofenac et l'ibuprofène. Ce risque est présent lors d'un certain nombre de campagnes. Ces substances pharmaceutiques pourraient donc provenir de mauvais raccordements en amont.

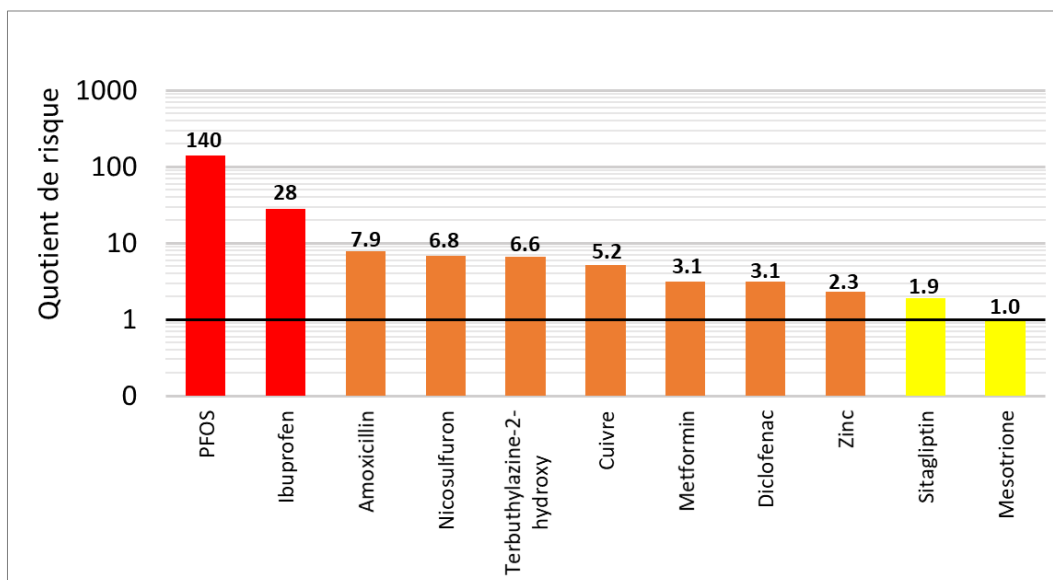


Figure 23 : Vengeron, station "Amont CFF" – QR_{max} par substance

Qualité biologique

La qualité biologique du tronçon renaturé du Marquet est diagnostiquée comme médiocre pour le macrozoobenthos. Les très faibles débits, des vitesses de courant peu diversifiées, ainsi qu'une qualité physico-chimique mauvaise pour plusieurs paramètres expliquent l'absence d'espèces sensibles dans ce compartiment biologique. La renaturation a profité, par contre, aux plantes aquatiques qui sont diversifiées tant dans le lit que sur les berges, ainsi qu'aux diatomées dont les espèces sensibles à la qualité de l'eau dominent le peuplement. De plus, des vairons adultes et sub-adultes ont été pêchés sous la sous-berge aménagée.

Dès l'aval du Marquet, dans le Gobé et le Vengeron, l'ensemble des indicateurs biologiques se dégradent et n'atteignent pas le bon état écologique exigé par l'OEaux. Le colmatage des fonds, une très faible diversité de micro-habitats (Vengeron) ainsi qu'une très mauvaise qualité physico-chimique et un risque écotoxicologique très important expliquent ces mauvais résultats biologiques.

Concernant les populations piscicoles, le faible nombre d'individus et d'espèces pêchés ne permettent pas de procéder au calcul du module Poisson. Dans le Vengeron, à la station "amont CFF", aucun poisson n'a été pêché. Dans le Gobé, le vairon est la seule espèce de poisson présente en 2021. Seule une trentaine de vairons ont été capturés, quatre fois moins qu'en 2008, dont certains individus présentaient des déformations ou des anomalies telle l'absence d'opercules. La mauvaise qualité de l'eau et un risque écotoxicologique très important peuvent être à l'origine de ces anomalies qui n'ont encore jamais été observées depuis le début de l'utilisation du Module Poisson à Genève en 2015. Malheureusement pour le moment, les différentes actions d'assainissement présent au niveau de l'aéroport ne se répercutent pas sur les populations de macrozoobenthos ni sur

les diatomées. De plus, les travaux de la JAG et la pose des nouveaux collecteurs couplés aux travaux de renaturation du secteur amont CFF du Vengeron ont pu perturber ces communautés.

2.6 Les Chânets

Qualité physico-chimique et bactériologique

Globalement, les indices physico-chimiques sont bons, néanmoins on distingue une mauvaise qualité pour les indicateurs du cuivre, du zinc et de l'orthophosphate. Deux échantillons sont responsables du déclassement de ces trois indicateurs, celui de février et celui d'août. Dans le reste des échantillons de l'année, les valeurs mesurées pour ces paramètres sont satisfaisantes.

Risque écotoxicologique

Il y a un risque écotoxicologique "important" pour ce cours d'eau dû spécifiquement au cuivre et au zinc avec des dépassements de respectivement 7 et 2.5 fois leurs valeurs seuils écotoxiques.

Qualité biologique

L'indice diatomique indique un très bon état, reflétant la bonne qualité globale des eaux des Chânets. Cependant, ce cours d'eau reçoit régulièrement des déversements de la station de pompage des Tuileries. Ce régime hydrologique perturbé ne convient pas au macrozoobenthos, dont la diversité est très faible (10 taxons). Il se compose principalement de gammares et de chironomes. Lors du prélèvement de septembre, tous les gammares étaient morts. Les causes de cette mort n'ont pas pu être identifiées, mais cela montre qu'au-delà des perturbations hydrologiques, il peut y avoir des pollutions accidentelles non intégrées par les diatomées qui tuent les crustacés (insecticides, températures élevées).

2.7 Le nant des Limites

Qualité physico-chimique et bactériologique

Le nant de Limites présente une qualité insatisfaisante au vue de plusieurs indicateurs. Des mauvais raccordements sont possibles au vu des indicateurs "pharma" et "autres micropolluants". Ce constat est confirmé par les bactéries *E. coli* dont la note est moyenne. Une forte présence de benzotriazole dégrade également la qualité. Cet anticorrosif utilisé en industrie est également présent dans les produits de machine à laver. La présence des métaux, cuivre et zinc, impacte aussi le cours d'eau mettant en évidence la pression anthropique provenant de la zone urbaine.

Qualité biologique

La renaturation de ce secteur n'a bénéficié pour l'instant qu'aux macrophytes. Une vingtaine d'espèces d'hélophytes indigènes ont été plantées sur 500 m et forment un ensemble d'une valeur floristique diagnostiquée comme très importante. Le macrozoobenthos est peu diversifié et constitué d'espèces polluo-tolérantes. Les diatomées indiquent une qualité d'eau moyenne qui limite le développement des algues sensibles à la pollution des eaux.

Risque écotoxicologique

Il y a un risque écotoxicologique global "important" pour ce cours d'eau. Le risque est dû à un "cocktail" de substances composé de bisphénol A, de plusieurs herbicides et métaux (Figure 24). C'est le cuivre qui pèjore majoritairement ce cours d'eau. Le risque écotoxicologique du cuivre est présent tout au long de l'année, c'est-à-dire qu'il a été observé lors de toutes les campagnes de prélèvement.

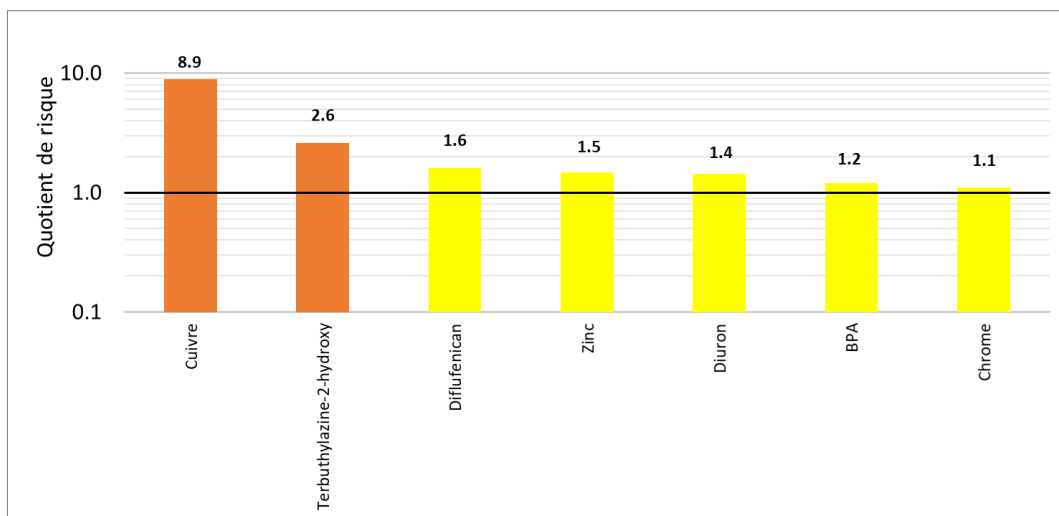


Figure 24 : nant des Limites, station "Eggy" – QR_{max} par substance

3. CARACTERISATION DES PRESSIONS

Les mesures effectuées durant cette étude nous permettent également de caractériser les pressions anthropiques subies par les cours d'eau du secteur. Ces indices de pressions anthropiques sont calculés à partir d'une agrégation de paramètres chimiques jugés comme caractéristiques et sont présentés dans la figure ci-dessous, ce calcul est propre au SECOE.

Pour la Versoix, on constate ainsi que les pressions agricole, urbaine et domestique augmentent graduellement au fur et à mesure de son cours même si elles restent globalement modérées. Les pressions sont principalement amenées par ses différents affluents nettement plus touchés ainsi que par les deux grandes zones urbaines traversées (Divonne-les-Bains et Versoix). Concernant le secteur Marquet-Gobé-Vengeron, les pressions sont plutôt de types urbaine et domestique avec l'influence de l'aéroport sur le Vengeron et de l'agglomération de Ferney-Voltaire sur le Gobé.

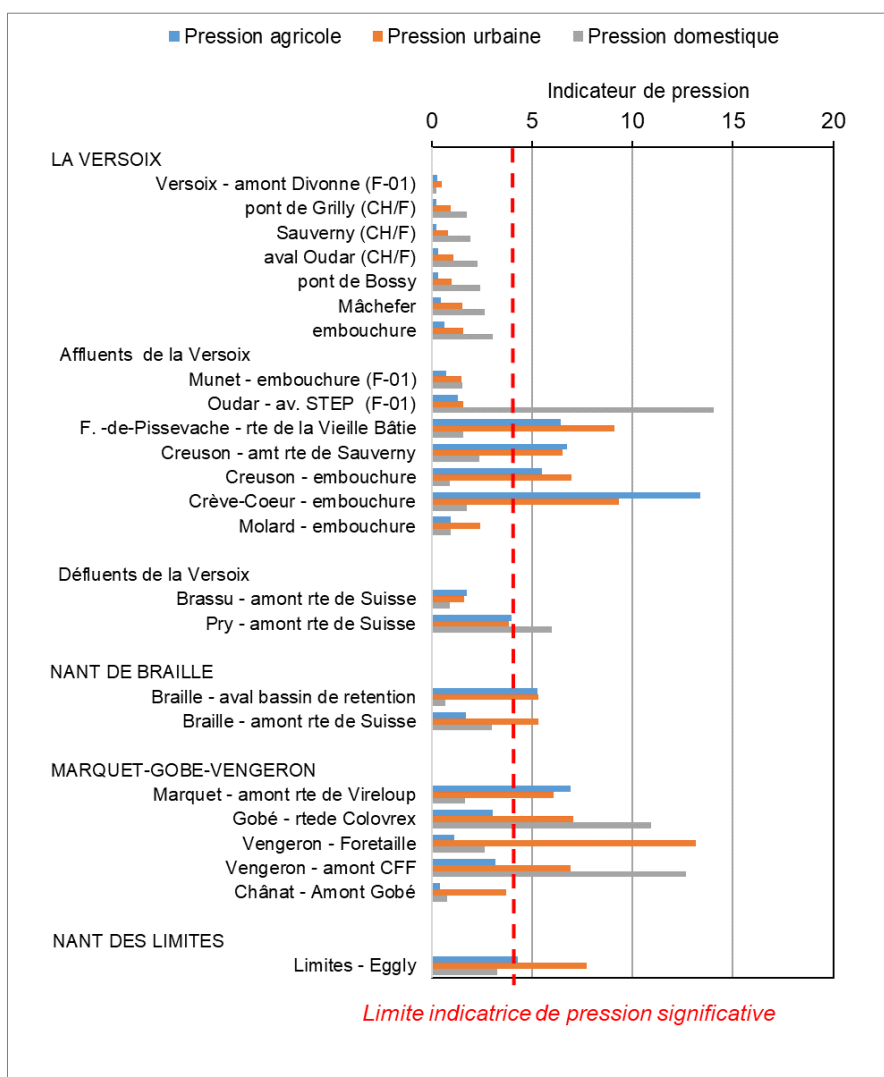







Figure 25 : Répartition des pressions agricole, urbaine et domestique pour le secteur "Versoix – Lac rive droite"

V. EVOLUTION DE LA QUALITE (2015 – 2021)

 Pas d'évolution	 Amélioration	 Dégradation	 Première mesure en 2020	 Pas de mesure
Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais

Cours d'eau Stations	CHIMIE et BACTERIOLOGIE					ECOTOX	BIOLOGIE			
	Eléments majeurs	Bactériologie	Métaux	Phytosanitaires	Micropolluants domestiques		Etat selon risque écotoxicologique	Macro-invertébrés	Diatomées	Poissons
Versoix Amont Divonne (F-01)									-	-
Versoix Pont de Grilly (CH/F)									-	-
Versoix Sauverny (CH/F)										
Versoix Aval Oudar (CH/F)									-	
Versoix Pont de Bossy										
Versoix Mâchefer										
Versoix Embouchure										
Munet Embouchure (F-01)									-	
Oudar Aval STEP Oudar (F-01)									-	-
Fontaine-de-Pissevache Route de la Vieille Bâtie									-	-
Creuson Amont route de Sauverny									-	
Creuson Embouchure										
Crève-Cœur Embouchure									-	-
Molard Embouchure									-	
Braille Aval bassin de rétention							-		-	
Braille Amont route de Suisse										-
Brassu Amont route de Suisse										
Pry Amont route de Suisse										
Marquet Amont route de Vireloup									-	
Gobé Route de Colovrex									-	
Vengeron Foretaille									-	
Vengeron Amont CFF									-	
Chânat Amont Gobé									-	-
Limites Eggy									-	

Tableau 3 : Synthèse de l'évolution de la qualité du secteur "Versoix - Lac rive droite", 2021

1. EVOLUTION DE LA VERSOIX

1.1 La Versoix

La qualité physico-chimique de la Versoix reste constante depuis 2015. Elle est globalement très satisfaisante. Au niveau de l'état sanitaire, il est moyen dès la station Pont de Grilly et équivalent aux mesures de 2015 dans l'ensemble du cours de la Versoix.

Les diatomées utilisées comme bioindicateurs de la qualité physico-chimique globale de l'eau reflètent un bon, voire un très bon état et ce depuis 2015.

L'étude du macrozoobenthos, via l'IBCH atteint le bon, voire le très bon état biologique dans la grande majorité de son cours et de ses affluents. Certaines stations voient leur note se dégrader, cela étant dû à la nouvelle méthode d'évaluation IBCH_2019. Néanmoins, en considérant les listes faunistiques, la diversité et les groupes indicateurs de polluo-sensibilité (G.I.), il n'y a pas eu de dégradation biologique à proprement parler.

Par contre, la biomasse du macrozoobenthos est trois à quatre fois plus faible en 2021 qu'en 2015. D'une manière générale, le crustacé *Gammaridae* y est beaucoup moins abondant. A la station "amont Divonne", l'absence de litières dans les prélèvements en 2021, lieu de vie favori de ce détritivore, pourrait expliquer cette diminution. Pour les stations "Sauverny" et "Mâchefer", globalement les mêmes couples substrat/vitesse ont été échantillonnés. Cette forte variation peut être naturelle. Elle a déjà été observée dans la rivière l'Orbe. Les *Gammaridae* sont également très sensibles aux insecticides, même à de faibles concentrations. Or, l'imidacloprid présente un risque écotoxicologique pour les invertébrés en 2021, ce qui n'était pas le cas en 2015.

Concernant les poissons, dans les deux stations aval, l'état écologique reste bon et ce malgré une diminution des densités d'ombres sur ce secteur. Pour les stations amont, la structure des populations et les densités de truites sont meilleures qu'en 2015.

Depuis 2004, la population d'ombres de la Versoix est globalement en diminution, le recrutement naturel reste faible et ce malgré des conditions hydrologiques favorables. De plus, concernant les truites, dans les stations à proximité du lac, le succès du frai est en diminution par rapport aux inventaires précédents (2008, 2012 et 2015) où il y avait une meilleure contribution des truites lacustres.

1.2 Les affluents de la Versoix

La qualité du ruisseau du Munet est stable, sa bonne qualité déjà diagnostiquée en 2015 montre néanmoins une légère dégradation au niveau du phosphore soluble et du cuivre.

La dégradation de l'état sanitaire mesurée en aval de la STEP de Versonnex dans l'Oudar avec un nombre de bactéries *E.coli* est légèrement plus élevé qu'en 2015. Une augmentation de l'ammonium vient confirmer l'hypothèse d'un fonctionnement non optimal de la STEP de Versonnex, conséquence d'une étape de maintenance en début d'année. Les débits n'ont pas été significativement plus faibles en 2021 qu'en 2015.

Dans le ruisseau de Fontaine-de-Pissevache, la mauvaise qualité était déjà diagnostiquée en 2015. Cette année, une dégradation due au chrome accentue encore plus l'impact sur la qualité de ce cours d'eau et cela s'observe également sur l'indice DI-CH qui se dégrade également.

Concernant le Creuson, le diagnostic de la qualité, déjà insatisfaisant en 2015 s'est encore dégradé en 2021. Les conditions météorologiques ont, semble-t-il, impacté négativement les échantillons du mois de mai. Les charges en métaux et en phytosanitaires ont augmenté avec les ruissellements et mettent davantage en évidence l'activité agricole déjà présente. Cette péjoration se remarque aussi sur le DI-CH.

L'amélioration observée par le macrozoobenthos dans la majorité des affluents de la Versoix s'explique, soit par une augmentation du nombre de taxons suffisant pour atteindre le bon état écologique pour ce type de petit cours d'eau, soit par une amélioration du groupe indicateur (G.I.) (uniquement dans le Creuson, station "amont route de Sauverny").

1.3 Les défluent de la Versoix

L'évolution sur le Brassu se distingue par les indicateurs de cuivre et d'orthophosphate. Sur ce dernier indicateur, la dégradation provient uniquement du changement de norme appliquée dès 2018 et qui s'aligne au système modulaire gradué. La valeur annuelle reste quant à elle inchangée. La dégradation sur le cuivre est significative. La mesure des herbicides dès 2021 sur cette station permet de confirmer la pression agricole.

Dans ce canal, le nombre de truites de rivière est plus élevé qu'en 2008. La part des truitelles issues des repeuplements et celles issues du frai naturel ne sont pas connues. Le chabot s'y maintient.

L'état sanitaire se dégrade dans le nant de Pry, passant de moyen en 2015 à médiocre en 2021. Les analyses de plusieurs traceurs d'eaux usées indiquent une pression domestique dont l'origine n'a pas pu être identifiée.

Les diatomées et l'indicateur macrozoobenthos ne montrent pas d'évolution notable entre 2015 et 2022. Le macrozoobenthos dans le nant de Pry n'atteint toujours pas les objectifs écologiques. Bien qu'il y a eu un repeuplement en truite par le canton de Vaud, il y a une nette diminution de la truite de rivière (279 individus en 2008 en amont de la route de Suisse vs 27 en 2021). Notons qu'un alevinage important avait été réalisé en 2008. Le nombre de chabots augmente avec une population équilibrée.

Il n'y pas eu d'indice Poisson calculé lors des pêches électriques faites en 2008. Cependant, nous pouvons tout de même comparer le nombre de poissons pêchés en 2008 et 2021.

2. EVOLUTION DU NANT DE BRAILLE

La qualité sur le nant de Braille s'est détériorée en aval du bassin de rétention dû aux éléments majeurs, au plomb et au cuivre. L'eau qui arrive désormais à cet endroit n'est plus totalement la même qu'en 2015 et donc peu comparable. En effet, avec l'acheminement des eaux de ruissellement de l'autoroute, elles atteignent désormais l'ouvrage de traitement qui se rejette dans le bassin de rétention puis dans le nant. En cas de forte pluie, le déversement est rejeté directement dans le bassin sans passer par l'ouvrage. En aval, la dégradation est plus marquée et passe en 2021 à une qualité moyenne, avec plusieurs indicateurs physico-chimiques qui se dégradent.

Les diatomées indiquent une nette amélioration de la qualité de l'eau et le bon état écologique est atteint pour les microalgues.

Les conditions de débit, qui ont changé suite à l'installation du bassin de rétention en 2015, sont peut-être à l'origine de cette amélioration, malgré la dégradation observée sur les paramètres physico-chimiques.

Dans le nant de Braille, les truites de rivière sont en nette diminution, au contraire du chabot qui a été échantillonné en amont de la route de Suisse.

3. EVOLUTION DU MARQUET-GOBÉ-VENGERON

3.1 Le Marquet-Gobé-Vengeron

La qualité physico-chimique des eaux du Marquet-Gobé-Vengeron présente un diagnostic inchangé depuis 2015, la qualité est mauvaise.

Au niveau du Marquet, la comparaison avec les données de 2015 nous indique une dégradation nette de sa qualité. Les indicateurs détaillés pour les fongicides, les nitrates et le phosphore soluble se distinguent par un saut de qualité qui passe d'un extrême à l'autre, de très bon à mauvais. Ceci est dû à une année 2021 particulièrement pluvieuse avec des moyennes mensuelles plus élevées en été, alors qu'en 2015 le Marquet était à sec tout l'été et à la fin de l'année. Son débit dépendant essentiellement des pluies, les ruissellements mettent en évidence l'activité agricole dans son bassin versant.

Les indicateurs annuels calculés à partir des analyses ponctuelles effectuées une fois par mois dans le cadre du monitoring ne nous permettent pas de mettre directement en avant les effets bénéfiques des travaux d'assainissement concernant l'acheminement des eaux de ruissellement de l'aéroport. Néanmoins, à la station "Foretaille", les résultats des analyses de zinc et de COD nous montrent une première tendance quant aux effets de ces mesures sur le cours d'eau (Tableau 3). En se basant sur les données historiques à cette station, la diminution des valeurs du percentile 90 sur les concentrations de COD et Zn diminuent significativement en 2021.

	P₉₀ COD [mg/L]	P₉₀ Zn [µg/L]
2009	17.4	18.3
2015	19.4	12.1
2021	8.60	8.30

Tableau 3 : Evolution des percentiles 90 des paramètres COD et Zn à la station Foretaille

L'état sanitaire demeure de médiocre à moyen depuis 2015 dans l'ensemble du Marquet-Gobé-Vengeron et confirme une pression domestique dans ce secteur hydrographique.

Pour l'ensemble des indicateurs, la qualité biologique du Marquet-Gobé-Vengeron ne s'améliore pas depuis 2015 et reste en deçà des objectifs écologiques de l'OEaux.

3.2 Les Chânants

L'état du macrozoobenthos du ruisseau des Chânants demeure médiocre et ce malgré le fait que la qualité de l'eau soit globalement satisfaisante dans ce petit affluent.

VI. CONCLUSION

Ce diagnostic s'inscrit dans un contexte hydrologique particulier. L'année 2021 a été marquée par une sécheresse persistante en début d'année et de fortes précipitations durant la période de mai à juillet. Ainsi les activités anthropiques qui proviennent du ruissellement des routes et de l'activité agricole alors en pleine période de traitement sont intensifiées. La Versoix avec son régime hydrologique a été moins impactée par ces conditions, les pressions anthropiques ont par contre eu plus de conséquences sur la qualité des petits cours d'eau.

Pour la majorité des stations du **bassin versant de la Versoix** et de ses défluent, l'état écologique diagnostiqué par l'ensemble des indicateurs du vivant est bon, voire très bon. Les pressions anthropiques restent globalement non significatives sur la Versoix, ce qui n'est pas toujours le cas dans ses affluents dont certains subissent encore des pressions agricoles, mais aussi urbaines et domestiques. Ainsi, leur rôle de réservoirs biologiques pourrait être encore renforcé en assainissant les différentes pollutions qui les dégradent et qui présentent un risque écotoxicologique très important pour la faune et la flore aquatique.

Si les indicateurs biologiques restent bons dans leur ensemble, il faut tout de même noter une nette diminution de la biomasse du macrozoobenthos et une baisse continue des populations d'ombre, espèce fortement menacée, dans la Versoix. Les actions améliorant la qualité de l'eau doivent donc continuer sur ce bassin versant, un des derniers du canton à avoir une eau fraîche même en période estivale et une population de salmonidés qui s'y maintient.

L'état écologique du **bassin versant du Marquet-Gobé-Vengeron** est globalement insatisfaisant pour tous les indicateurs du vivant. Les pressions anthropiques sont significatives sur ce secteur, elles sont majoritairement urbaines et domestiques, peu agricoles. Ces pollutions limitent le développement des espèces sensibles et diminuent ainsi la diversité faunistique et floristique. De plus, la continuité biologique n'est pas assurée dans plusieurs tronçons (secteurs enterrés), limitant également la diversité faunistique. Ainsi, pour atteindre le bon état écologique, les actions améliorant la qualité de l'eau et la continuité biologique doivent continuer dans ce bassin versant.

VII. LISTE DES ABREVIATIONS

COD	Carbone Organique Dissous
DI-CH	Indice diatomique suisse (SMG)
EH	Equivalent habitants
IBCH	Indice biologique suisse (SMG)
JAG	Jonction Autoroutière du Grand-Saconnex
OCEau	Office cantonal de l'eau
OEaux	Ordonnance fédérale sur la protection des eaux
OFEV	Office fédéral de l'environnement
PGEE	Plan général d'évacuation des eaux
Q347	Débit du cours d'eau dépassé 95% de l'année
SECOE	Service de l'écologie de l'eau
SITG	Système d'information du territoire à Genève
SMG	Système modulaire gradué. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse - OFEV
STEP	Station d'épuration

VIII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Système d'Information du Territoire à Genève (2022) *SITG Le territoire genevois à la carte*. Accès [SITG | Le territoire genevois à la carte](#)
- [2] Office cantonal de l'eau (2022). *EAU - Synthèse du monitoring des rivières*. Accès <https://www.ge.ch/document/eau-synthese-du-monitoring-rivieres>
- [3] *Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998* (OEaux ; RS 814.201).
- [4] Direction générale de l'eau (2016). *Etude de la qualité des rivières genevoises : la Versoix, ses affluents et défluent. Etat 2015 et évolution depuis 2003*. Genève: Direction générale de l'eau – SECOE. 102 p.
- [5] J. Schlup, F. Delavy, K. Ehrensperger, F. Pidoux et A. Wisard (2020). *20 ans de renaturation des cours d'eau à Genève*. Genève: Office cantonal de l'eau-SLRP. 175p
- [6] *Ordonnance sur les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance internationale et nationale du 21 janvier 1991* (OROEM ; RS 922.32)
- [7] *Ordonnance sur la protection des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale du 15 juin 2001* (Ordonnance sur les batraciens, OBat ; RS 451.34)
- [8] A. Cordonnier, J. Debard, G. de los Cobos, M. Gfeller, P. Grandjean, C. Meissner, A. Wisard (2009). *Fiche-rivière no 12 : Le Marquet-Gobé-Vengeron*. Genève
- [9] *Annexe 2 de l'Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998* (OEaux ; RS 814.201).
- [10] Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (2016) *DETEC : 364.21-LSGG/00026 Aéroport de Genève – Evacuation des eaux du bassin versant du Vengeron*
- [11] Induni & Cie (2022) *Bassin de rétention du Vengeron – Lot 1 & 2*. Accès [Bassin de rétention du Vengeron - Lots 1 & 2 - INDUNI & CIE SA](#)
- [12] Office fédéral des routes (s.d.). *A1 jonction Grand-Saconnex : Intervention*. Accès a1-jag.ofrou.ch
- [13] GREN (2003) *Etude de la végétation rivulaire des cours d'eau genevois. Rapport pour le SECOE*. 43p.
- [14] K. Niederberger, P. Rey, P. Reichert, J. Schlosser, U. Helg, S. Haertel-Borer, E. Binderheim (2016) *Méthodes d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse; module Écomorphologie des rives lacustres*. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1632. 73 p

[15] Office fédéral de l'environnement, des forêts et paysage OFEFP (1998) *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, Système modulaire gradué*, L'environnement pratique n° 26. 41p.

[16] P. Baumann, S. D. Langhans (2010) *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, Synthèse des évaluations au niveau R (région)*. Office fédéral de l'environnement OFEV, Bern. 47 p.

[17] M. Hütte et P. Niederhauser (1998) *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Ecomorphologie niveau R (région) Informations concernant la protection des eaux n° 27*. Office fédéral de l'environnement, forêts, paysage, Berne. 38 p.

[18] L. Paul (2010) *Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau, Analyses physico-chimiques, nutriments*. Office fédéral de l'environnement, Berne. 44 p.

[19] P. Stücki, N. Martinez, T. Roth, D. Kury (2019) *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau (IBCH_2019) Macrozoobenthos – niveau R (région), 1ère édition actualisée 2019 ; 1re édition 2010*. Office fédéral de l'environnement, Berne. 58 p.

[20] J. Hürlimann, P. Niederhauser (2007). *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Diatomées Niveau R (région)*. Office fédéral de l'environnement, Berne. 63 p.

[21] E. Schager, A. Peter (2004) *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, Poissons-niveau R (région)*, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 63 p.

[22] P.A.Chevalley (2015) *Méthode de calcul de la biomasse en rivière. Direction générale de l'environnement, protection des eaux du canton de Vaud*. Rapport interne, Canton de Vaud. 7 p.

[23] M. Schaffner, P. Studer, C. Ramseier (2013) *Evaluation des eaux de baignade, recommandations concernant l'analyse et l'évaluation de la qualité des eaux de baignades (lac et rivières)*, Office fédéral de l'environnement (OFEV) - OFSP est un office du Département fédéral de l'intérieur (DFI), 42p.

[24] U. Ochsenbein *et al.* (2003) *Gewässerbericht 1997-2000. Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kantons Bern GSA, Gewässer- und Bodenschutzlabor GBL, Bern*.

[25] Centre Ecotox (2022) *Propositions de critères de qualité pour les eaux de surface*. Accès [Propositions de critères de qualité pour les eaux de surface | Oekotoxzentrum \(centreecotox.ch\)](https://www.oekotoxzentrum.ch/fr/prop-qualite-eaux-surface)

[26] European Chemicals agency ECHA (2022) Accès <https://echa.europa.eu/fr/home>

[27] Institute for Health and Consumer Protection (2003) *EUR 20418 EN/2, Technical Guidance Document on Risk Assessment Part II. European Commission Joint Research Centre*. European Communities

-
- [28] *Ordonnance sur la mise en circulation des produits phytosanitaires du 12 mai 2010* (OPPh, RS 916.161)
- [29] P.-A Chevalley, *communication personnel*, DGE-PRE Canton de Vaud
- [30] GREN (2022) *Suivi 2021 de la qualité des cours d'eau du secteur Versoix Lac Rive Droite. Module Poissons niveau R*. Rapport piscicole pour le SECOE. 47 p
- [31] *Annexe 2, Ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche du 24 novembre 1993* (OLFP¹, RS 923.01)
- [32] GREN (2021) *Végétation rivulaire du secteur Versoix – Rive Droite. Synthèse des résultats 2021*. Rapport pour le SECOE. 5 p
- [33] Régie des Eaux Gessiennes (2022) Rapport d'activité 2021
Accès [Rapportregie2021BD.pdf \(regieeauxgessiennes.fr\)](https://www.regieeauxgessiennes.fr/Rapportregie2021BD.pdf)
- [34] Journal Officiel de la République Française (2007) *Avis aux fabricants, distributeurs et utilisateurs de produits phytopharmaceutiques contenant les substances carbosulfan, carbofuran, diuron, cadusafos, haloxyfop-R*
- [35] INERIS (2007) *Données technico-économiques sur les substances chimiques en France, Diuron*
- [36] Système d'Information du Territoire à Genève (2022) *SITG Le territoire genevois à la carte SITG, Couche sites pollués : Parcelle 843.2001.001*
- [37] *Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux du 18 mai 2005* (ORRChim, RS 814.81)