

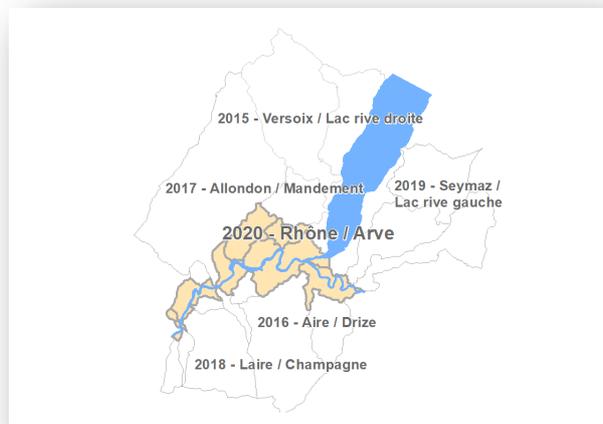


REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

Office Cantonal de l'Eau Étude de la qualité des rivières genevoises

Secteur :

Rhône/Arve



Etat 2020 et évolution depuis 2014



Table des matières

1. INTRODUCTION	4
2. LE SECTEUR RHÔNE/ARVE	5
2.1. Généralités	5
2.1.1. Le Rhône	5
2.1.2. L'Arve	5
2.1.3. Le Nant de la Maille et le Nant d'Avril	6
2.1.4. Les petits affluents du Rhône	7
2.2. Ecomorphologie	7
2.3. Contexte hydrologique et climatologique	8
2.4. Températures	12
3. DEROULEMENT DU MONITORING	14
4. RESULTATS 2020	16
4.1. Méthodologie	16
4.2. Synthèse globale	17
4.3. Synthèse par cours d'eau	18
4.3.1. Le Rhône	18
4.3.2. L'Arve	21
4.3.3. Le Nant de la Maille et le Nant d'Avril	23
4.3.4. Les petits affluents du Rhône	27
5. EVOLUTION DE LA QUALITE (2014 – 2020)	30
6. CLASSIFICATION DES PRESSIONS AU NIVEAU DU SECTEUR	34
7. CONCLUSION	35
8. LISTE DES ABREVIATIONS	36
9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37

1. 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 2020, les cours d'eau du secteur Rhône/Arve ont été analysés d'un point de vue physico-chimique, biologique, écotoxicologique, écomorphologique et hydrologique. Les résultats sont présentés par station dans les fiches monitoring disponibles sur le système d'information du territoire genevois (SITG) ainsi que sur le site internet de l'Etat de Genève (<https://www.ge.ch/document/eau-synthese-du-monitoring-rivieres>).

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 les différents compartiments biologiques. Il vérifie si les exigences relatives à la qualité des eaux et les objectifs écologiques de l'OCEau sont atteints [1]. Si ce n'est pas le cas, il évalue l'origine des pollutions et des dégradations et propose des pistes pour y remédier. Les résultats 2020 sont aussi comparés avec les diagnostics précédents et un bilan de l'état de santé des rivières du secteur est proposé [2][3].

Plus globalement, ce rapport sert de référence pour le diagnostic de la qualité des eaux de surface et est utilisé dans les documents publiés par l'OCEau, ainsi que pour le développement de projets internes à l'OCEau et transfrontaliers.

2. LE SECTEUR RHÔNE/ARVE

2.1. Généralités

2.1.1. Le Rhône

Le Rhône est, par ses dimensions, le deuxième fleuve du pays derrière le Rhin. Il prend sa source au glacier du Rhône dans le massif alpin du Saint-Gothard à 1'800 mètres d'altitude. Le Rhône est alimenté en Valais par les glaciers situés dans un bassin versant de 5'220 km² d'où coulent plus de 5'000 km de rivières. La surface du bassin versant au barrage du Seujet est de 7'987 km² avec, entre autres, 580 km² de lac. A Chancy, avec l'adjonction de l'Arve et de tous ses affluents, la surface du bassin versant est de 10'300 km². Le Rhône coule sur 290 km en Suisse (lac Léman inclus) dont 27.2 km en territoire genevois [4]. Cinq STEP rejettent leurs eaux traitées dans le Rhône genevois : la STEP d'Aïre, sur la commune de Vernier, avec une capacité actuelle de traitement de 600'000 équivalent-habitants (EH) et qui reçoit les eaux usées domestiques et industrielles de la ville de Genève, de 26 communes du canton et d'une partie de la région frontalière [5]; la STEP de Givaudan Vernier Ouest avec une capacité de traitement de 17'000 kg DCO/jour. Cette STEP traite les eaux usées industrielles de l'entreprise Givaudan et une partie des eaux usées domestiques de la commune de Vernier, ainsi que les eaux usées domestiques des hameaux de Loëx et Chèvres; la STEP du Bois-de-Bay, avec une capacité de traitement de 130'000 EH et qui traite les eaux usées domestiques de Meyrin, de Satigny, de Vernier, d'Aire-la-Ville et d'une partie du Pays de Gex [5]; les STEPs de Firmenich La Plaine qui traitent les eaux usées industrielles de l'entreprise Firmenich, ainsi que les eaux usées domestiques des villages de Russin, Cartigny, Avully-Est, La Plaine, Dardagny, ainsi que les eaux usées domestiques des hameaux du vallon de l'Allondon. Ces STEPs ont une capacité de traitement de 6'700 kg DCO/jour pour les eaux industrielles et une capacité de traitement actuelle de 2'400 EH pour les eaux usées domestiques; la STEP de Chancy avec une capacité actuelle de traitement de 8'000 EH et qui traite les eaux usées domestiques des communes d'Avusy, Laconnex, Soral, Viry et Avully. Cette STEP a toutefois été dimensionnée pour traiter les eaux usées d'environ 14'000 habitants à l'horizon 2025 [6].

2.1.2. L'Arve

Principal cours d'eau de la Haute-Savoie, l'Arve prend sa source dans le massif du Mont-Blanc. Les 98 km de cours d'eau sur France traversent, entre autres, les villes de Sallanches, Cluses, Bonneville et Annemasse. L'Arve franchit encore 9 km sur territoire genevois avant de se jeter dans le Rhône, à 1 km en aval du Léman, au niveau de la Jonction. L'Arve est le second cours d'eau d'importance sur le canton après le Rhône. L'Arve a un bassin versant de 1'976 km², dont 80 km² en Suisse. 6.1% du bassin versant de l'Arve est composé de glaciers.

De caractère torrentiel, l'Arve charrie un important volume de limon, ce qui lui donne cette couleur caractéristique des rivières de montagne. Ses principaux affluents sur le canton de Genève sont la Seymaz et l'Aire [7]. La STEP de Vilette sur la commune de Thônex est en cours de modernisation. Sa capacité nominale équivalente de 80'000 habitants rejette les eaux traitées dans l'Arve. Un nouveau traitement biologique, incluant nitrification et dénitrification, est opérationnel depuis le début de l'année 2021. Un traitement des micropolluants (traitement quaternaire) sera également mis en place en 2023. Le raccordement de la STEP française d'Ocybèle à celle de Vilette pour le traitement quaternaire est prévu également à l'horizon 2023 [8].

2.1.3. Le Nant de la Maille et le Nant d'Avril

Le Nant de la Maille est un petit cours d'eau d'environ 1.4 km de linéaire qui prend sa source sur le territoire français. Il s'écoule principalement dans un cordon boisé avant d'être enterré sur sa partie aval pour se jeter dans le Nant d'Avril. La couverture du sol du bassin versant du Nant de la Maille est principalement boisée et agricole.

Le Nant d'Avril prend sa source actuellement au nord du lac des Vernes et ce sont les eaux de drainage agricole dans les marais de Mategnin et les eaux des collecteurs d'eaux pluviales de Champs-Fréchets et du village de Mategnin qui en constituent son origine. Le Nant d'Avril est également alimenté par le lac des Vernes. Ce projet d'envergure, mené par la commune de Meyrin en accord avec l'OCEau, a été inauguré en 2017. Il a pour fonction première de retenir les volumes d'eaux pluviales qui ruissellent dans le périmètre de la cité de Meyrin et de les restituer de manière continue au Nant d'Avril pour éviter les crues de ce dernier. Ce lac est également alimenté par les eaux pompées dans la nappe du Rhône au niveau des puits de Peney et qui servent aux besoins de chauffage et de refroidissement de certaines industries de la ZIMEYSA et du quartier des Vergers. Les autres fonctions du lac des Vernes sont non seulement de faire tampon aux températures des eaux de ruissellement de la cité de Meyrin avant leur rejet dans le Nant d'Avril, mais également l'intégration d'une dimension écologique et récréative pour la population. Le Nant d'Avril a un bassin versant de 16.85 km² dont 82% sur territoire suisse et 18% sur territoire français. Depuis une cinquantaine d'années, le bassin versant a subi une très forte urbanisation, citadine et industrielle, dans sa partie amont. Son taux d'imperméabilisation est de 25%, principalement dans les régions du CERN, de Meyrin et de la ZIMEYSA. Les surfaces cultivées, en majorité des vignobles, représentent 38% du bassin versant. Le Nant d'Avril parcourt environ 5.6 km sur les communes de Meyrin, de Satigny et de Vernier avant d'atteindre le Rhône. Une partie des 2.3 premiers kilomètres du Nant d'Avril est totalement enterrée et constituée d'une galerie souterraine de 2 m de haut et de 7 m de large, longeant la route du Mandement. Le Nant d'Avril possède un régime hydrologique alimenté par les rejets du CERN qui ont lieu toute l'année [9]. Depuis 2018, 1'200

mètres de tronçon du Nant d'Avril ont été remis à ciel ouvert, depuis la route de Meyrin, le long de la route du Mandement, tout en conservant une partie enterrée. Cette partie renaturée est alimentée principalement par les eaux de refroidissement du CERN.

2.1.4. Les petits affluents du Rhône

Le Nant des Grebattes est un cours d'eau genevois qui prend sa source au sud de la route du Bois-des-Frères sur la commune de Vernier et qui longe la partie sud du quartier du Lignon. Il s'écoule sur 881 m jusqu'au Rhône, dans un bassin versant de 1.5 km², principalement urbain. Le Nant des Grebattes est canalisé sur sa partie amont sur 176 m et sur sa partie médiane sur 81 m.

Le Nant des Frères est situé entièrement sur la commune de Vernier. Il prend sa source au niveau de la route de Vernier et longe certaines des parcelles sur lesquelles sont situées les citernes de Vernier. Il s'écoule sur 817 m jusqu'au Rhône dans un bassin versant de 0.65 km². Il est canalisé dans sa partie amont sur 148 m.

Le Nant d'Avanchet est situé sur les communes de Meyrin et de Vernier. Il prend sa source au niveau de l'Aéroport et longe également certaines des parcelles où sont situées les citernes de Vernier. Il s'écoule sur 2.3 km jusqu'au Rhône dans un bassin versant de 7 km². Le Nant d'Avanchet est pratiquement canalisé sur toute sa longueur (2 km).

Le ruisseau de Montfleury est situé sur la commune de Satigny. Il prend sa source au niveau des jardins familiaux de Montfleury. Il s'écoule sur 1.4 km. Un tronçon du ruisseau de Montfleury, anciennement sous-tuyau sur une distance de 140 mètres, situé sur la commune de Satigny sous la route de Peney, a été remis à ciel ouvert et renaturé en 2016. Par la suite, le ruisseau de Montfleury devient le ruisseau de la Maison-Carrée après sa jonction avec le Nant d'Essert et s'écoule sur 1.1 km jusqu'au Rhône.

2.2. Ecomorphologie

La méthode "Ecomorphologie – niveau R" de l'OFEV ne s'appliquant pas aux grands cours d'eau tels l'Arve et le Rhône, le secteur Rhône/Arve n'est que partiellement diagnostiqué d'un point de vue de la "naturalité" de son linéaire.

7 stations sur 11 situées sur les affluents du Rhône sont diagnostiquées comme peu atteintes, voire naturelles. Les deux derniers points "noirs" sont l'embouchure du Nant d'Avanchet, diagnostiquée comme artificielle, et la station "Meyrin", mise sous terre, dans le Nant d'Avril.

D'une manière générale, l'écomorphologie du secteur n'est pas limitante pour le développement des biocénoses. Cependant, la renaturation de l'embouchure du Nant d'Avanchet et, plus particulièrement, du Nant d'Avril pourrait améliorer les échanges biologiques entre le Rhône et ces deux nants et favoriserait la biodiversité aquatique dans son ensemble (algues microscopiques, macrozoobenthos, végétation rivulaire, poissons, ...).

2.3. Contexte hydrologique et climatologique

En 2020, la température moyenne annuelle à Genève-Cointrin a été de 12.2°C, supérieure de 1.7°C à la norme 1981-2010 (Figure 1). Les températures mensuelles ont été supérieures à la norme pour tous les mois à l'exception du mois d'octobre. L'hiver 2019/2020 a été le plus doux enregistré en Suisse depuis le début des mesures en 1864. A Cointrin, la norme saisonnière a été dépassée de 2.8°C. Le printemps a aussi été particulièrement chaud, la température moyenne à Genève-Cointrin étant supérieure de 2.0°C à la norme. En été, on a enregistré un dépassement de 1.2°C de la norme. L'automne a aussi été relativement doux avec une température supérieure de 0.8°C à la norme.

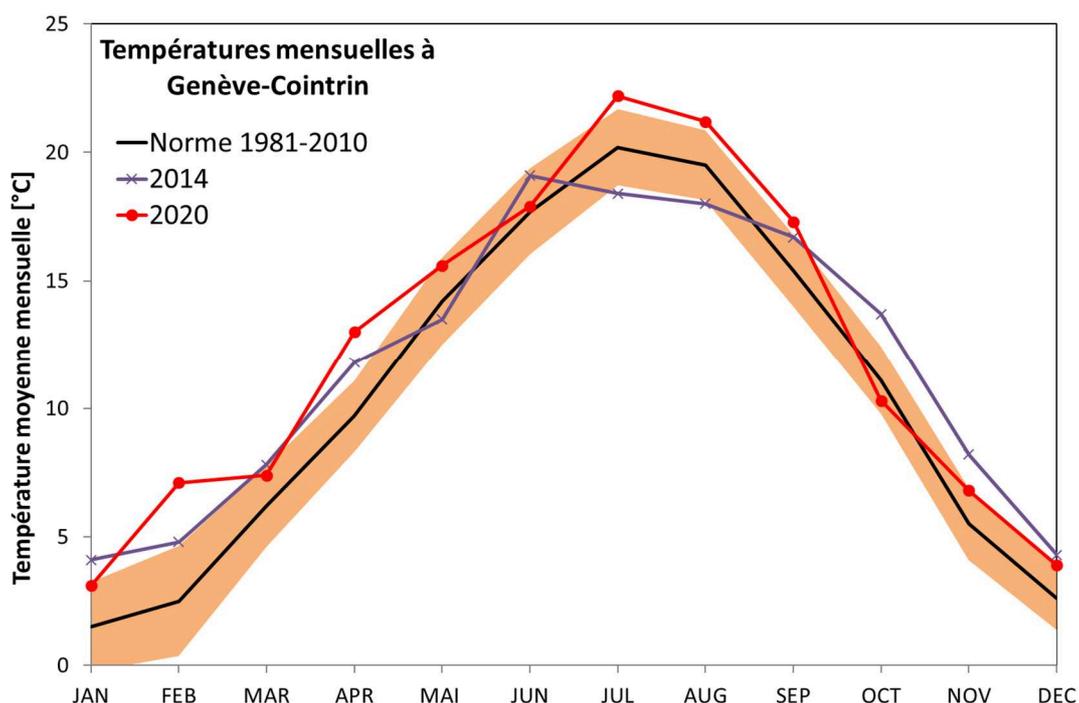


Figure 1 : Températures mensuelles moyennes en 2020 à la station de Genève Cointrin et comparaison avec l'année 2014 et les normes 1981-2010 (la variabilité autour de la norme correspond à l'écart-type des séries 1981-2010)

A Genève-Cointrin, le cumul annuel de précipitations a été de 794 mm, ce qui représente 79 % de la norme sur la période 1981-2010 (Figure 2). Une sécheresse persistante a été enregistrée au printemps : il n'y a pas eu de précipitations pendant 45 jours de suite entre mi-mars et fin

avril. Des déficits pluviométriques significatifs ont été enregistrés pendant les mois de juillet et novembre, alors que le mois d'octobre a été fortement excédentaire.

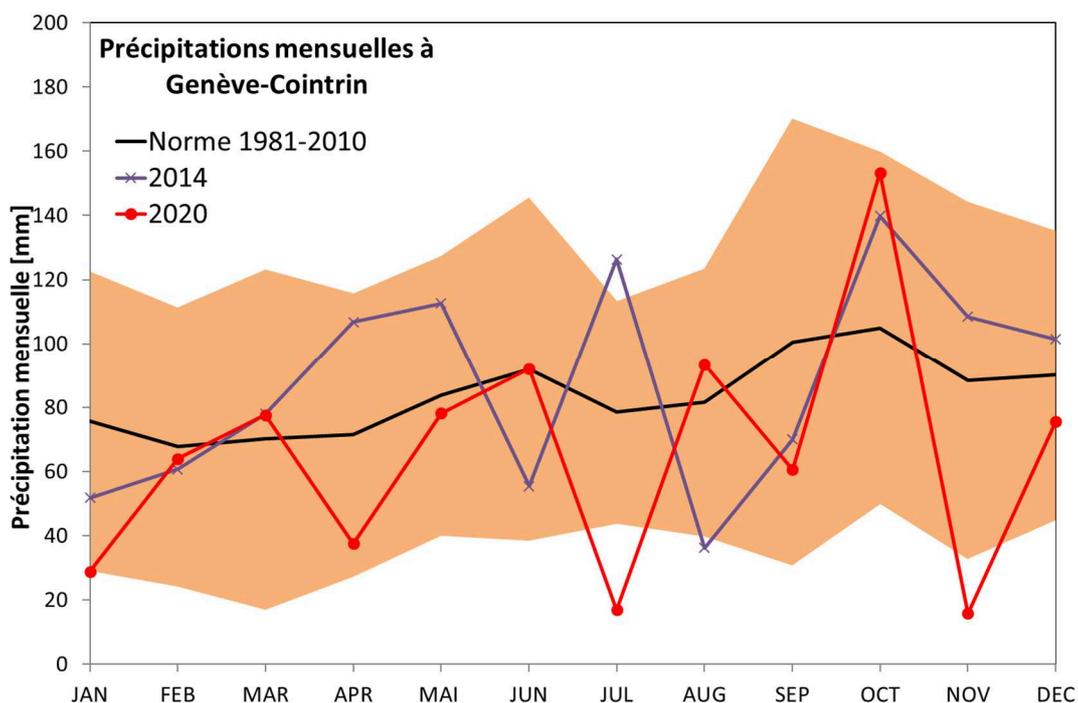


Figure 2 : Précipitations mensuelles en 2020 à la station de Genève Cointrin et comparaison avec l'année 2014 et les normes 1981-2010 (la variabilité autour de la norme correspond à l'écart-type des séries 1981-2020)

Le débit moyen annuel de l'Arve a été de 71.4 m³/s, ce qui représente 94 % de la moyenne interannuelle sur la période de 1981-2020. La Figure 3 ci-dessous présente les débits moyens mensuels de l'Arve au Bout-du-Monde et les compare aux normes 1981-2020 et à l'année 2014. On constate notamment des déficits d'écoulement importants entre les mois de juin et septembre. Il faut toutefois noter que le régime hydrologique de l'Arve et du Rhône ne dépendent pas seulement du climat de la région genevoise, mais surtout de celui des hauts massifs alpins où ils trouvent leur source et l'alimentation principale en débit, en période estivale tout particulièrement.

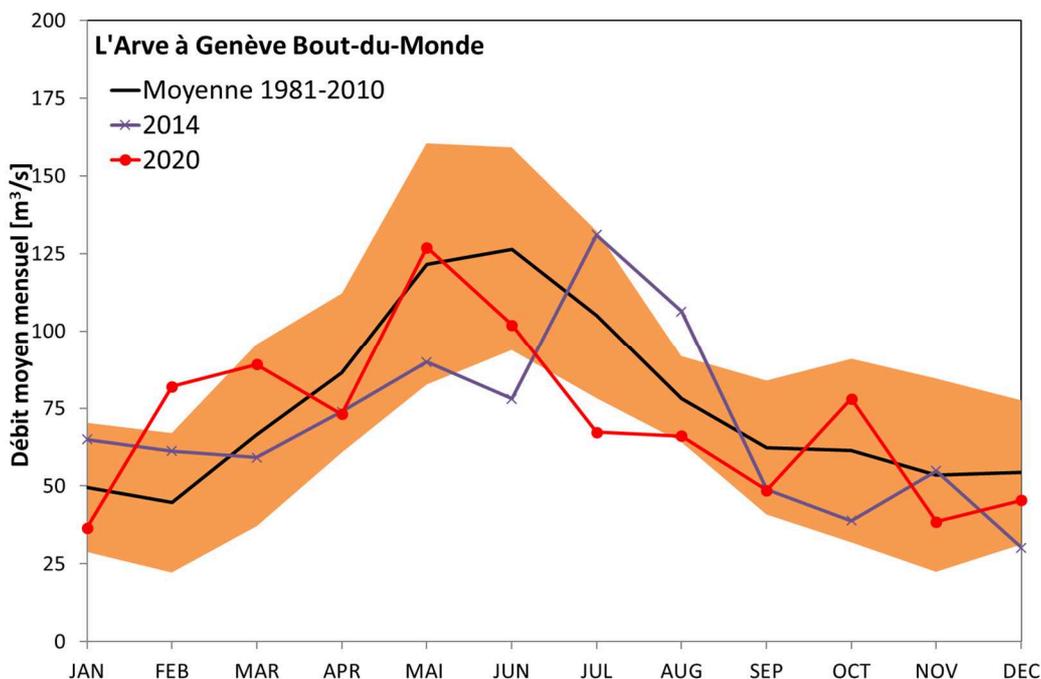


Figure 3 : Débits moyens mensuels de L'Arve à Genève en 2020 et comparaison avec les débits moyens mensuels de 2014 et les moyennes mensuelles interannuelles sur la période 1981-2010 (la variabilité correspond à l'écart-type des séries 1981-2010)

Le débit annuel du Rhône à Chancy a été de 337 m³/s ce qui représente 96% du débit moyen interannuel de la période de référence 1981-2010. La Figure 4 ci-dessous présente les débits moyens mensuels du Rhône et les compare aux mesures de l'année 2014 et aux moyennes interannuelles calculées sur la période de 1981 à 2010. On constate que les débits ont été inférieurs à la norme entre les mois d'avril et septembre.

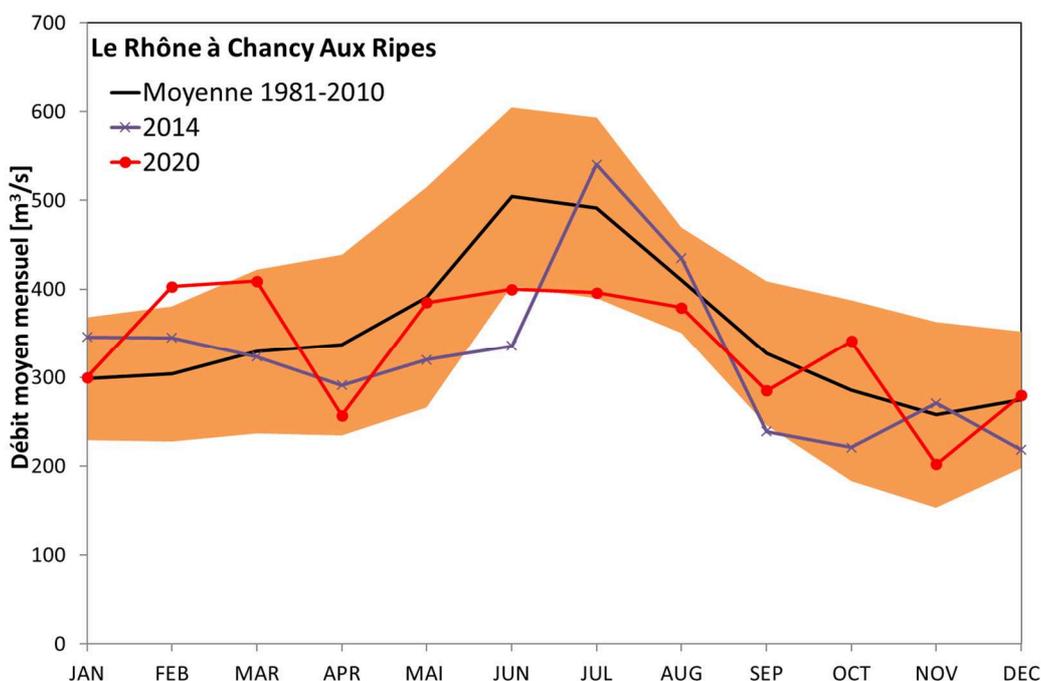


Figure 4 : Débits moyens mensuels du Rhône à Chancy en 2020 et comparaison avec les débits moyens mensuels de 2014 et les moyennes mensuelles interannuelles sur la période 1981-2010 (la variabilité correspond à l'écart-type des séries 1981-2010)

Le débit moyen annuel du Nant d'Avril a été de 290 L/s. La comparaison avec la moyenne interannuelle n'est pas très pertinente pour ce cours d'eau car, pendant la période de mesure, elle a connu des variations très importantes à plusieurs reprises. Le Nant d'Avril représente un cas singulier parmi les petits et moyens cours d'eau du canton. En effet, son bilan hydrologique est très fortement influencé par les rejets du CERN et, depuis 2017, par ceux du réseau CAD du quartier des Vergers à Meyrin. Les rejets du CERN ont déjà diminué depuis les années 2000. En effet, certains circuits de refroidissement du CERN sont passés d'un circuit ouvert à un circuit semi-ouvert grâce à la mise en place de tours de refroidissement. Actuellement, les débits moyens annuels dans le Nant d'Avril sont autour du triple de ce qu'ils seraient en l'absence de ces rejets. La Figure 5 ci-après présente les débits moyens du Nant d'Avril à Bourdigny Mon Désir en 2020 et les compare aux mesures de l'année 2014 et à une estimation du régime hydrologique naturel et de sa variabilité. On constate que le régime hydrologique des débits mensuels est lui aussi fortement perturbé par rapport au régime naturel des cours d'eau de la cuvette genevoise. Ce dernier est de type pluvial jurassien avec un minimum en fin d'été et un maximum en hiver, alors que les débits du Nant d'Avril montrent moins de variabilité entre été et hiver. A cause des rejets du CERN et du réseau CAD du quartier des Vergers, les débits de base enregistrés en absence prolongée de précipitations sont particulièrement élevés et dépassent d'un ordre de grandeur les valeurs de ce que serait le débit caractéristique d'étiage Q_{347} non-influencé de ce cours d'eau. Si le Lac des Vernes atténue fortement les pics des crues estivales sur le secteur amont par rapport à l'état antérieur à sa construction, les rejets d'eaux pluviales de la ZIMEYSA produisent toujours des variations brutales du débit sur le secteur aval.

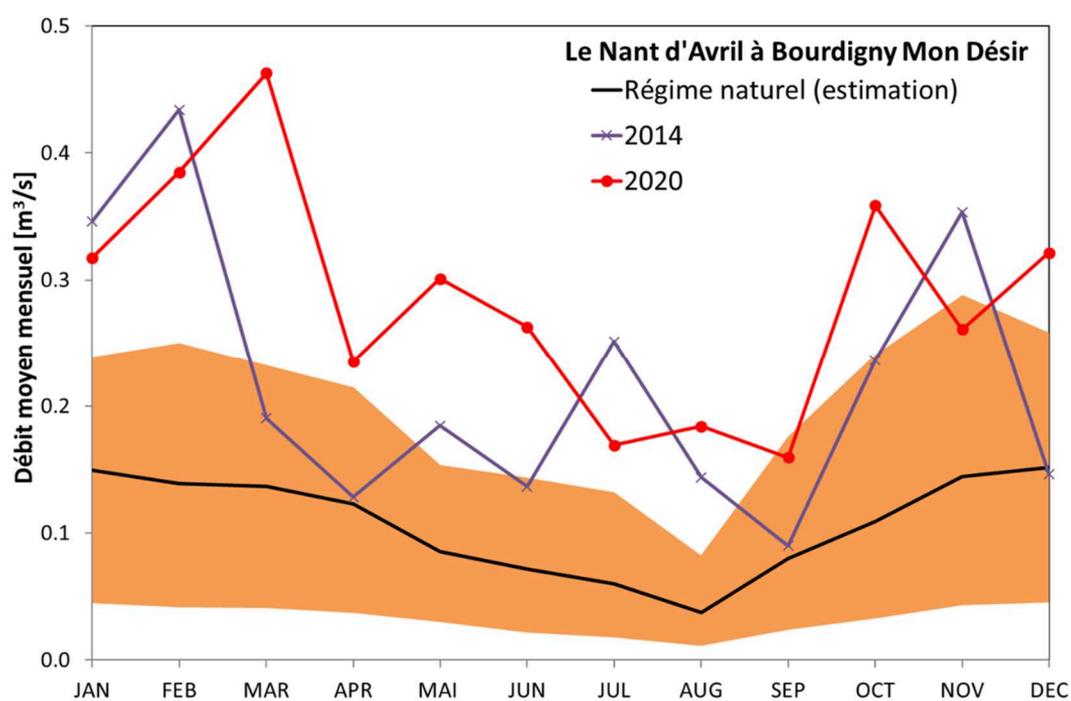


Figure 5 : Débits moyens mensuels du Nant d'Avril à Bourdigny Mon Désir en 2020 et comparaison avec les débits moyens mensuels de 2014 ainsi qu'avec une estimation du régime hydrologique naturel et de sa variabilité

2.4. Températures

Les températures de l'eau mesurées dans le Rhône, l'Arve et le Nant d'Avril sont présentées dans les figures 6, 7 et 8 ci-dessous. L'ensemble des données pour l'année 2020 est disponible au SECOE.

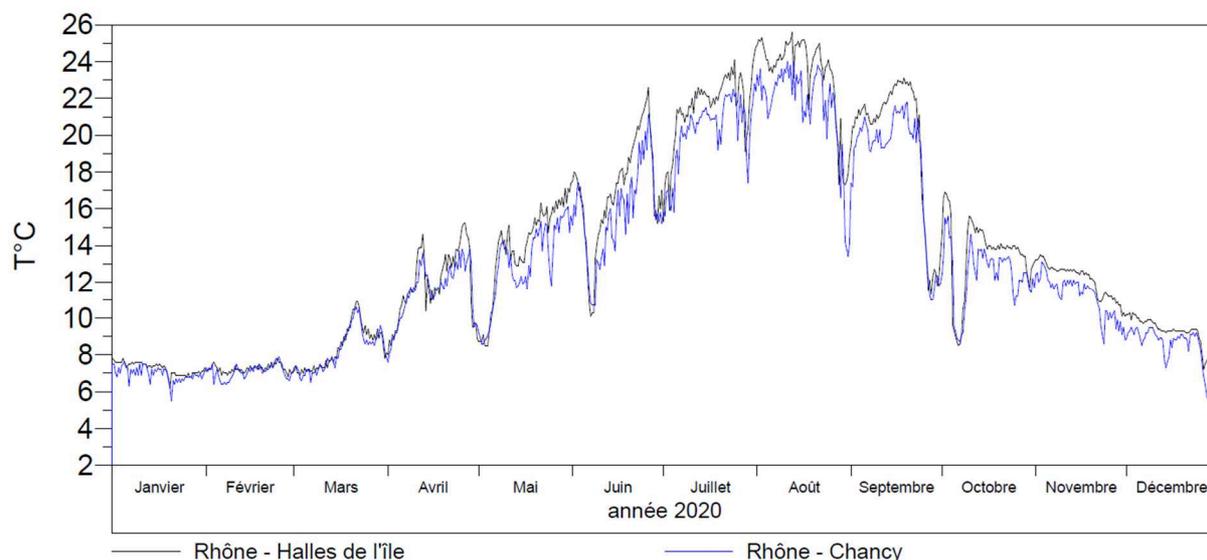


Figure 6 : Températures mesurées en continu dans le Rhône en 2020

La température du Rhône urbain, mesurée aux Halles de l'île dépasse régulièrement les 25 °C durant les trois premières semaines d'août avec un maximum de 25,8 °C atteint le 12 août. La température de 25 °C est considérée comme critique pour la survie des salmonidés adultes. À la station Chancy la température de l'eau est proche de celle du Rhône urbain en hiver mais en été la différence de température peut être abaissée de plus de 5 °C grâce à la contribution des eaux fraîches de l'Arve. Ainsi la température maximale mesurée à la station Chancy est de 24,0 °C le 12 août, alors que dans l'Arve à la station Bout-du-Monde, la température maximale de 15,2 °C est atteinte fin juin. Dans le Nant d'Avril, la température ne dépasse jamais 25 °C et la température mesurée à l'embouchure est comparable à celle mesurée plus en amont à Bourdigny, mais est caractérisée par des amplitudes thermiques journalières plus importantes.

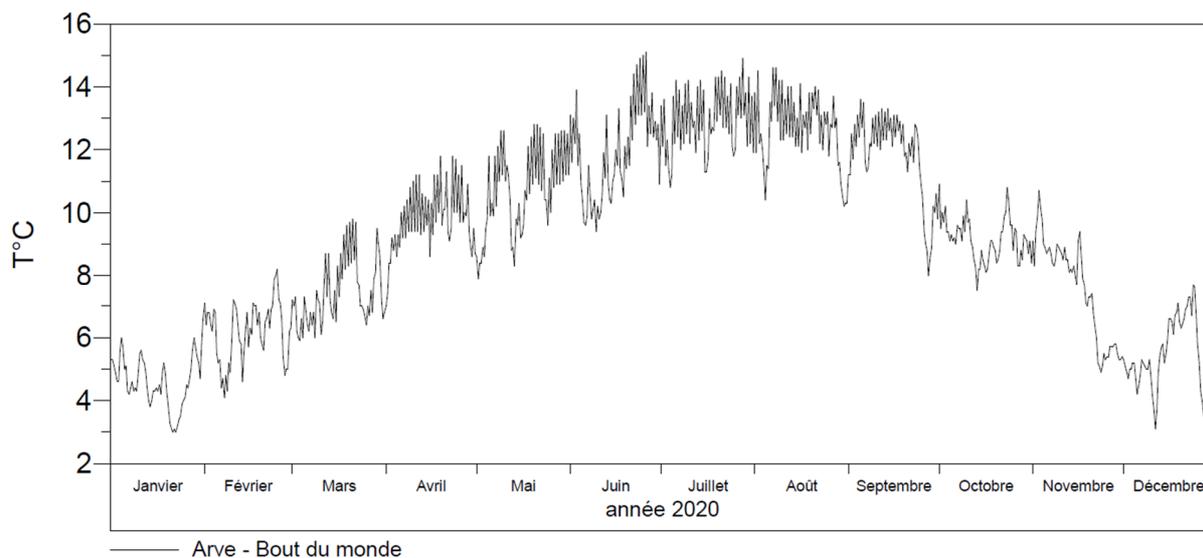


Figure 7 : Température mesurée en continu dans l'Arve en 2020

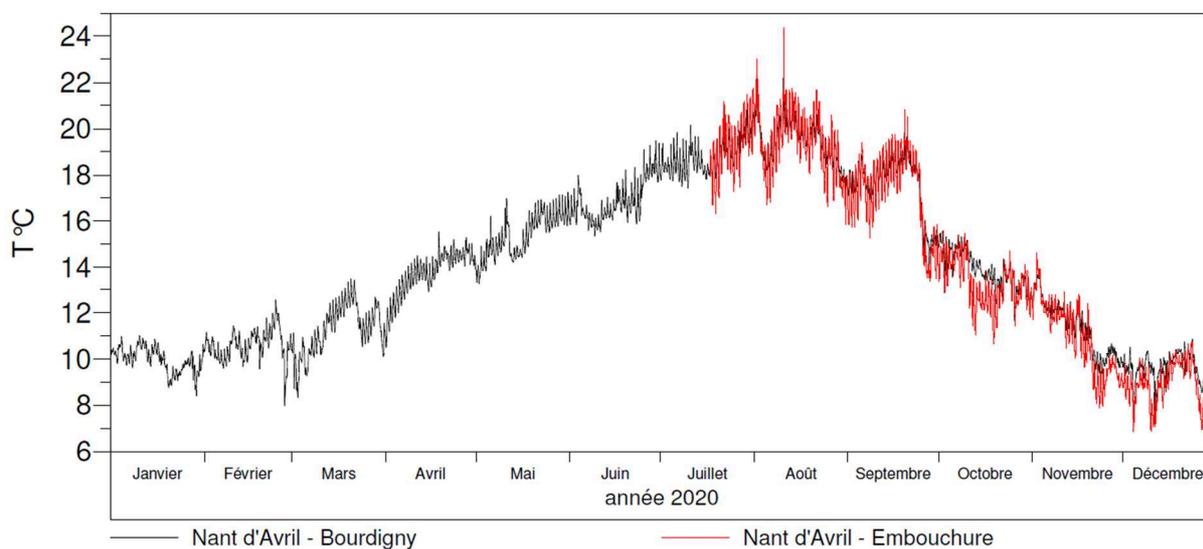


Figure 8 : Températures mesurées en continu dans le Nant d'Avril en 2020

3. DEROULEMENT DU MONITORING

La figure 9 présente les stations du secteur Rhône/Arve et le tableau 1 résume les paramètres analysés et le nombre d'échantillonnages réalisés pour chacune des stations.

N°	Cours d'eau - Station Paramètres/Indices	Physico-chimie & bactériologie	Phytoplanctoniques / Micropolluants domestiques et industriels	Macro- invertébrés	Diatomées	Poissons	Plantes aquatiques
1.	Léman - Pâquis	11	9/8	-	-	-	
2.	Rhône - Amont Jonction centre	11	9/8	-	-	-	1
3.	Rhône - Amont STEP Aire centre	11	9/8	3	2	-	1
4.	Rhône - Aval STEP Aire centre	11	9/8	3	2	-	1
5.	Rhône - Chèvres centre	11	9/8	3	1	-	1
6	Rhône - Retenue Verbois	11	9/8	-	-	-	1
7	Rhône - Amont Allondon centre	11	9/8	3	2	-	1
8	Rhône - Touvière centre	11	9/8	3	2	-	1
9	Rhône - Chancy centre pont	11	9/8	-	-	-	1
10.	Rhône - Conflan	11	9/8	2	2	-	1
11	Arve - Pont de Zone (F-74)	11	9/8	1	1	-	-
12	Arve - Vessy centre	11	9/8	-	-	1	1
13.	Arve - Ecole de médecine	11	9/8	1	1	1	1
14	Nant de la Maille - La Maille	8	6/5	1	1	-	-
15.	Nant d'Avril - Meyrin	11	9/8	-	-	-	-
16	Nant d'Avril - Zimeysa	11	9/8	3	2	-	-
17	Nant d'Avril - Bourdigny	11	9/8	3	2	-	-
18	Nant d'Avril - Satigny	11	9/8	-	-	1	-
19	Nant d'Avril - Peney	11	9/8	3	2	1	-
20	Nant des Grebattes - Embouchure	11	9/8	2	1	-	-
21.	Nant des Frères - Embouchure	11	9/8	3	2	-	-
22.	Nant d'Avanchet - Embouchure	11	9/8	1	2	1	-
23.	Montfleury - Aval jardins familiaux	8	6/5	1	1	-	1
24.	Maison-Carrée - Bois de Bay	8	6/5	1	1	-	1

Tableau 1 : Paramètres et fréquences annuelles d'échantillonnages dans les stations du secteur Rhône/Arve, 2020.

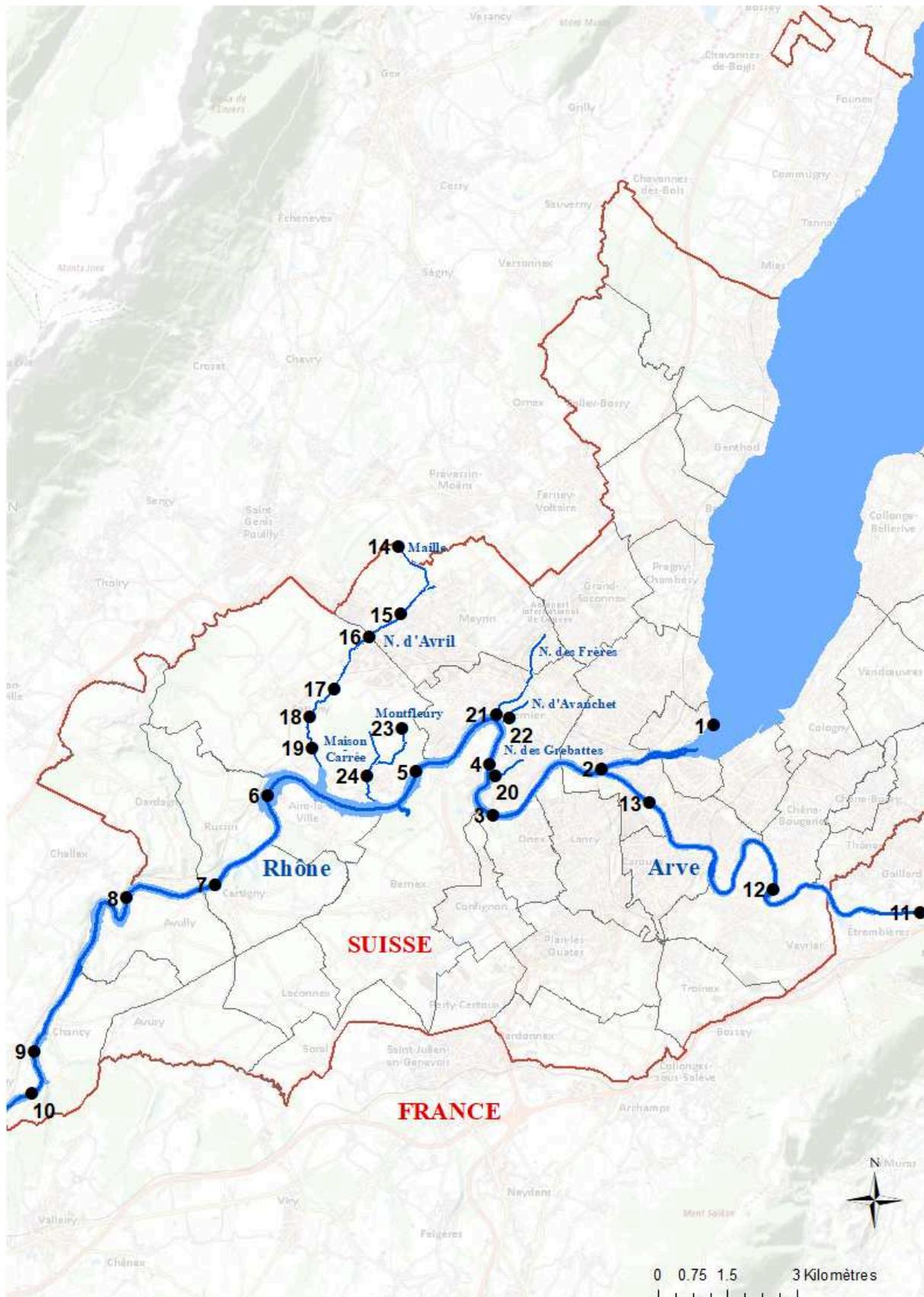


Figure 9 : Stations de prélèvements du secteur Rhône/Arve, 2020.

4. RESULTATS 2020

4.1. Méthodologie

La majorité des méthodes de diagnostic physico-chimique et biologique utilisées par le SECOE est issue du Système Modulaire Gradué (SMG), élaboré par l'OFEV. Il s'agit des modules suivants : écomorphologie – chimie (éléments majeurs) – macroinvertébrés – diatomées – poissons. Les détails de ces méthodes sont consultables sur le site internet de l'OFEV [10].

La Suisse n'ayant pas développé une méthode basée sur les macroinvertébrés pour le diagnostic des fleuves, le SECOE a mandaté le bureau en environnement GREBE qui applique la méthode MGCE (méthode grand cours d'eau) proposée par l'UE et utilisée dans le Rhône français. Le rapport est disponible au SECOE [11].

Concernant les plantes aquatiques (macrophytes), le Rhône a été recensé comme le lac sous forme de polygone d'herbier submergé dont les résultats ne peuvent être synthétisés sous forme de classe d'état ou de qualité [12]. La méthode genevoise d'évaluation de l'état de la végétation rivulaire a été appliquée sur les autres cours d'eau du secteur échantillonnés [13].

Le module Poisson niveau R qui diagnostique l'état écologique des populations piscicoles n'a pu être appliqué que sur l'Arve. Les pêches dans le Nant d'Avanchet et le Nant d'Avril ont été effectuées mais, pour cause de données lacunaires, ces 2 nants n'ont pu faire l'objet d'un diagnostic écologique selon la méthode de l'OFEV [14].

Les méthodes concernant les phytosanitaires, les micropolluants domestiques et industriels, les métaux, la bactériologie, l'écotoxicologie et les plantes aquatiques sont disponibles au SECOE, sur demande.

Le tableau 2, à la page suivante, synthétise les résultats obtenus en 2020 dans le secteur Rhône/Arve et les chapitres qui suivent commentent ces résultats.

4.2. Synthèse globale

Cours d'eau Stations	Indicateurs de pression						Indicateurs d'état				
	Ecomorphologie	Éléments majeurs	Bactériologie	Métaux	Phytosanitaires	Micropolluants domestiques	Ecotoxicologie	Macro-invertébrés	Diatomées	Poissons	Plantes aquatiques
Léman Pâquis	-	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-
Rhône Amont Jonction centre	-	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-
Rhône Amont STEP Aire centre	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Rhône Aval STEP Aire centre	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Rhône Chèvres centre	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Rhône Retenue Verbois	-	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-
Rhône Amont Allondon centre	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Rhône Touvière centre	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Rhône Chancy centre pont	-	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-
Rhône Conflan	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Arve Pont de Zone (F-74)	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Arve Vessy centre	-	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●
Arve Ecole de médecine centre	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Nant de la Maille La Maille	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Nant d'Avril Meyrin	-	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-
Nant d'Avril Zimeysa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Nant d'Avril Bourdigny	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Nant d'Avril Satigny	●	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-
Nant d'Avril Peney	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Nant des Grebattes Embouchure	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Nant des frères Embouchure	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Nant d'Avanchet Embouchure	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-
Montfleury Aval jardins familiaux	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●
Maison-Carrée Bois de Bay	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-

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

- : non mesuré

Tableau 2 : Synthèse des résultats 2020 du secteur Rhône/Arve.

4.3. Synthèse par cours d'eau

4.3.1. Le Rhône

Qualité physico-chimique

La qualité physico-chimique des eaux du Rhône en amont de sa confluence avec l'Arve est bonne à très bonne pour l'ensemble des paramètres mesurés. La qualité physico-chimique de l'Arve étant globalement très bonne, elle n'influence significativement le Rhône que du point de vue des produits pharmaceutiques, mais sans pour autant modifier l'indice de pression. En aval de l'Arve, les concentrations en zinc augmentent légèrement mais ne peuvent pas être expliquées par l'apport de l'Arve, qui est très faible en la matière. L'hypothèse la plus probable est l'apport d'eau de ruissellement de la zone urbaine. L'influence du rejet de la STEP d'Aïre est bien marqué par la présence de produits pharmaceutiques en aval de l'ouvrage, que l'on retrouve ensuite sur tout l'aval du cours d'eau. Il s'agit principalement de produits de contraste pour l'imagerie médicale (ioméprol, iohexol, iopromid) et l'antiépileptique/analgésique gabapentine. Les stations "Chèvres" et "Retenue Verbois" sont marquées par une nouvelle augmentation des concentrations de zinc plusieurs mois de l'année avec ponctuellement des dépassements légers de l'exigence de l'OEaux de 5 µg/L. La source de cet apport de zinc pourrait provenir d'un déversement exceptionnel survenu à la STEP d'Aïre le 3 mars 2021, à la veille du prélèvement avec les concentrations de zinc les plus élevées. La STEP d'Aïre a déversé à cette date 22'000 m³ d'eau usée brute. Finalement, le bilan du Rhône sur l'ensemble de son parcours genevois est principalement marqué par les produits pharmaceutiques issus des stations d'épuration d'Ocybèle et Villette via l'Arve, Aïre et Bois-de-Bay. D'autres paramètres comme le zinc, le chrome, le nitrate et le phosphore voient leurs concentrations augmenter légèrement entre la sortie du lac et la sortie du territoire genevois.

Risque écotoxicologique

Le risque écotoxicologique lié aux éléments traces organiques et aux métaux au niveau du lac pour la station "Pâquis" est évalué comme "moyen". Cependant, ce risque est dû à une seule substance, l'iohexol. De plus, cette substance présente un risque uniquement lors d'une seule campagne de prélèvement (en juillet) sur les 10 réalisées. Le risque écotoxicologique est par conséquent très limité à cette station. Il n'y a pas de risque écotoxicologique aux 2 premières stations du Rhône ("Amont Jonction" et "Amont STEP Aïre"). A l'aval de la STEP d'Aïre, pour les autres stations de mesure le long du Rhône, il y a un risque évalué comme "moyen". Pour toutes les stations en aval de la STEP, le risque est en partie ou seulement dû à l'iohexol. Pour les stations "Retenue Verbois", "Amont Allondon" et "Conflan", le risque est également dû à l'ioméprol. Pour les stations "Retenue Verbois" et "Amont Allondon", l'origine de l'ioméprol peut être la STEP de Bois de Bay.

Qualité biologique

La qualité biologique exprimée par l'indice diatomique (DI-CH) atteint les objectifs écologiques de l'OEaux sur la totalité du linéaire du Rhône. Ainsi, l'impact de la STEP d'Aïre et des autres stations d'épuration ne se marque pas sur les populations de diatomées, dont les espèces sensibles ne sont pas limitées par la qualité de l'eau pour se développer. Autrement dit, la qualité de l'eau du Rhône est suffisamment bonne pour que les algues microscopiques sensibles puissent se développer et se maintenir dans le fleuve.

L'état des populations de macrofaune benthique et l'indice MGCE indique un état biologique nettement plus dégradé que celui évalué avec les diatomées. En effet, la moyenne des 3 campagnes diagnostique pour chacune des stations un état médiocre. La diversité faunistique est faible, globalement entre 10 et 20 taxons par station, le maximum de taxons trouvé dans les rivières genevoises étant 50 à l'embouchure de l'Allondon (2017). De plus, les taxons présents sur les six stations sont majoritairement polluo-tolérants à très polluo-tolérants, avec un groupe indicateur de 2 à 4. A priori, ces médiocres résultats ne peuvent s'expliquer par une mauvaise qualité de l'eau, mais plutôt par un problème de qualité (diversité) des habitats. En effet, la zone de berge est généralement celle qui contient les habitats les plus biogènes (bryophytes, racines, litière). Or, celle-ci est régulièrement exondée, parfois plusieurs fois par jour, lorsque les débits sont abaissés (régime d'éclusées). Plusieurs taxons sensibles d'insectes aquatiques ne peuvent donc s'y maintenir et sont représentés par 1 ou 2 individus ou absents des listes faunistiques du Rhône genevois.

Les autres zones prospectées (zone intermédiaire, chenal central du Rhône) sont également contraintes sur une grande partie des stations échantillonnées avec, suivant les secteurs pour le chenal, un fond constitué d'un pavage de pierres indélogeables et donc très peu biogène. De plus, des substrats fins, type sable, ont également été retrouvés en zone intermédiaire, à proximité des roselières, notamment sur les stations "Touvière" et "Chèvres". Ces substrats sont peu biogènes pour les taxons sensibles, mais favorisent la prolifération de taxons polluo-résistants, comme les oligochètes extrêmement nombreux à ces deux stations.

Malgré la faible densité de plécoptères, d'éphémères et de trichoptères (EPT), quatre espèces appartenant aux listes rouges suisses ont été recensées dans le Rhône : *Ephemera glaucops*, *Rhitrogena allobrogica*, *Siphonurus lacustris* et *Lype reducta*. L'éphémère *Ephemera glaucops* est en danger critique d'extinction (CR). Elle colonisait à l'époque les grands lacs de Suisse. Il s'agit ici d'une première mention du matériel larvaire de cette espèce pour la Suisse [15].

Le module Poisson ne s'appliquant pas aux fleuves, il n'a pas été fait en 2020. Nous synthétisons néanmoins ci-après les dernières données "pêches électriques" effectuées dans

le cadre du monitoring du Rhône et du suivi piscicole de l'abaissement 2016 des barrages de Verbois et de Chancy-Pougny [14]. Précisons que les résultats concernent les peuplements riverains, puisque la méthodologie d'échantillonnage ne permet pas de prospecter les zones profondes. De ce fait, les gros individus sont sous-représentés dans les inventaires. En revanche, les petites espèces, ainsi que les juvéniles et sub-adultes des autres espèces se tiennent principalement sur les parties riveraines du fleuve et sont accessibles à la méthode utilisée. Notons également que la méthode d'abaissement des barrages de Verbois et de Chancy-Pougny a été modifiée pour limiter les impacts sur la faune piscicole. En effet, jusqu'à 2012, l'abaissement des barrages était complet. Par la suite, les abaissements des barrages ont été partiels en 2014, 2016 et 2020.

Les pêches électriques de 2015 / 2016 ont permis de recenser 21 espèces de poissons. Il s'agit des espèces les plus courantes dans le Rhône exception faite du silure, observé pour la première fois dans le Rhône en 2003, de la blennie fluviatile, qui a fait son apparition dans le Rhône pour la première fois en 2011 et du black bass à grande bouche, qui a été découvert dans le bras de Peney en novembre 2012.

L'ombre de rivière n'a pas été recensée en 2015/2016 et plus généralement depuis une dizaine d'année.

Le chabot a été échantillonné sur les secteurs lotiques en aval des retenues, mais le nombre d'individus capturé est très faible. La rareté de cette espèce, pourtant très commune dans la rade et le Rhône émissaire, reflète la situation actuelle de l'habitat en aval du Seujet : ce poisson a besoin de substrat dur, raison pour laquelle il est absent des retenues où le fond est recouvert de sédiments fins. Par ailleurs, cette espèce benthique est incapable de suivre les mouvements d'eau provoqués par les modulations de débit, ce qui explique sa quasi-absence des zones riveraines soumises au marnage en aval des barrages.

La truite de rivière fait l'objet de repeuplements qui constituent l'essentiel des stocks présents dans le Rhône. En aval de Verbois, aucune des 2'000 truites lacustres de 2 ans mises à l'eau en juin 2016 et des 622 truites fario de plus de 2 ans mises à l'eau en octobre 2016 n'a été retrouvée dans les inventaires. En aval de Chancy, aucune truite n'a été capturée en pêche électrique.

Les SIG suivent également les populations piscicoles du Rhône genevois au travers de différents programmes dont ceux liés à l'assainissement des passes à poisson du Seujet, de Verbois et de Chancy-Pougny dont le but est d'optimiser leur fonctionnement (montaison et dévalaison). L'ensemble des études piscicoles menées par les SIG sont disponibles à l'adresse suivante : [Liste de documents | SIG \(sig-ge.ch\)](#).

Concernant les macrophytes, 17 espèces ont été recensées, dont les principales (80% de l'abondance totale) sont : *Potamogeton pusillus*, *Elodea nuttallii*, *Zannichellia palustris* et *Potamogeton pectinatus*. Parmi les 17 espèces, neuf sont menacées selon la liste rouge cantonale 2020 [16]; deux sont considérées comme des espèces exotiques envahissantes. Les facteurs limitant le développement des macrophytes dans le Rhône sont la vitesse du courant, l'augmentation de la turbidité en aval de la jonction avec l'Arve, le type de sédiment/substrat (le limon et les sédiments fins étant les plus biogènes pour les plantes aquatiques). Les milieux où les herbiers sont les plus fréquents sont : les bras morts, les exutoires d'affluents et les roselières.

L'abaissement du barrage de Verbois n'a que peu d'impact sur les macrophytes submergés, car il ne dure pas longtemps et les zones qui s'écroulent sont naturellement peu colonisées. Les éclusées à l'aval de Verbois sont clairement un des facteurs limitants du développement des herbiers, plus particulièrement dans le secteur de l'Allondon et à l'aval du barrage de Chancy-Pougny (absence d'herbiers submergés).

4.3.2. L'Arve

Qualité physico-chimique

La qualité physico-chimique des eaux de l'Arve est bonne à très bonne sur sa partie amont au niveau de la commune d'Etrembière pour l'ensemble des paramètres mesurés, sauf pour le nitrite dont l'indice de pression est moyen. La pression des stations d'épuration d'Ocybèle et Villette, pas encore équipées pour traiter les micropolluants, est bien marquée au niveau de la station de Vessy avec la présence de produits pharmaceutiques. Il s'agit principalement de produits de contraste pour l'imagerie médicale (ioméprol, iohexol, iopromid), de l'analgésique paracétamol et de l'antidiabétique metformine. La situation est ensuite similaire sur la station "Ecole de médecine" la plus en aval.

Risque écotoxicologique

Il n'y a pas de risque écotoxicologique pour la station "Pont de Zone" situé côté français avant la frontière. Pour les 2 autres stations situées à l'aval, "Vessy" et "Ecole de médecine", il y a un risque écotoxicologique classé comme "moyen". Pour ces stations, le risque est seulement dû à l'agent de contraste iomeprol.

Qualité biologique

Pour des raisons liées à la COVID 19 et aux conditions de prélèvements, seule la campagne d'octobre a pu être réalisée pour l'indice diatomique (DI-CH) et l'indice de macrozoobenthos (IBCH).

L'indice diatomique atteint le bon état écologique aux stations "Pont de zone" et "Ecole de médecine". Néanmoins, l'indice se dégrade légèrement dans cette dernière station, reflétant l'augmentation des concentrations de certains paramètres (*E.coli* et produits pharmaceutiques) provenant des stations d'épuration de Villette et d'Ocybèle. Ces résultats nous indiquent que la qualité de l'eau en septembre et octobre a été suffisamment bonne pour permettre le maintien et le développement des espèces sensibles de diatomées. Aucune forme tératologique n'a été observée, n'indiquant donc pas de toxicité du milieu pour ces algues microscopiques.

L'indice basé sur les macroinvertébrés indique un bon état biologique à la station "Pont de zone". Mais, ce résultat n'est pas robuste : il est dû à 4 individus de la famille polluo-sensibles des *Perlodidae*. La diversité y est faible : seulement 12 taxons ont été recensés. Cette diversité demeure la même plus en aval à la station "Ecole de médecine" où seuls deux individus de l'ordre polluo-sensible des plécoptères ont été échantillonnés. L'état biologique de cette station est médiocre. La qualité de l'eau ne semblant pas être limitante pour les espèces sensibles, du moins dans la station amont, leur rareté et la très faible diversité faunistique doivent avoir d'autres causes : prélèvements possibles seulement dans 3 couples substrats-vitesses différents au lieu des 8 préconisés, fonds légèrement colmatés, dégradation de la qualité de l'eau en aval des STEP sont des hypothèses plausibles.

Une seule espèce sur liste rouge suisse a été échantillonnée dans les deux stations de l'Arve. Il s'agit du plécoptère *Isoperla obscura*. Cette espèce vivait dans plusieurs grandes rivières de plaine jusqu'au milieu du siècle passé. Elle a fortement reculé ces dernières années et ne subsiste que dans 3 stations en Suisse. Retrouvée dans l'Arve en 2014 après 71 ans sans observation, elle semble donc pouvoir s'y maintenir [15].

Le module Poisson diagnostique un état biologique moyen. 13 espèces ont été capturées. Par rapport aux données 2000-2008, neuf espèces rares n'ont pas été retrouvées (truite lacustre, omble-chevalier, corégones, brochet, ablette, rotengle, tanche, poisson chat et perche).

Les effectifs de barbeau sont en augmentation dans l'Arve. Ceci est en lien avec l'aménagement des obstacles à la migration. Les effectifs de truites sont très faibles comme en 2008 et en diminution plus ou moins marquée suivant les stations par rapport à 2000.

La présence de truites arc-en-ciel à Vessy est liée aux déversements réalisés dans la rivière en amont de la frontière suisse, dès la fin de l'été, par la pisciculture d'Annemasse de l'AAPPMA du Chablais-Genevois.

La reproduction de l'ombre est attestée par la capture d'une vingtaine de juvéniles de l'année et d'un sub-adulte (1+) sur toutes les stations échantillonnées. Les effectifs de cette espèce

fortement menacée à Genève restent toutefois globalement très faibles. A noter que cette espèce a passé le 1er janvier 2021, du statut de « menacé » au niveau national à « fortement menacé ».

L'état de la végétation rivulaire est considéré comme moyen dans les deux stations. La plus grande partie des rives étant boisée jusqu'à l'eau, le potentiel de colonisation par une flore rivulaire diversifiée est naturellement faible. La principale richesse de l'Arve consiste en de nombreuses petites grèves caillouteuses ou sableuses qui sont parfois en lumière. Là se développent des franges d'herbiers à grands hélrophytes comme le roseau (*Phragmites australis*) et l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*).

Le problème des espèces exotiques envahissantes qui concurrencent fortement les espèces indigènes demeure. Il s'agit prioritairement des renouées (*Reynoutria japonica* aggr.) qui peuvent occuper toute rive non boisée jusque sous les arbres. La ville de Genève limite ce problème en arrachant ces renouées et en les concurrençant avec des saules plantés. Cette mesure est en phase de test et doit être appliquée sans relâche sur plusieurs années pour être efficace.

4.3.3. Le Nant de la Maille et le Nant d'Avril

Qualité physico-chimique

Sur la tête de bassin du Nant d'Avril constitué en partie du Nant de la Maille, la qualité physico-chimique de l'eau est déjà dégradée, principalement par une pollution métallique inexplicée malgré des investigations supplémentaires réalisées au cours de l'année sur l'étang et le drain alimentant cette station. Des concentrations dépassant les exigences de l'OEaux pour le chrome, le nickel et le cuivre ont été mesurées à plusieurs reprises dans ces deux sources. L'hypothèse de déchets métalliques enfouis dans le secteur est la plus probable mais n'a pas pu être démontrée. Par ailleurs le secteur suisse n'est pas répertorié comme un site pollué. Cette station est également impactée par de fortes concentrations de carbone organique d'origine naturelle, issues de la partie boisée du secteur. Enfin les cultures environnantes impactent également la qualité physico-chimiques des eaux du Nant de la Maille par des apports de nutriments, nitrate et phosphore, issus des engrais utilisés.

A la station "Meyrin", la qualité physico-chimique de l'eau se dégrade encore un peu avec d'une part des apports d'eau provenant du trafic routier de la route du Mandement augmentant ainsi les concentrations en zinc, et d'autre part, d'eaux contenant des herbicides provenant de la zone agricole attenante et des terrains de football.

La station "Zimeysa", dans le Nant d'Avril renaturé, est alimentée principalement par des eaux de refroidissement du CERN et n'est pas du tout connectée à la station "Meyrin" juste en amont

dont les eaux coulent dans la partie enterrée sous la partie renaturée. L'eau coulant dans le Nant d'Avril renaturé contient des concentrations extrêmement importantes de zinc et benzotriazole. La concentration maximale de zinc mesurée à cette station est de 540 µg/L soit plus de 100 fois supérieure à l'exigence de l'OEaux de 5 µg/L. Le zinc constitue, de loin, le principal problème à cette station même si l'on mesure également des concentrations excessives d'autres polluants comme le chrome, le cuivre, les herbicides et le phosphore soluble venant d'eaux de ruissellement qui s'ajoutent aux eaux du CERN.

Sur la partie aval, à partir de la station "Bourdigny", les eaux du Nant d'Avril sont un mélange des eaux des stations "Meyrin" et "Zimeysa" et contiennent donc tout un cocktail de polluants industriels, urbains et agricoles auxquels viennent encore s'ajouter un supplément de cuivre et d'herbicides venant des coteaux viticoles à partir de la station "Satigny". La qualité physico-chimique de l'eau à l'embouchure du Nant d'Avril à Peney est mauvaise, très similaire à celle de la station "Satigny" plus en amont.

Risque écotoxicologique

Le Nant de la Maille présente respectivement un risque classé comme "moyen" pour le nickel, le cuivre et un herbicide (flufenacet). Elle présente un risque "important" pour 2 herbicides, le diflufenican et un métabolite de la terbuthylazine. Malgré les concentrations élevées de chrome, il n'y a pas de risque pour cette substance au niveau du Nant de la Maille. Pour les herbicides, leur origine est certainement agricole. En effet, les parcelles situées autour du Nant de la Maille sont en grande majorité agricoles.

Le Nant d'Avril enterré à la station "Meyrin" se caractérise par un risque classé comme : "très important" pour un détergent industriel, le PFOS, et un métabolite de l'herbicide terbuthylazine; "important" pour 3 herbicides (diuron, MCPA et terbutryn) et pour le cuivre; "moyen" pour un agent de contraste (iomeprol), pour un herbicide (mecoprop) et pour le zinc.

Le Nant d'Avril renaturé, à la station "Zimeysa", se caractérise par un risque écotoxicologique classé comme "très important" à la fois pour une substance industrielle, le benzotriazole, et pour le zinc. Le zinc présente un risque pour la faune et la flore 4 fois plus important que le benzotriazole. Il y a un risque classé comme "moyen" pour le tolytriazole qui est également une substance industrielle. Ces 3 substances sont utilisées dans les systèmes de refroidissement des boucles SPS et LHC du CERN. Ces eaux de refroidissement sont par la suite rejetées dans les eaux claires de manière continue (LHC) ou lors de purges (SPS) et atteignent le Nant d'Avril renaturé qu'elles alimentent en majorité en terme de quantité. Le Nant d'Avril renaturé se caractérise également par un risque écotoxicologique "moyen" pour le cuivre et "important" pour un herbicide (un métabolite de la terbuthylazine).

Etant donné que le Nant d'Avril renaturé rejoint le Nant d'Avril enterré au niveau du lieu-dit "Pré de la Fontaine", les 3 substances utilisées dans les systèmes de refroidissement du CERN, c'est-à-dire le benzotriazole, le tolytriazole et le zinc, continuent à induire un risque au niveau des 3 stations situées à l'aval de la station "Zimeysa", c'est-à-dire à "Bourdigny", "Satigny" et "Peney". Néanmoins, ce risque est atténué par rapport à la station amont "Zimeysa". Pour les stations "Bourdigny" et "Peney", c'est le PFOS qui induit le risque le plus important ("très important") et non pas les substances provenant du système de refroidissement du CERN. Cette substance peut provenir de la ZIMEYSA. Concernant les substances pharmaceutiques, les 3 stations de "Bourdigny", "Satigny" et "Peney" se caractérisent par un risque écotoxicologique classé comme : "très important" pour le iomeprol; "important" et "moyen", respectivement, à "Satigny" et "Peney" pour l'iopromid, qui est un agent de contraste; "moyen" à "Bourdigny" et "Satigny" pour l'acide diatrizoïque, qui est également un agent de contraste. Finalement, le Nant d'Avril se caractérise par un risque classé comme "important" pour le cuivre et un métabolite de l'herbicide terbuthylazine à ces 3 stations. A la station de "Peney", il y a un risque "important" pour un fongicide, le metrafenone. Pour le cuivre, le metrafenone et le métabolite de la terbuthylazine, l'origine de ces substances peut être liée aux parcelles agricoles situées le long du Nant d'Avril, de la station "Bourdigny" à la station "Satigny" et également par les apports des petits affluents du Nant d'Avril.

Qualité biologique

En tête de bassin, à la station "La Maille", malgré les concentrations de chrome et cuivre dépassants les exigences, l'état biologique donné par le DI-CH est très bon. Néanmoins, les diatomées ont été prélevées uniquement en février.

La situation se péjore dans les 3 stations aval où les diatomées *Sellaphora nigri* et *Sellaphora saugerrisii* résistantes surtout aux pollutions organiques dominant les peuplements. Elles indiquent que la qualité de l'eau du Nant d'Avril ne permet pas le développement des espèces sensibles. De plus, aux stations "Zimeysa" et "Bourdigny", plus de 2 % de formes tératologiques ont été dénombrés, indiquant une pollution toxique vis-à-vis des diatomées principalement, qui est probablement induite par les concentrations en zinc. Ainsi, la renaturation du secteur de la ZIMEYSA, alimentée en grande partie par des eaux de refroidissement du CERN, n'est pas suffisante pour atteindre le bon état écologique de l'OEaux pour ce compartiment biologique.

La situation du macrozoobenthos n'est pas plus enviable que celle des diatomées benthiques. En effet, les objectifs écologiques de l'OEaux ne sont atteints dans aucune des stations. De plus, les indices ne sont pas systématiquement robustes, indiquant que la population est déséquilibrée (espèces sensibles en faible quantité – taxons manquants). A la station "La Maille", quelques individus des familles polluo-sensibles *Nemouridae* et *Leptophlebiidae* sont

échantillonnées, leur nombre diminue dans les stations aval, puis ils ne sont plus retrouvés à la station "Peney". La diversité faunistique varie de 15 ("La Maille") à 38 ("Peney") taxons. Elle n'est pas si faible en comparaison des autres cours d'eau du bassin versant genevois (Allemogne-38 taxons, Eaux-froides-38 taxons, moyenne du nombre de taxon-30...) et montre que le Nant d'Avril conserve des secteurs dont l'écomorphologie est encore peu atteinte et les rives naturelles.

Quatre espèces d'éphémère, de plécoptère et de trichoptère ont été recensées dans le Nant de la Maille et le Nant d'Avril : *Caenis robusta*, *Habrophlebia eldae*, *Lype reducta* et *Micropterna lateralis*. Le trichoptère *Lype reducta* est indicateur de la présence de bois mort dans le cours d'eau et d'une bonne dynamique d'échange avec le milieu terrestre. L'éphémère *Habrophlebia eldae* est une espèce méditerranéenne apparue à la fin des années 80 au Tessin. Avec le réchauffement climatique, elle poursuit son extension et colonisera vraisemblablement le Plateau suisse à partir du canton de Genève [15].

Avec une qualité d'eau fortement dégradée, le Nant d'Avril est actuellement non piscicole sur une grande partie de son tracé à l'air libre. Aucun poisson n'a été pêché en 2020 à la hauteur du pont de Merdisel (aval station "Bourdigny"). Seules quelques centaines de mètres en amont de l'embouchure sont encore fréquentées par des poissons qui remontent du Rhône. En 2020, 5 espèces ont été recensées : une espèce indicatrice de la zone à barbeau et 4 espèces tolérantes avec par ordre d'abondance la loche franche, le viron, le chevaine et la tanche. La comparaison des différents inventaires (2000, 2008, 2020) montre des fluctuations d'effectifs qui seraient à mettre en relation avec l'occurrence de pollutions aiguës qui entraînent des mortalités piscicoles. En mars 2020, plus d'une vingtaine de poissons morts de tailles différentes, dont des chevaines, des loches et des truites ont été comptabilisés à la station "Peney" durant la campagne de prélèvements biologiques. Une pollution sur le cours d'eau a été signalée pendant nos prélèvements. Il s'agissait d'eaux de chantiers provenant du CERN. Cette pollution a été assainie rapidement.

Concernant la végétation rivulaire, son état n'a pas été suivi en 2020. En effet, les macrophytes du Nant d'Avril n'ont pas été échantillonnés lors de l'inventaire des cours d'eau genevois en 2003 car ils sont quasi absents (tronçon majoritairement lotique et ombragé, absence de grève naturelle) [13].

D'un point de vue biologique, la création du tronçon à ciel ouvert du Nant d'Avril dans la ZIMEYSA a permis l'implantation de 34 taxons de macrozoobenthos majoritairement polluo-résistants et de plantes aquatiques. En améliorant la qualité de l'eau du nant, la biodiversité aquatique pourrait se renforcer avec la colonisation durable d'espèces sensibles. Ainsi, les indices biologiques pourraient atteindre les objectifs écologiques de l'OEaux.

4.3.4. Les petits affluents du Rhône

Qualité physico-chimique

La qualité physico-chimique des eaux du Nant des Grebattes est globalement médiocre. Les paramètres phosphore soluble, cuivre et zinc sont les principaux paramètres déclassant avec de nombreux dépassements tout au long de l'année. On peut également mentionner la contamination en cadmium à des niveaux moyens qui perdure depuis la campagne de 2008 et dont la source n'a pas été identifiée. On note finalement la présence de pesticides d'origine agricole comme le diuron ou la carbendazime. Les pressions sur ce cours d'eau sont majoritairement d'origines domestiques et urbaines dont une partie provient, probablement, des jardins d'habitations privées situées en amont du Nant des Grebattes et, une autre partie, des apports diffus du trafic routier.

Concernant le Nant des Frères, la qualité physico-chimique des eaux est globalement mauvaise. Le cuivre, le zinc, le plomb et le nitrite sont les principaux paramètres déclassant. Le cuivre et le zinc présentent de larges dépassements tout au long de l'année, alors que le plomb semble plus lié aux événements pluvieux. L'origine du plomb pourrait provenir soit de lixiviats issus du terrain sur lequel une fuite de 9'000 litres a eu lieu lors d'une opération de dépotage du site pétrolier Esso en 1977 (n°637.1977.05.11 au cadastre des sites pollués), soit de lixiviats provenant de l'ancienne décharge du Bois des Frères (n°626.1991.001 au cadastre des sites pollués) dans laquelle se trouvait des hydrocarbures. L'origine du zinc pourrait être les apports diffus du trafic routier. Le nitrite quant à lui ne dépasse la limite qu'une seule fois dans l'année. Le Nant des Frères subit principalement des pressions d'origine urbaine mais présente également des signes de présence d'eaux usées.

La qualité physico-chimique des eaux du Nant d'Avanchet est globalement mauvaise avec de nombreux dépassements relevés pour la plupart des paramètres mesurés. Ce cours d'eau subit des influences multiples dominées en intensité par les pressions urbaines et domestiques.

Concernant le ruisseau de Montfleury et le ruisseau de la Maison-Carrée, la qualité physico-chimique de leurs eaux est globalement mauvaise et ce, depuis la station "Aval jardins familiaux" située tout en amont. Les nutriments, les produits pharmaceutiques, le cuivre et le zinc sont les principaux paramètres déclassant sur les deux cours d'eau. Les jardins familiaux sont probablement en grande partie responsables des pressions domestiques et urbaines via les installations de traitement des eaux usées individuelles et la zinguerie des toitures des cabanes ou le zinc provenant des stocks potentiellement présents dans le sol. L'origine du cuivre peut être due à son utilisation au niveau des jardins familiaux de Montfleury, dont les drains alimentent la tête de bassin du ruisseau de Montfleury, mais également au niveau des

jardins privés situés en amont des jardins familiaux, dont le collecteur d'eaux claires et les drains alimentent également le ruisseau de Montfleury. La zone agricole en amont apporte également une certaine pression confirmée par la présence d'herbicides issue de ces activités agricoles. Ces herbicides peuvent également provenir des jardins familiaux et des jardins privés situés en amont.

Risque écotoxicologique

Au niveau du Nant des Grebattes, le risque écotoxicologique est classé comme : "moyen" pour le zinc; "important" pour certains herbicides (diuron et métabolite de la terbuthylazine) et le cuivre; et "très important" pour le PFOS (substance industrielle). Pour le PFOS, son origine pourrait être la zone de développement industriel et artisanal "Bois des Frères 2", la zone industrielle et artisanale "Usine à gaz" et la zone industrielle de Vernier sur laquelle se trouvent les citernes de Vernier. Les différents collecteurs d'eaux claires de ces zones industrielles alimentent la tête de bassin du Nant des Grebattes.

Pour le Nant des Frères, le risque écotoxicologique est respectivement classé comme : "moyen" pour le plomb; "important" pour le cuivre, le zinc, une substance active de médicament (ciprofloxacine), certains herbicides (monolinuron et métabolite de la terbuthylazine) et un fongicide (metrafenone); et "très important" pour le PFOS (substance d'origine industrielle). Le PFOS pourrait provenir des zones de développement industriel et artisanal du "Bois de la Grille" et des "Tuileries" et de la zone industrielle de Vernier sur laquelle se trouvent les citernes de Vernier. Les collecteurs d'eaux claires de ces différentes zones alimentent le Nant des Frères. En tête de bassin, le réseau est dans certaines zones encore en unitaire. La présence de déversoirs d'orage sur ce réseau pourrait expliquer la présence de la ciprofloxacine.

Le Nant d'Avanchet se caractérise par un risque écotoxicologique classé comme : "moyen" pour un herbicide (terbuthylazine) et un médicament (diclofenac); "important" pour un fongicide (metrafenone), 2 herbicides (diuron et métabolite de la terbuthylazine) et le zinc; et "très important" pour un herbicide (flumioxazine), le cuivre et le PFOS (substance d'origine industrielle). Pour le cuivre, les herbicides et les fongicides, l'origine de ces substances peut être due à leur utilisation dans les jardins privés situés en amont du Nant d'Avanchet. Pour le zinc, son origine pourrait être dû aux apports diffus du trafic routier. Le PFOS pourrait provenir de la zone industrielle de Vernier sur laquelle se trouvent les citernes de Vernier et des différentes zones de développement industriel et artisanal dont les collecteurs d'eaux claires alimentent le Nant d'Avanchet.

Le ruisseau de Montfleury se caractérise par un risque écotoxicologique classé comme : "moyen" pour un herbicide (métabolite de la terbuthylazine); "important" pour le cuivre et le

zinc; et "très important" pour 2 insecticides, l'imidacloprid et le chlorpyrifos-méthyl. L'origine des deux insecticides peut être due à leur utilisation au niveau des jardins familiaux de Montfleury et des jardins privés situés en amont.

On retrouve certaines des substances présentant un risque au niveau de la station "Jardins familiaux", en aval, à la station "Bois de Bay", au niveau du ruisseau de Maison-Carrée. Ainsi, le métabolite de la terbuthylazine présente toujours un risque, mais cette fois classé comme "important". L'insecticide imidacloprid présente toujours également un risque, mais classé comme "moyen" à cette station. Finalement, le cuivre et le zinc présentent toujours des risques classés respectivement comme "important" et "moyen". Deux herbicides, le diflufenican et le prosulfocarb, présentent un risque, non présent à l'amont, classés respectivement comme "important" et "moyen". Deux insecticides, le pirimicarb et le thiamethoxam, présentent également un risque, non présent à la station amont, classés respectivement comme "moyen" et "important". Une partie de ces substances, tel l'imidacloprid, provient donc certainement de leur utilisation à l'amont. L'autre partie des substances, tels le diflufenican et le pirimicarb, peut provenir des drains des parcelles agricoles qui alimentent les ruisseaux de Montfleury et de Maison-carrée, indiquant ainsi une pression agricole. Le diclofenac induit également un risque "moyen". L'origine de cette substance est certainement due à des assainissements individuels.

Qualité biologique

Dans les petits affluents du Rhône, l'ensemble des compartiments biologiques analysés (les algues diatomées, le macrozoobenthos, les macrophytes) a une faible diversité et est composé de taxons polluo-tolérants. Dans le Nant des Grebattes, un pourcentage significatif de formes tératologiques de diatomées a été comptabilisé, indiquant une pression toxique sur les algues microscopiques. Mise à part le Nant d'Avanchet de l'embouchure au premier seuil situé 130 m en amont, aucun des petits affluents étudiés n'est piscicole. 10 espèces ont été recensées dans le Nant d'Avanchet : le barbeau, 8 espèces tolérantes avec par ordre d'abondance la loche franche, le chevaine, le gardon, le vairon, le goujon, la perche, la tanche et l'épinoche et une espèce exotique (poisson rouge). Aucune espèce de la zone à truite n'est présente.

Une mauvaise qualité de l'eau couplée à plusieurs mois d'assecs en font des affluents très peu biogènes en l'état. Ce constat expliquerait partiellement la médiocre qualité des macroinvertébrés dans le Rhône. En effet, mise à part l'Arve, la Laire et l'Allondon, les autres affluents du fleuve ne peuvent être considérés comme des réservoirs de biodiversité aquatique.

5. EVOLUTION DE LA QUALITE (2014 – 2020)

 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	Phytosantaires	Micropolluants domestiques		Etat selon risque écotoxicologique	Macro-invertébrés	Diatomées	Poissons
Léman Pâquis							-	-	-	-
Rhône Amont Jonction centre							-	-	-	-
Rhône Amont STEP Aire centre									-	-
Rhône Aval STEP Aire centre									-	-
Rhône Chèvres centre									-	-
Rhône Retenue Verbois							-	-	-	-
Rhône Amont Allondon centre									-	-
Rhône Touvière centre									-	-
Rhône Chancy centre pont							-	-	-	-
Rhône Conflan									-	-
Arve Pont de Zone (F-74)									-	-
Arve Vessy centre							-	-		-
Arve Ecole de médecine centre										
Nant de la Maille La Maille									-	-
Nant d'Avril Meyrin							-	-	-	-
Nant d'Avril Zimeysa									-	-
Nant d'Avril Bourdigny									-	-
Nant d'Avril Satigny							-	-	-	-
Nant d'Avril Peney									-	-
Nant des Grebattes Embouchure									-	-
Nant des frères Embouchure									-	-
Nant d'Avanchet Embouchure									-	-
Montfleury Aval jardins familiaux			-						-	
Maison-Carrée Bois de Bay									-	-

Tableau 3 : Synthèse de l'évolution de la qualité du secteur Rhône/Arve (2014-2020)

Le tableau 3 présente l'évolution 2014-2020 des paramètres et indicateurs de la qualité de l'eau et du milieu dans le secteur Arve/Rhône.

Le Rhône

Les indices de qualité physico-chimique des eaux du Rhône sont globalement stables dans leur ensemble sauf pour le zinc et les micropolluants domestiques qui voient leurs indices de qualité chuter sur une majeure partie du cours d'eau. Ces péjorations des indices ne sont toutefois pas attribuables à une dégradation de la qualité de l'eau. Concernant le zinc, la méthode de calcul, plus sévère qu'en 2014, est responsable de la chute de l'indice. En effet, en 2014, des dépassements ponctuels étaient également observés le long du Rhône pour ce paramètre. Concernant les micropolluants, l'ajout au programme d'analyse de nouvelles molécules (principalement les agents de contraste iodés) est responsable de la chute des indices et très probablement ces substances étaient déjà présentes en 2014. On peut donc conclure que la situation est stable en ce qui concerne la qualité physico-chimique des eaux du Rhône.

Les indices diatomiques varient à la hausse ou à la baisse selon les stations par rapport à 2014, mais diagnostiquent le long du linéaire du Rhône un bon état biologique. Ils indiquent ainsi que la qualité de l'eau permet le développement et le maintien des espèces sensibles de diatomées, malgré les effluents des différentes STEP et le risque écotoxicologique moyen.

La qualité biologique du Rhône exprimée par le macrozoobenthos s'est dégradée par rapport aux résultats 2014. Les quelques rares taxons sensibles récoltés en 2014 n'ont pas été retrouvés en 2020.

Les pressions des éclusées à des fins de production hydroélectriques et des abaissements partiels du barrage de Verbois en vue de protéger la population contre les inondations n'ayant pas drastiquement changées entre les deux monitorings, il est difficile de trouver les causes de cette dégradation biologique. Notons que même si les méthodes de prélèvements sont identiques, il se peut que les espèces sensibles, peu nombreuses, aient échappé aux prélèvements en 2020. Les suivis du macrozoobenthos avec la méthode MGCE prévus en 2021 avant et après l'abaissement partiel du barrage de Verbois fourniront de nouvelles données biologiques qui pourraient aider à l'interprétation des résultats.

L'Arve

La qualité physico-chimique des eaux de l'Arve continue de s'améliorer lentement notamment du point de vue du cuivre et du zinc qui sont désormais de très bonne qualité. La situation s'améliore également pour les nutriments azotés tels l'ammonium et le nitrite, même si concernant le nitrite, la situation reste moyenne sur l'ensemble des stations.

Il n'y a eu qu'une seule campagne biologique dans l'Arve en octobre 2020. Nous pouvons donc comparer uniquement la campagne de septembre 2014 à celle d'octobre 2020.

L'indice diatomique ne s'est pas dégradé, indiquant globalement, dans les deux stations, une qualité de l'eau permettant aux espèces sensibles de se développer.

La qualité biologique exprimée par le macrozoobenthos reste très bonne à la station "Pont de Zone" et médiocre à "Ecole de médecine".

Les campagnes d'octobre sont généralement les plus mauvaises, car les organismes aquatiques ont subi les impacts des traitements agricoles, la hausse des températures et les étiages. Il faudra donc patienter jusqu'à 2026 pour un bilan complet de la qualité biologique et de son évolution.

La situation pour la végétation rivulaire de l'Arve s'améliore depuis les derniers relevés. La configuration des rives reste peu favorable aux héliophytes, mais les espèces envahissantes sont globalement en régression, grâce aux mesures d'entretien.

Le Nant de la Maille et le Nant d'Avril

La qualité physico-chimique des eaux du Nant d'Avril n'a globalement pas significativement évolué depuis 2014 et reste mauvaise dans son ensemble. On peut toutefois noter une dégradation de la situation sur la station "Meyrin" pour les métaux et les micropolluants. Du benzotriazole et du zinc sont mesurés en concentrations importantes de juillet à septembre, probablement lié à un surplus d'activité du CERN à cette période. Des concentrations en chrome plus élevées qu'en 2014 sont également mesurées à cette station. Ces concentrations sont manifestement liées à l'apport de chrome par le Nant de la Maille dont la source n'a pas été identifiée.

La qualité biologique se dégrade légèrement en tête de bassin du Nant d'Avril (station "La Maille") pour le macrozoobenthos, sans pouvoir y trouver une explication claire.

Dès Bourdigny, les indices IBCH s'améliorent légèrement, passant d'une qualité biologique médiocre en 2014 à moyenne en 2020. La diversité du macrozoobenthos a augmenté d'une

dizaine de taxons en 2020 dans chacune des deux stations aval du Nant d'Avril. La mauvaise qualité de l'eau et le risque écotoxicologique élevé ne peuvent expliquer l'amélioration de la diversité. Par contre, la mise à ciel ouvert du Nant d'Avril dans la ZIMEYSA où l'on observe déjà 34 taxons pourrait être une des raisons (dérive des organismes vers l'aval). Néanmoins, une amélioration de la qualité de l'eau dans la partie renaturée du Nant d'Avril, alimentée en grande partie par les eaux de refroidissement du CERN, sera nécessaire pour permettre encore de maximiser le potentiel biologique.

Les petits affluents du Rhône

La qualité physico-chimique des petits affluents du Rhône ne présente pas d'évolution significative et reste mauvaise en regard d'une majorité des paramètres.

Pour les diatomées et le macrozoobenthos, il n'y a pas globalement d'amélioration notable des indices depuis 2014. Le DI-CH et l'IBCH n'atteignent toujours pas le bon état biologique. La mauvaise qualité de l'eau, le risque écotoxicologique fort et les fréquents assecs de ces petits affluents en font de piètres réservoirs biologiques pour le Rhône.

6. CLASSIFICATION DES PRESSIONS AU NIVEAU DU SECTEUR

Les indices de pression sur ce secteur sont particulièrement élevés pour un grand nombre de stations à cause de la spécificité du Nant d'Avril qui reçoit les eaux de refroidissement du CERN générant des concentrations de zinc dans le cours d'eau, comme on en voit nulle part ailleurs dans le canton. Ces concentrations de zinc, généralement associées aux pollutions urbaines génèrent un indice de pression urbaine très élevé, alors qu'il s'agit ici d'une pression clairement industrielle. Malgré que l'indice soit faussé, il reste que ces concentrations de zinc écrasent pratiquement toutes les nombreuses autres problématiques du secteur, notamment sur le Nant d'Avril. La question du zinc dans le Nant d'Avril devrait donc être jugée comme prioritaire. Le passage des circuits de refroidissement ouverts du CERN à des circuits semi-ouverts ou fermés d'ici à 2026 doit permettre l'amélioration de la qualité des eaux. Ce projet est mené par le CERN, dont les objectifs sont la réduction de la consommation d'eau et l'amélioration sur les plans qualitatif et quantitatif de l'eau rejetée dans les cours d'eau, en accord avec l'OCEau. Parmi les autres problématiques majeures du secteur, la question des pollutions aux eaux usées dans le Nant d'Avanchet est également récurrente depuis des années. On peut également noter que malgré son débit important, l'Arve est bien marqué par des pressions domestiques en aval des STEP d'Ocybèle et Villette. Cette pression est toutefois amenée à diminuer voire disparaître avec l'installation de l'étape de traitement quaternaire prévue à l'horizon 2023 sur la STEP de Villette qui traitera également les effluents d'Ocybèle.

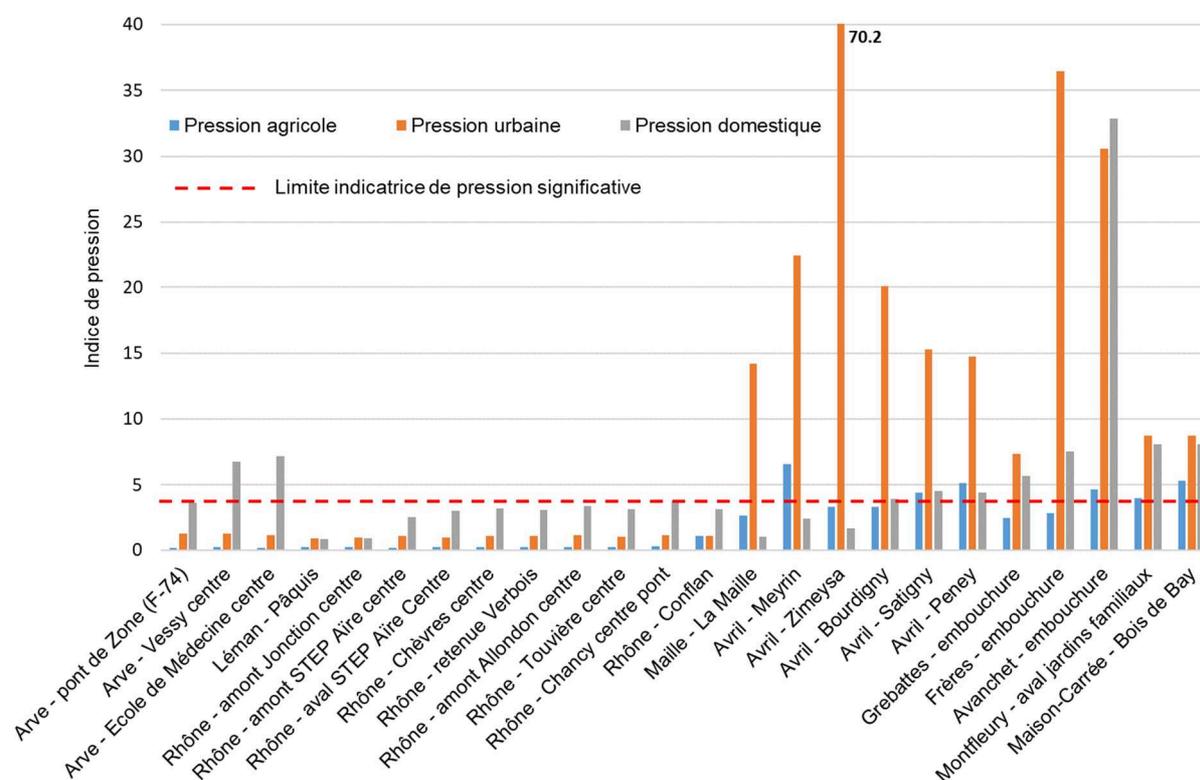


Figure 10 : Répartition des pressions agricole, urbaine et domestique pour les cours d'eau du secteur Rhône-Arve

7. CONCLUSION

Les différentes investigations menées par le service de l'écologie de l'eau dans le secteur Rhône/Arve en 2020 montrent que la qualité chimique reste stable pour le **Rhône**. Concernant les modules biologiques du SMG, les résultats du macrozoobenthos sont insatisfaisants, voire médiocres. Pour l'**Arve**, la qualité chimique s'améliore. Cependant, l'Arve est encore bien marqué par des pressions domestiques en aval des STEP d'Ocybèle et Villette. La pollution chronique du **Nant d'Avril** est principalement induite par la pression industrielle du CERN à travers les rejets des eaux de refroidissement du SPS et du LHC. La conséquence principale de cette pression industrielle est le dépassement des exigences des concentrations de zinc fixées par l'OEaux. Au niveau biologique, des formes tératologiques ont été dénombrées sur les diatomées indiquant une pollution toxique. De plus, les populations de poissons ne peuvent pas se reproduire et s'y maintenir, et le macrozoobenthos diagnostique un état biologique moyen à médiocre. Le risque écotoxicologique induit par le zinc et les substances industrielles est important. Les **affluents du Rhône** souffrent toujours de pollutions chroniques dues principalement aux pressions urbaines et, pour le Nant d'Avanchet, également dues aux pressions domestiques. C'est principalement le cuivre, le zinc, le phosphore soluble et les nutriments qui sont mesurés à des concentrations élevées dans ces affluents. Au niveau des risques écotoxicologiques, c'est surtout le cuivre, le zinc, les herbicides et une substance industrielle, le PFOS qui ont un impact sur la faune et la flore aquatique. Au niveau biologique, les résultats sont insatisfaisants, voire médiocres pour le macrozoobenthos et les diatomées. Les affluents du Rhône ne peuvent ainsi pas jouer leur rôle de réservoir biologique.

La modernisation des STEP d'Aïre, de Villette et d'Ocybèle permettra le traitement et l'abattement des concentrations de micropolluants rejetés dans le **Rhône** et l'**Arve**, permettant ainsi d'améliorer la qualité chimique de ces 2 cours d'eau et de diminuer les pressions domestiques. L'assainissement des ouvrages hydroélectriques par les SIG au niveau du Seujet, de Verbois et de Chancy-Pougny pour le **Rhône** et au niveau du barrage de Vessy pour l'**Arve**, ainsi que l'assainissement des éclusées du système Seujet-Verbois, devraient permettre une amélioration des indices biologiques. La deuxième étape de revitalisation du **Nant d'Avril**, à savoir la décanalisation et la remise à ciel ouvert du cours d'eau à partir de 2025, devrait permettre une amélioration de la qualité biologique du cours d'eau. Les changements des processus de gestion des eaux de refroidissement du CERN, actuellement en cours et qui s'étaleront jusqu'en 2026, permettront une amélioration de la qualité biologique et chimique du Nant d'Avril. Finalement, des actions devront être menées sur les **petits affluents du Rhône** dont les qualités biologiques et chimiques sont fortement péjorées. De nombreux investissements devront donc être mis en place pour que les cours d'eau du secteur Rhône/Arve atteignent les objectifs écologiques de l'OEaux et que la trame bleue de ce secteur soit fonctionnelle.

8. LISTE DES ABREVIATIONS

DI-CH	Indice diatomique suisse (SMG)
EH	Equivalents habitants
EPT	Ephémères, Plécoptères, Trichoptères
IBCH	Indice biologique suisse (SMG)
OCEau	Office cantonal de l'eau
OEaux	Ordonnance fédérale sur la protection des eaux
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
OFEV	Office fédéral de l'environnement
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
SPAGE	Schéma de protection, d'aménagement et gestion des eaux
STEP	Station d'épuration
ZI	Zone industrielle

9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CONSEIL FEDERAL SUISSE (1998) : Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux). 28 octobre 1998, 62 art. + annexes. Berne.
2. DIRECTION GÉNÉRALE DE L'EAU (2015) : Etude de la qualité des rivières genevoises : le Rhône et l'Arve. Etat 2014 et évolution depuis 2002. 77 p. + annexes.
3. SECOE (2004) : Etude du Nant d'Avril et ses affluents. Etat 2003 et évolution depuis 1997. 29 p.
4. DIAE (2001) : Fiche-rivière n°9 : le Rhône. 52 p.
5. SIG (2021) : Partez à la découverte des sites SIG.
https://ww2.sig-ge.ch/a-propos-de-sig/nous-connaître/sites_expositions
6. SIG (2021) : Inauguration de la nouvelle station d'épuration de Chancy.
<https://ww2.sig-ge.ch/actualites/inauguration-de-la-nouvelle-station-depuration-de-chancy>
7. DIAE (2001) : Fiche-rivière n°5 : L'Arve. 56 p.
8. SIG (2017) : Assainissement des eaux usées.
https://ww2.sig-ge.ch/sites/default/files/inline-files/eaux_usees_2017_0.pdf
9. DT (2006) : Fiche-rivière n°11 : Le Nant d'Avril. 56 p.
10. OFEFP (1998) : Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, système modulaire gradué. Informations concernant la protection des eaux n°26, Berne. 43 p.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/etat/eaux--methodes/systeme-modulaire-gradue.html>
11. GREBE (2021) : Caractérisation des populations de macro-invertébrés benthiques en amont et en aval de la retenue de Verbois. Rapport pour le SECOE. 18 p. + annexes.
12. GREN (2021) : Végétation rivulaire du secteur Rhône – Arve. Synthèse des résultats 2020. Rapport pour le SECOE. 7 p. + annexes.
13. GREN (2003) : Etude de la végétation rivulaire des cours d'eau genevois. Rapport pour le SECOE. 43 pages + annexes.
14. GREN (2020) : Suivi 2020 de la qualité des cours d'eau du secteur Rhône/Arve. Module Poisson niveau R. Rapport piscicole pour le SECOE. 14 p. + annexes.
15. AQUABUG (2020) : Surveillance des eaux de surface campagnes IBCH-MGCE 2020 : Arve et Rhône. Valorisation du matériel EPT. Rapport pour le SECOE. 8 pages.
16. MOMBRIAL F., *et al.* (2020) : Liste rouge des plantes vasculaires du canton de Genève. Hors-série n°20, CJB-OCAN. 110 pages.