

EVALUATION DE L'IMPACT SUR LE RHONE DU REJET DES EAUX RESIDUAIRES EPUREES DU BASSIN VERSANT DU LAC DU BOURGET



Suivi 2019

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. Rappel de l'étude 2018	2
II. Conditions expérimentales	3
III. Qualité du rejet	6
III.1 Caractéristiques moyennes	6
III.1.1 Débit	6
III.1.2 Analyse physico-chimique	8
III.1.3 Eléments traces métalliques	9
III.2 Evolution des paramètres sur l'année	11
III.2.1 Variabilité	11
III.2.2 Qualité du rejet en août	11
III.3 Flux de pollution	12
III.4 Comparaison avec les dispositions réglementaires au 29/08/2013	13
IV. Qualité de l'eau du Rhône	15
IV.1 Débit	15
IV.2 Caractéristiques moyennes du fleuve	16
IV.3 Qualité du Rhône en août	19
IV.4 Concentrations en métaux et micropolluants organiques	20
V. Impact du rejet	21
V.1 Comparaison des caractéristiques du milieu récepteur entre l'amont et l'aval	21
V.2 Cas du faible débit du Rhône	23
CONCLUSION	25
ANNEXES	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Localisation des points de surveillance	3
Figure 2 Embarcation radiocommandée	4
Figure 3 Pluviométrie à Voglans	5
Figure 4 Variation horaire du débit du rejet	6
Figure 5 Variations de la pluviométrie et du débit du rejet	7
Figure 6 Débit du Rhône	15

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I Types d'analyses réalisées	4
Tableau II Caractéristiques moyennes du rejet	8
Tableau III Concentration en métaux dans le rejet	10
Tableau IV Variabilité des différents paramètres	11
Tableau V Caractéristiques physico-chimiques du rejet au Rhône en août	12
Tableau VI Valeurs moyennes des flux de pollution	13
Tableau VII Comparaison des concentrations aux normes de l'arrêté préfectoral	14
Tableau VIII Débit du Rhône au point de rejet	15
Tableau IX Caractéristiques moyennes de l'eau du Rhône	17
Tableau X Classes de qualité de l'eau douce pour les paramètres microbiologiques	18
Tableau XI Classes de qualité de l'eau douce pour les MEST	18
Tableau XII Classes de qualité physico-chimique selon les termes de la DCE	18
Tableau XIII Caractéristiques physico-chimiques du Rhône en août	19
Tableau XIV Concentration en métaux dans l'eau du Rhône	20
Tableau XV Statistiques descriptives du fleuve	21
Tableau XVI Caractéristiques du Rhône et du rejet en « faible » débit	24

GLOSSAIRE

DBO : Demande biochimique en oxygène
DCO : Demande chimique en oxygène
Déter. Anio. : Détergents anioniques
Hydro totaux : Hydrocarbures Totaux

MESO : Matières en suspension organiques
MEST : Matières en suspension totales
NK: Azote Kjeldahl
P tot : Phosphore total

Référence pour citation

Naffrechoux V., Fanget P., Naffrechoux E.
Evaluation de l'impact sur le Rhône du rejet des eaux résiduaires épurées du bassin versant du lac du Bourget
LCME, Université Savoie Mont Blanc, 2017

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'autorisation de rejet du Préfet de Savoie, la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées du bassin versant du Lac du Bourget et des eaux réceptrices du fleuve Rhône est évaluée par des campagnes mensuelles. Les résultats du suivi annuel, débuté en juillet 1980 et réalisé par le laboratoire de chimie moléculaire et environnement (LCME) de l'Université Savoie Mont Blanc, sont archivés en Préfecture de Savoie (Direction de l'Administration Territoriale et de l'Environnement, Bureau de l'Environnement, de l'Aménagement et de l'Urbanisme) et au siège du Comité InterSyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget (CISALB) à Chambéry.

Les résultats des campagnes de surveillance de l'année 2019 sont présentés dans ce document. L'étude a été réalisée selon les directives d'application de l'arrêté préfectoral du 29 août 2013.

L'objectif est d'évaluer l'impact physico-chimique et microbiologique sur le fleuve Rhône du rejet des eaux usées épurées par :

- le suivi de la qualité des effluents traités des agglomérations de Chambéry, Aix les Bains et du Bourget du Lac au point de rejet dans le Rhône (détermination des caractéristiques physico-chimiques et comparaison avec les dispositions réglementaires de l'arrêté préfectoral),
- le suivi de la qualité de l'eau du Rhône en amont proche et aval éloigné de ce point.

Une comparaison avec les résultats des études antérieures permet :

- l'examen des modifications éventuelles des caractéristiques du rejet en lien avec les modifications des traitements d'épuration opérés dans les usines de dépollution (UDEP) ou la variation de charge de pollution entrant dans ces UDEP,
- l'évolution pluriannuelle de la qualité du milieu récepteur.

I - RAPPEL DE L'ETUDE 2018

Dans le cadre de la 36^{ème} année du contrôle des caractéristiques des eaux épurées du bassin versant du Lac du Bourget et de leur impact sur la qualité du Rhône, douze campagnes mensuelles de prélèvements ont été effectuées en 2018 selon les directives de l'arrêté préfectoral du 29 août 2013.

L'année 2018 se caractérise par une pluviométrie (998,6 mm) supérieure de 10% à celle de l'année précédente (907,4 mm) et inférieure de 22% à la référence 1974-2004 (1280 mm). Le débit du Rhône, milieu naturel récepteur du rejet, vaut en moyenne 470 m³/s (en hausse de 46,9% par rapport à 2017 : 320 m³/s).

La qualité du rejet est stable par rapport à l'année précédente. Un seul dépassement des paramètres réglementés par l'arrêté préfectoral est constaté, il concerne les MEST lors des épisodes importants de pluviosité du mois de janvier.

Selon le système d'évaluation de la qualité des eaux, le Rhône est de qualité microbiologique médiocre (E. coli en S) voire mauvaise (E. coli en T2). La qualité physico-chimique est quant à elle variable de « très bonne-bonne » (déclassement observé pour l'ammonium en T2, le pH max, le cuivre et le zinc en S en avril) à « médiocre-mauvaise » (MEST, notamment en raison des valeurs élevées lors de la crue exceptionnelle de janvier 2018).

L'impact du rejet des eaux usées épurées du bassin versant du lac du Bourget sur la qualité du Rhône n'est pas perceptible au vu des paramètres réglementés, sauf pour l'azote ammoniacal et organique (formes réduites de l'azote présentes dans les eaux usées urbaines, domestiques et agricoles). Quel que soit le débit du Rhône, la concentration en ammonium est systématiquement supérieure à l'aval éloigné T2 par rapport à l'amont S (sauf janvier où elle est équivalente). Pour certains débits « faibles » du Rhône (16 octobre et 20 novembre 2018), une dégradation significative de la qualité bactériologique est également constatée entre ces deux points.

II - CONDITIONS EXPERIMENTALES

La figure 1 détaille les points de prélèvements avec le nombre de campagnes effectuées pendant la période de surveillance.

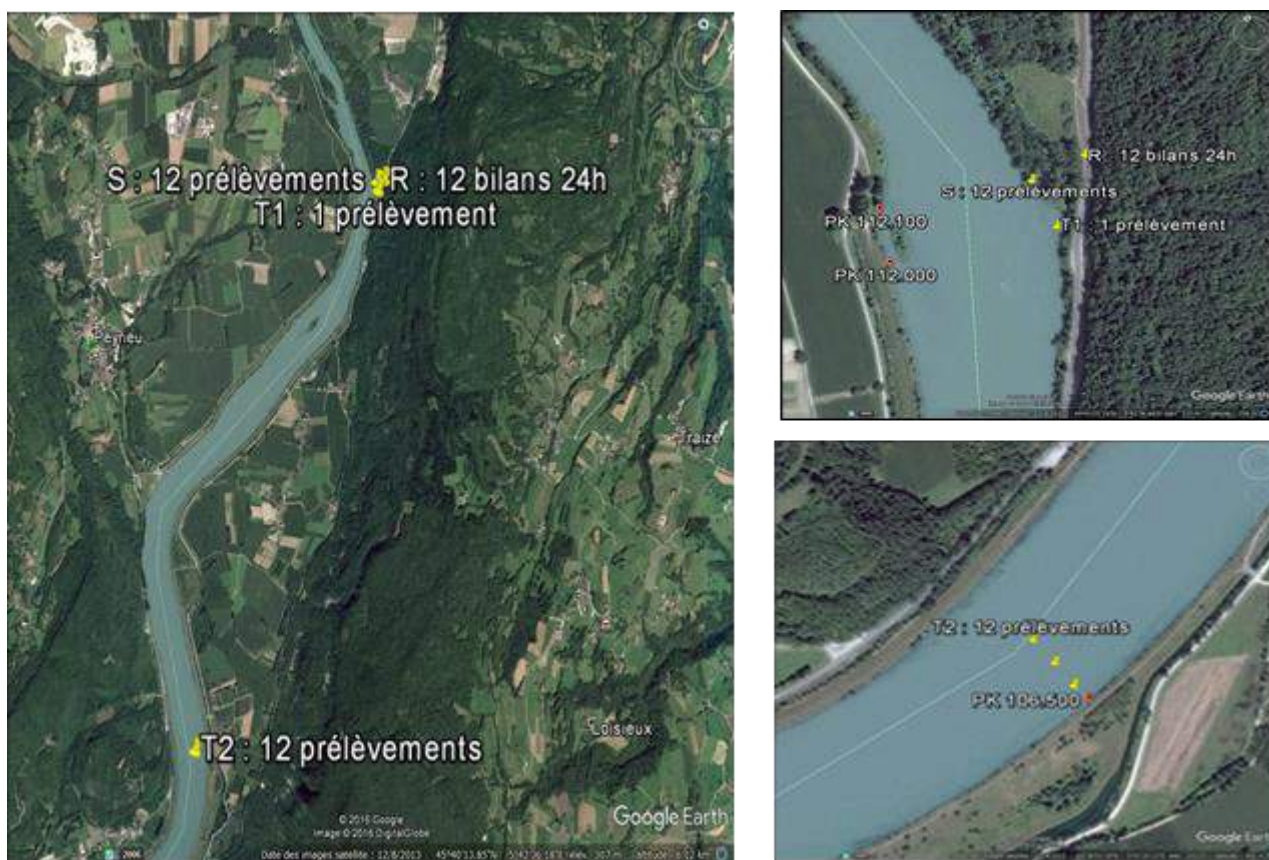


Figure 1 : Localisation des points de surveillance

Le contrôle 2019 porte sur douze campagnes mensuelles de prélèvements dans le Rhône et sur douze bilans mensuels de pollution du rejet.

La position des points R, S, T1 et T2 est définie dans l'arrêté préfectoral. Les points S, T1 et T2 sont échantillonnés dans le fleuve à trente centimètres de profondeur. Le point S est échantillonné en amont du rejet. Le point T1 est échantillonné dans la veine de diffusion du rejet. Le point T2 est échantillonné en 3 points également répartis sur la demi-largeur gauche du fleuve. En effet, le traçage du rejet dans le fleuve (étude CEA 2001) a démontré un écoulement en rive gauche du fleuve. Les échantillons d'eau du Rhône sont prélevés à l'aide d'une embarcation radiocommandée (figure 2). Le point R (rejet des effluents traités) est échantillonné à la sortie de la galerie au moyen d'un préleveur automatique. L'échantillon moyen analysé est reconstitué proportionnellement au débit de l'effluent à partir de 24 flacons de 300 mL correspondant à des prélèvements de 75 mL toutes les quinze minutes. Tous les

échantillons sont prélevés par pompage péristaltique, limitant les modifications de la qualité physico-chimique de l'eau.

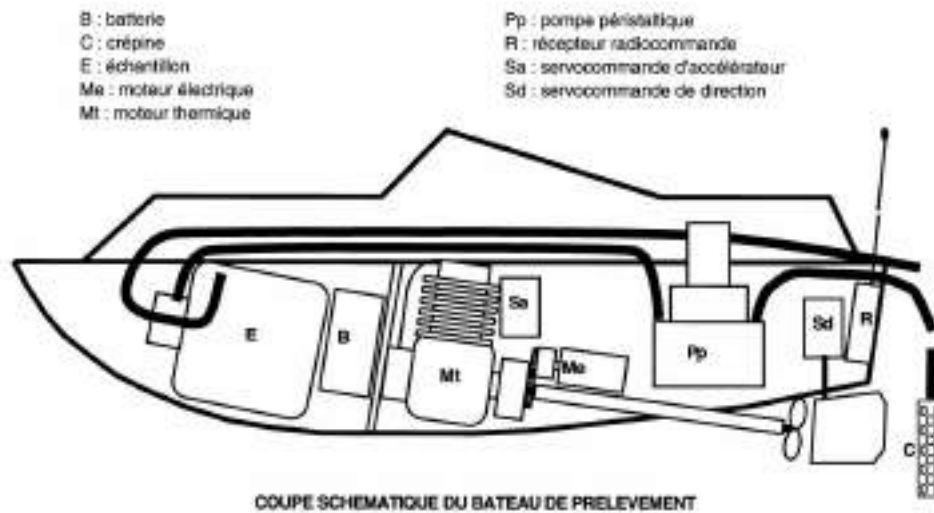


Figure 2 : embarcation radiocommandée

Les mesures effectuées sur les échantillons prélevés sont détaillées dans le tableau I.

stations S, T1 et T2	station R	expression des résultats
température	température	degrés Celsius
pH	pH	unités
oxygène dissous	oxygène dissous	mgO ₂ /L
conductivité	conductivité	µS/cm
matières en suspension totales	matières en suspension totales	mg/L
matières en suspension organiques	matières en suspension organiques	mg/L
demande chimique en oxygène	demande chimique en oxygène	mgO ₂ /L
demande biochimique en oxygène	demande biochimique en oxygène	mgO ₂ /L
azote Kjeldahl	azote Kjeldahl	mgN/L
azote ammoniacal	azote ammoniacal	mgNH ₄ /L
nitrites	nitrites	mgNO ₂ /L
phosphates *	phosphates *	mgP/L
phosphore total	phosphore total	mgP/L
détergents anioniques *	détergents anioniques *	µg/L
hydrocarbures totaux *	hydrocarbures totaux *	µg/L
métaux totaux *	métaux totaux *	µg/L
coliformes		ufc/100mL
E. coli		NPP/100mL
entérocoques		NPP/100mL
chlorures		mg/L
sulfates		mgSO ₄ /L

Tableau I : Types d'analyses réalisées

(*analyses semestrielles et faible débit)

En accord avec les services de l'état, plusieurs modifications ont été apportées au protocole de suivi décrit dans l'arrêté préfectoral :

- i) la qualité physico-chimique et toxique des sédiments du fleuve en S et en T1 est évaluée tous les 3 ans (soit en 2020).
- ii) les IBD et IBGN sont effectués annuellement dans le fleuve.

Les précipitations météoriques influencent le débit d'eau rejetée au Rhône, transitant dans la galerie, par infiltration naturelle des eaux de pluie et de ruissellement dans l'ouvrage, et par collecte d'une partie des eaux pluviales dans les effluents des usines de dépollution (UDEP). La pluviométrie 2019 (1139,4 mm) est en hausse de 14,1% par rapport à 2018 (998,6 mm) mais toujours inférieure à celle de 2016 (1225,9 mm). Cette valeur est plus basse que la moyenne calculée pour les 44 dernières années ($\mu_{1974-2018} = 1237,2$ mm). Les variations de hauteur de la lame d'eau tombée à Voglans (Savoie) au cours de l'année sont représentées sur la figure 3.

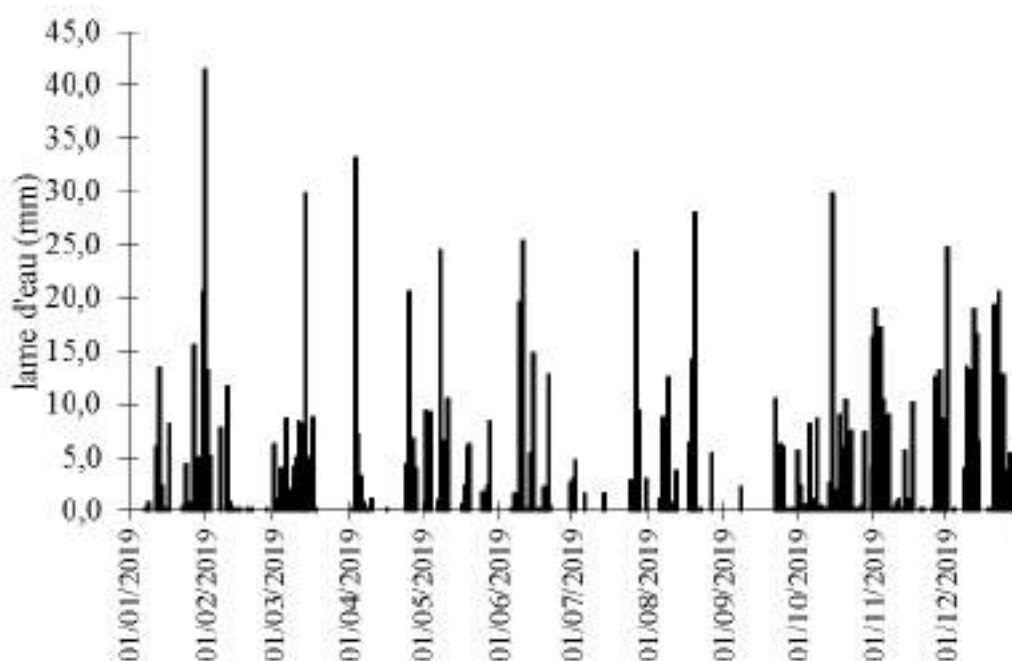


Figure 3 : Pluviométrie à Voglans (2019)

III - QUALITE DU REJET

Les eaux usées épurées par les UDEP de Chambéry Métropole (Chambéry-Bissy) et de Grand Lac (Aix les Bains + Le Bourget du Lac) sont échantillonnées au point R durant 24 heures, par prélèvement fractionné toutes les 15 minutes.

III.1. Caractéristiques moyennes

III.1.1. Débit

Les débits moyens journaliers sont calculés, après tarage du limnimètre à sonde de pression installé en sortie de galerie, à partir des hauteurs d'eau relevées mensuellement. Le débit Q du rejet en m^3/s est calculé à partir de la hauteur d'eau h mesurée en cm selon l'équation suivante : $Q = 1,43.10^{-4} \times h^2 + 2,45.10^{-2} \times h - 1,39$.

Le débit présente généralement une valeur journalière minimale proche de $0,2-0,3 m^3.s^{-1}$ aux environs de 9-10h et une valeur maximale voisine de $0,6-0,7 m^3.s^{-1}$, sauf en cas d'apport d'eaux parasites suite aux précipitations météoriques comme l'illustre la figure 4 (période de temps sec le 17 août et période de temps de pluie les 18, 19 et 20 août).

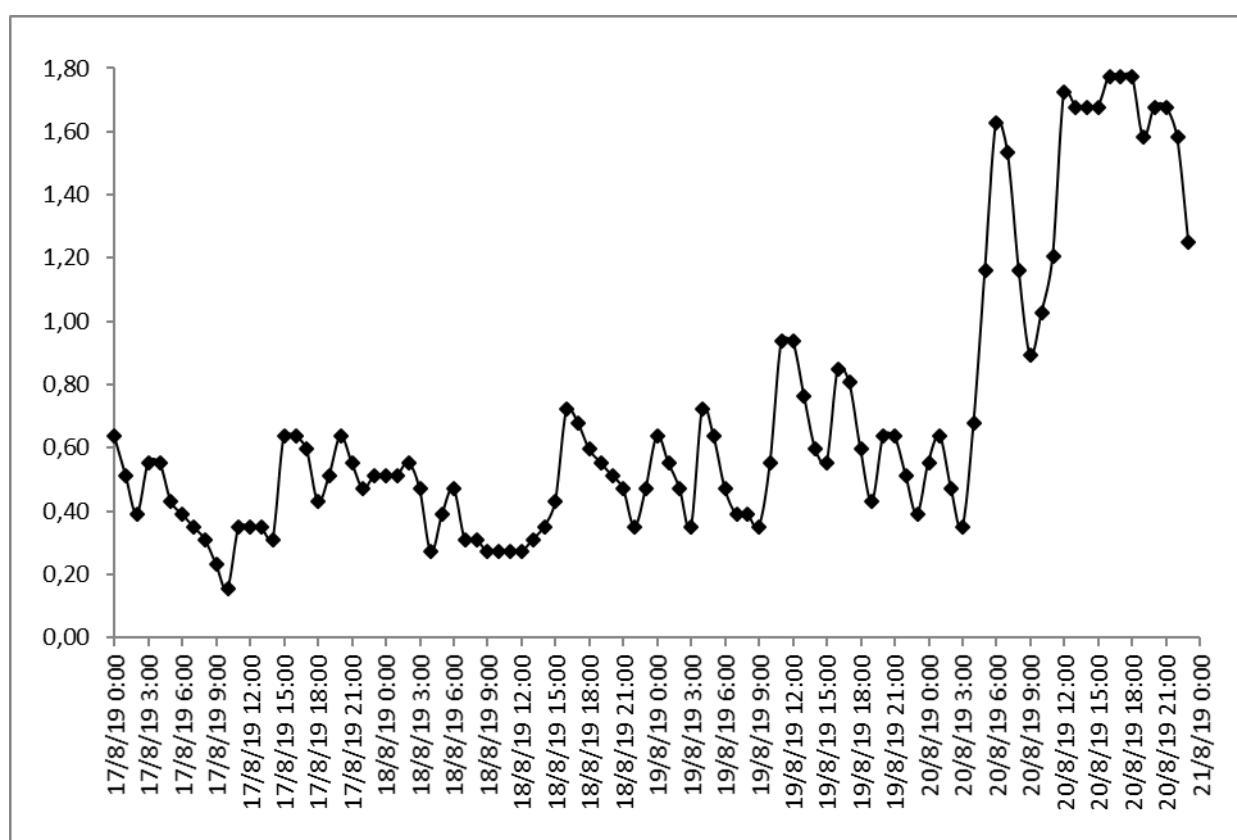


Figure 4 : Variation horaire du débit du rejet ($m^3.s^{-1}$)

Le débit moyen annuel du rejet est égal à $0,71 \text{ m}^3/\text{s}$, en baisse par rapport à 2018 ($0,79 \text{ m}^3/\text{s}$) et 2016 ($0,78 \text{ m}^3/\text{s}$), équivalent à 2015 ($0,73 \text{ m}^3/\text{s}$) et en hausse par rapport à 2017 ($0,65 \text{ m}^3/\text{s}$). Ce débit moyen est en diminution par rapport à la période 1986-2018 ($0,84 \text{ m}^3/\text{s}$).

Toutefois, ces valeurs sont à considérer en regard de 124 jours d'absence de données (limnimètre en réparation) correspondant parfois à des jours de fortes précipitations. La valeur moyenne annuelle peut donc être sous-estimée.

Le débit moyen des jours de contrôle en 2019 vaut $0,79 \text{ m}^3/\text{s}$. Il se situe dans l'intervalle des années précédentes.

La comparaison des variations du débit du rejet et de la pluviométrie enregistrée à la station météorologique de Voglans (figure 5) souligne bien les caractéristiques hydrauliques des réseaux d'assainissement (partiellement unitaires) et de la galerie sous l'Epine (infiltration d'eaux claires). Les pics de débit sont systématiquement corrélés à des fortes précipitations.

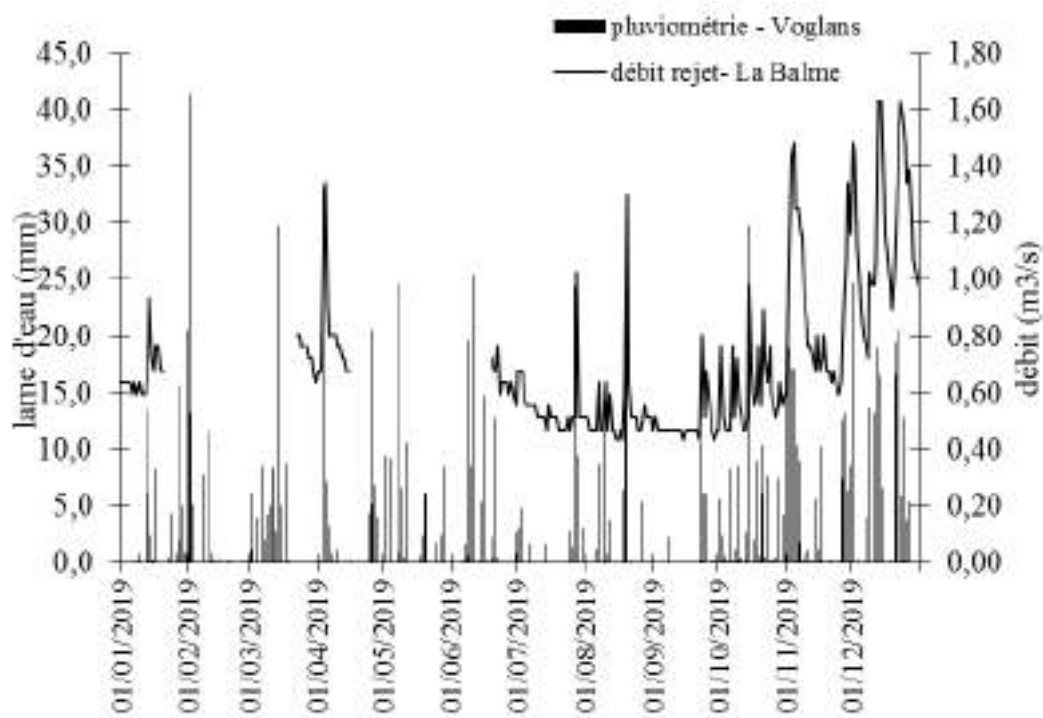


Figure 5 : Variations de la pluviométrie et du débit du rejet

III.1.2. Analyse physico-chimique

Pour chacun des douze bilans de l'année 2019, les analyses ont été réalisées sur un échantillon moyen 24h, reconstitué proportionnellement au débit rejeté. Le tableau II présente la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum de chaque paramètre mesuré.

PARAMETRES	unités	MOYENNE 2019	ECART TYPE	MINI	MAXI	MOYENNE 2018	MOYENNE 2017	MOYENNE 2016
DEBIT	m ³ /s	0,79	0,27	0,49	1,30	0,96	0,71	0,79
TEMPERATURE	degré C	16,5	3,0	12,8	20,8	16,7	16,5	16,1
O ₂ DISSOUS	mg/L	4,3	1,1	2,6	6,0	4,6	4,0	4,3
pH	unités	7,9	0,1	7,8	8,0	7,9	8,0	7,8
CONDUCTIVITE	µS/cm	854	127,4	635	1023	857	1028	942
MEST	mg/L	13,7	6,5	7,8	28,8	15,0	10,6	9,5
MESO	mg/L	10,7	4,8	6,0	21,4	9,9	8,2	7,4
DBO	mg/L	11	2,6	6	15	12	11	10
DCO effluent brut	mg/L	46	8,5	37	65	43	45	41
DCO effluent filtré	mg/L	32	4,3	24	40	30	34	32
NK	mg/L	16,9	3,4	9,9	22,1	15,1	17,4	15,3
NH ₄ ⁺	mg/L	17,0	3,8	8,0	21,5	15,1	18,8	16,2
NO ₃ ⁻	mg/L	24,1	6,1	17,6	39,4	26,7	33,3	31,3
PO ₄ ³⁻ *	mg/L	0,25	/	0,20	0,30	0,46	1,05	0,39
P total	mg/L	0,47	0,31	0,18	1,18	0,54	0,78	0,53
DET. ANIO. *	µg/L	288	/	234	343	229	176	205
HYD. TOTAUX *	µg/L	<50	/	/	/	<50	320	<50
Coliformes **	ufc/100mL	/	/	/	/	75000	58900	/
E. coli **	NPP/100 mL	/	/	/	/	304500	68659	/
Entérocoques **	NPP/100 mL	/	/	/	/	11202	4785	/
*analyses semestrielles								
**analyses de mai à septembre								

Tableau II : Caractéristiques moyennes du rejet

Les paramètres bactériologiques, réalisés de mai à septembre, ne sont plus suivis en 2019 conformément à l'arrêté préfectoral n° 2016- modifiant l'arrêté préfectoral n° 2013-840 du 29 août 2013.

L'effluent est alcalin (7,9) et relativement minéralisé (conductivité = 854 µS/cm) par rapport à l'eau du Rhône. L'eau est moyennement oxygénée sans être anoxique. La pollution particulaire comporte 78% de matière organique. La part dissoute et colloïdale de la pollution oxydable est faible (depuis la modification de l'UDEP de Chambéry, la DCO de l'échantillon filtré vaut 32 mgO₂/L contre 55 mgO₂/L les années antérieures à 2012). La majeure partie de la matière organique des eaux usées a été biodégradée par les micro-organismes des usines de dépollution raccordées à la galerie de rejet. Le pourcentage de la

matière organique oxydable du rejet encore biodégradable dans les conditions de l'essai (5 jours d'incubation à 20°C, à l'obscurité, en milieu aérobie) (donné par le rapport DBO/DCO=24%) est équivalent à celui de 2017 et 2016 et plus faible que celui de 2018 et sur la période 2000-2015 (28%). En raison d'une meilleure oxydation de la matière organique, entraînant aussi la nitrification de l'azote organique et ammoniacal au sein de l'UDEP de Chambéry Métropole, la concentration en nitrates est élevée (24,1 mgNO₃⁻/L) depuis 2012. La micropollution organique, réglementée dans le cadre du suivi par deux familles de molécules (hydrocarbures totaux et détergents anioniques), reste faible. Les hydrocarbures totaux n'ont pas été quantifiés lors des deux campagnes semestrielles selon la méthode analytique normalisée (NF EN ISO 9377-2). La concentration en détergents anioniques est constante depuis 2014, proche de 200-300µg/L, correspondant à un moussage de moins en moins fréquent de l'eau rejetée au Rhône, malgré un écoulement turbulent dans l'ouvrage de sortie de galerie.

Afin de déceler une éventuelle évolution du rejet entre 2018 et 2019, le test statistique de Student avec variances inconnues mais supposées égales pour petits échantillons est réalisé permettant la comparaison de la moyenne des valeurs de chaque paramètre mesuré. La probabilité d'observer une différence correspond au seuil de confiance du test statistique. Le seuil pour conclure à une différence de qualité entre les deux années est fixé à 95%. A l'issue du test de comparaison, les moyennes sont statistiquement équivalentes avec un risque d'erreur inférieur à 5%. La qualité physico-chimique du rejet est donc stable depuis la rénovation de l'usine de dépollution de Chambéry Métropole, mise en service au printemps 2011.

III.1.3. Eléments traces métalliques

Deux échantillons ont été prélevés les 16 avril et 22 octobre 2019 pour l'analyse des métaux totaux (normes NF EN ISO 17294-2, NF EN ISO 17852). Les résultats sont présentés dans le tableau III.

Dans les deux échantillons, le cuivre, le fer, le nickel et le zinc sont quantifiables ; l'aluminium seulement dans celui d'octobre.

Les concentrations en fer (310 µg/L et 640 µg/L) restent comparables à celles mesurées les années précédentes. Elles sont dues à l'utilisation de sels de fer pour le traitement de

coagulation des MES mis en place dans l'usine de dépollution de Chambéry. Ces valeurs de fer total correspondent à une fraction particulaire d'hydroxydes ferriques.

Les concentrations en aluminium et zinc sont toujours de l'ordre de grandeur de celles classiquement mesurées dans une eau résiduaire urbaine épurée.

Les métaux cuivre et nickel sont présents à des concentrations faibles. Les valeurs sont, par exemple, très nettement inférieures aux limites de qualité d'un rejet d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement selon l'arrêté du 02/02/1998 (500 µg/L).

		16/04/2019	22/10/2019
Al	µg/L	<20	70
As	µg/L	<5	<5
Cd	µg/L	<1	<1
Cr	µg/L	<5	<5
Cu	µg/L	6	10
Fe	µg/L	310	640
Hg	µg/L	<0,05	<0,05
Ni	µg/L	20	30
Pb	µg/L	<2	<2
Zn	µg/L	40	80

Tableau III : Concentration en métaux dans le rejet

III.2. Evolution des paramètres sur l'année

III.2.1. Variabilité

Le coefficient de variation (en %) permet d'estimer la variabilité des paramètres contrôlés mensuellement. La variabilité est globalement équivalente à celles des années précédentes, confirmant un rendement d'épuration moyen assez constant dans les trois usines de dépollution raccordées à la galerie de rejet au Rhône. Les variations les plus importantes sont observées pour le phosphore total, les MEST, les MESO et le débit.

paramètre	CV	paramètre	CV	paramètre	CV
Débit	34	DCO brut	18	NK	20
pH	1	DCO filtré	13	NO ₃ ⁻	25
Conductivité	15	DBO	23	NH ₄ ⁺	22
Température	18	MEST	48	P total	67
O ₂ Dissous	26	MESO	45		

Tableau IV : Variabilité des différents paramètres

III.2.2 Qualité du rejet en août

La qualité physico-chimique du rejet le 27 août (période correspondant à une activité industrielle réduite mais à une fréquentation touristique plus importante) est comparée à la qualité moyenne annuelle (tableau V).

La concentration en oxygène dissous est plus faible (en lien avec une température plus élevée défavorisant la solubilité des gaz dans l'eau) et la concentration en nitrates plus élevée (probablement en raison d'une activité microbienne plus intense dans un effluent plus chaud) ainsi que celle en phosphore.

Du 21 août au 26 août le temps a été très sec (0,2 mm de pluie) n'entraînant donc aucune dilution des effluents traités par des eaux d'infiltration dans la galerie lors de la campagne de prélèvement, ce qui explique une conductivité plus élevée. Les valeurs des paramètres globaux de quantification de la pollution (DCO, DBO et MESO) traduisent un rejet de bonne qualité en période estivale.

Paramètres	27/08/2019	Moyenne année 2019 (août exclus)
Débit (m ³ /s)	0,50	0,82
Température (degré C)	20,5	16,1
O ₂ dissous (mg/L)	3,2	4,4
pH (unité)	8,0	7,9
Conductivité (µS/cm)	962	844
MEST (mg/L)	10,0	14,1
MESO (mg/L)	7,8	10,9
DBO ₅ (mg/L)	12	11
DCO brute (mg/L)	43	46
DCO filtrée (mg/L)	34	32
NK (mg/L)	16,3	17,0
NO ₃ ⁻ (mg/L)	39,4	22,7
NH ₄ ⁺ (mg/L)	16,3	17,1
P total (mg/L)	0,78	0,44

Tableau V : Caractéristiques physico-chimiques du rejet en août

III.3. Flux de pollution

Les valeurs moyennes des flux rejetés au Rhône sont calculées d'après le volume journalier mesuré en sortie de la galerie et les valeurs de concentration des différents paramètres physico-chimiques (annexe I).

La comparaison des flux 2019 et des flux moyens 1997-2018 montre une baisse des flux rejetés sauf pour les nitrates. Le flux de nitrates est en effet toujours supérieur à la période antérieure à 2012 (la nitrification de l'azote est maintenant plus efficace dans l'UDEP de Chambéry).

Les flux en 2019 sont inférieurs à ceux de 2018. Cette diminution est liée au fait que le débit moyen des jours de contrôle de 2019 (0,79 m³/s) est inférieur à celui de 2018 (0,96 m³/s) et que la moyenne 2019 de certains paramètres soit plus basse (MEST, DBO, NK, nitrates et

phosphates) ; sans le mois de janvier, le débit moyen 2018 (0,76 m³/s) est comparable à celui de 2019.

PARAMETRES	FLUX (kg/j)	FLUX (kg/j)	FLUX moyen (kg/j)
	2019	2018	1997-2018
MEST	935	1244	1787
MESO	730	821	1840
DBO (kg O ₂ /j)	751	995	1485
DCO (kg O ₂ /j)	3140	3567	4887
NK (kg N/j)	1154	1252	1275
NO₃⁻ (kg NO ₃ ⁻ /j)	1645	2215	1112
NH₄⁺ (kg NH ₄ ⁺ /j)	1160	1252	
P total (kg P/j)	32	45	84
PO₄³⁻ * (kg P/j)	17	38	
Détergents anioniques *	20	19	
Hydrocarbures totaux *	<3	<4	

(* moyenne sur les 2 valeurs semestrielles)

Tableau VI : Valeurs moyennes des flux de pollution

III.4. Comparaison avec les dispositions réglementaires (arrêté du 29/08/2013)

Le tableau VII présente les valeurs des paramètres réglementés par l'arrêté préfectoral du 29 août 2013 (matières en suspension totales, matières organiques oxydables et biodégradables, azote Kjeldahl), obtenues pour chaque campagne en comparaison aux valeurs maximales autorisées.

Cet arrêté définit les dispositions réglementaires pour un volume annuel rejetable de 26 462 500 m³ soit un débit moyen de 72 500 m³/j et un débit maximal de 176 500 m³/j.

Aucun dépassement n'est constaté pour l'année 2019.

	Q m³/j	MEST mg/L	DBO mg/L	DCO mg/L	NK mg/L
Concentration 24h maximale autorisée (charge de référence)		35	25	125	40
Date de contrôle		Concentrations mesurées			
22/01/19	42957	14,0	12	49	20,3
19/02/19	53168	16,0	6	46	16,9
26/03/19	51239	13,6	12	52	17,3
16/04/19	44190	8,2	7	38	19,1
21/05/19	63137	24,0	12	37	9,9
18/06/19	49683	10,2	13	38	16,0
16/07/19	34316	10,8	11	47	22,1
27/08/19	34445	10,0	12	43	16,3
17/09/19	32369	8,2	13	55	20,4
22/10/19	58081	13,1	12	45	13,9
19/11/19	45861	7,8	9	37	17,2
10/12/19	80617	28,8	15	65	13,4

Tableau VII : Comparaison des concentrations aux normes de l'arrêté préfectoral

IV - QUALITE DE L'EAU DU RHONE

IV.1. Débit

La figure 6 présente les variations du débit moyen journalier autour de la moyenne annuelle du Rhône enregistré à la station de Brens (données CNR).

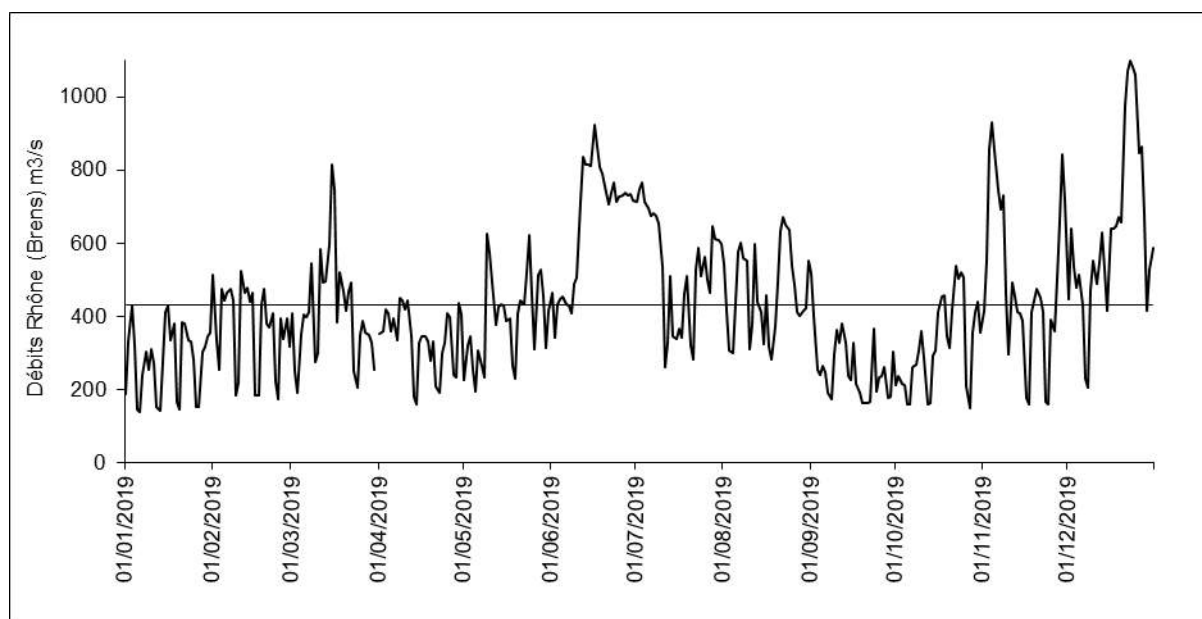


Figure 6 : Débit du Rhône à la station de Brens (2019)

Les valeurs (disponibles sur le site www.rdbrmc.com) du débit instantané du Rhône au moment du prélèvement sont enregistrées à la station de Brens (tableau VIII). La valeur moyenne des jours de contrôle est de 483 m³/s, supérieure à la moyenne annuelle 2019 (432 m³/s). Le débit moyen annuel est inférieur à ceux de 2018 (470 m³/s) et 2016 (450 m³/s), supérieur à celui de 2017 (320 m³/s) et équivalent à celui de la période de référence 1956-1996 (437 m³/s).

DATE	Débit instantané (m ³ /s)	Débit moyen mensuel (m ³ /s)	DATE	Débit instantané (m ³ /s)	Débit moyen mensuel (m ³ /s)
22/01/19	539	281	16/07/19	325	533
19/02/19	647	373	27/08/19	423	467
26/03/19	318	417	17/09/19	197	260
16/04/19	282	340	22/10/19	554	323
21/05/19	482	394	19/11/19	562	501
18/06/19	794	661	10/12/19	675	631

Tableau VIII : Débit du Rhône au point de rejet

IV.2. Caractéristiques moyennes du fleuve

Les valeurs moyennes des différents paramètres mesurés aux points amont du rejet (S) et aval éloigné (T2) sont présentées dans le tableau IX.

Les critères d'évaluation de la qualité de l'eau du Rhône sont les suivants :

- état écologique des cours d'eau pour les paramètres physico-chimiques généraux,
- SEQ V2 pour les paramètres ne figurant pas dans l'évaluation de l'état écologique.

Le Rhône au point S, en amont du rejet, est de **qualité moyenne pour les coliformes thermo-tolérants et bonne pour les streptocoques fécaux** (tableau X). La pollution bactériologique rend le fleuve impropre à la baignade, y-compris à l'amont du rejet des eaux usées épurées du bassin-versant du Lac du Bourget.

Pour les particules en suspension MEST (tableau XI), le fleuve est de **qualité bonne en S et T2**.

Pour les autres paramètres physico-chimiques mesurés en S et T2, le Rhône est en **très bon état ou bon état** (pH max en S et T2) selon les critères de la DCE (tableau XII).

PARAMETRES	unités		MOYENNE 2019	écart-type	minimum	maximum		MOYENNE 2018	MOYENNE 2017	MOYENNE 2016
TEMPERATURE	degré C	S	13,7	5,8	6,4	23,0	S	14,6	13,8	12,8
		T2	14,1	6,1	6,5	23,7	T2	14,9	14,2	13,2
O ₂ DISSOUS	mg/L	S	10,3	1,2	8,5	11,9	S	10,3	10,5	10,5
		T2	10,3	1,1	8,7	11,8	T2	10,4	10,5	10,6
pH	unités	S	8,3	0,1	8,2	8,4	S	8,2	8,2	8,1
		T2	8,3	0,1	8,2	8,4	T2	8,2	8,2	8,1
CONDUCTIVITE	µs/cm	S	280	18,6	240	312	S	274	316	321
		T2	291	19,9	256	336	T2	284	322	328
MEST	mg/L	S	14,2	10,2	1,8	33,6	S	40,6	43,9	26,7
		T2	13,1	11,2	1,8	35,0	T2	50,3	31,0	23,3
MESO	mg/L	S	2,3	0,8	1,0	3,2	S	3,4	2,8	2,1
		T2	1,9	0,6	0,8	2,8	T2	3,1	2,0	1,9
DBO	mg/L	S	<2	0,2	<2	2	S	3	2	2
		T2	<2	1,0	<2	4	T2	2	3	2
DCO	mg/L	S	3	0,7	<2	4	S	3	3	3
		T2	3	1,0	<2	4	T2	3	3	3
NK	mg/L	S	<0,2	0,1	<0,2	0,3	S	0,2	0,2	0,2
		T2	0,3	0,1	<0,2	0,5	T2	0,3	0,3	0,3
NO ₃ ⁻	mg/L	S	3,2	0,8	2,0	4,6	S	2,9	3,3	3,2
		T2	3,4	0,9	2,3	5,0	T2	3,0	3,3	3,3
NH ₄ ⁺	mg/L	S	0,05	0,03	0,03	0,13	S	0,05	0,06	0,04
		T2	0,10	0,02	0,07	0,15	T2	0,11	0,12	0,10
P total	mg/L	S	0,02	0,01	0,01	0,04	S	0,02	0,02	0,02
		T2	0,02	0,01	0,01	0,03	T2	0,02	0,03	0,02
Chlorures	mg/L	S	9,3	1,5	7,3	12,4	S	8,6	11,2	9,5
		T2	9,3	1,1	7,6	11,7	T2	9,2	11,2	9,8
Sulfates	mgSO ₄ /L	S	34,1	5,1	26,8	40,8	S	32,9	39,6	34,9
		T2	34,8	4,1	28,4	41,5	T2	35,5	40,6	35,8
COLIFORMES	ufc/100 mL	S	874	937	10	3000	S	778	879	2588
		T2	1158	1176	130	3500	T2	2651	2703	2099
E. COLI	NPP/100 mL	S	170	285	<38	1015	S	1041	520	905
		T2	493	586	<38	1673	T2	2077	1545	1616
ENTEROCOQUES	NPP/100 mL	S	74	114	<38	395	S	331	274	369
		T2	80	126	<38	471	T2	424	612	381

Tableau IX : Caractéristiques moyennes de l'eau du Rhône

Classe de qualité	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
coliformes thermotolérants (u/100ml)	20	100	1000	2000	
streptocoques fécaux (u/100ml)	20	100	250	400	

Tableau X : Classes de qualité de l'eau douce pour les paramètres microbiologiques

Classe de qualité	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
MES (mg/L)	5	25	38	50	

Tableau XI : Classes de qualité de l'eau douce pour les MEST

Limites des classes d'état	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
O ₂ dissous (mgO ₂ /L)	8	6	4	3	
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	3	6	10	25	
Phosphore total (mgP/L)	0,05	0,2	0,5	1	
NH ₄ ⁺ (mgNH ₄ ⁺ /L)	0,1	0,5	2	5	
NO ₃ ⁻ (mgNO ₃ ⁻ /L)	10	50			
pH minimum	6,5	6	5,5	4,5	
pH maximum	8,2	9	9,5	10	

Tableau XII : Classes de qualité pour les paramètres physico-chimiques selon la DCE

IV.3. Qualité du Rhône en août

Paramètres	27/08/2019		Moyenne 2019 (sauf août)	
	S	T2	S	T2
Débit (m ³ /s)	423		489	
Température (degré C)	21,5	22,1	13,0	13,4
O ₂ dissous (mg/L)	8,6	9,0	10,4	10,4
pH (unité)	8,3	8,4	8,3	8,3
Conductivité (µS/cm)	240	256	283	294
MEST (mg/L)	15,4	10,8	14,0	13,3
MESO (mg/L)	1,8	1,8	2,3	1,9
DBO ₅ (mg/L)	<2	<2	<2	2
DCO (mg/L)	<2	<2	3	3
NK (mg/L)	<0,2	0,4	<0,2	0,3
NO ₃ ⁻ (mg/L)	2,0	2,8	3,3	3,4
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,03	0,13	0,06	0,10
P total (mg/L)	0,01	0,01	0,02	0,02
Chlorures (mg/L)	12,4	9,1	9,0	9,3
Sulfates (mgSO ₄ /L)	40,5	39,5	33,5	34,3
Coliformes (ufc/100mL)	230	2600	932	1027
E. coli (NPP/100mL)	38	1049	182	443
Entérocoques (NPP/100mL)	<38	78	78	80

Tableau XIII : Caractéristiques physico-chimiques du Rhône en août

La qualité du Rhône en août est comparable au reste de l'année à l'exception de l'oxygénation (plus faible en raison d'une température supérieure, défavorable à la solubilité des gaz). La conductivité, les nitrates, la DCO et le phosphore sont également plus bas que la moyenne annuelle. La qualité microbiologique en S est meilleure en août.

Les composés présents dans le rejet des eaux usées épurées n'entraînent pas, au vu des paramètres analysés, de modification significative de la qualité de l'eau du fleuve par rapport au reste de l'année.

IV.4. Concentrations en métaux et micropolluants organiques

Les concentrations des ETM mesurés dans le fleuve sont présentées dans le tableau XIV.

		16/04/2019		22/10/2019	
		S	T2	S	T2
Al	µg/L	58	57	120	120
As	µg/L	0,8	0,9	1,0	1,0
Cd	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cr	µg/L	0,7	0,7	<0,5	<0,5
Cu	µg/L	2,2	3,0	2,2	2,6
Fe	µg/L	58	52	94	96
Hg	µg/L	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Ni	µg/L	<1	<1	<1	<1
Pb	µg/L	0,37	0,34	0,24	0,27
Zn	µg/L	<2	<2	3	<2

Tableau XIV : Concentration en métaux dans l'eau du Rhône

Les valeurs en fer et aluminium correspondent à la présence de colloïdes et particules d'hydroxydes de fer et d'argiles alumino-silicatés. En effet, dans un échantillon d'eau naturelle non filtrée, la plus grande partie de l'aluminium se présente sous forme de particules ; la fraction dissoute (incluant des formes labiles à faible poids moléculaire) est quasi négligeable. Les argiles résultant de l'altération de minéraux riches en aluminium (Micas et Feldspaths) sont la source principale d'aluminium colloïdal dans les eaux naturelles. De même, le fer présent dans une eau de surface oxygénée correspond aux formes particulières oxydées de ce métal (de type $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hydraté).

Les critères d'évaluation du bon état chimique sont ceux de la liste des normes de qualité environnementales (NQE) de la directive 2008/105/CE DU PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 2008. Pour les paramètres ne figurant pas dans cette liste les NQE et VGE appliquées sont celles proposées par l'INERIS ou de la circulaire du 23 octobre 2012.

Les eaux du Rhône sont en bon état chimique sauf pour le cuivre pour lequel elles présentent un déclassement lors des deux campagnes.

Concernant les micropolluants organiques réglementés par l'arrêté préfectoral d'autorisation de rejet, la concentration en hydrocarbures totaux dans le Rhône est inférieure à la limite de détection de la méthode analytique normalisée (NF EN ISO 9377-2).

V - IMPACT DU REJET

V.1. Comparaison des caractéristiques du milieu récepteur entre l'amont et l'aval

Le test statistique de Student avec variances inconnues mais supposées égales pour petits échantillons¹ permet la comparaison de la moyenne des valeurs de chaque paramètre mesuré à différentes stations. L'impact du rejet a été évalué par la comparaison entre S et T2. Les résultats de ce test permettent de juger de l'influence du lieu de prélèvement sur la qualité moyenne de l'eau du Rhône évaluée par les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques. La probabilité d'observer une différence entre les points d'échantillonnage correspond au seuil de confiance du test statistique. Le seuil pour conclure à une différence de qualité entre les points est fixé à 95%.

La comparaison est réalisée entre S et T2. A l'issue du test de comparaison, les moyennes sont statistiquement équivalentes avec un risque d'erreur inférieur à 5%, sauf pour NH₄⁺ et NK (tableau XV).

La différence observée pour NH₄⁺ est systématique entre S et T2 (sauf en mai).

Paramètres	unités	S		T2	
		moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Température	degré C	13,7	5,8	14,1	6,1
O ₂ Dissous	mg/L	10,3	1,2	10,3	1,1
pH	unités	8,3	0,1	8,3	0,1
Conductivité	µS/cm	280	18,6	291	19,9
MEST	mg/L	14,2	10,2	13,1	11,2
MESO	mg/L	2,3	0,8	1,9	0,6
DBO	mg/L	<2	0,2	<2	1,0
DCO	mg/L	3	0,7	3	1,0
NK	mg/L	<0,2	0,1	0,3	0,1
NO ₃ ⁻	mg/L	3,2	0,8	3,4	0,9
NH ₄ ⁺	mg/L	0,05	0,03	0,10	0,02
P Total	mg/L	0,02	0,01	0,02	0,01
Chlorures	mg/L	9,3	1,5	9,3	1,1
Sulfates	mg/L	34,1	5,1	34,8	4,1
Coliformes	ufc/100 mL	874	937	1158	1176
E. coli	NPP/100 mL	170	285	493	586
Entérocoques	NPP/100 mL	74	114	80	126

Tableau XV : Statistiques descriptives du fleuve

¹ Gérald Baillargeon, Méthodes statistiques de l'ingénieur, Les éditions SMG, ISBN2-89094-038-1, pp510-515, 1990

A l'exception des concentrations en azote ammoniacal et azote Kjeldahl, les paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Rhône ne présentent donc pas de différence significative entre l'amont (S) et l'aval éloigné (T2) du point de rejet. La comparaison statistique des valeurs moyennes révèle une qualité similaire du fleuve. Les eaux usées épurées sont diluées en moyenne 608 fois par l'eau du Rhône, facteur de dilution équivalent à celui de 2018 (1 :595). Cette dilution contribue probablement à l'impossibilité de quantifier l'impact du rejet.

V.2. Cas du faible débit du Rhône

La campagne du 16 avril 2019 a été réalisée en période de faible débit du Rhône (282 m³/s) et permet de mieux apprécier l'éventuel impact des eaux usées épurées sur la qualité du fleuve, grâce à une dilution plus faible du rejet par le Rhône (1:409). Les caractéristiques du rejet (R) et de l'eau du Rhône aux points amont (S) et aval éloigné (T2) sont présentées dans le tableau XVI.

Les campagnes de mars, juillet et septembre ont également été réalisées en période de faible débit du Rhône (respectivement : 318 m³/s, 325 m³/s et 197 m³/s). Seules les analyses mensuelles ont été réalisées.

Lors des campagnes de juillet et septembre, la population bactérienne (coliformes pour juillet et coliformes et E. coli pour septembre) augmente d'une unité logarithmique de S à T2. Cette augmentation n'est pas observable pour les campagnes de mars et avril. On peut donc conclure à une différence de qualité bactériologique entre l'amont et l'aval lors de certains jours avec un faible débit du Rhône.

On peut, selon les campagnes, observer une augmentation de la DBO, de la DCO, de l'azote Kjeldahl, des nitrates, des indicateurs de qualité microbiologique, du phosphore, des chlorures, des sulfates et des ETM (Cu et As).

La comparaison des paramètres mesurés aux points amont (S) et aval (T2) du rejet des eaux usées traitées montre une augmentation systématique de la conductivité et de l'azote ammoniacal. La concentration d'azote ammoniacal dans le fleuve est toujours plus élevée à l'aval éloigné qu'à l'amont du rejet depuis 2004. Cette forme réduite de l'azote est présente dans les eaux naturelles par apport d'eaux usées domestiques ou d'effluents d'élevage, par la réduction des nitrates sous l'effet de bactéries ou encore suite à la biodégradation des matières organiques azotées. Les conditions d'oxygénation de l'eau du Rhône (8,5 mg/L <[O₂] < 11,9 mg/L) ne permettent pas d'envisager la réduction des nitrates en ammonium. L'apport d'ammonium et de matière organique azotée (convertie en NH₄⁺ dans le fleuve) par le rejet explique probablement cette augmentation. Toutefois, il est impossible d'exclure formellement un apport supplémentaire d'azote réduit (N_{organique} ou N_{ammoniacal}) dans le Rhône entre R et T2.

PARAMETRES	unités	16/04/2019		16/04/2019
		S	T2	R
Débit	m ³ /s	282		0,69
Température	degré C	11,6	11,6	15,1
O2 Dissous	mg/L	11,1	11,0	4,3
pH	unités	8,3	8,3	7,9
Conductivité	µS/cm	290	301	947
MEST	mg/L	3,0	2,4	8,2
MESO	mg/L	1,4	0,8	6,6
DBO	mg/L	<2	4	7
DCO	mg/L	3	4	38
NK	mg/L	<0,2	0,4	19,1
NH₄⁺	mg/L	0,03	0,08	20,4
NO₃⁻	mg/L	3,1	3,2	23,6
PO₄³⁻	mg/L	0,007	0,007	0,20
P total	mg/L	0,01	0,01	0,38
Coliformes	ufc/100mL	2000	1200	
E. coli	NPP/100mL	38	<38	
Entérocoques	NPP/100ml	<38	<38	
Chlorures	mg/L	8,3	8,7	
Sulfates	mg/L	30,5	33,7	
Déter. anio.	µg/L	<50	<50	234
Hydro. totaux	µg/L	<50	<50	<50
Al	µg/L	58	57	<20
As	µg/L	0,8	0,9	<5
Cd	µg/L	<0,1	<0,1	<1
Cr	µg/L	0,7	0,7	<5
Cu	µg/L	2,2	3,0	6
Fe	µg/L	58	52	310
Hg	µg/L	<0,01	<0,01	<0,05
Ni	µg/L	<1	<1	20
Pb	µg/L	0,37	0,34	<2
Zn	µg/L	<2	<2	40

Tableau XVI : Caractéristiques du Rhône et du rejet en « faible » débit

CONCLUSION

Dans le cadre de la 37^{ème} année du contrôle des caractéristiques des eaux épurées du bassin versant du Lac du Bourget et de leur impact sur la qualité du Rhône, douze campagnes mensuelles de prélèvements ont été effectuées en 2019 selon les directives de l'arrêté préfectoral du 29 août 2013.

L'année 2019 se caractérise par une pluviométrie (1139,4 mm) supérieure de 14,1% à celle de l'année précédente (998,6 mm) et inférieure de 11% à la référence 1974-2004 (1280 mm). Le débit du Rhône, milieu naturel récepteur du rejet, vaut en moyenne 432 m³/s (en baisse de 8,1% par rapport à 2018 : 470 m³/s).

La qualité du rejet est stable par rapport à l'année précédente. Aucun dépassement des paramètres réglementés par l'arrêté préfectoral n'est constaté.

Selon le système d'évaluation de la qualité des eaux, le Rhône est de qualité microbiologique bonne (entérocoques) à moyenne (E. coli). En revanche, la qualité physico-chimique est quant à elle « très bonne » à « bonne » (déclassement observé pour le pH max, les MEST et le cuivre).

L'impact du rejet des eaux usées épurées du bassin versant du lac du Bourget sur la qualité du Rhône n'est pas perceptible au vu des paramètres réglementés, sauf pour l'azote ammoniacal et organique (formes réduites de l'azote présentes dans les eaux usées urbaines, domestiques et agricoles). Quel que soit le débit du Rhône, la concentration en ammonium est systématiquement supérieure à l'aval éloigné T2 par rapport à l'amont S (sauf mai où elle est équivalente). Pour certains débits « faibles » du Rhône (16 juillet et 17 septembre 2019), une dégradation significative de la qualité bactériologique est également constatée entre ces deux points.

ANNEXE I : RESULTATS BRUTS DU REJET

PARAMETRES	unités	22/01/19	19/02/19	26/03/19	16/04/19	21/05/19
Débit	m ³ /s	1,30	1,12	0,77	0,69	0,72
Température	degré C	13,4	12,8	14,3	15,1	17,1
O₂ Dissous	mg/L	4,4	5,7	5,8	4,3	4,1
pH	Unités	7,9	7,9	8,0	7,9	7,8
Conductivité	µS/cm	920	835	887	947	686
MEST	mg/L	14,0	16,0	13,6	8,2	24,0
MESO	mg/L	10,6	12,2	11,6	6,6	18,4
DBO	mg/L	12	6	12	7	12
DCO échant. brut	mg/L	49	46	52	38	37
DCO échant. filtré	mg/L	35	33	40	31	24
NK	mg/L	20,3	16,9	17,3	19,1	9,9
NO₃⁻	mg/L	17,6	19,5	21,1	23,6	24,8
P total	mg/L	0,45	0,19	0,22	0,38	0,26
NH₄⁺	mg/L	19,6	17,0	19,0	20,4	8,0
PO₄³⁻	mg/L				0,20	
Déter. anio.	µg/L				234	
Hydro. totaux	µg/L				<50	
Al	µg/L				<20	
As	µg/L				<5	
Cd	µg/L				<1	
Cr	µg/L				<5	
Cu	µg/L				6	
Fe	µg/L				310	
Hg	µg/L				<0,05	
Ni	µg/L				20	
Pb	µg/L				<2	
Zn	µg/L				40	

PARAMETRES	unités	18/06/19	16/07/19	27/08/19	17/09/19	22/10/19	19/11/19	10/12/19
Débit	m ³ /s	0,66	0,51	0,50	0,49	0,87	0,71	1,17
Température	degré C	17,9	20,4	20,5	20,8	17,7	14,4	13,3
O₂ Dissous	mg/L	3,4	2,6	3,2	3,1	3,9	5,0	6,0
pH	Unités	7,9	8,0	8,0	8,0	7,8	8,0	7,8
Conductivité	µS/cm	872	986	962	1023	687	809	635
MEST	mg/L	10,2	10,8	10,0	8,2	13,1	7,8	28,8
MESO	mg/L	7,4	8,4	7,8	8,2	9,4	6,0	21,4
DBO	mg/L	13	11	12	13	12	9	15
DCO échant. brut	mg/L	38	47	43	55	45	37	65
DCO échant. filtré	mg/L	30	35	34	36	32	28	28
NK	mg/L	16,0	22,1	16,3	20,4	13,9	17,2	13,4
NO₃⁻	mg/L	22,9	29,3	39,4	29,4	20,3	21,6	19,7
P total	mg/L	0,37	1,18	0,78	0,86	0,45	0,30	0,18
NH₄⁺	mg/L	17,6	21,5	16,3	20,4	14,2	16,8	13,4
PO₄³⁻	mg/L					0,30		
Déter. anio.	µg/L					343		
Hydro. totaux	µg/L					<50		
Al	µg/L					70		
As	µg/L					<5		
Cd	µg/L					<1		
Cr	µg/L					<5		
Cu	µg/L					10		
Fe	µg/L					640		
Hg	µg/L					<0,05		
Ni	µg/L					30		
Pb	µg/L					<2		
Zn	µg/L					80		

ANNEXE II : RESULTATS BRUTS DU RHONE

PARAMETRES	unités	22/01/2019		19/02/2019		26/03/2019		16/04/2019		21/05/2019		18/06/2019	
		S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2
Débit	m ³ /s	539		647		318		282		482		794	
Température	degré C	6,4	6,5	7,6	7,8	9,9	10,4	11,6	11,6	13,1	13,7	18,0	18,7
O₂ Dissous	mg/L	11,9	11,8	11,8	11,8	11,9	11,6	11,1	11,0	10,2	10,1	9,2	9,4
pH	Unités	8,2	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Conductivité	µS/cm	285	301	300	304	286	295	290	301	272	289	279	275
MEST	mg/L	11,6	8,0	10,2	9,8	4,6	2,8	3,0	2,4	6,2	5,6	33,6	35,0
MESO	mg/L	1,0	1,0	2,8	2,2	3,0	2,4	1,4	0,8	2,2	2,2	3,2	2,8
DBO	mg/L	2	<2	<2	2	<2	4	<2	4	2	<2	<2	<2
DCO	mg/L	2	<2	2	2	4	4	3	4	2	<2	2	2
NK	mg/L	0,2	0,5	0,3	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	0,3
NO₃⁻	mg/L	3,9	3,7	4,0	5,0	3,3	3,5	3,1	3,2	3,2	3,4	2,5	2,6
P Total	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,03
Chlorures	mg/L	11,1	10,6	10,6	11,7	8,9	9,3	8,3	8,7	7,7	8,2	7,9	8,4
Sulfates	mgSO ₄ /L	35,0	35,2	40,5	37,5	27,8	29,2	30,5	33,7	27,5	29,4	33,6	35,1
Coliformes	ufc/100 mL	730	730	280	150	160	130	2000	1200	1300	250	600	1000
E. coli	NPP/100 mL	<38	78	38	78	<38	78	38	<38	38	119	255	208
Entérocoques	NPP/100 mL	<38	<38	<38	38	38	<38	<38	<38	<38	<38	<38	38
NH₄⁺	mg/L	0,04	0,09	0,05	0,10	0,05	0,11	0,03	0,08	0,07	0,07	0,05	0,11
PO₄³⁻	mg/L							0,007	0,007				
Déter. anio.	µg/L							<50	<50				
Hydro. totaux	µg/L							<50	<50				
Al	µg/L							58	57				
As	µg/L							0,8	0,9				
Cd	µg/L							<0,1	<0,1				
Cr	µg/L							0,7	0,7				
Cu	µg/L							2,2	3,0				
Fe	µg/L							58	52				
Hg	µg/L							<0,01	<0,01				
Ni	µg/L							<1	<1				
Pb	µg/L							0,37	0,34				
Zn	µg/L							<2	<2				

PARAMETRES	unités	16/07/2019		27/08/2019		16/09/2019		22/10/2019		19/11/2019		10/12/2019	
		S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2
Débit	m ³ /s	325		423		197		554		562		675	
Température	degré C	23,0	23,7	21,5	22,1	21,2	22,3	14,1	14,5	9,7	9,5	8,7	8,4
O ₂ Dissous	mg/L	8,5	8,7	8,6	9,0	9,1	9,0	9,9	9,8	10,4	10,5	10,6	10,9
pH	Unités	8,4	8,4	8,3	8,4	8,3	8,4	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
Conductivité	µS/cm	262	277	240	256	266	275	278	294	284	291	312	336
MEST	mg/L	17,4	7,4	15,4	10,8	1,8	1,8	31,1	29,4	17,8	21,4	17,2	22,7
MESO	mg/L	1,6	1,8	1,8	1,8	1,6	1,4	3,2	2,4	2,6	2,6	3,2	1,6
DBO	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2
DCO	mg/L	3	3	<2	<2	2	2	3	3	3	4	3	3
NK	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	0,4	<0,2	<0,2	0,3	0,3	<0,2	0,2	0,3	0,3
NO ₃ ⁻	mg/L	2,2	2,3	2,0	2,8	2,4	2,3	3,8	3,8	3,3	3,3	4,6	4,8
P Total	mg/L	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03
Chlorures	mg/L	8,6	9,0	12,4	9,1	9,4	9,7	7,3	7,6	9,6	9,6	9,2	9,6
Sulfates	mgSO ₄ /L	36,5	37,2	40,5	39,5	40,8	41,5	26,8	28,4	35,2	35,1	34,1	35,5
Coliformes	ufc/100 mL	10	250	230	2600	37	750	1700	2900	440	440	3000	3500
E. coli	NPP/100 mL	<38	160	38	1049	<38	760	208	1433	305	255	1015	1673
Entérocoques	NPP/100 mL	<38	38	<38	78	<38	<38	208	471	<38	38	395	119
NH ₄ ⁺	mg/L	0,05	0,08	0,03	0,13	0,03	0,09	0,06	0,09	0,06	0,09	0,13	0,15
PO ₄ ³⁻	mg/L							0,021	0,023				
Déter. anio.	µg/L							92	<50				
Hydro. totaux	µg/L							<50	<50				
Al	µg/L							120	120				
As	µg/L							1,0	1,0				
Cd	µg/L							<0,1	<0,1				
Cr	µg/L							<0,5	<0,5				
Cu	µg/L							2,2	2,6				
Fe	µg/L							94	96				
Hg	µg/L							<0,05	<0,05				
Ni	µg/L							<1	<1				
Pb	µg/L							0,24	0,27				
Zn	µg/L							3	<2				

