

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



Suivi 2021

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. Rappel de l'étude 2020	2
II. Conditions expérimentales	4
III. Qualité du rejet	7
III.1 Caractéristiques moyennes	7
III.1.1 Débit	7
III.1.2 Analyse physico-chimique	9
III.1.3 Eléments traces métalliques	10
III.2 Evolution des paramètres sur l'année	11
III.2.1 Variabilité	11
III.2.2 Qualité du rejet en août	12
III.3 Flux de pollution	13
III.4 Comparaison avec les dispositions réglementaires au 29/08/2013	14
IV. Qualité de l'eau du Rhône	16
IV.1 Débit	16
IV.2 Caractéristiques moyennes du fleuve	17
IV.3 Qualité du Rhône en août	20
IV.4 Concentrations en métaux et micropolluants organiques	21
V. Impact du rejet	22
V.1 Comparaison des caractéristiques du milieu récepteur entre l'amont et l'aval	22
V.2 Cas du faible débit du Rhône	23
CONCLUSION	26
ANNEXES	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Localisation des points de surveillance	4
Figure 2 Embarcation radiocommandée	5
Figure 3 Pluviométrie à Voglans	6
Figure 4 Variation horaire du débit du rejet	7
Figure 5 Variations de la pluviométrie et du débit du rejet	8
Figure 6 Débit du Rhône	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I Types d'analyses réalisées	5
Tableau II Caractéristiques moyennes du rejet	9
Tableau III Concentration en métaux dans le rejet	11
Tableau IV Variabilité des différents paramètres	12
Tableau V Caractéristiques physico-chimiques du rejet au Rhône en août	13
Tableau VI Valeurs moyennes des flux de pollution	14
Tableau VII Comparaison des concentrations aux normes de l'arrêté préfectoral	15
Tableau VIII Débit du Rhône au point de rejet	16
Tableau IX Caractéristiques moyennes de l'eau du Rhône	18
Tableau X Classes de qualité des eaux de baignade	19
Tableau XI Classes de qualité physico-chimique selon les termes de la DCE	19
Tableau XII Caractéristiques physico-chimiques du Rhône en août	20
Tableau XIII Concentration en métaux dans l'eau du Rhône	21
Tableau XIV Statistiques descriptives du fleuve	22
Tableau XV Caractéristiques du Rhône et de la sortie galerie lors de la fermeture de la galerie	24
Tableau XVI Caractéristiques du Rhône et du rejet en « faible » débit	25

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
EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc, 2021

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'autorisation préfectoral de rejet, 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 Environnements, Dynamiques et Territoires de Montagne (EDYTEM) 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 Intercommunautaire pour l'Assainissement du Lac du Bourget (CISALB) à Chambéry.

Les résultats des campagnes de surveillance de l'année 2021 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) de Chambéry, Aix les Bains et Bourget du Lac, 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 2020

Dans le cadre de la 38^{ème} année du contrôle des caractéristiques des eaux usées épurées du bassin versant du Lac du Bourget et de leur impact sur la qualité du Rhône, neuf campagnes mensuelles de prélèvements ont été effectuées en 2020 selon les directives de l'arrêté préfectoral du 29 août 2013. Les campagnes de mars et avril ont été annulées en raison du confinement pour lutter contre l'épidémie de Covid-19 liée au SRAS-Cov2. Dans l'incertitude d'un danger de contamination par manipulation d'eaux usées, seule l'eau du Rhône a été échantillonnée et analysée en mai 2020.

L'année se caractérise par une pluviométrie (1065,2 mm) inférieure de 6,5% à celle de l'année 2019 (1139,4 mm) et inférieure de 16,8% à la référence 1974-2004 (1280 mm). Le débit du Rhône, milieu naturel récepteur du rejet, vaut en moyenne 426 m³/s (équivalent à celui de 2019 : 432).

Le système français d'évaluation de la qualité des eaux permet de conclure à une bonne qualité microbiologique et à une très bonne qualité physico-chimique du Rhône en amont du rejet. La teneur en cuivre dépasse toutefois la PNEC proposée par l'INERIS.

La composition physico-chimique et bactériologique du rejet est stable par rapport à l'année précédente. Aucun dépassement des paramètres réglementés par l'arrêté préfectoral n'est constaté. L'impact du rejet des eaux usées épurées n'est pas perceptible sur la qualité du Rhône au vu des paramètres réglementés, sauf pour l'azote ammoniacal NH₄⁺, dont l'augmentation de concentration à l'aval décline le Rhône de « très bonne » à « bonne » qualité physico-chimique. En période de faible débit du fleuve (campagne d'octobre 2020), il est toutefois possible d'observer une augmentation significative de certains paramètres entre S et T2, en lien avec la présence du rejet : conductivité (+5 µS/cm), ammonium (+50 µg/L), nitrates (+ 0,2 mg/L), phosphore (+ 10 µgP/L), cuivre (+ 0,73 µg/L) et nombre d'E. Coli (x 4).

A priori, le rejet n'a pas d'effet toxique sur les organismes aquatiques du Rhône. En effet, les taux de survie et d'alimentation de gammarès encagés dans le fleuve aux points S (amont du rejet) et T1 (aval proche du rejet) ne montrent pas de différence significative. Au point T1, il est intéressant de noter l'absence de contamination des organismes encagés après 21 jours

d'exposition, à l'exception d'une contamination modérée en un seul congénère des polychlorobiphényles (PCB52) et d'une contamination légère en métabolite de l'insecticide dichlorodiphényltrichloroéthane DDT (2,4'DDD).

II - CONDITIONS EXPERIMENTALES

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

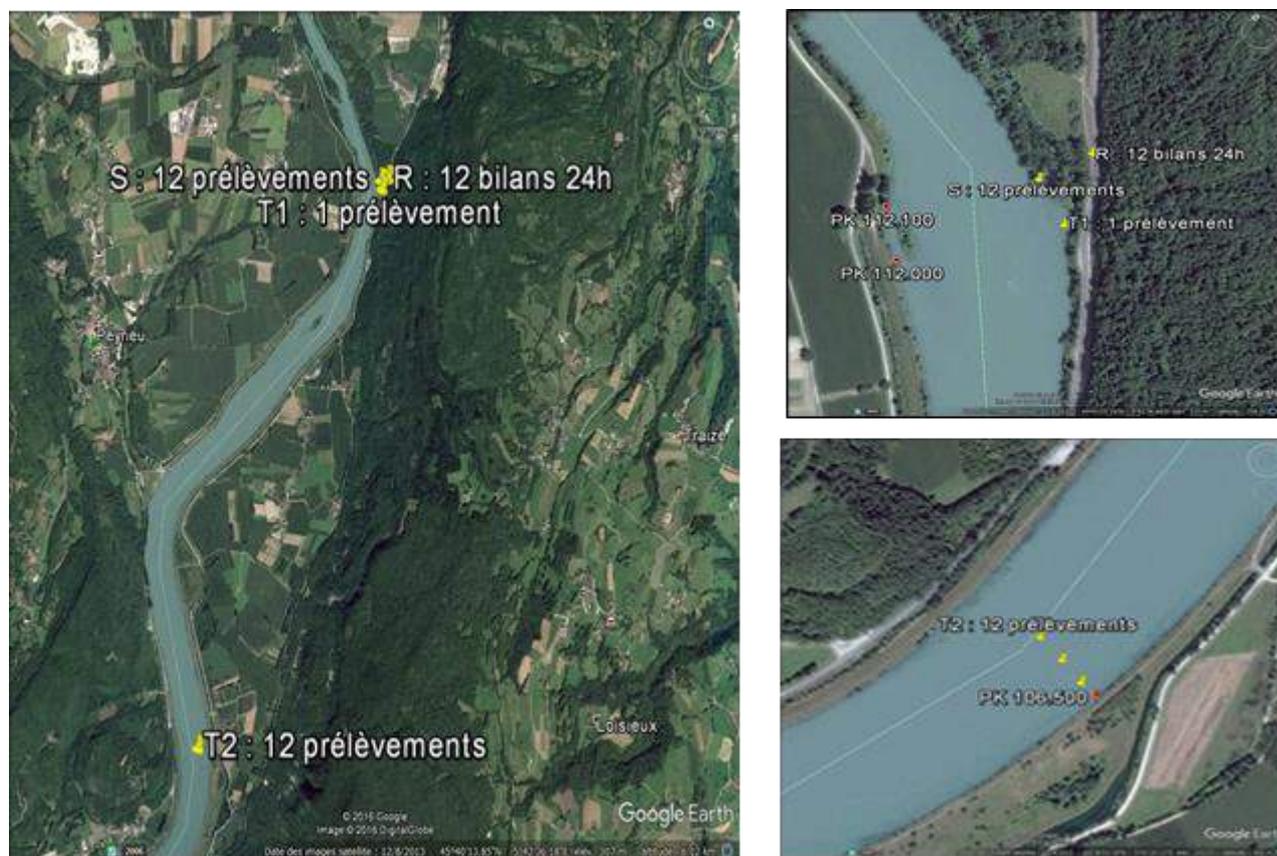


Figure 1 : Localisation des points de surveillance

Le contrôle 2021 porte sur douze campagnes mensuelles de prélèvements dans le Rhône et sur douze bilans mensuels de pollution du rejet.

Conformément à 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 ₃ /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 depuis 2014 :

- i) la contamination chimique et l'impact écotoxique du rejet sur le milieu récepteur sont évalués tous les 3 ans (soit la prochaine évaluation en 2023).
- 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 2021 (1110,7 mm) est en hausse de 4,3% par rapport à 2020 (1065,2 mm) mais toujours inférieur à 2019 (1139,4 mm). Cette valeur est également plus basse que la moyenne calculée pour les 47 dernières années ($\mu_{1974-2020} = 1231,4$ 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.

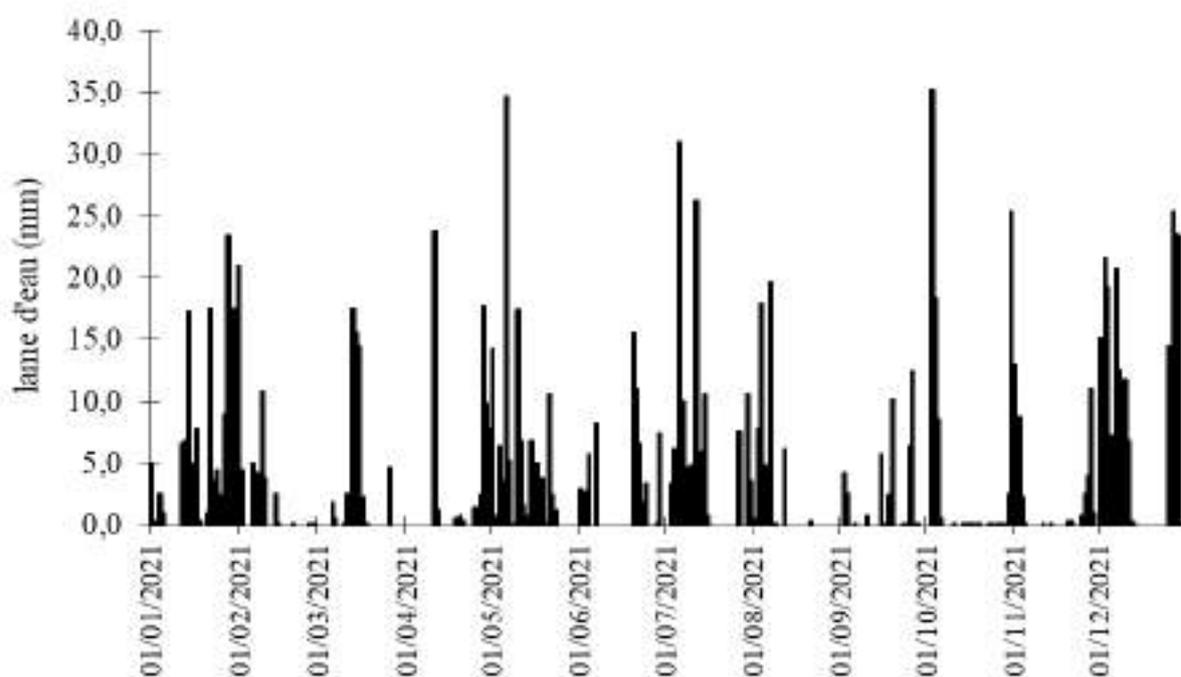


Figure 3 : Pluviométrie à Voglans (2021)

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 : $Q = 1,43.10^{-4} * h^2 + 2,45.10^{-2} * h - 1,39$.

Le débit présente généralement une valeur journalière minimale proche de $0,2-0,3 m^3.s^{-1}$ aux environs de 9h et une valeur maximale voisine de $0,8-0,9 m^3.s^{-1}$, sauf en cas d'apport d'eaux parasites suite aux précipitations météoriques comme l'illustre la figure 4 (période de temps sec les 9 et 10 avril et période de temps de pluie les 11 et 12 avril).

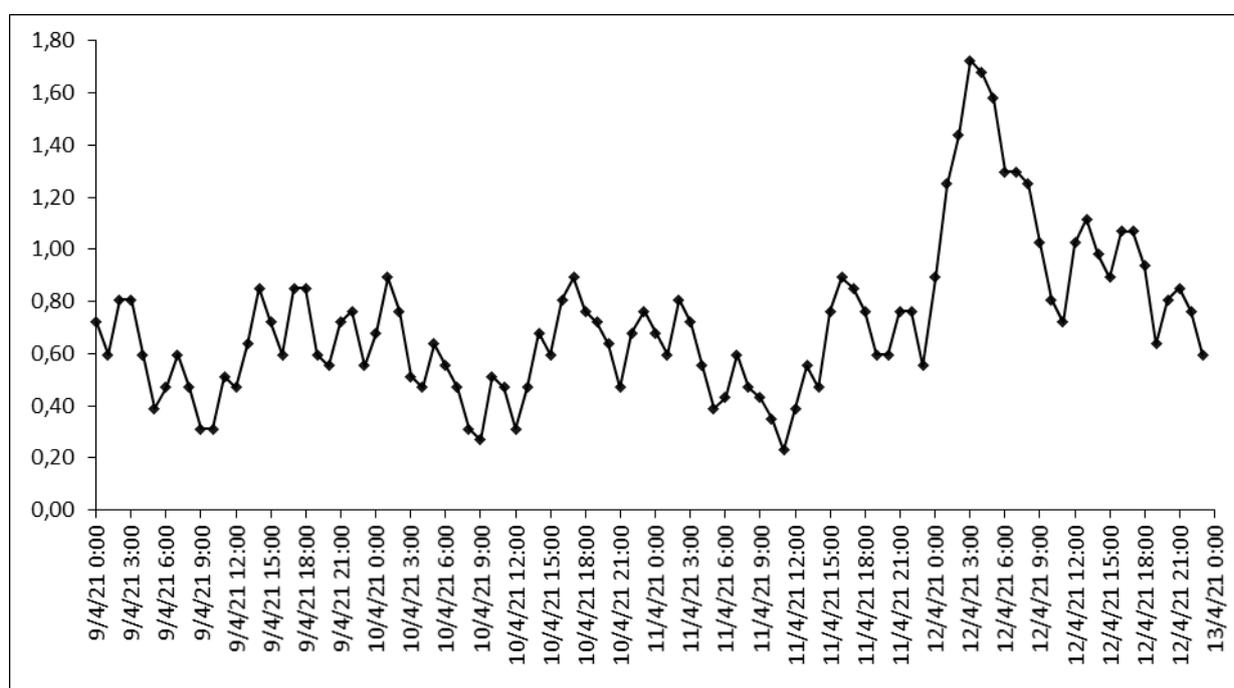


Figure 4 : Variation horaire du débit du rejet ($m^3.s^{-1}$)

Le débit moyen annuel du rejet est égal à $0,81 \text{ m}^3/\text{s}$, en hausse par rapport à 2020 ($0,71 \text{ m}^3/\text{s}$) et 2019 ($0,71 \text{ m}^3/\text{s}$), presque équivalent à 2018 ($0,79 \text{ m}^3/\text{s}$). Ce débit moyen est toujours plus faible que la valeur moyenne sur la période 1986-2020 ($0,84 \text{ m}^3/\text{s}$).

Le débit moyen des jours de contrôle en 2021 vaut $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$. Il est supérieur à ceux des années précédentes (sauf 2018 : $0,96 \text{ m}^3/\text{s}$), lié à des fortes précipitations.

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.

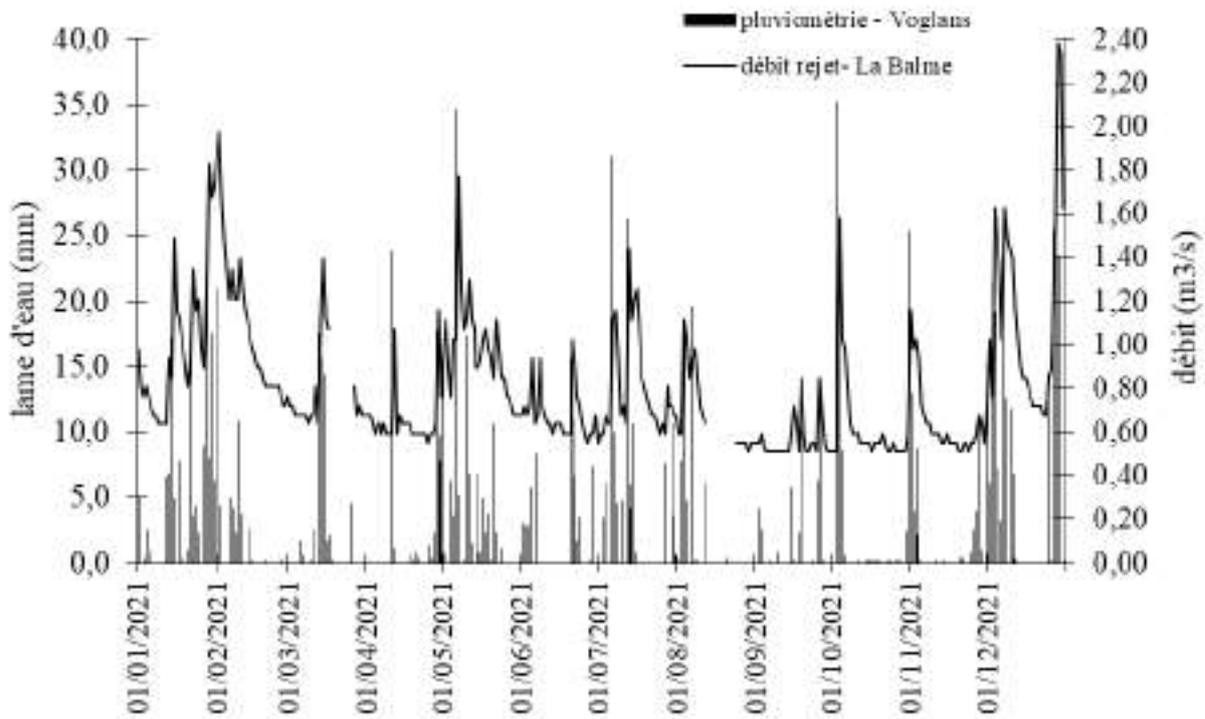


Figure 5 : Variations de la pluviométrie et du débit du rejet

III.1.2. Analyse physico-chimique

Pour chacun des douze bilans de l'année 2021, 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 2021	ECART TYPE	MINI	MAXI	MOYENNE 2020	MOYENNE 2019	MOYENNE 2018
DEBIT	m ³ /s	0,86	0,28	0,55	1,28	0,67	0,79	0,96
TEMPERATURE	degré C	15,8	3,0	12,0	19,7	16,9	16,5	16,7
O ₂ DISSOUS	mg/L	5,4	2,0	3,0	9,8	4,1	4,3	4,6
pH	unités	7,4	0,2	7,1	7,6	7,9	7,9	7,9
CONDUCTIVITE	µS/cm	843	168,3	523	1087	898	854	857
MEST	mg/L	16,5	6,9	9,0	30,0	14,2	13,7	15,0
MESO	mg/L	12,5	4,5	7,6	20,8	11,6	10,7	9,9
DBO	mg/L	11	3,1	5	17	11	11	12
DCO effluent brut	mg/L	47	5,8	37	56	50	46	43
DCO effluent filtré	mg/L	32	6,2	25	45	36	32	30
NK	mg/L	16,4	5,5	10,6	26,2	18,7	16,9	15,1
NH ₄ ⁺	mg/L	16,6	6,0	10,7	27,7	20,0	17,0	15,1
NO ₃ ⁻	mg/L	22,8	3,9	16,8	30,4	27,4	24,1	26,7
PO ₄ ³⁻ *	mg/L	0,41	/	0,26	0,55	0,52	0,25	0,46
P total	mg/L	0,41	0,29	0,06	0,88	0,51	0,47	0,54
DET. ANIO. *	µg/L	229	/	192	266	247	288	229
HYD. TOTAUX *	µg/L	<50	/	<50	<50	60	<50	<50
Coliformes **	ufc/100mL	/	/	/	/	/	/	75000
E. coli **	NPP/100 mL	/	/	/	/	/	/	304500
Entérocoques **	NPP/100 mL	/	/	/	/	/	/	11202
*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 depuis 2019 conformément à l'arrêté préfectoral n° 2016- modifiant l'arrêté préfectoral n° 2013-840 du 29 août 2013.

L'effluent est alcalin (7,4) et relativement minéralisé (conductivité = 843 µS/cm). L'eau est moyennement oxygénée sans être anoxique. La pollution particulaire comporte 76% 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 50 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) est donné par le rapport DBO/DCO=23%. Il est dans l'intervalle de ceux des années précédentes (22 à 28%). En absence de traitement de dénitrification, 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 (22,8 mgNO₃⁻/L). La micropollution organique, réglementée dans le cadre du suivi par deux familles de molécules (hydrocarbures totaux et détergents anioniques), reste faible. La concentration en hydrocarbures totaux (selon la méthode analytique normalisée NF EN ISO 9377-2) est inférieure à la limite de quantification lors des deux prélèvements d'avril et octobre. 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 évolution du rejet entre 2020 et 2021, le test statistique de Student avec variances inconnues mais supposées égales pour petits échantillons est réalisé. Il permet 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%, sauf pour le pH (moyenne 2020 = 7,9 ; moyenne 2021 = 7,4). La qualité physico-chimique du rejet est 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 20 avril et 19 octobre 2021 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 uniquement dans celui d'octobre.

La concentration en fer (380 et 470 µg/L) reste comparable à celles mesurées les années précédentes. Elle est due à l'utilisation de sels de fer pour le traitement de coagulation des

MES à l'usine de dépollution de Chambéry. Cette valeur de fer total correspond à une fraction particulaire d'hydroxydes ferriques.

Les concentrations en zinc et aluminium 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 modifié par l'arrêté du 24/08/2017 (respectivement 0,150 mg/L et 0,2 mg/L).

		20/04/2021	19/10/2021
Al	µg/L	<20	20
As	µg/L	<5	<5
Cd	µg/L	<1	<1
Cr	µg/L	<5	<5
Cu	µg/L	21	9
Fe	µg/L	380	470
Hg	µg/L	<0,1	<0,1
Ni	µg/L	24	20
Pb	µg/L	<2	<2
Zn	µg/L	76	33

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, l'oxygène dissous, les MESO et les ammoniums.

paramètre	CV	paramètre	CV	paramètre	CV
Débit	32	DCO brut	12	NK	33
pH	2	DCO filtré	19	NO ₃ ⁻	17
Conductivité	20	DBO	27	NH ₄ ⁺	36
Température	19	MEST	42	P total	71
O ₂ Dissous	37	MESO	36		

Tableau IV : Variabilité des différents paramètres

III.2.2 Qualité du rejet en août

La qualité physico-chimique du rejet le 24 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). La concentration en composés carbonés, azotés et phosphorés est supérieure en août par rapport à la moyenne 2021, de même que la conductivité électrique de l'eau, probablement en l'absence d'une dilution de l'effluent rejeté dans la galerie (pas d'eaux d'infiltration en raison d'un temps sec du 13 au 24 août).

Les valeurs des paramètres globaux de quantification de la pollution (DCO, DBO et MESO) traduisent un rejet de bonne qualité en période estivale.

Paramètres	24/08/2021	Moyenne année 2021 (août exclus)
Débit (m ³ /s)	0,57	0,89
Température (degré C)	19,4	15,5
O ₂ dissous (mg/L)	3,0	5,6
pH (unité)	7,6	7,4
Conductivité (µS/cm)	996	829
MEST (mg/L)	13,4	16,8
MESO (mg/L)	10,8	12,7
DBO ₅ (mg/L)	11	11
DCO brute (mg/L)	52	46
DCO filtrée (mg/L)	40	32
NK (mg/L)	18,4	16,2
NO ₃ ⁻ (mg/L)	25,4	22,6
NH ₄ ⁺ (mg/L)	18,6	16,4
P total (mg/L)	0,74	0,38

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 2021 et des flux moyens 1997-2020 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 2021 sont supérieurs à ceux de 2020. Cette augmentation est liée à un débit moyen des jours de contrôle en 2021 (0,86 m³/s) supérieur à 2020 (0,67 m³/s) bien que les moyennes 2021 de la plupart des paramètres soient plus basses (sauf MEST et MESO). Les

flux en phosphore, phosphates, détergents anioniques et hydrocarbures totaux sont équivalents.

PARAMETRES	FLUX (kg/j)	FLUX (kg/j)	FLUX moyen (kg/j)
	2021	2020	1997-2020
MEST	1226	822	1711
MESO	929	672	1745
DBO (kg O ₂ /j)	817	637	1419
DCO (kg O ₂ /j)	3492	2894	4731
NK (kg N/j)	1219	1083	1262
NO₃⁻ (kg NO ₃ ⁻ /j)	1694	1586	1154
NH₄⁺ (kg NH ₄ ⁺ /j)	1233	1158	
P total (kg P/j)	30	30	80
PO₄³⁻ * (kg P/j)	30	30	
<i>Détergents anioniques *</i>	17	14	
<i>Hydrocarbures totaux *</i>	<4	3	

(* 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 2021.

	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			
19/01/21	60730	10,2	11	37	14,8
16/02/21	65395	14,4	9	40	13,0
16/03/21	95859	29,2	12	50	10,6
20/04/21	38701	12,4	16	50	18,3
18/05/21	62611	14,5	5	48	10,9
22/06/21	61374	19,8	11	45	14,0
13/07/21	86888	30,0	17	45	12,3
24/08/21	35842	13,4	11	52	18,4
21/09/21	39031	9,0	11	49	21,3
19/10/21	36562	19,6	12	56	26,2
16/11/21	37036	14,0	10	48	25,2
07/12/21	69360	11,8	12	38	11,6

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 du Rhône autour de la moyenne annuelle enregistré à la station de Brens (données CNR).

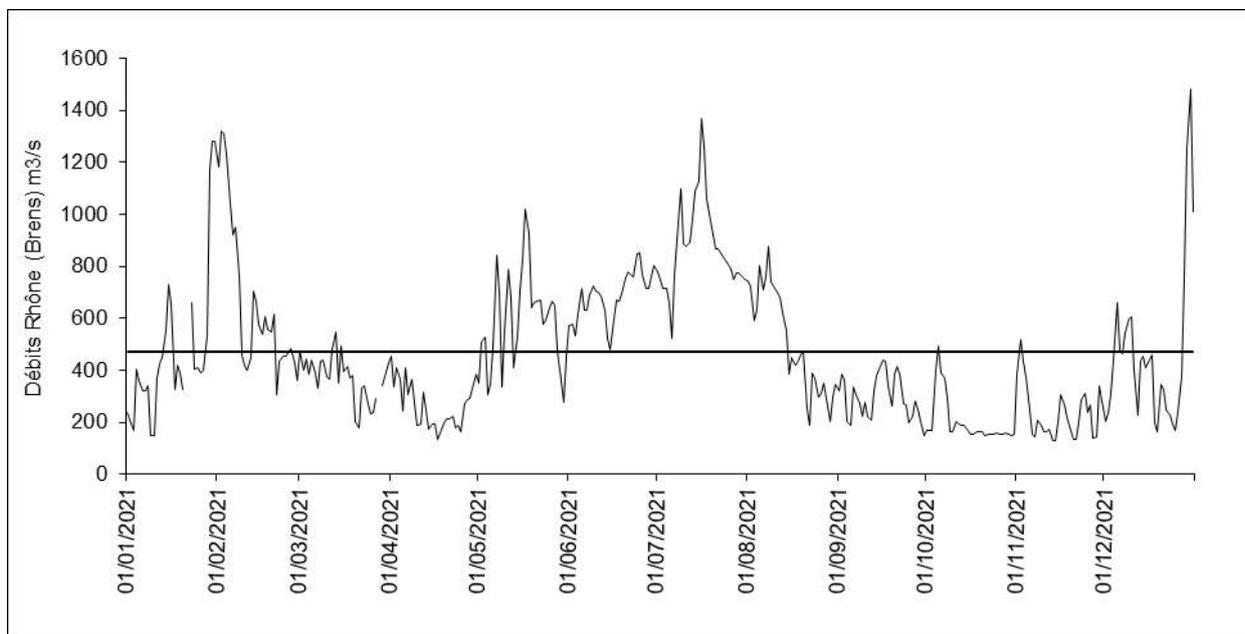


Figure 6 : Débit du Rhône à la station de Brens (2021)

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 518 m³/s, supérieure à la moyenne annuelle 2021 (469 m³/s). Le débit moyen annuel est équivalent à celui de 2018 (470 m³/s) et supérieur à ceux de 2020 (426 m³/s), de 2019 (432 m³/s) et 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)
19/01/21	415	476	13/07/21	1130	878
16/02/21	598	666	24/08/21	346	507
16/03/21	304	371	21/09/21	435	297
20/04/21	230	264	19/10/21	160	200
18/05/21	960	586	16/11/21	356	237
22/06/21	729	685	07/12/21	552	462

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 DCE des cours d'eau pour les paramètres physico-chimiques généraux,
- directive 2006/7/CE pour les paramètres bactériologiques.

Pour les paramètres bactériologiques, en se référant aux classes de qualité des eaux de baignade selon la directive 2006/7/CE (tableau X), le Rhône est de **qualité insuffisante en S et T2**.

Pour les matières en suspension (MEST), le fleuve est en **état moyen en S et T2** (circulaire DCE n° 2005-12 du 28/07/2005 ; bon état MEST (mg/L) =]15 - 35]).

Pour les autres paramètres physico-chimiques mesurés en S et T2, le Rhône est en **très bon état** ou **bon état** (NH_4^+ en T2, pH max en S et T2) selon les critères de la DCE (tableau XI).

PARAMETRES	unités		MOYENNE 2021	écart-type	minimum	maximum		MOYENNE 2020	MOYENNE 2019	MOYENNE 2018
TEMPERATURE	degré C	S	12,8	5,2	6,1	20,1	S	14,4	13,7	14,6
		T2	13,1	5,5	5,9	20,8	T2	14,8	14,1	14,9
O ₂ DISSOUS	mg/L	S	11,2	1,5	9,0	13,2	S	10,0	10,3	10,3
		T2	11,0	1,6	8,9	12,9	T2	10,0	10,3	10,4
pH	unités	S	8,2	0,1	8,0	8,4	S	8,1	8,3	8,2
		T2	8,2	0,1	8,1	8,5	T2	8,1	8,3	8,2
CONDUCTIVITE	µs/cm	S	296	19,8	265	338	S	275	280	274
		T2	307	21,9	277	358	T2	285	291	284
MEST	mg/L	S	48,9	76,2	1,6	263,7	S	12,7	14,2	40,6
		T2	35,9	43,7	2,0	140,3	T2	10,5	13,1	50,3
MESO	mg/L	S	3,3	2,7	1,0	9,0	S	2,2	2,3	3,4
		T2	3,3	2,6	0,6	9,1	T2	2,1	1,9	3,1
DBO	mg/L	S	2	1,7	<2	7	S	<2	<2	3
		T2	<2	0,5	2	9	T2	<2	<2	2
DCO	mg/L	S	4	1,9	<2	8	S	3	3	3
		T2	4	2,1	2	9	T2	3	3	3
NK	mg/L	S	0,2	0,08	<0,2	0,4	S	0,2	<0,2	0,2
		T2	0,3	0,12	<0,2	0,5	T2	0,2	0,3	0,3
NO ₃ ⁻	mg/L	S	3,2	0,8	2,2	4,3	S	3,1	3,2	2,9
		T2	3,3	0,8	2,2	4,3	T2	3,1	3,4	3,0
NH ₄ ⁺	mg/L	S	0,05	0,02	0,02	0,09	S	0,05	0,05	0,05
		T2	0,14	0,07	0,06	0,31	T2	0,11	0,10	0,11
P total	mg/L	S	0,02	0,01	0,01	0,05	S	0,02	0,02	0,02
		T2	0,02	0,01	0,01	0,06	T2	0,02	0,02	0,02
Chlorures	mg/L	S	9,7	2,5	5,3	13,8	S	9,1	9,3	8,6
		T2	10,2	2,7	5,6	15,1	T2	9,4	9,3	9,2
Sulfates	mgSO ₄ /L	S	32,6	8,9	16,2	44,1	S	37,1	34,1	32,9
		T2	34,1	8,6	17,1	44,4	T2	37,5	34,8	35,5
COLIFORMES	ufc/100 mL	S	4502	6279	100	16000	S	625	874	778
		T2	3432	4421	32	12000	T2	1023	1158	2651
E. COLI	NPP/100 mL	S	1738	3199	<38	11162	S	272	170	1041
		T2	1864	2936	<38	10146	T2	270	493	2077
ENTEROCOQUES	NPP/100 mL	S	718	1471	<38	5205	S	56	74	331
		T2	464	913	<38	3140	T2	80	80	424

Tableau IX : Caractéristiques moyennes de l'eau du Rhône

Paramètre	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante	Méthodes de référence pour l'analyse
Entérocoques intestinaux (UFC/100ml)	200 *	400 *	330 **	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	500 *	1000 *	900 **	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1

* Evaluation au 95^e percentile.

** Evaluation au 90^e percentile.

Tableau X : Classes de qualité des eaux de baignade selon la directive 2006/7/CE du 15/02/2006

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

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

IV.3. Qualité du Rhône en août

Paramètres	24/08/2021		Moyenne 2021 (sauf août)	
	S	T2	S	T2
Débit (m ³ /s)	346		534	
Température (degré C)	20,1	20,8	12,1	12,4
O ₂ dissous (mg/L)	9,0	9,0	11,4	11,1
pH (unité)	8,1	8,1	8,2	8,2
Conductivité (µS/cm)	298	297	296	307
MEST (mg/L)	19,4	11,4	51,6	38,2
MESO (mg/L)	1,6	1,8	3,4	3,4
DBO ₅ (mg/L)	<2	<2	3	<2
DCO (mg/L)	3	2	4	4
NK (mg/L)	<0,2	0,3	0,2	0,3
NO ₃ ⁻ (mg/L)	3,1	2,9	3,2	3,3
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,03	0,09	0,05	0,14
P total (mg/L)	0,01	0,01	0,03	0,03
Chlorures (mg/L)	8,8	9,1	9,7	10,3
Sulfates (mgSO ₄ /L)	40,4	41,7	31,9	33,4
Coliformes (ufc/100mL)	420	230	4873	3723
E. coli (NPP/100mL)	163	78	1881	2026
Entérocoques (NPP/100mL)	38	<38	780	504

Tableau XII : Caractéristiques physico-chimiques du Rhône en août

Les valeurs des différents paramètres mesurés sont plus basses ou comparables à celles de la moyenne annuelle à l'exception des sulfates et de la température (plus élevée en août entraînant une moins bonne solubilité des gaz donc une concentration plus faible en oxygène dissous). La qualité microbiologique 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 XIII.

		20/04/2021		19/10/2021	
		S	T2	S	T2
Al	µg/L	17,0	8,0	48,0	210,0
As	µg/L	1,15	1,10	1,24	1,38
Cd	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cr	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cu	µg/L	2,01	2,46	2,80	3,92
Fe	µg/L	25,6	23,3	47,0	227,0
Hg	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ni	µg/L	<1	<1	<1	1,0
Pb	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	0,53
Zn	µg/L	<2	<2	<2	2,7

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

Les valeurs en fer et aluminium correspondent vraisemblablement à la présence de colloïdes et particules d'hydroxydes de fer et d'argiles alumino-silicatés. Dans un échantillon d'eau naturelle non filtrée, la plus grande partie de l'aluminium se présente en effet 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 particulaires oxydées de ce métal (de type $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hydraté).

Les eaux du Rhône sont en bon état chimique au sens de la DCE (directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008 modifiée par la directive 2013/39/UE du 12/08/2013).

Pour les substances non définies dans la directive, les concentrations sont comparées aux valeurs de référence disponibles sur le site de l'INERIS (<https://substances.ineris.fr>).

Pour l'arsenic, la Concentration Maximale Acceptable dans l'eau ($1,37\mu\text{g/L}$) n'est atteinte qu'en T2 dans le prélèvement d'octobre. En revanche, la concentration en cuivre (en S comme en T2) dépasse la valeur de $1,6\mu\text{g/L}$, PNEC (valeur de concentration sans effet probable sur l'environnement) chronique en eau douce (<https://substances.ineris.fr/fr/substance/683>).

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 NH_4^+ (tableau XIV).

La différence observée pour NH_4^+ est systématique entre S et T2 (sauf en mai où les concentrations sont égales), la concentration en T2 est toujours supérieure.

Paramètres	unités	S		T2	
		moyenne	écart-type	moyenne	écart-type
Température	degré C	12,8	5,2	13,1	5,5
O ₂ Dissous	mg/L	11,2	1,5	11,0	1,6
pH	unités	8,2	0,1	8,2	0,1
Conductivité	µS/cm	296	19,8	307	21,9
MEST	mg/L	48,9	76,2	35,9	43,7
MESO	mg/L	3,3	2,7	3,3	2,6
DBO	mg/L	2	1,7	<2	0,5
DCO	mg/L	4	1,9	4	2,1
NK	mg/L	0,2	0,08	0,3	0,12
NO ₃ ⁻	mg/L	3,2	0,8	3,3	0,8
NH ₄ ⁺	mg/L	0,05	0,02	0,14	0,07
P Total	mg/L	0,02	0,01	0,02	0,01
Chlorures	mg/L	9,7	2,5	10,2	2,7
Sulfates	mg/L	32,6	8,9	34,1	8,6
Coliformes	ufc/100 mL	4502	6279	3432	4421
E. coli	NPP/100 mL	1738	3199	1864	2936
Entérocoques	NPP/100 mL	718	1471	464	913

Tableau XIV : 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, 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 579 fois par l'eau du Rhône, facteur de dilution plus faible que ceux de 2020 (1:600), 2019 (1:608) et 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 20 avril 2021 a été réalisée en période de faible débit du Rhône (230 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 (rapport de débit de 1:390). Les caractéristiques du rejet (R) et de l'eau du Rhône aux points amont (S), aval proche (T1) et aval éloigné (T2) sont présentées dans le tableau XVI.

De l'amont (S) à l'aval éloigné (T2) du point de déversement des eaux usées épurées (R), on observe une augmentation significative de la température (+1,2 °C), de la conductivité (+6 µS/cm), de l'ammonium (+80 µg/L), des nitrates (+0,4 mg/L), du cuivre (+0,45 µg/L), des MEST et MESO (+0,4 mg/L et +0,6 mg/L). En parallèle, on observe une diminution de l'arsenic, de l'aluminium et du fer (-0,05, -9 et -2,3 µg/L respectivement).

L'augmentation de température et probablement aussi la diminution du fer et de l'aluminium sont à rapprocher d'un écoulement moins rapide et moins turbulent à l'aval favorisant la décantation des particules (y-compris les colloïdes minéraux riches en hydroxydes et oxydes de Fe et Al) et l'augmentation de la température.

L'augmentation des autres paramètres peut vraisemblablement s'expliquer par les apports des eaux usées épurées rejetées en R (l'augmentation est plus significative en T1 et correspond à des valeurs plus élevées mesurées dans le rejet R). Ceci est particulièrement visible pour la concentration d'azote ammoniacal dans le fleuve, toujours plus élevée à l'aval éloigné T2 qu'à l'amont S 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 (8,9 mg/L

<[O₂] < 13,2 mg/L) ne permettent en effet pas d'envisager la réduction des nitrates en ammonium. L'apport d'ammonium et de matière organique azotée (convertie ultérieurement en NH₄⁺ dans le fleuve) par le rejet des eaux usées épurées explique probablement cette augmentation.

Lors de la fermeture de la galerie du 18 au 26 mars (pour vérification et travaux), des prélèvements instantanés ont été réalisés le 25 mars aux points R, S et T2. Le débit du Rhône était de 240 m³/s et la hauteur d'eau claire (infiltrée) dans la galerie d'environ 9 cm (débit non calculable).

	conductivité (μS/cm)	pH	absorbance 254 nm (estimation de la matière organique dissoute)	Ammonium (mg NH ₄ ⁺ /L)
S	336	8,2	0,030	0,03
T2	347	8,2	0,028	0,03
R	362	8,0	0,020	0,02

Tableau XV : Caractéristiques du Rhône (S et T2) et de l'eau en sortie galerie(R) en absence du rejet des eaux usées épurées

La conductivité, le pH et l'absorbance à 254 nm (estimation de la concentration de la matière organique dissoute) sont comparables pour les trois points échantillonnés et correspondent à celles mesurées dans des eaux naturelles (tableau XV). Elles confirment donc l'absence d'apport polluant via le point R. La concentration en ion ammonium est plus faible dans l'eau prélevée en R (eaux d'infiltrations dans le massif de l'Epine, drainées par la galerie) que dans le fleuve. Les valeurs de concentration de cet ion dans l'eau du Rhône sont alors équivalentes aux points S et T2. L'hypothèse d'un impact quantifiable du rejet des eaux usées épurées du bassin versant du Lac du Bourget sur la qualité du Rhône pour ce paramètre semble donc vraisemblable.

PARAMETRES	unités	20/04/2021			20/04/2021 R
		S	T1	T2	
Débit	m ³ /s		230		0,59
Température	degré C	11,8	11,8	13,0	15,6
O2 Dissous	mg/L	11,4	11,0	11,6	3,7
pH	unités	8,3	8,1	8,5	7,5
Conductivité	µS/cm	308	391	314	928
MEST	mg/L	1,6	4,0	2,0	12,4
MESO	mg/L	1,0	3,8	1,6	10,4
DBO	mg/L	<2	6	2	16
DCO	mg/L	2	6	2	50
NK	mg/L	<0,2	2,7	0,3	18,3
NH₄⁺	mg/L	0,02	1,3	0,10	19,2
NO₃⁻	mg/L	3,4	5,6	3,8	30,4
PO₄³⁻	mg/L	<0,005	0,031	0,007	0,26
P total	mg/L	0,02	0,05	0,02	0,47
Coliformes	ufc/100mL	100	4600	32	
E. coli	NPP/100mL	<38	2041	<38	
Entérocoques	NPP/100ml	<38	299	<38	
Chlorures	mg/L	10,5	23,2	10,8	
Sulfates	mg/L	41,8	40,1	39,2	
Déter. anio.	µg/L	<50	133	<50	192
Hydro. totaux	µg/L	<50	<50	<50	<50
Al	µg/L	17,0	13,0	8,0	<20
As	µg/L	1,15	1,03	1,10	<5
Cd	µg/L	<0,1	0,26	<0,1	<1
Cr	µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<5
Cu	µg/L	2,01	6,07	2,46	21
Fe	µg/L	25,6	79,0	23,3	380
Hg	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
Ni	µg/L	<1	5,5	<1	24
Pb	µg/L	<0,2	0,82	<0,2	<2
Zn	µg/L	<2	7,0	<2	76

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

CONCLUSION

Dans le cadre de la 39^{ème} année du contrôle des caractéristiques des eaux usées 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 2021 selon les directives de l'arrêté préfectoral du 29 août 2013.

L'année se caractérise par une pluviométrie (1110,7 mm) légèrement supérieure (4,3%) à celle de l'année 2020 (1065,2 mm) et inférieure de 13,2% à la référence 1974-2004 (1280 mm). Le débit du Rhône, milieu naturel récepteur du rejet, vaut en moyenne 469 m³/s (équivalent à celui de 2018 : 470 m³/s).

Le système français d'évaluation de la qualité des eaux permet de conclure à une qualité microbiologique insuffisante du Rhône en amont du rejet. En revanche, sa qualité physico-chimique est très bonne pour la plupart des paramètres suivis (à l'exception d'un bon état pour le pH et un état moyen pour les MEST). Seule la teneur en cuivre dépasse la "concentration prédite sans effet" (PNEC) proposée par l'INERIS.

La composition physico-chimique des eaux usées épurées prélevées au point de rejet (sortie de la galerie de l'Épine) est stable par rapport à l'année précédente. Aucun dépassement des paramètres réglementés par l'arrêté préfectoral n'est constaté. L'impact des eaux usées épurées n'est pas perceptible sur la qualité du Rhône au vu des paramètres réglementés, sauf pour l'azote ammoniacal. En effet, l'augmentation de la concentration de NH₄⁺ à l'aval éloigné T2 est systématique et statistiquement significative. De plus, elle conduit au déclassement de la qualité physico-chimique du Rhône de « très bonne » à « bonne ».

La campagne de suivi en avril 2021, réalisée en période de faible débit du fleuve (230 m³/s), met aussi en évidence l'impact du rejet sur la qualité physico-chimique du Rhône avec l'augmentation entre S (amont rejet) et T2 (aval éloigné) de l'ammonium (+0,08 mg/L), de la conductivité électrique (+6 µS/cm) et dans une moindre mesure des nitrates (+ 0,4 mg/L) et du cuivre (+ 0,45 µg/L).

ANNEXE I : RESULTATS BRUTS DU REJET

PARAMETRES	unités	19/01/21	16/02/21	16/03/21	20/04/21	18/05/21
Débit	m ³ /s	0,95	0,98	1,28	0,59	1,06
Température	degré C	12,0	12,5	12,4	15,6	14,4
O₂ Dissous	mg/L	6,6	6,2	7,2	3,7	6,0
pH	Unités	7,6	7,5	7,4	7,5	7,3
Conductivité	µS/cm	776	761	523	928	802
MEST	mg/L	10,2	14,4	29,2	12,4	14,5
MESO	mg/L	8,0	9,8	20,8	10,4	12,2
DBO	mg/L	11	9	12	16	5
DCO échant. brut	mg/L	37	40	50	50	48
DCO échant. filtré	mg/L	28	30	25	31	30
NK	mg/L	14,8	13,0	10,6	18,3	10,9
NO₃⁻	mg/L	22,5	21,8	19,2	30,4	24,3
P total	mg/L	0,17	0,16	0,07	0,47	0,20
NH₄⁺	mg/L	13,4	13,1	10,7	19,2	11,3
PO₄³⁻	mg/L				0,26	
Déter. anio.	µg/L				192	
Hydro. totaux	µg/L				<50	
Al	µg/L				<20	
As	µg/L				<5	
Cd	µg/L				<1	
Cr	µg/L				<5	
Cu	µg/L				21	
Fe	µg/L				380	
Hg	µg/L				<0,1	
Ni	µg/L				24	
Pb	µg/L				<2	
Zn	µg/L				76	

PARAMETRES	unités	22/06/21	13/07/21	24/08/21	21/09/21	19/10/21	16/11/21	07/12/21
Débit	m ³ /s	0,89	1,22	0,57	0,55	0,55	0,58	1,10
Température	degré C	19,7	18,5	19,4	19,3	17,7	15,3	12,6
O₂ Dissous	mg/L	4,1	6,1	3,0	3,2	4,2	4,4	9,8
pH	Unités	7,1	7,1	7,6	7,6	7,5	7,5	7,4
Conductivité	µS/cm	762	698	996	968	1087	1071	739
MEST	mg/L	19,8	30,0	13,4	9,0	19,6	14,0	11,8
MESO	mg/L	15,2	19,8	10,8	7,6	15,9	12,0	7,8
DBO	mg/L	11	17	11	11	12	10	12
DCO échant. brut	mg/L	45	45	52	49	56	48	38
DCO échant. filtré	mg/L	35	26	40	37	45	35	26
NK	mg/L	14,0	12,3	18,4	21,3	26,2	25,2	11,6
NO₃⁻	mg/L	17,0	21,9	25,4	26,1	23,3	25,4	16,8
P total	mg/L	0,50	0,30	0,74	0,56	0,79	0,88	0,06
NH₄⁺	mg/L	13,4	11,0	18,6	21,5	27,7	26,4	12,3
PO₄³⁻	mg/L					0,55		
Déter. anio.	µg/L					266		
Hydro. totaux	µg/L					<50		
Al	µg/L					20		
As	µg/L					<5		
Cd	µg/L					<1		
Cr	µg/L					<5		
Cu	µg/L					9		
Fe	µg/L					470		
Hg	µg/L					<0,1		
Ni	µg/L					20		
Pb	µg/L					<2		
Zn	µg/L					33		

ANNEXE II : RESULTATS BRUTS DU RHONE

PARAMETRES	unités	19/01/2021		16/02/2021		16/03/2021		20/04/2021		18/05/2021		22/06/2021	
		S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2
Débit	m ³ /s	415		598		304		230		960		729	
Température	degré C	6,1	5,9	7,1	7,3	8,4	8,6	11,8	13,0	12,1	12,0	18,1	18,8
O₂ Dissous	mg/L	12,7	12,9	12,5	12,9	12,4	12,6	11,4	11,6	10,9	10,9	9,4	9,2
pH	Unités	8,4	8,3	8,1	8,1	8,3	8,2	8,3	8,5	8,2	8,2	8,1	8,1
Conductivité	µS/cm	303	321	281	299	292	303	308	314	293	296	265	277
MEST	mg/L	5,3	3,8	8,8	7,2	5,2	4,0	1,6	2,0	76,8	78,0	114,2	82,3
MESO	mg/L	1,2	0,6	1,8	2,0	1,8	2,0	1,0	1,6	7,0	9,1	6,0	6,9
DBO	mg/L	2	<2	<2	<2	4	3	<2	2	4	<2	<2	<2
DCO	mg/L	2	2	2	2	4	4	2	2	4	4	2	2
NK	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,3	<0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
NO₃⁻	mg/L	4,3	4,3	3,5	3,6	3,4	3,5	3,4	3,8	2,5	2,6	2,2	2,2
P Total	mg/L	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Chlorures	mg/L	13,8	14,7	10,0	10,4	9,9	10,6	10,5	10,8	5,3	5,6	7,4	7,6
Sulfates	mgSO ₄ /L	30,7	33,5	30,6	32,1	32,8	39,8	41,8	39,2	16,2	17,1	32,5	33,6
Coliformes	ufc/100 mL	530	590	430	150	900	1400	100	32	16000	12000	7000	6900
E. coli	NPP/100 mL	255	255	78	163	255	350	<38	<38	3926	4600	2041	2505
Entérocoques	NPP/100 mL	255	38	78	78	160	38	<38	<38	1433	1228	431	450
NH₄⁺	mg/L	0,05	0,11	0,05	0,10	0,05	0,15	0,02	0,10	0,07	0,07	0,05	0,11
PO₄³⁻	mg/L							<0,005	0,007				
Déter. anio.	µg/L							<50	<50				
Hydro. totaux	µg/L							<50	<50				
Al	µg/L							17,0	8,0				
As	µg/L							1,15	1,10				
Cd	µg/L							<0,1	<0,1				
Cr	µg/L							<0,5	<0,5				
Cu	µg/L							2,01	2,46				
Fe	µg/L							25,6	23,3				
Hg	µg/L							<0,05	<0,05				
Ni	µg/L							<1	<1				
Pb	µg/L							<0,2	<0,2				
Zn	µg/L							<2	<2				

PARAMETRES	unités	13/07/2021		24/08/2021		21/09/2021		19/10/2021		16/11/2021		07/12/2021	
		S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2	S	T2
Débit	m ³ /s	1130		346		435		160		356		552	
Température	degré C	18,7	19,5	20,1	20,8	18,8	19,4	14,5	15,3	10,2	10,0	7,1	6,6
O ₂ Dissous	mg/L	9,3	8,9	9,0	9,0	9,8	9,3	11,1	10,4	13,0	11,6	13,2	12,1
pH	Unités	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1	8,1	8,0	8,1	8,1	8,1	8,0	8,2
Conductivité	µS/cm	274	291	298	297	281	282	304	316	315	324	338	358
MEST	mg/L	263,7	140,3	19,4	11,4	32,0	27,0	3,6	18,6	7,0	5,4	49,0	51,3
MESO	mg/L	9,0	5,2	1,6	1,8	2,8	1,6	2,0	2,0	1,0	1,6	4,2	4,7
DBO	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3	<2	7	<2
DCO	mg/L	4	4	3	2	5	5	<2	2	5	4	8	9
NK	mg/L	0,2	<0,2	<0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4
NO ₃ ⁻	mg/L	2,3	2,3	3,1	2,9	2,3	2,4	3,5	3,7	4,0	4,0	4,2	4,3
P Total	mg/L	0,04	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
Chlorures	mg/L	7,2	7,5	8,8	9,1	8,6	9,3	10,2	10,8	10,4	10,7	13,7	15,1
Sulfates	mgSO ₄ /L	28,4	30,7	40,4	41,7	36,1	36,8	40,5	41,1	44,1	44,4	17,5	19,0
Coliformes	ufc/100 mL	15000	3200	420	230	1100	1500	180	980	360	2200	12000	12000
E. coli	NPP/100 mL	1962	1859	163	78	740	305	38	1354	204	725	11162	10146
Entérocoques	NPP/100 mL	725	403	38	<38	208	38	<38	<38	<38	78	5205	3140
NH ₄ ⁺	mg/L	0,03	0,06	0,03	0,09	0,06	0,17	0,03	0,31	0,06	0,18	0,09	0,19
PO ₄ ³⁻	mg/L							0,016	0,018				
Déter. anio.	µg/L							<50	<50				
Hydro. totaux	µg/L							<50	<50				
Al	µg/L							48,0	210,0				
As	µg/L							1,24	1,38				
Cd	µg/L							<0,1	<0,1				
Cr	µg/L							<0,5	<0,5				
Cu	µg/L							2,80	3,92				
Fe	µg/L							47,0	227,0				
Hg	µg/L							<0,05	<0,05				
Ni	µg/L							<1	1,0				
Pb	µg/L							<0,2	0,53				
Zn	µg/L							<2	2,7				

