



Agence de l'Eau  
Rhône Méditerranée Corse

**ÉTUDE DES PLANS D'EAU DU PROGRAMME DE  
SURVEILLANCE DES BASSINS RHONE-  
MEDITERRANEE ET CORSE – LOT N°2 CENTRE  
RAPPORT DE DONNEES BRUTES ET  
INTERPRETATION  
LAC DE LAFFREY**

*SUIVI ANNUEL 2018*



*Lac de Laffrey (crédit photo : STE, 2018)*



*Rapport n° 16-707B - Laffrey – septembre 2019*

*Sciences et Techniques de l'Environnement – B.P. 90374  
17, Allée du Lac d'Aiguebelette - Savoie Technolac  
73372 Le Bourget du Lac cedex  
tél. : 04 79 25 08 06; tcp : 04 79 62 13 22*



# SOMMAIRE

<b>CHAPITRE 1 : CADRE DU PROGRAMME DE SUIVI.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU PLAN D'EAU SUIVI.....</b>	<b>5</b>
<b>1 PRESENTATION DU PLAN D'EAU.....</b>	<b>7</b>
<b>2 CONTENU DU SUIVI 2018.....</b>	<b>9</b>
2.1 PLANNING DE REALISATION.....	9
2.2 ETAPES DE LA VIE LACUSTRE.....	9
<b>3 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2018.....</b>	<b>11</b>
<b>CHAPITRE 3 : RAPPEL METHODOLOGIQUE .....</b>	<b>13</b>
<b>1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES.....</b>	<b>15</b>
1.1 METHODOLOGIE.....	15
1.2 PROGRAMME ANALYTIQUE.....	16
<b>2 INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES .....</b>	<b>17</b>
2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS.....	17
2.2 DETERMINATION DES TAXONS .....	17
2.3 TRAITEMENT DES DONNEES .....	18
<b>CHAPITRE 4 : RESULTATS DES INVESTIGATIONS .....</b>	<b>19</b>
<b>1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES SUR EAU .....</b>	<b>20</b>
1.1 PROFILS VERTICAUX ET EVOLUTIONS SAISONNIERES.....	20
1.2 PROFILS VERTICAUX MATIERES ORGANIQUES DISSOUTES .....	23
1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX .....	23
<b>2 PHYTOPLANCTON.....</b>	<b>25</b>
2.1 PRELEVEMENTS INTEGRES .....	25
2.2 LISTES FLORISTIQUES .....	25
2.3 EVOLUTIONS SAISONNIERES DES GROUPEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES.....	29
2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC.....	30
2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS .....	31
<b>3 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU .....</b>	<b>32</b>
<b>- ANNEXES - .....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE 1. COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES PHYSICO-CHIMIQUES ET PHYTOPLANCTONIQUES .....</b>	<b>35</b>

## Tables des illustrations

Figure 1 : Moyennes mensuelles de température à la station de Vizille (sur la base des données du site Info-climat).....	11
Figure 2 : Cumul de précipitations mensuelles à la station de Vizille (sur la base des données du site Info-climat).....	12
Figure 3 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage .....	17
Figure 4 : Seuils des classes d'état définis pour chaque métrique et pour l'IPLAC.....	18
Figure 5 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur .....	20
Figure 6 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur.....	21
Figure 7 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur.....	21
Figure 8 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur.....	22
Figure 9 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur.....	22
Figure 10 : profils verticaux des matières organiques dissoutes .....	23
Figure 11 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes .....	25
Figure 12 : Répartition du phytoplancton sur le lac de Laffrey à partir des abondances (cellules/ml) .....	29
Figure 13 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux de phytoplancton (en mm <sup>3</sup> /l).....	29
Tableau 1 : Synoptique générique des investigations menées sur une année de suivi d'un plan d'eau .....	3
Tableau 2 : liste des plans d'eau suivis sur le centre du bassin Rhône-Méditerranée .....	4
Tableau 3 : Synoptique des interventions de terrain et de laboratoire sur le plan d'eau .....	9
Tableau 4 : Résultats des paramètres de physico-chimie classique sur eau .....	24
Tableau 5 : analyses des pigments chlorophylliens.....	25
Tableau 6 : Liste taxonomique du phytoplancton (en nombre de cellules/ml).....	26
Tableau 7 : Liste taxonomique du phytoplancton (en mm <sup>3</sup> /l) .....	27
Tableau 8 : évolution des Indices IPLAC depuis 2009 .....	31
Carte 1 : Localisation du lac de Laffrey (Isère).....	7
Carte 2 : Présentation du point de prélèvement.....	8

## FICHE QUALITE DU DOCUMENT

---

<b>Maître d'ouvrage</b>	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) Direction des Données et Redevances 2-4, Allée de Lodz 69363 Lyon Cedex 07
	<b>Interlocuteur :</b> Mr IMBERT Loïc
	<b>Coordonnées :</b> <a href="mailto:loic.imbert@eurmc.fr">loic.imbert@eurmc.fr</a>
<b>Titre du projet</b>	Etude des plans d'eau du programme de surveillance des bassins Rhône-Méditerranée et Corse – Rapport de données brutes et interprétation – Lac de Laffrey
<b>Référence du document</b>	<b>Rapport n°16-707B /2018-Rapport Laffrey 2018</b>
<b>Date</b>	Avril 2019
<b>Auteur(s)</b>	<b>S.T.E. Sciences et Techniques de l'Environnement</b>

---

### Contrôle qualité

Version	Rédigé par	Date	Visé par	Date
V1	Audrey Péricat,	19/05/2019	Eric Bertrand	19/05/2019
VF	Audrey Péricat	2/09/2019	Suite aux remarques de L Imbert, courriel en date du 7/08/19	

### Thématique

---

<b>Mots-clés</b>	<b>Géographiques :</b> Bassin Rhône-Méditerranée – Rhône-Alpes – Isère (38) – Lac de Laffrey
	<b>Thématiques :</b> Réseaux de surveillance – Etat trophique – Plan d'eau

---

<b>Résumé</b>	Le rapport rend compte de l'ensemble des données collectées sur le lac de Laffrey lors des campagnes de suivi 2018. Une présentation du plan d'eau et du cadre d'intervention est menée puis les résultats des investigations sont développés dans la suite du document.
---------------	--

---

### Diffusion

Envoyé à :				
Nom	Organisme	Date	Format(s)	Nb d'exemplaire(s)
Loïc IMBERT	AERMC	02/09/2019	Informatique et papier	1
pour version définitive à diffuser				

# **CHAPITRE 1 : CADRE DU PROGRAMME DE SUIVI**



Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), adoptée le 23 Octobre 2000 et transposée en droit français le 21 avril 2004, un programme de surveillance a été mis en place au niveau national afin de suivre l'état écologique et l'état chimique des eaux douces de surface (cours d'eau et plans d'eau).

L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a en charge le suivi des plans d'eau faisant partie du programme de surveillance sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse.

Le suivi comprend la réalisation de prélèvements d'eau et de sédiments répartis sur quatre campagnes dans l'année pour analyse des paramètres physico-chimiques et des micropolluants. Différents compartiments biologiques sont étudiés (phytoplancton, macrophytes, diatomées, faune benthique). Le tableau 1 synthétise les différentes mesures qui sont réalisées dans le cadre du suivi type (selon la nature des plans d'eau et les éléments déjà suivis antérieurement, le contenu du suivi n'englobera pas nécessairement l'ensemble des éléments listés dans le Tableau 1). Un suivi du peuplement piscicole doit également être réalisé dans le cadre du programme de surveillance sur certains types de plans d'eau.

**Tableau 1 : Synoptique générique des investigations menées sur une année de suivi d'un plan d'eau**

		Paramètres	Type de prélèvements/ Mesures	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
<b>Sur EAU</b>	<b>Mesures in situ</b>	O2 dis. (mg/l, %sat.), pH, COND (25°C), T°, transparence secchi	Profils verticaux	X	X	X	X
	<b>Physico-chimie classique et micropolluants</b>	DBO5, PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, Corg, MEST, Turbidité, Si dissoute	Intégré	X	X	X	X
		Micropolluants sur eau*	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond	X	X	X	X
		Chlorophylle a + phéopigments	Intégré	X	X	X	X
	Ponctuel de fond						
<b>Paramètres de Minéralisation</b>	Ca <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , dureté, TAC, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Intégré	X				
	Ponctuel de fond						
<b>Sur SEDIMENTS</b>	<i>Eau interst. : Physico-chimie</i>	PO4, Ptot, NH4					
	<i>Phase solide</i>	<b>Physico-chimie classique</b>	Prélèvement au point de plus grande profondeur				X
	<b>Micropolluants</b>	Micropolluants sur sédiments*					
<b>HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE</b>	Phytoplancton	Intégré - Protocole IRSTEA/Utermöhl	X	X	X	X	
	Invertébrés	Protocole en cours de développement		X			
	Diatomées	Protocole IRSTEA			X		
	Macrophytes	Norme XP T 90-328			X		

\* : se référer à l'arrêté du 7 août 2015 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux

RCS : un passage par plan de gestion pour le suivi complet (soit une fois tous les six ans / tous les trois ans pour le phytoplancton)

CO : un passage tous les trois ans

Poissons et hydromorphologie en charge de l'ONEMA (un passage tous les 6 ans)



Différents réseaux constituent le programme de surveillance. Parmi ceux-ci, deux réseaux sont actuellement mis en œuvre sur les plans d'eau :

- ✓ Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) vise à donner une image globale de la qualité des eaux. Tous les plans d'eau naturels supérieurs à 50ha ont été pris en compte sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Pour les plans d'eau d'origine anthropique, une sélection a été opérée parmi les plans d'eau supérieurs à 50 ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (grandes retenues, plans d'eau de digue, plans d'eau de creusement).
  
- ✓ Le contrôle opérationnel (CO) vise à suivre spécifiquement les plans d'eau (naturels ou anthropiques) supérieurs à 50 ha qui risquent de ne pas atteindre leurs objectifs environnementaux (le bon état ou le bon potentiel).

Au total, 79 plans d'eau sont suivis sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse dans le cadre de ces deux réseaux.

La liste des plans d'eau suivis en 2018 sur le centre du bassin Rhône-Méditerranée, précisant pour chaque plan d'eau le réseau qui le concerne, est fournie dans le Tableau 2.

**Tableau 2 : liste des plans d'eau suivis sur le centre du bassin Rhône-Méditerranée**

Code_lac	Libellé	Origine	Dept	Réseaux	Type de suivi
V1535003	Aiguebelette	Naturel	73	RCS	Phytoplancton
V3005003	Grand-large	MEA	69	CO	Classique
W2765003	Laffrey (grand)	Naturel	38	RCS	Phytoplancton
W2735023	Lauvitel	Naturel	38	REF	Classique
W2--3003	Monteynard- Avignonet	MEFM	38	RCS/CO	Classique
W2615003	Notre-Dame de Commiers	MEFM	38	CO	Classique
W2765023	Petichet	Naturel	38	RCS/CO	Classique
W2405023	Pierre-châtel	Naturel	38	RCS/CO	Phytobenthos
W2225003	Saint-Pierre-Cognet	MEA	38	CO	Classique
W22-4003	Sautet	MEFM	38	RCS	Phytoplancton
W2325003	Vallon 38	Naturel	38	REF	Classique

**CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU PLAN D'EAU**  
**SUIVI**

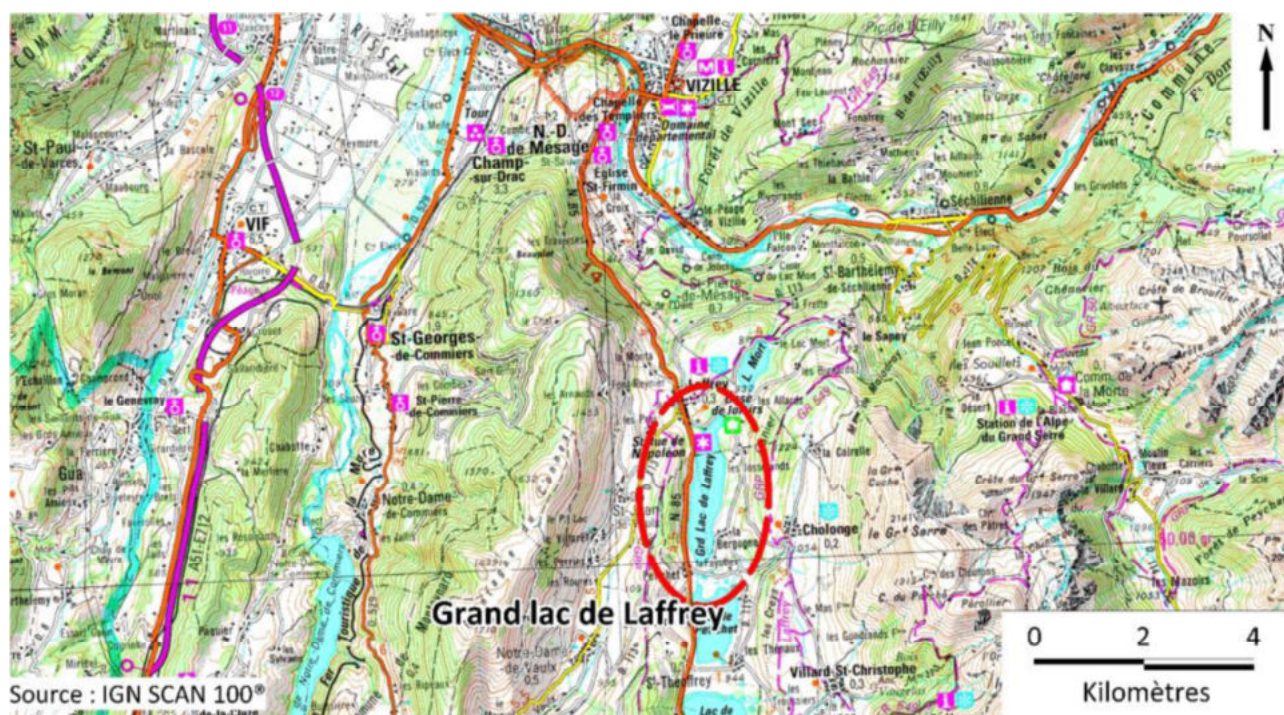


## 1 PRÉSENTATION DU PLAN D'EAU

Le lac de Laffrey est un lac naturel d'origine glaciaire situé à une vingtaine de kilomètres au Sud de Grenoble (Isère). Le lac s'est formé sur le plateau Matheysin au pied du massif du Taillefer, à une altitude de 908 m. Le plateau est caractérisé par des températures fraîches et des vents importants (axe nord/sud). En raison du climat montagnard hivernal, le lac de Laffrey est généralement gelé en janvier et février.

La superficie du plan d'eau est de 115 ha pour un volume de 28,2 millions de m<sup>3</sup>. La profondeur maximale est de 39 m et le niveau d'eau varie de 0,5 à 2 m sur l'année. Orienté Nord-Sud, le lac s'étend sur 3 km environ. Il reçoit les eaux de la Serve, qui constitue l'exutoire du lac de Pétichet (lac également étudié dans le cadre du RCS en 2018). Il reçoit également l'eau de sources sous-lacustres résurgentes depuis le lac de Pétichet. Le ruisseau de Jonchy constitue l'émissaire du lac de Laffrey, qui alimente aussi des conduites forcées EDF. Le temps de séjour du lac est long : 854 jours en moyenne.

Le lac est géré par la commune de Laffrey. Les usages sont nombreux et variés : pêche à la ligne (limitée à une partie du plan d'eau), baignade (4 plages sont aménagées), planche à voile, pédalo... La navigation motorisée reste toutefois interdite.



Carte 1 : Localisation du lac de Laffrey (Isère)

La zone de plus grande profondeur se situe dans la partie centrale du lac. Le point de plus grande profondeur atteint 35 à 37 m pour cette année 2018 (Carte 2).



**Carte 2 : Présentation du point de prélèvement**

Le lac gèle partiellement en hiver sur les mois de janvier et février généralement. Il présente un fonctionnement dimictique, avec une stratification hivernale et une stratification estivale.

## 2 CONTENU DU SUIVI 2018

Le lac de Laffrey est suivi au titre du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS).

Selon l'arrêté « Surveillance » du 7/08/2015, les plans d'eau du RCS doivent être suivis sur le compartiment phytoplancton tous les 3 ans (les autres éléments de qualité étant suivis à une fréquence de 6 ans). Ainsi, en 2018, le lac de Laffrey a fait l'objet d'un suivi allégé de type phytoplancton : seules les analyses de physico-chimie classique sur les eaux de la zone euphotique et l'étude du peuplement phytoplanctonique ont été réalisées.

### 2.1 PLANNING DE REALISATION

Le tableau ci-dessous indique la répartition des missions aussi bien en phase terrain qu'en phase laboratoire/détermination. S.T.E. a, en outre, eu en charge de coordonner la mission et de collecter l'ensemble des données pour établir les rapports et mener l'exploitation des données.

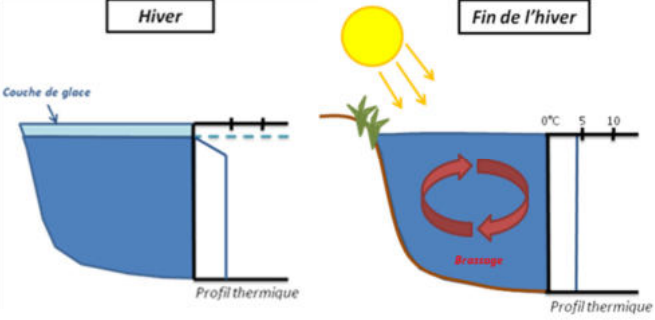
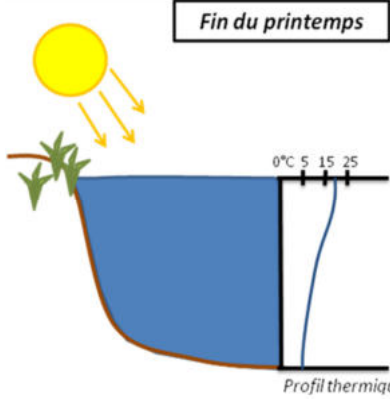
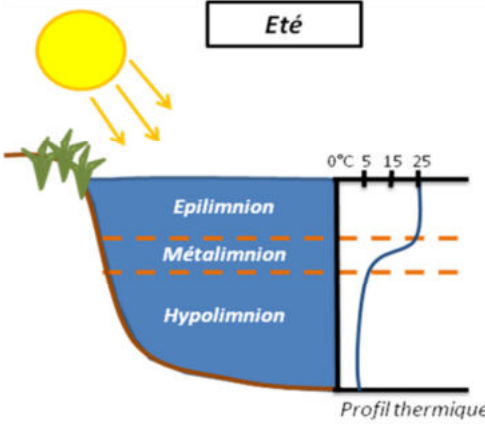
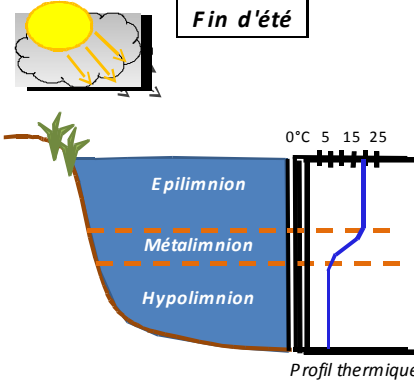
**Tableau 3 : Synoptique des interventions de terrain et de laboratoire sur le plan d'eau**

<b>Lac de Laffrey</b>	<b>Phase terrain</b>				<b>Laboratoire - détermination</b>
Campagne	C1	C2	C3	C4	
Date	<b>20/03/2018</b>	<b>17/05/2018</b>	<b>23/08/2018</b>	<b>03/10/2018</b>	<b>automne/hiver 2018-2019</b>
<b>Physicochimie des eaux</b>	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	CARSO
<b>Phytoplancton</b>	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	TEREO

### 2.2 ÉTAPES DE LA VIE LACUSTRE

Les investigations physicochimiques ont été réalisées lors de quatre campagnes qui correspondent aux différentes étapes de développement de la vie lacustre.

Le lac de Laffrey est dimictique, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un plan d'eau qui présente deux phases de stratification annuelles : une stratification thermique normale en période estivale et une stratification inverse en période hivernale (prise en glace superficielle).

<p><b><u>Campagne 1</u></b></p> <p>La première campagne correspond à la phase d'homothermie du plan d'eau. La masse d'eau est homogène (en température et en oxygène). Sur les lacs dimictiques, cette phase intervient en fin hiver à la suite du dégel. La période varie entre mars et juillet suivant l'altitude du plan d'eau.</p>	 <p><b>Stratification hivernale - Brassage de fin d'hiver</b></p>
<p><b><u>Campagne 2</u></b></p> <p>La seconde campagne correspond à la période de démarrage et de développement de l'activité biologique des lacs. Il s'agit de la période de mise en place de la stratification thermique conditionnée par le réchauffement. Cette phase intervient au printemps et c'est à cette période que l'activité biologique atteint son maximum. La campagne est donc généralement réalisée durant les mois de mai à juin (exceptionnellement juillet pour les plans d'eau d'altitude).</p>	 <p><b>Phase de stratification printanière</b></p>
<p><b><u>Campagne 3</u></b></p> <p>La troisième campagne correspond à la période de stratification maximum du plan d'eau avec une thermocline bien installée avec une 2<sup>ème</sup> phase de croissance du phytoplancton. Cette phase intervient en période estivale. La campagne est donc réalisée durant les mois de juillet et août, lorsque l'activité biologique est maximale.</p>	 <p><b>Stratification installée</b></p>
<p><b><u>Campagne 4</u></b></p> <p>La quatrième campagne correspond à la fin de la stratification estivale du plan d'eau. Elle intervient avant la baisse de la température et la disparition de la thermocline. L'épilimnion présente alors son épaisseur maximale. Cette phase intervient en fin d'été : la campagne est donc réalisée durant le mois de septembre.</p>	 <p><b>Fin d'été, baisse de la thermocline</b></p>

### 3 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2018

Les conditions climatiques de l'année 2018 pour le lac de Laffrey sont analysées à partir de la station météorologique de Vizille (280 m NGF), située à 10 kms au nord du lac de Laffrey. Les données seront analysées en prenant compte de l'altitude du lac de Laffrey (908 NGF), le secteur dispose d'un microclimat assez froid et venté.

L'année 2018 a été globalement chaude : +1°C par rapport aux moyennes de saison à la station de Vizille (Figure 1), ce constat est valable pour toute l'année, avec des températures particulièrement élevées en janvier et avril ( $\approx +3^\circ\text{C}$ ).

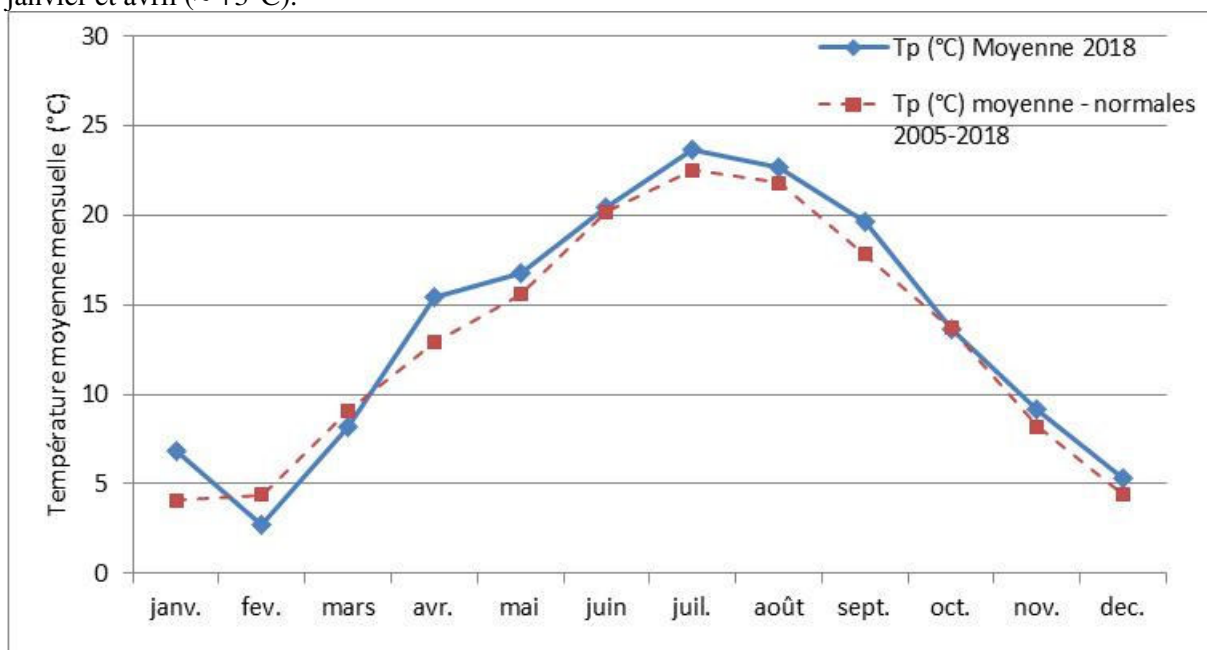


Figure 1 : Moyennes mensuelles de température à la station de Vizille (sur la base des données du site Info-climat)

Le cumul de précipitations en 2018 est supérieur à la normale (912 mm en 2018 contre 844 mm mesuré en moyenne sur la période 2005-2018), **soit +8% de pluviométrie**. Ces données sont présentées sur la Figure 2. Il ressort les éléments suivants :

- ✓ Déficits importants sur les mois de février, avril, juillet et septembre (environ 40 mm mensuel) ;
- ✓ Précipitations abondantes en janvier, mars, mai et octobre (cumul > 100 mm) ;
- ✓ Été assez sec et automne pluvieux.



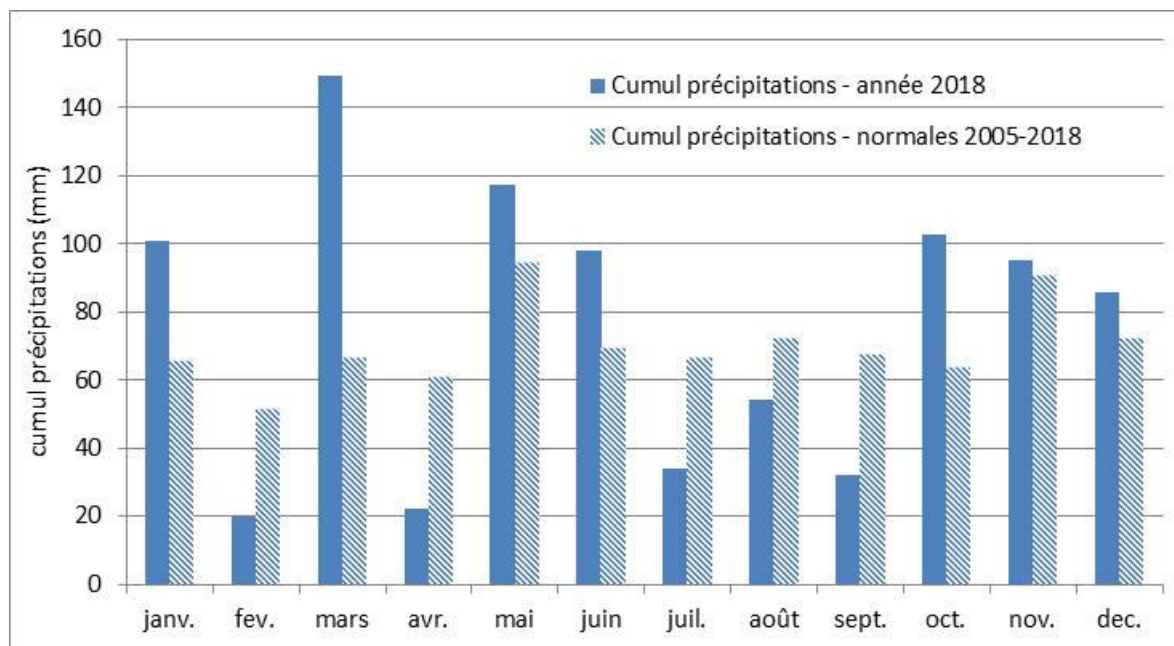


Figure 2 : Cumul de précipitations mensuelles à la station de Vizille (sur la base des données du site Info-climat)

Le début de l'année 2018 est caractérisé par un mois de janvier pluvieux et doux, les précipitations sont tombées essentiellement sous forme de pluie. Le mois de février est froid et sec. Le mois de Mars est, quant à lui, pluvieux et frais, avec des chutes de neige importantes en altitude. Le mois d'avril est peu arrosé et bien ensoleillé. Le mois de mai est assez doux, et très orageux, la pluviométrie est importante jusqu'au 13 juin.

Le lac de Laffrey reste à une cote normale sur le printemps et l'été, il baisse légèrement en début d'automne (-30 cm).

L'été est chaud et sec avec plusieurs épisodes caniculaires en juillet/août. Les températures restent élevées sur le début de l'automne (septembre-novembre). Les précipitations sont conformes aux normales de saison sur l'automne.

Au global, l'année 2018 est chaude, en particulier au mois d'avril et pendant l'été, et conforme en pluviométrie. A noter, des chutes de neiges très importantes sont tombés pendant l'hiver 2018 sur les massifs montagneux à proximité.

## **CHAPITRE 3 : RAPPEL MÉTHODOLOGIQUE**



# 1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES

## 1.1 METHODOLOGIE

Le contenu des investigations physicochimiques est similaire pour les quatre campagnes. Seule la zone euphotique est étudiée pour la physico-chimie dans le cadre du suivi type « phytoplancton ». Les micropolluants ne sont pas analysés sur ce plan d'eau, il ne fait pas non plus l'objet d'analyses de sédiments.

Le profil vertical et les prélèvements sont réalisés dans le secteur de plus grande profondeur que l'on recherche à partir des données collectées au préalable (bathymétrie, étude, communication avec les gestionnaires).

Au point de plus grande profondeur, on effectue, dans l'ordre :

- a) **une mesure de transparence** au disque de Secchi, avec lecture côté "ombre" du bateau pour une parfaite acuité visuelle. Chacun des deux opérateurs fait la lecture en aveugle (1<sup>ère</sup> lecture non indiquée au 2<sup>e</sup> lecteur).
- b) **un profil vertical** de température (°C), conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 25°C), pH (u. pH) et oxygène dissous (% sat. et mg/l). Il est réalisé à l'aide de 2 sondes multiparamètres OTT MS5 qui peuvent effectuer des mesures jusqu'à 200 m de profondeur :
  - la sonde MS1 installée sur un câble de 140 m connectée à un ordinateur permettant une lecture en temps réel des données, un enregistrement des données à la demande ou par pas de temps ;
  - la sonde MS2 disposant d'une mémoire interne pouvant être programmée pour enregistrer les données à une fréquence de temps définie préalablement (5 secondes).

Les sondes sont équipées d'un capteur de pression permettant d'enregistrer la profondeur de la mesure. Les deux sondes sont descendues en parallèle sur la colonne d'eau pour le recueil du profil vertical.

Un profil vertical du paramètre matières organiques dissoutes *fdom* est également mené lors de toutes les campagnes à l'aide d'une sonde EXO.

- c) **un prélèvement intégré destiné à l'analyse du phytoplancton et de la chlorophylle et aux analyses de physico-chimie classique :**

Les prélèvements doivent être obligatoirement intégrateurs de la colonne d'eau correspondant à la zone euphotique. Pour l'échantillonnage, 7 litres sont nécessaires. Ainsi, selon la profondeur de la zone euphotique, plusieurs matériels peuvent être utilisés, l'objectif étant de limiter les aliquotes, et donc les manipulations afin que l'échantillon soit le plus homogène possible :

- ✓ la cloche Pelletier présente un volume de 1,3 l pour un échantillonnage sur 18 m, elle ne peut échantillonner au-delà de 20 m ;
- ✓ le tuyau intégrateur (système décrit dans le protocole de l'IRSTEA) est adaptable pour toute profondeur, le volume échantillonné dépend du diamètre du tuyau. S.T.E. a mis au point 2 tuyaux :
  - l'un de 10 m de diamètre élevé ( $\text{Ø}18$  mm) pour les zones euphotiques réduites,
  - l'autre de 30 m ( $\text{Ø}14$  mm) pour les transparences élevées.

Le choix du matériel respecte l'objectif de ne pas multiplier les prélèvements élémentaires.

Zeuph < 10 m	10 m < Zeuph < 18 m	Zeuph > 18 m
Tuyau intégrateur 10 m	Cloche pelletier	Tuyau intégrateur 30 m

La filtration de la chlorophylle est effectuée sur le terrain par le préleveur S.T.E. à l'aide d'un kit de filtration de terrain Nalgène.

Pour l'analyse du phytoplancton, 2 échantillons sont réalisés dans des flacons blancs opaques en PP de 500 et 250 ml dûment étiquetés (nom du lac, date, préleveur, campagne). On y ajoute un volume connu de lugol (3 à 5 ml) pour fixation. Les échantillons sont conservés au réfrigérateur. Un des deux échantillons est ensuite transmis au bureau d'études TERE0 en charge de la détermination et du comptage du phytoplancton. L'autre échantillon est conservé dans les locaux de S.T.E dans le cadre du contrôle qualité.

Pour les analyses de physico-chimie classique, le laboratoire CARSO fournit une glacière avec les flaconnages préalablement étiquetés adaptés aux analyses demandées par l'Agence de l'Eau RM&C.

Les échantillons sont conservés dans une enceinte isolée au contact de blocs réfrigérants et de glace fondante, puis envoyés par transporteur TNT pour un acheminement au laboratoire CARSO dans un délai de 24h, sauf cas particuliers.

## 1.2 PROGRAMME ANALYTIQUE

---

Concernant les analyses, les paramètres suivants sont mesurés :

- ✓ sur le prélèvement intégré destiné aux analyses de physico-chimie classique et de la chlorophylle :
  - turbidité, MES, COD, DBO<sub>5</sub>, DCO, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, P<sub>tot</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NKJ, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, silicates ;
  - chlorophylle *a* et indice phéopigments ;

## 2 INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES

Les investigations hydrobiologiques menées en 2018 comprennent uniquement l'étude des peuplements phytoplanctoniques à partir du protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la DCE (IRSTEA – INRA ; version 3.3 de mars 2009).

Les prélèvements ont été effectués par S.T.E. lors des campagnes de prélèvements pour analyses physico-chimiques. La détermination a été réalisée par Sonia Baillet du bureau d'études TERE0, spécialiste en systématique et écologie des algues d'eau douce.

### 2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Les prélèvements ont été réalisés selon la méthodologie présentée au point c) du §1.1 « Méthodologie » du chapitre « Rappel méthodologique ».

### 2.2 DETERMINATION DES TAXONS

La détermination est faite au microscope inversé, à l'espèce dans la mesure du possible.

A noter : la systématique du phytoplancton est en perpétuelle évolution, les références bibliographiques se confortent ou se complètent, mais s'opposent quelques fois. Il est donc important de rappeler qu'il vaut mieux une bonne détermination à un niveau taxonomique moindre qu'une mauvaise à un niveau supérieure (Laplace-Treytore et al., 2009).

L'analyse quantitative implique l'identification et le dénombrement des taxons observés dans une surface connue de la chambre de comptage. Selon la concentration en algues décroissante, le comptage peut être réalisé de trois manières différentes (Figure 3).

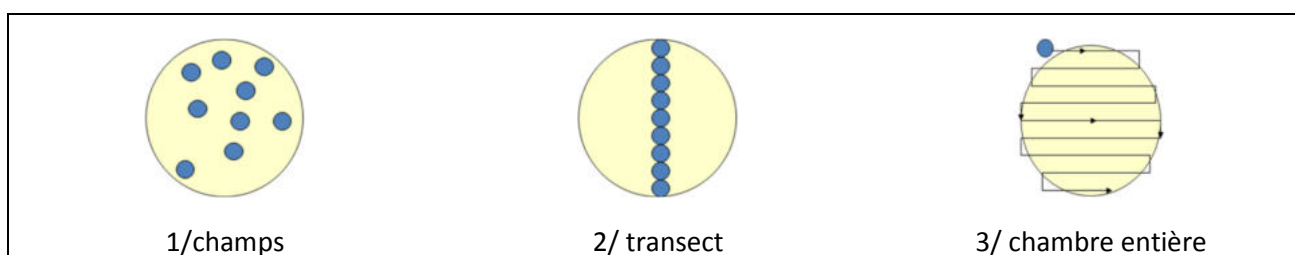


Figure 3 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage

Le comptage est réalisé en balayant des champs strictement aléatoires, ou des transects, ou la chambre entière jusqu'à atteindre 400 individus algaux. La stratégie de comptage utilisée est fonction de la concentration des algues.

Différentes règles de comptage sont appliquées, en respect des échanges inter-opérateur issus des réunions d'harmonisation phytoplancton INRA 2015-2016. Il est entendu que :

- ✓ Tout filament, colonie, ou cœnobe, compte pour un individu algal à X cellules. Le nombre de cellules présentes dans le champ et par individu est dénombré (cellules/individus algaux).
- ✓ Seules les cellules contenant un plaste (exceptés pour les cyanobactéries et chrysophycées à logettes) sont comptées. Les cellules vides des colonies, des cœnobes, des filaments ou des diatomées ne sont pas dénombrées.
- ✓ Les logettes des chrysophycées (ex : *Dinobryon*, *Kephyrion*,...) sont dénombrées même si elles sont vides, les cellules de flagellés isolés ne sont pas dénombrés.

- ✓ Pour les diatomées, en cas de difficulté d'identification et de fortes abondances (supérieur à 20% de l'abondance totale), une préparation entre lame et lamelle selon le mode préparatoire décrit par la norme NF T 90-354 (AFNOR, 2007) est effectuée.

## 2.3 TRAITEMENT DES DONNEES

Les résultats sont exprimés en nombre de cellules par millilitre. Ils sont également exprimés en biovolume ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ), ce qui reflète l'occupation des différentes espèces. En effet, les espèces de petite taille n'occupent pas un même volume que les espèces de grandes tailles. Les biovolumes sont obtenus de trois manières :

1. Grâce aux données proposées par le logiciel Phytobs (version 2.3), d'aide au dénombrement,
2. si les données sont absentes, les mesures sur 30 individus lors de l'observation au microscope sont employées pour calculer un biovolume robuste,
3. si l'ensemble des dimensions utiles au calcul n'est pas observé, les données complémentaires issues de la bibliographie sont employées.

Le comptage terminé, la liste bancarisée dans l'outil de comptage PHYTOBS est exporté au format .xls ou .csv. Cet outil permet de présenter des résultats complets.

Le calcul de l'indice Phytoplancton lacustre ou IPLAC est réalisé à l'aide du Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE). Il s'appuie sur 2 métriques :

- ✓ La Métrique de biomasse algale ou MBA est basée sur la concentration moyenne de la chlorophylle a sur la période de végétation.
- ✓ La Métrique de Composition Spécifique ou MCS exprime une note en fonction de la présence (exprimée en biovolume) de taxons indicateurs, figurant dans une liste de référence de 165 taxons (SEEE 1.0.2). A chaque taxon correspond une cote spécifique et une note de sténoécie, représentant l'amplitude écologique du taxon. La note finale est obtenue en mesurant l'écart avec la valeur prédite en condition de référence.

La note IPLAC résulte de l'agrégation par somme pondérée de ces deux métriques:

Valeurs de limite	Classe
[1 - 0.8]	Très bon
]0.8 - 0.6]	Bon
]0.6 - 0.4]	Moyen
]0.4 - 0.2]	Médiocre
]0.2 - 0]	Mauvais

Figure 4 : Seuils des classes d'état définis pour chaque métrique et pour l'IPLAC

L'interprétation des caractéristiques écologiques du peuplement permet d'établir si une dégradation de la note indiciaire peut être expliquée par la présence de taxons polluo-tolérants ou favorisés par une abondance de nutriments liée à l'eutrophisation du milieu ou être lié au fonctionnement du milieu (stratification, anoxie,...).

L'utilisation de la bibliographie et des groupes morpho-fonctionnels permet d'affiner notre analyse et d'évaluer la robustesse de la note IPLAC obtenue.

## **CHAPITRE 4 : RESULTATS DES INVESTIGATIONS**



## 1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES SUR EAU

Les comptes rendus des campagnes de prélèvements physicochimiques et phytoplanctoniques sont présentés en Annexe 1.

### 1.1 PROFILS VERTICAUX ET EVOLUTIONS SAISONNIERES

Le suivi prévoit la réalisation de profils verticaux sur la colonne d'eau à chaque campagne. Quatre paramètres sont mesurés : la température, la conductivité, l'oxygène (en concentration et en % saturation) et le pH. Les graphiques regroupant ces résultats pour chaque paramètre lors des 4 campagnes sont affichés dans ce chapitre.

Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne, la température est homogène sur la colonne d'eau à 3°C.

Au printemps, la stratification thermique se met en place : l'épilimnion est déjà bien dessiné, il s'étend sur environ 9 m avec une température proche de 12°C. La thermocline se situe entre 10 et 15 m. Les eaux hypolimniques sous 20 m restent froides, proches de 5,0°C lors des 3 campagnes estivales.

Le différentiel thermique épilimnion / hypolimnion augmente au cours de la période estivale : les eaux de surface atteignent 22,4°C fin août. La thermocline est alors comprise entre 6 et 15 m de profondeur.

Lors de la dernière campagne (3/10/2018), la stratification est encore marquée mais l'épilimnion s'est refroidi et la thermocline s'est enfoncée. L'épilimnion s'étend jusqu'à 12 m de profondeur avec une température de 15°C environ.

La stratification thermique est bien marquée sur le lac de Laffrey, l'épilimnion est plus épais que lors du suivi 2015.

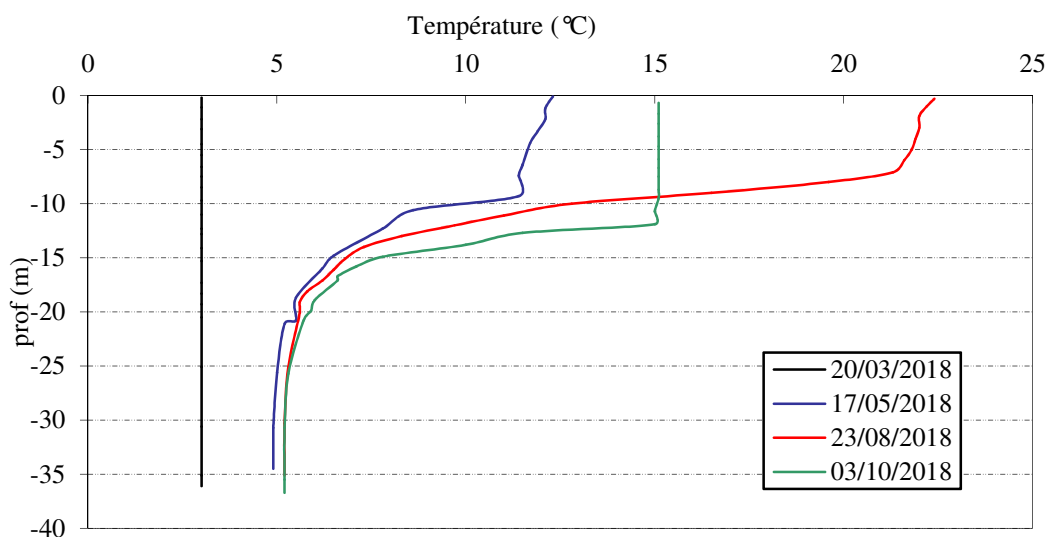


Figure 5 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur

La conductivité indique une eau moyennement minéralisée, typiquement en lien avec la nature mixte des substrats du bassin versant : terrains calcaires du Trias et du Lias, mais également terrains métamorphiques. Elle est homogène sur toute la colonne d'eau lors de la 1<sup>ère</sup> campagne, proche de 190  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (cette valeur semble un peu faible, mais aucune anomalie d'étalonnage à signaler). Lors des campagnes suivantes, la conductivité diminue dans l'épilimnion (environ 240  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) : les minéraux sont utilisés pour la production biologique. A l'inverse, la conductivité augmente légèrement au fond lors des campagnes 3 et 4 (288  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 273  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), en lien avec les processus de minéralisation de la matière organique.

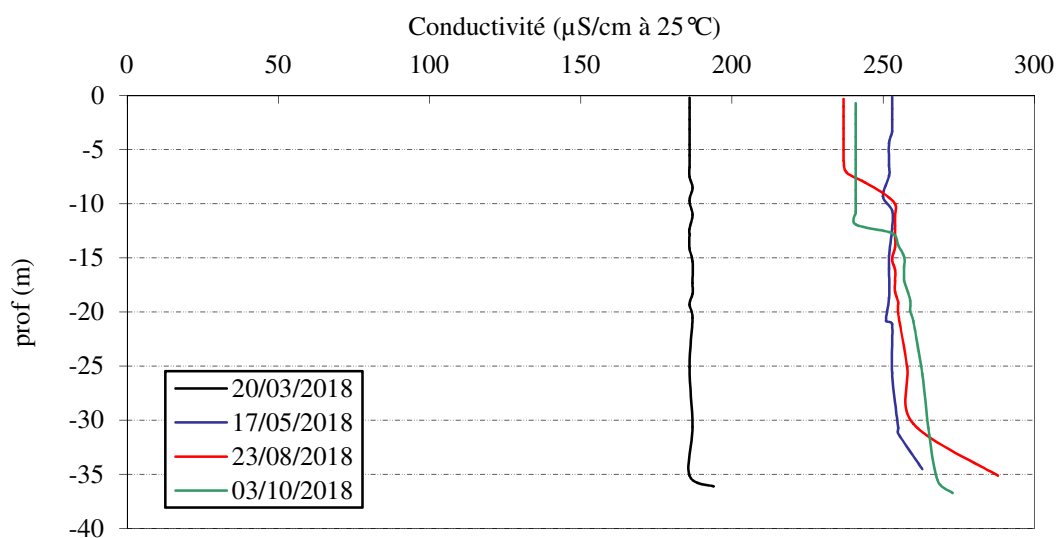


Figure 6 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur

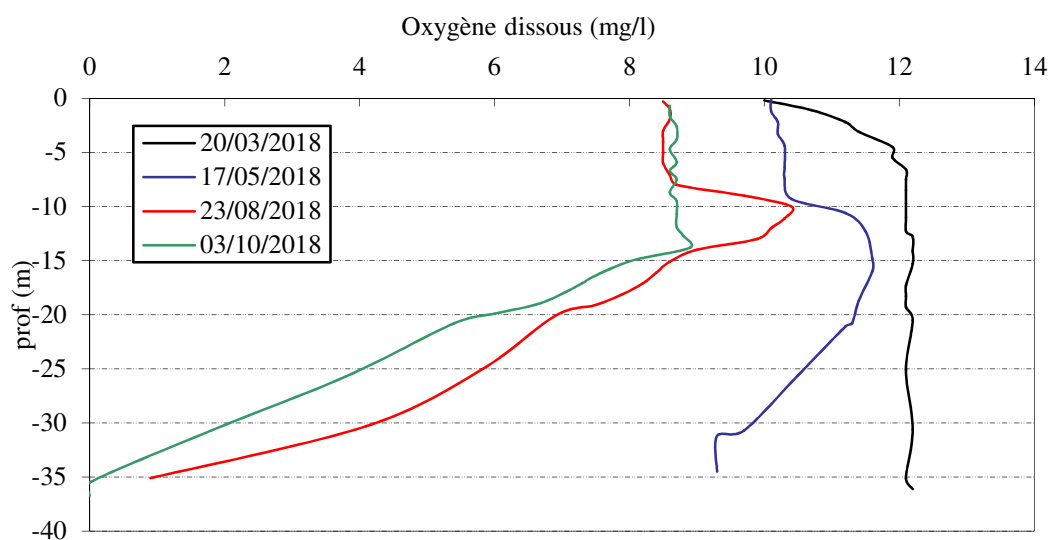


Figure 7 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur

Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne, l'oxygène dissous est homogène sur la colonne d'eau (100% de saturation) sauf la couche de surface (0-4 m) qui atteint 90 à 100% de saturation (lié au dégel récent du plan d'eau). Dès la 2<sup>ème</sup> campagne, on observe une désoxygénation progressive du fond du lac liée aux processus de minéralisation de la matière organique, qui aboutit à l'anoxie complète en fin de période estivale (81% au printemps, 8% en août, puis 0% de saturation début octobre). En parallèle, lors des campagnes 2 et 3, on constate une légère sursaturation dans la zone trophogène (105 à 110 % de saturation) en lien avec l'activité photosynthétique.

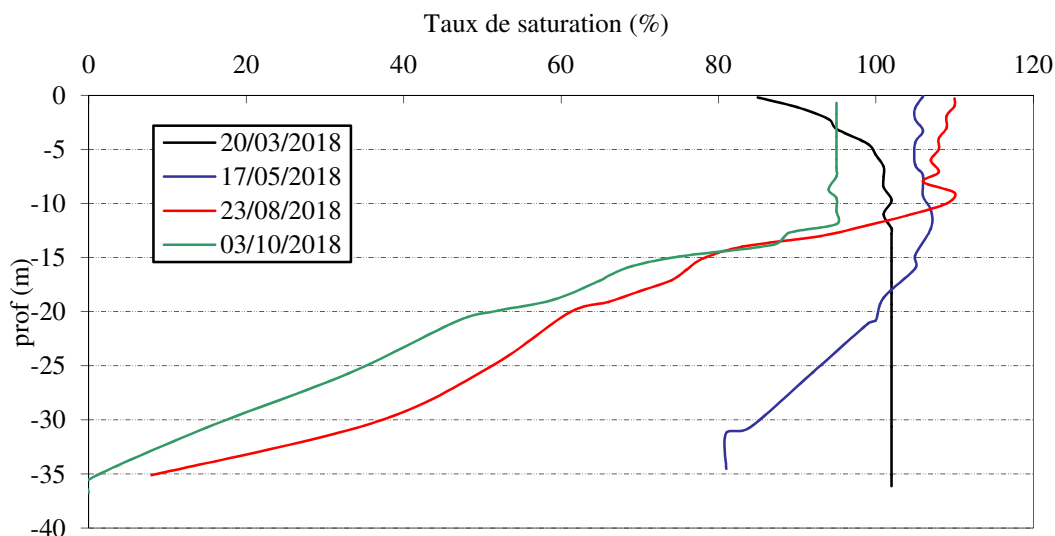


Figure 8 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur

Le pH est compris entre 7,1 et 8,7. En fin d'hiver, le pH est homogène sur la colonne d'eau (8,3 u pH). On observe ensuite des eaux plus alcalines dans l'épilimnion, et une acidification en profondeur lors des 3 campagnes estivales :

- ✓ le pH est plus élevé dans l'épilimnion où l'activité photosynthétique peut entraîner une augmentation du pH (8,3 à 8,6 u pH);
- ✓ le pH est plus faible dans l'hypolimnion où les processus de respiration et de décomposition entraînent une diminution du pH (7,9 en mai, 7 en août, et 7,5 u pH en octobre).

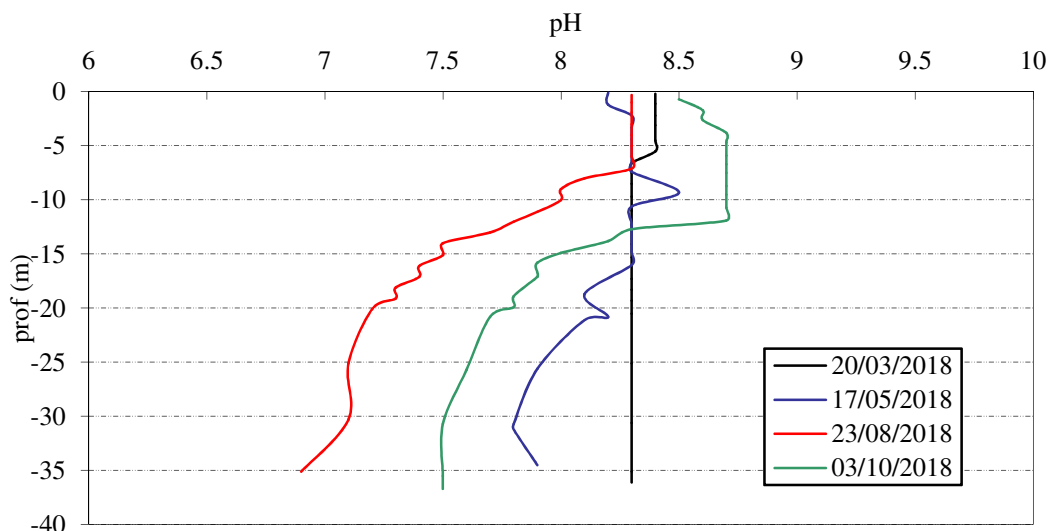


Figure 9 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur

## 1.2 PROFILS VERTICAUX MATIERES ORGANIQUES DISSOUTES

Les matières organiques dissoutes sont étudiées à l'aide d'une sonde EXO équipée d'un capteur fdom qui mesure les matières organiques dissoutes (MOD) en ppb QSU sulfate de quinine. Les profils pour les 3 campagnes sont présentés sur la Figure 10. Les données ne sont pas disponibles pour la campagne estivale (panne matériel).

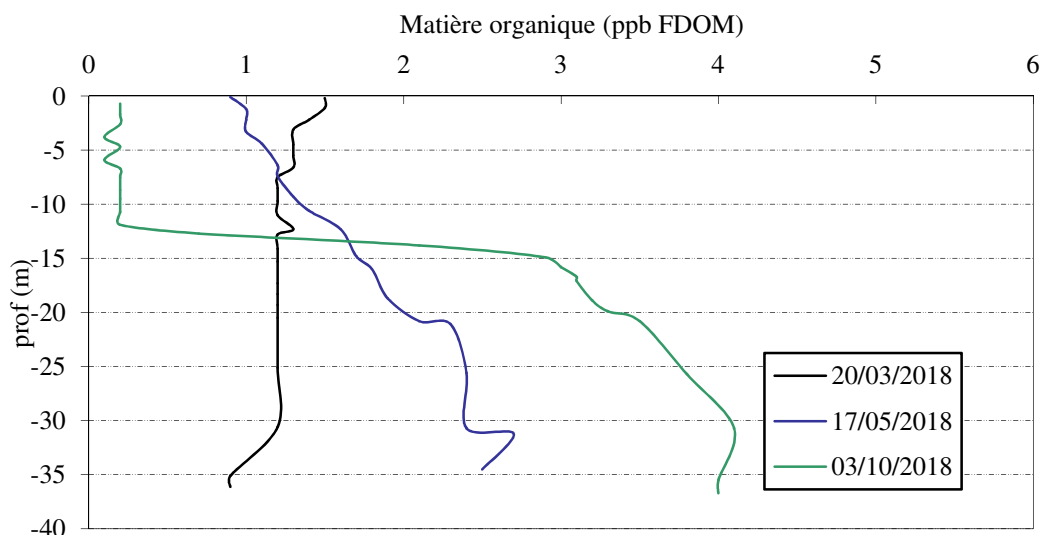


Figure 10 : profils verticaux des matières organiques dissoutes

La teneur en matières organiques dissoutes est faible dans la couche de surface (0 à 1,5), elle augmente légèrement dans l'hypolimnion : 2, 4 ppb.

En fin d'hiver, la concentration en MOD est très faible de 1 à 1,5 ppb en surface, Les matières organiques dissoutes restent faibles toute l'année.

## 1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX

Les paramètres de minéralisation ne sont pas étudiés dans le cadre de ce suivi allégé. Toutefois, on rappelle (selon suivi 2015) à titre de cadrage que les eaux du lac de Laffrey sont moyennement carbonatées, de dureté également moyenne. Le lac de Laffrey et son bassin versant reposent sur des terrains calcaires du Trias et du Lias, mais également sur des substrats cristallins.

Les résultats des analyses physicochimiques dans la zone euphotique menées en 2018 par le laboratoire CARSO sont présentés dans le Tableau 4.

**Tableau 4 : Résultats des paramètres de physico-chimie classique sur eau**

Grand Lac de Laffrey		Unité	Code sandre	Limites de quantification	20/03/2018	17/05/2018	23/08/2018	03/10/2018
Code plan d'eau: W2765003-1					intégré	intégré	intégré	intégré
PC eau	Ammonium	mg(NH <sub>4</sub> )/L	1335	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.02
	Azote Kjeldahl	mg(N)/L	1319	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	Carbone organique	mg(C)/L	1841	0.2	2.3	1.7	1.8	2
	DBO <sub>5</sub>	mg(O <sub>2</sub> )/L	1313	0.5	3	<0.5	1.4	1.1
	DCO	mg(O <sub>2</sub> )/L	1314	20	<20	<20	<20	<20
	MeS	mg/L	1305	1	<1	1.8	<1	1
	Nitrates	mg(NO <sub>3</sub> )/L	1340	0.5	0.9	1.1	<0.5	0.7
	Nitrites	mg(NO <sub>2</sub> )/L	1339	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Phosphates	mg(PO <sub>4</sub> )/L	1433	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
	Phosphore total	mg(P)/L	1350	0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	Silicates	mg(SiO <sub>2</sub> )/L	1342	0.05	2.3	1	0.8	1.1
	Turbidité	NFU	1295	0.1	1.2	1.3	0.82	1.3
	Chlorophylle a	µg/L	1439	1	3	<1	1	1
indice phéopigment	µg/L	1436	1	<1	3	<1	<1	

Les charges organiques sont faibles sur le lac de Laffrey : les concentrations en carbone organique dissous sont comprises entre 1,7 et 2,3 mg/l. Les paramètres DCO et azote Kjeldahl sont sous les seuils de quantification. Concernant la demande biochimique en oxygène, elle est non négligeable en fin d'hiver (3 mg/l le 20/03) puis devient faible lors des trois campagnes suivantes (0,5 à 1,4 mg/l).

Les teneurs en matières en suspension sont inférieures ou égales à 1,8 mg/l et la turbidité ≤ 1,3 NTU.

En fin d'hiver, les concentrations en nutriments disponibles sont faibles pour l'azote (0,9 mg/l de nitrates) comme pour le phosphore ([PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>] < 0,01 mg/l) dans l'échantillon intégré. La teneur en nitrates est relativement stable pour la campagne printanière (1,1 mg/l) puis elle diminue en été avec la consommation pour la croissance des végétaux (< 0,5 mg/l en août et 0,7 mg/l début octobre). Les teneurs en phosphore reste faibles toute l'année (≤ 0.01 mg(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)/l). Le rapport N/P<sup>1</sup> est élevé : le phosphore est donc le facteur limitant pour la production végétale par rapport à l'azote, favorisant la croissance des chlorophycées.

Les nitrites sont peu présents (< SQ) de même que l'ammonium (≤ 0.02 mg (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)/l).

La concentration en silicates est déjà faible en fin d'hiver (2,3 mg/l). Elle diminue dans la zone euphotique car les silicates sont consommés par les diatomées (1 mg/l en C2, 0,8 mg/l en C3 et 1,1 mg/l en C4).

La production chlorophyllienne est faible dans le lac de Laffrey au vu de la teneur en chlorophylle a ≤ 1,0 µg/l en période estivale et 3 µg/l en fin d'hiver.

<sup>1</sup> le rapport N/P est calculé à partir de [Nminéral]/ [P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>] avec N minéral = [N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>]+[N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>]+[N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] sur la campagne de fin d'hiver.

## 2 PHYTOPLANCTON

### 2.1 PRELEVEMENTS INTEGRES

Les prélèvements intégrés destinés à l'analyse du phytoplancton ont été réalisés en même temps que les prélèvements pour analyses physicochimiques classiques. Sur le lac de Laffrey, la zone euphotique et la transparence mesurées sont représentées par le graphique de la Figure 11.

La transparence est globalement importante sur le lac toute l'année, elle est comprise entre 4,5 et 7,5 m. La zone euphotique atteint 11,3 à 18,8 m.

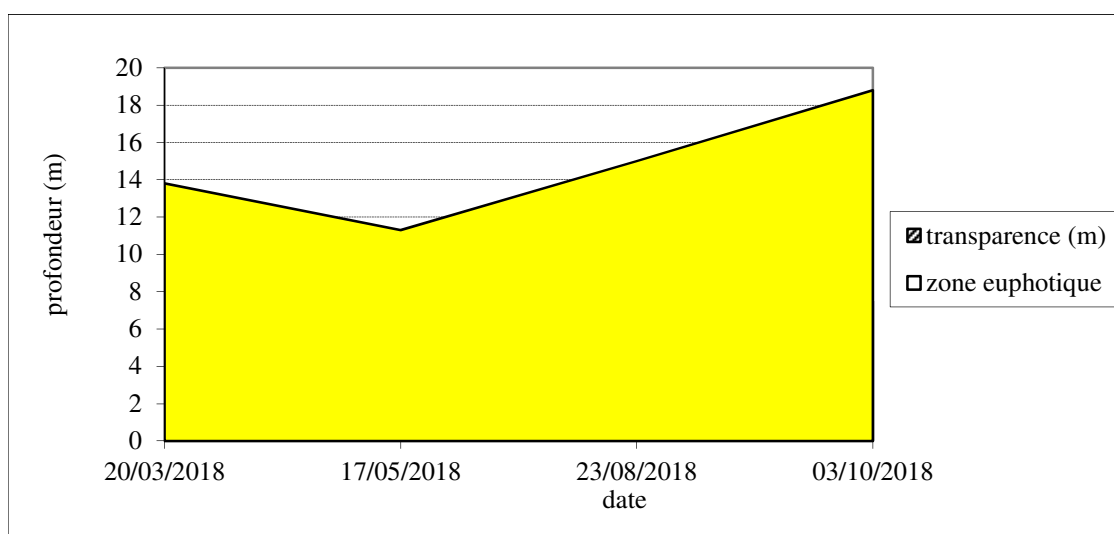


Figure 11 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton et de la chlorophylle a sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalent à 2,5 fois la transparence lors de la campagne).

Tableau 5 : analyses des pigments chlorophylliens

Grand Lac de Laffrey		Unité	Code sandre	Limites de quantification	20/03/2018	17/05/2018	23/08/2018	03/10/2018
Code plan d'eau: W2765003-1					intégré	intégré	intégré	intégré
Pigments chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/L	1439	1	3	<1	1	1
	indice phéopigment	µg/L	1436	1	<1	3	<1	<1
	somme des pigments chlorophylliens	µg/L			3.5	3.5	1.5	1.5

Si la concentration en chlorophylle ou phéopigments est <LQ, alors la valeur considérée est LQ/2 soit 0,5 µg/l.

Les concentrations en pigments chlorophylliens sont faibles sur le lac de Laffrey lors de toutes les campagnes. La somme des pigments (chlorophylle a + phéopigments) est comprise entre 1,5 et 3,5 µg/l. Cela traduit une faible production primaire dans le plan d'eau. La teneur en pigments est plus importante en début de saison (3,5 µg/l) qu'en pleine période estivale (1,5 µg/l). La moyenne estivale de concentration en chlorophylle a est faible, évaluée à 0,83 µg/l. A noter que le peuplement phytoplanctonique assez abondant en C2 est peut-être davantage représenté par l'indice phéopigments (3µg/l).

### 2.2 LISTES FLORISTIQUES

**Tableau 6 : Liste taxonomique du phytoplancton (en nombre de cellules/ml)**

Embranchement	Nom taxon	Code Sandre	20/03/2018	17/05/2018	23/08/2018	03/10/2018
BACILLARIOPHYTA	Achnanthisdium	9356	2.4			
	Asterionella formosa	4860	80.4		5.5	
	Aulacoseira	9476	80.4			
	Cyclotella comensis	8609	112.1			
	Cyclotella costei	8615	29.2	10416.0	248.8	178.6
	Fragilaria crotonensis	6666	477.5	13.4	11.1	
	Fragilaria tenera	6713		53.4		1.8
	Navicula	9430			2.8	
	Nitzschia	9804				1.8
	Puncticulata praetermissa	18062	9.7			
	Staurisira construens	6761	7.3			
	Stephanodiscus alpinus	8738	12.2			
	Ulnaria acus	32078	2.4			
Ulnaria grunowii	44401	26.8	13.4			
CHAROPHYTA	Closterium acutum var. variable	5530		13.4		
	Elakatothrix gelatinosa	5664		26.7		1.8
CHLOROPHYTA	Mougeotia	1146	2.4			
	Ankyra judayi	5596				1.8
	Chlamydomonas < 10 µm	6016				5.5
	Chlorella	5929		40.1		
	Chlorella vulgaris	5933	26.8		788.0	208.1
	Chlorophycées coloniales indéterminées 5-10 µm	24936			5.5	
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 2 - 5 µm	3332	2.4		44.2	
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm	3332	21.9	53.4		5.5
	Choricystis minor	10245	21.9	454.0	5.5	
	Coenochloris fottii	5618				959.5
	Crucigenia tetrapedia	5633		40.1		
	Desmodesmus	29998		53.4		
	Didymocystis inconspicua	20628	14.6	26.7		
	Monoraphidium minutum	5736		13.4		
	Oocystis lacustris	5757			2.8	
	Oocystis solitaria	5759				1.8
	Phacotus lendneri	19395			11.1	14.7
CRYPTOPHYTA	Schroederia setigera	5867				27.6
	Sphaerocystis schroeteri	5880			2.8	
	Chroomonas coerulea	9625		40.1		
	Cryptomonas	6269	2.4		2.8	
	Cryptomonas marssonii	6273	31.7	13.4	8.3	1.8
	Cryptomonas ovata	6274		13.4	5.5	1.8
	Plagioselmis nannoplanctica	9634	58.5	614.3	624.9	348.1
Rhodomonas lens	24459		66.8	24.9		
CYANOBACTERIA	Aphanocapsa elachista	6310	280.2	3378.5	71.9	1867.4
	Aphanothece	6346		534.2		
	Planktothrix rubescens	6433	107.2			
	Synechococcus elongatus	6340	4.9			
DINOPHYTA	Ceratium hirundinella	6553			3.2	
	Gymnodiniales indéterminées 20 - 50 µm	5011			0.5	
	Gymnodinium cnecoides	20338		40.1		
	Gymnodinium helveticum	6558	2.4	13.4	0.4	
	Gymnodinium lantzschii	6559	7.3	26.7		
	Peridinales indéterminées > 50 µm	4921				1.8
	Peridinium umbonatum	6587			2.8	
Peridinium willei	6589			2.0		
EUGLENOPHYTA	Euglénophycées indéterminées	5014			2.8	1.8
	Trachelomonas intermedia	9756		13.4		
	Trachelomonas klebsii	6535		13.4		
	Trachelomonas volvocina	6544		26.7		
HAPTOPHYTA	Erkenia subaequiciliata	6149	2.4	440.7	232.3	40.5

Embranchement	Nom taxon	Code Sandre	20/03/2018	17/05/2018	23/08/2018	03/10/2018
HETEROKONTOPHYTA	Bitrichia chodatii	6111			2.8	
	Chrysococcus minutus	42837		80.1		
	Chrysococcus rufescens	9571		26.7		
	Chrysolykos planctonicus	6118		173.6		
	Dinobryon bavaricum	6127		53.4	2.8	
	Dinobryon crenulatum	9577			2.8	
	Dinobryon divergens	6130	1298.5	120.2	63.6	3.7
	Gonyostomum semen	6206				1.8
	Kephyrion	6150			5.5	
	Kephyrion littorale	6151	29.2	387.3		
	Kephyrion petasatum	20174			2.8	
	Kephyrion spirale	20175	2.4			
	Mallomonas	6209			2.8	
	Ochromonas	6158	2.4	93.5		
	Pseudokephyrion entzii	6164		53.4		
	Pseudokephyrion pseudospirale	6163		40.1		
	Pseudopedinella	4764		80.1		
	Pseudopedinella elastica	20753				1.8
Pseudotetraëdiella kamillae	20343	116.9				
<b>Nombre de taxons</b>			<b>31</b>	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>22</b>
<b>Nombre de cellules/ml</b>			<b>2877</b>	<b>17560</b>	<b>2193</b>	<b>3680</b>

**Tableau 7 : Liste taxonomique du phytoplancton (en mm<sup>3</sup>/l)**

Embranchement	Nom taxon	Code Sandre	20/03/2018	17/05/2018	23/08/2018	03/10/2018
BACILLARIOPHYTA	Achnanthydium	9356	0.0002			
	Asterionella formosa	4860	0.0209		0.0014	
	Aulacoseira	9476	0.0080			
	Cyclotella comensis	8609	0.0183			
	Cyclotella costei	8615	0.0075	2.6561	0.0635	0.0456
	Fragilaria crotonensis	6666	0.1433	0.0040	0.0033	
	Fragilaria tenera	6713		0.0134		0.0005
	Navicula	9430			0.0033	
	Nitzschia	9804				0.0015
	Puncticulata praetermissa	18062	0.0157			
	Staurisira construens	6761	0.0023			
	Stephanodiscus alpinus	8738	0.0110			
	Ulnaria acus	32078	0.0007			
	Ulnaria grunowii	44401	0.0001	0.0294		
CHAROPHYTA	Closterium acutum var. variabile	5530		0.0126		
	Elakatothrix gelatinosa	5664		0.0051		0.0004
	Mougeotia	1146	0.0062			
CHLOROPHYTA	Ankyra judayi	5596				0.0002
	Chlamydomonas < 10 µm	6016				0.0001
	Chlorella	5929		0.0001		
	Chlorella vulgaris	5933	0.0027		0.0788	0.0208
	Chlorophycées coloniales indéterminées 5-10 µm	24936			0.0012	
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 2 - 5 µm	3332	0.0001		0.0019	
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm	3332	0.0114	0.0403		0.0029
	Choricystis minor	10245	0.0002	0.0000	0.0000	
	Coenochloris fottii	5618				0.1718
	Crucigenia tetrapedia	5633		0.0054		
	Desmodesmus	29998		0.0043		
	Didymocystis inconspicua	20628	0.0004	0.0008		
	Monoraphidium minutum	5736		0.0012		
	Oocystis lacustris	5757			0.0003	
Oocystis solitaria	5759				0.0019	
Phacotus lendneri	19395			0.0045	0.0060	



Embranchement	Nom taxon	Code Sandre	20/03/2018	17/05/2018	23/08/2018	03/10/2018
CRYPTOPHYTA	Schroederia setigera	5867				0.0072
	Sphaerocystis schroeteri	5880			0.0011	
	Chroomonas coerulea	9625		0.0003		
	Cryptomonas	6269	0.0043		0.0049	
	Cryptomonas marssonii	6273	0.0380	0.0160	0.0100	0.0022
	Cryptomonas ovata	6274		0.0280	0.0116	0.0039
	Plagioselmis nannoplantica	9634	0.0041	0.0430	0.0437	0.0244
CYANOBACTERIA	Rhodomonas lens	24459		0.0154	0.0057	
	Aphanocapsa elachista	6310	0.0006	0.0004	0.0001	0.0037
	Aphanothece	6346		0.0004		
	Planktothrix rubescens	6433	0.0064			
DINOPHYTA	Synechococcus elongatus	6340	0.0003			
	Ceratium hirundinella	6553			0.1275	
	Gymnodiniales indéterminées 20 - 50 µm	5011			0.0081	
	Gymnodinium cnecoides	20338		0.0913		
	Gymnodinium helveticum	6558	0.0415	0.2277	0.0068	
	Gymnodinium lantzchii	6559	0.0088	0.0322		
	Peridinales indéterminées > 50 µm	4921				0.1381
EUGLENOPHYTA	Peridinium umbonatum	6587			0.0245	
	Peridinium willei	6589			0.0657	
	Euglénophycées indéterminées	5014			0.0210	0.0140
	Trachelomonas intermedia	9756		0.0189		
HAPTOPHYTA	Trachelomonas klebsii	6535		0.0347		
	Trachelomonas volvocina	6544		0.0521		
	Erkenia subaequiciliata	6149	0.0001	0.0198	0.0105	0.0018
HETEROKONTOPHYTA	Bitrichia chodatii	6111			0.0007	
	Chrysococcus minutus	42837		0.0006		
	Chrysococcus rufescens	9571		0.0040		
	Chrysolykos planctonicus	6118		0.0677		
	Dinobryon bavaricum	6127		0.0113	0.0006	
	Dinobryon crenulatum	9577			0.0006	
	Dinobryon divergens	6130	0.2714	0.0251	0.0133	0.0008
	Gonyostomum semen	6206				0.0276
	Kephyrion	6150			0.0003	
	Kephyrion littorale	6151	0.0028	0.0372		
	Kephyrion petasatum	20174			0.0001	
	Kephyrion spirale	20175	0.0002			
	Mallomonas	6209			0.0074	
	Ochromonas	6158	0.0002	0.0093		
	Pseudokephyrion entzii	6164		0.0010		
	Pseudokephyrion pseudospirale	6163		0.0059		
	Pseudopedinella	4764		0.0340		
	Pseudopedinella elastica	20753				0.0025
	Pseudotetraëdiella kamillae	20343	0.0053			
<b>Nombre de taxons</b>			<b>31</b>	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>22</b>
<b>Biovolume (mm<sup>3</sup>/l)</b>			<b>0.6329</b>	<b>3.5488</b>	<b>0.5224</b>	<b>0.4778</b>

## 2.3 EVOLUTIONS SAISONNIERES DES GROUPEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES

Les graphiques suivants présentent la répartition du phytoplancton (relative) par groupe algal à partir des résultats exprimés en cellules/ml d'une part et à partir des biovolumes ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ) d'autre part. Sur chacun des graphiques, la courbe représente l'abondance totale par échantillon (Figure 12), et le biovolume de l'échantillon (Figure 13).

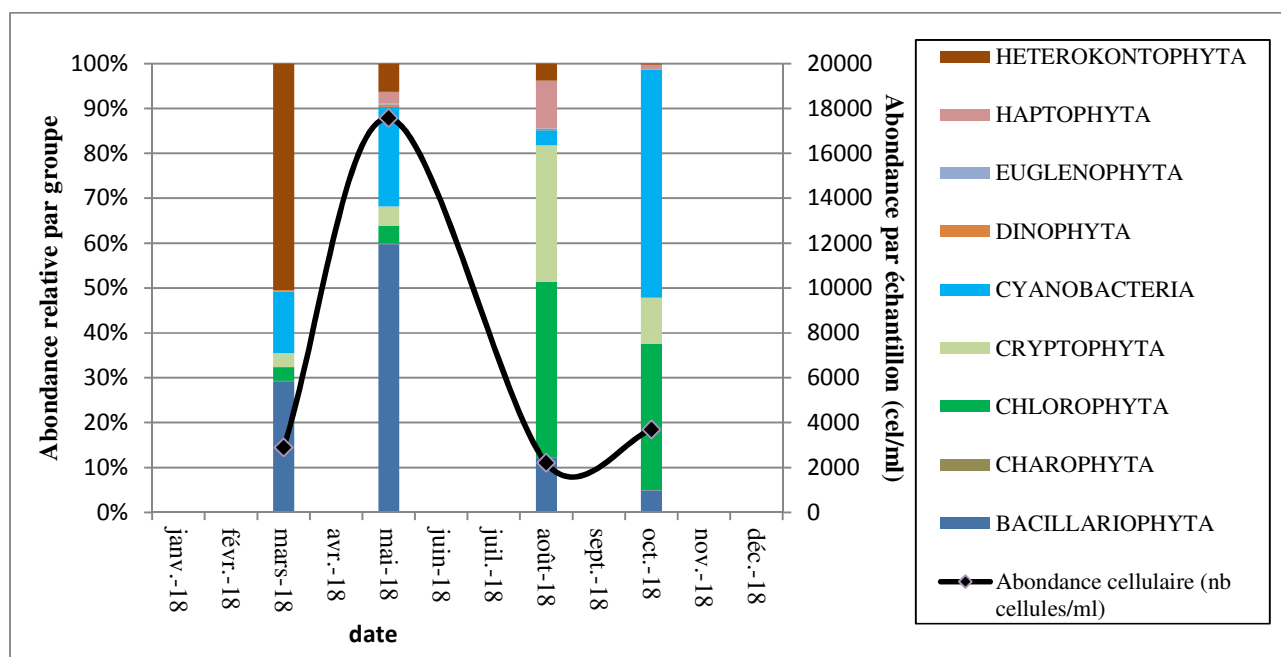


Figure 12 : Répartition du phytoplancton sur le lac de Laffrey à partir des abondances (cellules/ml)

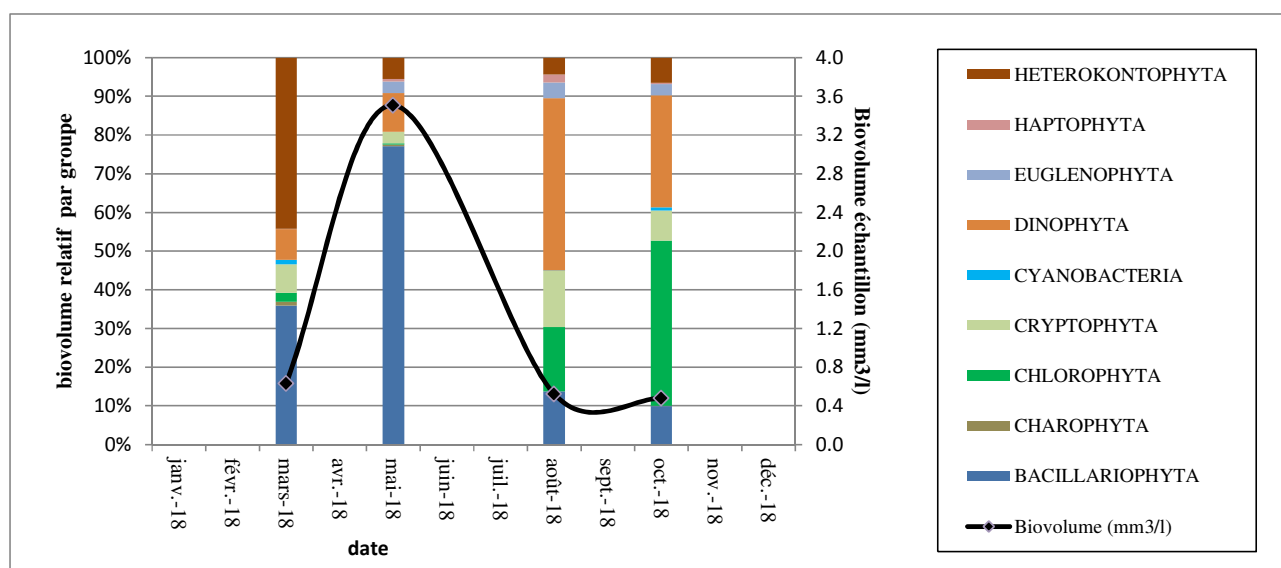


Figure 13 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux de phytoplancton (en  $\text{mm}^3/\text{l}$ )

Le peuplement phytoplanctonique est peu abondant dans le lac de Laffrey (< 4000 cellules/ml et < 0,63 mm<sup>3</sup>/l), sauf pour la campagne de printemps où la densité est nettement plus élevée (17560 cellules / ml et 3,5 mm<sup>3</sup>/l). La diversité taxonomique est assez élevée (31 à 37 taxons) lors des trois premières campagnes, elle diminue en début d'automne (22 taxons) avec le refroidissement des eaux.

Le peuplement est dominé par les heterokontophyta en fin d'hiver, avec l'espèce *Dinobryon divergens* qui domine largement le phytoplancton (42 à 50 %), celle-ci est mixotrophe, c'est-à-dire capable de photosynthétiser et d'utiliser les nutriments dissous dans l'eau, mais également d'utiliser la matière organique comme source d'énergie lorsque les nutriments viennent à manquer. Elle affectionne, de ce fait, les milieux pauvres en nutriments. Elle est accompagnée par les diatomées dont l'espèce *Fragilaria crotonensis*, très commune dans les plans d'eau mésotrophes.

La production algale augmente nettement en C2 (biovolume = 3,5 mm<sup>3</sup>/l). C'est la diatomée centrique *Cyclotella costei*, indicatrice de milieux brassés et relativement pauvre en nutriments qui domine très largement le peuplement (60 à 75 % en biovolume et abondance). La cyanobactérie *Aphanocapsa elachista* colonise également les eaux de Laffrey.

Fin août, le peuplement algal est assez équilibré entre les différents groupes phytoplanctoniques, la production algale est assez faible. *C. Costei* est toujours présente, mais nettement moins abondante, elle est accompagnée par l'algue verte espèce unicellulaire commune dans les plans d'eau *Chlorella vulgaris* et la cryptophyte ubiquiste *Plagioselmis nannoplantica*.

En début d'automne, l'abondance et le biovolume phytoplanctonique sont assez similaires à la campagne 3. En revanche, la diversité chute de manière sensible. L'espèce *Coenochloris fottii* (chlorophycées) se développe et représente environ 1/3 des espèces identifiées. La cyanobactérie *Aphanocapsa elachista* non toxique se maintient dans les eaux de Laffrey. Des dinoflagellés du genre *Peridinium* colonisent également le milieu aquatique, elles sont indicatrices de milieux bien stratifiés.

## 2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC

L'indice phytoplancton lacustre ou IPLAC est calculé à partir du SEEE (v1.0.2 en date du 19/03/2019). Il s'appuie sur la moyenne pondérée de 2 métriques: l'une basée sur les teneurs en chlorophylle a (µg/l) (MBA ou métrique de biomasse algale totale), et l'autre sur la présence d'espèces indicatrices quantifiées en biovolume (mm<sup>3</sup>/l) (MCS ou métrique de composition spécifique). Plus la valeur d'une métrique tend vers 1 plus la qualité est proche de la valeur prédite en condition de référence. Les 5 classes d'état sont fournies sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Les classes d'état affichées pour les deux métriques et l'IPLAC sont données dans le tableau suivant.

Laffrey_2018		
IPLAC	MBA	MCS
0.89	1.00	0.84
TB	TB	TB

En conclusion, le peuplement phytoplanctonique est équilibré dans le lac de Laffrey, les taxons identifiés sont indicateurs d'un milieu peu riche en nutriments (MCS= 0,84). La biomasse algale est très faible comme l'atteste les teneurs en chlorophylle (MBA=1).

**L'IPLAC résultant est de 0.89, ce qui correspond à une très bonne classe d'état pour l'élément de qualité phytoplancton.**

## 2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS

---

En 2018, l'évolution saisonnière des peuplements phytoplanctoniques est conforme au suivi 2015 avec un peuplement algal équilibré et une dominance des diatomées en début de saison. Les espèces dominantes sont très similaires entre les deux suivis : *Cyclotella costei* et *Chlorella vulgaris* et sont globalement indicatrices de milieux pauvres en nutriments. La production algale reste faible en 2018, comme en 2015, révèle un milieu oligotrophe.

L'historique des valeurs IPLAC acquises sur le lac de Laffrey est présenté dans le Tableau 8 (valeurs issues du SEEE V 1.0.2, base du 07/01/2019).

**Tableau 8 : évolution des Indices IPLAC depuis 2009**

Nom_Lac	année	IPLAC	Classe IPLAC
Laffrey	2009	0.889	TB
Laffrey	2015	0.899	TB
<b>Laffrey</b>	2018	0.889	TB

Au niveau des indices, l'IPLAC est stable depuis 2009 avec une qualité très bonne et des indices proches de 0,9.

Cependant l'IPLAC ne prend en compte que 50% des taxons identifiés (en 2018), ce qui limite la représentativité de l'indice. L'analyse des peuplements faite par ailleurs semble cependant confirmer la bonne qualité des communautés phytoplanctoniques.

- ⇒ Ces éléments tendent à indiquer que le lac de Laffrey présente un très bon état du compartiment phytoplancton

### 3 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU

Le suivi physicochimique et biologique 2018 sur le lac de Laffrey s'est déroulé conformément aux prescriptions de suivi de l'état écologique et l'état chimique des eaux douces de surface, le suivi a été allégé type « phytoplancton ». On rappelle que le lac de Laffrey ne présente pas de pressions à l'origine du risque de non atteinte des objectifs environnementaux.

L'année 2018 a été chaude avec des apports pluviométriques conformes à la normale. Les résultats obtenus sont proches de ceux de 2015 pour tous les compartiments, ils sont synthétisés dans le tableau suivant.

Compartiment	Synthèse de la qualité du plan d'eau <sup>2</sup>
Profils verticaux	Stratification thermique marquée désoxygénation hypolimnique en fin de saison
Qualité physico-chimique des eaux	Absence de pollution organique Apports en nutriments faibles
Biologie – chlorophylle <i>a</i>	Production chlorophyllienne faible – Moyenne estivale : 0,83 µg/l Très bon état
Biologie - phytoplancton	Peuplement équilibré – production algale faible à modérée IPLAC = Très bon état

L'ensemble des suivis physico-chimiques et biologiques 2018 indiquent un milieu aquatique de bonne qualité avec peu d'apports en éléments nutritifs, et une absence de pollutions organiques.

Le milieu aquatique peut être qualifié d'oligotrophe à travers l'étude de la chlorophylle *a* et du compartiment phytoplancton (très bon état). La production primaire mise en évidence est faible dans le lac de Laffrey.

<sup>2</sup> il s'agit d'une interprétation des valeurs brutes observées (analyses physico-chimiques, peuplements biologiques) mais pas d'une stricte évaluation de l'Etat écologique et chimique selon les arrêtés en vigueur

**- ANNEXES -**



## **Annexe 1. COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES PHYSICO- CHIMIQUES ET PHYTOPLANCTONIQUES**

---



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

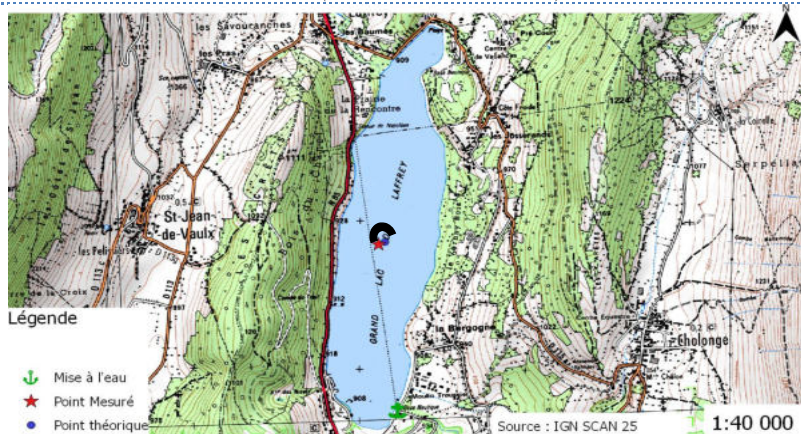
### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 20/03/2018  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 16000036

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Laffrey (38) Type : N4  
 Lac marnant : non lacs naturels de moyenne montagne calcaire,  
 Temps de séjour : 854 jours profonds  
 Superficie du plan d'eau : 115 ha  
 Profondeur maximale : 39.3 m

Carte (extraît SCAN 25 IGN 1/25 000)



★ Localisation du point de prélèvements Angle de la prise de vue de la photographie

### STATION

Photo du site :



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 20/03/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 16000036

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN

Lambert 93 : X : 918702 Y : 6438442 alt. : 908 m

WGS 84 (systinternatinal GPS) : 5°46'35,5"E 45°00'38,2"N

Côte échelle : nc

Profondeur : 37 m

Météo :  1- temps sec ensoleillé  5- orage-pluie forte  
 2- faiblement nuageux  6- neige  
 3- temps humide  7- gel  
 4- pluie fine  8- fortement nuageux

P atm. : 900 hPa

Conditions d'observation : Vent :  0- nul  2- moyen  4- brise  
 1- faible  3- fort  5- brise modéré

Surface de l'eau :  1- lisse  3- agitée  
 2- faiblement agitée  4- très agitée

Hauteur de vagues : 0.15 m Bloom algal : NON

Marnage :  oui  non Hauteur de bande :

Campagne	1	campagne de fin d'hiver : homothermie du plan d'eau avant démarrage de l'activité biologique
----------	---	--

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :

Remarques et observation :

Conditions météorologiques hivernales et ventée.

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : Laffrey Date : 20/03/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE

Heure début de relevé : 13:45 Heure fin de relevé : 14:00

#### Prélèvement pour analyses physico-chimiques et phytoplancton

Heure début de relevé : 13:45  
 Profondeur : 0 à 13.75 m  
 Volume prélevé : 7 L Nbre de prélèvement : 4  
 Matériel employé : tuyau intégrateur 20 m

Chlorophylle OUI Volume filtré sur place : 1000 ml

Phytoplancton OUI Ajout de lugol : 5 ml

Prélèvement pour analyses micropolluants NON

### PRELEVEMENTS DE FOND

Heure début de relevé : Heure fin de relevé :

Prélèvement pour analyses physico-chimiques NON

Prélèvement pour analyses micropolluants NON

### REMISE DES ECHANTILLONS

Code prélèvement zone euphotique : 398850 Bon de transport : 6931011003586831

Code prélèvement de fond : Bon de transport :

TNT  Chrono  CARSO  Ville : La Motte Servolex  
 Dépôt : Date : 20/03/18 Heure : 18:00  
 Réception au laboratoire le : 21/03/18

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

Plan d'eau : Laffrey Date : 20/03/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### TRANSPARENCE

Disque de Secchi = 5.5 m Zone euphotique (x 2,5 secchi) = 13.8 m

### PROFIL VERTICAL

Moyen de mesure utilisé :  in situ à chaque profondeur  en surface dans un récipient

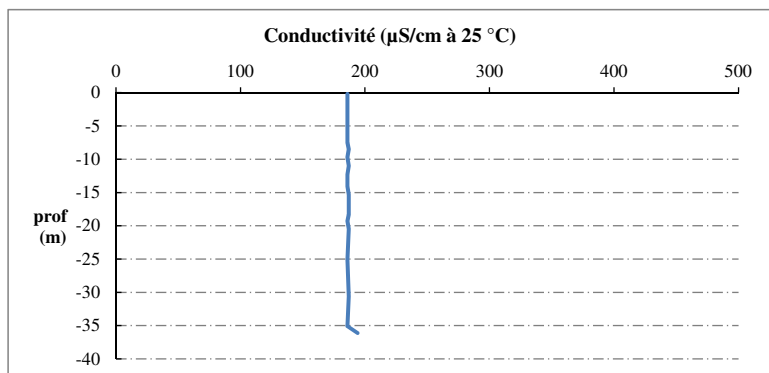
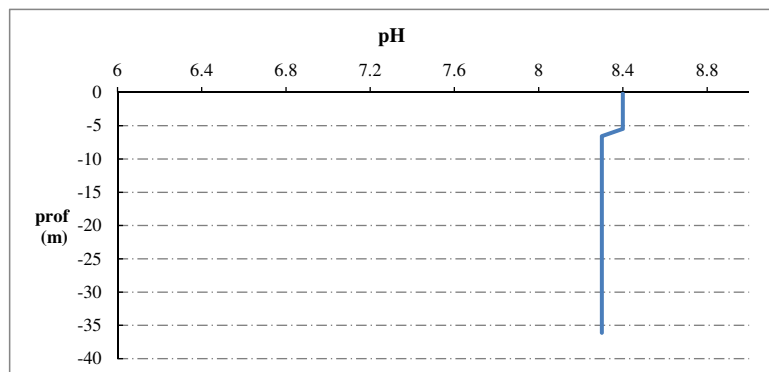
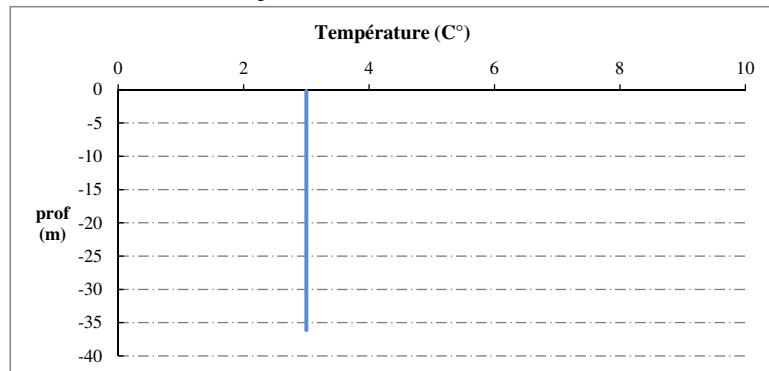
Prof. plvt Phy-chi	Prof. (m)	Temp (°C)	pH	Cond. (µS/cm 25°)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Matières organiques dissoutes ppb	Heure
	-0.2	3.0	8.4	186	85	10.0	1.5	13:45
	-1.1	3.0	8.4	186	90	10.7	1.5	
	-2.2	3.0	8.4	186	94	11.2	1.4	
	-3.1	3.0	8.4	186	95	11.4	1.3	
	-4.5	3.0	8.4	186	99	11.9	1.3	
	-5.5	3.0	8.4	186	100	11.9	1.3	
	-6.6	3.0	8.3	186	101	12.1	1.3	
	-7.5	3.0	8.3	186	101	12.1	1.2	
	-8.5	3.0	8.3	187	101	12.1	1.2	
	-9.7	3.0	8.3	186	102	12.1	1.2	
	-11.0	3.0	8.3	187	101	12.1	1.2	
	-12.3	3.0	8.3	186	102	12.1	1.3	
	-12.8	3.0	8.3	186	102	12.2	1.2	
	-14.1	3.0	8.3	186	102	12.2	1.2	
	-15.3	3.0	8.3	187	102	12.2	1.2	
	-17.3	3.0	8.3	187	102	12.1	1.2	
	-18.3	3.0	8.3	187	102	12.1	1.2	
	-19.3	3.0	8.3	186	102	12.1	1.2	
	-20.5	3.0	8.3	187	102	12.2	1.2	
	-25.1	3.0	8.3	186	102	12.1	1.2	
	-30.6	3	8.3	187	102	12.2	1.2	
	-35.1	3	8.3	186	102	12.1	0.9	
	-36.1	3	8.3	194	102	12.2	0.9	

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : Laffrey  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC

Date : 20/03/18  
 Code lac : W2765003  
 Campagne : 1  
 Marché n° : 160000036

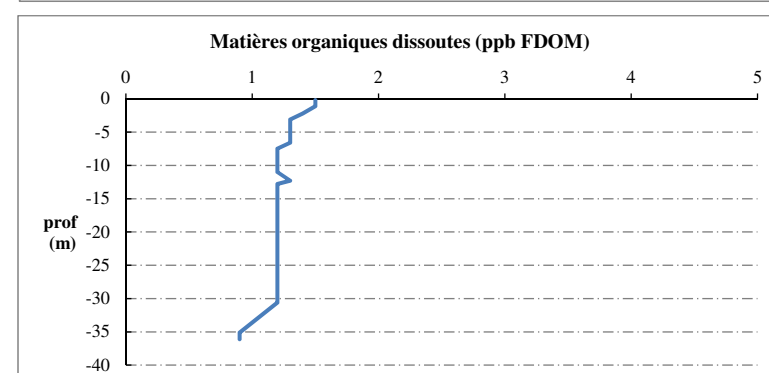
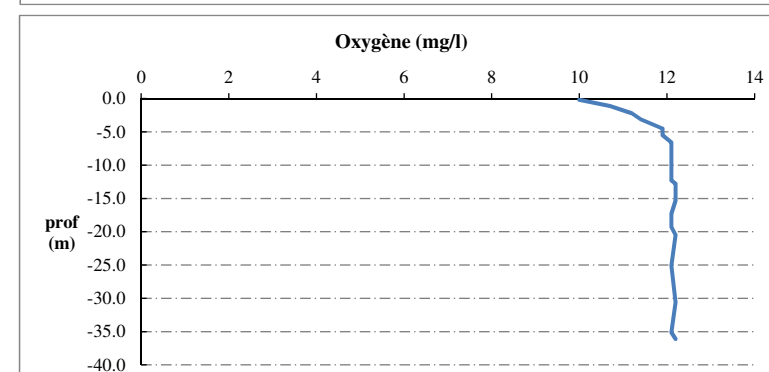
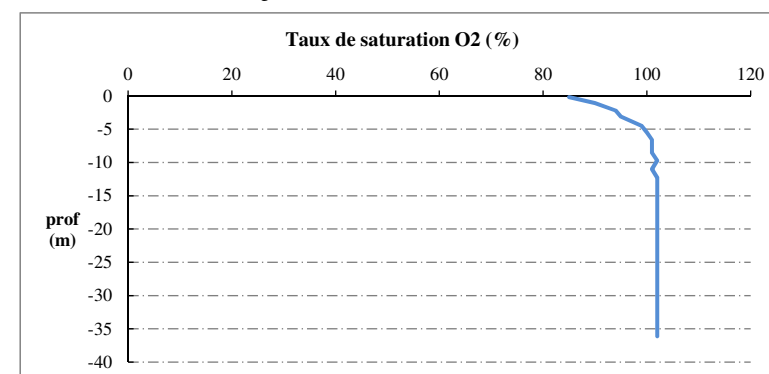


## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : Laffrey  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC

Date : 20/03/18  
 Code lac : W2765003  
 Campagne : 1  
 Marché n° : 160000036



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 17/05/2018  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 16000036

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Laffrey (38) Type : N4  
 Lac marnant : non lacs naturels de moyenne montagne calcaire,  
 Temps de séjour : 854 jours profonds  
 Superficie du plan d'eau : 115 ha  
 Profondeur maximale : 39.3 m

Carte (extrait SCAN 25 IGN 1/25 000)



Mise à l'eau  
 Point Mesuré  
 Point théorique

Localisation du point de prélèvements  
 Angle de la prise de vue de la photographie

### STATION

Photo du site :



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 17/05/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 16000036

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN

Lambert 93 : X : 918702 Y : 6438485 alt. : 908 m  
 WGS 84 (systinternatinal GPS) : 5°46'36.8 E 45°00'39.5 N

Côte échelle : inc  
 Profondeur : 35 m  
 1- temps sec ensoleillé  
 2- faiblement nuageux  
 3- temps humide  
 4- pluie fine  
 5- orage-pluie forte  
 6- neige  
 7- gel  
 8- fortement nuageux

Météo :  
 P atm. : 910 hPa  
 Vent :  0- nul  2- moyen  4- brise  
 1- faible  3- fort  5- brise modéré

Conditions d'observation :  
 Surface de l'eau :  1- lisse  3- agitée  
 2- faiblement agitée  4- très agitée

Hauteur de vagues : 0.05 m Bloom algal : NON

Marnage :  oui  non Hauteur de bande : 0 m

Campagne	2	campagne printanière de croissance du phytoplancton : mise en place de la thermocline
----------	---	---

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :

Remarques et observation :

Réalisation des profils à l'aide d'une sonde OTT MS5  
 et d'une sonde EXO pour les matières organiques dissoutes : le profil a été arrêté à 30 m  
 suivi "phytoplancton"

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 17/05/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE

Heure début de relevé : 15:40 Heure fin de relevé : 16:00

#### Prélèvement pour analyses physico-chimiques et phytoplancton

Heure début de relevé : 15:40  
 Profondeur : 0 à 11.3 m  
 Volume prélevé : 8 L Nbre de prélèvement : 3  
 Matériel employé : tuyau intégrateur 20 m

Chlorophylle  OUI Volume filtré sur place : 1000 ml

Phytoplancton  OUI Ajout de lugol : 5 ml

Prélèvement pour analyses micropolluants NON

### PRELEVEMENTS DE FOND

Heure début de relevé : Heure fin de relevé :

Prélèvement pour analyses physico-chimiques NON

Prélèvement pour analyses micropolluants NON

### REMISE DES ECHANTILLONS

Code prélèvement zone euphotique : 398851 Bon de transport : 6931011003421457

Code prélèvement de fond : Bon de transport :

TNT  Chrono  CARSO  Ville : Chambéry  
 Dépôt : Date : 17/05/18 Heure : 18:00  
 Réception au laboratoire le : 18/05/18

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 17/05/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### TRANSPARENCE

Disque de Secchi = 4.5 m Zone euphotique (x 2,5 secchi) = 11.3 m

### PROFIL VERTICAL

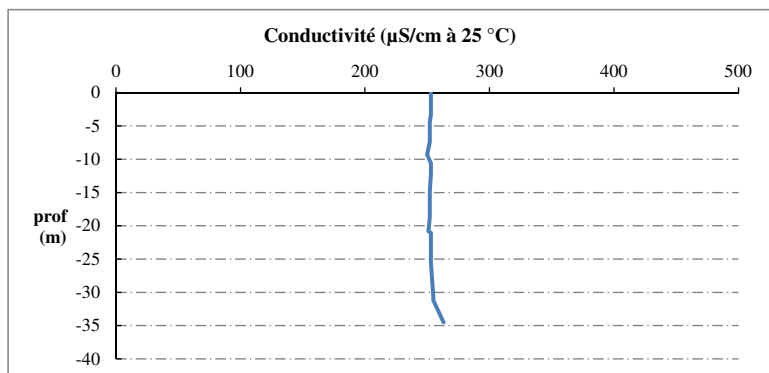
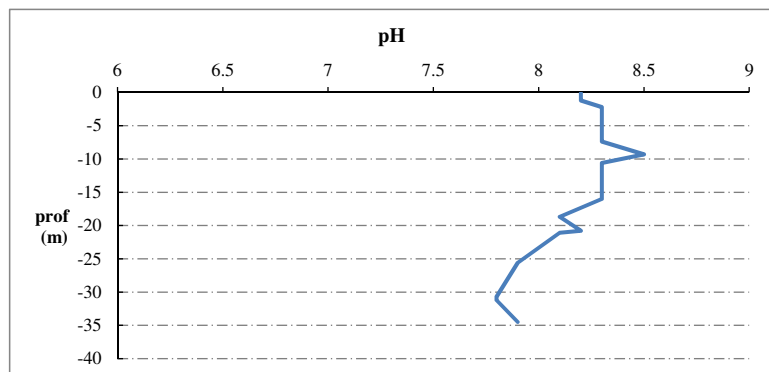
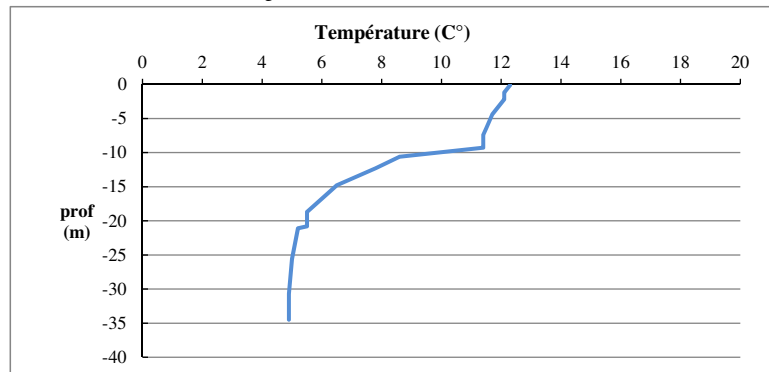
Moyen de mesure utilisé :  in situ à chaque profondeur  en surface dans un récipient

Prof. plvt Phy-chi	Prof.	Temp	pH	Cond.	O2	O2	Matières organiques dissoutes	Heure
	(m)	(°C)		(µS/cm 25°)	(%)	(mg/l)	ppb	
Pvlt de la zone euphotique	-0.1	12.3	8.2	253	106	10.1	0.9	15:40
	-1.2	12.1	8.2	253	105	10.1	1.0	
	-2.2	12.1	8.3	253	105	10.2	1.0	
	-3.3	11.9	8.3	253	106	10.2	1.0	
	-4.4	11.7	8.3	252	105	10.3	1.1	
	-6.4	11.5	8.3	252	105	10.3	1.2	
	-7.4	11.4	8.3	252	106	10.3	1.2	
	-9.3	11.4	8.5	250	106	10.4	1.3	
	-10.6	8.6	8.3	253	107	11.2	1.4	
	-12.3	7.8	8.3	253	107	11.5	1.6	
	-14.8	6.5	8.3	252	105	11.6	1.7	
	-16.0	6.2	8.3	252	105	11.6	1.8	
	-18.7	5.5	8.1	252	101	11.4	1.9	
	-20.8	5.5	8.2	251	100	11.3	2.1	
	-21.1	5.2	8.1	253	99	11.2	2.3	
-25.6	5.0	7.9	253	92	10.5	2.4		
-30.7	4.9	7.8	255	84	9.7	2.4		
-31.2	4.9	7.8	255	81	9.3	2.7		
-34.5	4.9	7.9	263	81	9.3	2.7		

## Relevé phytoplanktonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

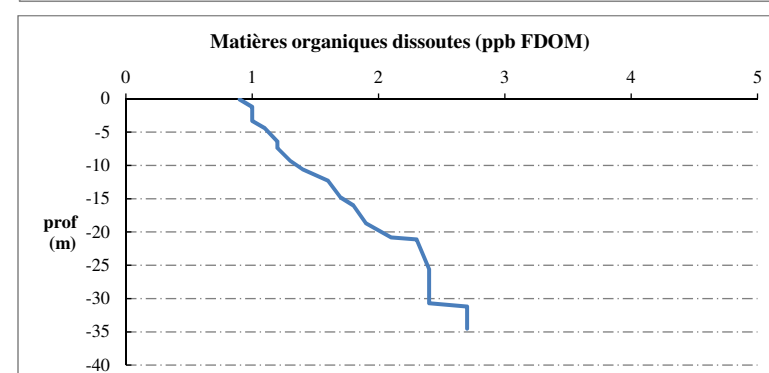
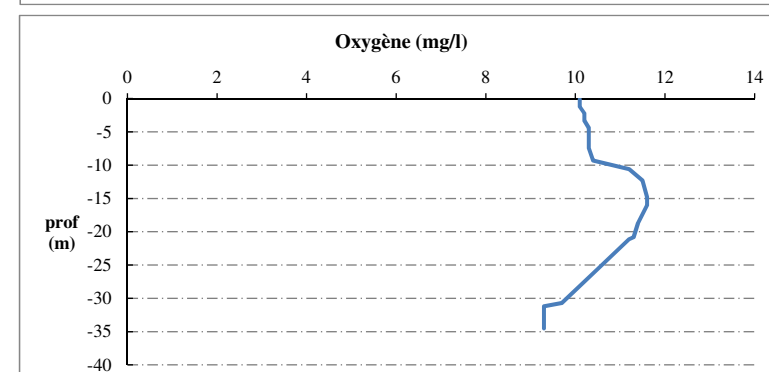
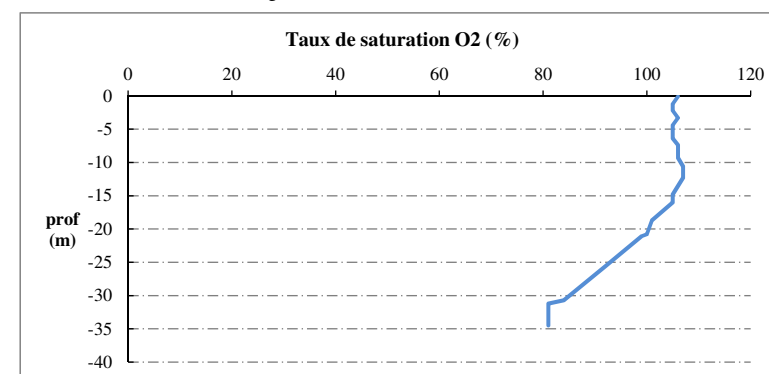
**Plan d'eau :** Laffrey  
**Types (naturel, artificiel ...) :** Naturel  
**Organisme / opérateur :** STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin  
**Organisme demandeur :** Agence de l'Eau RMC  
**Date :** 17/05/18  
**Code lac :** W2765003  
**Campagne :** 2  
**Marché n° :** 160000036



## Relevé phytoplanktonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

**Plan d'eau :** Laffrey  
**Types (naturel, artificiel ...) :** Naturel  
**Organisme / opérateur :** STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin  
**Organisme demandeur :** Agence de l'Eau RMC  
**Date :** 17/05/18  
**Code lac :** W2765003  
**Campagne :** 2  
**Marché n° :** 160000036



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 23/08/2018  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu Campagne : 3  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 16000036

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Laffrey (38) Type : N4  
 Lac marnant : non lacs naturels de moyenne montagne calcaire,  
 Temps de séjour : 854 jours profonds  
 Superficie du plan d'eau : 115 ha  
 Profondeur maximale : 39.3 m

Carte (extraît SCAN 25 IGN 1/25 000)



★ Localisation du point de prélèvements

☺ Angle de la prise de vue de la photographie

### STATION

Photo du site :



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 23/08/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu Campagne : 3  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 16000036

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN  
 Lambert 93 : X : 918711 Y : 6438478 alt. : 908 m  
 WGS 84 (systinternatinnal GPS) : 005°46'36.0"E 45°00'39.3" N  
 Côte échelle : nd  
 Profondeur : 35 m  
 Météo :  1- temps sec ensoleillé  5- orage-pluie forte  
 2- faiblement nuageux  6- neige  
 3- temps humide  7- gel  
 4- pluie fine  8- fortement nuageux  
 P atm. : 913 hPa  
 Conditions d'observation : Vent :  0- nul  2- moyen  4- brise  
 1- faible  3- fort  5- brise modéré  
 Surface de l'eau :  1- lisse  3- agitée  
 2- faiblement agitée  4- très agitée  
 Hauteur de vagues : 0.05 m Bloom algal : NON  
 Marnage :  oui  non Hauteur de bande :

Campagne	3	campagne estivale : thermocline bien installée, deuxième phase de croissance des phytoplancton
----------	---	--

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :  
Mairie de Laffrey

#### Remarques et observation :

Pas de profil FDOM: sonde EXO en panne.  
 Profil réalisé à l'aide d'une sonde MS5.  
 Activités nautiques importantes autour de la zone de prélèvement.  
 Flaconnage : il manquait le flacon NKT-DCO...  
 Stratification thermique très marquée : thermocline entre 7 et 13 m désoxygénation au fond du plan d'eau

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

**Plan d'eau :** Laffrey **Date :** 23/08/18  
**Types (naturel, artificiel ...) :** Naturel **Code lac :** W2765003  
**Organisme / opérateur :** STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu **Campagne :** 3  
**Organisme demandeur :** Agence de l'Eau RMC **Marché n° :** 160000036

### PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE

Heure début de relevé : 14:20      Heure fin de relevé : 14:40

#### Prélèvement pour analyses physico-chimiques et phytoplancton

**Heure début de relevé :** 14:20  
**Profondeur :** 0 à 15 m  
**Volume prélevé :** 8 L      Nbre de prélèvement : 4  
**Matériel employé :** 20 m tuyau integrateur

**Chlorophylle** : OUI      Volume filtré sur place : 1000 ml

**Phytoplancton** : Ajout de lugol : 5 ml

**Prélèvement pour analyses micropolluants** NON

### PRELEVEMENTS DE FOND

Heure début de relevé :      Heure fin de relevé :

**Prélèvement pour analyses physico-chimiques** NON

**Prélèvement pour analyses micropolluants** NON

### REMISE DES ECHANTILLONS

Code prélèvement zone euphotique : 398852      Bon de transport : 6931011003458233

Code prélèvement de fond :      Bon de transport :

TNT     Chrono     CARSO       Ville : Chambéry  
 Dépôt :      Date : 23/08/18      Heure : 17:00  
 Réception au laboratoire le : 24/08/18

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

**Plan d'eau :** Laffrey **Date :** 23/08/18  
**Types (naturel, artificiel ...) :** Naturel **Code lac :** W2765003  
**Organisme / opérateur :** STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu **Campagne :** 3  
**Organisme demandeur :** Agence de l'Eau RMC **Marché n° :** 160000036

### TRANSPARENCE

Disque de Secchi = 6 m      Zone euphotique (x 2,5 secchi) = 15 m

### PROFIL VERTICAL

Moyen de mesure utilisé :  in situ à chaque profondeur     en surface dans un récipient

Prof. plvt Phy-chi	Prof. (m)	Temp (°C)	pH	Cond. (µS/cm 25°)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Matières organiques dissoutes ppb	Heure
Pvlt de la zone euphotique	-0.3	22.4	8.3	237	110	8.5		14:20
	-1.0	22.2	8.3	237	110	8.6		
	-1.9	22.0	8.3	237	109	8.6		
	-3.0	22.0	8.3	237	109	8.5		
	-4.0	21.9	8.3	237	108	8.5		
	-5.0	21.8	8.3	237	108	8.5		
	-6.0	21.6	8.3	237	107	8.5		
	-7.1	21.3	8.3	238	108	8.6		
	-8.0	19.6	8.1	244	106	8.7		
	-9.0	16.5	8.0	250	110	9.7		
	-10.0	12.8	8.0	254	109	10.4		
	-11.1	11.0	7.9	254	104	10.3		
	-12.0	9.7	7.8	254	99	10.1		
	-13.0	8.3	7.7	254	93	9.9		
	-14.0	7.3	7.5	254	83	9.0		
	-15.1	6.8	7.5	253	78	8.6		
	-16.1	6.5	7.4	254	76	8.4		
-17.1	6.2	7.4	254	74	8.2			
-18.1	5.8	7.3	254	70	7.9			
-19.1	5.6	7.3	255	66	7.5			
-20.1	5.6	7.2	255	61	6.9			
-25.1	5.3	7.1	258	51	5.8			
-30.3	5.2	7.1	260	36	4.1			
-35.1	5.2	6.9	288	8	0.9			

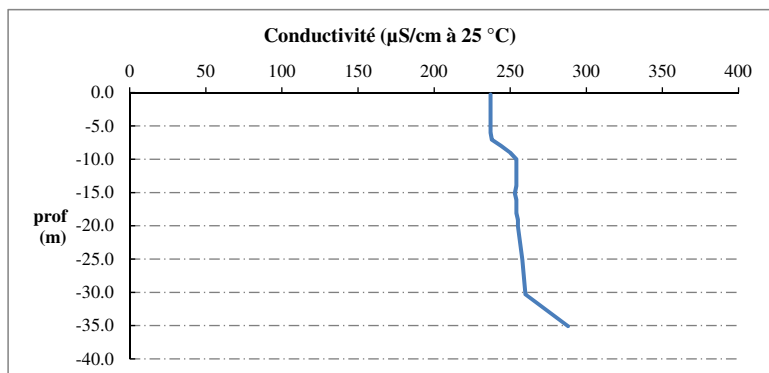
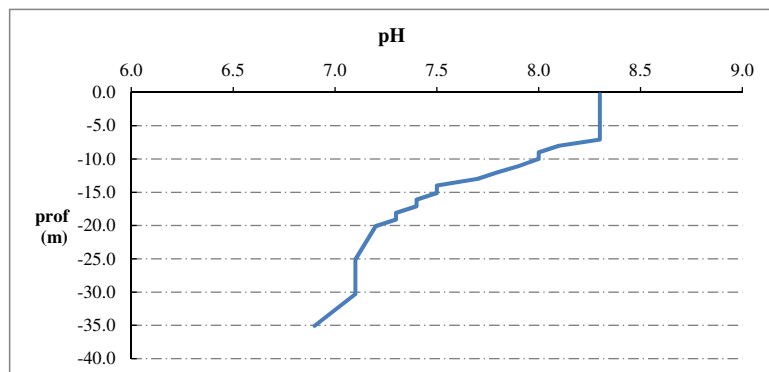
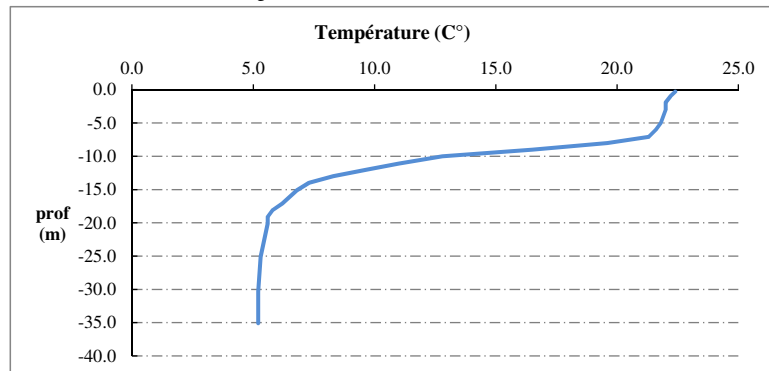
Pas de profil



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

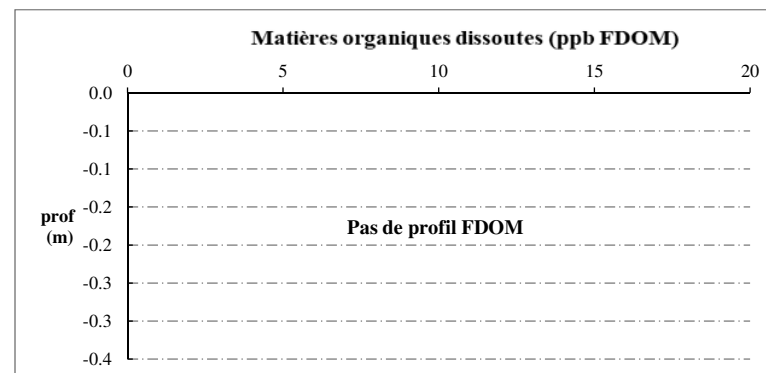
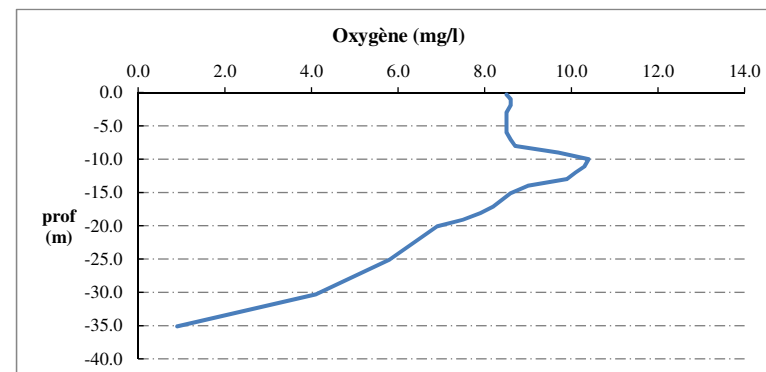
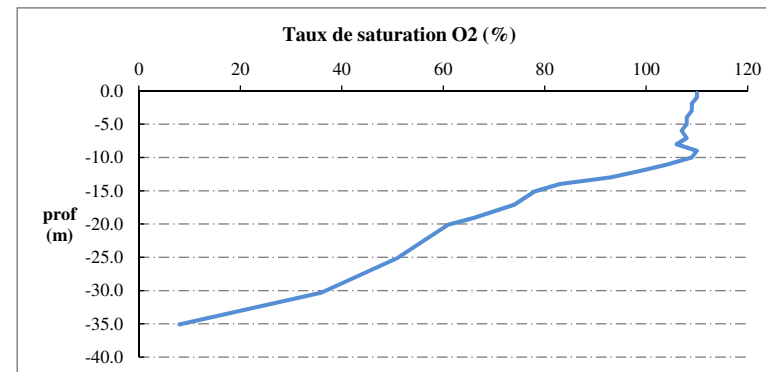
Plan d'eau : Laffrey  
Types (naturel, artificiel ...) : Naturel  
Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu  
Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC  
Date : 23/08/18  
Code lac : W2765003  
Campagne : 3  
Marché n° : 16000036



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : Laffrey  
Types (naturel, artificiel ...) : Naturel  
Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Ingrid Mathieu  
Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC  
Date : 23/08/18  
Code lac : W2765003  
Campagne : 3  
Marché n° : 16000036



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

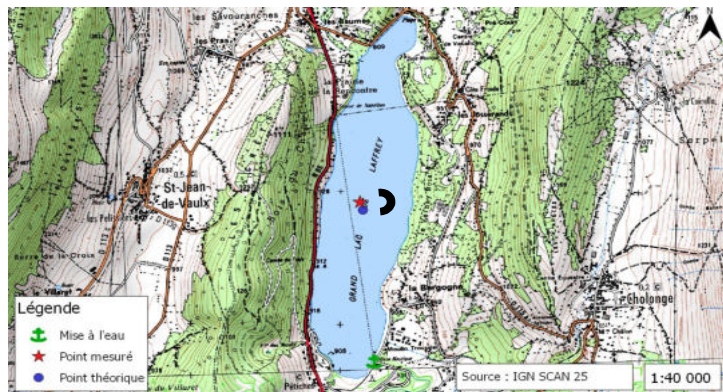
### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 03/10/2018  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Pierrick Farastier Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Laffrey (38) Type : N4  
 Lac marnant : non lacs naturels de moyenne montagne calcaire,  
 Temps de séjour : 854 jours profonds  
 Superficie du plan d'eau : 115 ha  
 Profondeur maximale : 39.3 m

Carte (extrait SCAN 25 IGN 1/25 000)



★ Localisation du point de prélèvements

Ⓒ Angle de la prise de vue de la photographie

### STATION

Photo du site :



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 03/10/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Pierrick Farastier Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN  
 Lambert 93 : X : 918721 Y : 6438517 alt. : 908 m  
 WGS 84 (systinternat GPS) : 005°46'36,5"E 45°00'40,6"N  
 Côte échelle : ND  
 Profondeur : 37 m  
 Météo :  1- temps sec ensoleillé  5- orage-pluie forte  
 2- faiblement nuageux  6- neige  
 3- temps humide  7- gel  
 4- pluie fine  8- fortement nuageux  
 P atm. : 918 hPa  
 Vent :  0- nul  2- moyen  4- brise  
 1- faible  3- fort  5- brise modéré  
 Surface de l'eau :  1- lisse  3- agitée  
 2- faiblement agitée  4- très agitée  
 Hauteur de vagues : 0.15 m Bloom algal : NON  
 Marnage :  oui  non Hauteur de bande :

Campagne	4	campagne de fin d'été : fin de stratification avant baisse de la température
----------	---	--

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :

#### Remarques et observation :

Stratification thermique encore bien marquée  
 Désoxygénation de l'hypolimnion, absence d'oxygène au fond  
 Peu de signes d'activité biologique

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 03/10/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Pierrick Farastier Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE

Heure début de relevé : 15:30 Heure fin de relevé : 15:40

#### Prélèvement pour analyses physico-chimiques et phytoplancton

Heure début de relevé : 15:30  
 Profondeur : **0 à 19 m**  
 Volume prélevé : 9 L Nbre de prélèvement : 4  
 Matériel employé : 20 m tuyau integrateur

Chlorophylle  OUI Volume filtré sur place :  1000 ml

Phytoplacton OUI Ajout de lugol :  4 ml

#### Prélèvement pour analyses micropolluants

NON

### PRELEVEMENTS DE FOND

Heure début de relevé : Heure fin de relevé :

#### Prélèvement pour analyses physico-chimiques

NON

#### Prélèvement pour analyses micropolluants

NON

### REMISE DES ECHANTILLONS

Code prélèvement zone euphotique:  398853 Bon de transport :  6931011003453331

Code prélèvement de fond :  Bon de transport :

TNT  Chrono  CARSO  Ville : la Motte  
 Dépôt : Date : 03/10/18 Heure : 18:15  
 Réception au laboratoire le :

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 03/10/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Pierrick Farastier Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

### TRANSPARENCE

Disque de Secchi =  7.5 m Zone euphotique (x 2,5 secchi) =  18.8 m

### PROFIL VERTICAL

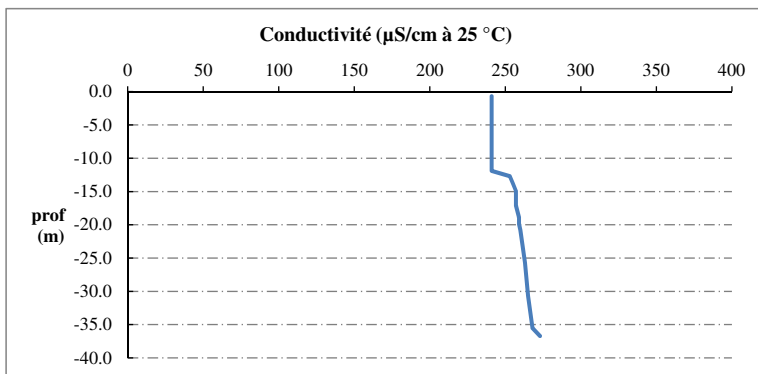
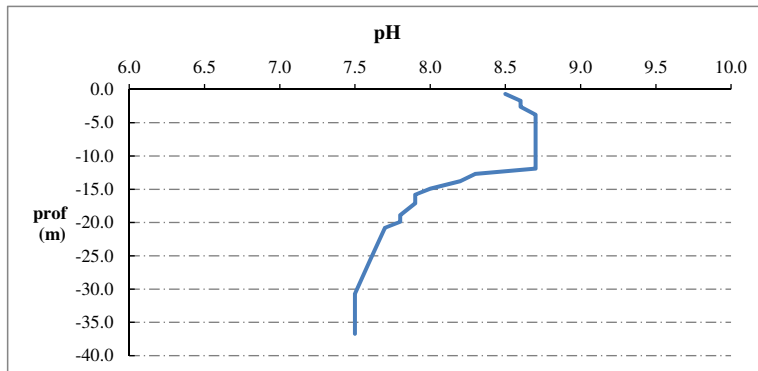
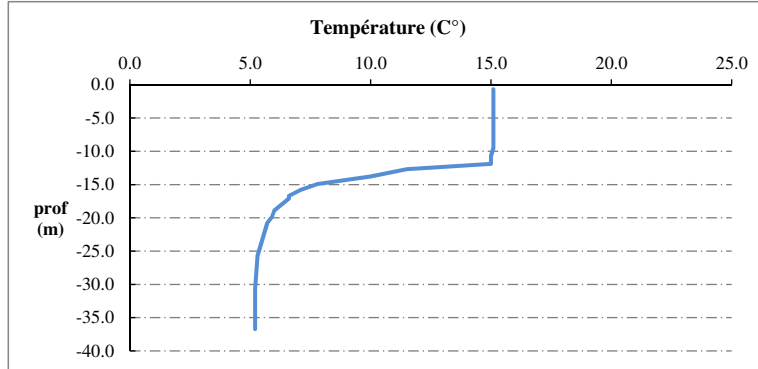
Moyen de mesure utilisé :  in situ à chaque profondeur  en surface dans un récipient

Prof. plvt Phy-chi	Prof.	Temp	pH	Cond.	O2	O2	Matières organiques dissoutes	Heure
	(m)	(°C)		(µS/cm 25°)	(%)	(mg/l)	ppb	
Pvlt de la zone euphotique	-0.7	15.1	8.5	241	95	8.6	0.2	15:30
	-1.7	15.1	8.6	241	95	8.6	0.2	
	-2.6	15.1	8.6	241	95	8.7	0.2	
	-3.8	15.1	8.7	241	95	8.7	0.1	
	-4.7	15.1	8.7	241	95	8.6	0.2	
	-5.9	15.1	8.7	241	95	8.7	0.1	
	-6.7	15.1	8.7	241	95	8.6	0.2	
	-7.5	15.1	8.7	241	95	8.7	0.2	
	-8.7	15.1	8.7	241	94	8.6	0.2	
	-9.5	15.1	8.7	241	95	8.7	0.2	
	-10.7	15.0	8.7	241	95	8.7	0.2	
	-11.9	15.0	8.7	241	95	8.7	0.2	
	-12.7	11.5	8.3	253	89	8.8	0.7	
	-13.8	10.0	8.2	255	87	8.9	2.1	
	-14.9	7.8	8.0	257	75	8.1	2.9	
	-15.8	7.1	7.9	257	69	7.7	3.0	
	-16.7	6.6	7.9	257	66	7.4	3.1	
	-17.1	6.6	7.9	257	65	7.3	3.1	
	-18.9	6.0	7.8	259	59	6.7	3.2	
	-19.9	5.9	7.8	259	52	6.0	3.3	
-20.8	5.7	7.7	260	47	5.4	3.5		
-25.7	5.3	7.6	263	33	3.8	3.8		
-30.7	5.2	7.5	265	15	1.8	4.1		
-35.5	5.2	7.5	268	0	0.0	4.0		
-36.7	5.2	7.5	273	0	0.0	4.0		

## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 03/10/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Pierrick Farastier Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036



## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Laffrey** Date : 03/10/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Naturel Code lac : W2765003  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Pierrick Farastier Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000036

