



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
RETENUE DE GRAND'MAISON
SUIVI ANNUEL 2017**



RETENUE DE GRAND' MAISON (crédit photo : STE, 2017)



***Rapport n° 16-707/2017
Retenue de Grand'Maison (38) - octobre 2018***

*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

Table des matières

- CHAPITRE 1 : CADRE DU PROGRAMME DE SUIVI	1
- CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU PLAN D'EAU SUIVI -	5
1 <u>PRESENTATION DU PLAN D'EAU ET LOCALISATION</u>	7
2 <u>CONTENU DU SUIVI 2017.....</u>	9
2.1 PLANNING DE REALISATION.....	9
2.2 ETAPES DE LA VIE LACUSTRE.....	9
3 <u>BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2017.....</u>	11
<u>CHAPITRE 3 : RAPPEL METHODOLOGIQUE -</u>	13
1 <u>INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES.....</u>	15
1.1 METHODOLOGIE.....	15
1.2 PROGRAMME ANALYTIQUE.....	16
2 <u>INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES</u>	16
2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS.....	16
2.2 DETERMINATION DES TAXONS	17
2.3 TRAITEMENT DES DONNEES SOUS PHYTOBS	17
- CHAPITRE 4 : RESULTATS DES INVESTIGATIONS -	19
1 <u>INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES SUR EAU</u>	20
1.1 PROFILS VERTICAUX ET EVOLUTIONS SAISONNIERES.....	20
1.2 PROFILS VERTICAUX MATIERES ORGANIQUES DISSOUTES	23
1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX (HORS MICROPOLLUANTS)	24
2 <u>PHYTOPLANCTON.....</u>	25
2.1 PRELEVEMENTS INTEGRES	25
2.2 LISTES FLORISTIQUES	26
2.3 EVOLUTIONS SAISONNIERES DES GROUPEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES	28
2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC.....	29
2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS	30
3 <u>APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU</u>	31
- ANNEXES -	33
<u>ANNEXE 1. <u>COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES PHYSICO-CHIMIQUES ET PHYTOPLANCTONIQUES</u></u>	35

FICHE QUALITE DU DOCUMENT

Maitre d'ouvrage Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC)
Direction des Données et Redevances
2-4, Allée de Lodz
69363 Lyon Cedex 07

Interlocuteur : Mr IMBERT Loïc

Coordonnées : loic.imbert@aurmc.fr

Titre du projet Etude des plans d'eau du programme de surveillance des bassins Rhône-Méditerranée et Corse – Rapport de données brutes et interprétation – Retenue de Grand' Maison (38)

Référence du document Rapport n°16-707B /2017- Rapport Grand'Maison 2017

Date Avril 2018

Auteur(s) S.T.E. 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

Contrôle qualité

Version	Rédigé par	Date	Visé par	Date
V1	Audrey Péricat, Sonia Baillot	07/05/2018	Eric Bertrand	07/05/2018
V2	Audrey Péricat	10/10/2018	Suite aux remarques de l'AERMC (courriel du 16/08/18)	

Thématique

Mots-clés **Géographiques :** Bassin Rhône-Méditerranée – Rhône-Alpes –Retenue de Grand'Maison

Thématiques : Réseaux de surveillance – Etat trophique – Plan d'eau

Résumé Le rapport rend compte de l'ensemble des données collectées sur la retenue de Grand' Maison lors des campagnes de suivi 2017. 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)	Nombre d'exemplaire(s)
Loïc IMBERT	AERMC	10/10/2018	informatique	1
pour version définitive				

Copie à :				
Nom	Organisme	Date	Format(s)	Nombre d'exemplaire(s)
Eric BERTRAND	S.T.E.	10/10/2018	Informatique	1
pour information				

- 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	
Sur EAU	Mesures in situ		O2 dis. (mg/l, %sat.), pH, COND (25°C), T°, transparence secchi	Profils verticaux				
	Physico-chimie classique et micropolluants	DBO5, PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, Corg, MEST, Turbidité, Si dissoute	Intégré	X	X	X	X	
			Ponctuel de fond	X	X	X	X	
		Micropolluants sur eau*	Intégré	X	X	X	X	
			Ponctuel de fond	X	X	X	X	
	Paramètres de Minéralisation	Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻	Intégré	X				
Ponctuel de fond								
Sur SEDIMENTS	<i>Eau interst. : Physico-chimie</i>		PO4, Ptot, NH4					
	Phase solide	<i>Physico-chimie classique</i>	Corg., Ptot, Norg, Granulométrie, perte au feu	Prélèvement au point de plus grande profondeur				X
		<i>Micropolluants</i>	Micropolluants sur sédiments*					
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Intégré - Protocole IRSTEA/Utermöhl					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 2017 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 réalisé
U4525003	Anse	MEA	69	RCS	Phytoplancton
V0115023	Anterne	Naturel	74	REF	Diatomées
V1435003	Barterand	Naturel	01	REF	Diatomées
V4105003	Devesset	MEA	07	CO	Classique
V3005123	Drapeau	MEA	69	CO	Classique
W2755283	Grand'Maison	MEFM	38	RCS	Phytoplancton
U4035023	Montrevel-en-Bresse	MEA	01	CO	Classique
V0325023	Montriond	Naturel	74	REF	Diatomées
W3125023	Paladru	Naturel	38	RCS/CO	Classique
W2405023	Pierre-châtel	Naturel	38	RCS/CO	Diatomées
U4205163	Saint-Denis-lès-Bourg	MEA	01	CO	Classique
V1015003	Sylans	Naturel	01	RCS/CO	Classique

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

1 PRESENTATION DU PLAN D'EAU ET LOCALISATION

La retenue de Grand'Maison est située dans le département de l'Isère (38), sur les communes de Vaujany et de Saint-Colomban-des-Villard, entre les massifs de Belledonne et des Grandes Rousses (Carte 1). Le barrage a été mis en service en 1988, il retient les eaux de l'Eau d'Olle. Le plan d'eau présente une superficie de 230 ha pour un volume de 132 millions de m³ à la CNE¹ de 1695 m NGF.



Carte 1 : Localisation de la retenue de Grand'Maison (38)

La retenue de Grand'Maison fait partie intégrante d'une Station de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) gérée par EDF, en tant que bassin supérieur (Figure 1).

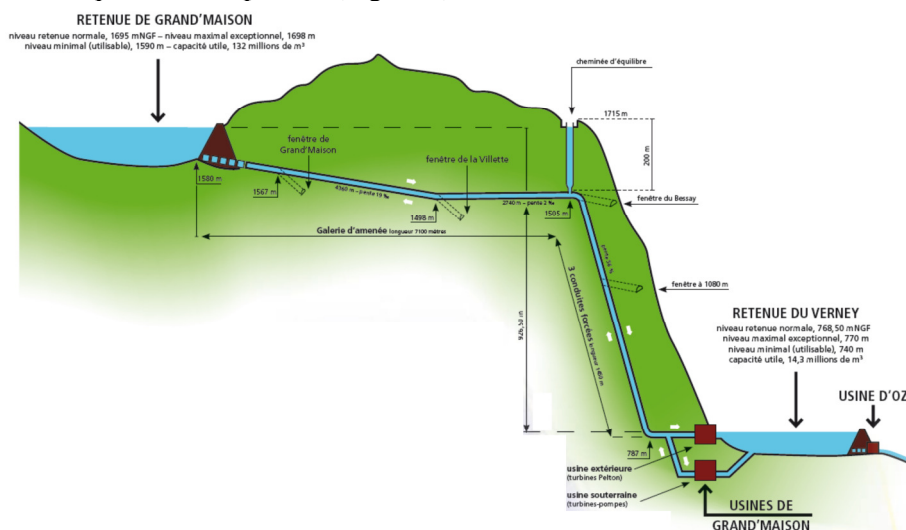


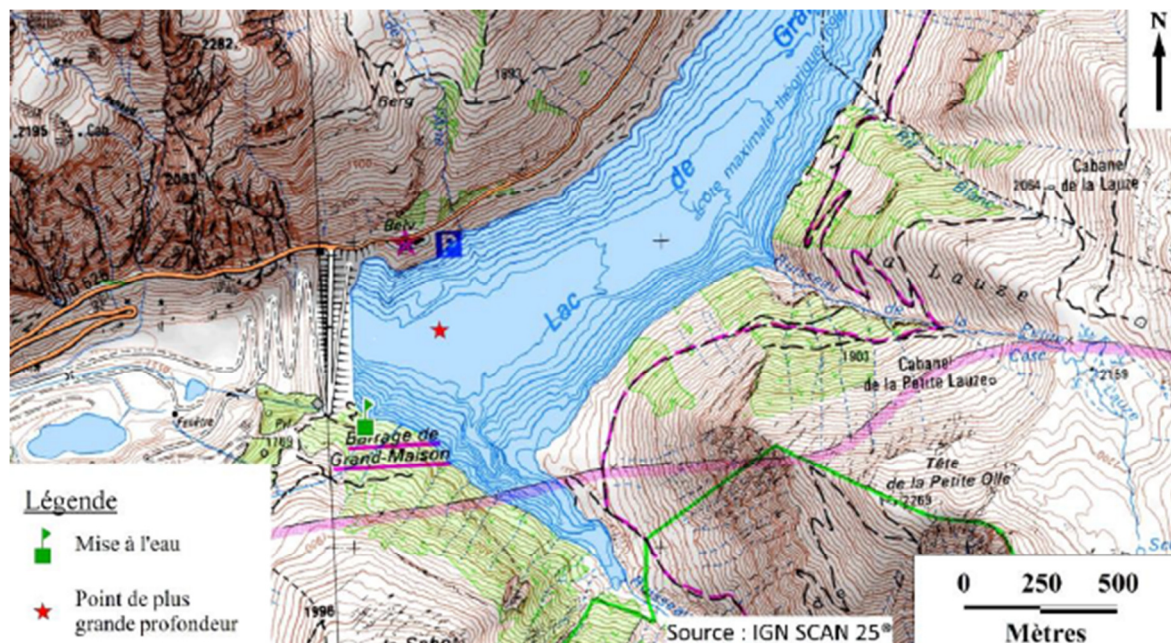
Figure 1 : Schéma de fonctionnement de la STEP de la centrale de Grand'Maison (source : E.D.F.)

¹ Cote Normale d'Exploitation

La retenue du Verney constitue le bassin inférieur recevant les eaux turbinées de Grand'Maison dont elle assure une démodulation des débits avant restitution au milieu naturel. Les eaux de la retenue du Verney (bassin inférieur) sont également en partie retournées par pompage à la retenue de Grand'Maison (bassin supérieur).

L'énergie électrique nécessaire pour ce transfert de matière est prélevée sur le réseau électrique lors des phases de surproduction (les installations nucléaires produisent de l'énergie de manière constante sur l'ensemble du réseau français). Les STEP permettent ainsi un stockage et une régulation rapide de la production électrique globale en France.

Le plan d'eau atteint 120 m dans la zone de plus grande profondeur pour la cote normale d'exploitation. La fosse profonde est assez grande, elle est située à proximité du barrage (Carte 2).



Carte 2 : localisation de la zone de plus grande profondeur

La retenue de Grand'Maison gèle en hiver entre novembre-décembre et avril environ. Pendant cette période hivernale, elle est gérée à une cote minimale d'exploitation afin de pouvoir accueillir les eaux de fonte de neige au printemps. Le plan d'eau est alors peu accessible.

L'accès au plan d'eau se fait par le col du Glandon : cette route est fermée en hiver. La réouverture se fait courant mai suivant les conditions météorologiques. Ainsi, la campagne de fin d'hiver sur ce plan d'eau ne peut se faire que lorsque les conditions suivantes sont réunies : route ouverte et cote du plan d'eau permettant l'accessibilité.

2 CONTENU DU SUIVI 2017

La retenue de Grand-Maison est suivie 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 2017, la retenue de Grand-Maison 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

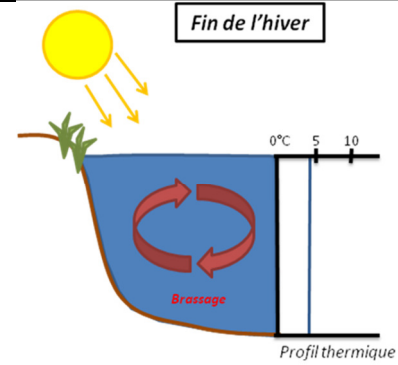
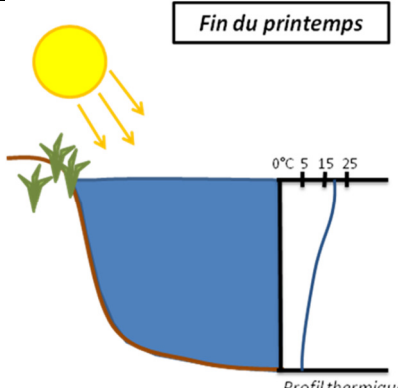
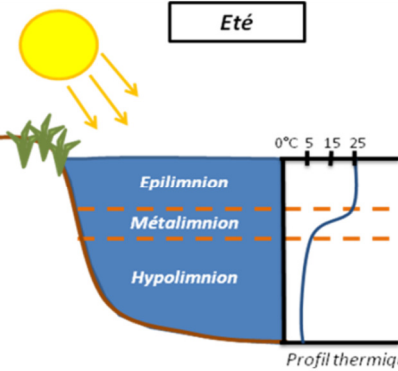
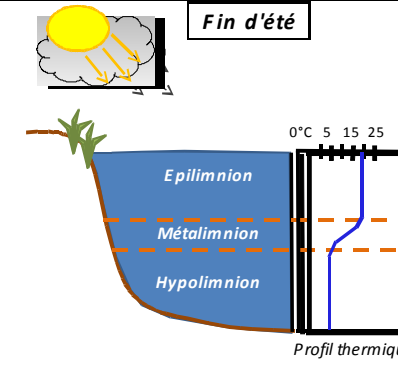
Le tableau ci-dessous indique la répartition des missions aussi bien en phase terrain qu'en phase laboratoire/détermination. S.T.E. a, en outre, eu en charge de coordonner la mission et de collecter l'ensemble des données pour établir les rapports et mener l'exploitation des données.

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

Retenue de Grand'Maison	Phase terrain				Laboratoire - détermination
	C1	C2	C3	C4	
Campagne	C1	C2	C3	C4	
Date	29/05/2017	21/06/2017	17/08/2017	11/09/2017	automne/hiver 2017-2018
Physicochimie des eaux	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	CARSO
Phytoplancton	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	TEREO

2.2 ETAPES 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.

<p><u>Campagne 1</u></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 monomictiques, cette phase intervient en hiver. La campagne est donc réalisée en fin d'hiver avant que l'activité biologique ne débute (début mars en Rhône-Alpes). (Cf. Figure 2).</p> <p>¹ Plan d'eau qui présente une seule alternance stratification / déstratification annuelle.</p>	 <p>Figure 2 : Brassage de fin d'hiver</p>
<p><u>Campagne 2</u></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 (Cf. Figure 3). 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>Figure 3 : Phase de stratification printanière</p>
<p><u>Campagne 3</u></p> <p>La troisième campagne correspond à la période de stratification maximum du plan d'eau avec une thermocline bien installée avec une 2^{ème} phase de croissance du phytoplancton (Cf. Figure 4). 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>Figure 4 : Stratification installée</p>
<p><u>Campagne 4</u></p> <p>La quatrième campagne correspond à la fin de la stratification estivale du plan d'eau (Cf. Figure 5). 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>Figure 5 : Fin d'été, baisse de la thermocline</p>

3 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2017

Les conditions climatiques de l'année 2017 pour la retenue de Grand'Maison sont analysées à partir de la station météorologique de Chambéry, située à 40 kms au Nord-Ouest du site d'étude.

L'année 2017 a été globalement assez chaude (+1°C par rapport aux moyennes de saison à la station de Chambéry), notamment les mois de février, mars et juin qui sont environ 3,5°C plus chaud par rapport aux normales de saison (Cf. Figure 6).

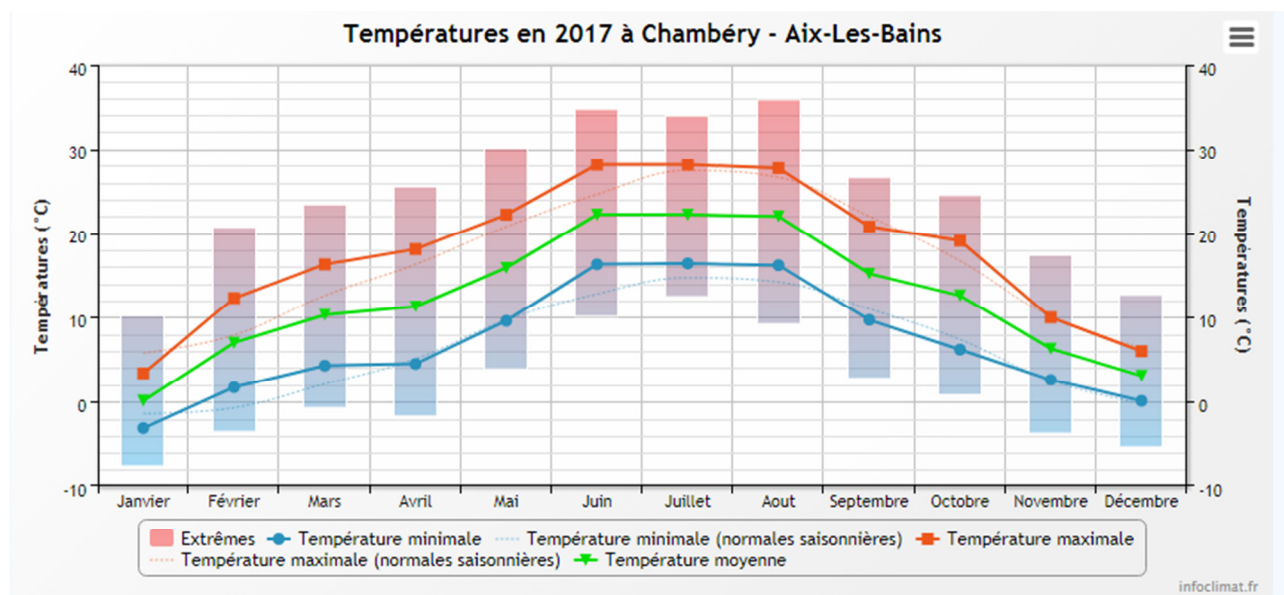


Figure 6 : Moyennes mensuelles de température à la station de Chambéry (source: Info-climat)

Le cumul des précipitations est inférieur à la normale (1033 mm en 2017 contre 1221 mm mesuré en moyenne sur la période 1981-2010), **soit 15% de déficit de pluviométrie**. La retenue de Grand'Maison, située en montagne est donc dépendante des hauteurs de neiges cumulées durant l'hiver qui ont été cette année assez faibles entraînant pour le lac des cotes de remplissages assez faibles tout au long de l'année.

Ces données sont présentées sur la Figure 7. Il ressort les éléments suivants :

- ✓ Pluies très faibles en janvier, avril et octobre (< 40 mm de cumul mensuel) ;
- ✓ Déficit importants notamment sur les mois de janvier, avril, juillet, septembre et octobre.

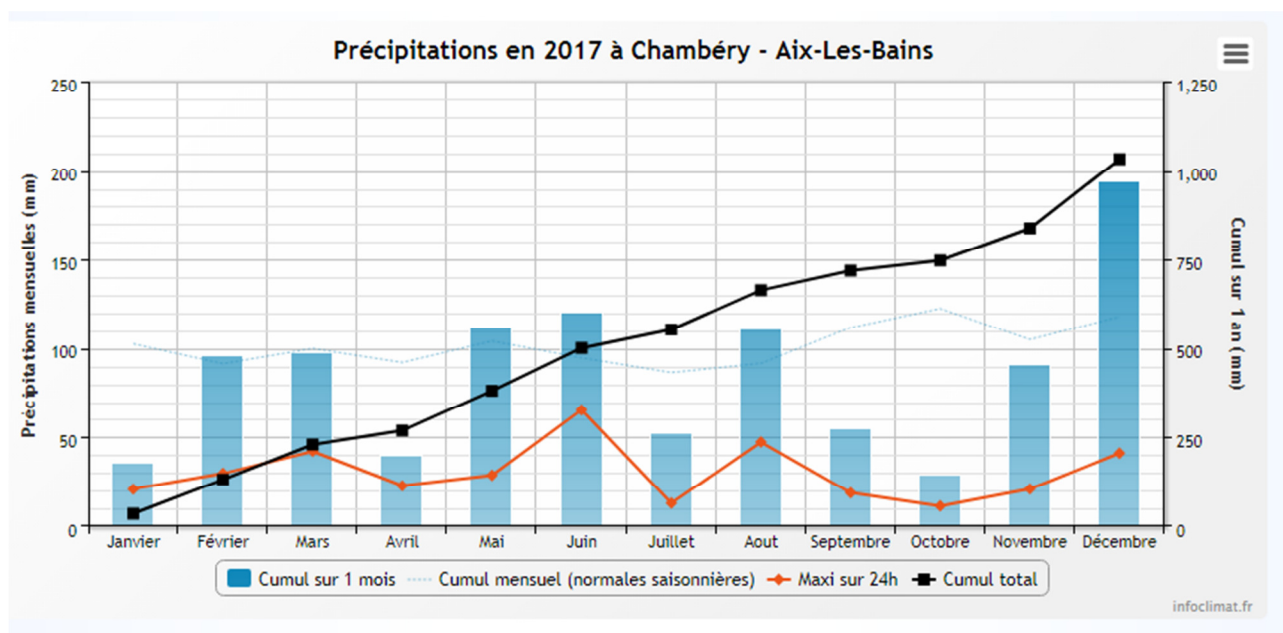


Figure 7 : Cumul de précipitations mensuelles à la station de Chambéry (source : Info-climat)

Le début de l'année 2017 est caractérisé par un fort déficit pluviométrique au mois de Janvier. Les mois de février et mars sont chauds mais présente une pluviométrie dans les normales de saison. Le mois d'avril est très peu arrosé et bien ensoleillé. Les mois de mai, juin et aout présentent des valeurs de températures légèrement supérieures à la normale, mais sont excédentaires pour ce qui est de la pluviométrie.

Les conditions estivales se prolongent au cours des mois de septembre et d'octobre avec un cumul de pluies très inférieur à la normale.

La retenue est située en altitude à près de 1700 m. Les conditions climatiques sont très largement influencées par les massifs montagneux. En altitude, l'enneigement a été faible à moyen en début d'année 2017. De fortes variations de températures ont conduit à des phénomènes de fontes de neiges précoces. Le remplissage de la retenue de Grand'Maison est un peu tardif et incomplet : 32 m de marnage fin mai, encore 10 m de différence par rapport à la CNE le 11 septembre 2017.

Au global, l'année 2017 est chaude, et déficitaire en pluviométrie notamment à l'automne.

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). Dans le cas des retenues, cette zone se situe en général à proximité du barrage dans le chenal central. Sur le terrain, la recherche du point de plus grande profondeur est menée à l'aide d'un échosondeur.

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^{ère} lecture non indiquée au 2^e 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, DBO₅, DCO, PO₄³⁻, Ptot, NH₄⁺, NKJ, NO₃⁻, NO₂⁻, silicates ;
 - chlorophylle *a* et indice phéopigments ;

2 INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES

Les investigations hydrobiologiques menées en 2017 sur la retenue de Grand'Maison 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 Baillot 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-Treytoure 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 8).

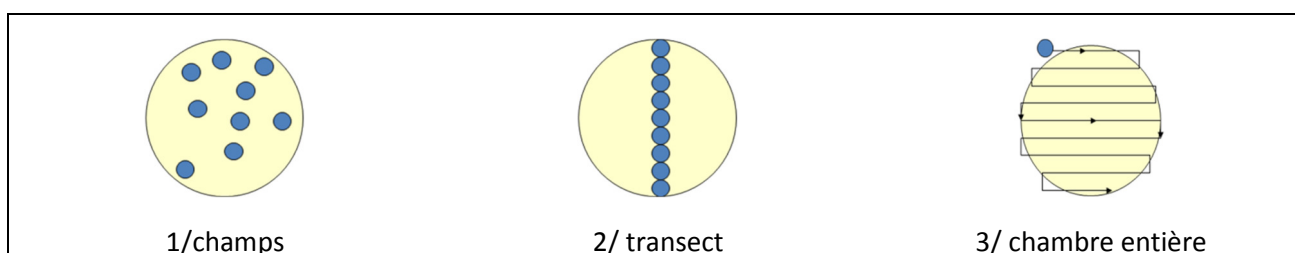


Figure 8 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage

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 cénobe, 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 cénobes, 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 SOUS PHYTOBS

Les résultats sont exprimés en nombre de cellules par millilitre. Ils sont également exprimés en biovolume (mm^3/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 également réalisé à l'aide du logiciel Phytobs. 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 (Phytobs v2.3). 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 9 : Seuils des classes définis pour chaque métrique et pour l'IPLAC

L'interprétation des caractéristiques écologiques du peuplement permet d'établir si une dégradation de la note indicienne peut être expliquée par la présence de taxons sensibles à la pollution organique, 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.

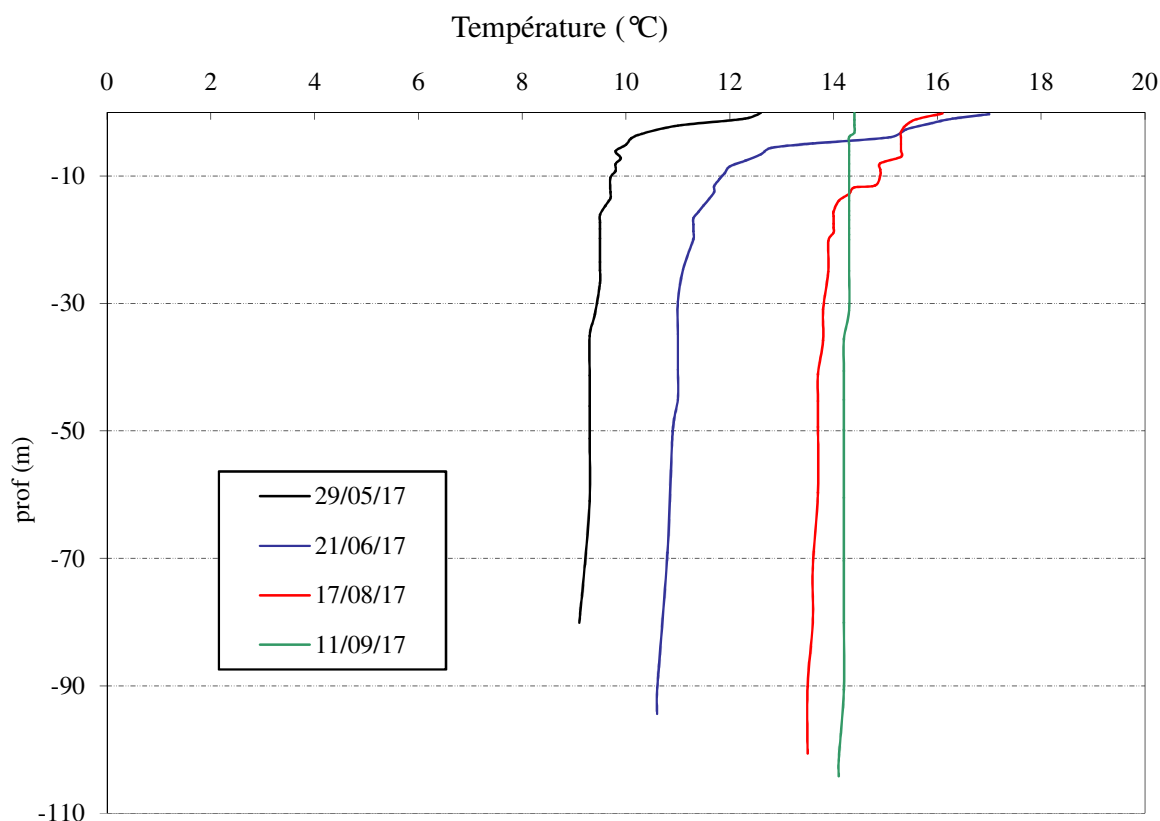


Figure 10 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur

En fin d'hiver, la température n'est pas homogène sur la colonne d'eau. On observe, pour les campagnes 1 et 2, un net réchauffement des eaux de surface et donc un gradient thermique entre la surface et -10 m:

- ✓ en C1, la température est de 12,5°C en surface et de 9,1°C dans la couche profonde (-10 à -80 m) ;
- ✓ en C2, la température est de 17°C en surface et de 11°C dans la couche profonde (-10 à -95 m)

La campagne 3 est, par contre, caractérisée par la formation de plusieurs paliers de température entre 0 et -15 mètres. En surface, la température atteint 16°C et 14°C au fond.

Enfin, la campagne 4 est marquée par une diminution du différentiel thermique surface/fond, la température étant homogène sur l'ensemble de la colonne d'eau (14,2°C), ce qui est due au brassage des eaux.

Ainsi, sur la retenue de Grand'Maison, les variations thermiques sont typiques de celle d'un plan d'eau d'altitude. Il n'est pas constaté de réelle stratification thermique. Les eaux se réchauffent dans la couche de surface, mais cette augmentation de température n'est pas uniforme et ne conduit pas à la formation d'un épilimnion. En effet, l'intensité des rayonnements et la chaleur ne permettent pas un réchauffement durable de la masse d'eau superficielle (Cf. Figure 10).

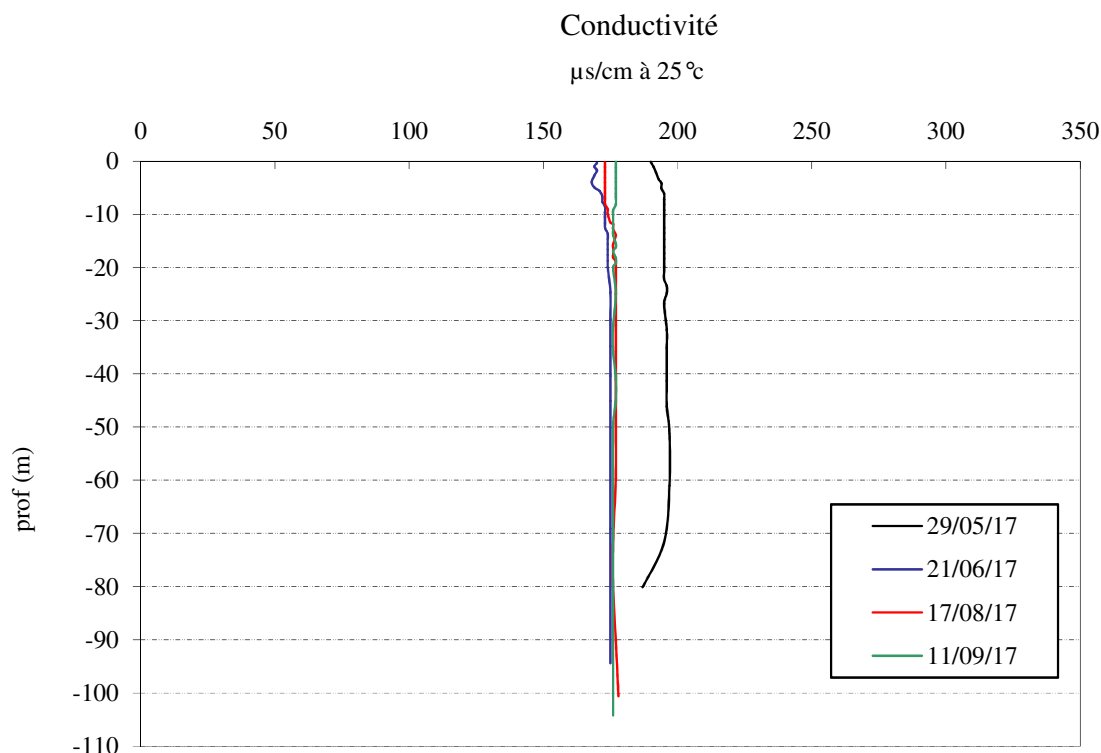


Figure 11 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur

La conductivité indique une eau relativement peu minéralisée, elle est comprise entre 170 et 195 $\mu\text{S/cm}$.

Lors de la première campagne, elle est comprise entre 187 et 195 $\mu\text{S/cm}$.

Elle n'évolue pas dans la couche profonde durant les 3 campagnes suivantes, restant proche de 175 $\mu\text{S/cm}$. Dans la couche de surface, elle a tendance à légèrement diminuer lors de la deuxième campagne (169 $\mu\text{S/cm}$ le 21/06/2017), les minéraux étant probablement consommés pour la production biologique, qui reste cependant très faible (Cf. Figure 11).

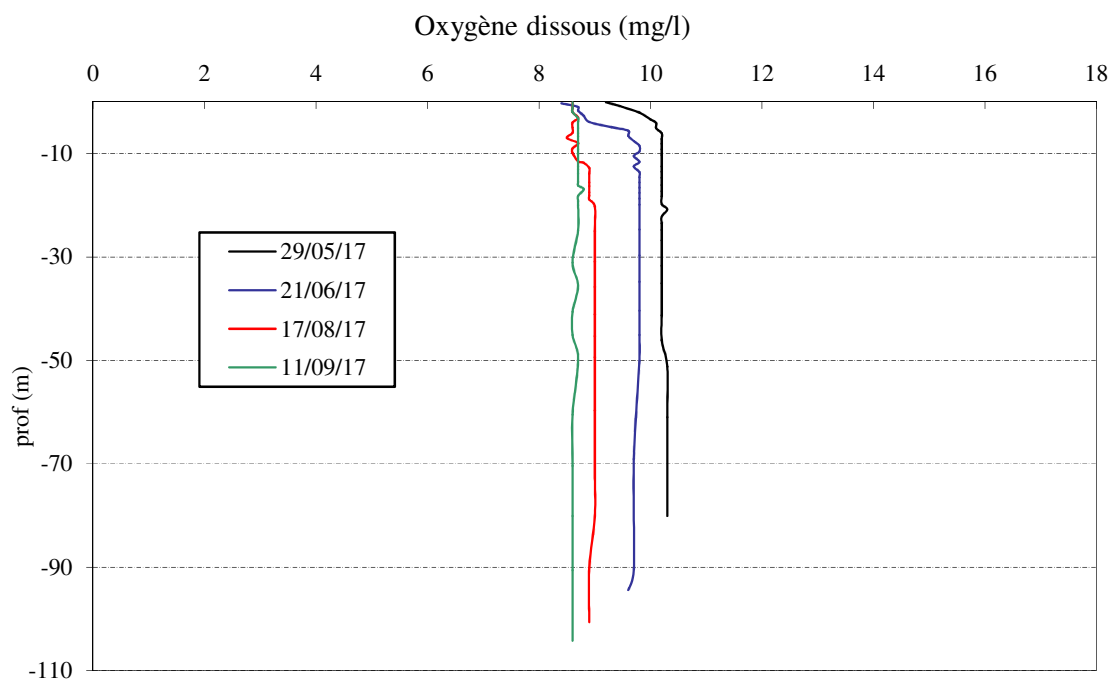


Figure 12 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur

L'oxygène dissous est quasiment homogène sur la colonne d'eau lors des 4 campagnes et légèrement supérieur à la saturation (100%), indiquant de bons échanges dans la masse d'eau (Cf. Figure 13).

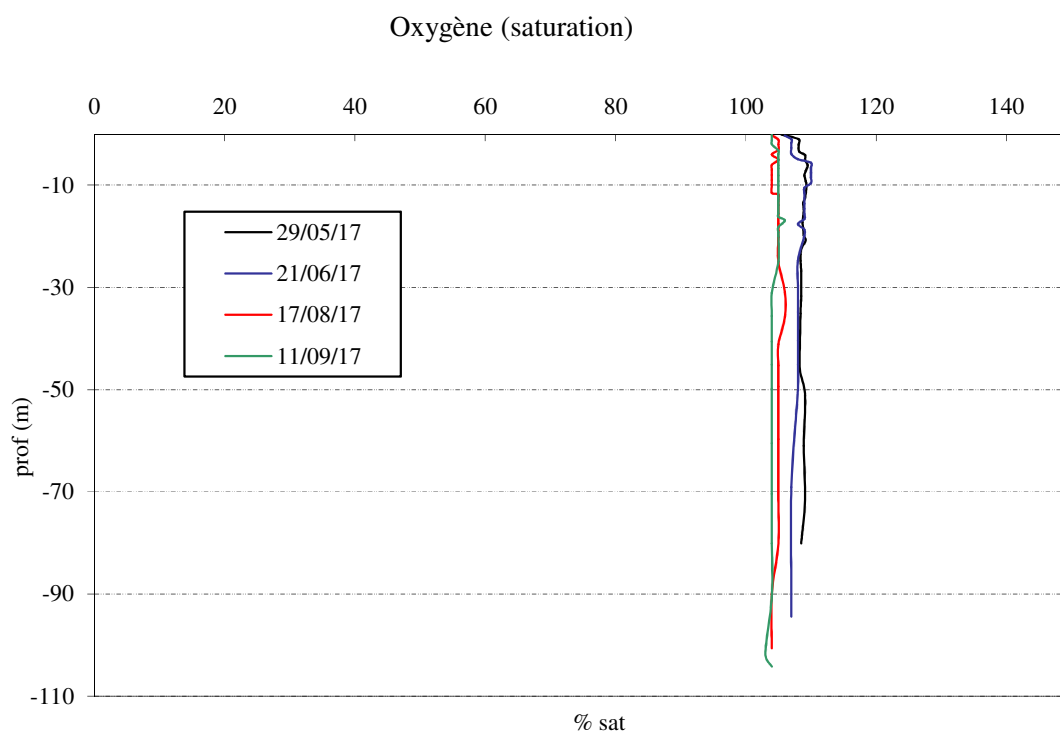


Figure 13 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur

Le pH est compris entre 7,6 et 8,3. Il est homogène lors des campagnes 1 et 3, avec des valeurs respectives de 7,9 et 8,3.

Lors des campagnes 2 et 4, on observe une diminution du pH dans la couche de surface :

- ✓ 7,6 en surface le 21/06/2017, contre 7,8 pour le reste de la colonne d'eau et ;
- ✓ 7,7 en surface le 11/09/2017 contre 8 en profondeur. Ces variations restent cependant très faibles et sont dues aux variations de températures (Cf. Figure 14).

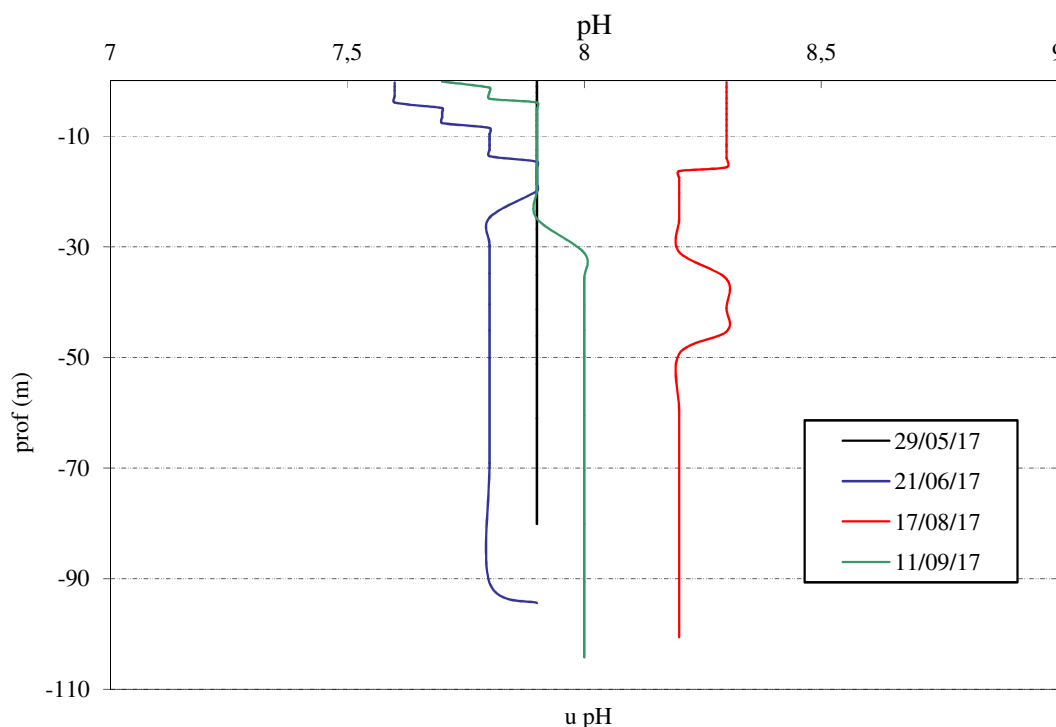


Figure 14 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur

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 en ppb QSU sulfate de quinine. Les profils pour les 4 campagnes n'ont pas été validés en l'état pour la retenue de Grand'Maison. En effet, les valeurs données par la sonde fdom étaient négatives lors des campagnes 2 et 4. La teneur en matières organiques dissoutes est très faible sur la retenue de Grand'Maison, et la sonde n'a pas donné un signal suffisant pour obtenir des valeurs significatives et cohérentes.

Les valeurs sont homogènes : les variations sont inférieures à 0,5 ppb. Toutes les données sont comprises entre -0.5 et +1 ppb équivalent à de très faibles teneurs en MOD.

Les profils verticaux ne sont pas fournis ici, car comportant trop d'incertitudes, et ne pouvant être exploités de manière pertinente.

1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX (HORS MICROPOLLUANTS)

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

Lac de Grand Maison		Unité	Code sandre	LQ	29/05/2017	21/06/2017	17/08/2017	11/09/2017
Code plan d'eau: W2755283					intégré	intégré	intégré	intégré
PC eau	Ammonium	mg(NH ₄ ⁺)/l	1335	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Azote Kjeldahl	mg(N)/l	1319	0.5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Carbone organique dissous	mg(C)/l	1841	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3
	DBO	mg(O ₂)/l	1313	0.5	0.6	0.8	0.6	0.5
	DCO	mg(O ₂)/l	1314	20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	MeS	mg/l	1305	1	<LQ	1.2	1.1	1.1
	Nitrates	mg(NO ₃ ⁻)/l	1340	0.5	1.2	1.1	0.8	0.8
	Nitrites	mg(NO ₂ ⁻)/l	1339	0.01	<LQ	0.01	<LQ	0.03
	Phosphates	mg(PO ₄ ³⁻)/l	1433	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Phosphore total	mg(P)/l	1350	0.005	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Silicates	mg(SiO ₂)/l	1342	0.05	3.5	3.2	2.7	3.2
	Turbidité	NTU	1295	0.1	3.6	0.75	1.6	2.6
	Chlorophylle a	µg/l	1439	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
indice phéopigment	µg/l	1436	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	

Les analyses des fractions dissoutes ont été réalisées sur eau filtrée (COD, NH₄, NO₃, NO₂, PO₄, Si).

Les concentrations en carbone organique dissous sont très faibles lors des 4 campagnes, comprises entre 0,3 et 0,5 mg/l. La DBO est évaluée entre 0,5 et 0,8 mg/l.

Les eaux présentent très peu de matières en suspension ($\leq 1,2$ mg/l). Elles présentent une turbidité de 3,6 NTU lors de la campagne 1, qui retombe à 0,75 NTU lors de la campagne 2 avant de réaugmenter jusqu'à 2,6 NTU lors de la dernière campagne.

L'azote kjeldahl, l'ammonium, la DCO, les phosphates et le phosphore total sont sous les seuils de quantification pour tous les échantillons.

Les concentrations en nutriments disponibles sont faibles pour l'azote ($0,8 \leq [\text{NO}_3^-] \leq 1,2$ mg/l). La teneur en silicates est moyenne, comprise entre 2,7 et 3,5 mg/l.

Par ailleurs, la production chlorophyllienne est aussi très faible sur la retenue de Grand'Maison en 2017, (Chl. a $\leq 1,0$ mg/l) en cohérence avec le caractère oligotrophe de ce plan d'eau (Cf. indice phytoplanctonique).

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 la retenue de Grand'Maison, la zone euphotique et la transparence mesurées sont représentées par le graphique de la figure 15. La zone euphotique est profonde, elle varie entre 10,3 et 19,3 m pour les quatre campagnes réalisées. La transparence est globalement élevée (4,1 à 7,7 m selon les campagnes) : elle est maximale en pleine période estivale entre le 21 juin et le 17 août 2017 (Cf. Figure 15)

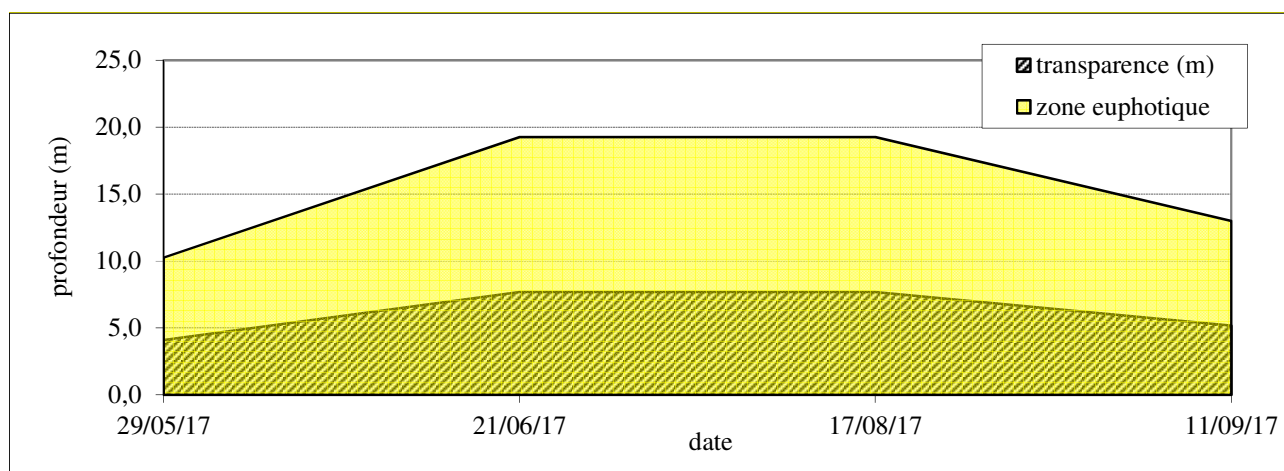


Figure 15 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors des 4 campagnes

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). Les concentrations en chlorophylle a et en phéopigments sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 5 : analyses des pigments chlorophylliens

Lac de Grand Maison		Unité	Code sandre	LQ	29/05/2017	21/06/2017	17/08/2017	11/09/2017
Code plan d'eau: W2755283					intégré	intégré	intégré	intégré
pigments chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/l	1439	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	indice phéopigment	µg/l	1436	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	somme	µg/l		1	1	1	1	1

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 très faibles et minimales (≤ 1) dans les eaux lors des 4 campagnes, indiquant bien la faible production primaire sur ce lac d'altitude. La moyenne estivale de concentration en chlorophylle a est de 0,5 µg/l.

2.2 LISTES FLORISTIQUES

Les listes floristiques des quatre échantillons 2017 sont présentées dans les deux tableaux suivants.

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

Groupe	Nom taxon	Code Sandre	29/05/2017	21/06/2017	17/08/2017	11/09/2017
BACILLARIOPHYTA	Achnanthydium	9356	0,9	0,4	0,4	0,0
	Achnanthydium druartii	27445				0,0
	Asterionella formosa	4860		3,7	45,8	0,6
	Cyclostephanos dubius	8599		0,4		
	Cyclotella costei	8615			111,3	1,4
	Diatoma vulgaris	6631	0,3			
	Diatomées centriques indéterminées	20160	4,6			
	Diatomées centriques indéterminées <10 µm	31228		7,4		
	Diatomées pennées indéterminées	20161				0,0
	Fragilaria	9533	1,2			
	Fragilaria crotonensis	6666	9,5	13,9	76,5	0,8
	Lindavia affinis	42840			4,9	0,4
	Meridion circulare	6736		0,4		
	Navicula	9430			0,4	
	Nitzschia	9804	0,9	1,6	0,4	0,0
	Nitzschia perminuta	9002				0,0
	Nitzschia subacicularis	9040				0,0
	Puncticulata	9509	0,9			
	Ulnaria delicatissima var. angustissima	19116	10,1	2	0,4	
Ulnaria ulna	6849		0,4		0,0	
CHAROPHYTA	Closterium	4751	0,3			
	Cosmarium	1127				0,0
	Elakatothrix gelatinosa	5664	0,3			
CHLOROPHYTA	Chlorella	5929	16,6	5,3		
	Chlorella vulgaris	5933	0,3		2,5	
	Chlorophycées coloniales indéterminées 2-5 µm	24936			1,6	
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm	20154		1,6	0,4	
	Choricystis chodatii	20075		2,5	0,4	
	Lagerheimia genevensis	5714	1,2	2,9		
	Monoraphidium arcuatum	5729			0,4	
	Monoraphidium circinale	5730	0,3			
	Monoraphidium contortum	5731	68,8	15,6		
	Monoraphidium komarkovae	5735		1,6		0,1
	Monoraphidium minutum	5736	0,9	3,7	1,2	
	Planctonema lauterbornii	6000				1,0
	Tetraedron minimum var. tetralobulatum	20332	4,6	2		
Tetras trum elegans	9299	3,1				
CRYPTOPHYTA	Cryptomonas	6269	0,9			
	Cryptomonas marssonii	6273	1,2		0,4	
	Cryptomonas ovata	6274	0,3	0,4	0,4	0,2
	Plagioselmis nannoplantica	9634	9,2	30,3	18,4	0,1
	Rhodomonas	6264	1,2	4,1	0,4	
CYANOBACTERIA	Pseudanabaena	6453	8	40,5		
	Synechococcus	6338	0,6			
DINOPHYTA	Ceratium hirundinella	6553				0,0
	Gymnodinium cnecoides	20338	0,3	2		
	Gymnodinium lantzschii	6559	0,3		3,3	
	Peridinium cinctum	6581		0,4	0,4	
HAPTOPHYTA	Erkenia subaequiciliata	6149		0,4		
	Bicoeca	6102		6,5		
HETEROKONTOPHYTA	Bicosoeca	20672			33,1	
	Chrysococcus rufescens	9571	0,9	2		
	Dinobryon acuminatum	6126			1,6	
	Dinobryon cylindricum	6129		0,4		
	Dinobryon divergens	6130			12,7	0,2
	Dinobryon sociale	6136		2,9		
	Dinobryon sociale var. americanum	6137	0,3	21,7		
	Kephyrion littorale	6151	17,2	88,4	9,4	0,1
	Kephyrion spirale	20175			0,4	
	Mallomonas	6209			0,4	
	Ochromonas	6158	0,3	2		
Nombre de taxons			31	31	26	19
Nombre de cellules/ml			166	267	328	5

Tableau 7 : Liste taxonomique du phytoplancton (en mm³/l)

Groupe	Nom taxon	Code Sandre	29/05/2017	21/06/2017	17/08/2017	11/09/2017
BACILLARIOPHYTA	Achnantheidium	9356	0,00009	0,00004	0,00004	
	Achnantheidium druartii	27445				
	Asterionella formosa	4860		0,00096	0,01192	0,00016
	Cyclostephanos dubius	8599		0,0002		
	Cyclotella costei	8615			0,02839	0,00035
	Diatoma vulgaris	6631	0,00111			
	Diatomées centriques indéterminées	20160	0,00247			
	Diatomées centriques indéterminées <10 µm	31228		0,00081		
	Diatomées pennées indéterminées	20161				0,00001
	Fragilaria	9533	0,00297			
	Fragilaria crotonensis	6666	0,00285	0,00417	0,02296	0,00023
	Lindavia affinis	42840			0,0072	0,00059
	Meridion circulare	6736		0,00035		
	Navicula	9430			0,00049	
	Nitzschia	9804	0,00074	0,00131	0,00033	0,00003
	Nitzschia perminuta	9002				0,00001
	Nitzschia subacicularis	9040				
	Puncticulata	9509	0,00112			
Ulnaria delicatissima var. angustissima	19116	0,03748	0,00757	0,00151		
Ulnaria ulna	6849		0,00193		0,00019	
CHAROPHYTA	Closterium	4751	0,0221			
	Cosmarium	1127				0,00014
	Elakatothrix gelatinosa	5664	0,00006			
CHLOROPHYTA	Chlorella	5929	0,00116	0,00037		
	Chlorella vulgaris	5933	0,00003		0,00025	
	Chlorophycées coloniales indéterminées 2-5 µm	24936			0,00004	
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm	20154		0,00085	0,00021	
	Choricystis chodatii	20075		0,00013	0,00002	
	Lagerheimia genevensis	5714	0,00021	0,0005		
	Monoraphidium arcuatum	5729			0,00001	
	Monoraphidium circinale	5730	0,00001			
	Monoraphidium contortum	5731	0,00777	0,00176		
	Monoraphidium komarkovae	5735		0,00026		0,00001
	Monoraphidium minutum	5736	0,00009	0,00034	0,00011	
	Planctonema lauterbornii	6000				0,00014
	Tetraedron minimum var. tetralobulatum	20332	0,00161	0,00072		
	Tetrastrum elegans	9299	0,00015			
CRYPTOPHYTA	Cryptomonas	6269	0,00163			
	Cryptomonas marssonii	6273	0,00147		0,00049	
	Cryptomonas ovata	6274	0,00064	0,00086	0,00086	0,00051
	Plagioselmis nannoplantica	9634	0,00064	0,00212	0,00129	0
	Rhodomonas	6264	0,00018	0,00059	0,00006	
CYANOBACTERIA	Pseudanabaena	6453	0,00034	0,00174		
	Synechococcus	6338	0,00003			
DINOPHYTA	Ceratium hirundinella	6553				0,00161
	Gymnodinium cnecoides	20338	0,0007	0,00467		
	Gymnodinium lantzchii	6559	0,00037		0,00394	
	Peridinium cinctum	6581		0,01862	0,01862	
HAPTOPHYTA	Erkenia subaequiciliata	6149		0,00002		
HETEROKONTOPHYTA	Bicoeca	6102		0,00347		
	Bicosoeca	20672			0,01757	
	Chrysococcus rufescens	9571	0,00014	0,00031		
	Dinobryon acuminatum	6126			0,00011	
	Dinobryon cylindricum	6129		0,00007		
	Dinobryon divergens	6130			0,00265	0,00003
	Dinobryon sociale	6136		0,00027		
	Dinobryon sociale var. americanum	6137	0,00011	0,00783		
	Kephyrion littorale	6151	0,00165	0,00849	0,0009	0,00001
	Kephyrion spirale	20175			0,00003	
	Mallomonas	6209			0,00109	
Ochromonas	6158	0,00003	0,0002			
	Nombre de taxons		31	31	26	16
	Biovolume (mm³/l)		0,08995	0,07153	0,12109	0,00402

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 (mm^3/l) d'autre part. Sur chacun des graphiques, la courbe représente l'abondance totale par échantillon (Figure 16), et le biovolume de l'échantillon (Figure 17).

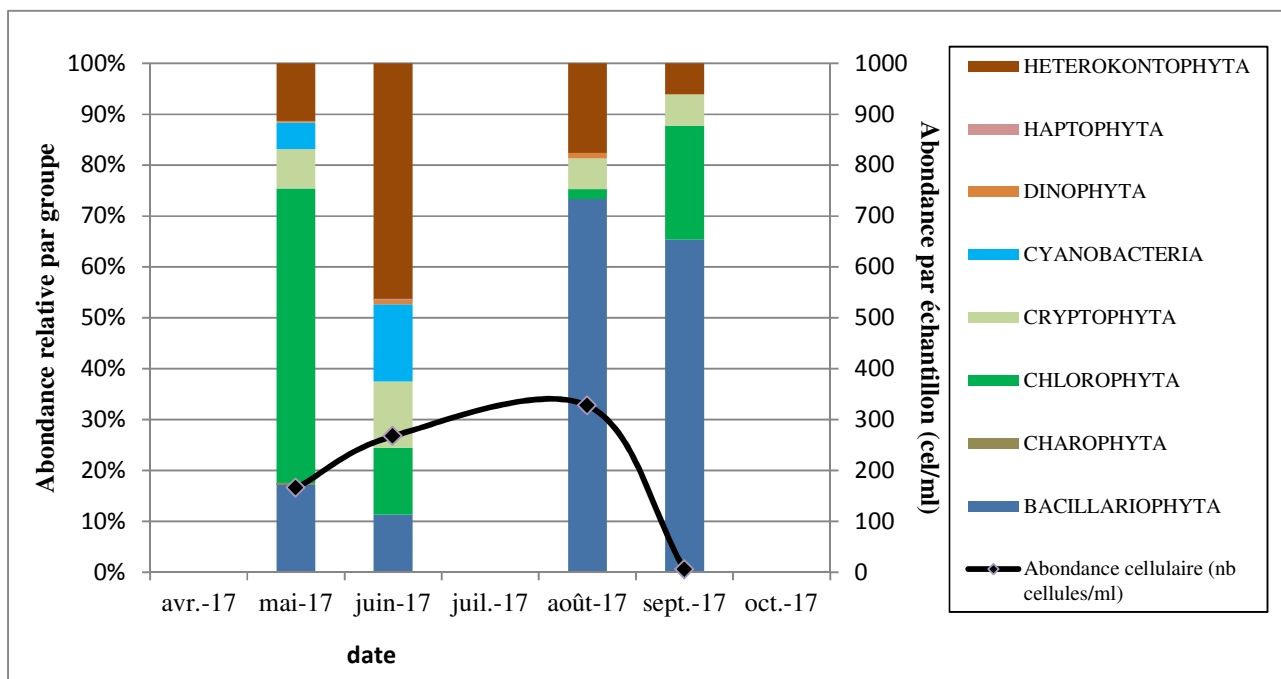


Figure 16 : Répartition du phytoplancton sur la retenue de Grand'Maison à partir des abondances (cellules/ml)

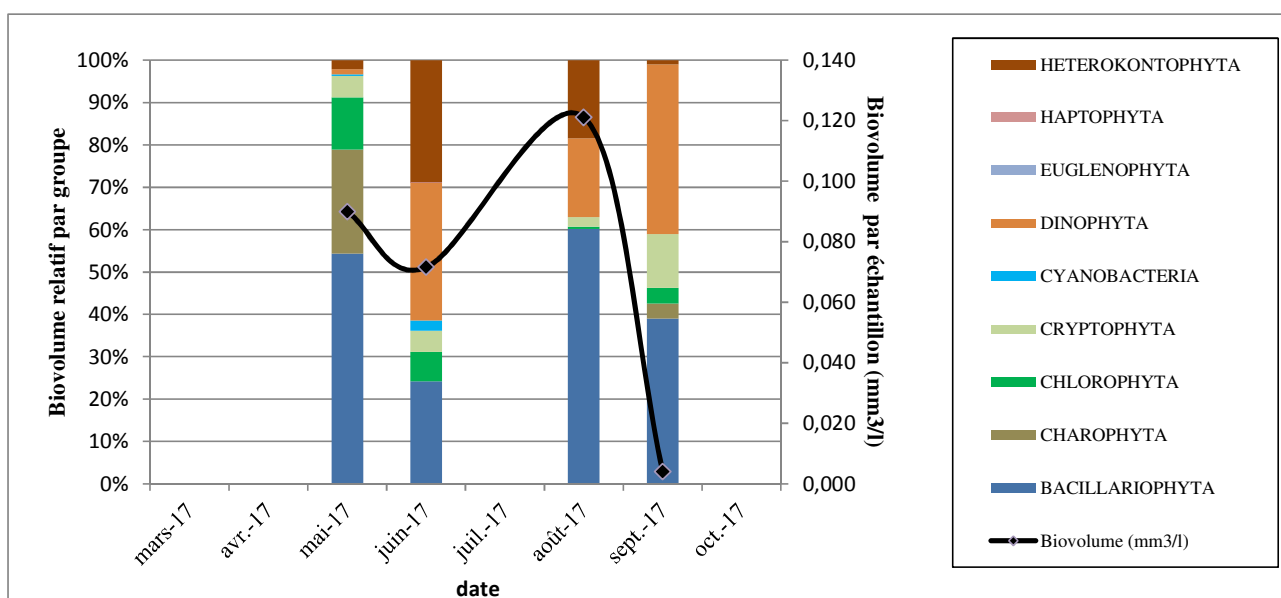


Figure 17 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux de phytoplancton (en mm^3/l)

Le nombre de taxon, moyen au début (31 taxons), va en diminuant au cours de l'année, jusqu'à devenir faible lors de la dernière campagne (16 taxons). Les concentrations cellulaires sont très faibles (max.328 cel./ml) voir quasi-nulles, lors de la dernière campagne de prélèvement (5 cel./ml). Cette faible productivité provient de la situation de haute altitude et de l'origine artificielle des eaux de la retenue de Grand Maison.

La première campagne, réalisée fin mai, est dominée en termes d'abondance par les chlorophycées (58%), majoritairement représentées par *Chlorella* (17 cel./ml), et *Monoraphidium contortum* (70 cel./ml). Le peuplement est marqué par la présence de grandes *Ulnaria* (Bacillaryophycées-42% du biovolume total), typiques des milieux turbides fréquemment présents en rivière (Reynolds et al.2002).

Les campagnes 2 et 3, sont marquées par le développement d'algues brunes notamment *Dinobryon sociale*, *Dinobryon cylindricum*, appartenant aux chrysophycées (29% du biovolume) et *Gymnodinium cnecoides*, *Peridinium cincta* appartenant aux Dinophycées (32% du biovolume). Ces espèces affectionnent les milieux pauvres en nutriments. A noter, la présence précoce d'une cyanobactérie non toxique du genre *Pseudanabaena* (41 cel./ml) lors du prélèvement de juin.

En août, les bacillariophycées centriques *Cyclotella costei* (Synonyme de *Cyclotella cyclopuncta*) dominent le peuplement (34% de l'abondance cellulaire). Ces diatomées centriques sont considérées comme oligotrophes.

Les diatomées *Asterionella formosa* et *Fragilaria crotonensis* (14% et 24% de l'abondance cellulaire) sont favorisées par leur forme coloniale très utile à la flottaison en milieu brassé. Leur présence contraste avec le profil oligotrophe de *Cyclotella costei*, puisque ces dernières affectionnent les milieux enrichis en nutriments.

La présence majoritaire de diatomées dans le milieu témoigne de la disponibilité non limitante en silice du milieu.

La dernière campagne, présente une transition marquée en terme de productivité du phytoplancton, avec une densité cellulaire quasi-nulle. (Le comptage de 400 individus tel qu'il est recommandé n'a pas pu être atteint.)

La présence de chrysophycées (Hétérokontophytes) tout au long de l'année témoigne d'un milieu exempt de perturbations marquées.

2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC

L'indice phytoplancton lacustre ou IPLAC est calculé à partir de la version 2.3 du logiciel PHYTOBS (Irstea). Il s'appuie sur la moyenne pondérée de 2 métriques: l'une basée sur les teneurs en chlorophylle a ($\mu\text{g/l}$) (MBA ou métrique de biomasse algale totale), et l'autre sur la présence d'espèces indicatrices quantifiés en biovolume (mm^3/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 Figure 8. Les classes d'état affichées pour les deux métriques et l'IPLAC sont données dans le tableau suivant.

Nom_lac	Année	MBA	Classe_MBA	MCS	Classe_MCS	IPLAC	Classe_IPLAC
GRAND MAISON	2017	1.00	TB	0.73	B	0.81	TB

La métrique MBA relative à la biomasse algale atteint la note maximale (1) compte-tenu des teneurs réduites en chlorophylle ($<1 \mu\text{g/l}$). La métrique MCS atteint la note de 0,73 avec des espèces indicatrices d'une bonne qualité des eaux.

L'indice phytoplancton lacustre ou IPLAC atteint ainsi a note de 0,81, ce qui correspond à **une très bonne classe d'état pour l'élément de qualité phytoplancton**. Ce qui semble en accord avec la composition taxonomique du peuplement de phytoplancton.

2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS

En 2017, l'évolution saisonnière des peuplements phytoplanctoniques se rapproche du suivi 2014 avec une production algale globalement faible. Les successions phytoplanctoniques sont assez similaires au fil de l'année. On retrouve en 2017, comme en 2014 des espèces qui affectionnent les milieux oligotrophes tel que *Dinobryon cylindricum* et *Dinobryon sociale*, mais aussi deux diatomées qui affectionnent plutôt les milieux riches en nutriment, *Asterionella formosa* et *Fragilaria crotonensis*. La diversité taxonomique est plus importante en 2017 (≈ 31 taxons) qu'en 2014 (≈ 20 taxons).

L'historique des valeurs IPLAC acquises sur le plan d'eau de Grand'Maison est présenté dans le Tableau 8 (valeurs issues de PHYTOBS).

Tableau 8 : évolution des Indices IPLAC depuis 2008

Nom_Lac	année	IPLAC	Classe IPLAC
Grand-Maison	2008	0.89	TB
Grand-Maison	2014	0.85	TB
Grand-Maison	2017	0.81	TB

Au niveau des indices IPLAC une légère diminution entre 2008 et 2017 est constatée : de 0,89 à 0,81. Cependant cette diminution est minime et la retenue de Grand'Maison conserve une très bonne classe d'état. En 2014, l'indice phytoplanctonique (IPL) était relativement faible (33,7), qualifiant le plan d'eau d'oligotrophe. Ce constat va dans le même sens que l'indice IPLAC.

- Ces éléments tendent à indiquer que la retenue de Grand'Maison présente un très bon état pour le compartiment phytoplancton.

3 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU

Le suivi physicochimique et biologique 2017 sur la retenue de Grand'Maison s'est déroulé conformément aux prescriptions de suivi du programme de surveillance de l'état des eaux. On rappelle que le plan d'eau n'a pas de risque de non atteinte des objectifs environnementaux et qu'il faisait l'objet d'un suivi spécifique de l'élément de qualité « Phytoplancton » en 2017.

L'année 2017 a fait partie des années les plus sèches, ce qui a entraîné un déficit d'alimentation en eau sur tous les plans d'eau de la région Rhône-Alpes. Le remplissage du plan d'eau a été tardif et incomplet sur la saison 2017.

Compartiment	Synthèse de la qualité du plan d'eau ²
Profils verticaux	Profils homogènes – fonctionnement type « lac d'altitude»
Qualité physico-chimique des eaux	Faible Charge organique et minérale
Biologie – Chlorophylle a	Très faible concentration – moyenne estivale = 0.5 µg/l Très bon état
Biologie - phytoplancton	Peuplement algal équilibré avec des taxons plutôt oligotrophes production primaire faible – très bon état

L'ensemble des suivis physico-chimiques et biologiques 2017 indiquent un milieu aquatique de très bonne qualité.

La retenue ne contient que de faibles concentrations en nutriments et présente donc majoritairement des espèces planctoniques de milieu oligotrophe. La productivité de la retenue est assez faible, du fait de son positionnement en altitude (1698m).

Au travers de ce suivi 2017, le milieu aquatique peut être qualifié d'oligotrophe.

² 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

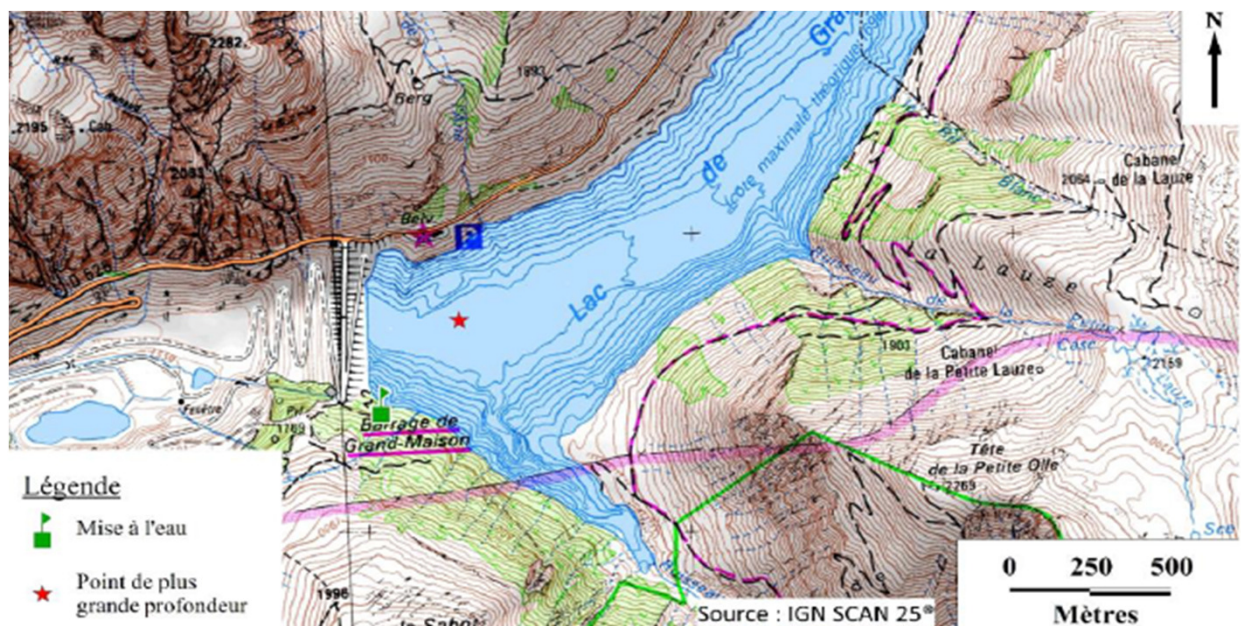
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	29/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et M. Quiniou	Campagne	1 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Saint-Colomban-des-Villards		
Lac marnant :	oui	Type :	A1
Temps de séjour :	480	jours	
Superficie du plan d'eau :	230	ha	retenues de hautes montagnes, profondes
Profondeur maximale :	120	m	

Carte : (extrait SCAN25, IGN 1/25 000)



★ localisation du point de prélèvements

◐ angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

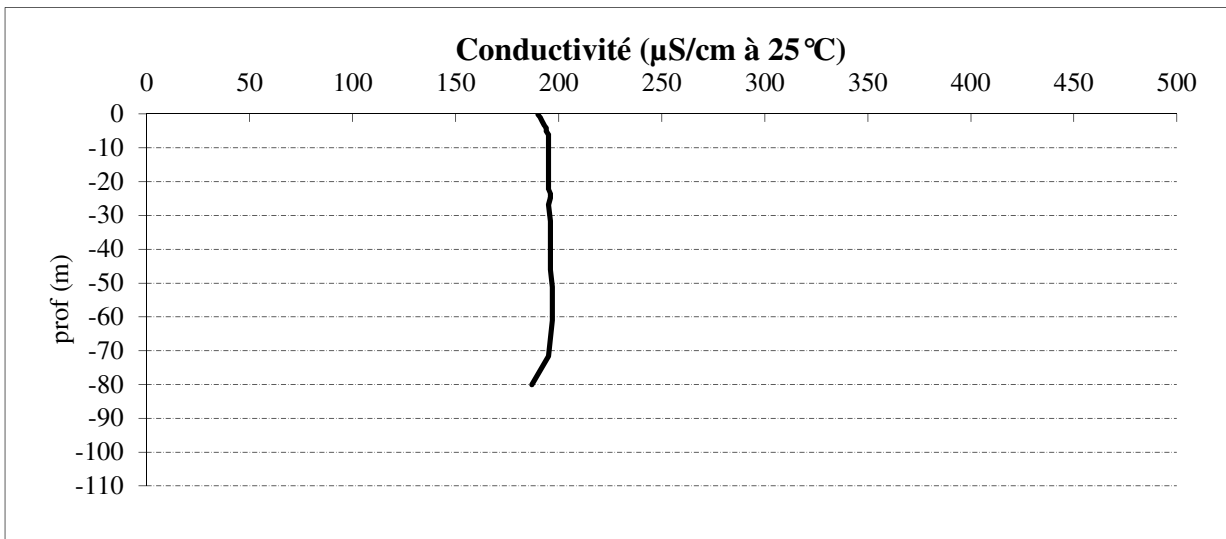
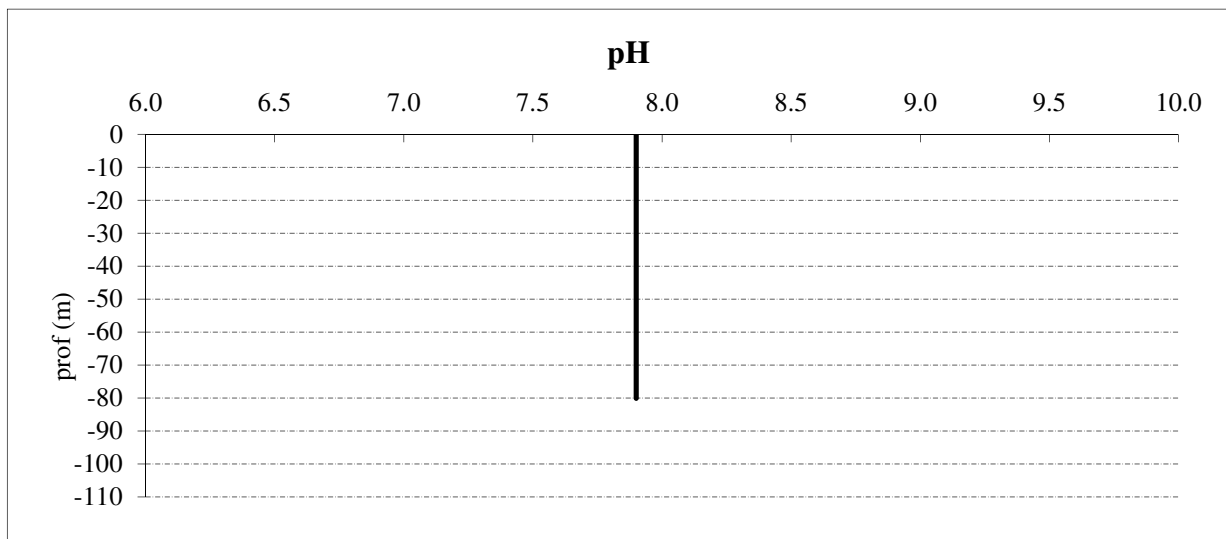
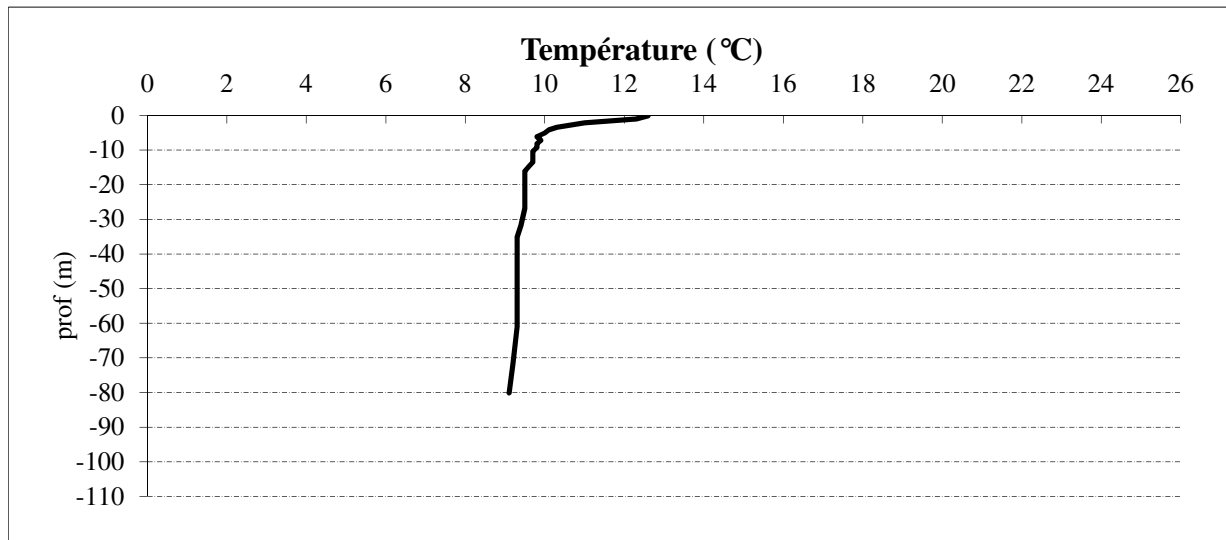


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	29/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et M. Quiniou	Campagne	1 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036
STATION			
Coordonnées de la station	relevées sur : GPS	Côte à l'échelle en m :	1663
Lambert 93	X : 945599	Y : 6461428	alt. 1695 m
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms) X : 6°07'47,6 E	Y : 45°12'30,0	alt. 1663 m
Profondeur :	81.0 m		
Conditions d'observation :	Vent :	faible	P atm standard : hPa
	Météo :	sec faiblement nuageux	Pression atm. : 836 hPa
	Surface de l'eau :	faiblement agitée	Hauteur des vagues : 0,05 m
	Bloom algal :	non	
Marnage :	oui	Hauteur de la bande :	32 m
Campagne :	1	campagne de fin d'hiver : homothermie du plan d'eau avant démarrage de l'activité biologique	
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE			
Horaires :	Heure de début du relevé :	12:50	
	Heure de fin du relevé :	13:30	
Type de prélèvement :	eau pour physico-chimique et phytoplancton		
Heure de prélèvement :	12:50	Matériel employé : bouteille intégratrice	
Profondeur :	0 à 10 m		
Volume prélevé :	Volume prélevé :	8 l	Nombre de prélèvements : 12
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place :	oui	Vol filtré : 1000 ml
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol 5 ml		
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Contact préalable :	EDF Production Alpes		
Remarques observations :	Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1 Retenue d'altitude gelée en hiver et inaccessible (route fermée) Plan d'eau en remplissage - marnage >30 m Profil fdom non validé - valeurs incohérentes Profil homogène -léger réchauffement en surface : 12° / 9,5°C sur la colonne		
REMSIE DES ECHANTILLONS			
Types des analyses :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Code prélèvement :	353162	bon transport	6931011003429320
Au transporteur :	TNT	Ville Chambéry	le 29/05/17 à 17h00
Réception :	Arrivée au laboratoire CARSO dans la matinée du : 30/05/17		

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

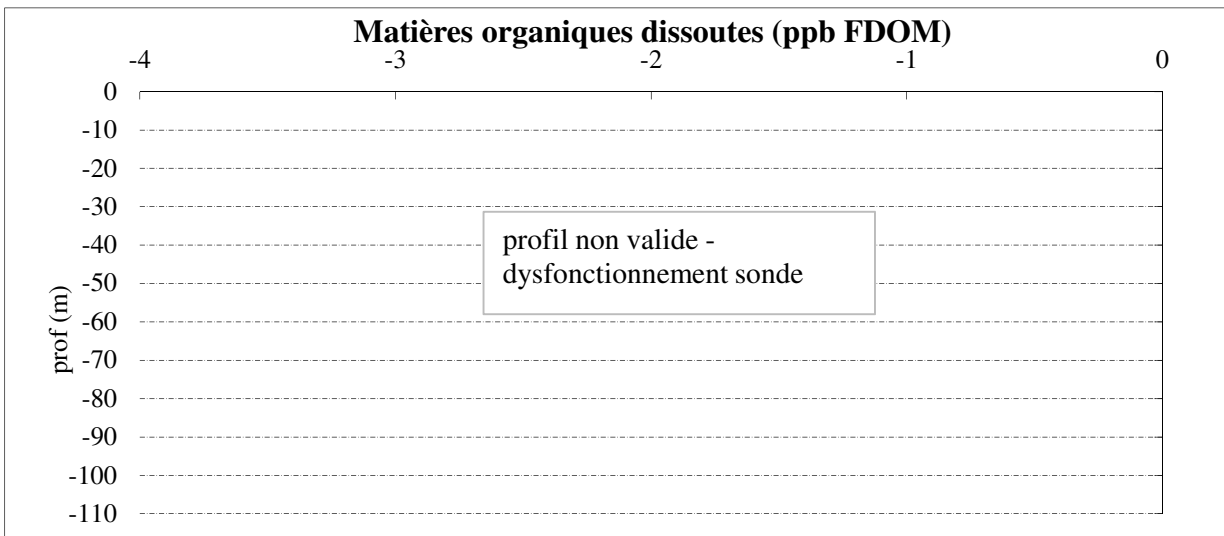
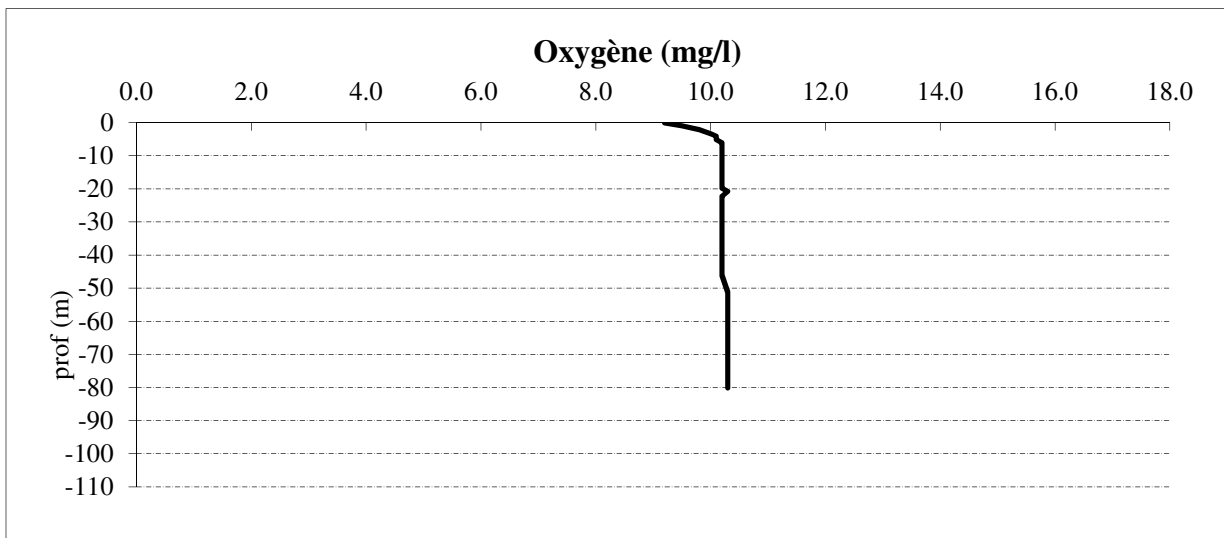
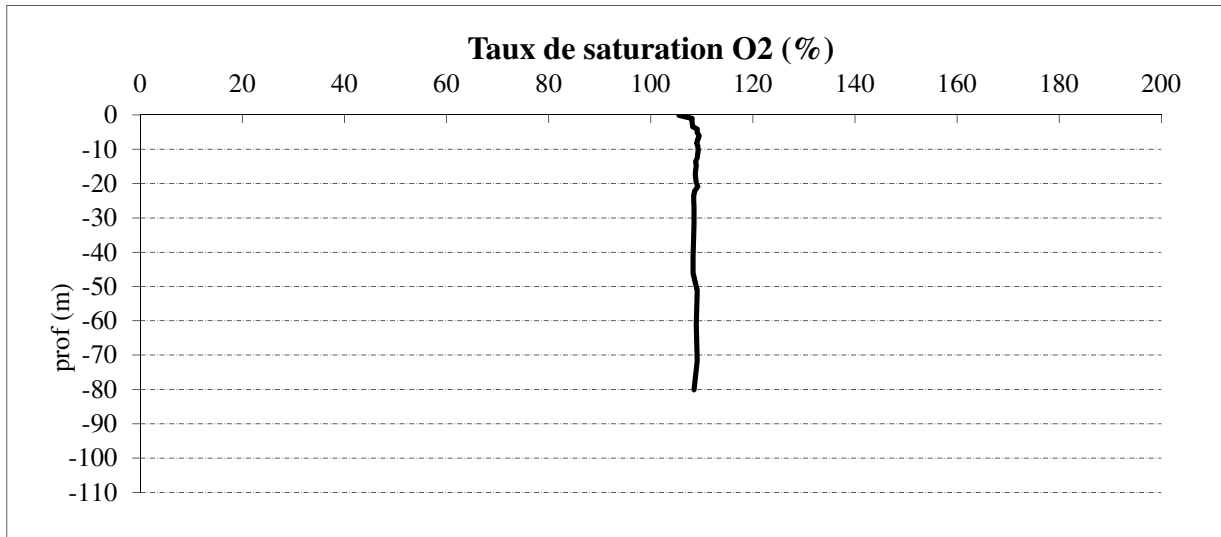
DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	29/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et M. Quiniou	Campagne 1	page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036



DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	29/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et M. Quiniou	Campagne 1	page 5/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

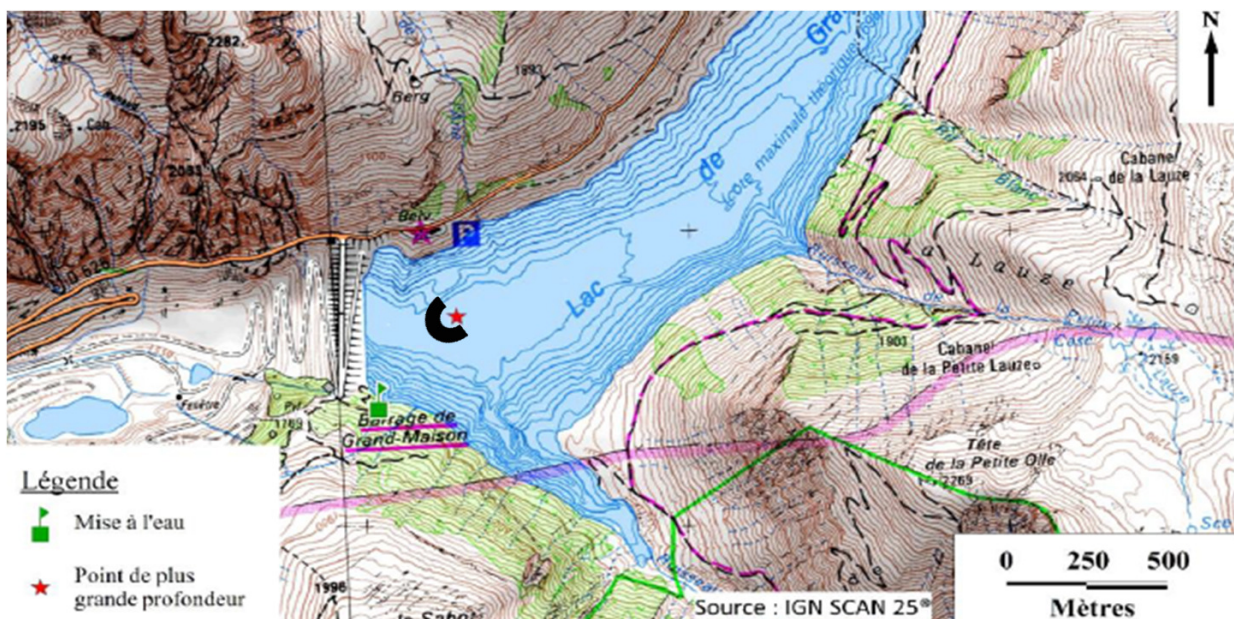
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	21/06/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Morin	Campagne	2 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Saint-Colomban-des-Villards		
Lac marnant :	oui	Type :	A1
Temps de séjour :	480	jours	
Superficie du plan d'eau :	230	ha	retenues de hautes montagnes, profondes
Profondeur maximale :	120	m	

Carte : (extrait SCAN25, IGN 1/25 000)



★ localisation du point de prélèvements

Ⓒ angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

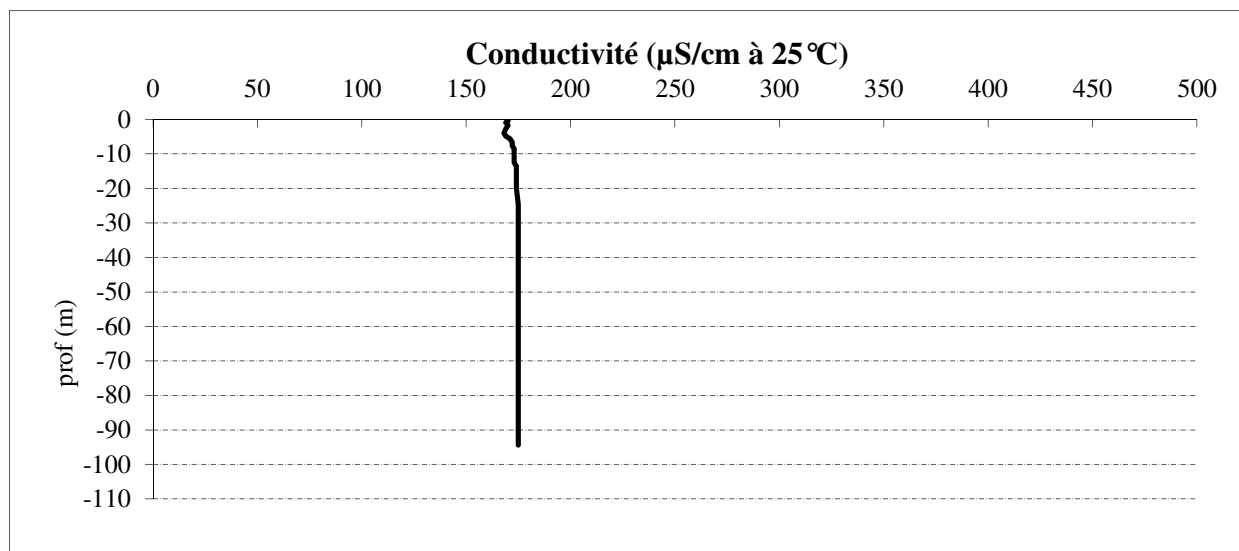
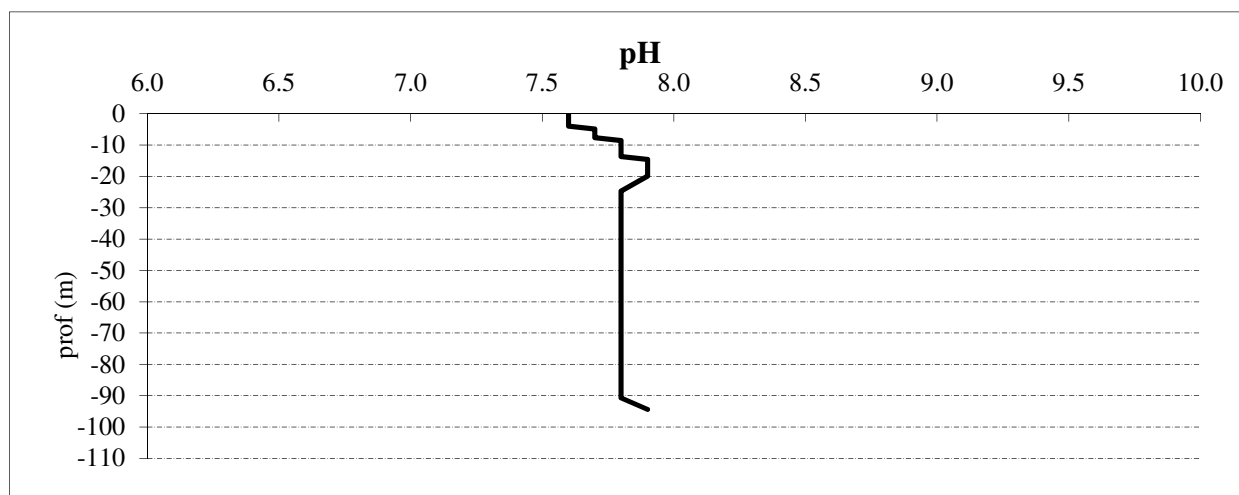
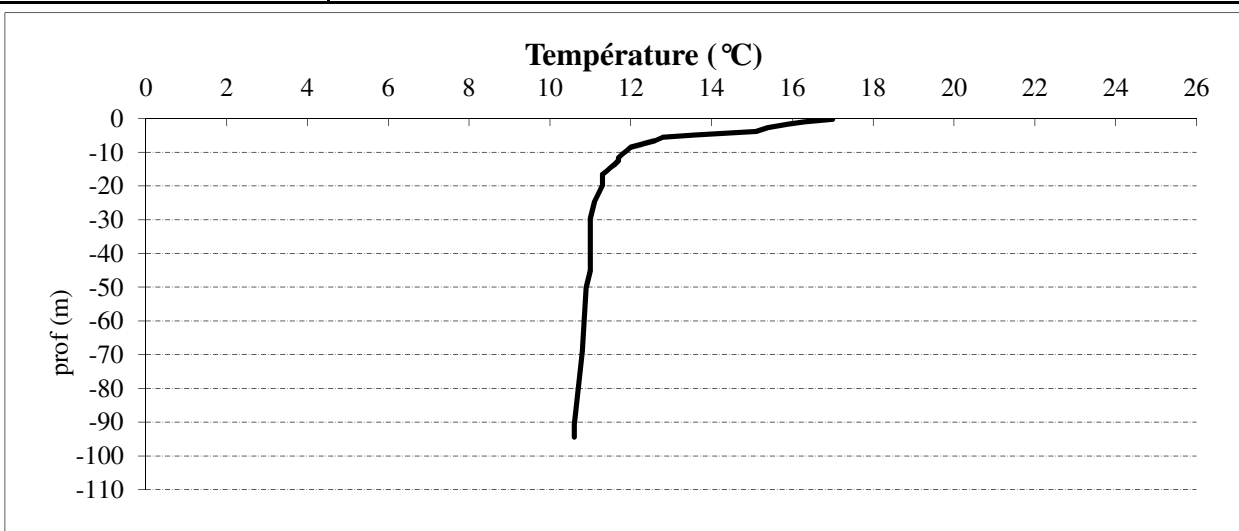


<i>Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau</i>	
DONNEES GENERALES CAMPAGNE	
Plan d'eau :	Grand'Maison
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Morin
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C
Date :	21/06/2017
Code lac :	W2755283
Campagne :	2 page 2/5
Marché n° :	160000036
STATION	
Coordonnées de la station	relevées sur : GPS
Lambert 93	X : 945498 Y : 6461396 alt.: m
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms) X : 6°07'40.5" E Y : 45°12'29.2" N alt. 1663 m
Profondeur :	95.0 m
Conditions d'observation :	Vent : faible P atm standard : hPa Météo : ensoleillé sec Pression atm. : 836 hPa Surface de l'eau : faiblement agitée Hauteur des vagues : 0,05 m Bloom algal : non
Marnage :	oui Hauteur de la bande : 27 m
Campagne :	2 campagne printanière de croissance du phytoplancton : mise en place de la thermocline
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE	
Horaires :	Heure de début du relevé : 15:00 Heure de fin du relevé : 15:30
Type de prélèvement :	eau pour physique-chimique et phytoplancton
Heure de prélèvement :	15:00 Matériel employé : bouteille intégratrice
Profondeur :	0 à 19m
Volume prélevé :	Volume prélevé : 6 l Nombre de prélèvements : 8
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place : oui Vol filtré : 1000 ml
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 5 ml
REMARQUES & OBSERVATIONS	
Contact préalable :	EDF Production Alpes
Remarques, observations :	Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1
REMISE DES ECHANTILLONS	
Type des analyses :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)
Code prélèvement :	353163 bon transport 6931011003455690
Au transporteur :	TNT Ville Chambéry le 21/06/17 à 18:00
Réception :	Arrivée au laboratoire CARSO dans la matinée du : 22/06/17

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

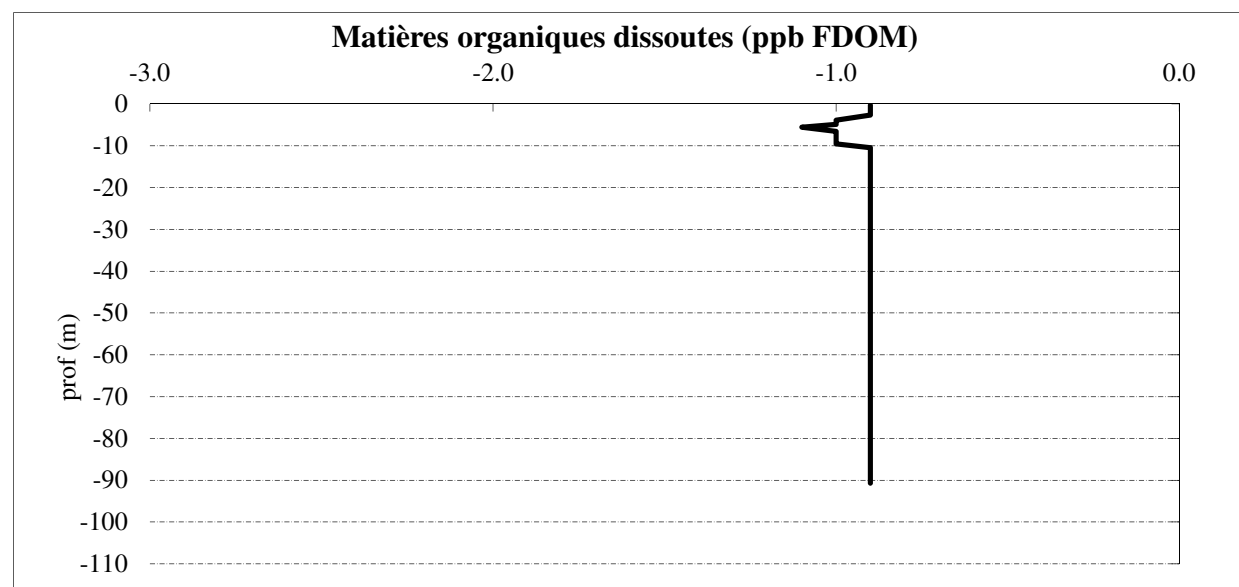
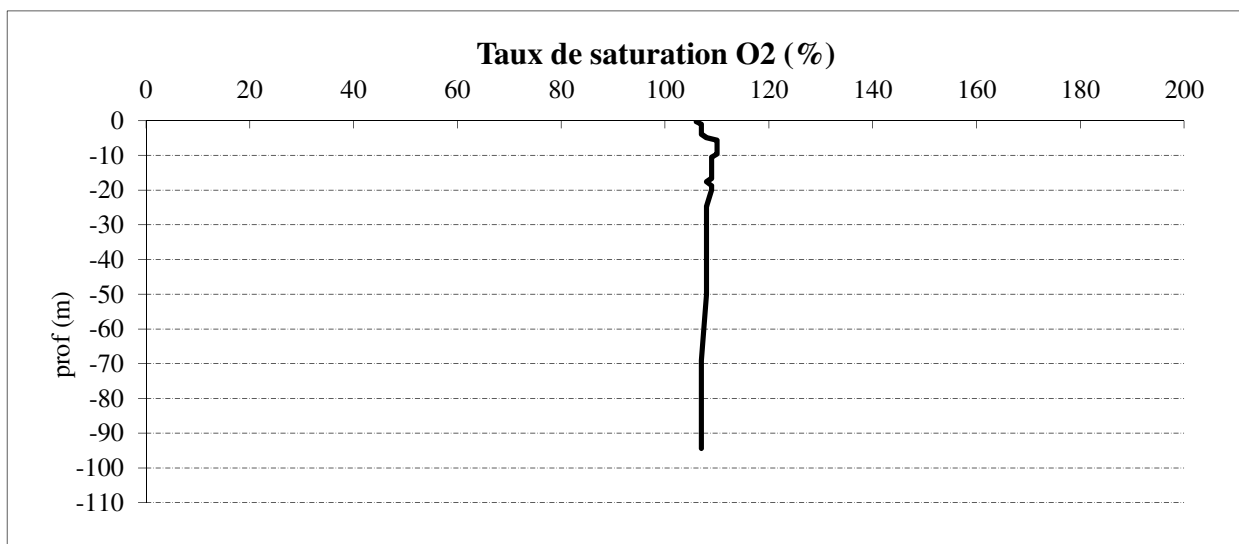
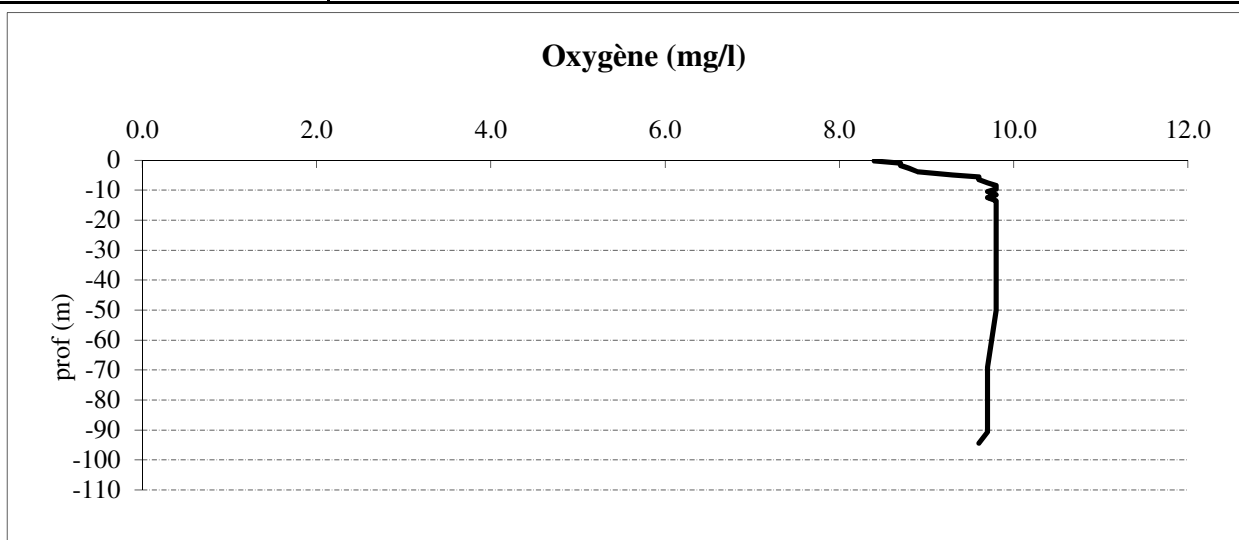
Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	21/06/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Morin	Campagne	2 page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	21/06/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Morin	Campagne :	2 page 5/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

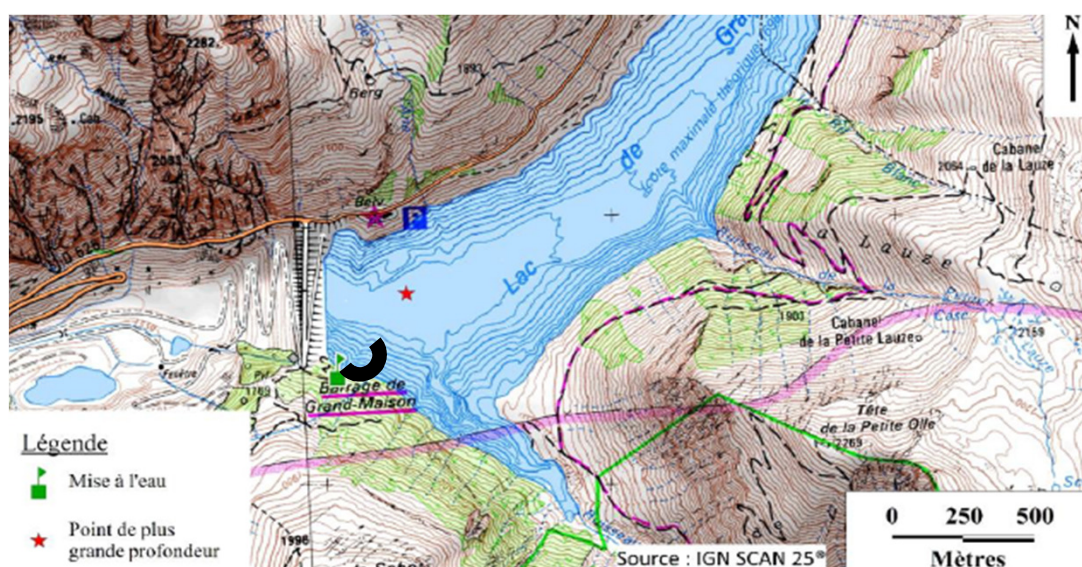
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	17/08/17
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et P. Farastier	Campagne 3	page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Saint-Colomban-des-Villards		
Lac marnant :	oui	Type :	A1
Temps de séjour :	480	jours	
Superficie du plan d'eau :	230	ha	retenues de hautes montagnes, profondes
Profondeur maximale :	120	m	

Carte : (extrait SCAN25, IGN 1/25 000)



★ localisation du point de prélèvements

↷ angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

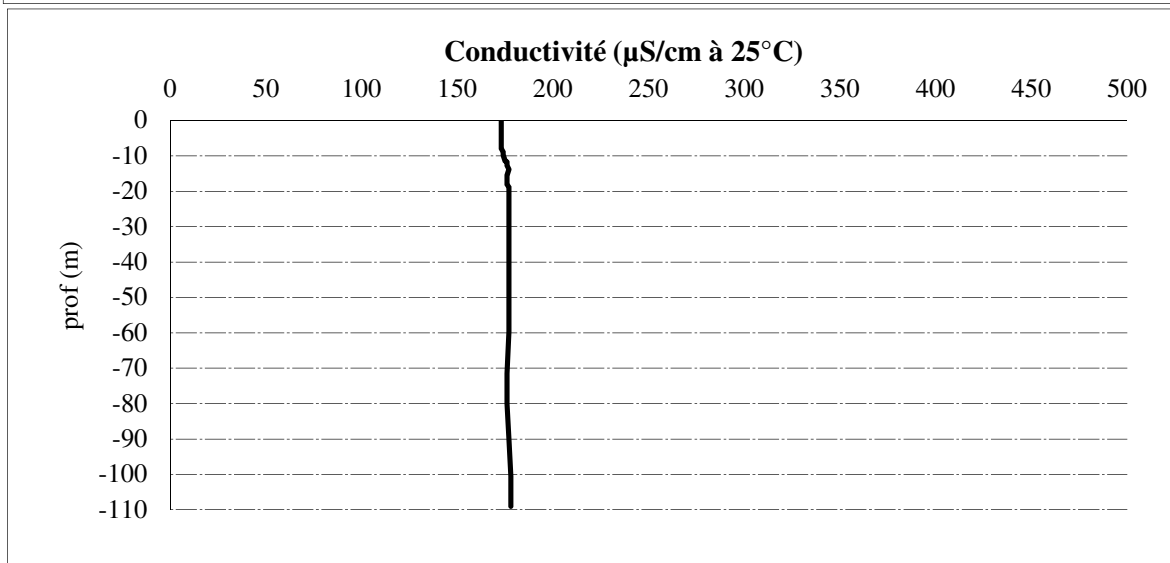
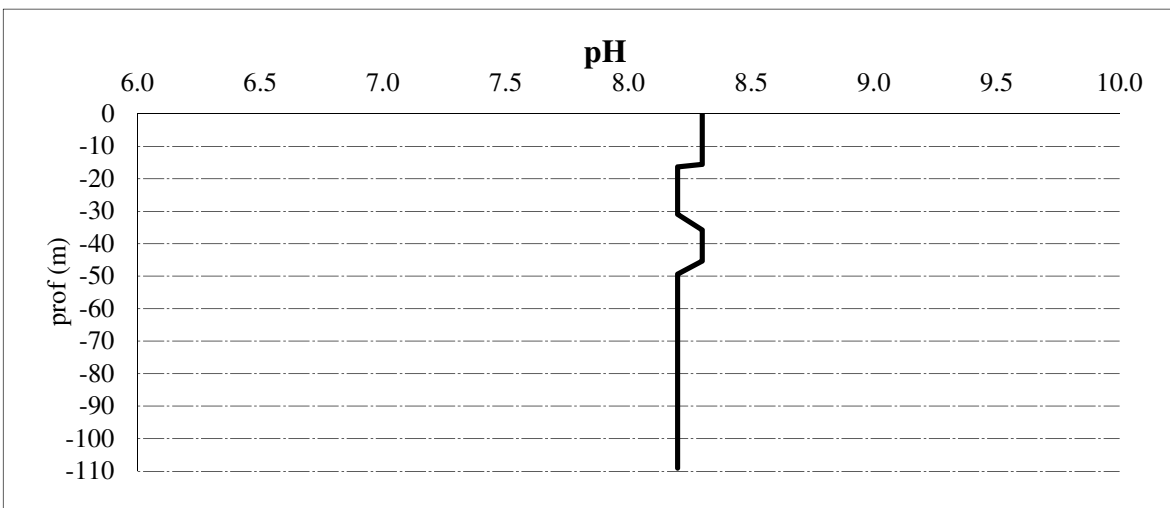
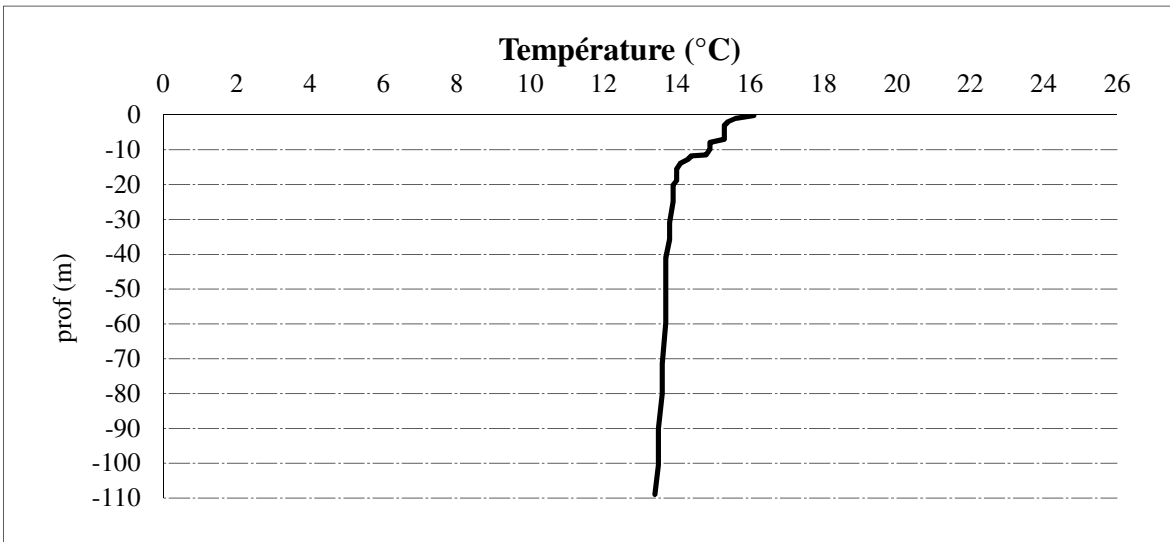


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau		
DONNEES GENERALES CAMPAGNE		
Plan d'eau :	Grand'Maison	Date : 17/08/17
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac : W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et P. Farastier	Campagne 3 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n° 160000036
STATION		
Coordonnées de la station	relevées sur : GPS	Côte à l'échelle en m : 1678.61
Lambert 93	X : 945498	Y : 6461396 alt. 1695 m
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms) X : 6° 7'40.80"E	Y : 45°12'28.88"N alt. 1678 m
Profondeur :	109.0 m	
Conditions d'observation :	Vent : nul	P atm standard : hPa
	Météo : ensoleillé sec	Pression atm. : 830 hPa
	Surface de l'eau : lisse	Hauteur des vagues : 0 m
	Bloom algal : non	
Marnage :	oui	Hauteur de la bande : 17 m
Campagne :	3	campagne estivale : thermocline bien installée, 2ème phase de croissance du phytoplancton
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE		
Horaires :	Heure de début du relevé : 13:15	Heure de fin du relevé : 13:30
Type de prélèvement :	eau pour physique-chimie et phytoplancton	
Heure de prélèvement :	13:15	Matériel employé : tuyau intégrateur 35 m
Profondeur :	0 à 19m	
Volume prélevé :	Volume prélevé : 8 l	Nombre de prélèvements : 6
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place : oui	Vol filtré : 1000 ml
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 7 ml	
REMARQUES & OBSERVATIONS		
Contact préalable :	EDF Production Alpes	
Remarques, observations :	Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1	
REMISE DES ECHANTILLONS		
Type des analyses :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)	
Code prélèvement :	353164 bon transport	6931011003495345
Au transporteur :	TNT Ville Chambéry	le 17/08/17 à 17:00
Réception :	Arrivée au laboratoire CARSO dans la matinée du : 18/08/17	

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

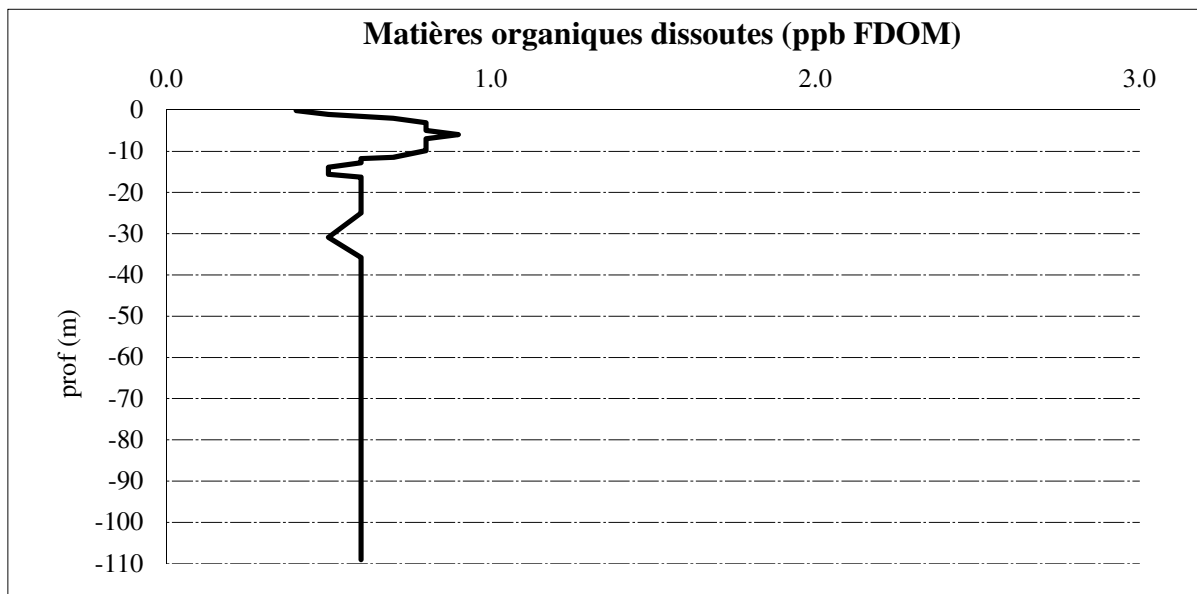
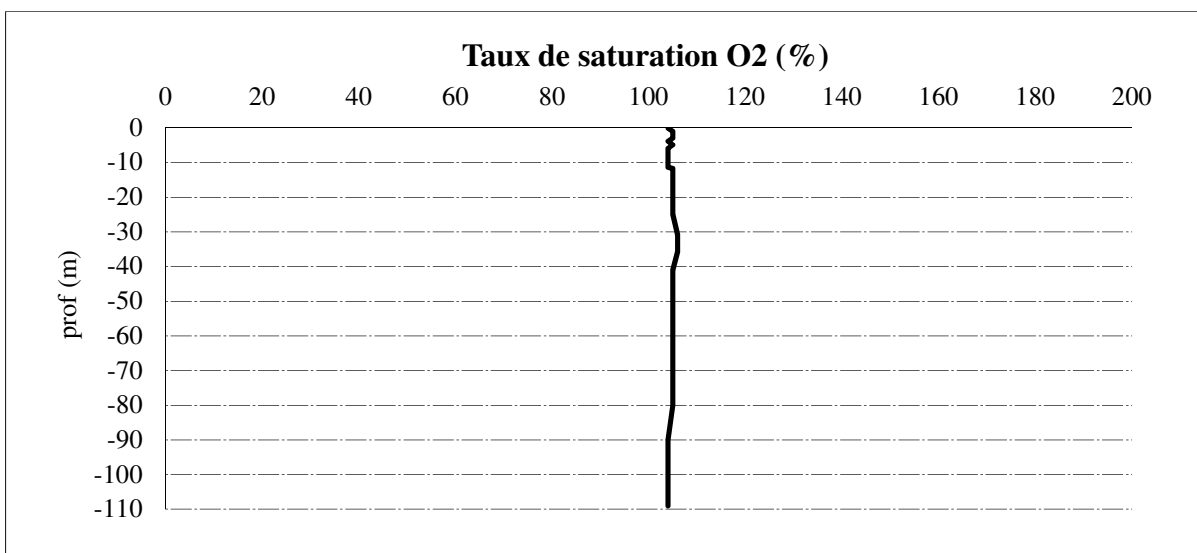
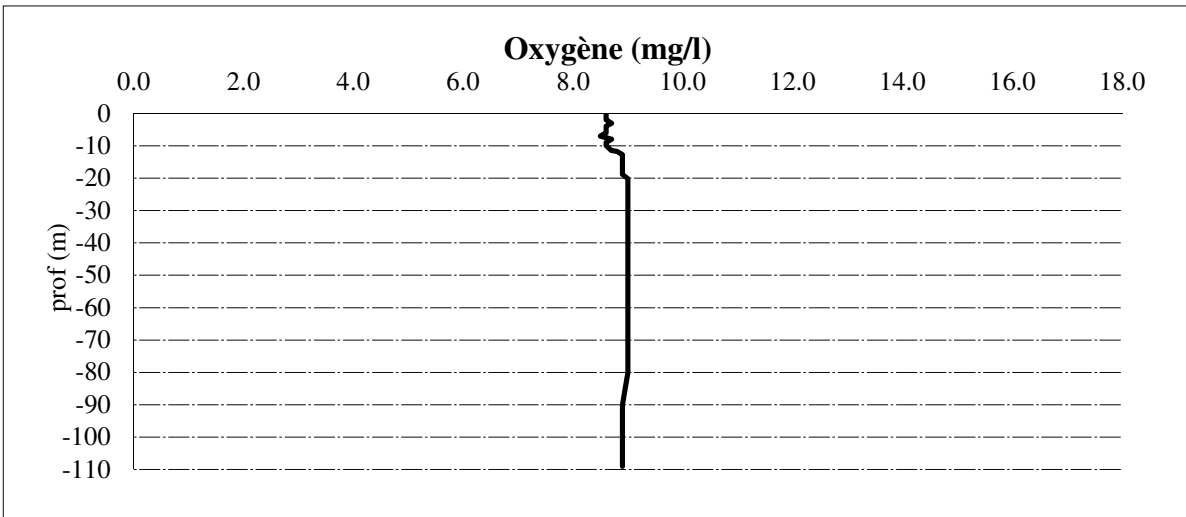
Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	17/08/17
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et P. Farastier	Campagne 3	page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	17/08/17
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et P. Farastier	Campagne	3 page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

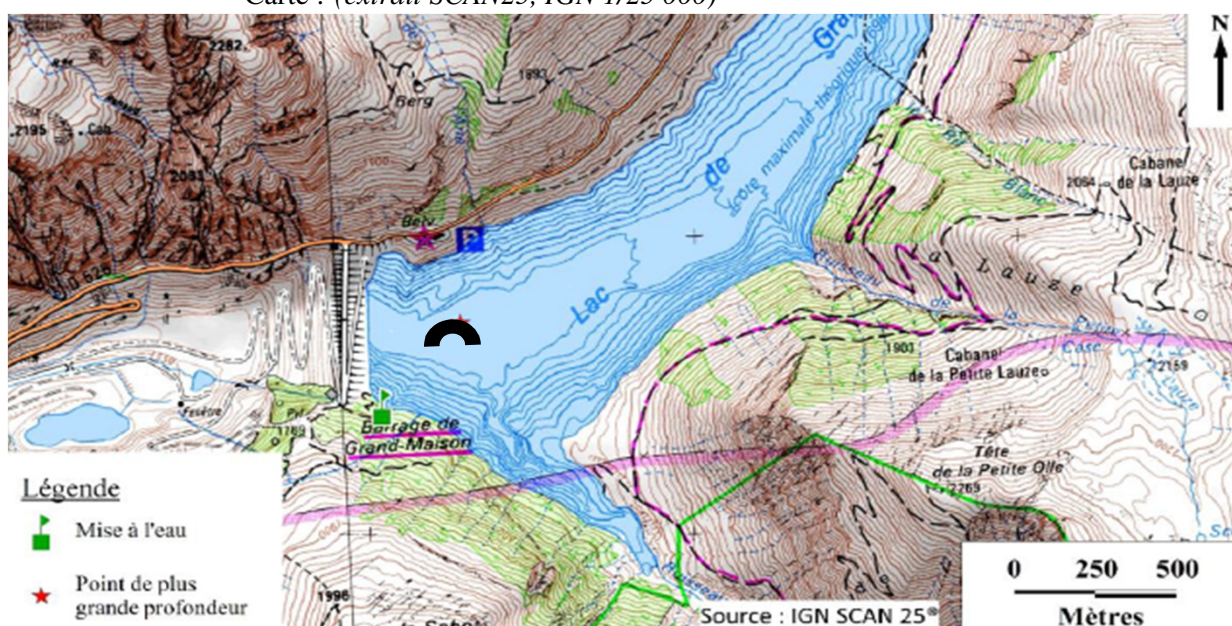
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Grand'Maison	Date :	11/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy	Campagne	4 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000036

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Saint-Colomban-des-Villards		
Lac marnant :	oui	Type :	A1
Temps de séjour :	480	jours	
Superficie du plan d'eau :	230	ha	retenues de hautes montagnes, profondes
Profondeur maximale :	120	m	

Carte : (extrait SCAN25, IGN 1/25 000)



★ localisation du point de prélèvements

◐ angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :



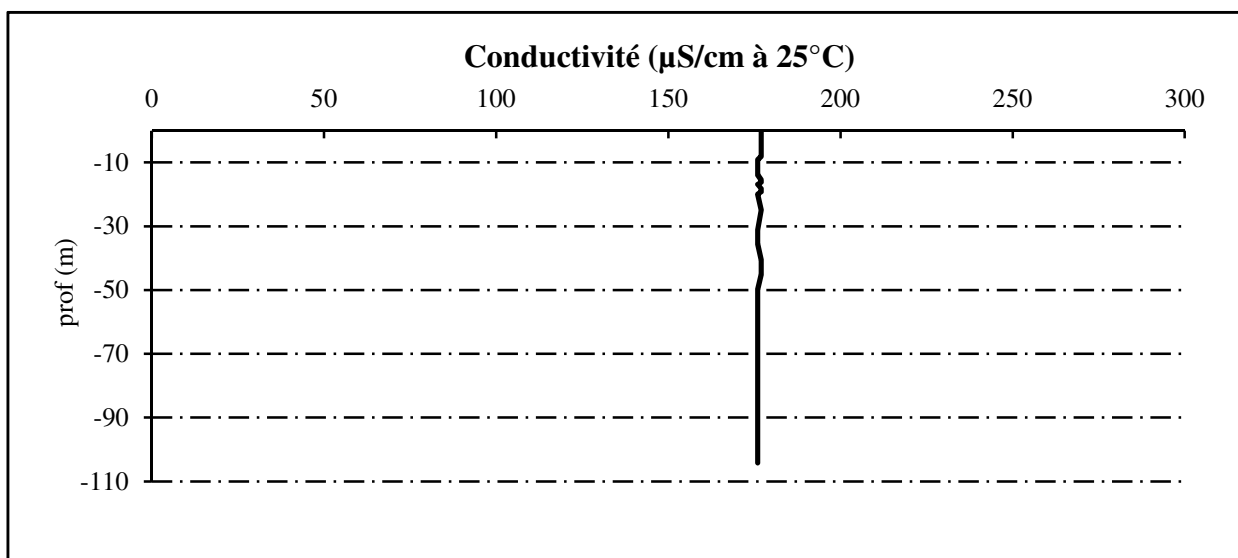
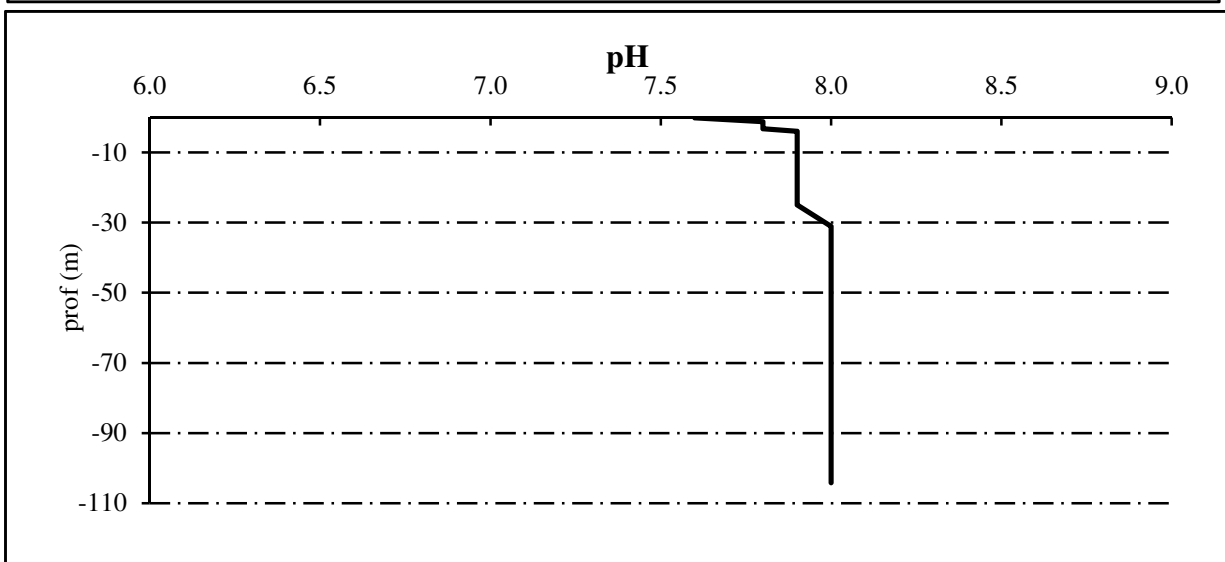
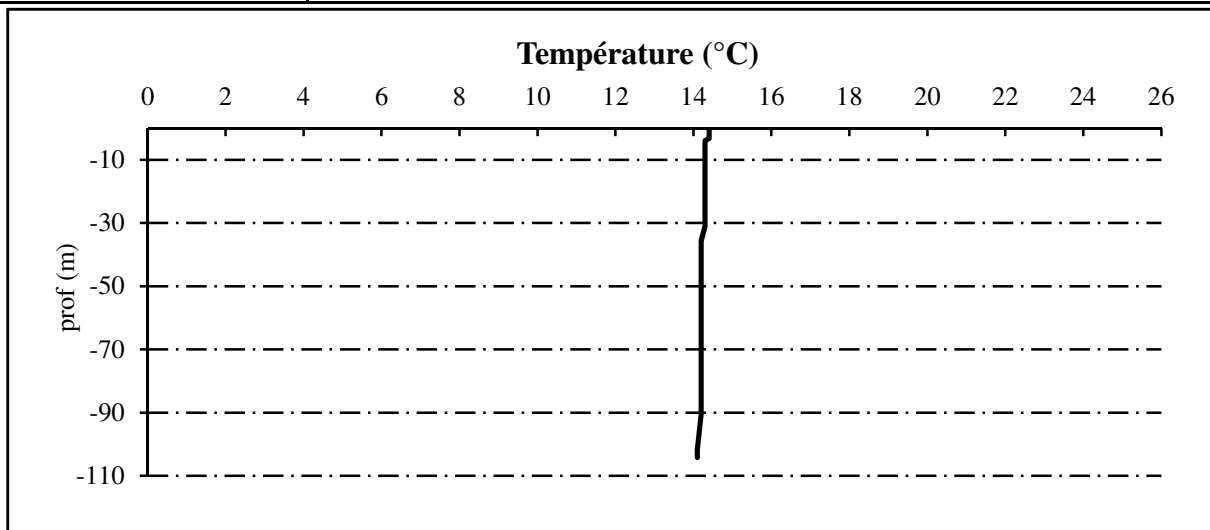
Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau	
DONNEES GENERALES CAMPAGNE	
Plan d'eau :	Grand'Maison Date : 11/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel Code lac : W2755283
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy Campagne 4 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C Marché n° 160000036
STATION	
Coordonnées de la station	relevées sur : GPS Côte à l'échelle en m : 1684,74
Lambert 93	X : 945264 Y: 6461190 alt.: m
WGS 84 (syst. international)	GPS (en dms) X : 6°07'29,4" E Y : 45°12'29,2" N alt.: m
Profondeur :	105,0 m
Conditions d'observation :	Vent : moyen P atm standard : hPa
	Météo : sec faiblement nuageux Pression atm. : 824 hPa
Conditions d'observation :	Surface de l'eau : agitée Hauteur des vagues : 0,20 m
	Bloom algal : non
Marnage :	oui Hauteur de la bande : 10 m
Campagne :	4 campagne de fin d'été : fin de stratification estivale, avant baisse de la température
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE	
Horaires :	Heure de début du relevé : 13:15 Heure de fin du relevé : 13:30
Type de prélèvement :	eau pour physico-chimie et phytoplancton
Heure de prélèvement :	13:15 Matériel employé : Tuyau intégrateur
Profondeur :	0 à 12 m
Volume prélevé :	Volume prélevé : 9 l Nombre de prélèvements : 4
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place : oui Vol. filtré : 1000 ml
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 5 ml
REMARQUES & OBSERVATIONS	
Contact préalable :	EDF Production Alpes
Remarques, observations :	Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1 Les profils verticaux sont homogènes pour tous les paramètres. Le point a été légèrement décalé pour des raisons de sécurité.
REMISE DES ECHANTILLONS	
Type des analyses :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)
Code prélèvement :	353165 bon transport 6931011003488650
Au transporteur :	TNT Ville Chambéry le 11/09/17 à 17h 00
Réception :	Arrivée au laboratoire CARSO dans la matinée du : 12/09/17

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau : **Grand'Maison**
Type (naturel, artificiel,...) : artificiel
Organisme / opérateur : **S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy**
Organisme demandeur : Agence de l'eau RM&C

Date : **11/09/2017**
Code lac : W2755283
Campagne 4 page 4/5
Marché n° 160000036



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau : **Grand'Maison**
Type (naturel, artificiel,...) : artificiel
Organisme / opérateur : **S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy**
Organisme demandeur : Agence de l'eau RM&C

Date : **11/09/2017**
Code lac : W2755283
Campagne 4 page 5/5
Marché n° 160000036

