



Agence de l'Eau  
Rhône Méditerranée Corse

**ÉTUDE DES PLANS D'EAU DU PROGRAMME DE  
SURVEILLANCE DES BASSINS RHONE-  
MEDITERRANEE ET CORSE – LOT N°3 SUD  
RAPPORT DE DONNEES BRUTES ET  
INTERPRETATION  
RETENUE DES BOUILLOUSES**

*SUIVI ANNUEL 2018*



*Retenue des Bouillouses (crédit photo : STE, juillet 2019)*



*Rapport n° 16-707C - Bouillouses – décembre 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 ET LOCALISATION .....</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>14</b> |
| <b>2 INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES .....</b>  | <b>16</b> |
| 2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS.....   | 16        |
| 2.2 DETERMINATION DES TAXONS .....  | 16        |
| 2.3 TRAITEMENT DES DONNEES .....  | 17        |
| <b>CHAPITRE 4 : RESULTATS DES INVESTIGATIONS .....</b>                                      | <b>19</b> |
| <b>1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES.....</b>   | <b>21</b> |
| 1.1 ANALYSES DES EAUX .....   | 21        |
| 1.1.1 Profils verticaux et évolutions saisonnières.....                                     | 21        |
| 1.1.2 Profils verticaux matières organiques dissoutes .....                                 | 23        |
| 1.1.3 Analyses physicochimiques des eaux .....  | 24        |
| <b>2 PHYTOPLANCTON.....</b>   | <b>26</b> |
| 2.1 PRELEVEMENTS INTEGRES .....   | 26        |
| 2.2 LISTES FLORISTIQUES .....   | 26        |
| 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> |

## Liste des illustrations

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Moyennes mensuelles de température à la station de Formiguères ( <i>Info-climat</i> ).....                        | 11 |
| Figure 2 : cumuls mensuels de précipitations à la station de Formiguères ( <i>site Info-climat</i> ).....                    | 12 |
| Figure 3 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage .....   | 16 |
| Figure 4 : Seuils des classes d'état définis pour chaque métrique et pour l'IPLAC.....                                       | 17 |
| Figure 5 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur .....   | 21 |
| Figure 6 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur.....   | 22 |
| Figure 7 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur.....   | 22 |
| Figure 8 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur.....  | 23 |
| Figure 9 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur.....                                      | 23 |
| Figure 10 : profils verticaux des matières organiques dissoutes .....  | 24 |
| Figure 11 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes.....                                   | 26 |
| Figure 12 : Répartition du phytoplancton sur le lac des Bouillouses 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 sud du bassin Rhône-Méditerranée et bassin Corse .....                       | 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 .....  | 26 |
| Tableau 6 : Liste taxonomique du phytoplancton (en nombre de cellules/ml).....   | 27 |
| Tableau 7 : Liste taxonomique du phytoplancton (en mm <sup>3</sup> /l) .....   | 28 |
| Tableau 8 : évolution des Indices IPLAC depuis 2005 .....  | 31 |
|  |    |
| Carte 1 : localisation de la retenue des Bouillouses (Pyrénées Orientales).....  | 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)<br>Direction des Données et Redevances<br>2-4, Allée de Lodz<br>69363 Lyon Cedex 07                               |
|                              | <b>Interlocuteur :</b> Mr IMBERT Loïc  |
|                              | <b>Coordonnées :</b> <a href="mailto:loic.imbert@eaurmc.fr">loic.imbert@eaurmc.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 – Retenue des Bouillouses |
| <b>Référence du document</b> | <b>Rapport n°16-707B /2018-Rapport Bouillouses 2018</b>  |
| <b>Date</b>                  | Mai 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 | 21/06/2019 | Eric Bertrand   | 13/08//2019 |
| VF      | Audrey Péricat | 18/11/2019 | Suite aux remarques de l'Agence de l'Eau RM&C, courriel de L. Imbert du 4/11/19 |             |

### Thématique

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Mots-clés</b> | <b>Géographiques :</b> Bassin Rhône-Méditerranée – Occitanie – Pyrénées-Orientales (66) – Retenue de Bouillouses |
|                  | <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 la retenue des Bouillouses 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)              | Nombre d'exemplaire(s) |
| Loïc IMBERT                        | AERMC     | 18/11/19 | Papier et informatique | 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/<br>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*   |   | Ponctuel de fond                               | X         | X   | X       | X |
|  |   |   |   | Intégré  | X         | X   | X       | X |
|  |   | Chlorophylle a + phéopigments   |   | Ponctuel de fond                               | X         | X   | X       | X |
|  | Intégré   |   |   | X  | X         | X   | X       |   |
| <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>                     | <b>Eau interst. : Physico-chimie</b>              |   | PO4, Ptot, NH4  |  |           |     |         |   |
|  | <b>Phase solide</b>                               | <b>Physico-chimie classique</b>   | Corg., Ptot, Norg, Granulométrie, perte au feu                  | 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 de superficie supérieure 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 de superficie supérieure 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) de superficie supérieure 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 sud du bassin Rhône-Méditerranée et le bassin Corse, 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 sud du bassin Rhône-Méditerranée et bassin Corse**

| Code_lac | Libellé       | Origine | Dept | Réseaux | Type de suivi |
|----------|---------------|---------|------|---------|---------------|
| X2005023 | Allos         | Naturel | 4    | RCS/REF | Phytobenthos  |
| Y4305063 | Aulnes        | Naturel | 13   | RCS/CO  | Phytobenthos  |
| Y2505003 | Avène         | MEFM    | 34   | CO      | Classique     |
| Y0405263 | Bouillouses   | MEA     | 66   | RCS     | Phytoplancton |
| Y7615003 | Codole        | MEFM    | 2B   | RCS/CO  | Classique     |
| Y4305143 | Entressen     | Naturel | 13   | RCS/CO  | Phytobenthos  |
| Y9905043 | Figari        | MEFM    | 2A   | RCS     | Classique     |
| Y1355003 | Laprade basse | MEFM    | 11   | CO      | Classique     |
| Y0025043 | Lliat         | Naturel | 66   | REF     | Phytobenthos  |
| Y1005143 | Matemale      | MEFM    | 66   | CO      | Classique     |
| Y6225023 | Nègre         | Naturel | 6    | REF     | Phytobenthos  |
| Y0405283 | Pradeilles    | Naturel | 66   | REF     | Classique     |
| V5045103 | Puylaurent    | MEA     | 48   | CO      | Classique     |
| Y4125003 | Réaltor       | MEA     | 13   | CO      | Classique     |
| Y6205123 | Vens          | Naturel | 6    | REF     | Classique     |
| V5045003 | Villefort     | MEA     | 48   | CO      | Classique     |
| Y0455043 | Vinça         | MEFM    | 66   | CO      | Classique     |

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



## 1 PRESENTATION DU PLAN D'EAU ET LOCALISATION

La retenue des Bouillouses est située dans le département des Pyrénées-Orientales (66), à une altitude de 2017 m, au pied du Pic du Carlit dans le PNR des Pyrénées Catalanes. Elle est formée par un barrage poids de 19 m de haut et 384 m de long, construit entre 1904 et 1910. Le plan d'eau formé est de taille relativement importante avec 148 ha pour un volume de 17,5 millions de m<sup>3</sup> à la CNE. Le plan d'eau s'étend sur environ 2,3 km de long et est alimenté par les eaux de la rivière Têt qui prend sa source quelques kilomètres plus en amont.

Le Lac des Bouillouses est un site naturel classé depuis le 24 juin 1976. Depuis 2000, le Conseil Départemental des Pyrénées-Orientales assure la gestion de ce site d'exception par un plan de régulation de la fréquentation touristique : circulation réglementée, accès par navette, télésièges et sentiers pédestres balisés.

A plus de 2000 m d'altitude, la Têt présente un régime hydrologique nival caractérisé par une période de faible hydrologie hivernale et une période d'apports printaniers avec la fonte des neiges. La cote du plan d'eau varie de façon saisonnière en fonction des apports et de la demande énergétique et des besoins en eau. A noter que le plan d'eau est gelé en surface en période hivernale, de novembre à avril environ.

La retenue des Bouillouses est gérée par la SHEM (Société Hydro-Électrique du Midi). Si ce plan d'eau sert en premier lieu à l'alimentation de l'usine hydroélectrique du Pla des Aveillans, il permet aussi d'assurer des apports d'eau en période d'étiage.

Le site est très fréquenté par les touristes en période estivale (randonnées, balades à cheval, pêche,...) et la cote de la retenue est maintenue aussi haute que possible durant cette période.



Carte 1 : localisation de la retenue des Bouillouses (Pyrénées Orientales)

Au printemps 2018, des travaux sur la digue ont été entrepris, le plan d'eau avait été maintenu à cote basse pour permettre leur réalisation.

La zone de plus grande profondeur se situe à proximité du barrage dans le chenal central. Le point de plus grande profondeur atteint 16 m pour cette année 2018 (Carte 2) comme pour les suivis précédents. Le marnage maximal enregistré en 2018 était de 3 m en fin de saison.



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

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

## 2 CONTENU DU SUIVI 2018

La retenue des Bouillouses 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 2018, la retenue des Bouillouses 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

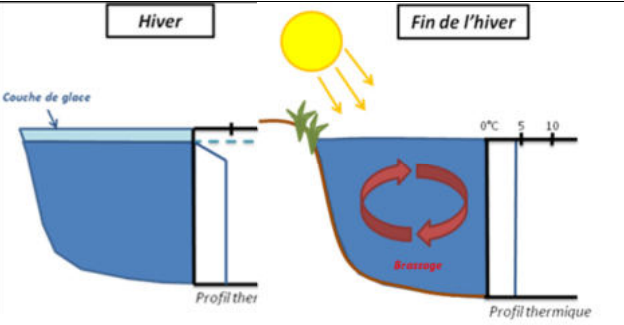
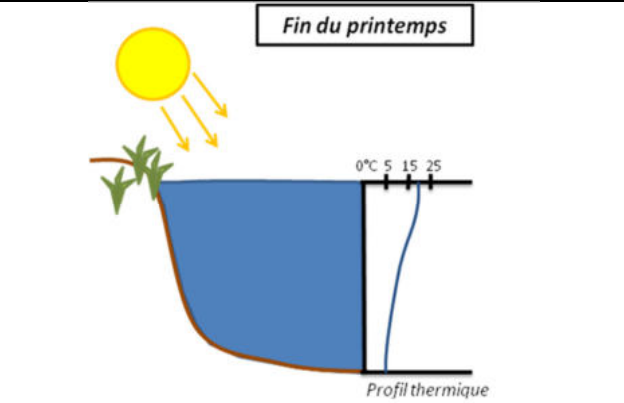
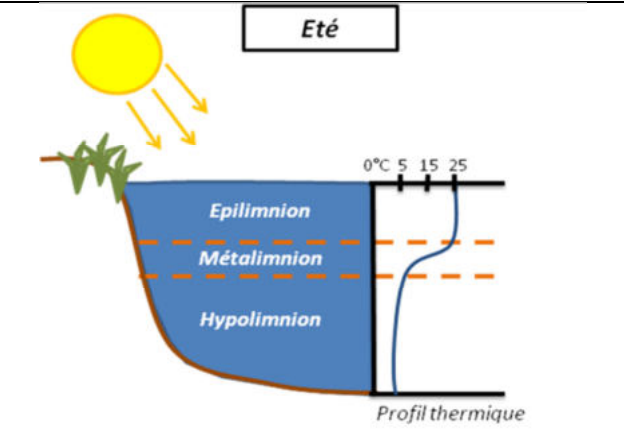
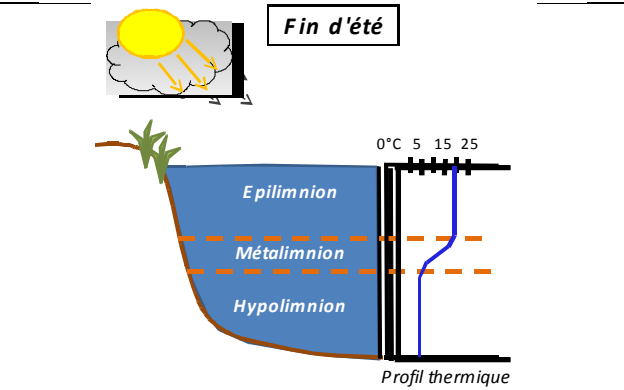
Le tableau ci-dessous indique la répartition des missions aussi bien en phase terrain qu'en phase laboratoire/détermination. S.T.E. a, en outre, eu en charge de coordonner la mission et de collecter l'ensemble des données pour établir les rapports et mener l'exploitation des données.

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

| Retenue de Bouillouses | Phase terrain |            |            |               | Laboratoire - détermination |
|------------------------|---------------|------------|------------|---------------|-----------------------------|
|                        | C1            | C2         | C3         | C4            |                             |
| Campagne               | C1            | C2         | C3         | C4            |                             |
| Date                   | 31/05/2018    | 05/07/2018 | 31/07/2018 | 12-13/09/2018 | automne/hiver 2018-2019     |
| 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><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>Fin du printemps</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>Eté</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</b></p>  |



### 3 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2018

Les conditions climatiques de l'année 2018 pour le lac de Bouillouses sont analysées à partir de la station météorologique de Formiguères (1495 m NGF), située à proximité. La chronique de relevés est assez courte (2007-2018). Le climat montagnard apporte des précipitations sous la forme de neige durant toute la période hivernale.

L'année 2018 a été globalement un peu plus chaude :  $+0,5^{\circ}\text{C}$  par rapport aux moyennes de saison (Figure 1)<sup>1</sup> avec une température moyenne de  $7,4^{\circ}\text{C}$  en 2018 contre  $6,9$  sur 2007-2018. Les températures sont très fraîches durant l'hiver avec des températures moyennes voisines de  $0^{\circ}\text{C}$  en janvier, février et mars.

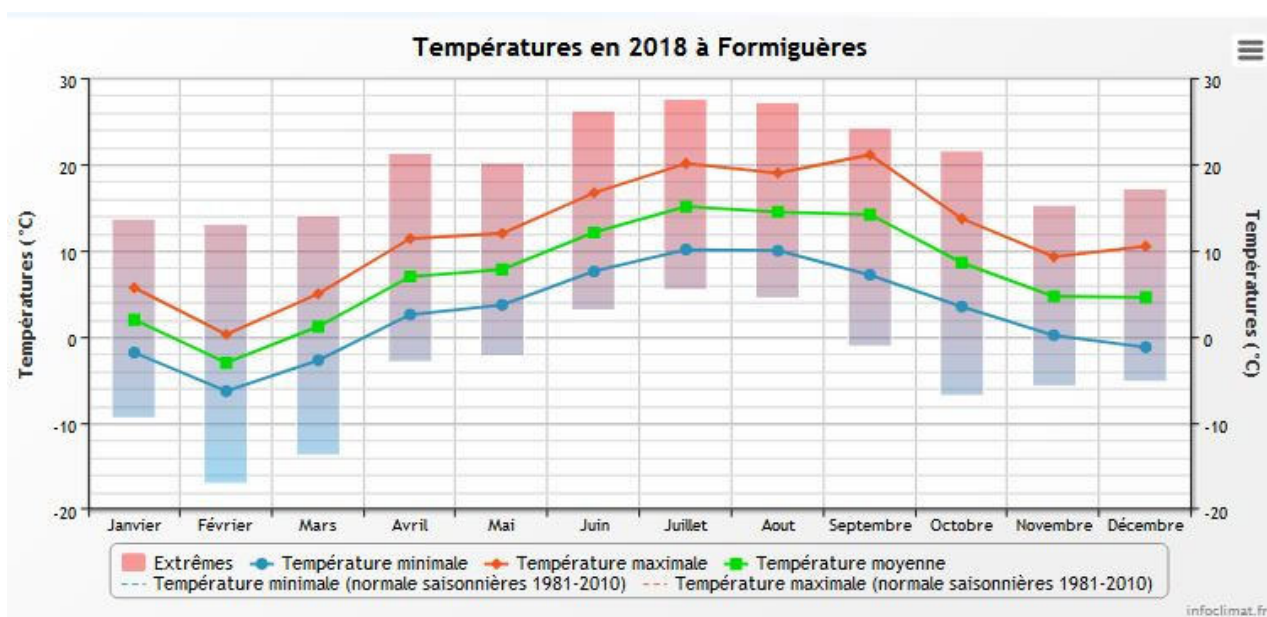


Figure 1 : Moyennes mensuelles de température à la station de Formiguères (Info-climat)

Le cumul de précipitations en 2018 est supérieur à la normale (691 mm en 2018 contre 554 mm mesuré en moyenne sur la période 2007-2019), **soit +25%**. Les orages d'été et les pluies d'octobre sont responsables de ce fort cumul.

<sup>1</sup> Pour les figures 1 et 2, les moyennes saisonnières n'apparaissent pas sur les graphiques compte-tenu de la faible chronique de la station météorologique.

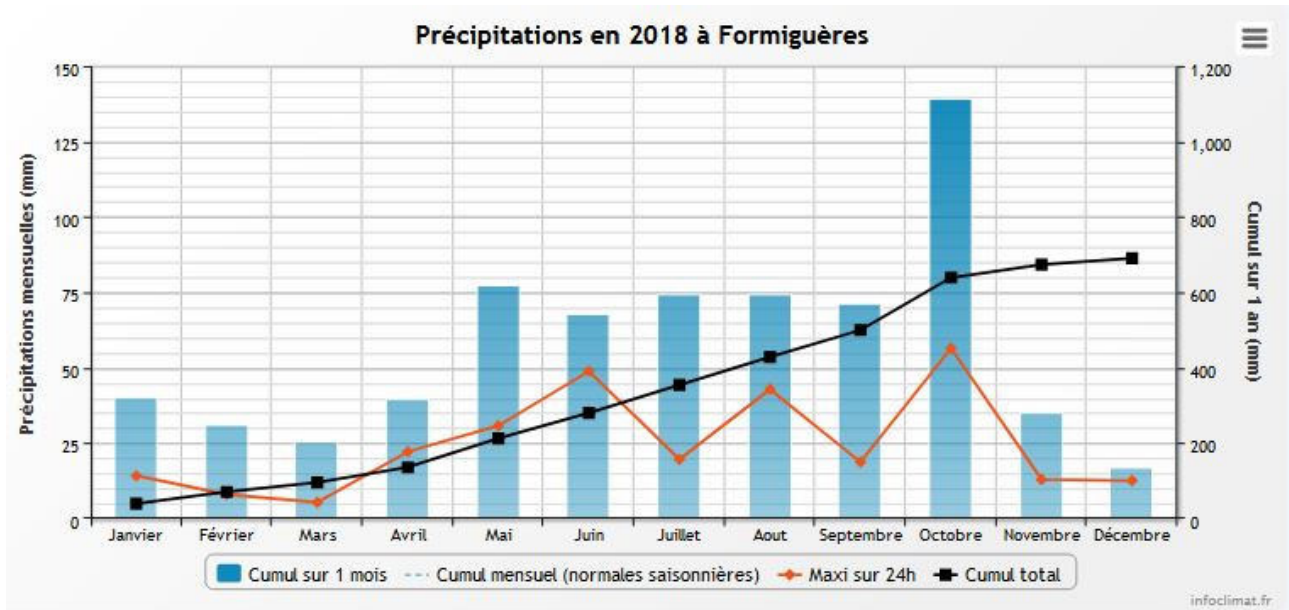


Figure 2 : cumuls mensuels de précipitations à la station de Formiguères (site Info-climat)

Plus en détail (Figure 2), il ressort les éléments suivants :

- ✓ Pluies importantes sous forme d'orages sur les mois d'été de juin à septembre ( $\approx 70$  mm mensuel) ;
- ✓ Précipitations abondantes en octobre (cumul  $\approx 140$  mm) soit le double des moyennes mensuelles ;
- ✓ Cumuls assez proches des moyennes pour les autres mois.

La saison hivernale 2017-2018 a été bien enneigée sur le massif du Carlit. Les chutes de neige sont assez importantes en janvier et février avec des cumuls de neige supérieurs à 4 m. La neige est même retombée au printemps. La fonte des neiges a été tardive (mai), elle a permis un remplissage rapide de la retenue. Les apports pluviométriques se maintiennent au printemps.

L'été est très pluvieux avec des cumuls de pluies plus élevés que les normales avec de nombreux épisodes orageux de juin à août. Les températures restent assez proches des moyennes de saison sur ce plateau d'altitude.

Le plan d'eau reste à sa CNE ( $\pm 2$  m) lors de toutes les campagnes de prélèvements (de fin mai à septembre).

Les pluies d'octobre sont également significatives (139 mm cumulés).

Au global, l'année 2018 a été bien arrosée, ce qui a permis un bon remplissage du plan d'eau de Bouillouses.

## **CHAPITRE 3 : RAPPEL MÉTHODOLOGIQUE**



## 1 INVESTIGATIONS PHYSICOCIMIQUES

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 ;

- ✓ 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 9+5 m de diamètre élevé ( $\varnothing 18$  mm) pour les zones euphotiques réduites,
  - l'autre de 30 m ( $\varnothing 14$  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 flacons 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.

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 sur la retenue des Bouillouses 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 §c) » 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-Treuture 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).

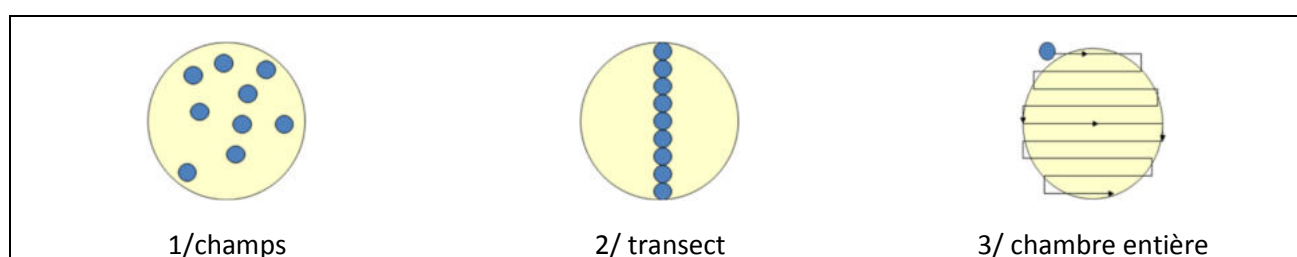


Figure 3 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage

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 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

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 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 indicienne 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**



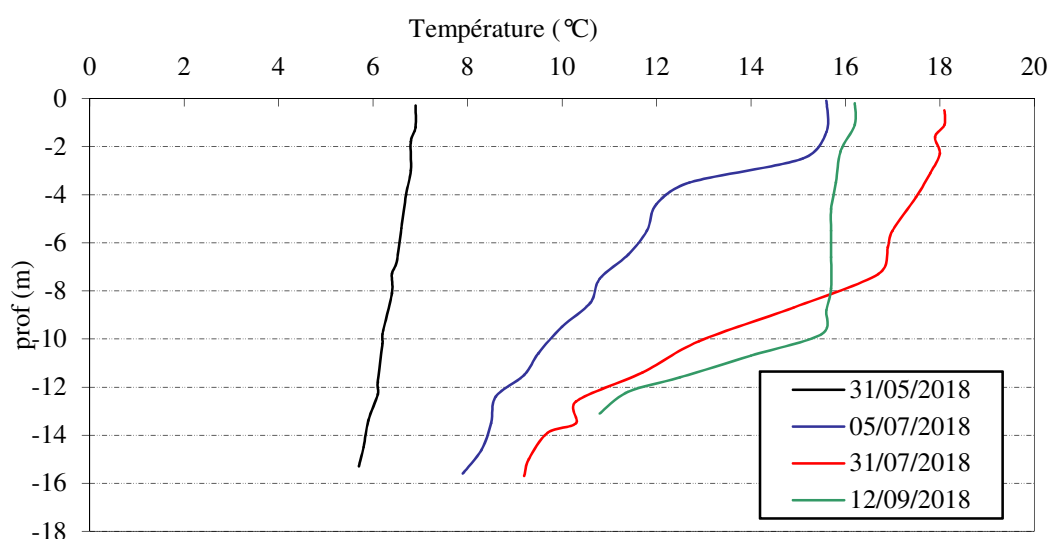
## 1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES

Les comptes rendus des campagnes de prélèvements physicochimiques et phytoplanctoniques sont présentés en annexe 3.

### 1.1 ANALYSES DES EAUX

#### 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 5 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur**

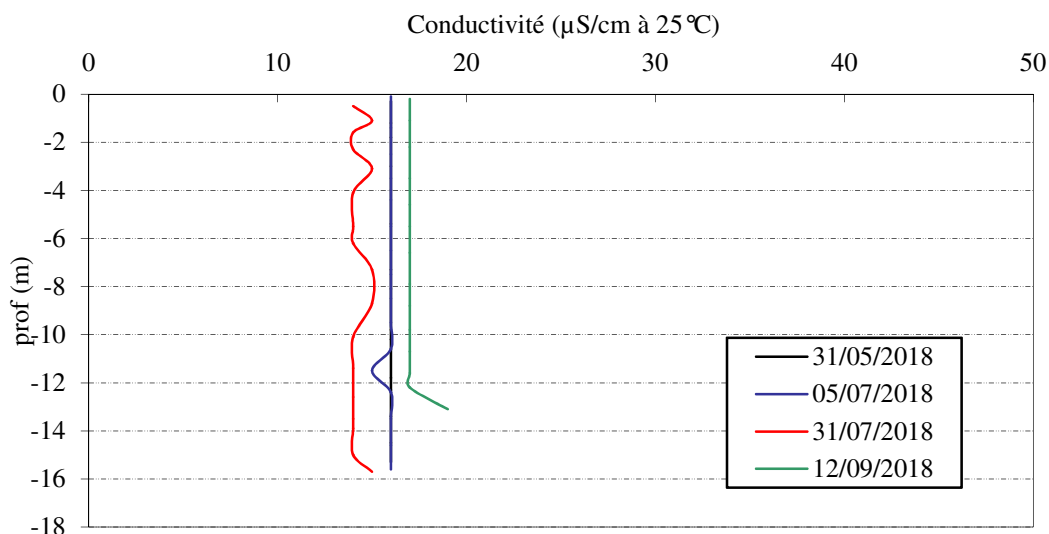
Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne le 31 mai, on se trouve en période de brassage des eaux avec une température comprise entre 6 et 7°C sur la colonne d'eau.

Le réchauffement de la couche de surface (0-3 m) s'intensifie au cours du mois de juin. Ainsi, le 5 juillet, les eaux de surface atteignent près de 16°C. La thermocline se dessine entre 3 et 5 m avec une amplitude thermique de 4°C. La température dans la couche profonde diminue progressivement entre 12°C à 5 m et 8°C au fond.

Le réchauffement est maximal (17/18°C) le 31 juillet avec un épilimnion plus épais (0-7 m). Une thermocline assez mal définie est présente entre 7 et 12 m. Les eaux du fond sont à environ 10°C.

Le 12 septembre, la stratification thermique se maintient sur la retenue de Bouillouses avec un enfoncement de la thermocline (10-12 m). L'épilimnion (0-10 m) est à 16°C environ tandis que le fond est à 11°C environ. La couche hypolimnique est quasi inexistante.

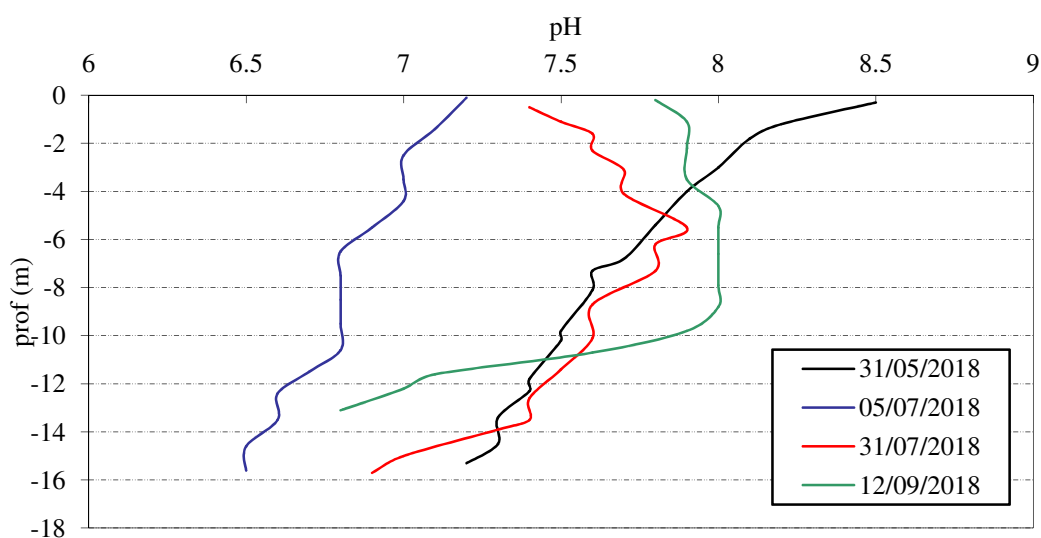
La stratification thermique est peu marquée dans la retenue de Bouillouses : le renouvellement fréquent des eaux et la faible profondeur (16 m) sont peu favorables au processus de stratification.



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

La conductivité est particulièrement faible en raison de la nature cristalline des substrats du bassin versant, elle est comprise entre 14 et 18  $\mu\text{S/cm}$  ! Elle reste homogène lors des 4 campagnes.

Le pH varie beaucoup dans les eaux de Bouillouses (6,8 à 8,5). Ces variations sont à relier à la faible minéralisation des eaux qui induit un faible pouvoir tampon. Globalement, les eaux de surface présentent un pH compris entre 7,5 en début de saison à 8,5 au plus fort de l'été, là où l'activité biologique est maximale. Les eaux du fond sont légèrement acides (6,4 à 7). Le pH est plus faible lors de la campagne du 5 juillet (le profil a pourtant été validé dans le cadre des procédures d'étalonnage), cela peut être lié aux apports du bassin versant et de la fonte des neiges.



**Figure 7 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur**

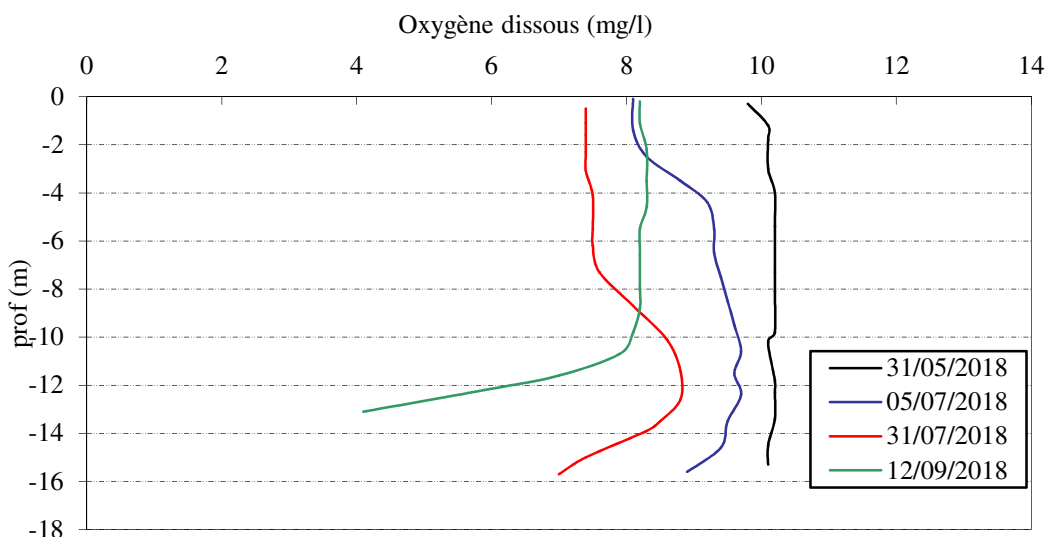


Figure 8 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur

Les eaux sont globalement bien oxygénées dans le lac des Bouillouses (98 à 110%). Une baisse des teneurs en oxygène est à signaler en C3 et C4 dans le fond du lac : 80% sat en C3 puis 45% en C4, indiquant une demande en oxygène pour dégrader la matière organique dans les eaux du fond.

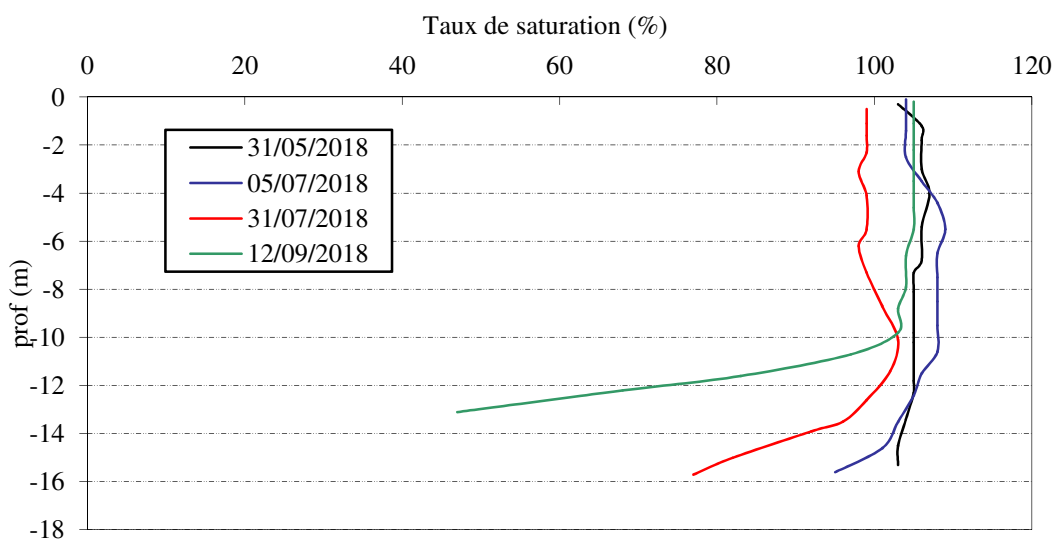


Figure 9 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur

### 1.1.2 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 3 campagnes sont présentés sur la Figure 10. Le profil de la 4<sup>ème</sup> campagne n'est pas disponible pour cause de panne de la sonde.

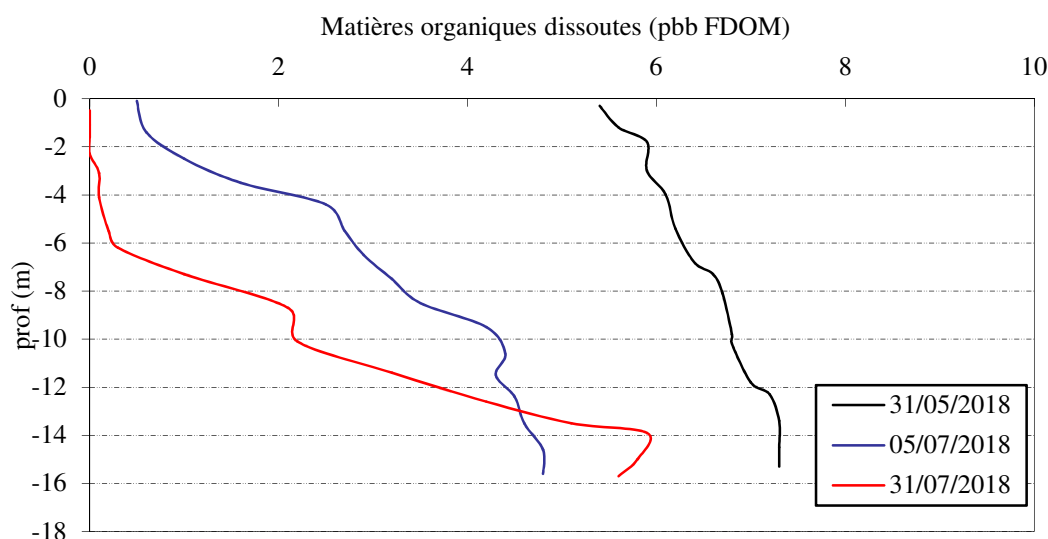


Figure 10 : profils verticaux des matières organiques dissoutes

La teneur en matières organiques dissoutes est faible dans la retenue de Bouillouses (0 à 7 ppb QSU). Elle est maximale lors de la 1<sup>ère</sup> campagne avec 5 à 7 ppb enregistré. Les profils fdom des campagnes 2 et 3 sont assez similaires : concentrations très faibles dans l'épilimnion (0 à 1 ppb), puis augmentation progressive pour atteindre 4 à 6 ppb dans le fond.

### 1.1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX

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

| Lac des Bouillouses         |                    | Unité                   | Code sandre | LQ    | 31/05/2018 | 05/07/2018 | 31/07/2018 | 13/09/2018 |
|-----------------------------|--------------------|-------------------------|-------------|-------|------------|------------|------------|------------|
| Code plan d'eau: Y0405263-1 |                    |                         |             |       | intégré    | intégré    | intégré    | intégré    |
| PC eau                      | Ammonium           | mg(NH <sub>4</sub> )/L  | 1335        | 0,01  | <0,01      | 0,02       | <0,01      | 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   | 1,1        | 0,9        | 1,0        | 1,3        |
|                             | DBO <sub>5</sub>   | mg(O <sub>2</sub> )/L   | 1313        | 0,5   | 0,8        | 0,7        | 0,8        | 1,2        |
|                             | DCO                | mg(O <sub>2</sub> )/L   | 1314        | 20    | < 20       | < 20       | < 20       | < 20       |
|                             | MeS                | mg/L                    | 1305        | 1     | < 1        | 1,7        | < 1        | 2,4        |
|                             | Nitrates           | mg(NO <sub>3</sub> )/L  | 1340        | 0,5   | 0,6        | 0,8        | 0,5        | <0,5       |
|                             | 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      | 0,02       | <0,01      | <0,01      |
|                             | Phosphore total    | mg(P)/L                 | 1350        | 0,005 | <0,005     | <0,005     | <0,005     | <0,005     |
| pigments chlorophylliens    | Silicates          | mg(SiO <sub>2</sub> )/L | 1342        | 0,05  | 3,2        | 3,0        | 2,9        | 3,1        |
|                             | Turbidité          | NFU                     | 1295        | 0,1   | 0,95       | 0,56       | 3          | 0,4        |
|                             | Chlorophylle a     | µg/L                    | 1439        | 1     | 1          | < 1        | 1          | 1          |
|                             | indice phéopigment | µg/L                    | 1436        | 1     | < 1        | < 1        | < 1        | < 1        |

Les analyses des fractions dissoutes ont été réalisées sur eau filtrée (COD, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub>, Si).

La charge organique est faible dans les eaux de la retenue de Bouillouses : les concentrations en carbone organique dissous sont comprises entre 0,9 et 1,3 mg/l. Les matières en suspension sont peu abondantes, comprises entre 0,5 et 2,4 mg/l. Les concentrations en DCO et en azote Kjeldahl sont en dessous des seuils de quantification. La DBO<sub>5</sub> est, quant à elle, assez faible, comprise entre 0,7 et 1,2 mg/l.

Les concentrations en nutriments sont faibles pour les nitrates (0,6 à 0,8 mg/l en début de saison) et les orthophosphates ne sont pas quantifiés en zone euphotique en C1. Le rapport N/P est élevé, indiquant que le phosphore est limitant par rapport à l'azote, ce qui favorise la croissance des chlorophycées. Les phosphates sont présents en C2 à 20 µg/l, ils sont ≤ 10 µg/l pour les autres échantillons ; les nitrates sont également consommés lors des campagnes 3 et 4 avec des teneurs ≤ LQ.

Les concentrations en ammonium (0,01 à 0,02 mg/l) et en nitrites ( $\leq$  LQ) sont minimales.

La teneur en silice dissoute est moyenne et stable tout au long de l'année : 2,9 à 3,2 mg/l en zone euphotique. Elle ne constitue pas un frein au développement des diatomées. La production chlorophyllienne est globalement réduite, elle est  $\leq$  1  $\mu$ g/l de chlorophylle *a* lors des 4 campagnes.

Les analyses physicochimiques sont assez similaires à 2015 avec une faible charge organique et des concentrations en nutriments quasiment nulles.

## 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 Bouillouses, la zone euphotique et la transparence mesurées sont représentées par le graphique de la Figure 11. La transparence est élevée (5 à 10 m). Elle augmente progressivement au fil de la saison.

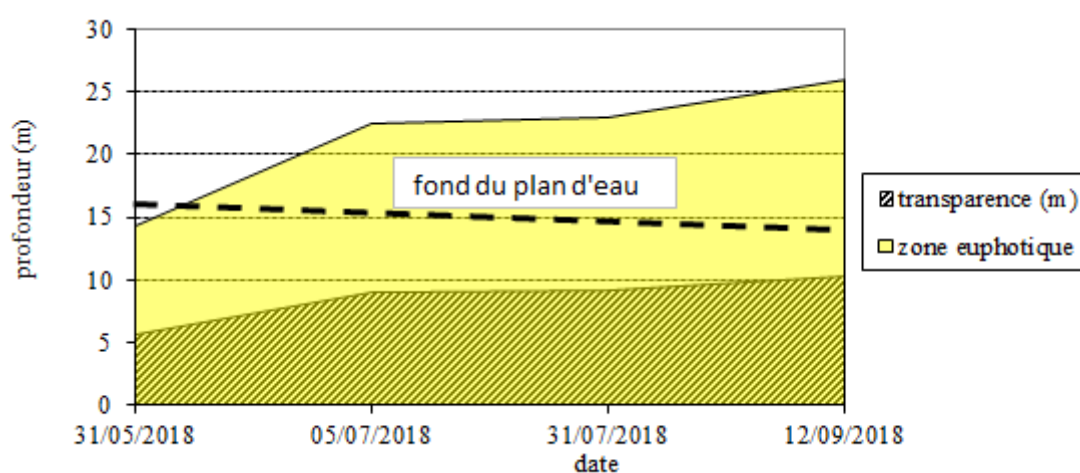


Figure 11 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton et de la chlorophylle *a* sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalant à 2,5 fois la transparence lors de la campagne). Les échantillons 2018 concernent toute la colonne d'eau soit plus de 15 m.

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

Tableau 5 : analyses des pigments chlorophylliens

| Lac des Bouillouses         |                    | Unité | Code sandre | LQ | 31/05/2018 | 05/07/2018 | 31/07/2018 | 13/09/2018 |
|-----------------------------|--------------------|-------|-------------|----|------------|------------|------------|------------|
| Code plan d'eau: Y0405263-1 |                    |       |             |    | intégré    | intégré    | intégré    | intégré    |
| pigments chlorophylliens    | Chlorophylle a     | µg/L  | 1439        | 1  | 1          | < 1        | 1          | 1          |
|                             | indice phéopigment | µg/L  | 1436        | 1  | < 1        | < 1        | < 1        | < 1        |
|                             | somme des pigments | µg/L  |             |    | 1,5        | 1          | 1,5        | 1,5        |

Si la concentration en chlorophylle *a* ou en phéopigments est < LQ, alors on applique la valeur de LQ/2, soit 0,5 µg/l

Les concentrations en pigments chlorophylliens sont très faibles dans le lac des Bouillouses lors de toutes les campagnes. La somme des pigments (chlorophylle *a* + phéopigments) est de 1 à 1,5 µg/l. Cela traduit une très faible production primaire dans le plan d'eau. La moyenne estivale de concentration en chlorophylle *a* est évaluée à 0,83 µg/l. La concentration en phéopigments reste faible toute l'année, elle est < 1 µg/l.

### 2.2 LISTES FLORISTIQUES



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

| Embranchement    | Nom taxon                                     | Code Sandre | 31/05/2018 | 05/07/2018  | 31/07/2018 | 13/09/2018  |              |
|------------------|---|-------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------|
| BACILLARIOPHYTA  | Achnantheidium                                | 9356        |            |             |            | 2.8         |              |
|                  | Brachysira neglectissima                      | 10441       | 3.5        |             |            |             |              |
|                  | Diatomées centriques indet > 10 µm            | 6598        |            |             |            | 2.8         |              |
|                  | Discostella pseudostelligera                  | 8656        | 3.5        | 0.9         |            |             |              |
|                  | Fragilaria                                    | 9533        |            |             | 3.7        |             |              |
|                  | Fragilaria arcus                              | 9527        | 3.5        |             |            |             |              |
|                  | Fragilaria gracilis                           | 6679        | 453.6      | 289.1       |            |             |              |
|                  | Frustulia vulgaris                            | 7604        | 3.5        |             |            |             |              |
| CHAROPHYTA       | Navicula                                      | 9430        |            |             |            | 2.8         |              |
|                  | Elakatothrix gelatinosa                       | 5664        |            | 3.7         | 18.5       | 11.1        |              |
| CHLOROPHYTA      | Chlorella                                     | 5929        | 21.1       | 10.1        | 1.2        | 141.0       |              |
|                  | Chlorococcales indet                          | 4746        |            | 9.2         |            |             |              |
|                  | Chlorophycées flagellées indet diam 2 - 5 µm  | 3332        |            | 2.8         | 30.8       |             |              |
|                  | Chlorophycées flagellées indet diam 5 - 10 µm | 3332        |            | 1.8         |            | 13.8        |              |
|                  | Chlorophycées indet 2 - 5 µm                  | 3332        |            |             | 108.5      |             |              |
|                  | Chlorophycées indet 5 - 10 µm                 | 3332        |            |             | 11.1       |             |              |
|                  | Chlorophycées unicellulaires indet 2-5 µm     | 20155       | 28.1       |             |            |             |              |
|                  | Choricystis minor                             | 10245       | 3.5        |             | 37.0       | 19.4        |              |
|                  | Coenochloris fottii                           | 5618        |            |             | 118.3      |             |              |
|                  | Coenococcus planktonicus                      | 5626        |            |             |            | 107.8       |              |
|                  | Crucigenia irregularis                        | 25580       |            |             |            | 44.2        |              |
|                  | Kirchneriella                                 | 4755        |            |             |            | 11.1        |              |
|                  | Oocystis                                      | 5752        |            |             | 9.9        |             |              |
|                  | Oocystis lacustris                            | 5757        |            | 3.7         | 8.6        |             |              |
|                  | Planktosphaeria gelatinosa                    | 5782        |            | 1.8         |            | 5.5         |              |
|                  | Quadrigula closterioides                      | 5797        |            |             |            | 2.8         |              |
|                  | Quadrigula korsikovii                         | 9261        |            |             |            | 22.1        |              |
|                  | Radiococcus planktonicus                      | 9263        |            |             |            | 58.1        |              |
|                  | Sphaerocystis schroeteri                      | 5880        |            | 0.9         | 23.4       |             |              |
|                  | Tetraedron minimum                            | 5888        | 7.0        |             |            |             |              |
|                  | Tetraedron minimum var. tetralobulatum        | 20332       | 10.5       |             |            |             |              |
|                  | Tetraedron triangulare                        | 5893        |            |             | 14.7       | 202.2       |              |
|                  | Westella botryoides                           | 5922        |            |             | 245.3      |             |              |
| CRYPTOPHYTA      | Chroomonas coerulea                           | 9625        |            | 0.9         |            | 2.8         |              |
|                  | Cryptomonas                                   | 6269        |            | 1.8         |            | 38.7        |              |
|                  | Cryptomonas marssonii                         | 6273        | 3.5        | 0.9         | 6.2        | 13.8        |              |
|                  | Plagioselmis nannoplantica                    | 9634        | 3.5        | 44.2        | 59.2       | 19.4        |              |
|                  | Anabaena                                      | 1101        |            | 3.7         |            |             |              |
| CYANOBACTERIA    | Aphanothece smithii                           | 9640        |            |             |            | 42649.3     |              |
|                  | Chroococcales indet                           | 4737        |            |             |            | 30.4        |              |
|                  | Chroococcus minutus                           | 6359        |            |             |            | 287.6       |              |
|                  | Cyanodictyon planctonicum                     | 9709        |            |             |            | 879.2       |              |
|                  | Merismopedia                                  | 4739        |            |             | 39.4       |             |              |
|                  | Merismopedia tenuissima                       | 6330        |            |             |            | 88.5        |              |
|                  | Pseudanabaena catenata                        | 6456        |            |             | 23.4       |             |              |
| DINOPHYTA        | Gymnodiniales indet < 20 µm                   | 5011        | 77.4       | 20.3        |            |             |              |
|                  | Gymnodiniales indet 20 - 50 µm                | 5011        |            | 0.9         |            |             |              |
|                  | Peridinium inconspicuum                       | 6583        |            | 2.8         |            |             |              |
|                  | Bitrichia chodatii                            | 6111        |            | 1.8         | 6.2        |             |              |
| HETEROKONTOPHYTA | Chromulina                                    | 6114        |            | 8.3         | 12.3       |             |              |
|                  | Chrysococcus cordiformis                      | 40762       | 3.5        | 1.8         | 1.2        |             |              |
|                  | Chrysococcus rufescens                        | 9571        | 17.6       |             |            |             |              |
|                  | Dinobryon bavaricum                           | 6127        |            |             | 1.2        | 11.1        |              |
|                  | Dinobryon crenulatum                          | 9577        |            | 3.7         |            |             |              |
|                  | Dinobryon cylindricum                         | 6129        | 24.6       | 49.7        | 6.2        |             |              |
|                  | Dinobryon sociale var. americanum             | 6137        |            |             | 3.7        |             |              |
|                  | Isthmochloron trispinatum                     | 24444       |            | 0.9         |            |             |              |
|                  | Kephyrion                                     | 6150        | 17.6       | 14.7        |            | 2.8         |              |
|                  | Kephyrion littorale                           | 6151        | 17.6       |             | 4.9        |             |              |
|                  | Kephyrion ovale                               | 9584        |            | 0.9         |            | 11.1        |              |
|                  | Mallomonas                                    | 6209        |            | 2.8         | 7.4        | 8.3         |              |
|                  | Ochromonas                                    | 6158        | 682.1      | 30.4        | 53.0       | 47.0        |              |
|                  | Pseudokephyrion                               | 6161        | 21.1       |             |            |             |              |
|                  | Pseudokephyrion klamettii                     | 20634       | 21.1       |             |            |             |              |
|                  | Pseudokephyrion taticum                       | 6167        |            |             |            | 5.5         |              |
|                  | Pseudopedinella elastica                      | 20753       |            | 6.4         | 3.7        |             |              |
|                  | Pseudotetraëdriella kamillae                  | 20343       |            | 0.9         |            |             |              |
|                  | Stichogloea                                   | 6200        |            | 23.0        |            |             |              |
|                  | <b>Nombre de taxons</b>                       |             |            | <b>21</b>   | <b>32</b>  | <b>27</b>   | <b>29</b>    |
|                  | <b>Nombre de cellules/ml</b>                  |             |            | <b>1428</b> | <b>560</b> | <b>1047</b> | <b>44540</b> |

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

| Embranchement             | Nom taxon                                     | Code Sandre                         | 31/05/2018 | 05/07/2018    | 31/07/2018    | 13/09/2018    |               |
|---------------------------|---|-------------------------------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>BACILLARIOPHYTA</b>    | Achnanthisium                                 | 9356                                |            |               |               | 0.0003        |               |
|                           | Brachysira neglectissima                      | 10441                               | 0.0008     |               |               |               |               |
|                           | Diatomées centriques indet > 10 µm            | 6598                                |            |               |               | 0.0015        |               |
|                           | Discostella pseudostelligera                  | 8656                                | 0.0003     | 0.0001        |               |               |               |
|                           | Fragilaria                                    | 9533                                |            |               | 0.0090        |               |               |
|                           | Fragilaria arcus                              | 9527                                | 0.0035     |               |               |               |               |
|                           | Fragilaria gracilis                           | 6679                                | 0.0417     | 0.0266        |               |               |               |
| <b>CHAROPHYTA</b>         | Frustulia vulgaris                            | 7604                                | 0.0056     |               |               |               |               |
|                           | Navicula                                      | 9430                                |            |               |               | 0.0033        |               |
| <b>CHLOROPHYTA</b>        | Elakatothrix gelatinosa                       | 5664                                |            | 0.0007        | 0.0035        | 0.0021        |               |
|                           | Chlorella                                     | 5929                                | 0.0015     | 0.0007        | 0.0001        | 0.0099        |               |
|                           | Chlorococcales indet                          | 4746                                |            | 0.0020        |               |               |               |
|                           | Chlorophycées flagellées indet diam 2 - 5 µm  | 3332                                |            | 0.0001        | 0.0013        |               |               |
|                           | Chlorophycées flagellées indet diam 5 - 10 µm | 3332                                |            | 0.0010        |               | 0.0072        |               |
|                           | Chlorophycées indet 2 - 5 µm                  | 3332                                |            |               | 0.0054        |               |               |
|                           | Chlorophycées indet 5 - 10 µm                 | 3332                                |            |               | 0.0025        |               |               |
|                           | Chlorophycées unicellulaires indet 2-5 µm     | 20155                               | 0.0006     |               |               |               |               |
|                           | Choricystis minor                             | 10245                               | 0.0000     |               | 0.0003        | 0.0002        |               |
|                           | Coenochloris fottii                           | 5618                                |            |               | 0.0212        |               |               |
|                           | Coenococcus planktonicus                      | 5626                                |            |               |               | 0.0301        |               |
|                           | Crucigenia irregularis                        | 25580                               |            |               |               | 0.0078        |               |
|                           | Kirchneriella                                 | 4755                                |            |               |               | 0.0018        |               |
|                           | Oocystis                                      | 5752                                |            |               | 0.0024        |               |               |
|                           | Oocystis lacustris                            | 5757                                |            | 0.0004        | 0.0009        |               |               |
|                           | Planktosphaeria gelatinosa                    | 5782                                |            | 0.0017        |               | 0.0050        |               |
|                           | Quadrigula closterioides                      | 5797                                |            |               |               | 0.0002        |               |
|                           | Quadrigula korsikovii                         | 9261                                |            |               |               | 0.0021        |               |
|                           | Radiococcus planktonicus                      | 9263                                |            |               |               | 0.0027        |               |
|                           | Sphaerocystis schroeteri                      | 5880                                |            | 0.0004        | 0.0089        |               |               |
| <b>CRYPTOPHYTA</b>        | Tetraedron minimum                            | 5888                                | 0.0025     |               |               |               |               |
|                           | Tetraedron minimum var. tetralobulatum        | 20332                               | 0.0037     |               |               |               |               |
|                           | Tetraedron triangulare                        | 5893                                |            | 0.0048        | 0.0653        |               |               |
|                           | Westella botryoides                           | 5922                                |            |               | 0.0657        |               |               |
|                           | Chroomonas coerulea                           | 9625                                |            | 0.0001        |               | 0.0004        |               |
|                           | Cryptomonas                                   | 6269                                |            | 0.0033        |               | 0.0686        |               |
|                           | Cryptomonas marssonii                         | 6273                                | 0.0042     | 0.0011        | 0.0074        | 0.0166        |               |
|                           | Plagioselmis nannoplanctica                   | 9634                                | 0.0002     | 0.0031        | 0.0041        | 0.0014        |               |
|                           | <b>CYANOBACTERIA</b>                          | Anabaena                            | 1101       |               | 0.0004        |               |               |
|                           |   | Aphanothece smithii                 | 9640       |               |               |               | 0.0853        |
| Chroococcales indet       |   | 4737                                |            |               |               | 0.0001        |               |
| Chroococcus minutus       |   | 6359                                |            |               |               | 0.0345        |               |
| Cyanodictyon planktonicum |   | 9709                                |            |               |               | 0.0009        |               |
| Merismopedia              |   | 4739                                |            |               | 0.0005        |               |               |
| Merismopedia tenuissima   |   | 6330                                |            |               |               | 0.0001        |               |
| Pseudanabaena catenata    | 6456  |                                     |            | 0.0002        |               |               |               |
| <b>DINOPHYTA</b>          | Gymnodiniales indet < 20 µm                   | 5011                                | 0.0333     | 0.0087        |               |               |               |
|                           | Gymnodiniales indet 20 - 50 µm                | 5011                                |            | 0.0157        |               |               |               |
|                           | Peridinium inconspicuum                       | 6583                                |            | 0.0088        |               |               |               |
| <b>HETEROKONTOPHYTA</b>   | Bitrichia chodatii                            | 6111                                |            | 0.0005        | 0.0016        |               |               |
|                           | Chromulina                                    | 6114                                |            | 0.0012        | 0.0017        |               |               |
|                           | Chrysococcus cordiformis                      | 40762                               | 0.0008     | 0.0004        | 0.0003        |               |               |
|                           | Chrysococcus rufescens                        | 9571                                | 0.0026     |               |               |               |               |
|                           | Dinobryon bavaricum                           | 6127                                |            |               | 0.0003        | 0.0023        |               |
|                           | Dinobryon crenulatum                          | 9577                                |            | 0.0008        |               |               |               |
|                           | Dinobryon cylindricum                         | 6129                                | 0.0043     | 0.0086        | 0.0011        |               |               |
|                           | Dinobryon sociale var. americanum             | 6137                                |            |               | 0.0013        |               |               |
|                           | Isthmochloron trispinatum                     | 24444                               |            | 0.0003        |               |               |               |
|                           | Kephyrion                                     | 6150                                | 0.0011     | 0.0009        |               | 0.0002        |               |
|                           | Kephyrion littorale                           | 6151                                | 0.0017     |               | 0.0005        |               |               |
|                           | Kephyrion ovale                               | 9584                                |            | 0.0001        |               | 0.0013        |               |
|                           | Mallomonas                                    | 6209                                |            | 0.0074        | 0.0198        | 0.0222        |               |
|                           | Ochromonas                                    | 6158                                | 0.0682     | 0.0030        | 0.0053        | 0.0047        |               |
|                           | Pseudokephyrion                               | 6161                                | 0.0007     |               |               |               |               |
|                           | Pseudokephyrion klametti                      | 20634                               | 0.0004     |               |               |               |               |
|                           | Pseudokephyrion taticum                       | 6167                                |            |               |               | 0.0003        |               |
|                           | Pseudopedinella elastica                      | 20753                               |            | 0.0087        | 0.0050        |               |               |
|                           | Pseudotetraëdriella kamillae                  | 20343                               |            | 0.0000        |               |               |               |
|                           | Stichogloea                                   | 6200                                |            | 0.0104        |               |               |               |
|                           |   | <b>Nombre de taxons</b>             |            | <b>21</b>     | <b>32</b>     | <b>27</b>     | <b>29</b>     |
|                           |   | <b>Biovolume (mm<sup>3</sup>/l)</b> |            | <b>0.1777</b> | <b>0.1219</b> | <b>0.2356</b> | <b>0.3127</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 des Bouillouses à partir des abondances (cellules/ml)

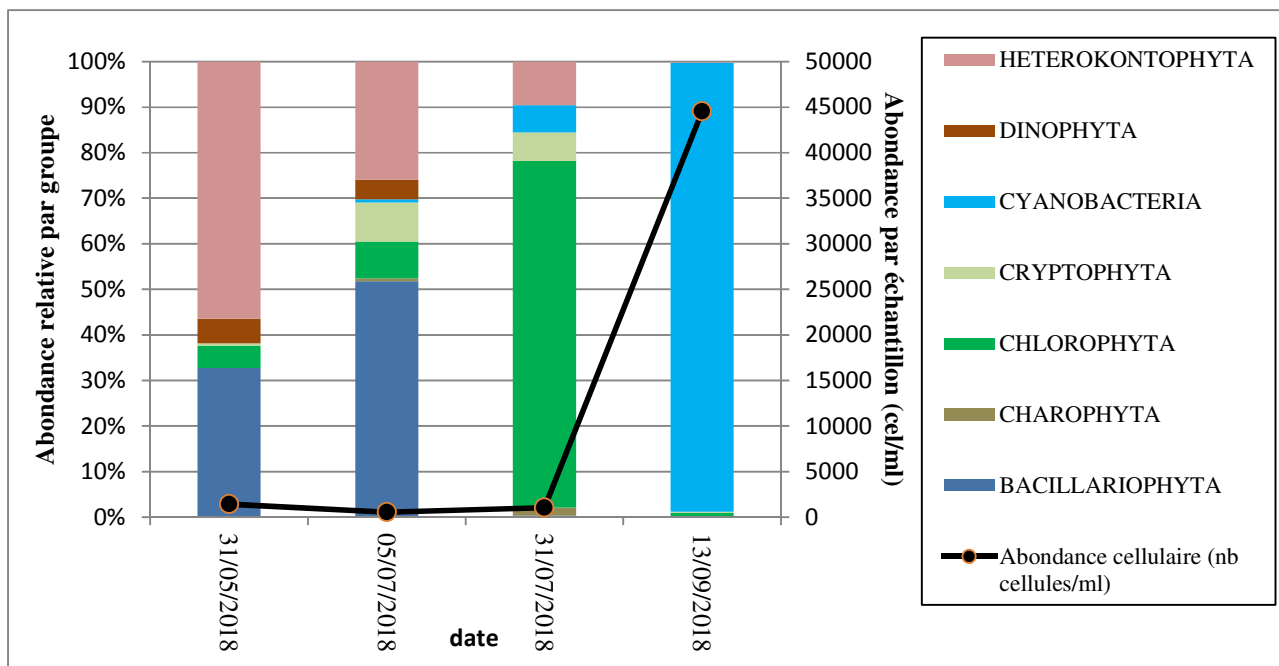
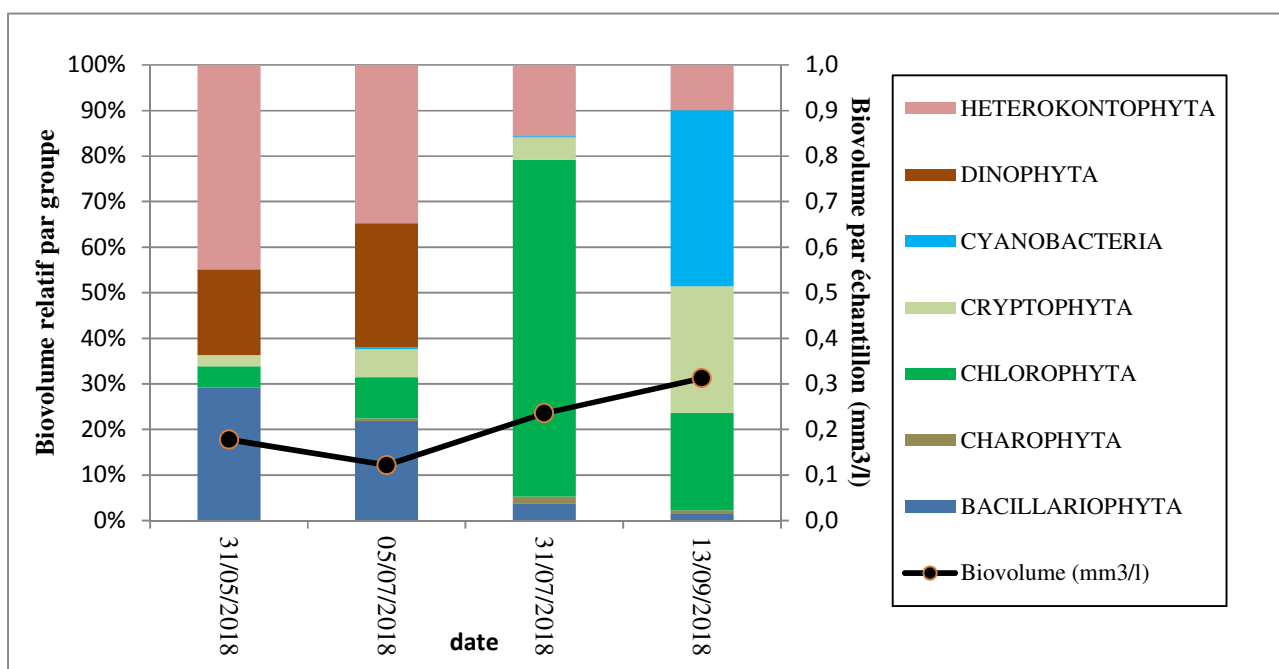


Figure 13 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux de phytoplancton (en  $\text{mm}^3/\text{l}$ )



Le peuplement de phytoplancton présente une abondance faible lors des trois premières campagnes (560 à 1428 cel./ml en moyenne). Puis, il connaît une croissance marquée en fin d'été (44 540 cel./ml). Les teneurs en chlorophylle *a* sont très faibles sur l'ensemble des campagnes (inférieures ou égales à 1 µg/l) de même que le biovolume algal (0,12 à 0,31 mm<sup>3</sup>/l). L'échantillon du 5 juillet présente la biomasse algale la plus faible, il correspond à une phase d'eaux claires ([Chl *a*] < 1 µg/l). La diversité taxonomique est moyenne (C1 : 21 taxons) à élevée (27 à 32 taxons en C2 à C4).

L'évolution de la composition taxonomique du phytoplancton peut être résumée de la manière suivante :

Lors des deux premières campagnes 31/05/18 et 05/07/18, les hétérokontophytes sont majoritaires (respectivement 45% et 35% du biovolume totale). Notamment le petit flagellé *Ochromonas*, qui affectionne les eaux froides oligotrophes. Il est accompagné de la diatomée *Fragilaria gracilis* et des dinophycées *Gymnodinium*. Le genre *Gymnodinium* est constitué d'individus de grandes tailles qui utilisent la phagotrophie comme mode de nutrition. Leurs présences témoignent également d'un milieu pauvre en nutriment.

La campagne estivale montre un développement marqué des chlorophycées puisqu'ils représentent 75% du biovolume algal. 11 espèces sont présentes dont *Westella botryodes* qui affectionnent les milieux pauvres en nutriments. (D. John & al., 2011). La production algale reste très modérée (0,23 mm<sup>3</sup>/l).

En fin de saison, la cyanobactérie *Aphanothece* connaît un développement important (99% de l'abondance cellulaire). Cette cyanobactérie n'est pas considérée comme toxique par l'AFSSA (2006). Cette espèce coloniale est composée de très petites cellules, elle n'occupe donc qu'une part relativement faible du biovolume (38%). Elle est accompagnée par un développement de chlorophycées, des diatomées et de quelques cryptophycées (*Cryptomonas marssonii*).

En conclusion, le peuplement de phytoplancton présente une faible productivité et une période d'activité tardive. Ce développement est représentatif des conditions environnementales de ce lac d'altitude.

## 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 quantifiée 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 conditions de référence. Les 5 classes d'état sont fournies sur la Figure 4.

Les classes d'état pour les deux métriques et l'IPLAC sont données pour les Bouillouses dans le tableau suivant.

| Nom Lac     | année | MBA   | MCS   | IPLAC | Classe IPLAC |
|-------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Bouillouses | 2018  | 1,000 | 0,895 | 0,927 | TB           |

Dans la retenue de Bouillouses, Les métriques de composition spécifique (MCS=0,895) et de teneurs en chlorophylle *a* (MBA=1) indiquent toutes deux un milieu de très bonne qualité avec une absence de perturbations. Il en résulte un indice IPLAC atteignant la note de 0,93, soit une qualité qualifiée de « très bonne ».

↳ **L'indice IPLAC de la retenue de Bouillouses obtient la valeur de 0,93, 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 similaire au suivi 2015. La production algale est également équivalente lors des trois premières campagnes (0,1 à 0,3 mm<sup>3</sup>/l en 2015 et 2018). La principale différence mesurée réside dans le développement de cyanobactéries en fin de saison : les effectifs d'*Aphanothece clathrata* sont importants pour les campagnes C3 et C4 en 2015 alors que son développement ne concerne que la campagne 4 pour 2018.

Le début de saison est marqué par le développement des heterokonphyta de petite taille. Avec le réchauffement des eaux, les chlorophycées colonisent le milieu aquatique. Au cours de l'été, le développement de cyanobactéries (*Aphanothece. sp*) est significatif lors des suivis successifs. Les espèces présentes sont indicatrices d'un milieu aquatique présentant de faibles apports en éléments nutritifs. L'historique des valeurs IPLAC acquises sur le plan d'eau de Bouillouses est présenté dans le Tableau 8 (valeurs issues du SEEE V1.0.2 base du 07/01/2019).

**Tableau 8 : évolution des Indices IPLAC depuis 2005**

| Nom_Lac     | année | IPLAC | Classe IPLAC |
|-------------|-------|-------|--------------|
| Bouillouses | 2005  | 0.888 | TB           |
| Bouillouses | 2006  | 0.888 | TB           |
| Bouillouses | 2007  | 0.898 | TB           |
| Bouillouses | 2015  | 0.885 | TB           |
| Bouillouses | 2018  | 0.927 | TB           |

Cette stabilité des résultats conforte la très bonne classe d'état attribuée au compartiment phytoplanctonique de la retenue des Bouillouses en 2018.

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

Le suivi physicochimique et biologique 2018 sur la retenue de Bouillouses s'est déroulé conformément aux prescriptions de suivi de l'état écologique et l'état chimique des eaux douces de surface. On rappelle que le plan d'eau atteint le bon état écologique, et de ce fait, le suivi est de type allégé « phytoplancton ».

L'année 2018 a été globalement bien arrosée, avec des chutes de neiges importantes pendant l'hiver et des orages estivaux, le remplissage de la retenue a été supérieur à la normale, et le barrage est maintenu plein jusqu'à mi-septembre.

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 peu marquée<br>Eaux très faiblement minéralisées<br>Oxygénation correct des eaux |
| Qualité physico-chimique des eaux | Charge organique faible<br>Apports très faibles en nitrates et phosphates                                 |
| Biologie – chlorophylle <i>a</i>  | Production chlorophyllienne faible – transparence élevée<br>Moyenne estivale : 0,83 µg/l<br>Très bon état |
| Biologie - phytoplancton          | Peuplement assez équilibré<br>production algale très faible<br>IPLAC : très bon état                      |

L'ensemble des suivis physico-chimiques et biologiques 2018 indiquent un milieu aquatique de très bonne qualité. La retenue de Bouillouses présente un fonctionnement spécifique lié à son utilisation pour l'hydroélectricité et à sa situation en haute montagne à plus de 2000 m d'altitude.

Les eaux sont très peu minéralisées et bien oxygénées, la transparence est élevée tout au long de l'année. Les analyses physico-chimiques montrent de très faibles apports en nutriments dans le milieu aquatique. La production primaire résultante est réduite et le peuplement phytoplanctonique présent n'indique pas de déséquilibres.

↳ **Les résultats du suivi 2018 pour la retenue des Bouillouses affichent une très bonne qualité, proche de la référence. Le plan d'eau peut être qualifié d'oligotrophe.**

<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-CIMIQUES ET PHYTOPLANCTONIQUES**

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

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 31/05/2018  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Angoustrine-Villeneuve-de Type : A1  
 Lac marnant : oui retenues de hautes montagnes, profondes  
 Temps de séjour : 215 jours  
 Superficie du plan d'eau : 152 ha  
 Profondeur maximale : 20 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 : **Bouillouses** Date : 31/05/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN

Lambert 93 : X : 617698 Y : 6163155 alt : 2017 m  
 WGS 84 (systinternational GPS) : 1°59'56,7 E 42°33'48,4 N

Côte échelle : 2015 m  
 Profondeur : 16 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. : 794 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 m Bloom algal : NON

Marnage :  oui  non Hauteur de bande : 2 m

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

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

#### Contact préalable :

SHEM pour plan de prévention et autorisation d'accès

#### Remarques et observation :

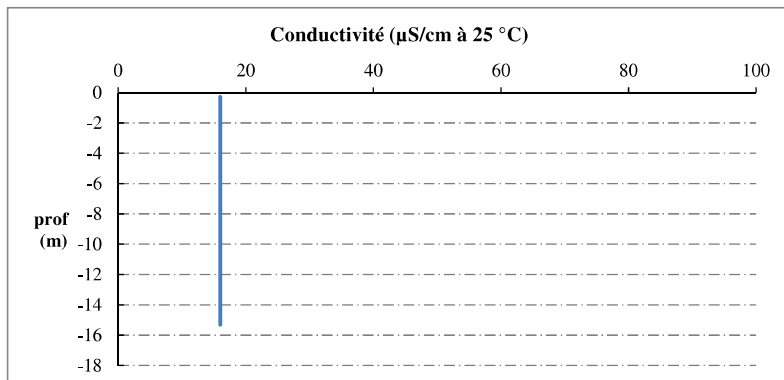
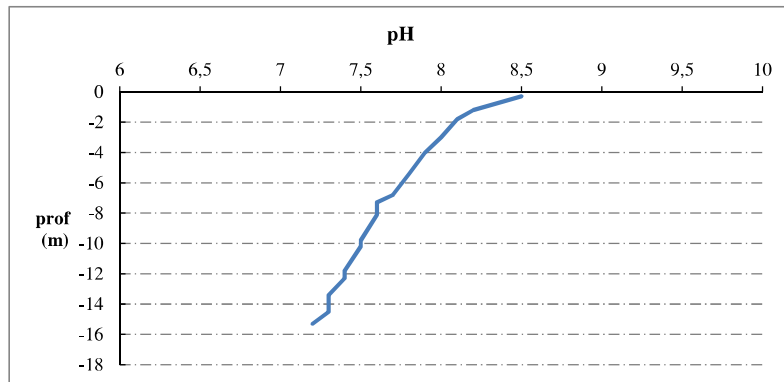
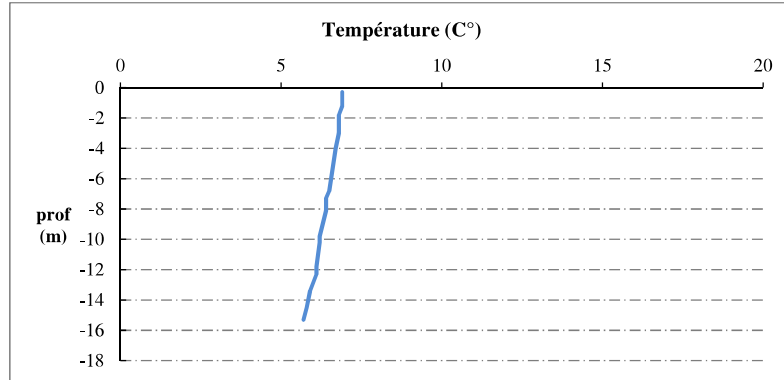
Lac d'altitude : première campagne tardive.  
 Quelques travaux sur le plan d'eau les semaines précédentes.



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

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

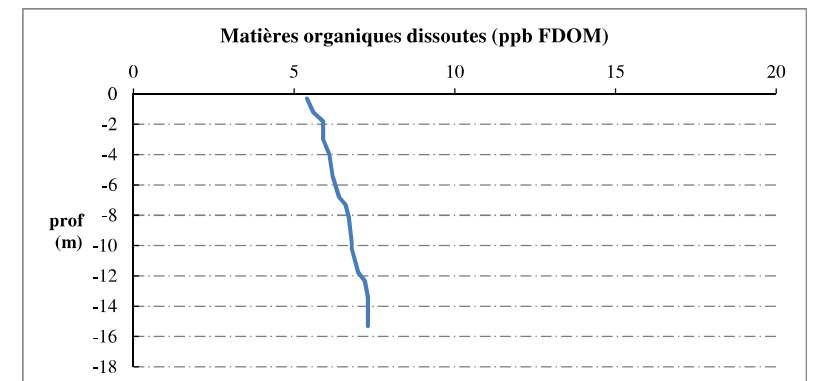
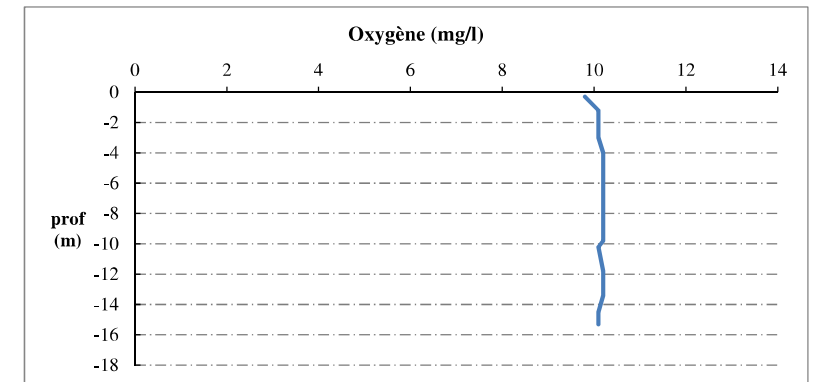
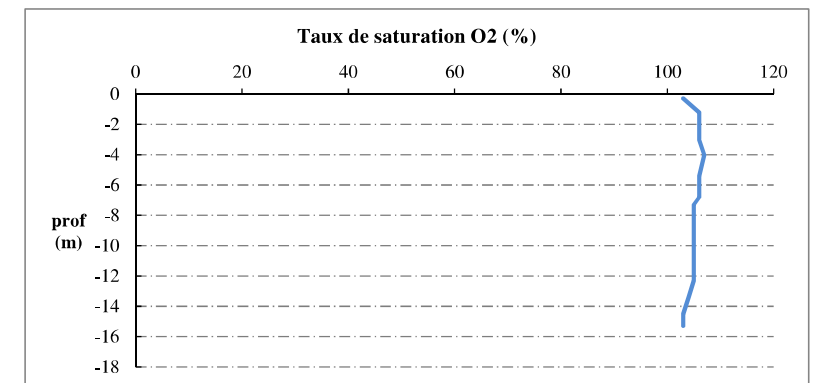
Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 31/05/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037



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

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 31/05/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 1  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037



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

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 05/07/2018  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Angoustrine-Villeneuve-de Type : A1  
 Lac marnant : oui retenues de hautes montagnes, profondes  
 Temps de séjour : 215 jours  
 Superficie du plan d'eau : 152 ha  
 Profondeur maximale : 20 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 : **Bouillouses** Date : 05/07/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN  
 Lambert 93 : X  Y  alt. :   
 WGS 84 (systinternational GPS) :  E  N  
 Côte échelle :   
 Profondeur :   
 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. :   
 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 :  Bloom algal :   
 Marnage :  oui  non Hauteur de bande :

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

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :  
 SHEM pour plan de prévention et autorisation d'accès

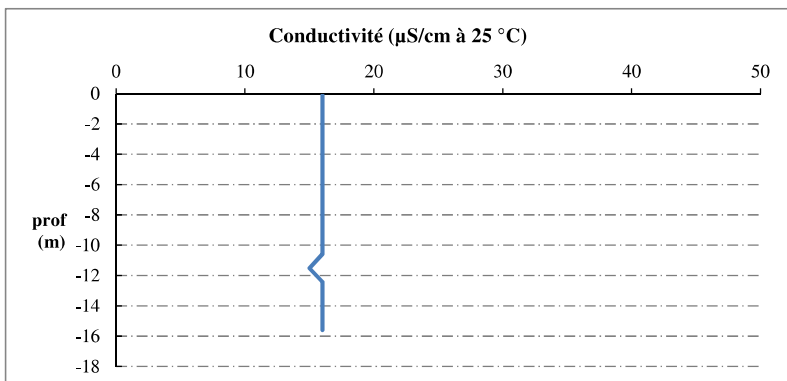
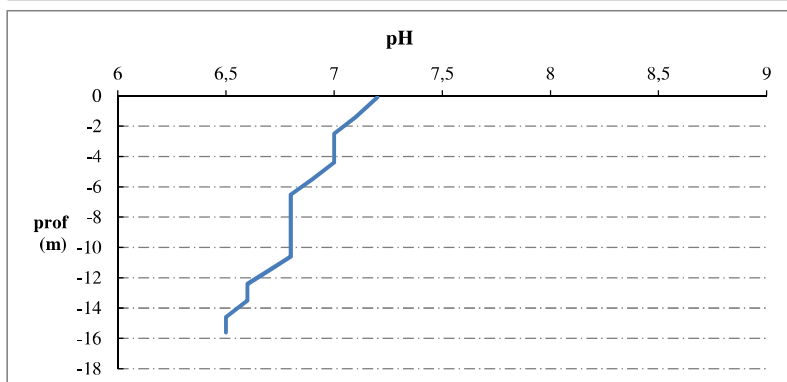
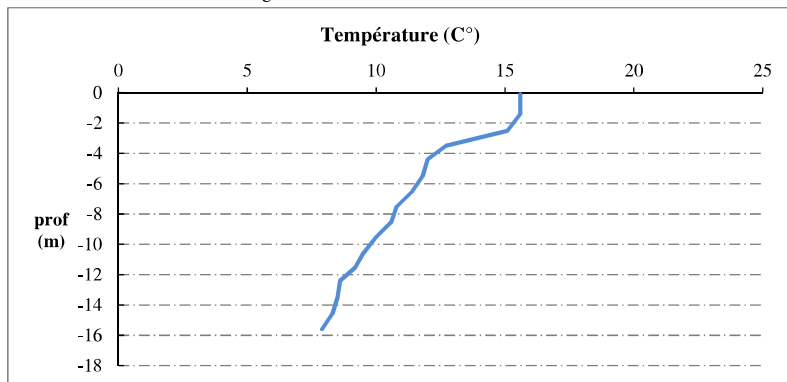
Remarques et observation :  
 Très faible conductivité - pH acide



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

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

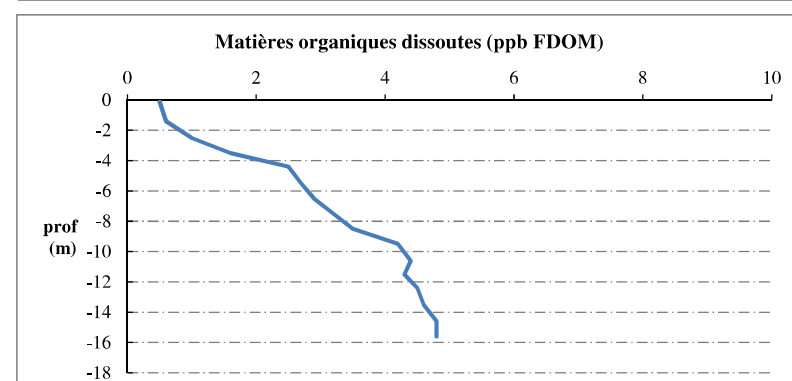
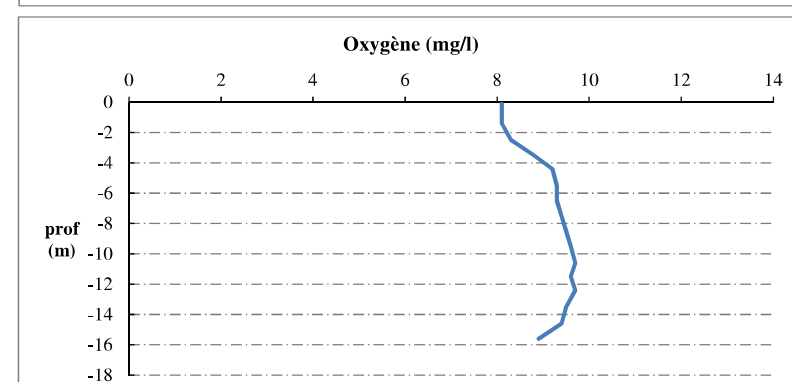
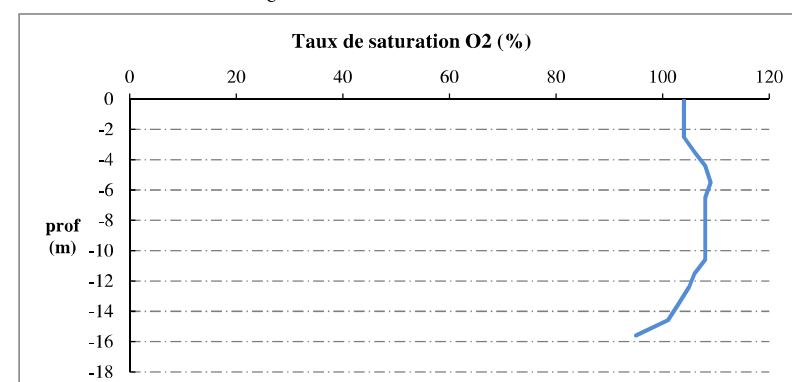
Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 05/07/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037



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

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 05/07/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Aurélien Morin & Adrien Bonnefoy Campagne : 2  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037



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

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 31/07/2018  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Audrey Pericat & Adrien Bonnefoy Campagne : 3  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Angoustrine-Villeneuve-d'Angoustrine Type : A1  
 Lac marnant : oui retenues de hautes montagnes, profondes  
 Temps de séjour : 215 jours  
 Superficie du plan d'eau : 152 ha  
 Profondeur maximale : 20 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 : **Bouillouses** Date : 31/07/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Audrey Pericat & Adrien Bonnefoy Campagne : 3  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN  
 Lambert 93 : 1129 X: 617693 Y: 6163161 alt.: 2017 m  
 WGS 84 (système international GPS) : X: 1°59'56,5" E Y: 42°33'48,6" N  
 Côte échelle : 2016,5 m  
 Profondeur : 15,7 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. : 804 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 : 0,5 m

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

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

#### Contact préalable :

SHEM pour plan de prévention et autorisation d'accès

#### Remarques et observation :

Très forte transparence.  
 Peu de phytoplancton, prédation par le zooplancton.  
 Pas de réelle stratification.

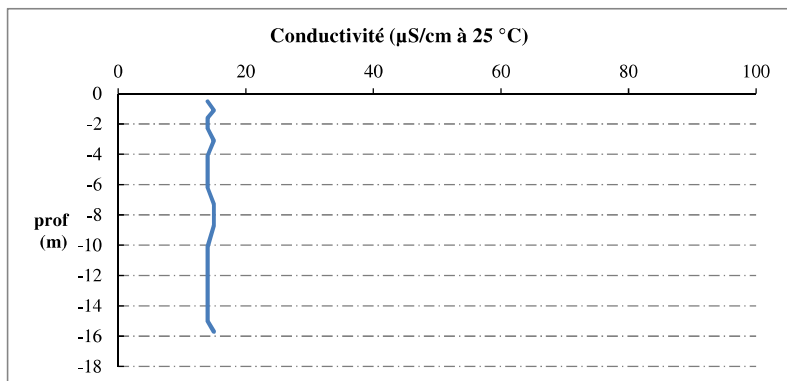
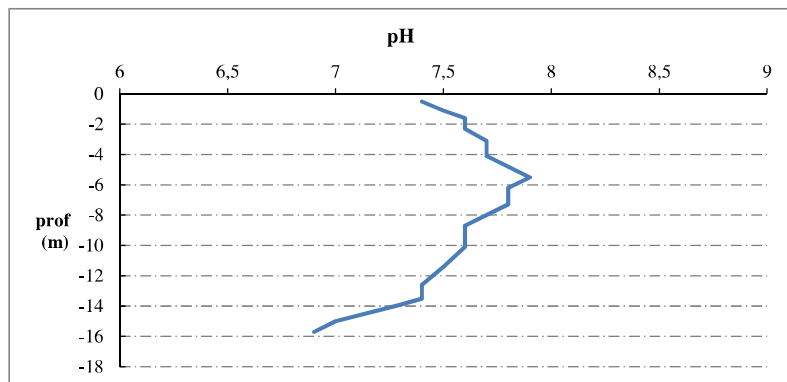
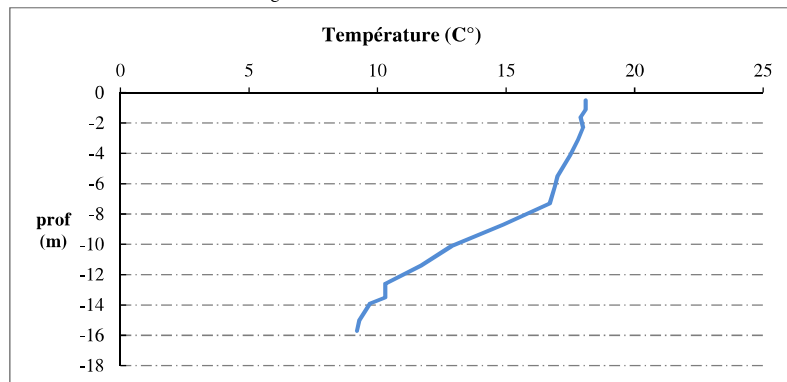




## Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

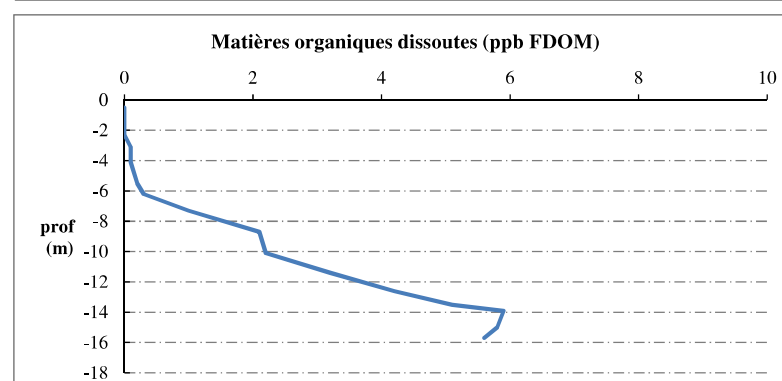
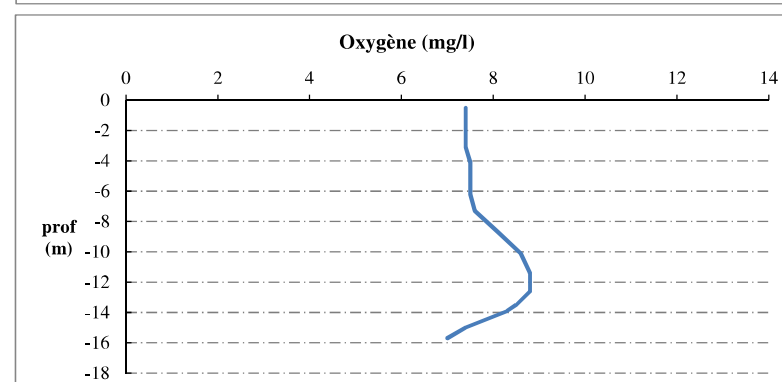
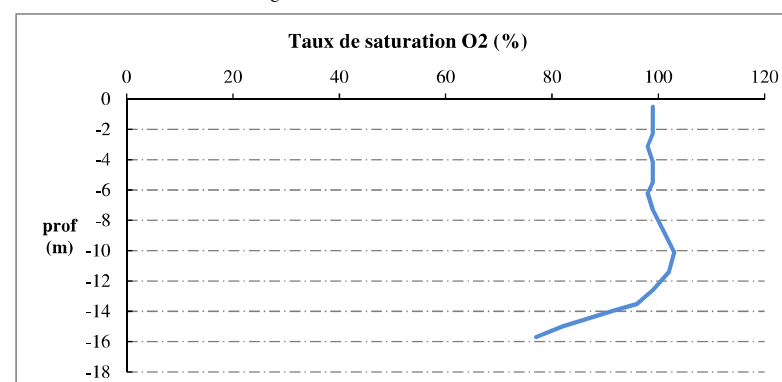
Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 31/07/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Audrey Pericat & Adrien Bonnefoy Campagne : 3  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037



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

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Artificiel** Date : 31/07/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Audrey Pericat & Adrien Bonnefoy Campagne : 3  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037



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

### DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 12-13/09/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : Angoustrine-Villeneuve-de- Type : A1  
 Lac marnant : oui retenues de hautes montagnes, profondes  
 Temps de séjour : 215 jours  
 Superficie du plan d'eau : 152 ha  
 Profondeur maximale : 20 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 : **Bouillouses** Date : 12-13/09/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

### STATION

Coordonnée de la station :  Système de Géolocalisation Portable  Carte IGN  
 Lambert 93 : 1181 X : 617707 Y : 6163157 alt : 2017 m  
 WGS 84 (systinternational GPS) : X : 1°59'57,1" E Y : 42°33'48,5" N  
 Côte échelle : 2015,04 m  
 Profondeur : 14 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. : 804 hPa  
 Vent :  0- nul  2- moyen  4- brise  
 Conditions d'observation :  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 : 2 m

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

### REMARQUES ET OBSERVATIONS

#### Contact préalable :

SHEM pour plan de prévention et autorisation d'accès

#### Remarques et observation :

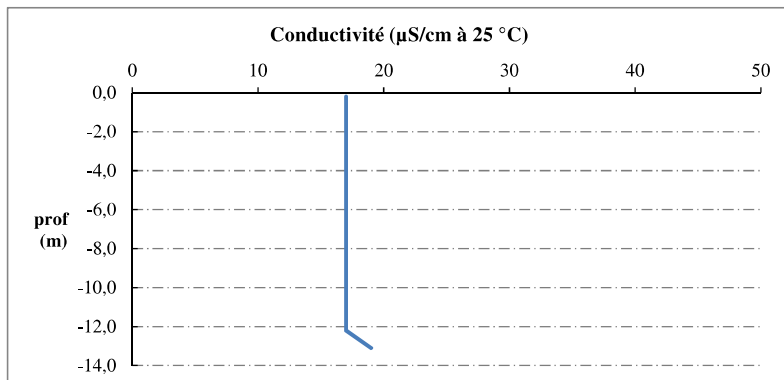
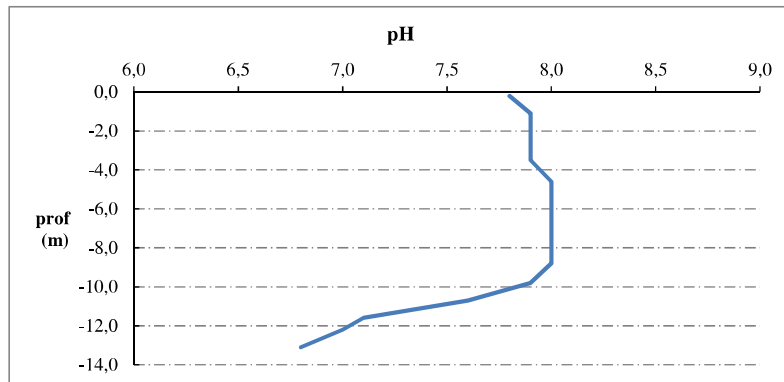
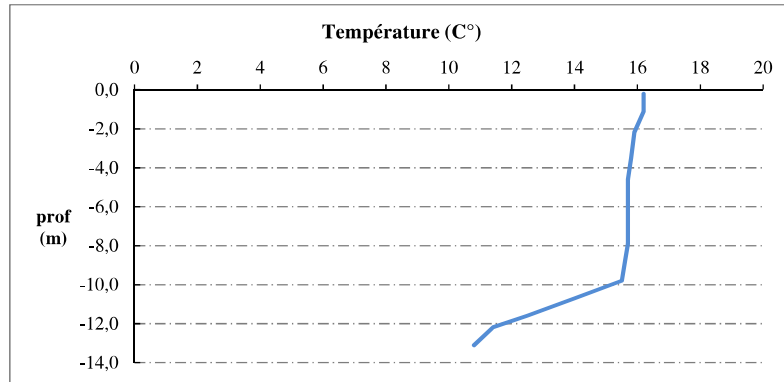
Pas de profil fDOM car sonde en réparation  
 les profils verticaux ont été réalisés le 12/09 à 15h - les prélèvements le 13/09 à 11h



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

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 12-13/09/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037



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

### DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Bouillouses** Date : 12-13/09/18  
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : Y0405263  
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Aurélien Morin Campagne : 4  
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 160000037

