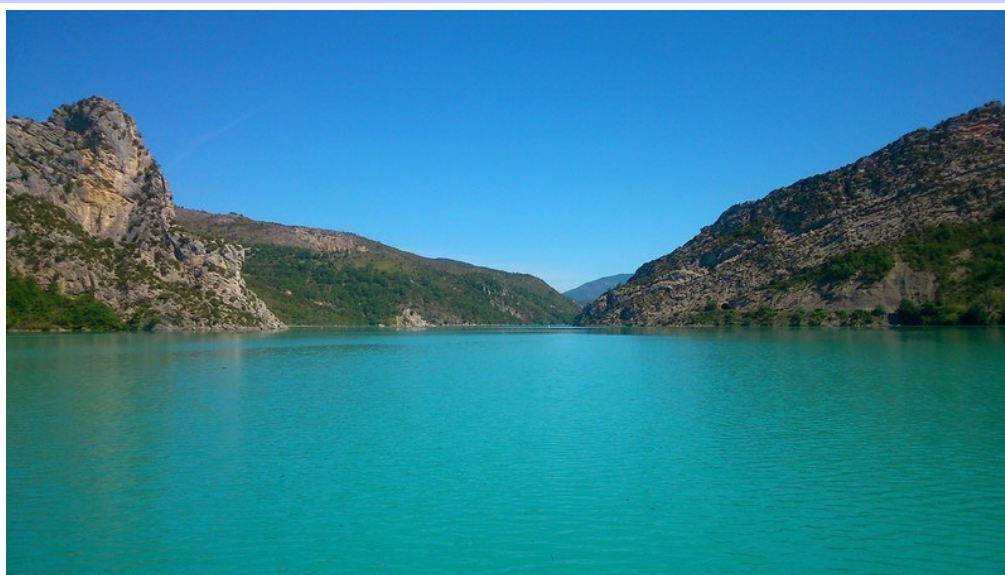
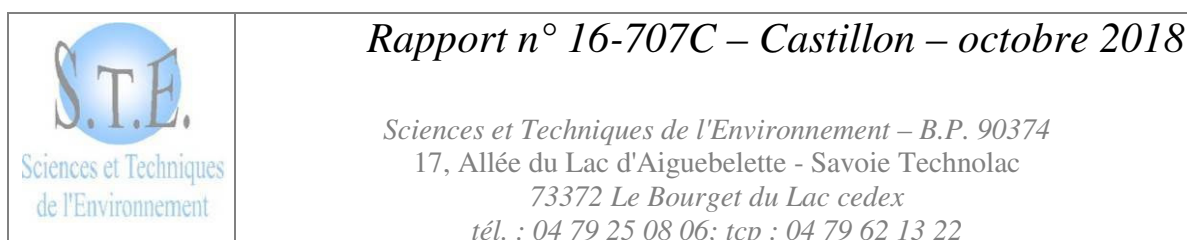


**ÉTUDE DES PLANS D'EAU DU PROGRAMME DE
SURVEILLANCE DES BASSINS RHONE-
MEDITERRANEE ET CORSE – LOT N°3 SUD
RAPPORT DE DONNEES BRUTES ET
INTERPRETATION
RETENUE DE CASTILLON**

SUIVI ANNUEL 2017



Retenue de Castillon (crédit photo : STE, 2017)



SOMMAIRE

<u>- CHAPITRE 1 : CADRE DU PROGRAMME DE SUIVI -</u>	<u>1</u>
<u>- CHAPITRE 2 : DESCRIPTION DU PLAN D'EAU SUIVI -</u>	<u>5</u>
<u>1 PRESENTATION DU PLAN D'EAU ET LOCALISATION</u>	<u>7</u>
<u>2 CONTENU DU SUIVI 2017</u>	<u>8</u>
2.1 PLANNING DE REALISATION	8
2.2 ETAPES DE LA VIE LACUSTRE	8
<u>3 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2017</u>	<u>10</u>
<u>CHAPITRE 3 : RAPPEL METHODOLOGIQUE -</u>	<u>11</u>
<u>1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES</u>	<u>13</u>
1.1 METHODOLOGIE	13
1.2 PROGRAMME ANALYTIQUE	14
<u>2 INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES</u>	<u>14</u>
2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS	14
2.2 DETERMINATION DES TAXONS	14
2.3 TRAITEMENT DES DONNEES SOUS PHYTOBS	15
<u>- CHAPITRE 4 : RESULTATS DES INVESTIGATIONS -</u>	<u>17</u>
<u>1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES SUR EAU</u>	<u>19</u>
1.1 PROFILS VERTICAUX ET EVOLUTIONS SAISONNIERES	19
1.2 PROFILS VERTICAUX MATIERES ORGANIQUES DISSOUTES	22
1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX	23
<u>2 PHYTOPLANCTON</u>	<u>24</u>
2.1 PRELEVEMENTS INTEGRES	24
2.2 LISTE FLORISTIQUE	25
2.3 EVOLUTIONS SAISONNIERES DES GROUPEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES	27
2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC	28
2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS	28
<u>3 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU</u>	<u>29</u>
<u>- ANNEXES -</u>	<u>31</u>
<u>ANNEXE 1. COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES PHYSICO-CHIMIQUES 2017</u>	<u>33</u>

FICHE QUALITE DU DOCUMENT

Maître d'ouvrage	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) Direction des Données et Redevances 2-4, Allée de Lodz 69363 Lyon Cedex 07 Interlocuteur : Mr IMBERT Loïc Coordonnées : loic.imbert@aurmc.fr
Titre du projet	Etude des plans d'eau du programme de surveillance des bassins Rhône-Méditerranée et Corse – Rapport de données brutes et interprétation – Retenue de Castillon (04)
Référence du document	Rapport n°16-707C /2017- rapport Castillon
Date	Avril 2018
Auteur(s)	S.T.E. Sciences et Techniques de l'Environnement – B.P. 90374 17, Allée du Lac d'Aiguebelette – Savoie Technolac 73372 Le Bourget du Lac Cedex Tél. : 04.79.25.08.06 ; Tc.p. : 04.79.62.13.22

Contrôle qualité

Version	Rédigé par	Date	Visé par	Date
V1	Audrey Péricat, Sonia Baillot	06/06/2018	Eric Bertrand	06/06/2018
V2	Audrey Péricat	02/10/2018	Suite aux remarques de L. Imbert (courriel du 22/08/2018)	

Thématique

Mots-clés	Géographiques : Bassin Rhône-Méditerranée – PACA – Retenue de Castillon Thématiques : Réseaux de surveillance – Etat trophique – Plan d'eau
Résumé	Le rapport rend compte de l'ensemble des données collectées sur la retenue de Castillon lors des campagnes de suivi 2017. Une présentation du plan d'eau et du cadre d'intervention est menée puis les résultats des investigations sont développés dans la suite du document.

Diffusion

Envoyé à :				
Nom	Organisme	Date	Format(s)	Nombre d'exemplaire(s)
Loïc IMBERT	AERMC	02/10/2018	Papier	1

pour version définitive

Copie à :				
Nom	Organisme	Date	Format(s)	Nombre d'exemplaire(s)
Eric BERTRAND	S.T.E.	02/10/2018	Informatique	1
pour information				

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

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

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

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

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

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

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

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

CO : un passage tous les trois ans

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

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

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

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

La liste des plans d'eau suivis en 2017 sur le 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

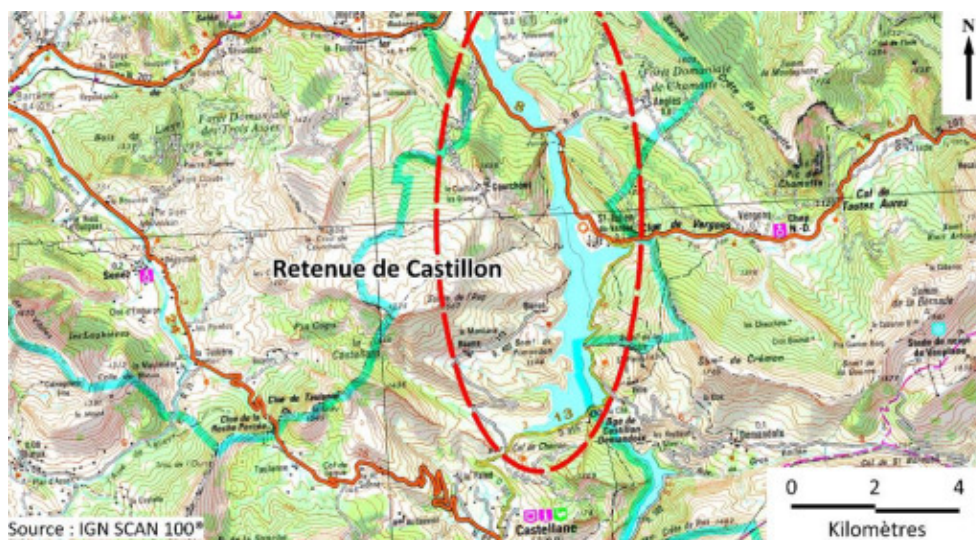
Code_lac	Libellé	Origine	Dept	Réseaux	Type de suivi réalisé
X2005023	Allos	Naturel	04	RCS/REF	Diatomées
Y4305063	Aulnes	Naturel	13	RCS/CO	Classique
Y4105023	Bimont	MEA	13	CO	Classique
Y7005003	Calacuccia	MEFM	2B	RCS	Phytoplancton
Y5105063	Carcès	MEFM	83	CO	Classique
X2205023	Castillon	MEFM	04	RCS	Phytoplancton
Y4305143	Entressen	Naturel	13	RCS/CO	Diatomées
Y1435003	Jouarres	MEA	11	RCS/CO	Classique
Y0025043	Lliat	Naturel	66	REF	Classique
Y6225023	Nègre	Naturel	06	REF	Classique
Y9715083	Ospédale	MEFM	2A	RCS	Phytoplancton
Y0405283	Pradeilles	Naturel	66	REF	Diatomées
Y5435023	Verne	MEA	83	CO	Classique
Y0305003	Villeneuve de la raho	MEA	66	CO	Classique

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

1 PRESENTATION DU PLAN D'EAU ET LOCALISATION

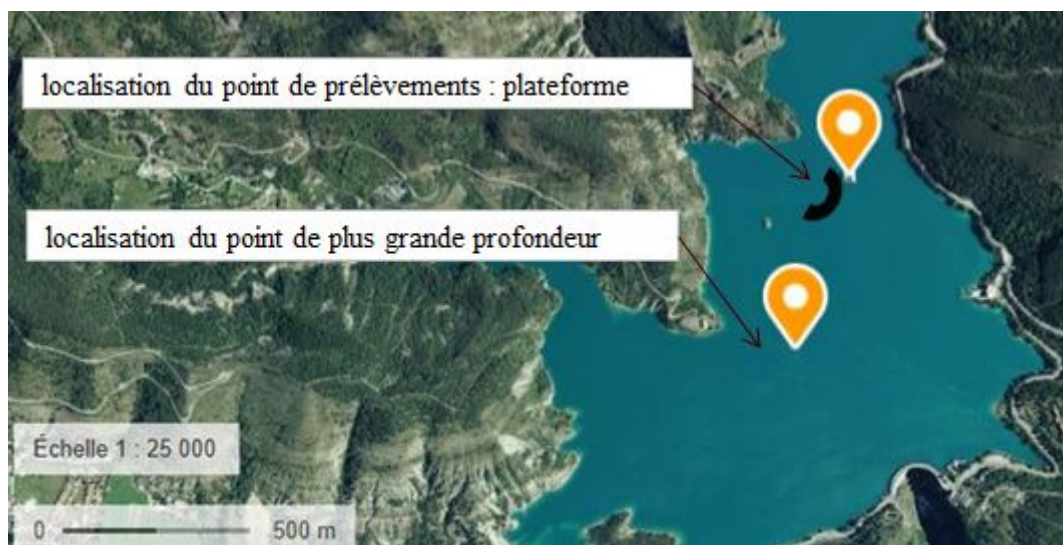
La retenue de Castillon est la première retenue de la chaîne hydroélectrique du Verdon, qui comprend plus en aval les retenues de Chaudanne, Sainte Croix, Quinson et Esparron.

Elle est située dans le département des Alpes-de-Haute-Provence à une altitude de 880 m (Carte 1). Mise en eau en 1948, cette retenue mesure plus de 480 ha pour une profondeur maximale mesurée de 68 m, ce qui en fait une des plus importantes réserves d'eau de la région PACA après Serre-Ponçon et Sainte-Croix.



Carte 1 : Localisation de la retenue de Castillon (Var)

Bien que l'usage principal de cette réserve d'eau soit la production d'électricité (concession EDF), la retenue de Castillon alimente également les réseaux d'irrigation du Sud de la Provence en période estivale, ainsi que les réseaux d'alimentation en eau potable par l'intermédiaire de la Société du Canal de Provence (SCP). En période estivale, de nombreuses activités nautiques (canoë, pédalo, voile, navigation motorisée) sont également pratiquées sur le lac (base nautique de Saint-Julien-du-Verdon). Enfin, la partie la plus profonde de la retenue est également utilisée depuis 1958 par le Ministère de la Défense, pour des essais acoustiques (base du SESAC : Site Essai Sonar et Acoustique).



Carte 2 : Présentation du secteur de prélèvement

Le prélèvement a été réalisé depuis la plateforme de la DGA pour les 4 campagnes 2017 (Carte 2). Le site a donc été décalé de 300 m par rapport au point de plus grande profondeur mentionné sur la fiche plan d'eau. La profondeur maximale mesurée en 2017 était de 69 m au printemps. L'accès sur le secteur est réglementé et la réalisation des prélèvements a nécessité l'obtention d'un Arrêté Préfectoral d'Autorisation.

2 CONTENU DU SUIVI 2017

La retenue de Castillon est suivie au titre du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS). Selon l'arrêté « Surveillance » du 7/08/2015, les plans d'eau du RCS doivent être suivis sur le compartiment phytoplancton tous les 3 ans (les autres éléments de qualité étant suivis à une fréquence de 6 ans).

Ainsi, en 2017, la retenue de Castillon 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

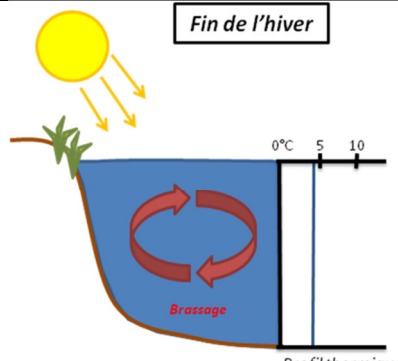
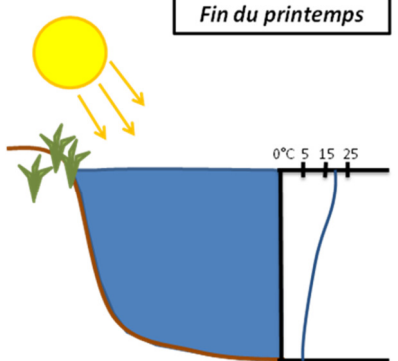
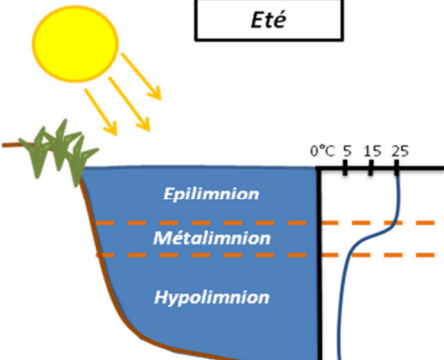
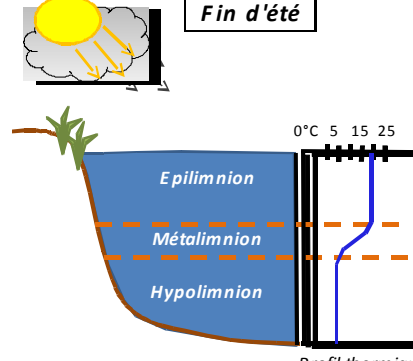
Le tableau ci-dessous indique la répartition des missions aussi bien en phase terrain qu'en phase laboratoire/détermination. S.T.E. a, en outre, eu en charge de coordonner la mission et de collecter l'ensemble des données pour établir les rapports et mener l'exploitation des données.

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

Retenue de Castillon	Phase terrain				Laboratoire - détermination
	C1	C2	C3	C4	
Campagne	C1	C2	C3	C4	
Date	22/03/17	08/06/17	10/08/17	12/09/17	automne/hiver 2017-2018
Physicochimie des eaux	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	CARSO
Phytoplancton	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	S.T.E.	TEREO

2.2 ÉTAPES DE LA VIE LACUSTRE

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

<p><u>Campagne 1</u></p> <p>La première campagne correspond à la phase d'homothermie du plan d'eau. La masse d'eau est homogène (en température et en oxygène). Sur les lacs monomictiques, cette phase intervient en hiver. La campagne est donc réalisée en fin d'hiver avant que l'activité biologique ne débute (février/Mars dans les régions méditerranéennes). (Cf. Figure 1).</p> <p><i>Plan d'eau qui présente une seule alternance stratification / désstratification annuelle.</i></p>	<p style="text-align: center;">Fin de l'hiver</p>  <p style="text-align: center;">Profil thermique</p> <p style="text-align: center;">Figure 1 : Brassage de fin d'hiver</p>
<p><u>Campagne 2</u></p> <p>La seconde campagne correspond à la période de démarrage et de développement de l'activité biologique des lacs. Il s'agit de la période de mise en place de la stratification thermique conditionnée par le réchauffement (Cf. Figure 2). 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 style="text-align: center;">Fin du printemps</p>  <p style="text-align: center;">Profil thermique</p> <p style="text-align: center;">Figure 2 : Phase de stratification printanière</p>
<p><u>Campagne 3</u></p> <p>La troisième campagne correspond à la période de stratification maximum du plan d'eau avec une thermocline bien installée avec une 2^{ème} phase de croissance du phytoplancton (Cf. Figure 3). 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 style="text-align: center;">Été</p>  <p style="text-align: center;">Profil thermique</p> <p style="text-align: center;">Figure 3 : Stratification installée</p>
<p><u>Campagne 4</u></p> <p>La quatrième campagne correspond à la fin de la stratification estivale du plan d'eau (Cf. Figure 4). 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 style="text-align: center;">Fin d'été</p>  <p style="text-align: center;">Profil thermique</p> <p style="text-align: center;">Figure 4 : Fin d'été, baisse de la thermocline</p>

3 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2017

Le lac de Castillon est situé dans le secteur du haut-Verdon à mi-chemin entre Digne-les-Bains (60 km) et Nice (60 km). Les stations météorologiques disposant de chroniques sont éloignées du site d'étude, et peu pertinentes : Vallée de Durance, pas d'influence des montagnes, proximité de littoral. Les données des stations météorologiques de Nice - Côte d'Azur et de Château Arnoux - Saint-Auban servent de base à l'analyse des conditions climatiques du secteur de Saint André les Alpes.

Les précipitations ont été faibles en janvier, puis dans les normales de saison en février et mars permettant le remplissage de la retenue. Ensuite, un déficit de précipitations se fait ressentir sur le printemps et l'été (-30 à 40 % de cumul de pluie/ normales). Les températures sont assez chaudes globalement (+1°C par rapport aux normales de saison).

Le remplissage de la retenue de Castillon a été bon sur l'année 2017, supérieur à la normale (selon les bulletins hydrologiques bassins Rhône-méditerranée/DREAL) : le plan d'eau était plein début juin, il a été maintenu à une cote élevée jusqu'à la fin de l'été 2017.

CHAPITRE 3 : RAPPEL MÉTHODOLOGIQUE -

1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES

1.1 METHODOLOGIE

Le contenu des investigations physicochimiques est similaire sur les quatre campagnes pour ce suivi phytoplancton. Seules les analyses physico-chimiques « classiques » sont menées sur un échantillon intégré.

Le profil vertical et les prélèvements sont réalisés dans le secteur de plus grande profondeur que l'on recherche à partir des données collectées au préalable (bathymétrie, étude, communication avec les gestionnaires). Dans le cas des retenues, cette zone se situe en général à proximité du barrage dans le chenal central. Sur le terrain, la recherche du point de plus grande profondeur est menée à l'aide d'un échosondeur.

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

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

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

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

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

Les prélèvements doivent être obligatoirement intégrateurs de la colonne d'eau correspondant à la zone euphotique. Pour l'échantillonnage, 7 litres sont nécessaires. Ainsi, la zone euphotique est prélevée à l'aide d'un tuyau intégrateur (système décrit dans le protocole de l'IRSTEA), adaptable pour toute profondeur (longueur 5 ou 10 m de diamètre élevé Ø18 mm).

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.

1.2 PROGRAMME ANALYTIQUE

Concernant les analyses, les paramètres suivants sont mesurés :

- ✓ sur le prélèvement intégré destiné aux analyses de physico-chimie classique et de la chlorophylle :
 - turbidité, MES, COD, DBO₅, DCO, PO₄³⁻, P_{tot}, NH₄⁺, NKJ, NO₃⁻, NO₂⁻, silicates ;
 - chlorophylle *a* et indice phéopigments ;

2 INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES

Les investigations hydrobiologiques menées en 2017 sur la retenue de Castillon comprennent uniquement

- ✓ l'étude des peuplements phytoplanctoniques à partir du protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la DCE (IRSTEA – INRA ; version 3.3 de mars 2009) ;

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

2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

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

2.2 DETERMINATION DES TAXONS

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

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

L'analyse quantitative implique l'identification et le dénombrement des taxons observés dans une surface connue de la chambre de comptage. Selon la concentration en algues décroissante, le comptage peut être réalisé de trois manières différentes (Figure 5).

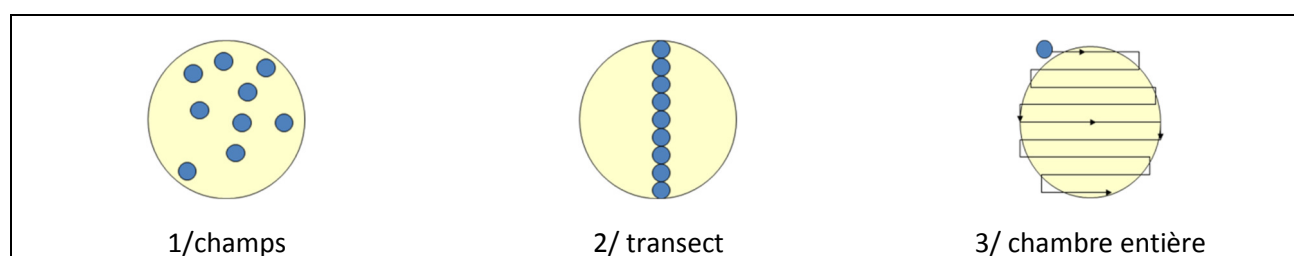


Figure 5 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage

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

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

- ✓ Tout filament, colonie, ou cœnobe, compte pour un individu algal à X cellules. Le nombre de cellules présentes dans le champ et par individu est dénombré (cellules/individus algaux).
- ✓ Seules les cellules contenant un plaste (exceptés pour les cyanobactéries et chrysophycées à logettes) sont comptées. Les cellules vides des colonies, des coenobes, des filaments ou des diatomées ne sont pas dénombrées.
- ✓ Les logettes des chrysophycées (ex : *Dinobryon*, *Kephyrion*,...) sont dénombrées même si elles sont vides, les cellules de flagellés isolés ne sont pas dénombrés.
- ✓ Pour les diatomées, en cas de difficulté d'identification et de fortes abondances (supérieur à 20% de l'abondance totale), une préparation entre lame et lamelle selon le mode préparatoire décrit par la norme NF T 90-354 (AFNOR, 2007) est effectuée.

2.3 TRAITEMENT DES DONNEES SOUS PHYTOBS

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

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

Le comptage terminé, la liste bancarisée dans l'outil de comptage PHYTOBS est exporté au format .xls ou .csv.

Le calcul de l'indice Phytoplancton lacustre ou IPLAC est également réalisé à l'aide du logiciel, Phytobs. Il s'appuie sur 2 métriques :

- ✓ La Métrique de biomasse algale ou MBA est basée sur la concentration moyenne de la chlorophylle a sur la période de végétation.
- ✓ La Métrique de Composition Spécifique ou MCS exprime une note en fonction de la présence (exprimée en biovolume) de taxons indicateurs, figurant dans une liste de référence de 165 taxons (Phytobs v2.3). A chaque taxon correspond une cote spécifique et une note de sténoécie, représentant l'amplitude écologique du taxon. La note finale est obtenue en mesurant l'écart avec la valeur prédite en condition de référence.

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

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

Figure 6 : Seuils des classes définis pour chaque métrique et pour l'IPLAC

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

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

- CHAPITRE 4 : RESULTATS DES
INVESTIGATIONS -

1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES SUR EAU

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

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.

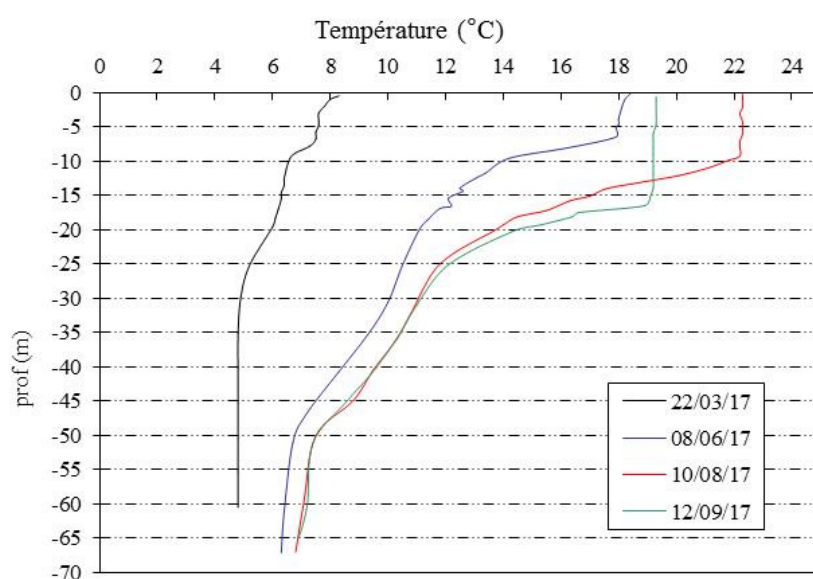


Figure 7 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur

En fin d'hiver, la couche de surface s'est légèrement réchauffée (6 à 8°C). La colonne d'eau est homogène à 5°C dans l'hypolimnion (30-60 m).

La stratification s'établit lors des trois campagnes suivantes avec des courbes très similaires :

- ✓ Au printemps, les eaux de surface se réchauffent significativement jusqu'à 18°C. L'épilimnion se dessine entre 0 et 6,5 m. Une thermocline est observable entre 7 et 20 m. Les eaux hypolimniques sont entre 7 et 10°C.
- ✓ le 10/08/2017, Les eaux épilimniques (0-9 m) sont à 22°C et les eaux hypolimniques (25-65 m) sont à environ 7-10°C, la thermocline se situe entre 9 et 25 m de profondeur.
- ✓ le 12 septembre, un enfoncement de l'épilimnion est observé (0-16 m), celui-ci est à 19,3°C. la thermocline se situe entre 16 et 25 m de profondeur. Les eaux hypolimniques sont similaires à la campagne 3.

La stratification thermique est donc marquée et stable sur la retenue de Castillon.

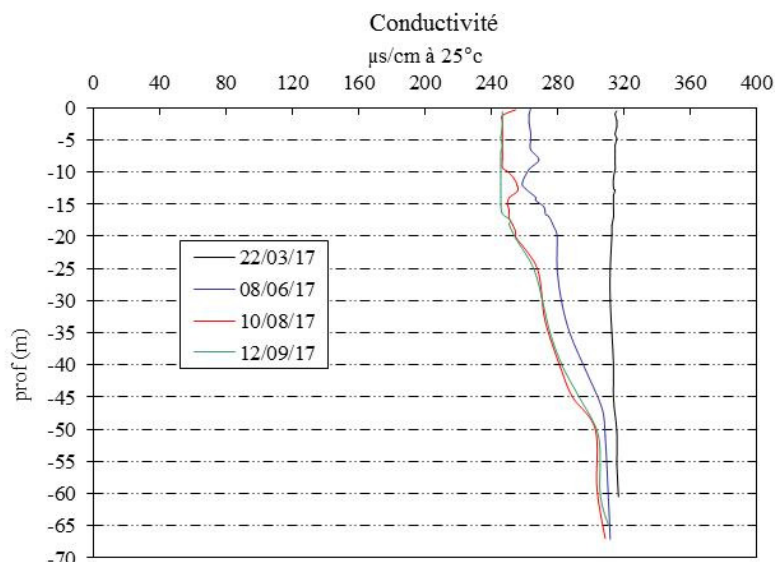


Figure 8 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur

La conductivité indique une eau de minéralisation moyenne ($240 < \text{cond} < 320 \mu\text{S/cm}$), typiquement en lien avec les terrains calcaires du bassin versant et des éboulis récents sur les rives du plan d'eau. Elle est quasiment homogène sur toute la colonne d'eau lors de la première campagne (proche de $320 \mu\text{S/cm}$). Lors des campagnes suivantes, deux faits marquants peuvent être soulignés :

- ✓ une baisse progressive de la conductivité dans l'épilimnion : 260 puis $240 \mu\text{S/cm}$ liée à l'utilisation des minéraux pour la croissance végétale ;
- ✓ la couche profonde reste à environ $300 \mu\text{S/cm}$.

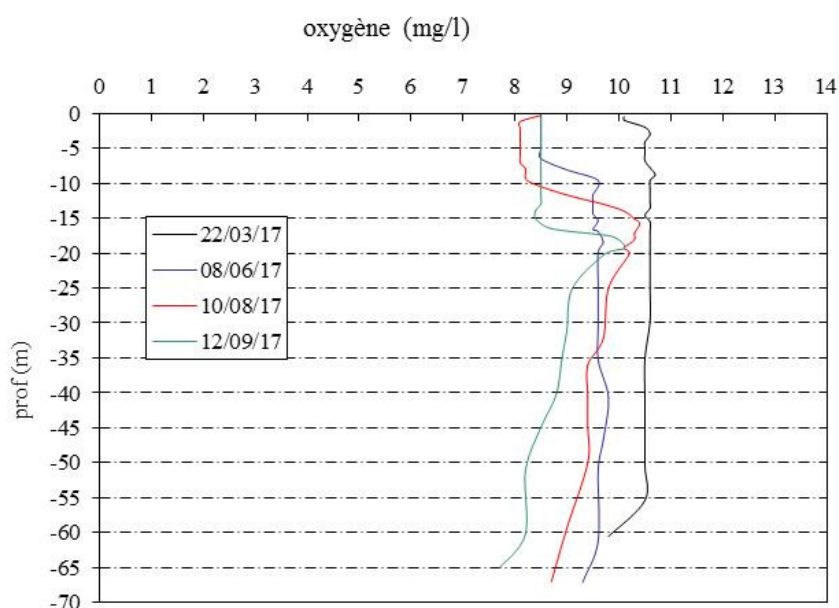


Figure 9 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur

En fin d'hiver, l'oxygénation est bonne et homogène sur la colonne d'eau (90 à 100% sat). Le 8 juin, le profil d'oxygénation est très similaire à la 1^{ère} campagne, avec une légère augmentation autour de 10 m.

Les profils des campagnes 3 et 4 sont quasiment identiques : L'oxygène dissous est à 100% en surface. Un pic de photosynthèse entraîne une sursaturation en O_2 (120% sat) entre 12 et 18 m le 10 août puis entre 16 et 20 m le 12 octobre 2017.

Une légère consommation en oxygène est mesurée sous 30 m lors de ces deux campagnes (au fond : 80 % en C3 et 70% sat en C4)

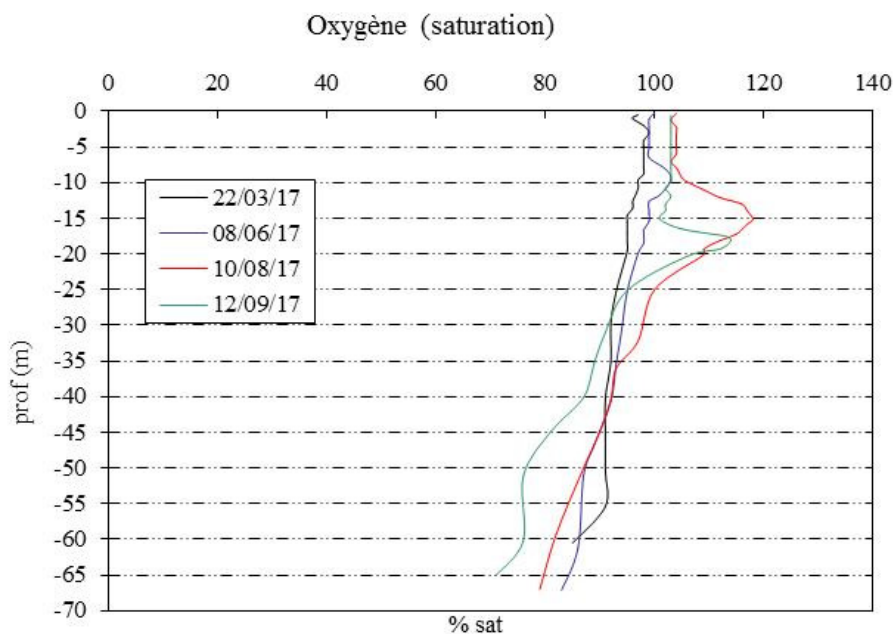


Figure 10 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur

Le pH est légèrement basique, conformément à la nature des substrats. Il est compris entre 7,5 et 8,4 pour le suivi 2017

En fin d'hiver, le pH est établi à 8,1 u pH environ entre la surface et 35 m. En dessous, il diminue progressivement pour atteindre 7,2 au fond.

Le 8 juin comme le 10 août, le pH est homogène sur la colonne d'eau à environ 7,7 u pH.

En fin d'été, il augmente dans les eaux de Castillon : il est homogène entre 8,2 et 8,4 u pH.

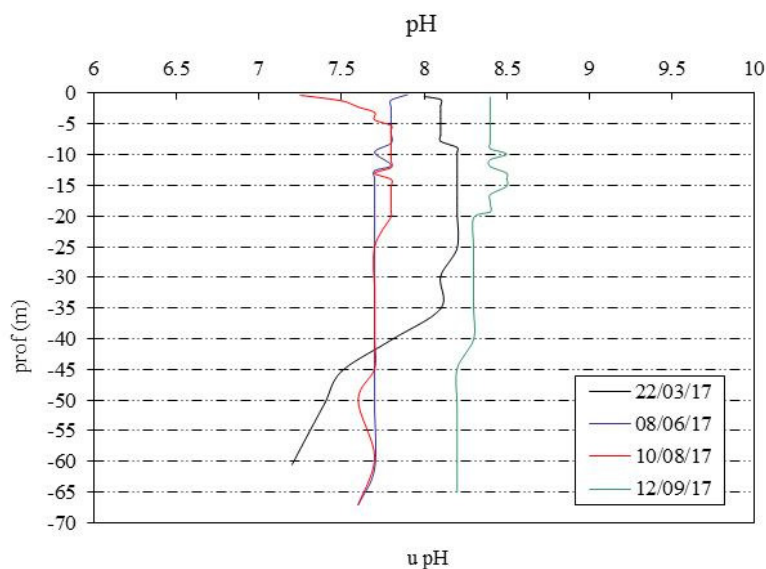


Figure 11 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur

1.2 PROFILS VERTICAUX MATIÈRES 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 sont présentés sur la Figure 12. Le profil MOD de la campagne 2 n'a pas été validé.

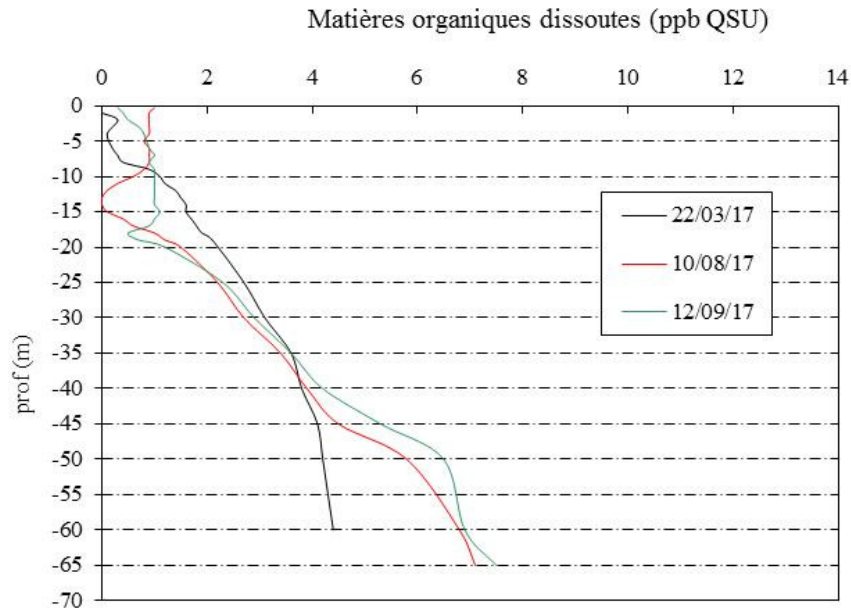


Figure 12 : profils verticaux des matières organiques dissoutes

Les matières organiques dissoutes sont présentes en quantités faibles dans le barrage de Castillon. Les valeurs sont très faibles dans la couche de surface (0-20 m) : ≤ 2 ppb. En dessous de 20 m, les MOD augmentent progressivement en profondeur lors de toutes les campagnes pour atteindre 4 ppb en C1, et 7 ppb QSU en C3 et C4 dans le fond. Ces valeurs restent très faibles et indiquent une faible charge organique dissoute.

1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX

N.B. pour tous les tableaux suivants : LQ = limite de quantification.

Les analyses sont réalisées sur un échantillon intégré lors des 4 campagnes.

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

Lac de Castillon		Unité	Code sandre	LQ	22/03/2017	08/06/2017	10/08/2017	12/09/2017
Code plan d'eau: X2205023					intégré	intégré	intégré	intégré
PC eau	Ammonium	mg(NH ₄ ⁺)/l	1335	0.01	<LQ	<LQ	0.02	0.01
	Azote Kjeldahl	mg(N)/l	1319	0.5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Carbone organique dissous	mg(C)/l	1841	0.2	1.2	0.9	0.9	0.9
	DBO ₅	mg(O ₂)/l	1313	0.5	1.1	<LQ	<LQ	0.5
	DCO	mg(O ₂)/l	1314	20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	MeS	mg/l	1305	1	2.8	2.1	4.1	1.0
	Nitrates	mg(NO ₃ ⁻)/l	1340	0.5	1	0.6	0.8	<LQ
	Nitrites	mg(NO ₂ ⁻)/l	1339	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	0.01
	Phosphates	mg(PO ₄ ³⁻)/l	1433	0.01	0.02	<LQ	<LQ	<LQ
	Phosphore total	mg(P)/l	1350	0.005	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Silicates	mg(SiO ₂)/l	1342	0.05	4.2	3.6	3.3	3.5
	Turbidité	NTU	1295	0.1	5.3	2.1	0.7	1.0
	Chlorophylle a	µg/l	1439	1	1	1	1	1
	indice phéopigment	µg/l	1436	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

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

Les concentrations en carbone organique dissous sont très faibles lors des 4 campagnes, comprises entre 1,2 mg/l en fin d'hiver et 0,9 mg/l pour les trois campagnes suivantes. La concentration en DBO₅ est très faible et constante au fil de l'année (0,5 à 1,1 mg/l). La DCO et l'azote Kjeldahl sont sous le seuil de quantification pour tous les échantillons.

Les eaux de surface présentent peu de matières en suspension (1 à 4,1 mg/l dans l'échantillon intégré) et sont donc faiblement turbides en particulier en été.

Globalement, les concentrations en nutriments disponibles sont faibles dans le lac de Castillon. Les nitrates sont présents entre 0,6 et 1 mg/l lors des campagnes 1, 2 et 3. Les nitrites sont absents (≤ LQ). L'ammonium est présent en quantité faible les 10 août et 12 octobre : 0,01 à 0,02 mg/l.

Les orthophosphates ne sont disponibles dans les eaux qu'en C1 (20 µg/l). Le phosphore total est sous le seuil de quantification pour tous les échantillons.

Le rapport N/P¹ est assez élevé (34) lors de la campagne de fin d'hiver : Le phosphore est donc le facteur limitant pour la production végétale par rapport à l'azote, favorisant ainsi le développement des chlorophycées.

La teneur en silicates est assez élevée en début de saison (4,2 mg/l) favorisant ainsi le développement des diatomées, elle diminue au fil de l'année car la silice est utilisée pour le développement des diatomées.

La production chlorophyllienne est faible pour toutes les campagnes : 1 µg/l de chlorophylle a et l'indice phéopigments est sous le SQ.

¹ le rapport N/P est calculé à partir de [Nminéral]/ [P-PO₄³⁻] avec N minéral = [N-NO₃⁻]+[N-NO₂⁻]+[N-NH₄⁺] sur la campagne de fin d'hiver.

2 PHYTOPLANCTON

2.1 PRELEVEMENTS INTEGRES

Les prélèvements intégrés destinés à l'analyse du phytoplancton ont été réalisés en même temps que les prélèvements pour analyses physicochimiques classiques. Pour la retenue de Castillon, la zone euphotique et la transparence mesurées sont représentées par le graphique de la Figure 13.

La transparence est assez faible pour la retenue de Castillon en fin d'hiver et au printemps : 1,9 et 2,4 m mesurés. Pendant le remplissage, les eaux d'alimentation proviennent du haut-Verdon, et notamment de la fonte des neiges, elles sont naturellement turbides. En été, la transparence est plus importante avec l'épaississement de l'épilimnion. Elle est de 6,1 m le 10 août et de 5,9 m début octobre.

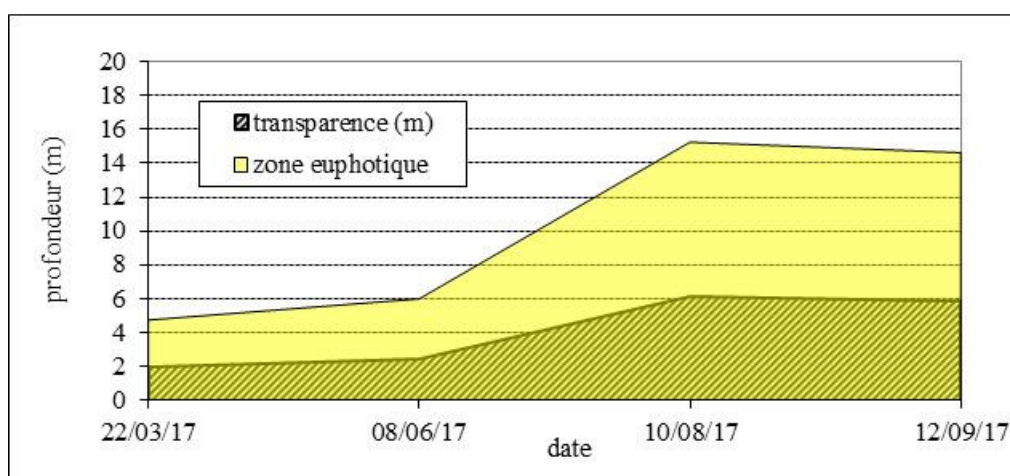


Figure 13 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes

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).

La zone euphotique est de 5 à 6 m lors des deux premières campagnes. Elle est maximale lors de la campagne du 10 août : 15,3 m. En fin de saison, la zone euphotique se maintient à 14 m.

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

Tableau 5: Analyse des pigments chlorophylliens

Lac de Castillon		Unité	Code sandre	LQ	22/03/2017	08/06/2017	10/08/2017	12/09/2017
Code plan d'eau: X2205023					intégré	intégré	intégré	intégré
pigments chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/l	1439	1	1	1	1	1
	indice phéopigment	µg/l	1436	1	0.5	0.5	0.5	0.5
	somme	µg/l		1	1.5	1.5	1.5	1.5

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

Les concentrations en pigments chlorophylliens sont très faibles dans les eaux de la retenue de Castillon. La somme des pigments (chlorophylle *a* + phéopigments) est de 1,5 µg/l à toutes les campagnes.

La concentration moyenne estivale (C2+C3+C4) en chlorophylle *a* est de 1 µg/l, ce qui traduit une production primaire très faible en période estivale dans le plan d'eau.

2.2 LISTE FLORISTIQUE

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

Groupe	Nom taxon	Code Sandre	22/03/2017	08/06/2017	10/08/2017	12/09/2017
BACILLARIOPHYTA	Achnantheidium	9356	0.0		2.4	
	Asterionella formosa	4860	0.0			
	Brachysira neoexilis	7159			2.4	
	Cocconeis	9361			1.2	
	Cyclostephanos dubius	8599			4.9	
	Cyclotella costei	8615		632.0	443.4	331.5
	Delicata delicatula	20119			2.4	
	Diatoma moniliformis	6625	1.0			
	Diatomées centriques indéterminées	20160	0.2			
	Encyonopsis cesatii	7447			6.1	
	Encyonopsis subminuta	13128			4.9	
	Fragilaria sp. >100µm	9533		62.8		
	Fragilaria sp. <100µm	9533			1.2	
	Gomphonema	8781			2.4	
	Nitzschia sp. <100µm	9804	0.0			
	Puncticulata	9509			1.2	
	Sellaphora	9445	0.0			
Stausosirella pinnata	6768			2.4		
Ulnaria delicatissima var. angustissima	19116	0.8	76.2	8.5	0.8	
CHAROPHYTA	Elakatothrix gelatinosa	5664	0.0	15.7		2.5
	Mougeotia	1146			1.2	7.4
CHLOROPHYTA	Chlorophycées coloniales indéterminées 5-10 µm	24936			2.4	
	Chlorophycées unicellulaires indéterminées 2-5 µm	20155			1.2	
	Choricystis minor	10245		4.5		
	Monoraphidium pusillum	5739			2.4	
CRYPTOPHYTA	Cryptomonas	6269	0.0		2.4	
	Cryptomonas marssonii	6273			1.2	
	Plagioselmis nannoplantica	9634	0.8		26.8	
	Rhodomonas lens	24459			7.3	
CYANOBACTERIA	Aphanizomenon	1103				4.2
	Aphanocapsa	6307	8.0			13.1
	Chroococcales indéterminées	20156	0.2		4.9	
	Planktolyngbya limnetica	6467			52.4	
	Synechocystis	6342			1.2	
DINOPHYTA	Ceratium hirundinella	6553		2.2	1.2	0.6
	Gymnodinium	4925			1.2	
	Gymnodinium album	34199	0.1			
	Gymnodinium cnecoides	20338	0.0	9.0	4.9	2.5
	Gymnodinium helveticum	6558		2.2		
	Gymnodinium lantzschii	6559		9.0		
	Peridiniopsis cunningtonii	6572		2.2		
	Peridinium	6577		2.2		
Peridinium umbonatum	6587		4.5			
EUGLENOPHYTA	Euglena viridis	20138	0.0			
HAPTOPHYTA	Erkenia subaequiciliata	6149		2.2		
HETEROKONTOPHYTA	Bitrichia chodatii	6111			1.2	
	Chrysococcus	9570	0.0			
	Chrysococcus rufescens	9571			1.2	
	Chrysophycées indéterminées	20157	0.3	15.7		30.3
	Dinobryon divergens	6130		49.3	11.0	31.9
	Dinobryon sociale	6136	0.1	31.4	43.9	27.8
	Kephyrion littorale	6151	0.0	9.0		
	Mallomonas	6209	0.0			0.8
Ochromonas	6158		15.7	3.7		
	Nombre de taxons		20	18	32	12
	Nombre de cellules/ml		12	946	655	453

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

Groupe	Nom taxon	Code Sandre	22/03/2017	08/06/2017	10/08/2017	12/09/2017
BACILLARIOPHYTA	Achnanthisdium	9356	0.00000		0.00023	
	Asterionella formosa	4860	0.00001			
	Brachysira neoexilis	7159			0.00043	
	Cocconeis	9361			0.00091	
	Cyclostephanos dubius	8599			0.00241	
	Cyclotella costei	8615		0.16117	0.11307	0.08453
	Delicata delicatula	20119			0.00071	
	Diatoma moniliformis	6625	0.00030			
	Diatomées centriques indéterminées	20160	0.00008			
	Encyonopsis cesatii	7447			0.00365	
	Encyonopsis subminuta	13128			0.00030	
	Fragilaria sp. >100µm	9533		0.01563		
	Fragilaria sp. <100µm	9533			0.00018	
	Gomphonema	8781			0.00474	
	Nitzschia sp. <100µm	9804	0.00001			
	Puncticulata	9509			0.00148	
	Sellaphora	9445	0.00001			
Staurosirella pinnata	6768			0.00017		
Ulnaria delicatissima var. angustissima	19116	0.00297	0.28195	0.03155	0.00303	
CHAROPHYTA	Elakathrix gelatinosa	5664	0.00000	0.00300		0.00047
	Mougeotia	1146			0.00333	0.02012
CHLOROPHYTA	Chlorophycées coloniales indéterminées 5-10 µm	24936			0.00054	
	Chlorophycées unicellulaires indéterminées 2-5 µm	20155			0.00003	
	Choricystis minor	10245		0.00004		
CRYPTOPHYTA	Monoraphidium pusillum	5739			0.00050	
	Cryptomonas	6269	0.00001		0.00432	
	Cryptomonas marssonii	6273			0.00146	
	Plagioselmis nannoplanctica	9634	0.00006		0.00188	
CYANOBACTERIA	Rhodomonas lens	24459			0.00168	
	Aphanizomenon	1103				0.00030
	Aphanocapsa	6307	0.00002			0.00003
	Chroococcales indéterminées	20156	0.00000		0.00001	
	Planktolyngbya limnetica	6467			0.00016	
DINOPHYTA	Synechocystis	6342			0.00000	
	Ceratium hirundinella	6553		0.08965	0.04872	0.02231
	Gymnodinium	4925			0.00158	
	Gymnodinium album	34199	0.00011			
	Gymnodinium enecoides	20338	0.00002	0.02044	0.01111	0.00560
	Gymnodinium helveticum	6558		0.03822		
	Gymnodinium lantzschii	6559		0.01079		
	Peridiniopsis cunningtonii	6572		0.01830		
EUGLENOPHYTA	Peridinium	6577		0.02062		
	Peridinium umbonatum	6587		0.03969		
EUGLENOPHYTA	Euglena viridis	20138	0.00054			
HAPTOPHYTA	Erkenia subaequiciliata	6149		0.00010		
HETEROKONTOPHYTA	Bitrichia chodatii	6111			0.00032	
	Chrysococcus	9570	0.00000			
	Chrysococcus rufescens	9571			0.00018	
	Chrysophycées indéterminées	20157	0.00003	0.00165		0.00318
	Dinobryon divergens	6130		0.01031	0.00229	0.00667
	Dinobryon sociale	6136	0.00001	0.00295	0.00412	0.00262
	Kephyrion littorale	6151	0.00000	0.00086		
	Mallomonas	6209	0.00002			0.00219
	Ochromonas	6158		0.00157	0.00037	
	Nombre de taxons		20	18	32	12
	Biovolume (mm³/l)		0.004	0.717	0.242	0.151

2.3 EVOLUTIONS SAISONNIERES DES GROUPEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES

Les graphiques suivants présentent la répartition du phytoplancton (relative) par groupe algal à partir des résultats exprimés en cellules/ml d'une part et à partir des biovolumes (mm^3/l) d'autre part. Sur chacun des graphiques, la courbe représente l'abondance totale par échantillon (Figure 14), et le biovolume de l'échantillon (Figure 15).

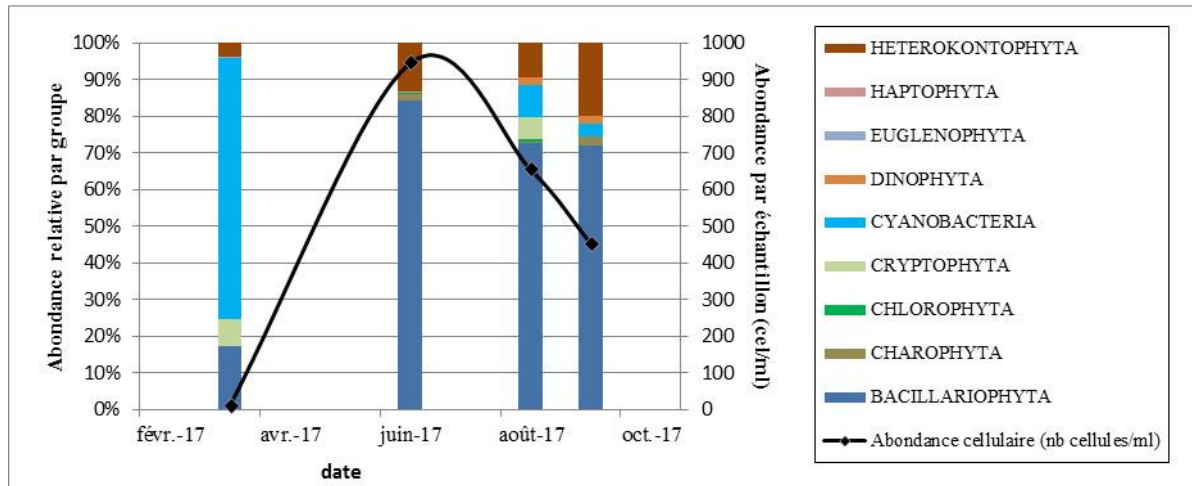


Figure 14 : Répartition du phytoplancton sur la retenue de Castillon à partir des abondances (cellules/ml)

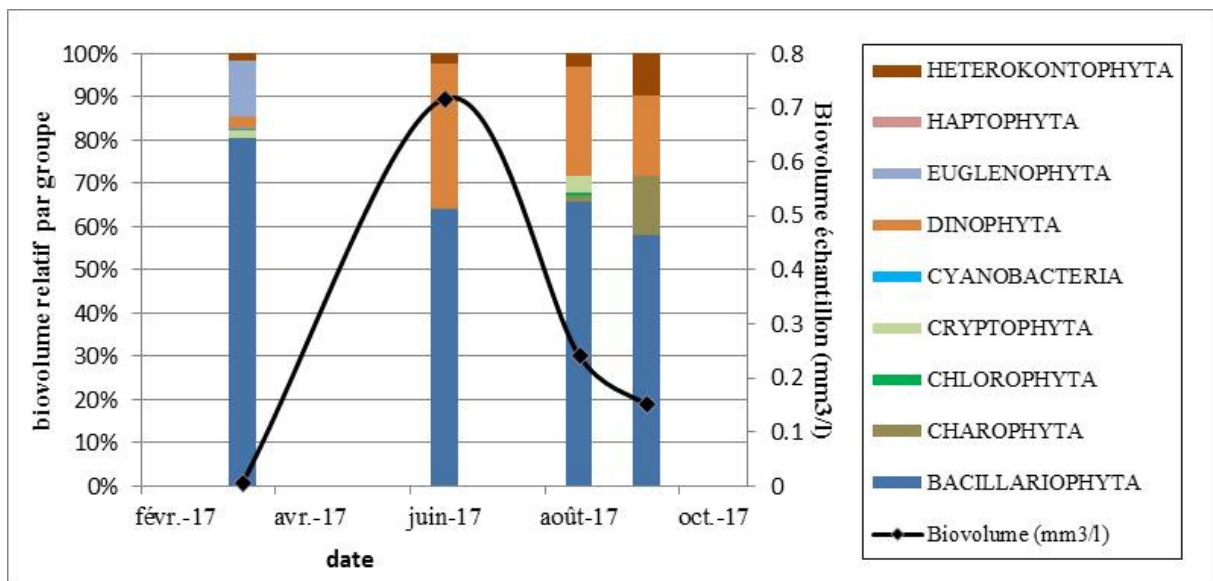


Figure 15 : évolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux (embranchement sensu PHYTOBS v.2.3)

La biomasse algale évaluée à partir des concentrations en chlorophylle a ($1\mu\text{g}/\text{l}$), la production de phytoplancton en terme d'abondance (max 946 cel/ml) ou de biovolume (max : $0,7\text{ mm}^3/\text{l}$), et la richesse taxonomique peu élevée (moyenne 21 espèces), attestent d'un milieu très peu productif.

Les bacillariophycées centriques *Cyclotella costei* (Synonyme de *Cyclotella cyclopuncta*) dominent le peuplement lors des trois dernières campagnes (en moyenne 72% de l'abondance cellulaire). Ces diatomées centriques affectionnent les milieux oligotrophes.

Le minimum de densité algale est observé lors de la 1^{ère} campagne de prélèvement, le 22 mars avec 12cellules par ml. En termes d'abondance, ce sont les cyanobactéries coloniales non toxiques *Aphanocapsa* qui dominent le peuplement (71%). En termes de biovolume, ce sont les diatomées (*Cyclotella costei*-81%).

Elles sont accompagnées de plusieurs espèces appartenant aux Heterokontophyta telles que: *Dinobryon divergens*, *Dinobryon sociale*, *Kephyrion sp.* , ... Ces espèces oligotrophes sont sensibles à la présence de nutriments dans le milieu.

La seconde campagne présente la densité maximale observée (946 cel./ml). Les dinophytes constituent 33% du biovolume. Ils sont essentiellement représentés par *Gymnodinium cnecoides* et *Gymnodinium helveticum*. Cette dernière espèce de grande taille utilise la phagotrophie comme mode de nutrition. Sa présence témoigne également d'un milieu pauvre en nutriment.

Les deux dernières campagnes sont marquées par l'apparition en faible densité de cyanobactéries (inférieure à 60 cel/ml). Elles sont essentiellement représentées par des espèces de très faible biovolume cellulaire (*Planktolyngbya limnetica* - 52cel./ml, *Aphanocapsa* 13cel./ml,...). A noter, les cyanobactéries *Aphanizomenon*, considérées comme potentiellement toxiques, sont inventoriées de manière anecdotique (4 cel./ml) lors de la campagne de septembre.

En conclusion, le plan d'eau de Castillon est marqué par un très faible développement de phytoplancton.

2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC

L'indice phytoplancton lacustre ou IPLAC est calculé à partir de la version 2.3 du logiciel PHYTOBS (Irstea). Il s'appuie sur la moyenne pondérée de 2 métriques: l'une basée sur les teneurs en chlorophylle a ($\mu\text{g/l}$) (MBA ou métrique de biomasse algale totale), et l'autre sur la présence d'espèces indicatrices quantifiées en biovolume (mm^3/l) (MCS ou métrique de composition spécifique). Plus la valeur d'une métrique tend vers 1 plus la qualité est proche de la valeur prédite en condition de référence. Les 5 classes d'état affichées pour les 2 métriques et l'IPLAC sont données en anglais H (High pour très bon....) [...], B (Bad) pour mauvais.

MBA	Classe	MCS	Classe	IPLAC	Classe	Etat
1.00	H	0.86	H	0.90	H	TB

Le plan d'eau de Castillon est marqué par un très faible développement de phytoplancton et présente majoritairement des espèces affectionnant les milieux pauvres en nutriments. La note IPLAC est de 0,90 et place la retenue de Castillon en très bon état pour le compartiment phytoplancton.

2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS

En 2014, le suivi des communautés phytoplanctoniques traduisait une faible production phytoplanctonique. Le cortège était composé d'espèces indicatrices d'oligotrophie (*Dinobryon*, *Cyclotella cyclopuncta*). L'IPL calculé sur ce suivi 2014 indiquait une note de 32, traduisant un plan d'eau oligotrophe.

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

Tableau 8 : évolution des Indices IPLAC depuis 2008

Nom_Lac	année	IPLAC	Classe IPLAC
Castillon	2008	0.98	TB
Castillon	2014	0.94	TB
Castillon	2017	0.90	TB

Au niveau des indices, l'IPLAC 2017 est similaires aux indices 2014 et 2008, ils affichent une note comprise entre 0,90 et 0,98 correspondant à un état très bon pour le compartiment phytoplancton. Il n'y a pas d'évolutions significatives à signaler.

La présence d'un cortège oligotrophe et la faible production primaire estivale conduisent à placer la retenue de Castillon en état très bon pour le compartiment phytoplancton.

3 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU

Le suivi physicochimique et biologique 2017 sur la retenue de Castillon s'est déroulé conformément aux prescriptions de suivi du programme de surveillance de l'état des eaux.
Seul l'élément de qualité « phytoplancton » est suivi en 2017.

Le remplissage de la retenue de Castillon a été globalement supérieur à la normale en 2017.

Les résultats du suivi 2017 par compartiment sont synthétisés dans le tableau suivant.

Compartiment	Synthèse de la qualité du plan d'eau ²
Profils verticaux	Stratification thermique marquée Profils équilibrés
Qualité physico-chimique des eaux	Matières organiques réduites et peu de nutriments => bonne qualité
Biologie - Chlorophylle <i>a</i>	Production chlorophyllienne très faible – Moyenne estivale : 1 µg/l
Biologie - phytoplancton	Production algale réduite. Groupements équilibrés et dominés par un cortège oligotrophe IPLAC = état très bon

L'ensemble des suivis physico-chimiques et biologiques 2017 indiquent un milieu aquatique de bonne à très qualité. Les eaux sont pauvres en nutriments, ce qui engendre une faible production primaire.

Le suivi 2014 comme ce suivi 2017 montrent que la retenue de Castillon présente des caractéristiques d'un plan d'eau oligotrophe proche de l'état de référence.

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

- ANNEXES -

Annexe 1. COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES PHYSICO- CHIMIQUES 2017

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

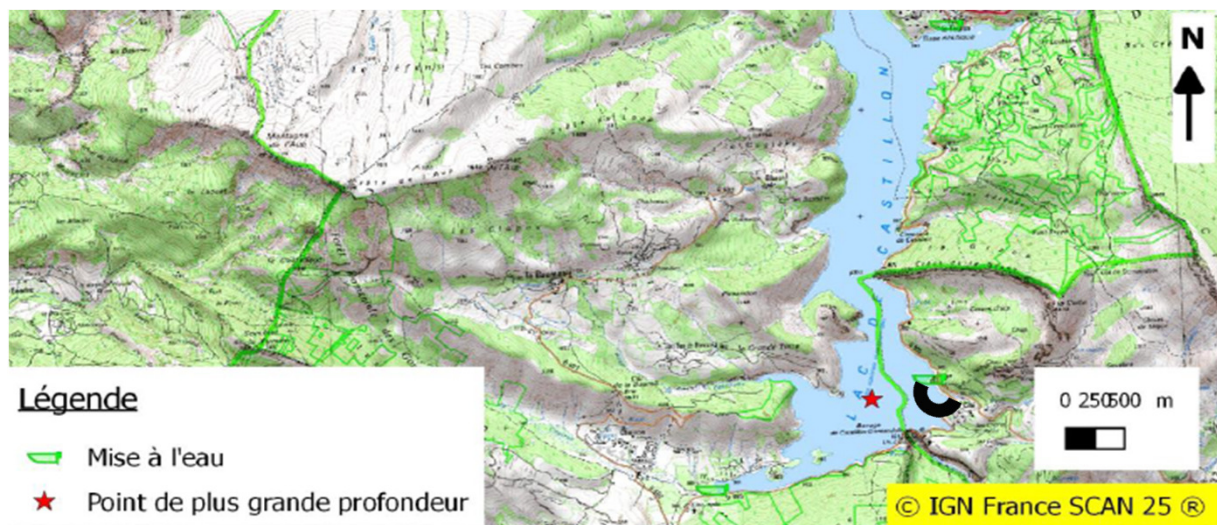
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Castillon	Date :	22/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et M. Quiniou	Campagne	1 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Demandolx (04)		
Lac marnant :	oui	Type :	A3
Temps de séjour :	126	jours	
Superficie du plan d'eau :	482	ha	retenues de moyenne montagne, calcaire, profondes
Profondeur maximale :	95	m	

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



★ localisation du point de prélèvements

☺ angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

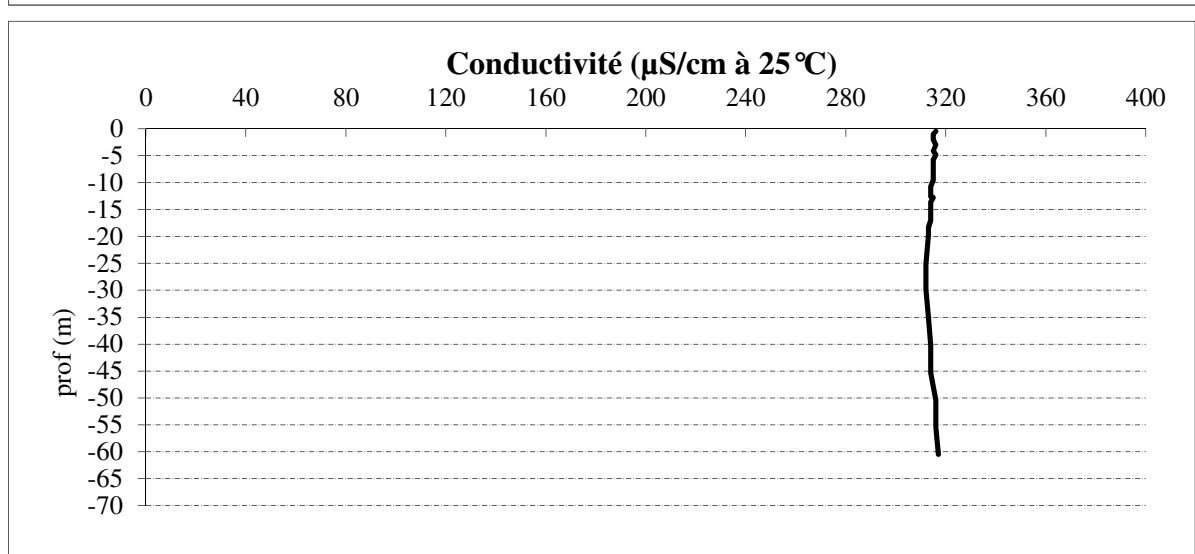
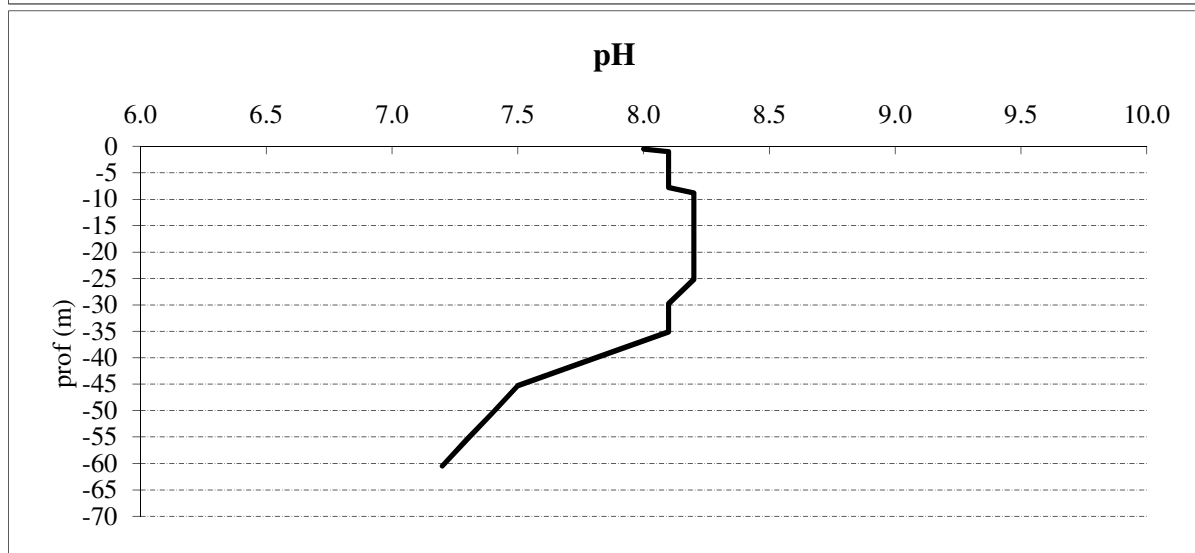
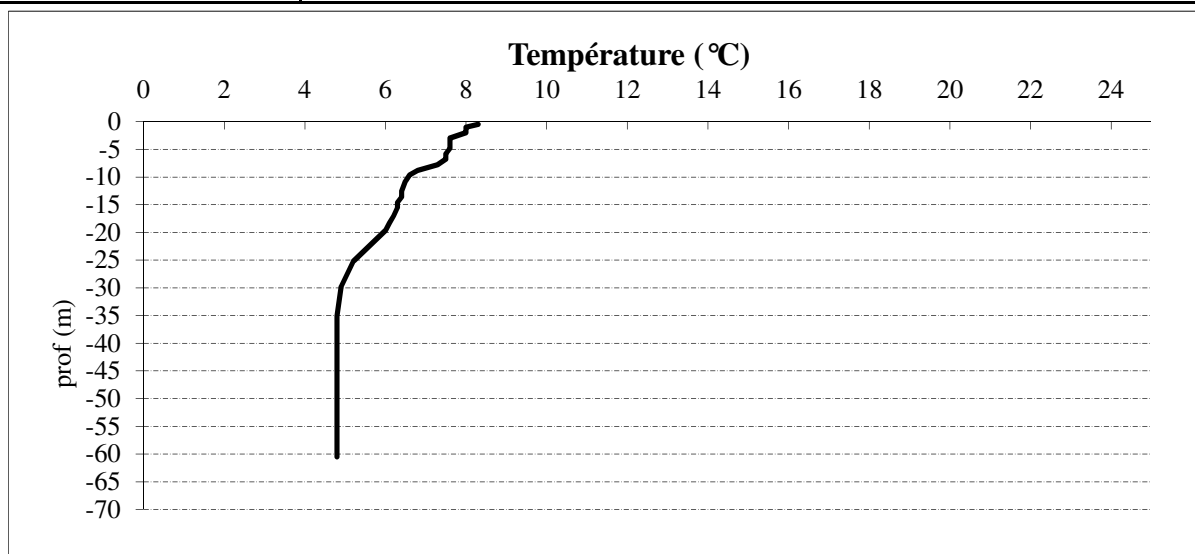


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Castillon	Date :	22/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : L. Bochu et M. Quiniou	Campagne	1 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037
STATION			
Coordonnées de la station	relevées sur :	GPS	Côte à l'échelle en m :
Lambert 93		X : 984023	Y: 6315968 alt. 880 m
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms)	X : 6°32'06.7"	Y : 43°53'07.8" alt.: m
Profondeur :	62.0 m		
Conditions d'observations :	Vent :	nul	P atm standard : hPa
	Météo :	sec faiblement nuageux	Pression atm. 910 hPa
	Surface de l'eau :	lisse	Hauteur des vagues : 0,00 m
	Bloom algal :	non	
Marnage :	oui	Hauteur de la bande : 10 m	
Campagne :	1	campagne de fin d'hiver : homothermie du plan d'eau avant démarrage de l'activité biologique	
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE			
Horaires :	Heure de début du relevé : 14:45 Heure de fin du relevé : 15:05		
Type de prélèvement :	Eau pour physico-chimie et phytoplancton		
Heure de prélèvement :	14:45 à 15h 05	Matériel employé : tuyau intégrateur 10 m	
Profondeur :	0 à 4,8 m		
Volume prélevé :	9 l	Nombre de prélèvements : 21	
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place :	Vol filtré : 1000 ml	
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 5 ml		
REMARQUES & OBSERVATION			
Contact préalable :	EDF DPIH : Monsieur Jean Claude Bonaiti, chef de groupement de Castillon		
Remarques, observations :	DGA (base militaire) : Monsieur Blanchet pour autorisation d'accès		
	Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1		
	Prélèvements depuis la plateforme de la DGA S.T.E. a été transporté sur la barge de l'armée par la DGA		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Code prélèvement :	353218	bon transport	6931011003429960
Au transporteur :	TNT	Ville Sisteron le	22/03/17 à 18:15
Arrivée au laboratoire :	CARSO dans la matinée du : 23/03/17		

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

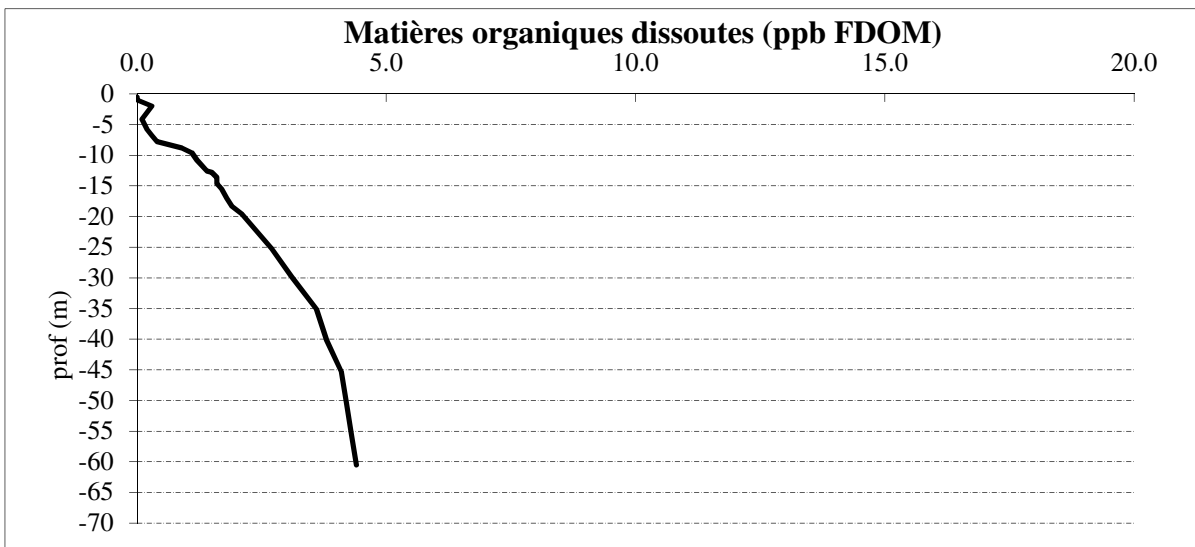
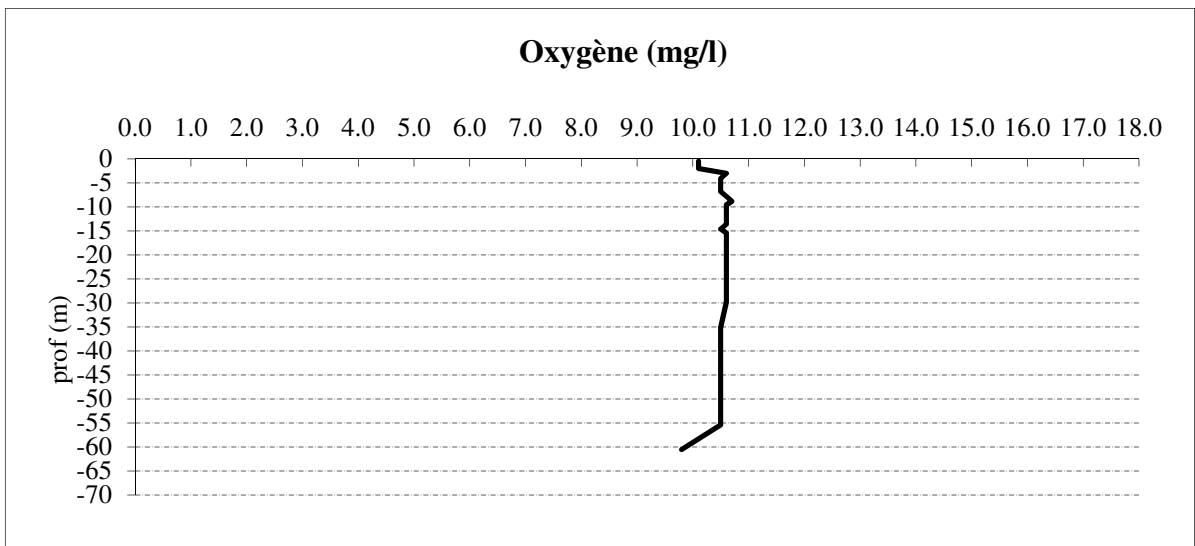
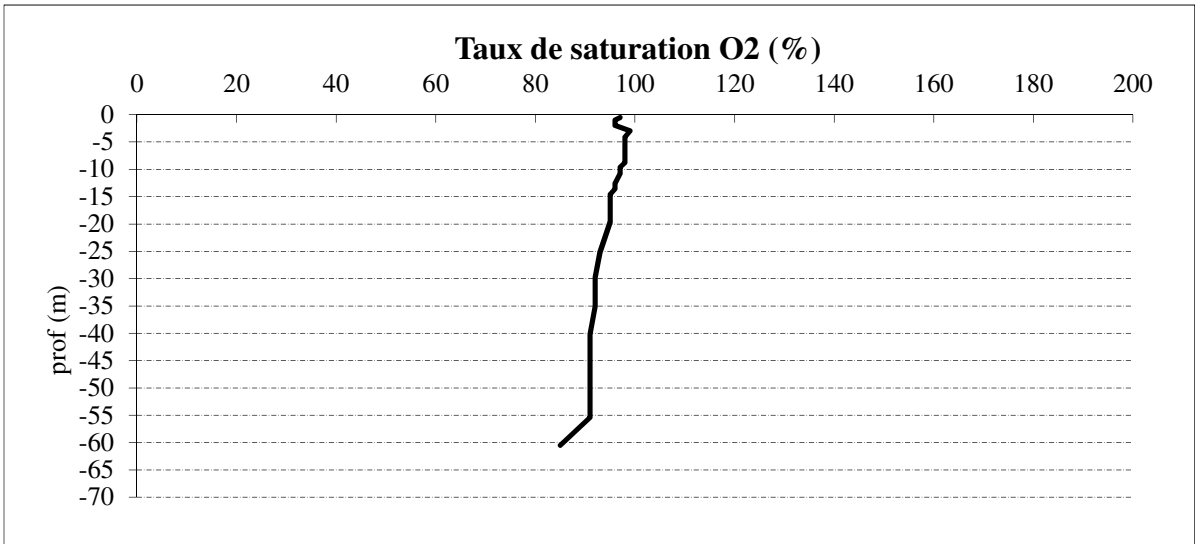
Plan d'eau :	Castillon	Date :	22/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et M. Quiniou</i>	Campagne 1	page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Castillon	Date :	22/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et</i>	M. Quiniou	Campagne 1 page 5/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

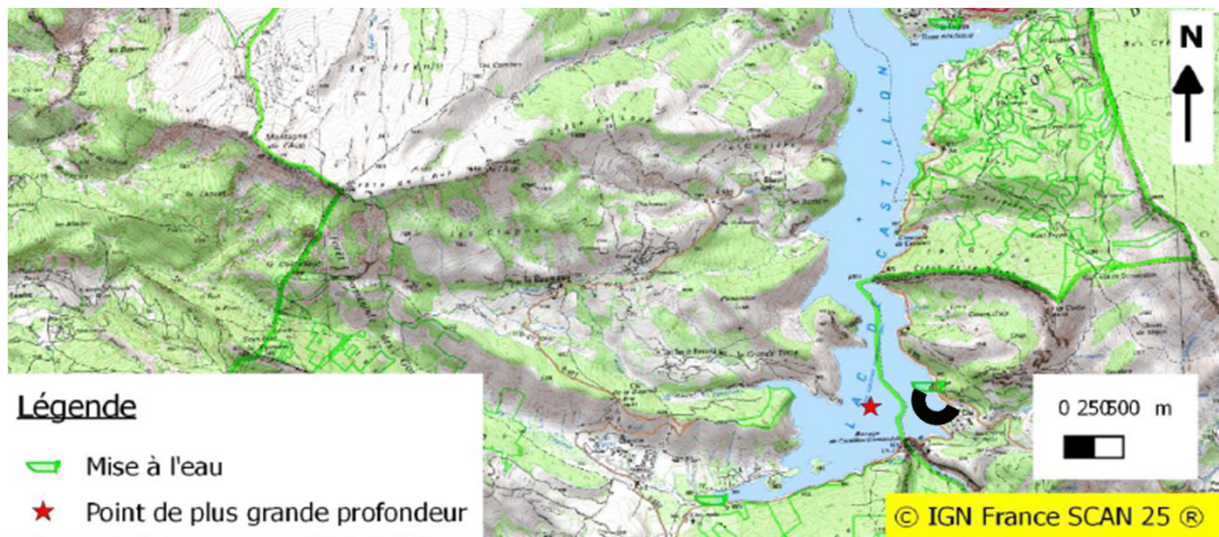
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Castillon	Date :	08/06/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et H. Coppin	Campagne	2 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Demandolx (04)		
Lac marnant :	oui	Type :	A3
Temps de séjour :	126	jours	
Superficie du plan d'eau :	482	ha	retenues de moyenne montagne, calcaire, profondes
Profondeur maximale :	95	m	

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



Légende

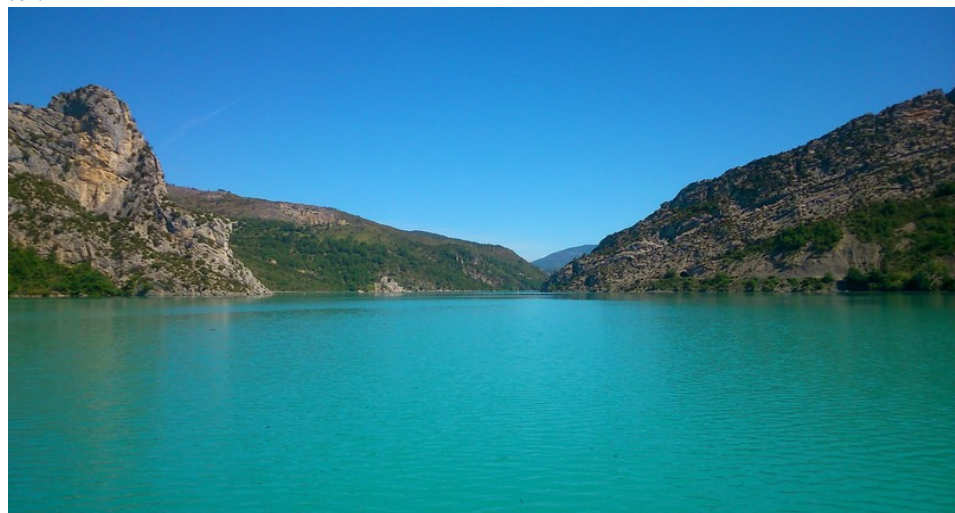
- Mise à l'eau
- Point de plus grande profondeur

localisation du point de prélèvements

angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

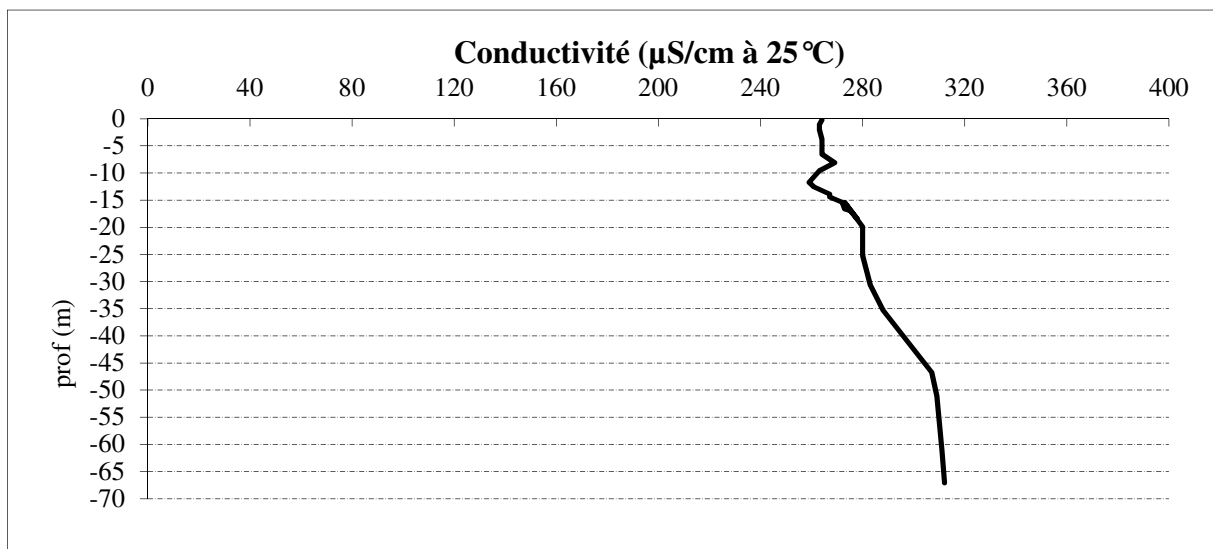
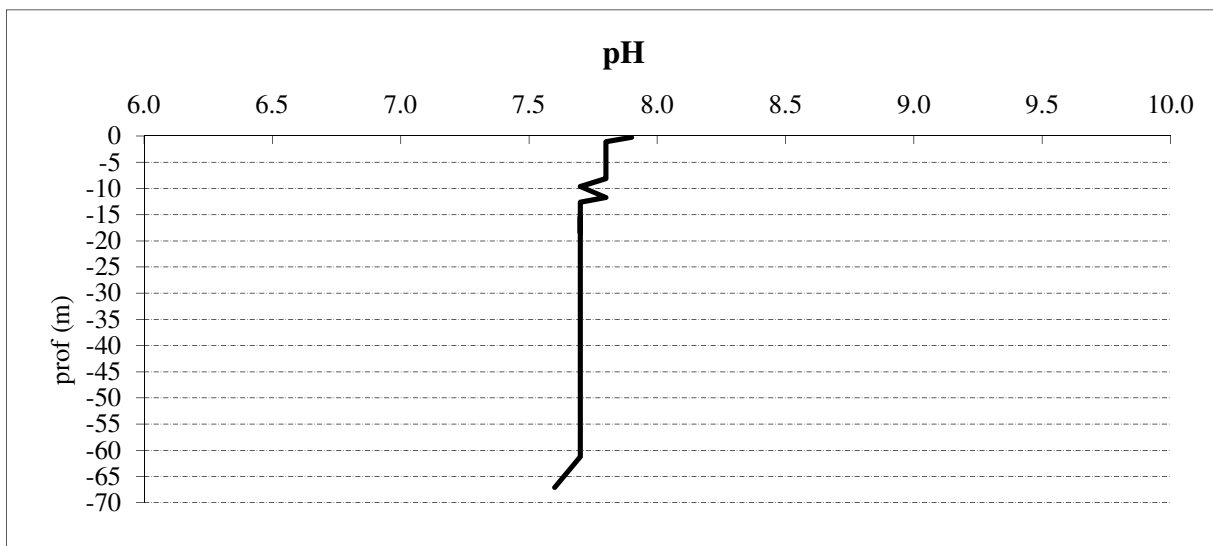
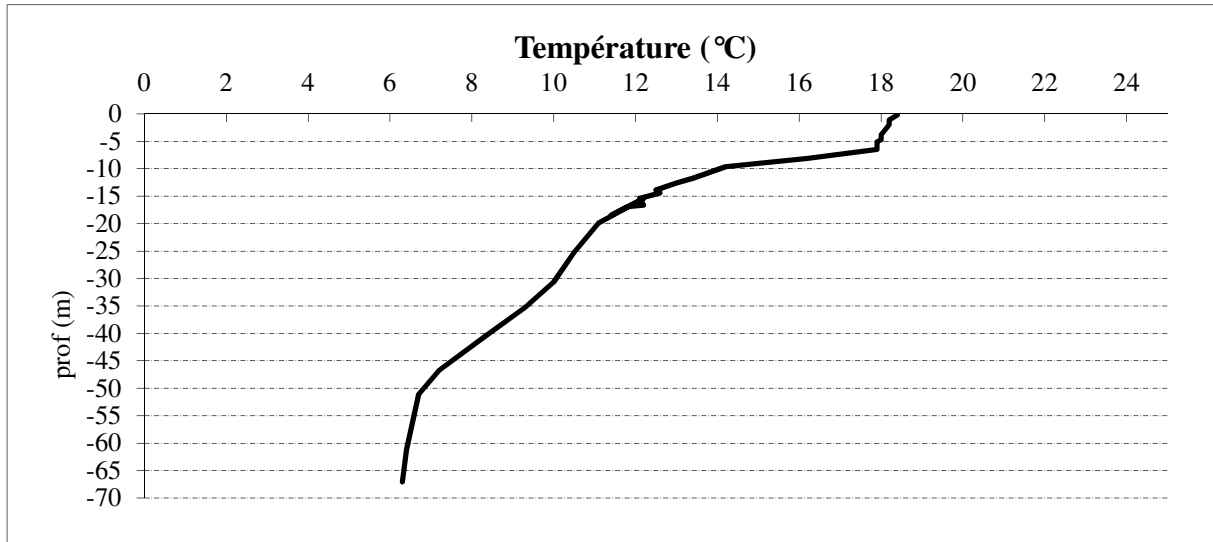


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Castillon	Date :	08/06/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : L. Bochu et H. Coppin	Campagne	2 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037
STATION			
Coordonnées de la station Lambert 93	relevées sur :	GPS	Côte à l'échelle en m 887
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms)	X : 984023 X : 6°32'06.7"	Y : 6315968 Y : 43°53'07.8" alt. 887 m alt.: m
Profondeur :	69.0 m		
Conditions d'observation :	Vent :	nul	P atm standard : hPa
	Météo :	ensoleillé sec	Pression atm. : 918 hPa
	Surface de l'eau :	lisse	Hauteur des vagues : 0,00 m
	Bloom algal :	non	
Marnage :	oui	Hauteur de la bande : 3 m	
Campagne :	2	campagne de fin d'hiver : homothermie du plan d'eau avant démarrage de l'activité biologique	
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE			
Horaires :	Heure de début du relevé : 10:00 Heure de fin du relevé : 10:20		
Type de prélèvement :	Eau pour physico-chimie et phytoplacton		
Heure de prélèvement :	10:00 à 10h 20	Matériel employé : tuyau intégrateur 10 m	
Profondeur :	0 à 6 m		
Volume prélevé :	10 l	Nombre de prélèvements : 10	
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place :		Vol filtré : 1000 ml
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 5 ml		
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Contact préalable :	EDF DPIH : Monsieur Jean Claude Bonaiti, chef de groupement de Castillon		
Remarques, observations :	DGA (base militaire) : Monsieur Blanchet pour autorisation d'accès Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Problème de mesure pour les matières organiques dissoutes: profil non rendu Le prélèvement a été réalisé depuis la plateforme de la DGA. Le site est donc décalé de 300 m par rapport au point de plus grande profondeur mentionné sur la fiche plan d'eau. La fosse Zmax est étendue sur cette retenue.		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Code prélèvement	353198	bon transport	6931011003429940
Au transporteur :	TNT	Ville Sisteron	le 08/06/17 à 14:30
Réception :	Arrivée au laboratoire CARSO dans la matinée du :		09/06/2017

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

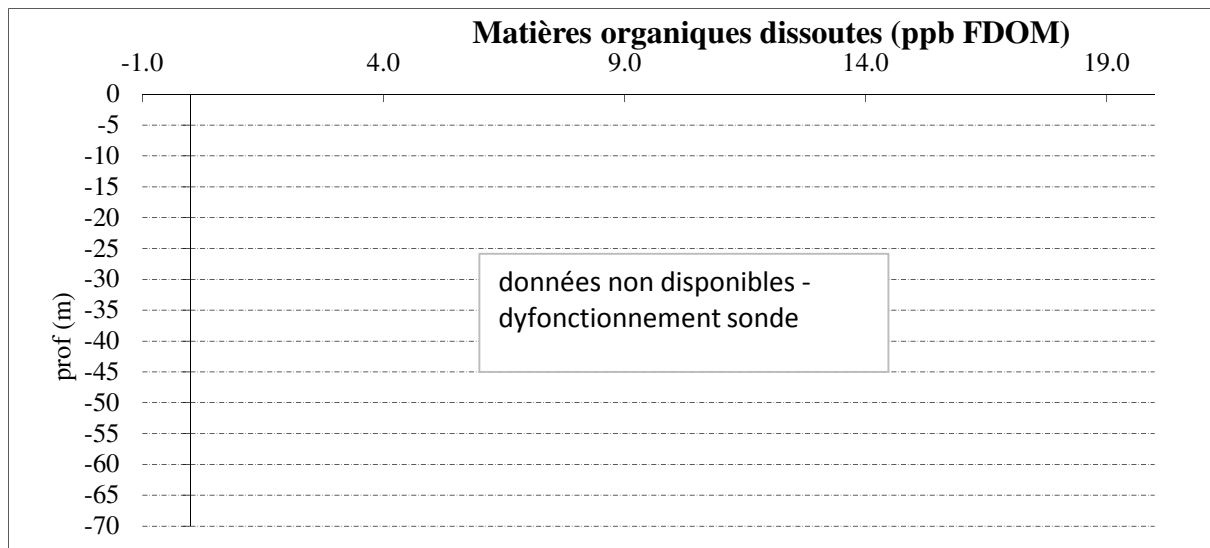
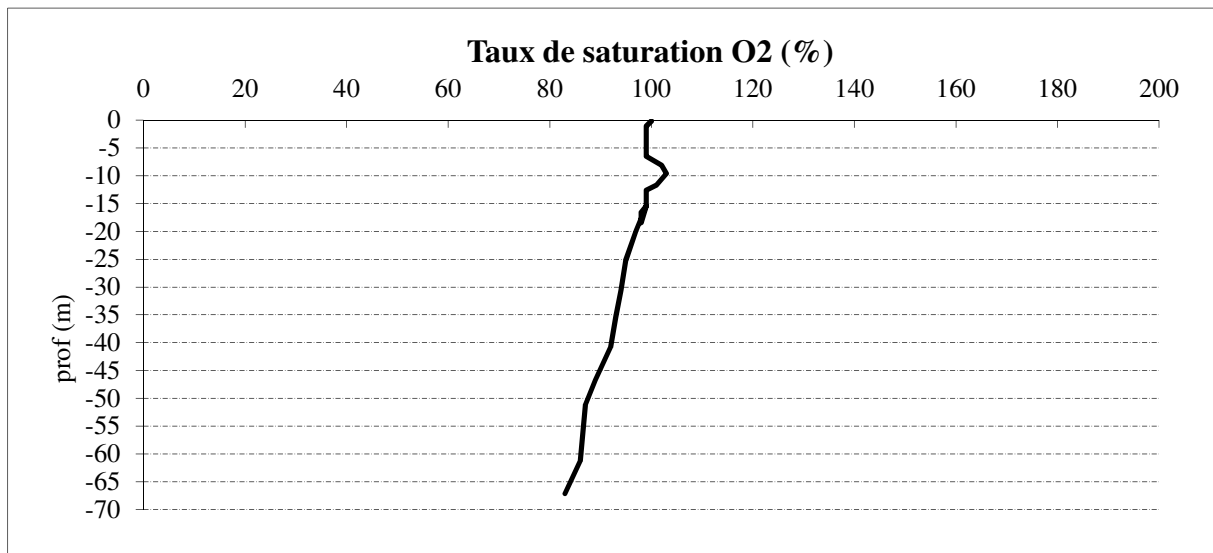
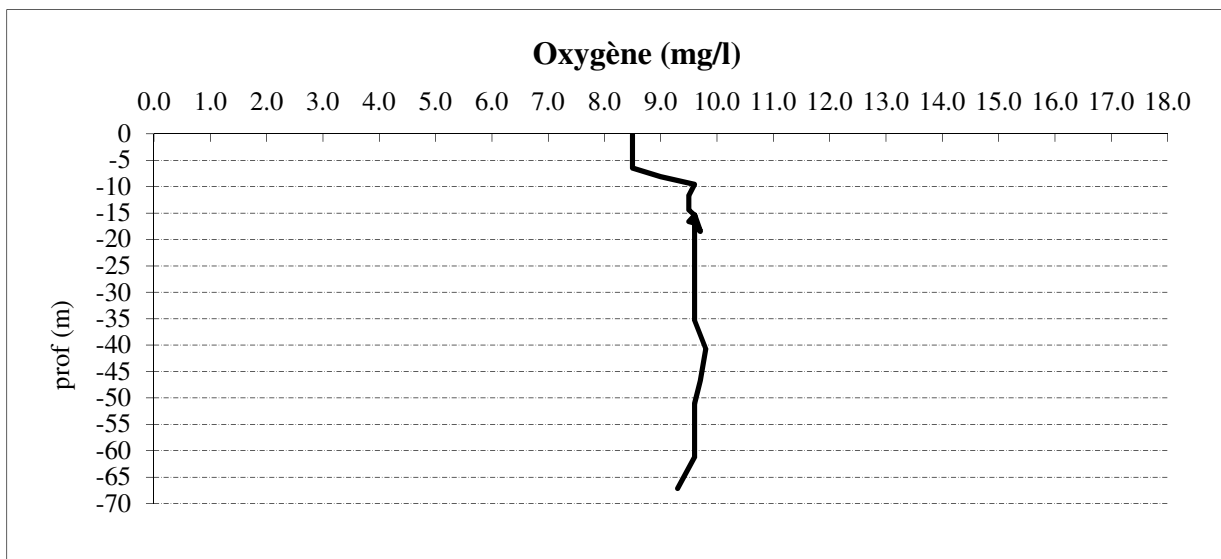
Plan d'eau :	Castillon	Date :	08/06/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et H. Coppin</i>	Campagne	2 page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Castillon	Date :	08/06/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et</i>	H. Coppin	Campagne 2 page 5/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

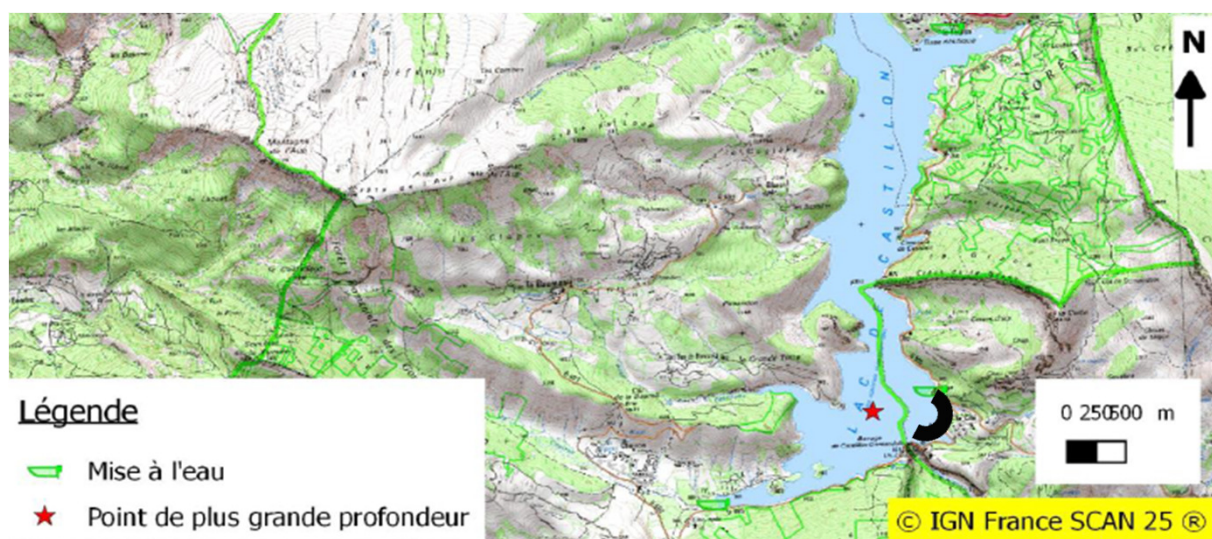
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Castillon	Date :	10/08/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy	Campagne	3 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Demandolx (04)		
Lac marnant :	oui	Type :	A3
Temps de séjour :	126	jours	
Superficie du plan d'eau :	482	ha	retenues de moyenne montagne, calcaire, profondes
Profondeur maximale :	95	m	

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



★ localisation du point de prélèvements ◐ angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

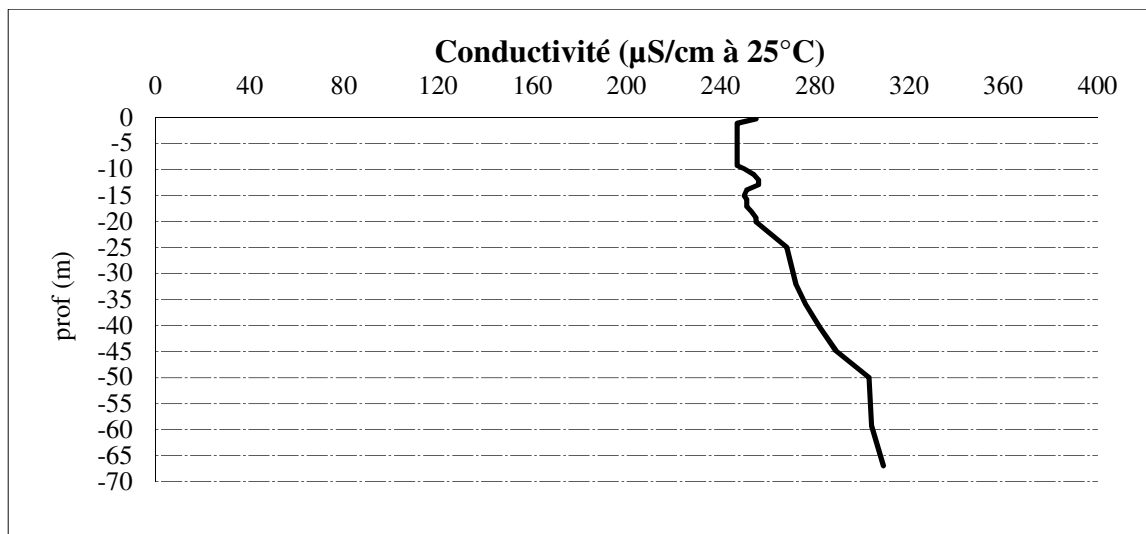
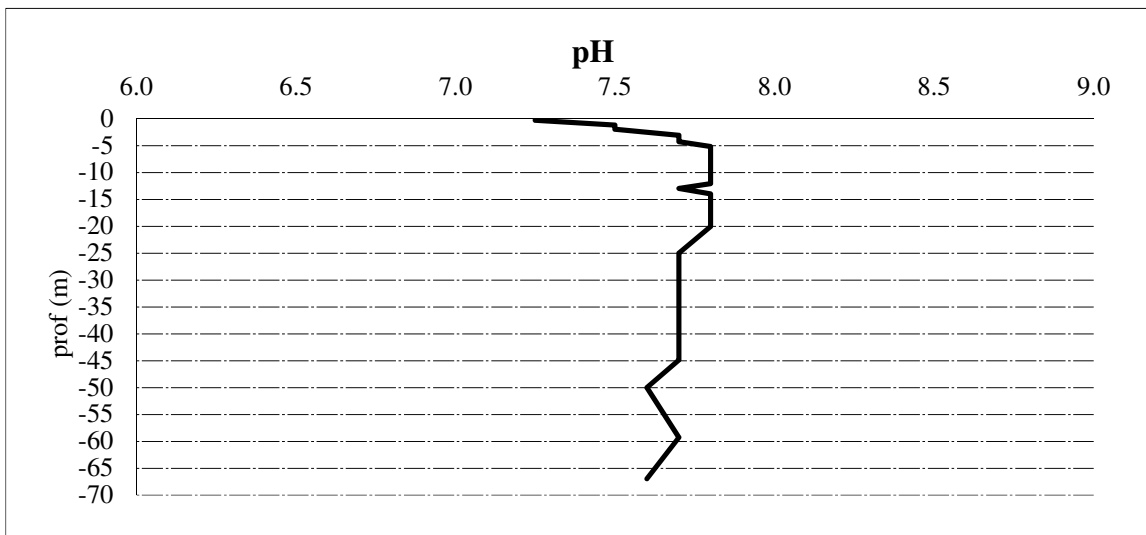
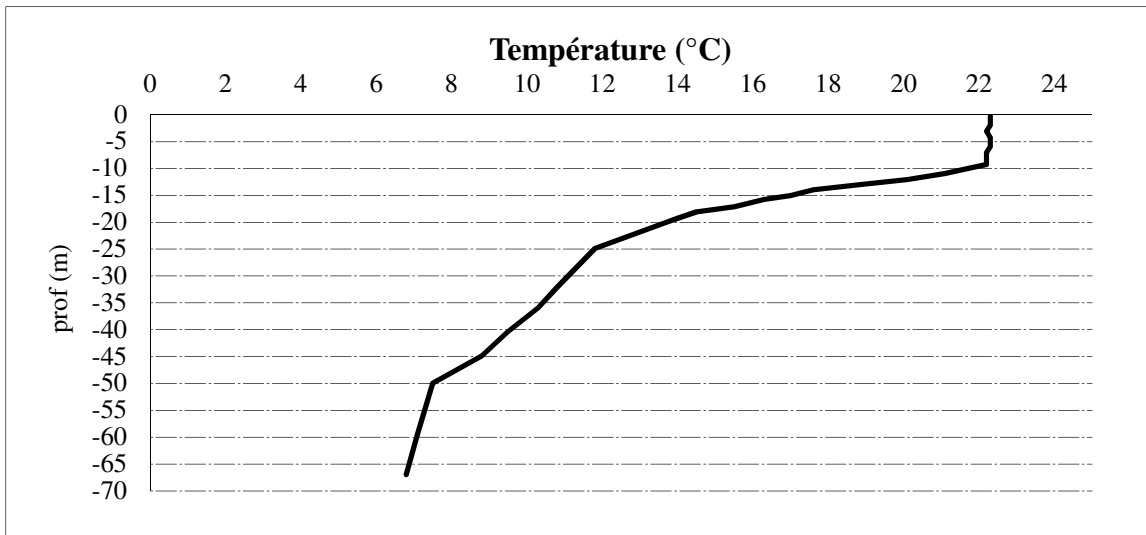


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Castillon	Date :	10/08/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy	Campagne	3 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037
STATION			
Coordonnées de la station Lambert 93 WGS 84 (systinternational)	relevées sur : GPS (en dms)	GPS X : 984023 X : 6°32'06.7"	Côte à l'échelle en m : 878.5 Y: 6315968 alt. 880 m Y : 43°53'07.8" alt.: m
Profondeur :	67.0 m		
Conditions d'observation :	Vent :	nul	P atm standard : hPa
	Météo :	sec fortement nuageux	Pression atm. : 915 hPa
	Surface de l'eau :	lisse	Hauteur des vagues : 0,00 m
	Bloom algal :	non	
Marnage :	oui	Hauteur de la bande : 3 m	
Campagne :	3	campagne estivale : thermocline bien installée, 2ème phase de croissance du phytoplancton	
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE			
Horaires :	Heure de début du relevé : 10h20 Heure de fin du relevé : 10h35		
Type de prélèvement :	Eau pour physico-chimie et phytoplancton		
Heure de prélèvement :	10:00 à 10h 20	Matériel employé : tuyau intégrateur 25 m	
Profondeur :	0 à 15.3 m		
Volume prélevé :	8 l	Nombre de prélèvements : 4	
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place : oui Vol filtré 1000 ml		
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 5 ml		
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Contact préalable :	EDF DPIH : Monsieur Jean Claude Bonaiti, chef de groupement de Castillon DGA (base militaire) : Monsieur Blanchet pour autorisation d'accès		
Remarques, observation :	Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Pic d'oxygène entre 13 et 20 m. Le prélèvement a été réalisé depuis la plateforme de la DGA. Le site est donc décalé de 300 m par rapport au point de plus grande profondeur mentionné sur la fiche plan d'eau. La fosse Zmax est étendue sur cette retenue.		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Code prélèvement :	353199	bon transport	XY401807284EE
Au transporteur :	Chronopost	Ville Sisteron	le 10/08/17 à 14:30
Réception :	Arrivée au laboratoire CARSO dans la matinée du : 11/08/2017		

Relevé phytoplanktonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

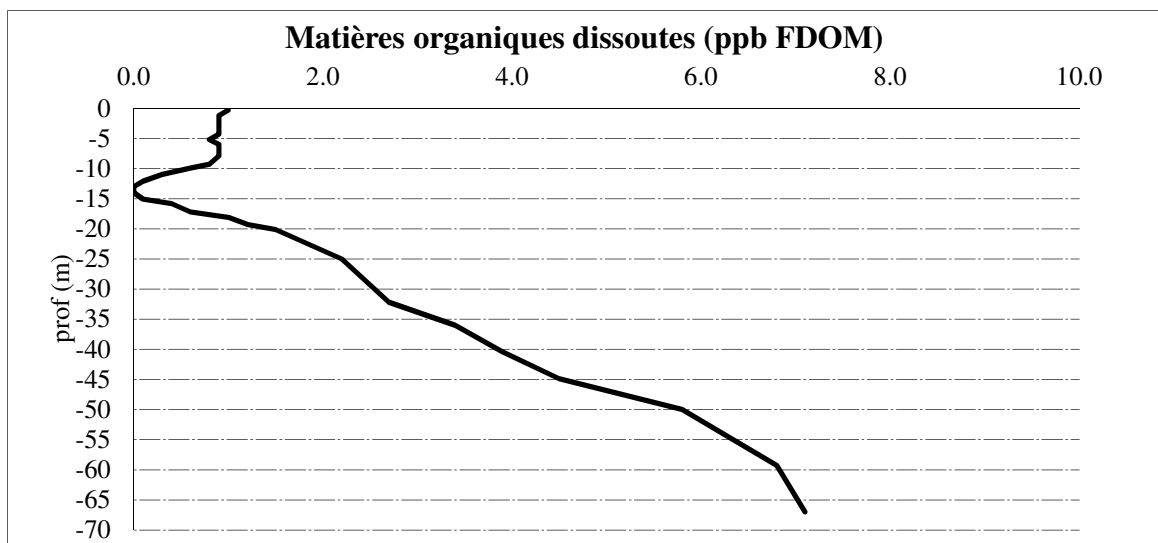
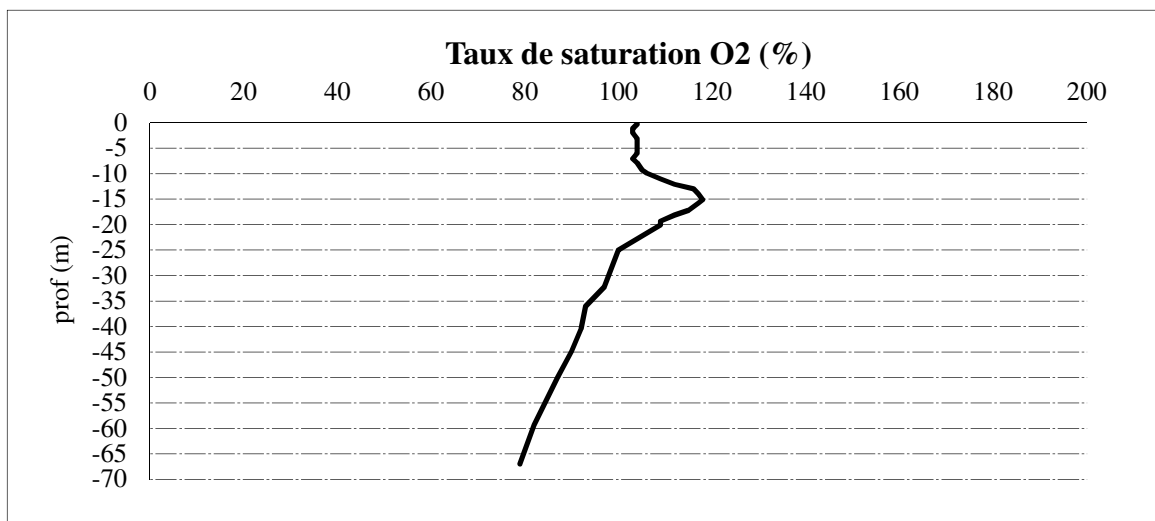
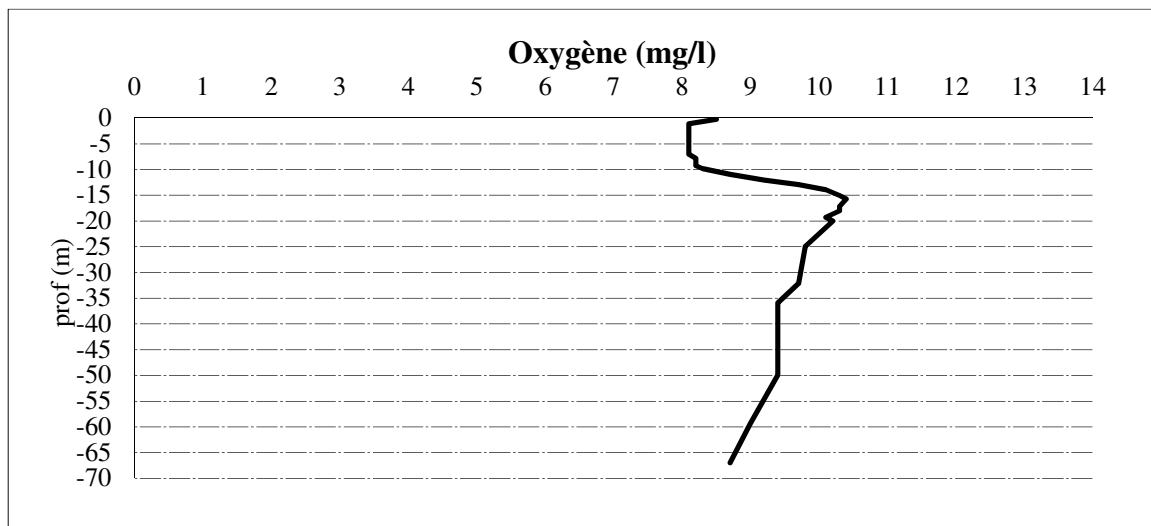
Plan d'eau :	Castillon	Date :	10/08/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy	Campagne	3 page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Castillon	Date :	10/08/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et A. Bonnefoy</i>	Campagne	3 page 5/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

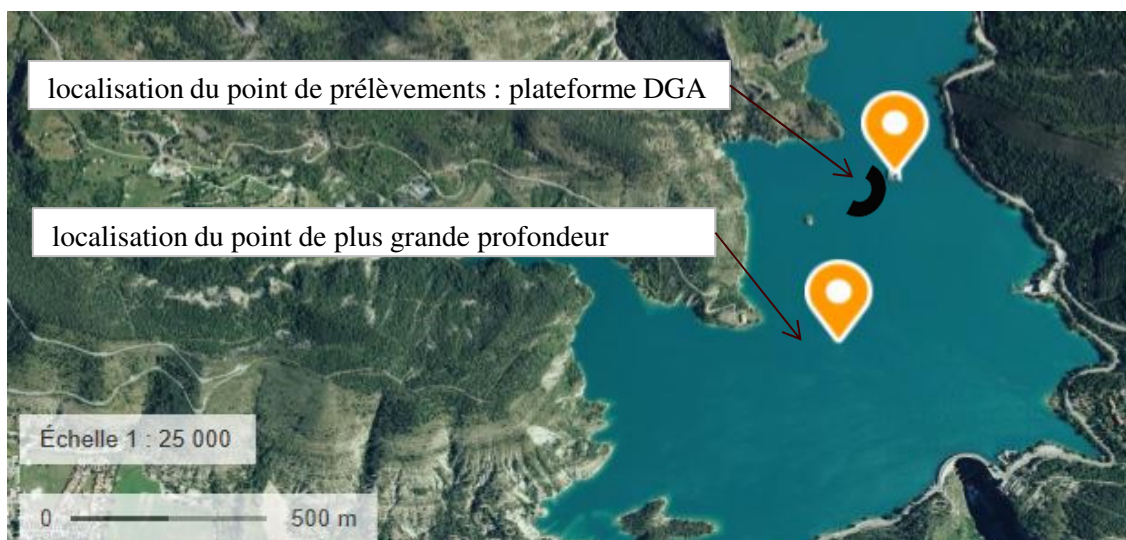
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION


Plan d'eau :	Castillon	Date :	12/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy	Campagne	4 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Demandolx (04)	Type :	A3
Lac marnant :	oui		
Temps de séjour :	126 jours		
Superficie du plan d'eau :	482 ha	retenues de moyenne montagne, calcaire, profondes	
Profondeur maximale :	95 m		

Carte : (extrait geoportail orthophotos, 1/25 000)



 angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

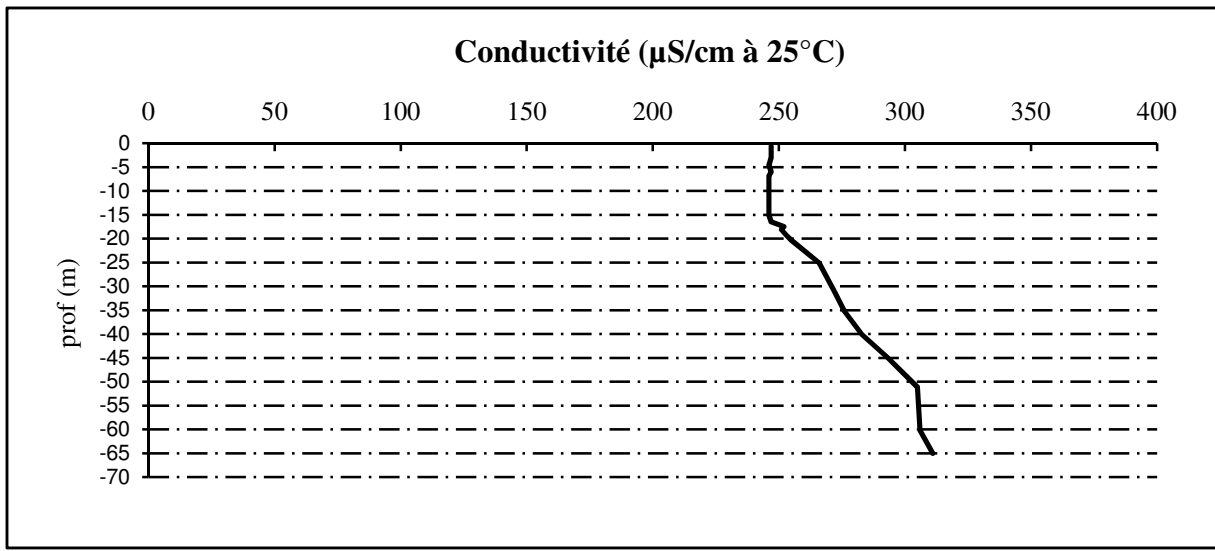
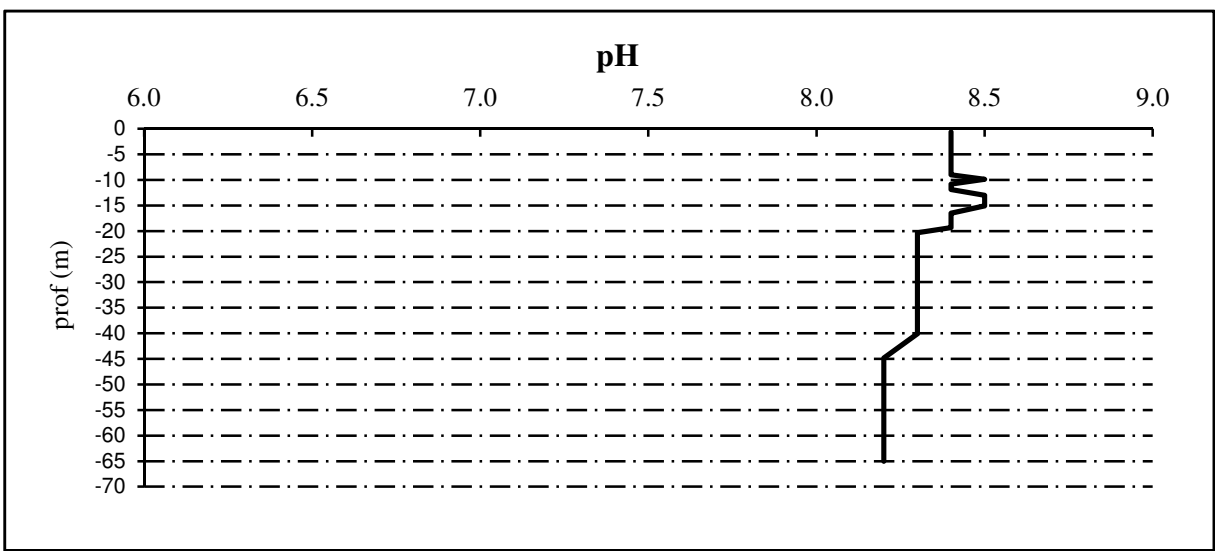
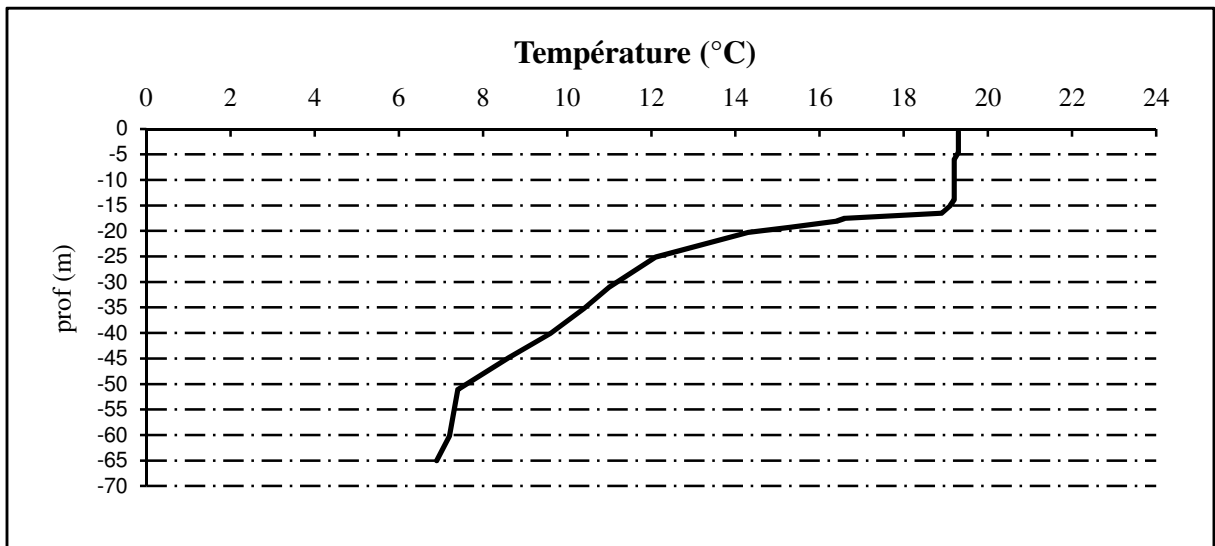


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Castillon	Date :	12/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : L. Bochu et A. Bonnefoy	Campagne	4 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037
STATION			
Coordonnées de la station Lambert 93	relevées sur :	GPS	Côte à l'échelle en m abs
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms)	X : 984023 X : 6°32'06.7"	Y : 6315968 Y : 43°53'07.8" alt. 880 m alt.: m
Profondeur :	65.0 m		
Conditions d'observation	Vent :	moyen	P atm standard : hPa
	Météo :	ensoleillé sec	Pression atm. : 915 hPa
	Surface de l'eau :	faiblement agitée	Hauteur des vagues : 0.15 m
	Bloom algal :	non	
Marnage :	non	Hauteur de la bande : 0 m	
Campagne :	4	campagne de fin d'été : fin de stratification estivale, avant baisse de la température	
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE			
Horaires :	Heure de début du relevé : 14:20 Heure de fin du relevé : 14:35		
Type de prélèvement :	Eau pour physico-chimie et phytoplancton		
Heure de prélèvement :	14:20 à 14h 35	Matériel employé : tuyau intégrateur 25 m	
Profondeur :	0 à 14.6 m		
Volume prélevé :	8 l	Nombre de prélèvements : 4	
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place : oui vol filtré : 1000 ml		
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 5 ml		
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Contact préalable :	EDF DPIH : Monsieur Jean Claude Bonaiti, chef de groupement de Castillon		
Remarques, observations :	DGA (base militaire) : Monsieur Blanchet pour autorisation d'accès		
	Mesures in situ à l'aide de 2 sondes multiparamètres MS5 en profondeur Pic d'oxygène entre 13 et 20 m. Le prélèvement a été réalisé depuis la plateforme de la DGA (même endroit pour les 4 campagnes). Le site est donc décalé de 300 m par rapport au point de plus grande profondeur mentionné sur la fiche plan d'eau. La fosse Zmax est étendue sur cette retenue.		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Code prélèvement :	353200	bon transport	
Au transporteur :	TNT	Ville Sisteron	le 12/09/17 à 17:00
Réception :	Arrivée au laboratoire CARSO dans la matinée du :		13/09/17

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Castillon	Date :	12/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et A. Bonnefoy</i>	Campagne	4 page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Castillon	Date :	12/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	X2205023
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et A. Bonnefoy</i>	Campagne	4 page 5/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

