

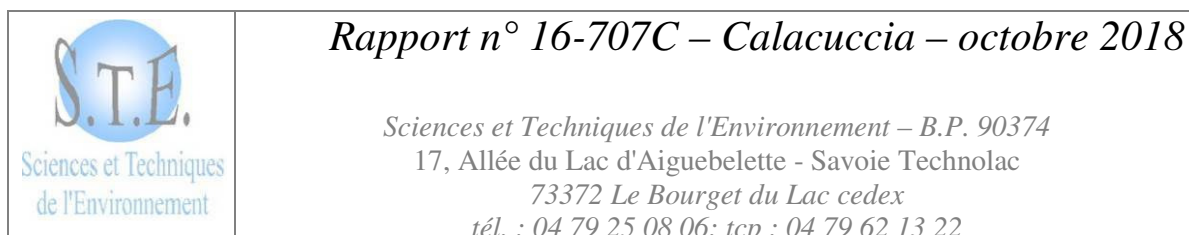


**ÉTUDE DES PLANS D'EAU DU PROGRAMME DE
SURVEILLANCE DES BASSINS RHONE-
MEDITERRANEE ET CORSE – LOT N°3 SUD
RAPPORT DE DONNEES BRUTES ET
INTERPRETATION
RETENUE DE CALACUCCIA**

SUIVI ANNUEL 2017



Retenue de Calacuccia (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>12</u>
<u>1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHEMIS</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 PHYSICOCHEMIS 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 PHYSICOCHEMIS DES EAUX (HORS MICROPOLLUANTS)	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	29
<u>3 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU</u>	<u>30</u>
<u>- ANNEXES -</u>	<u>31</u>
<u>ANNEXE 1. COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES PHYSICO-CHEMIS 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@eurmc.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 Calacuccia (2B)
Référence du document	Rapport n°16-707C /2017- rapport Calacuccia
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 ; Tsp. : 04.79.62.13.22

Contrôle qualité

Version	Rédigé par	Date	Visé par	Date
V1	Audrey Péricat, Sonia Baillot	31/05/2018	Eric Bertrand	31/05/2018
V2	Audrey Péricat	02/10/2018	Suite aux remarques de L. Imbert (courriel du 22/08/2018)	

Thématique

Mots-clés	Géographiques : Bassin Corse – Corse – Retenue de Calacuccia Thématiques : Réseaux de surveillance – Etat trophique – Plan d'eau
------------------	---

Résumé	Le rapport rend compte de l'ensemble des données collectées sur la retenue de Calacuccia 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			
	Physico-chimie classique et micropolluants		DBO5, PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, Corg, MEST, Turbidité, Si dissoute	Intégré			
			Micropolluants sur eau*	Intégré			
			Chlorophylle a + phéopigments	Intégré			
				Ponctuel de fond			
	Paramètres de Minéralisation		Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻	Intégré			
				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			
		Micropolluants	Micropolluants sur sédiments*				
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Intégré - Protocole IRSTEA/Utermöhl	X	X	X	X
		Invertébrés	Protocole en cours de développement		X		
		Diatomées	Protocole IRSTEA			X	
		Macrophytes	Norme XP T 90-328			X	

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

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

CO : un passage tous les trois ans

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

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

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

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

La liste des plans d'eau suivis en 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_jac	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 Calacuccia se situe en Haute-Corse sur la commune de Calacuccia (carte 1). Le barrage sur le haut Golo a été créé en 1968, l'ouvrage à voûtes multiples et contreforts en béton armé atteint 74 m de hauteur.



Carte 1 : Localisation de la retenue de Calacuccia (Haute-Corse)

Le plan d'eau est à la cote moyenne de 792 m NGF. Le Golo prend sa source à 2000 m d'altitude environ sur les pentes du *Capu Tafunatu*. Il s'écoule en direction du sud puis remonte vers le nord-est où il reçoit de nombreux affluents permanents ou temporaires. Au droit du barrage, le bassin versant atteint 127 km². La retenue forme un plan d'eau de 130 ha, pour une profondeur maximale de 65 m environ (Carte 2). Une dérivation des eaux du Tavignano complète l'alimentation du barrage, cette conduite se situe au droit de l'usine électrique de Sovenzia.



Carte 2 : Présentation du secteur de prélèvement

Ce barrage, géré par E.D.F., est destiné à la production d'hydroélectricité. Le marnage atteint plus de 20 m annuellement. La navigation est interdite sur le lac.

L'alimentation de la retenue devient une vraie problématique pour l'exploitant du fait de la baisse globale des précipitations (apports pluies automnales et fonte de neige) en Corse ces dernières années. Un déficit chronique d'alimentation se fait ressentir.

2 CONTENU DU SUIVI 2017

La retenue de Calacuccia 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 Calacuccia 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

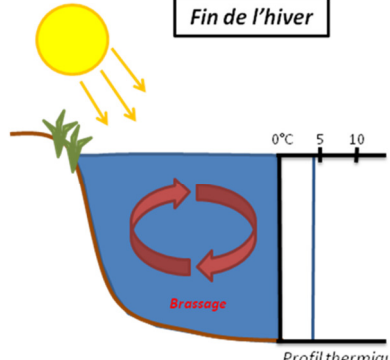
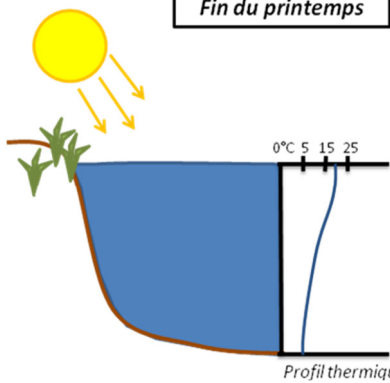
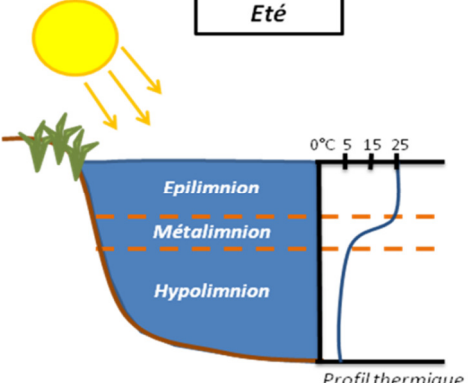
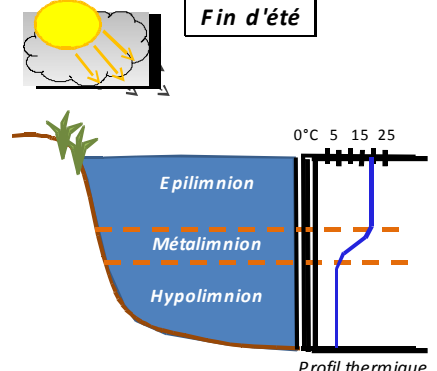
Le tableau ci-dessous indique la répartition des missions aussi bien en phase terrain qu'en phase laboratoire/détermination. S.T.E. a, en outre, eu en charge de coordonner la mission et de collecter l'ensemble des données pour établir les rapports et mener l'exploitation des données.

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

Retenue de Calacuccia	Phase terrain				Laboratoire - détermination
	C1	C2	C3	C4	
Campagne					
Date	28/03/17	17/05/17	19/07/17	06/09/17	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 ETAPES DE LA VIE LACUSTRE

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

<p><u>Campagne 1</u></p> <p>La première campagne correspond à la phase d'homothermie du plan d'eau. La masse d'eau est homogène (en température et en oxygène). Sur les lacs monomictiques, cette phase intervient en hiver. La campagne est donc réalisée en fin d'hiver avant que l'activité biologique ne débute (février/Mars dans les régions méditerranéennes). (Cf. Figure 1).</p> <p><i>Plan d'eau qui présente une seule alternance stratification / déstratification annuelle.</i></p>	<p style="text-align: center;">Fin de l'hiver</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;">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;">Eté</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;">Figure 4 : Fin d'été, baisse de la thermocline</p>

3 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2017

Les conditions climatiques de l'année 2017 pour le lac de Calacuccia sont analysées à partir de la station météorologique de Corté, située à 10 kms à l'Est du plan d'eau.

L'année 2017 a été globalement assez chaude avec une température moyenne de 14,1°C contre 13,2 sur la période 1981-2010 (+0,9°C par rapport aux moyennes de saison). Les mois de juin, juillet et août ont été particulièrement chauds. L'hiver a été doux.

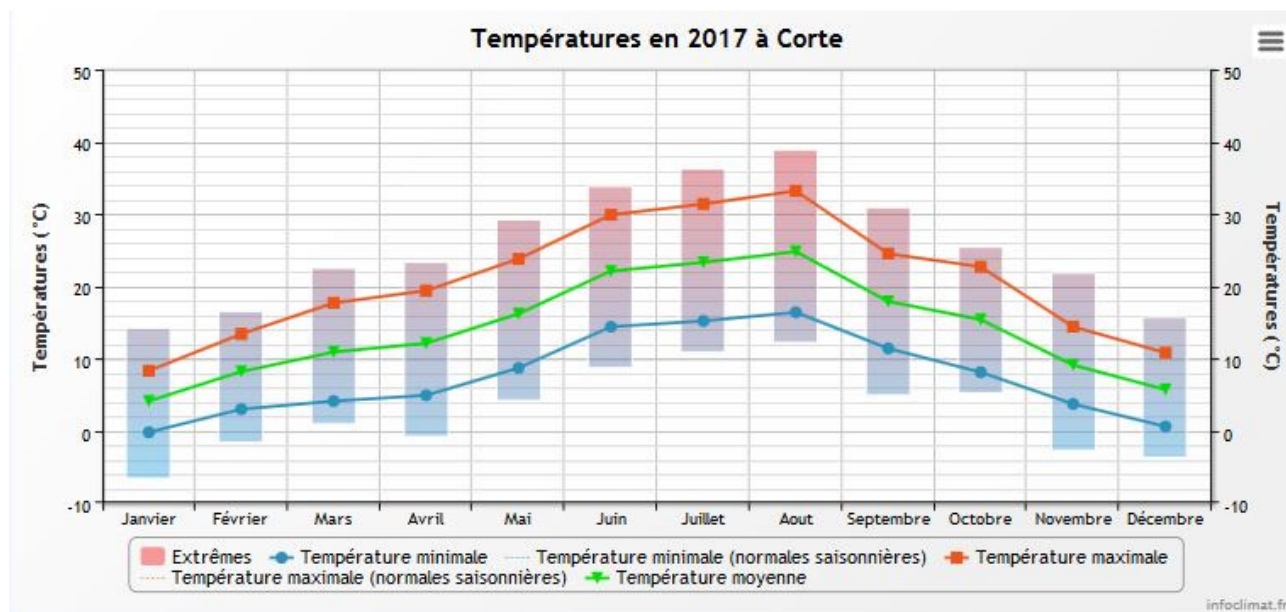


Figure 5 : Moyennes mensuelles de température à la station de Corté (Source: Info-climat)

Le cumul des précipitations est inférieur à la normale (696 mm en 2017 contre 818 mm mesuré en moyenne sur la période 1981-2010), soit **15% de déficit de pluviométrie**.

Ces données sont présentées sur la Figure 6. Il ressort les éléments suivants :

- ✓ Fortes pluies en janvier (>250 mm)
- ✓ Pluies nulles en Août et octobre ;
- ✓ Pluviométrie très déficitaire au printemps (mars à juin).

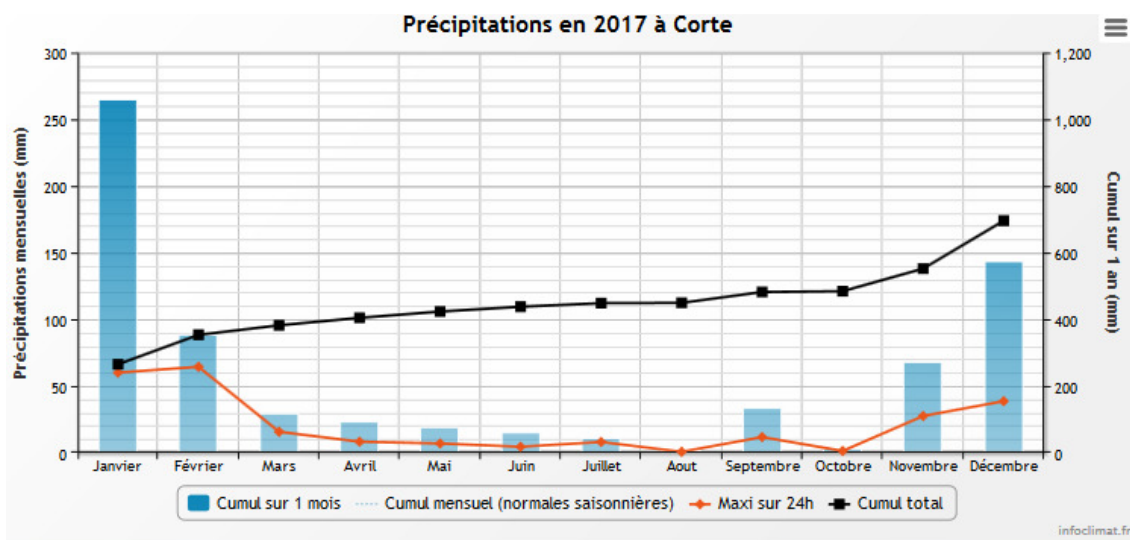


Figure 6 : Cumul de précipitations mensuelles à la station de Corté (Source : Info-climat)

L'année 2017 est caractérisée par des fortes précipitations sur le centre Corse en janvier, permettant un bon remplissage de la retenue de Calacuccia en fin d'hiver, puis les précipitations ont été très déficitaires tout le reste de l'année, générant un réchauffement important des eaux en période estivale.

Au global, l'année 2017 est chaude et déficitaire en pluviométrie en printemps et à l'automne sur le haut Golo.

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 Calacuccia 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 7).

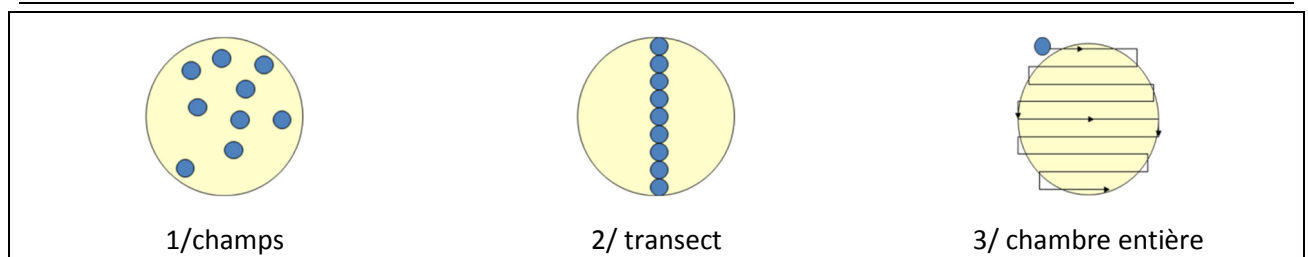


Figure 7 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage

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

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

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

- CHAPITRE 4 : RESULTATS DES
INVESTIGATIONS -

1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES SUR EAU

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

1.1 PROFILS VERTICAUX ET EVOLUTIONS SAISONNIERES

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

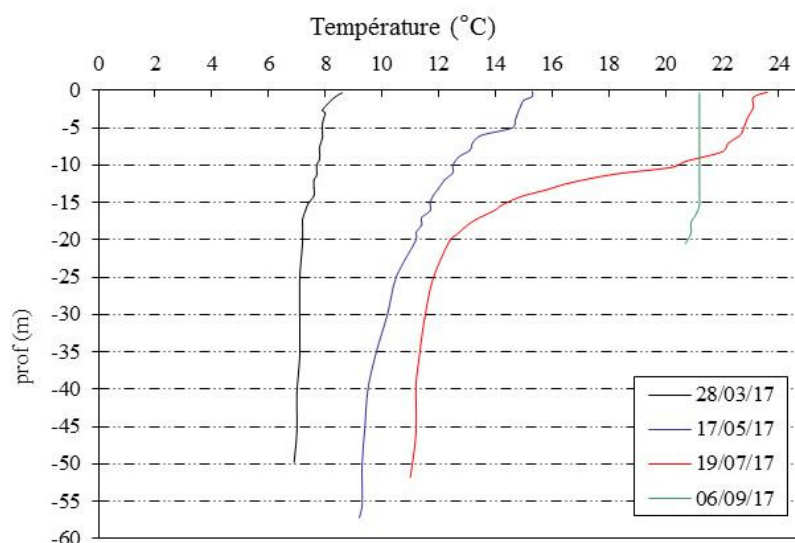


Figure 9 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur

En fin d'hiver, la colonne d'eau est homogène à 7-8°C.

La campagne de printemps fait apparaître un réchauffement des eaux dans la couche de surface. La température atteint 15°C en surface et se maintient à 9°C dans la zone profonde.

La stratification thermique est bien nette le 19 juillet : l'épilimnion (0- 8m) est à 23°C environ tandis que les eaux hypolimniques (20-53 m) sont à 9-10°C, soit une amplitude thermique de 14°C. La thermocline se situe entre 8 et 18 m de profondeur.

Le profil de la campagne du 6 septembre n'est pas complet¹. Les eaux sont à 21,2°C sur les 20 premiers mètres de la colonne d'eau. Il semble que la stratification thermique soit maintenue, avec un enfoncement caractéristique de la thermocline.

La stratification thermique est donc marquée sur la retenue de Calacuccia. Un brassage des eaux peut avoir lieu en fin d'été avec la baisse du niveau du plan d'eau.

¹ Météo très ventée, difficile d'atteindre le point de plus grande profondeur avec le moteur électrique, ce qui explique la faible profondeur pour le profil (profondeur théorique 48m).

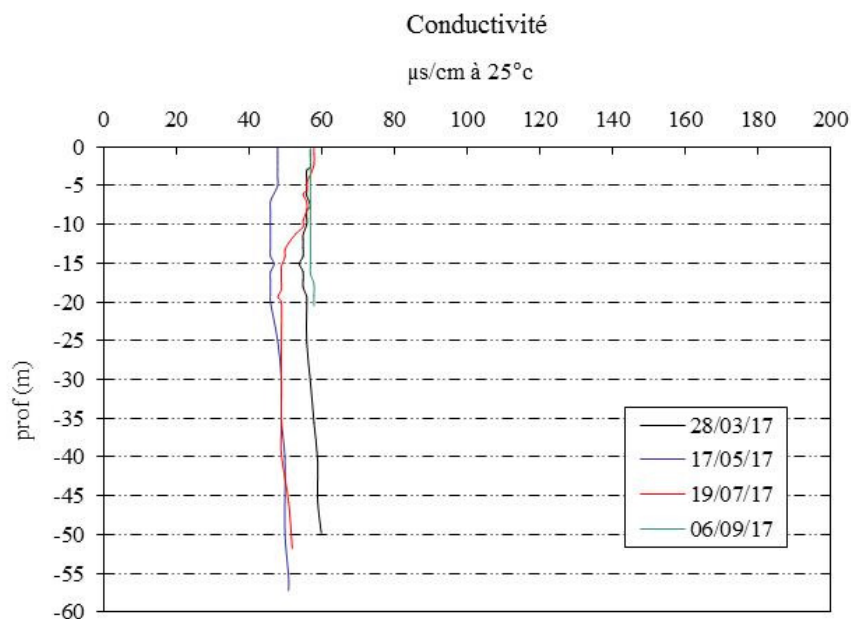


Figure 10 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur

La conductivité indique une eau très faiblement minéralisée moyenne ($45 < \text{cond} < 60 \mu\text{S/cm}$), typiquement en lien avec les terrains métamorphiques du bassin versant. Elle varie très peu sur la colonne d'eau lors des 4 campagnes.

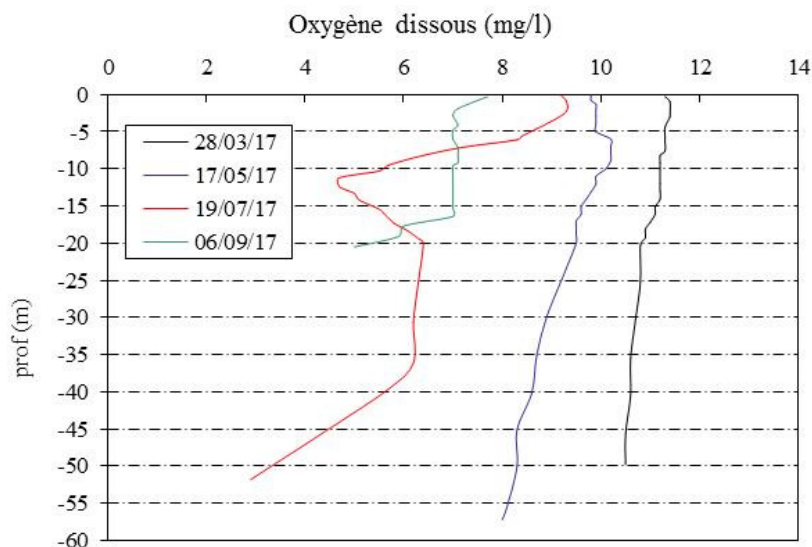


Figure 11 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur

En fin d'hiver, l'oxygénation est bonne et homogène sur la colonne d'eau (94 à 105% sat). Le 17 mai, le profil d'oxygénation est très similaire à la 1^{ère} campagne. Une consommation en oxygène apparaît en profondeur (76% saturation en O_2 au fond).

L'activité photosynthétique est visible lors de la campagne estivale : la couche de surface est à 120% de saturation. L'oxygénation diminue rapidement entre 5 et 12 m (53 % sat). Au fond du plan d'eau, l'oxygène dissous est réduit à 30% de saturation indiquant une forte demande en oxygène pour dégrader la matière organique.

Le profil de C4 est incomplet. L'oxygénation est proche de 90% dans l'épilimnion (0-16 m). Elle diminue sous 16 m pour atteindre 60% à 20 m de profondeur. La couche profonde présente très vraisemblablement une forte demande en oxygène (saturation comprise entre 20 et 60%).

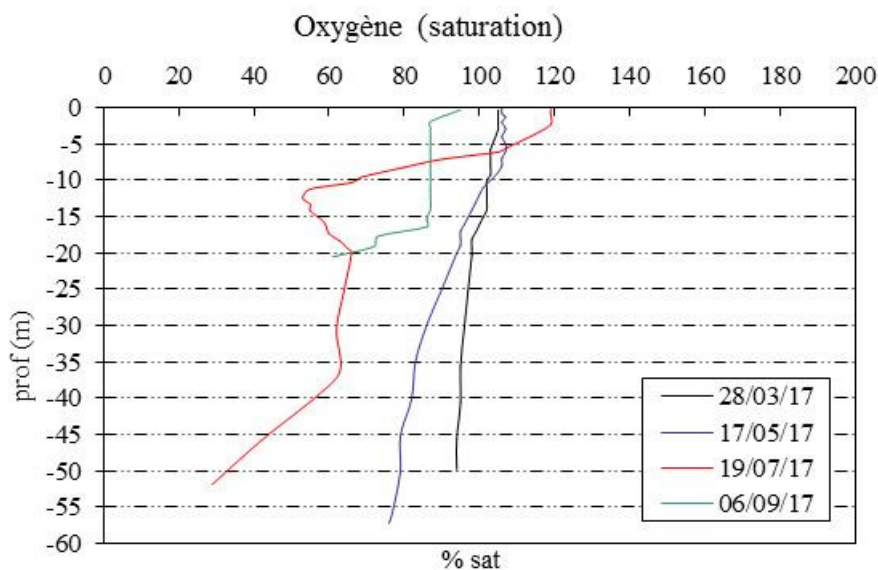


Figure 12 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur

Le pH est variable dans les eaux de la retenue de Calacuccia. La conductivité étant très faible, les eaux ont un faible pouvoir tampon.

En fin d'hiver, le pH est de 8 en surface, il diminue progressivement pour atteindre 7 au fond.

En C2, le pH est assez faible : 7,3 dans l'épilimnion et diminution entre 6,6 et 6,8 dans la couche profonde (-10 à -55 m).

En campagne 3, l'activité biologique est maximale, entraînant une augmentation très nette du pH dans la couche euphotique (0-7 m) avec un pic à 9,4 u pH à 2-3 m. En dessous de 10 m, le pH est compris entre 7,2 et 7,5.

Lors de la campagne de fin d'été, le pH est à 7,5 u pH en surface, il diminue à 7,1 u pH entre 2 et 15 m puis à 7 à 20 m.

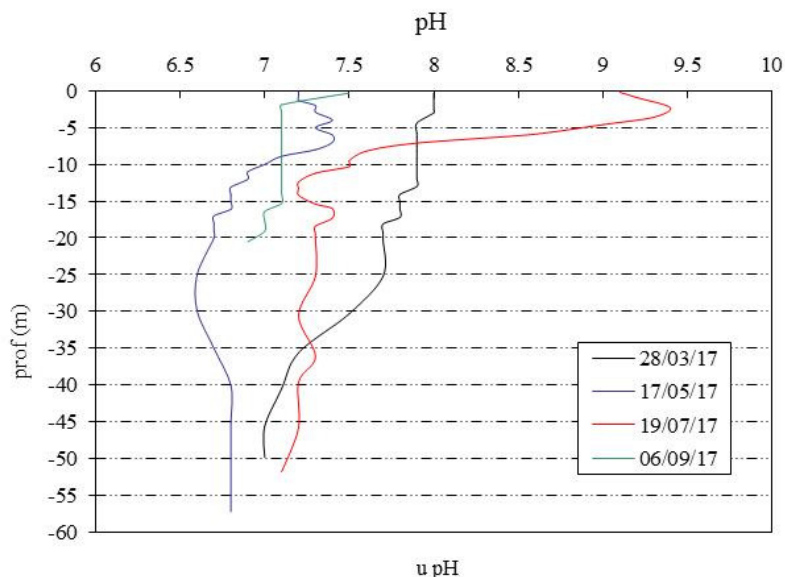


Figure 13 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur

1.2 PROFILS VERTICAUX MATIERES ORGANIQUES DISSOUTES

Les matières organiques dissoutes sont étudiées à l'aide d'une sonde EXO équipée d'un capteur *fdom* qui mesure les matières organiques dissoutes en ppb QSU sulfate de quinine. Les profils sont présentés sur la Figure 14.

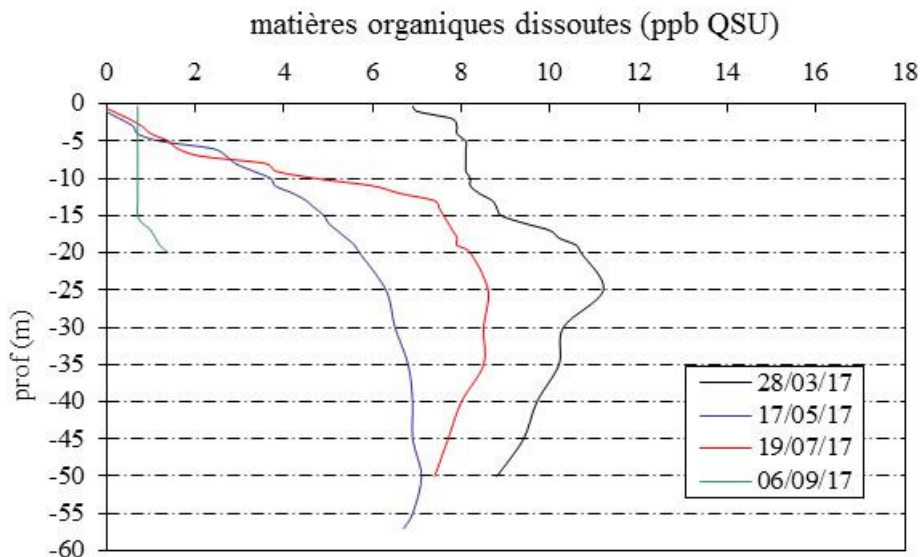


Figure 14 : profils verticaux des matières organiques dissoutes

Les matières organiques dissoutes sont présentes en quantités faibles à moyennes dans le barrage de Calacuccia.

En fin d'hiver, les MOD sont de 7 ppb en surface, elles augmentent en profondeur pour atteindre un maximum de 11 ppb QSU à -25 m, puis 8 ppb au fond (50 m).

Les profils suivants indiquent une faible teneur en matières organiques dissoutes (< 1 ppb) sur les 5 premiers mètres. Les MOD augmentent en profondeur pour atteindre un maximum de 6 ppb au fond le 17 mai, 8 ppb à 25 m le 19 juillet.

La charge en MOD est très faible (<1 ppb) en C4.

1.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES EAUX (HORS MICROPOLLUANTS)

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 Calacuccia		Unité	Code sandre	LQ	28/03/2017	17/05/2017	19/07/2017	06/09/2017
Code plan d'eau: Y7005003					intégré	intégré	intégré	intégré
PC eau	Ammonium	mg(NH ₄ ⁺)/l	1335	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	0.09
	Azote Kjeldahl	mg(N)/l	1319	0.5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Carbone organique dissous	mg(C)/l	1841	0.2	1.2	1.1	1.5	1.5
	DBO ₅	mg(O ₂)/l	1313	0.5	2.0	1.7	1.6	1.0
	DCO	mg(O ₂)/l	1314	20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	MES	mg/l	1305	1	4.0	3.5	3.9	2.2
	Nitrates	mg(NO ₃ ⁻)/l	1340	0.5	1.6	2.3	0.9	<LQ
	Nitrites	mg(NO ₂ ⁻)/l	1339	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Phosphates	mg(PO ₄ ³⁻)/l	1433	0.01	<LQ	0.01	<LQ	<LQ
	Phosphore total	mg(P)/l	1350	0.005	<LQ	0.006	<LQ	0.005
	Silicates	mg(SiO ₂)/l	1342	0.05	4.7	3.2	2.5	2.1
	Turbidité	NTU	1295	0.1	7.2	2.2	3.7	2.1
	Chlorophylle a	µg/l	1439	1	7	7	4	2
indice phéopigment	µg/l	1436	1	5	1	1	1	

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

Les concentrations en carbone organique dissous sont faibles lors des 4 campagnes, comprises entre 1,1 mg/l et 1,5mg/l. La concentration en DBO₅ est moyenne en fin d'hiver (2 mg/l) puis devient faible en fin de saison (1 mg/l). La DCO et l'azote Kjeldahl sont sous le seuil de quantification pour tous les échantillons.

Les eaux présentent peu de matières en suspension, les teneurs en MES diminuent au fil de la saison : 4 à 2,2 mg/l. La turbidité est relativement importante en fin d'hiver (7,2 NTU) puis devient faible lors des campagnes suivantes (2,1 à 3,7 NTU).

Globalement, les concentrations en nutriments disponibles sont faibles pour le phosphore et moyennes pour l'azote dans le lac de Calacuccia. Les nitrates sont disponibles entre 0,9 et 2,3 mg/l lors des campagnes 1, 2 et 3. Les nitrites sont absents (< LQ). L'ammonium est absent dans les eaux sauf en fin de saison : 0,09 mg/l.

Les orthophosphates ne sont disponibles dans les eaux qu'en C2 (10 µg/l). Le phosphore total est également faiblement présent en C2 (6 µg/l) et C4 (5 µg/l).

Le rapport N/P² est très élevé (>200) lors de la campagne de fin d'hiver : le phosphore reste le facteur limitant pour la production végétale par rapport à l'azote, favorisant ainsi le développement des chlorophycées.

La teneur en silicates est moyenne en début de saison (4,7 mg/l) permettant 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 moyenne dans les eaux de Calacuccia avec 2 à 7µg/l de chlorophylle a et 1 à 5 µg/l pour l'indice phéopigments.

² 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 Calacuccia, la zone euphotique et transparence mesurées sont représentées par le graphique de la Figure 15.

La transparence est homogène pour l'année 2017 dans la retenue de Calacuccia. Elle est minimale en fin d'hiver : 2,2 m mesurés. Elle est comprise entre 3 et 3,5 m lors des campagnes suivantes.

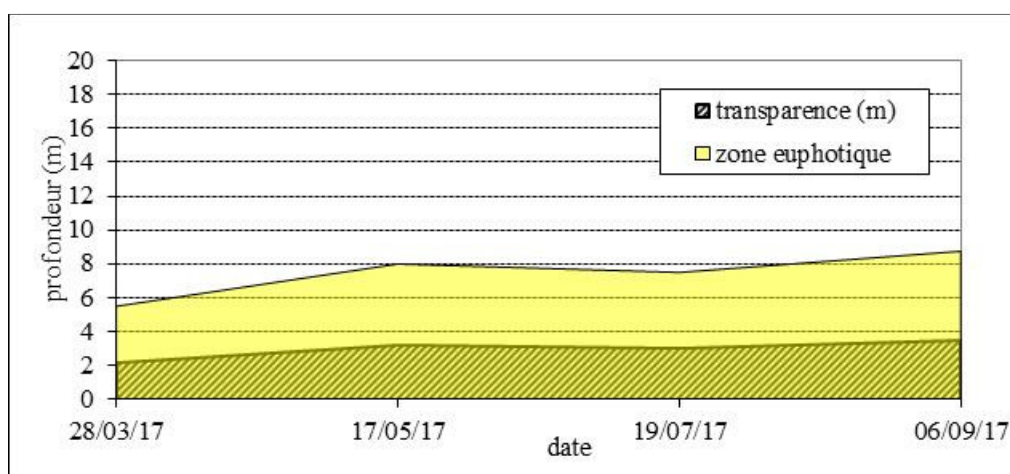


Figure 15 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes

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

La zone euphotique est assez faible avec 5,5 m lors de la 1^{ère} campagne. Elle est moyenne et comprise entre 7,5 et 8,8 m en période estivale.

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

Tableau 5: Analyse des pigments chlorophylliens

Lac de Calacuccia		Unité	Code sandre	LQ	28/03/2017	17/05/2017	19/07/2017	06/09/2017
Code plan d'eau: Y7005003					intégré	intégré	intégré	intégré
pigments chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/l	1439	1	7	7	4	2
	indice phéopigment	µg/l	1436	1	5	1	1	1
	somme	µg/l		1	12	8	5	3

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 moyennes dans les eaux de la retenue de Calacuccia. La somme des pigments (chlorophylle a + phéopigments) est comprise entre 3 et 12 µg/l dans les échantillons 2017.

La teneur en chlorophylle a dans l'échantillon du 19 juillet semble sous-estimé par rapport à la biomasse algale présente (2 mm³/l).

La concentration moyenne estivale (C2+C3+C4) en chlorophylle *a* est de 4,3 µg/l, ce qui traduit une production primaire moyenne 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	28/03/2017	17/05/2017	19/07/2017	06/09/2017
BACILLARIOPHYTA	Achnantheidium	9356		11.1	7.9	
	Asterionella fomsosa	4860	5321.6	7443.4	7.9	2.3
	Cocconeis	9361				0.5
	Diatomées centriques indéterminées	20160	5.0			
	Diatomées centriques indéterminées <10 µm	31228		94.4	23.6	0.9
	Diatomées pennées indéterminées	20161		22.2	7.9	
	Encyonema silesiacum	7443	5.0			
	Fragilaria	9533	9.9			
	Fragilaria arcus	9527	14.9			
	Fragilaria crotonensis	6666		205.5	2955.9	
	Meridion circulare	6736	5.0			
	Navicula	9430		5.6	7.9	3.2
	Nitzschia	9804				0.9
Ulnaria ulna	6849	5.0				
CHAROPHYTA	Cosmarium	6149		5.6		
	Elakatothrix gelatinosa	6102			7.9	
	Staurastrum avicula	6127			15.7	0.9
	Staurastrum cingulum	6209			7.9	0.5
	Staurastrum furcatum	6158			15.7	
CHLOROPHYTA	Stauroides mus	6177		5.6		
	Ankyra	5594		5.6		
	Chlamydomonas	6016	5.0	5.6		0.9
	Chlorella	5929		27.8		
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm	20154		27.8		
	Chlorophycées indéterminées	20155	5.0			0.5
	Oocystis lacustris	5757	39.6			
	Oocystis parva	5758			283.0	
	Pandorina morum	6046		27.8		
	Pseudodidymocystis planctonica	5787			7.9	
	Radiococcus planktonicus	9263			6061.2	83.3
Scenedesmus ellipticus	5826		22.2		17.0	
Schroederia setigera	5867	19.8	5.6	15.7		
Tetraedron minimum	5888			15.7		
CRYPTOPHYTA	Cryptomonas ovata	6274	9.9	66.7	39.3	71.4
	Plagioselmis nannoplanctica	9634	356.4	394.4	102.2	6.4
	Rhodomonas lens	24459			7.9	3.7
CYANOBACTERIA	Anabaena mendotae	35771			7.9	22.1
	Aphanocapsa	6307				0.5
	Aphanothece minutissima	9638			235.8	
	Dolichospermum viguieri	36070			1957.5	
	Oscillatoria	1108			7.9	
	Oscillatoria limosa	6408				23.0
DINOPHYTA	Radiocystis geminata	6387			23662.9	20635.9
	Gymnodinium	4925		16.7		0.5
HAPTOPHYTA	Gymnodinium cnecoides	20338			7.9	
	Erkenia subaequiciliata	6149		55.5		
HETEROKONTOPHYTA	Bicoeca	6102		11.1	7.9	
	Dinobryon bavaricum	6127			15.7	
	Mallomonas	6209	5.0			
	Ochromonas	6158		44.4		
	Uroglena	6177				8.3
	Nombre de taxons		14	21	26	20
	Nombre de cellules/ml		5807	8504	35494	20883

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

Groupe	Nom taxon	Code Sandre	28/03/2017	17/05/2017	19/07/2017	06/09/2017
BACILLARIOPHYTA	Achnantheidium	9356		0.00104	0.00074	
	Asterionella formosa	4860	1.38362	1.93528	0.00204	0.00060
	Cocconeis	9361				0.00035
	Diatomées centriques indéterminées	20160	0.00266			
	Diatomées centriques indéterminées <10 µm	31228		0.01039	0.00259	0.00010
	Diatomées pennées indéterminées	20161		0.01162	0.00411	
	Encyonema silesiacum	7443	0.00406			
	Fragilaria	9533	0.02397			
	Fragilaria arcus	9527	0.01485			
	Fragilaria crotonensis	6666		0.06166	0.88677	
	Meridion circulare	6736	0.00429			
	Navicula	9430		0.00661	0.00936	0.00384
Nitzschia	9804				0.00074	
Ulnaria ulna	6849	0.02339				
CHAROPHYTA	Cosmarium	6149		0.03888		
	Elakatothrix gelatinosa	6102			0.00150	
	Staurastrum avicula	6127			0.07861	0.00460
	Staurastrum cingulum	6209			0.11792	0.00691
	Staurastrum furcatum	6158			0.05817	
	Staurodesmus	6177		0.01555		
CHLOROPHYTA	Ankyra	5594		0.00050		
	Chlamydomonas	6016	0.00549	0.00616		0.00102
	Chlorella	5929		0.00194		
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm	20154		0.01444		
	Chlorophycées indéterminées	20155	0.00223			0.00021
	Oocystis lacustris	5757	0.00420			
	Oocystis parva	5758			0.01783	
	Pandorina morum	6046		0.01980		
	Pseudodidymocystis planctonica	5787			0.00073	
	Radiococcus planktonicus	9263			0.27881	0.00383
	Scenedesmus ellipticus	5826		0.00520		0.00399
Schroederia setigera	5867	0.00515	0.00144	0.00409		
Tetraedron minimum	5888			0.00550		
CRYPTOPHYTA	Cryptomonas ovata	6274	0.02073	0.13958	0.08231	0.14944
	Plagioselmis nannoplantica	9634	0.02495	0.02761	0.00715	0.00045
	Rhodomonas lens	24459			0.00181	0.00085
CYANOBACTERIA	Anabaena mendotae	35771			0.00127	0.00356
	Aphanocapsa	6307				0.00000
	Aphanothece minutissima	9638			0.00024	
	Dolichospermum viguieri	36070			0.32299	
	Oscillatoria	1108			0.00322	
	Oscillatoria limosa	6408				0.00299
	Radiocystis geminata	6387			0.16564	0.14445
DINOPHYTA	Gymnodinium	4925		0.02166		0.00060
	Gymnodinium cnecoides	20338			0.01792	
HAPTOPHYTA	Erkenia subaequiciliata	6149		0.00250		
HETEROKONTOPHYTA	Bicoeca	6102		0.00589	0.00417	
	Dinobryon bavaricum	6127			0.00332	
	Mallomonas	6209	0.01323			
	Ochromonas	6158		0.00444		
	Uroglena	6177				0.00158
	Nombre de taxons		14	21	26	20
	Biovolume (mm³/l)		1.533	2.332	2.079	0.330

2.3 EVOLUTIONS SAISONNIERES DES GROUPEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES

Les graphiques suivants présentent la répartition du phytoplancton (relative) par groupe algal à partir des résultats exprimés en cellules/ml d'une part et à partir des biovolumes (mm^3/l) d'autre part. Sur chacun des graphiques, la courbe représente l'abondance totale par échantillon (Figure 16), et le biovolume de l'échantillon (Figure 17).

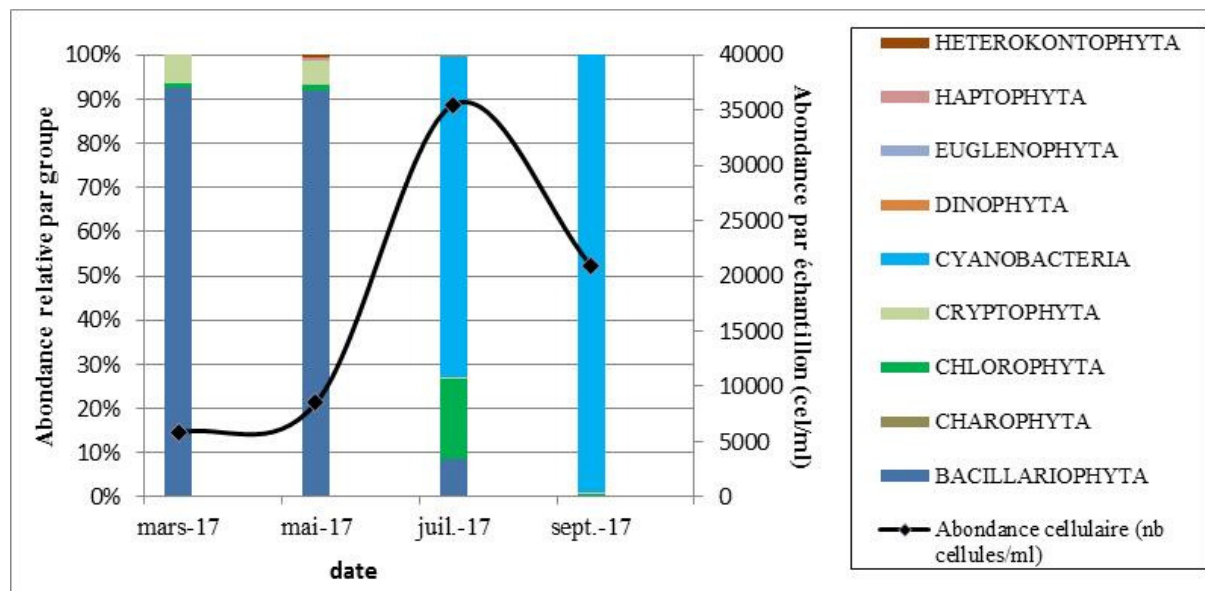


Figure 16 : Répartition du phytoplancton sur la retenue de Calacuccia à partir des abondances (cellules/ml)

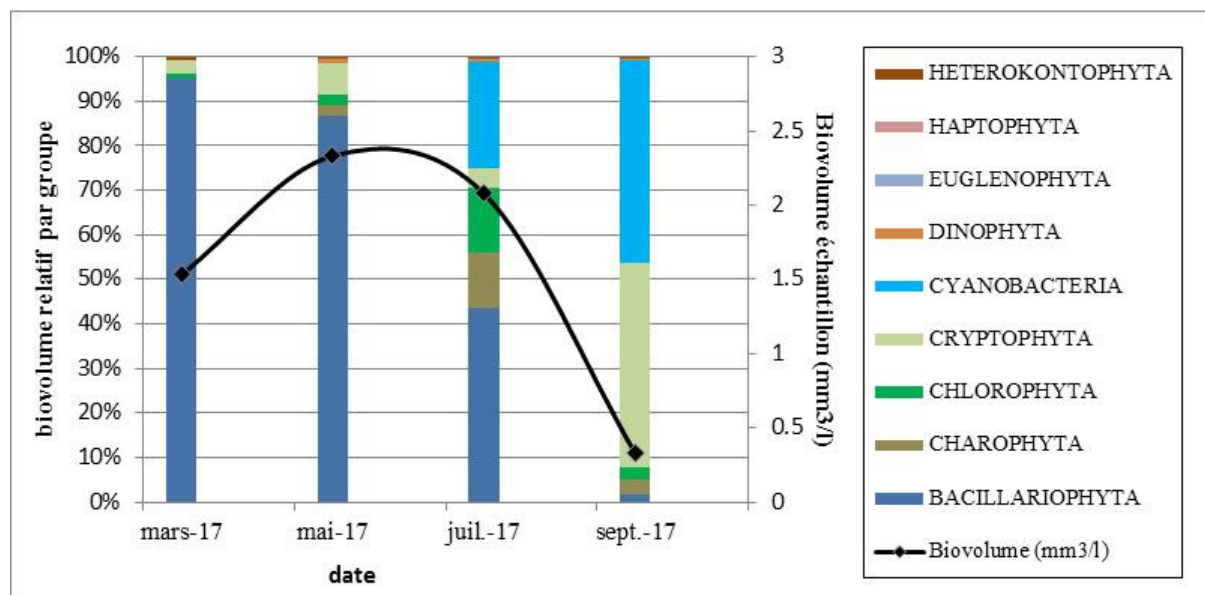


Figure 17 : évolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux (embranchement sensu PHYTOBS v.2.3)

Le phytoplancton présente une diversité faible à moyenne dans le lac de Calacuccia (14 à 26 taxons). Le biovolume algal est moyen en C1 ($1,5 \text{ mm}^3/\text{l}$), assez élevé en C2 et C3 ($> 2 \text{ mm}^3/\text{l}$) puis faible en fin d'été ($0,3 \text{ mm}^3/\text{l}$).

Le peuplement phytoplanctonique est similaire pour les 2 premières campagnes, il est dominé par les Bacillariophyta. Les abondances sont moyennes avec respectivement 5807 et 8504 cel/ml. Les biomasses de chlorophylle a sont également stables lors des deux campagnes ($7 \mu\text{g}/\text{l}$).

Ces deux campagnes présentent un peuplement typique de phase printanière. Les diatomées *Asterionella formosa* (respectivement 92% et 86 % de l'abondance totale) dominent très largement le peuplement, accompagnées de quelques cryptophycées principalement *Plagioselmis nannoplantica* (5 à 6% de l'abondance totale). Les caractéristiques morpho-fonctionnels de ces deux taxons : colonie étoilée pour *Asterionella formosa* et petit flagellé mobile pour *Plagioselmis nannoplantica*, favorisent leur présence en milieu brassé à tendance mésotrophe à eutrophe (Reynolds et al. 2002).

La troisième campagne connaît un accroissement de l'abondance cellulaire avec 35494 cel/ml dénombrées. Représentées en plus faible abondance (8%), les diatomées occupent cependant toujours une grande proportion du biovolume algal total (43%). Ce sont les diatomées coloniales rubanées *Fragilaria crotonensis* qui sont désormais majoritaires, leur présence tardive atteste d'une teneur non limitante en silice dans le milieu. Suite au réchauffement des eaux, les chlorophycées (18% de l'abondance totale) et les cyanobactéries (73% de l'abondance totale) sont favorisées. Les deux taxons majoritaires dénombrés sont *Radiococcus planktonicus* (Chlorophycées-13,6% du biovolume totale) et *Radiocystis geminata* (Cyanobactéries - 43,8% du biovolume totale). Leurs présences indiquent également un milieu à tendance mésotrophe.

Favorisées par leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, les cyanobactéries dominent la dernière campagne. Elles représentent 99% de l'abondance cellulaire et 46% du biovolume.

Sur l'ensemble des campagnes, les cyanobactéries majoritairement représentées sont *Radiocystis geminata* et *Dolichospermum viguieri*. Ces cyanobactéries ne sont pas considérées comme toxiques par l'AFSSA (2006). Au sein des cyanobactéries minoritaires, il est à noter la présence potentielle de microcystines au sein des cellules appartenant à *Oscillatoria limosa* et d'anatoxines a au sein des taxons appartenant à *Anabaena mendotae*. Leur très faible abondance dans les échantillons <à 25 cel/ml, exempt le milieu de risque sanitaire.

Des efflorescences de ces taxons ne sont toutefois pas à exclure entre les campagnes 3 et 4 (août 2017).

2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC

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

MBA	Classe	MCS	Classe	IPLAC	Classe	Etat
0.58	M	0.61	G	0.60	G	Bon

Les métrique de composition floristique (MCS=0,61), et de biomasse algale (MBA=0,58) concordent avec les tendances méso-eutrophes des taxons majoritaires observés.

La note IPLAC est de 0,60 et classe la retenue de Calacuccia en bon état pour le compartiment phytoplancton. Cette valeur correspond à la valeur limite faisant basculer de la classe d'état bon à moyen. Une évaluation en état moyen semblerait cependant plus justifiée au vu de l'interprétation du peuplement phytoplanctonique.

2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS

Le suivi 2014 montre un développement phytoplanctonique très faible lors des 2 premières campagnes. Les espèces présentes étaient typiques de milieux méso-eutrophe (*Plagioselmis nannoplantica*) et d'autres de milieux de bonne qualité (*Fragilaria gracilis*, *Elakatothrix gelatinosa*). Les densités planctoniques augmentaient au fil de l'année mais restaient modérées (12 000 à 15 000 cel/ml) avec le développement des chlorophytes et cyanophytes (*Radiocystis geminata* et *Dolichospermum viguieri*) indiquant un enrichissement du milieu.

La note de l'ancien indice l'IPL était de 37 traduisant un milieu mésotrophe.

Il y a eu assez peu de variations des groupes dominants le peuplement phytoplanctonique au fil des suivis des eaux de Calacuccia. Le peuplement n'apparaît pas très équilibré notamment en fin de saison avec l'explosion des cyanobactéries. L'abondance algale est plus élevée pour ce suivi 2017, dénotant d'un enrichissement global du milieu aquatique.

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

Tableau 8 : évolution des Indices IPLAC depuis 2008

Nom_Lac	année	IPLAC	Classe IPLAC
Calacuccia	2008	0.82	TB
Calacuccia	2014	0.73	B
Calacuccia	2017	0.60	B

Au niveau des indices, l'IPLAC diminue progressivement entre 2008 et 2017, indiquant une tendance à la dégradation des peuplements phytoplanctoniques au fil des suivis. Ces résultats sont cependant très liés aux conditions hydrologiques et climatiques de l'année de suivi et l'année 2017 a été marquée par un déficit pluviométrique assez important et par une période estivale très chaude. Les résultats des prochains suivis permettront de mieux apprécier cette tendance globale.

L'IPLAC 2017, bien que classé en bon état, témoigne d'un compartiment phytoplancton altéré, de qualité moyenne. »

3 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU

Le suivi physicochimique et biologique 2017 sur la retenue de Calacuccia 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 Calacuccia a été globalement correct en 2017.

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

Compartiment	Synthèse de la qualité du plan d'eau ³
Profils verticaux	Stratification thermique marquée Désoxygénation hypolimnique
Qualité physico-chimique des eaux	Faible charge organique Phosphore limitant – nitrates en quantité moyenne => bonne qualité
Biologie - Chlorophylle <i>a</i>	Production chlorophyllienne moyenne – Moyenne estivale : 4,3 µg/l
Biologie - phytoplancton	Production algale moyenne Groupements déséquilibrés en fin de saison, peuplement dominé par un cortège méso-eutrophe IPLAC = état bon/moyen

L'ensemble des suivis physico-chimiques et biologiques 2017 indiquent un milieu aquatique de qualité moyenne. Les eaux sont pauvres en phosphore, mais les nitrates restent présents, ce qui engendre une production primaire moyenne. Le peuplement phytoplanctonique est constitué d'espèces indicatrices de milieu méso-eutrophes avec une composition déséquilibrée en fin de saison.

Le suivi 2017 montre que la retenue de Calacuccia présente des caractéristiques d'un plan d'eau mésotrophe à tendance eutrophe.

³ 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 :	Calacuccia	Date :	28/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : H. Coppin et M. Quiniou	Campagne :	1 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Calacuccia		
Lac marnant :	oui	Type :	A10
Temps de séjour :	60 jours	retenues de moyenne montagne, sur socle cristallin, profondes	
Superficie du plan d'eau :	117 ha		
Profondeur maximale :	68 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 :

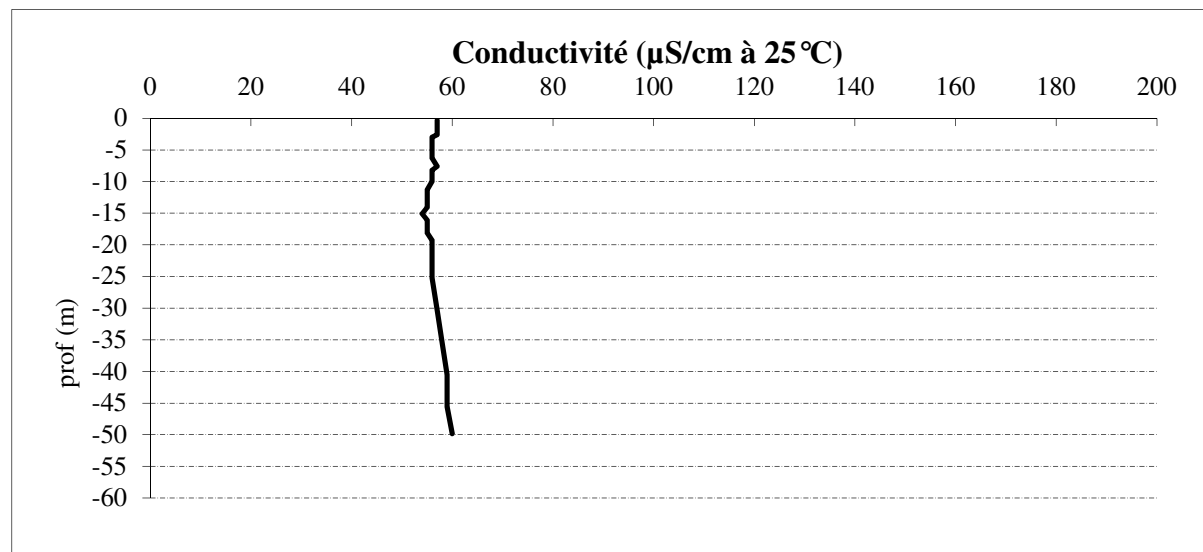
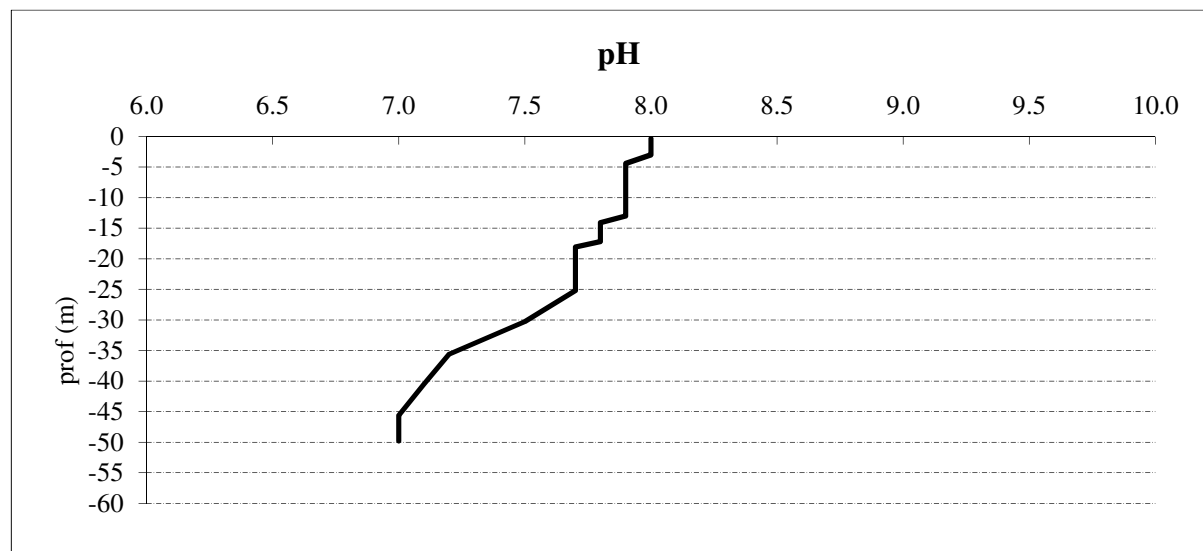
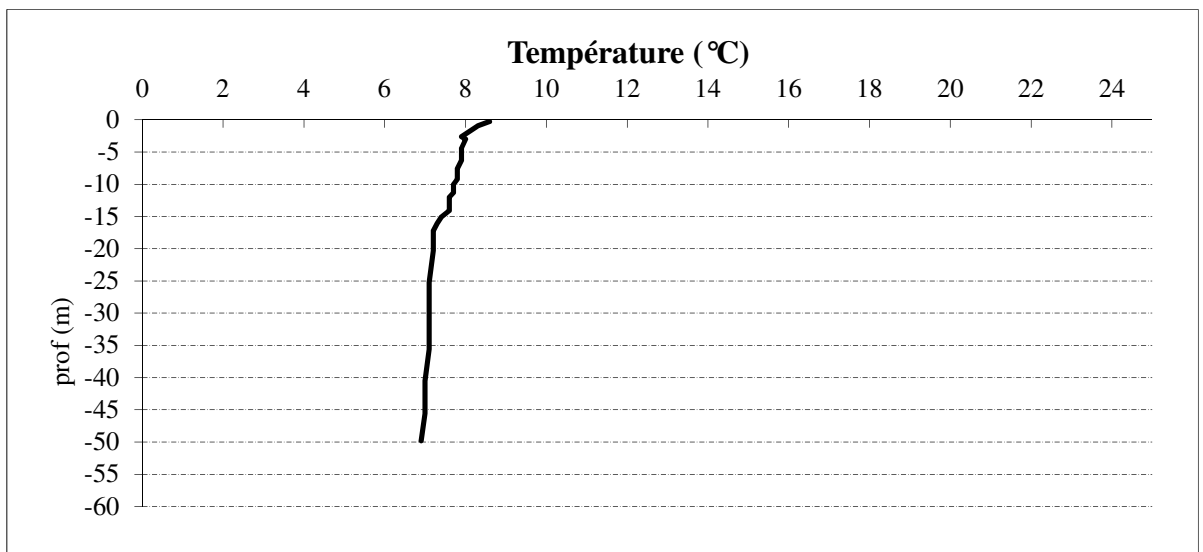


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	28/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : H. Coppin et M. Quiniou	Campagne :	1 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence 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 : 1196587	Y: 6155364 alt. 792 m
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms)	X :	Y : alt.: m
Profondeur :	51.0 m		
Conditions d'observation :	Vent :	faible	P atm standard : hPa
	Météo :	ensoleillé sec	Pression atm. : 931 hPa
	Surface de l'eau :	lisse	Hauteur des vagues : 0,00 m
	Bloom algal :	non	
Marnage :	oui	Hauteur de la bande :	9.0 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 :	10:30	
	Heure de fin du relevé :	11:00	
Type de prélèvement :	Eau pour physico-chimie et phytoplancton		
Heure de prélèvement :	10h30 à 11h	Matériel employé : tuyau intégrateur 10 m	
Profondeur :	0 à 5,5 m		
Volume prélevé :	8	Nombre de prélèvements : 10	
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place :	oui	Vol filtré : 1000 ml
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol :	5 ml	
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Gestion :	EDF		
Contact préalable :	Monsieur Florentin Emilien		
Remarques, observations :	Mesures in situ à l'aide d'1 sonde multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Prélèvement intégré n°	353234	bon transport	
Au transporteur :	Chronopost	Ville Corté	le 28/03/17 à 14h30
Réception :	au laboratoire CARSO dans la matinée du		29/03/2017

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

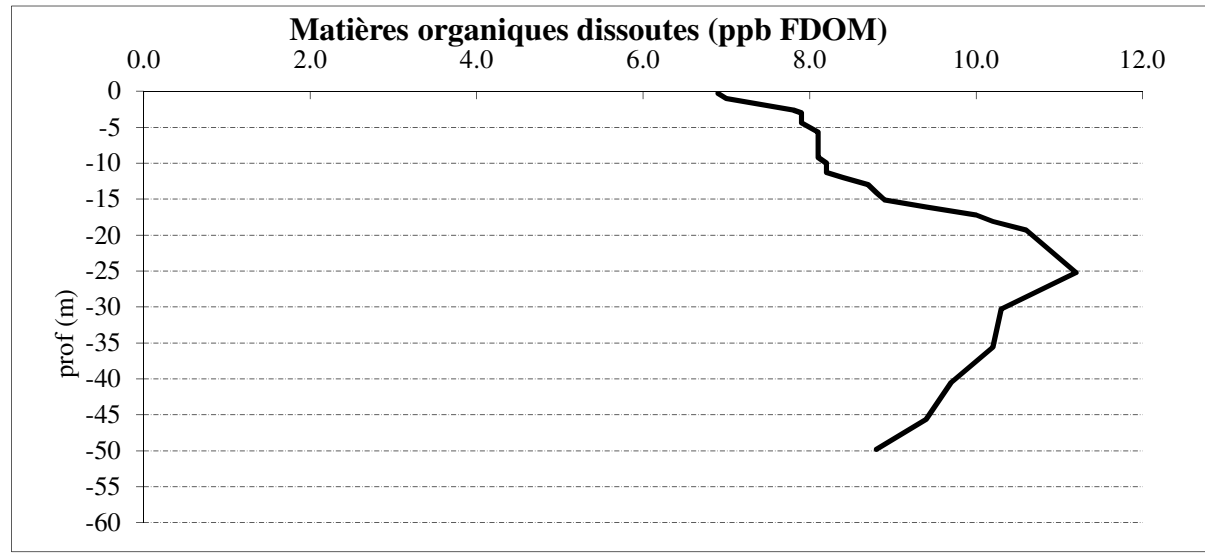
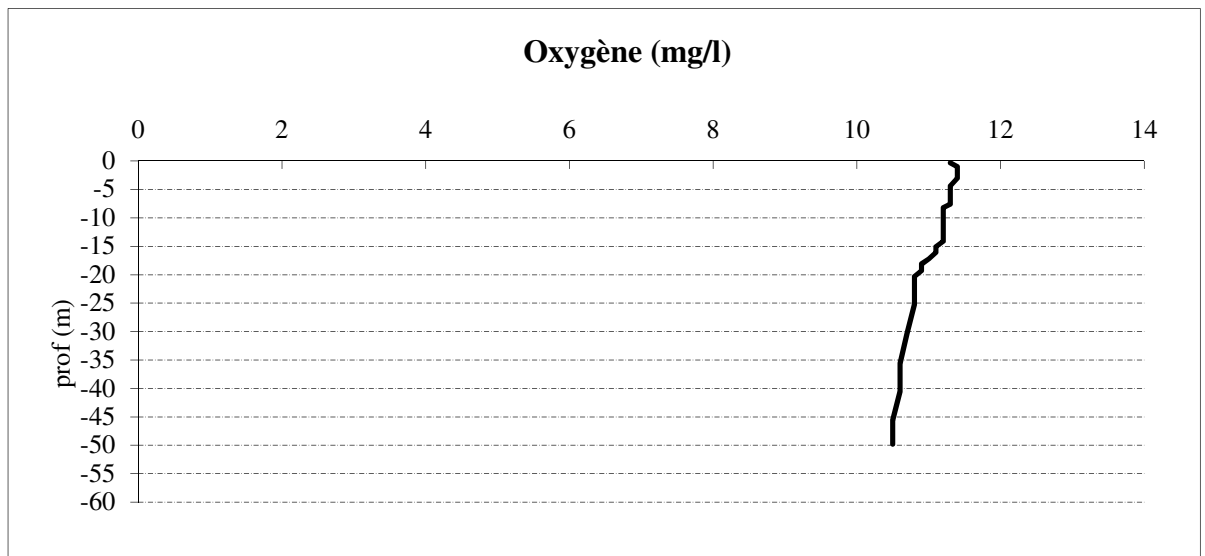
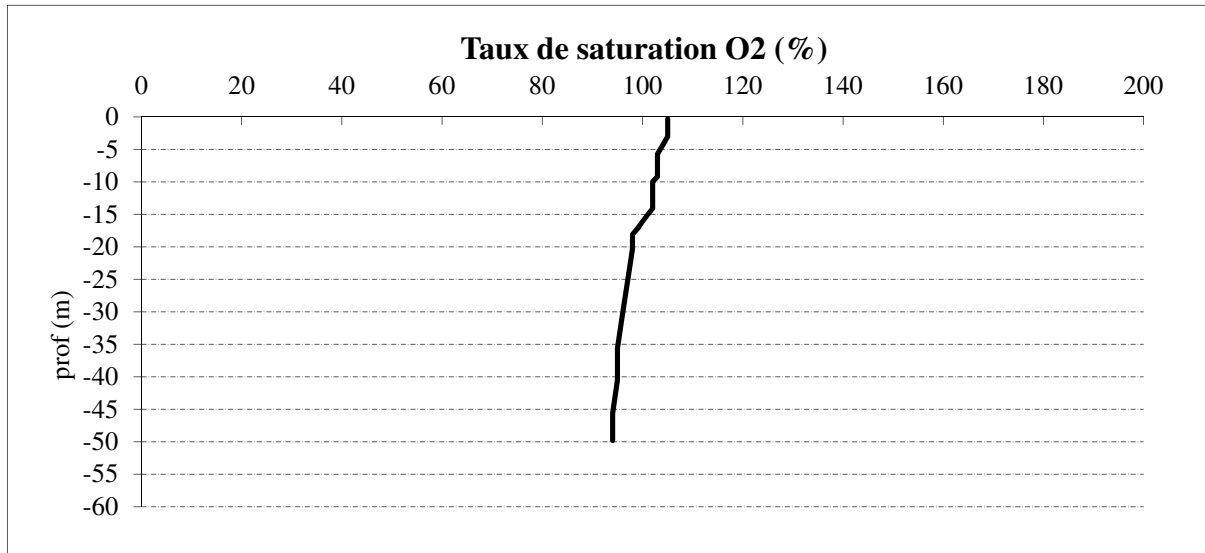
DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	28/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>H. Coppin et M. Quiniou</i>	Campagne 1	page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	28/03/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>H. Coppin 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

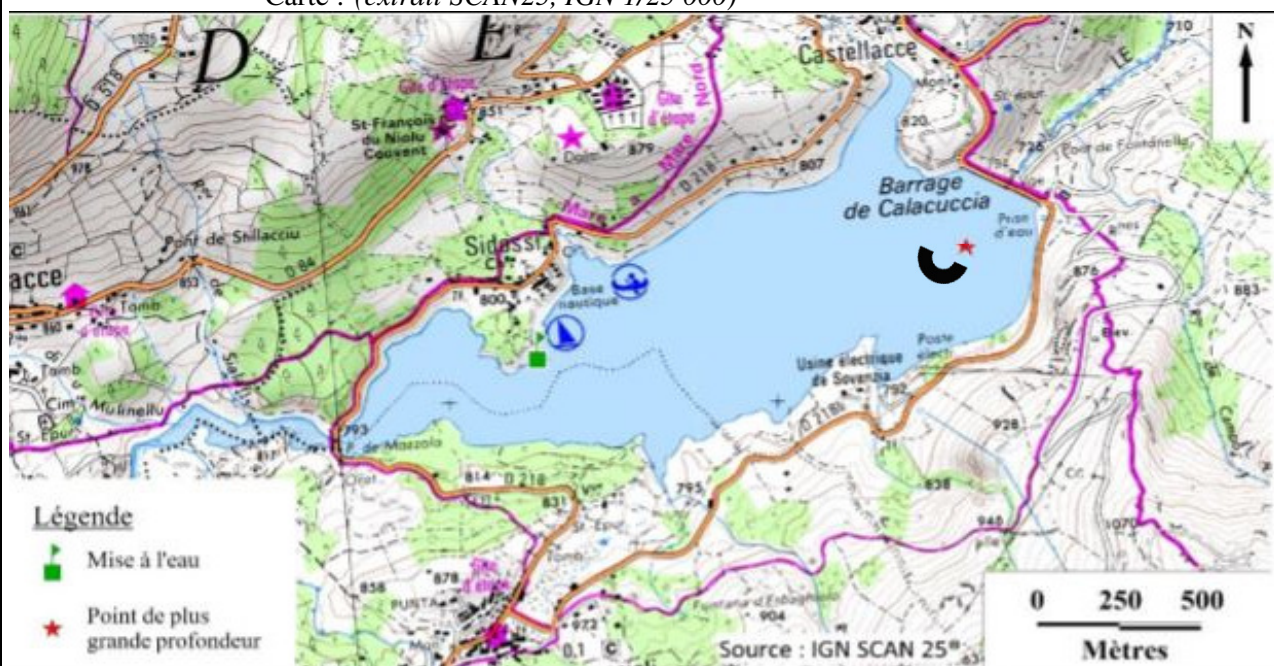
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU - STATION

Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	17/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : H. Coppin et A. Morin	Campagne :	2 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Calacuccia		
Lac marnant :	oui	Type :	A10
Temps de séjour :	60 jours	retenues de moyenne montagne, sur socle cristallin, profondes	
Superficie du plan d'eau :	117 ha		
Profondeur maximale :	68 m		

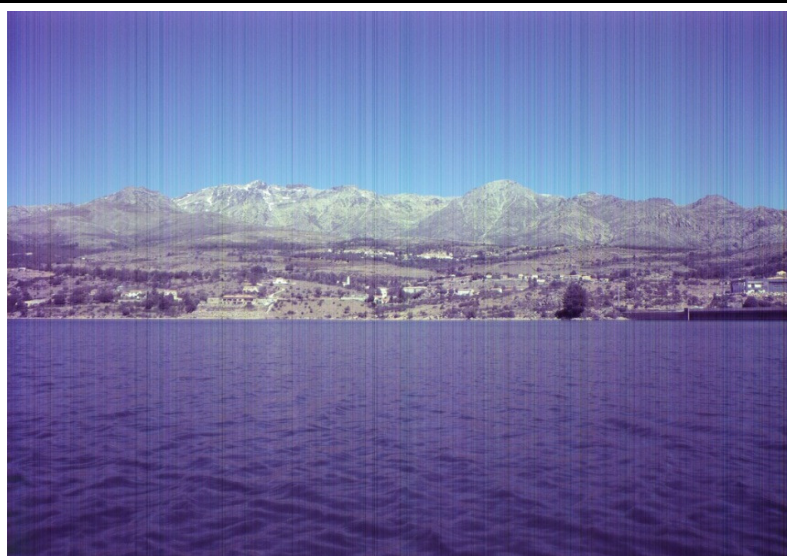
Carte : (extrait SCAN25, IGN 1/25 000)



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

STATION

Photo du site :

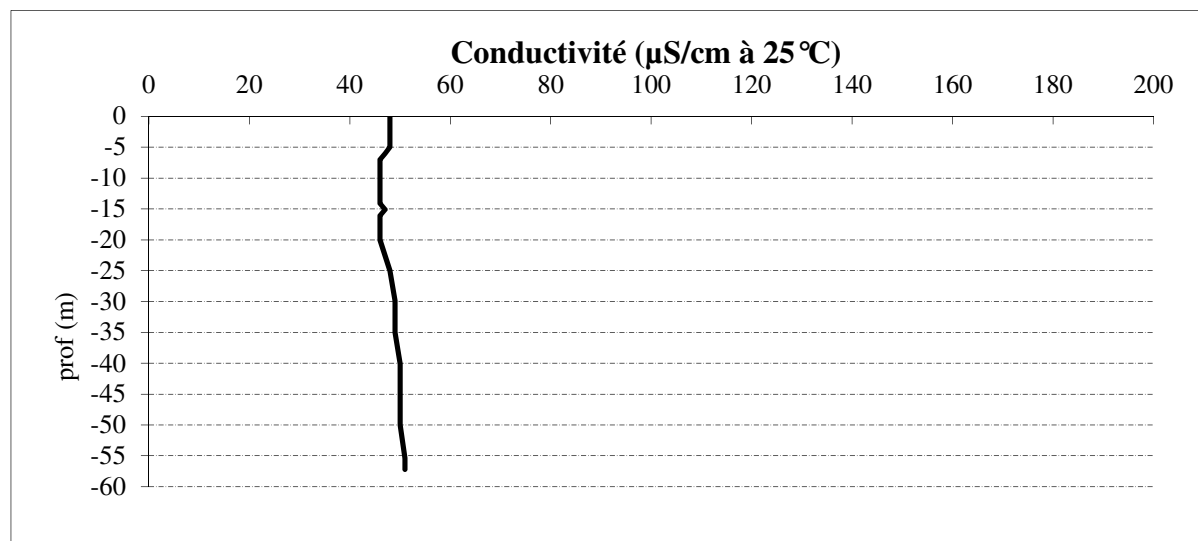
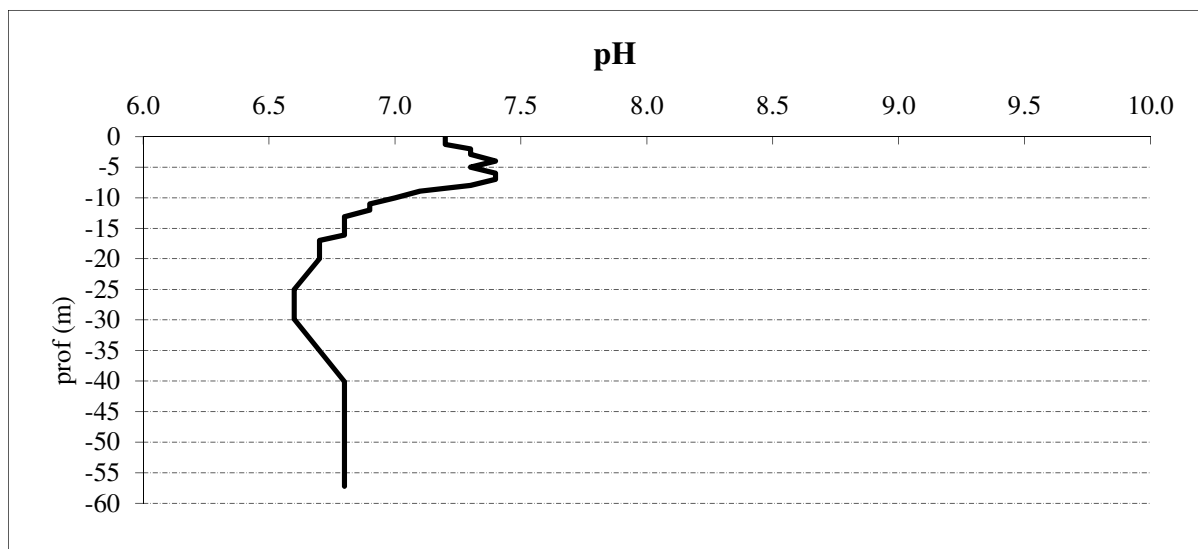
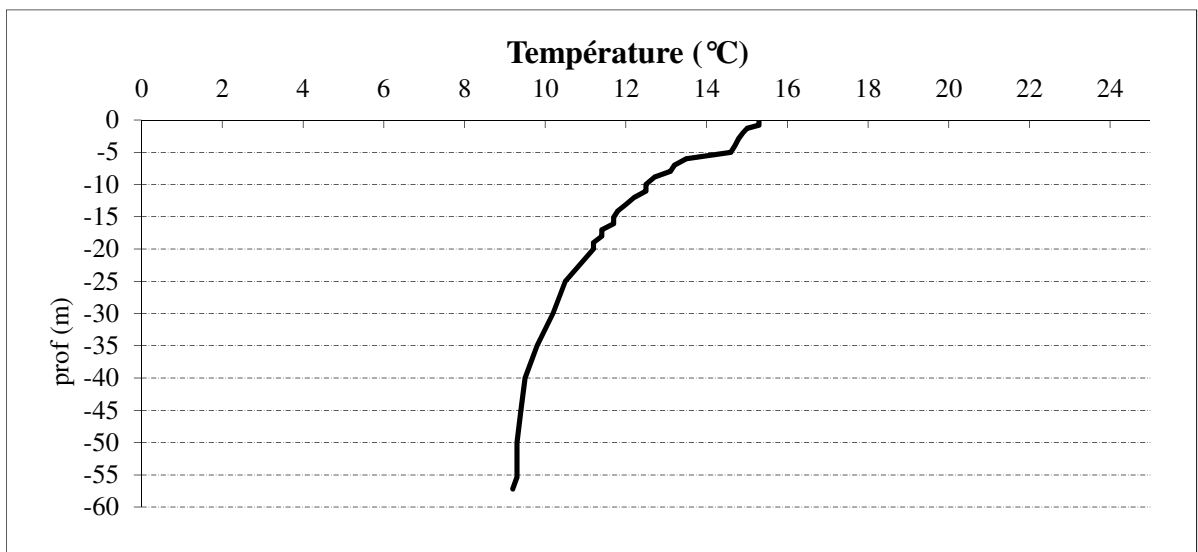


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	17/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : H. Coppin et A. Morin	Campagne	2 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037
STATION			
Coordonnées de la station Lambert 93	relevées sur :	GPS	Côte à l'échelle en m : 790.9
WGS 84 (systinternational)	GPS (en dms)	X : E 9°01'18,2	Y : N 42°19'40,5 alt.: m
Profondeur :	57.0	m	
Conditions d'observations	Vent :	faible	P atm standard : hPa
	Météo :	ensoleillé sec	Pression atm. : 930 hPa
	Surface de l'eau :	faiblement agitée	Hauteur des vagues : 0,05 m
	Bloom algal :	non	
Marnage :	oui	Hauteur de la bande :	1 m
Campagne :	2	campagne printanière de croissance du phytoplancton : mise en place de la thermocline	
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE			
Horaire :	Heure de début du relevé :	10:30	
	Heure de fin du relevé :	11:00	
Type de prélèvement :	Eau pour physico-chimie et phytoplancton		
Heure de prélèvement :	10h30 à 11h	Matériel employé :	tuyau intégrateur 10 m
Profondeur :	0 à 8 m		
Volume prélevé :	8	Nombre de prélèvements :	7
Filtration :	Pour analyse de chlorophylle sur place :	Vol filtré :	1000 ml
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol :	5	ml
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Gestion :	EDF		
Contact préalable :	Monsieur Florentin Emilien		
Remarques, observations :	Mesures in situ à l'aide d'1 sonde multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Prélèvement intégré n°	353235	bon transport	
Au transporteur :	Chronopost	Ville Ajaccio	le 17/05/17 à 18h00
Réception	au laboratoire CARSO dans la matinée du		18/05/2017

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

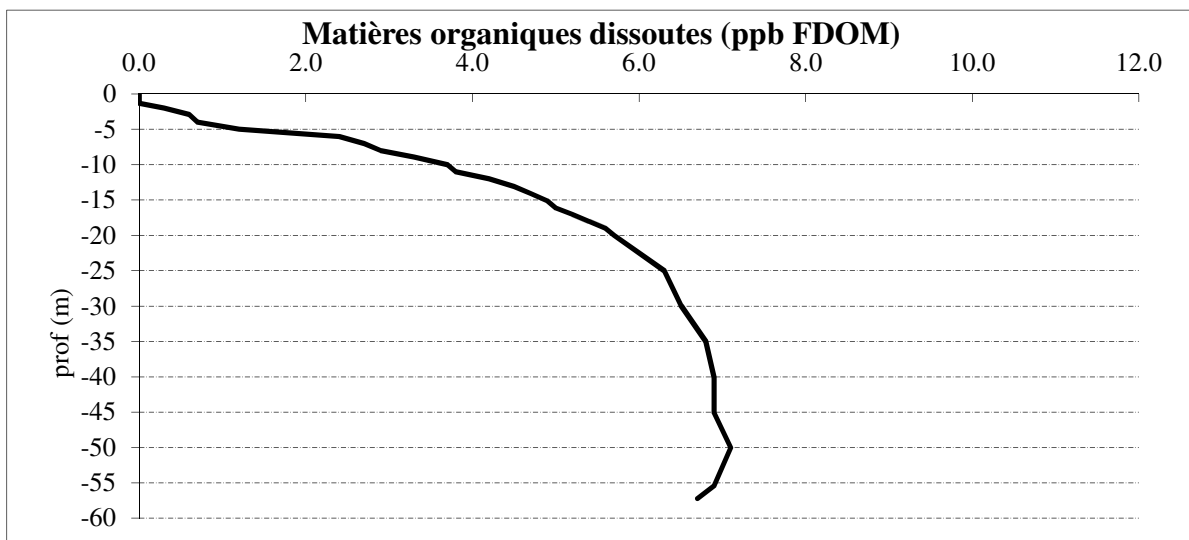
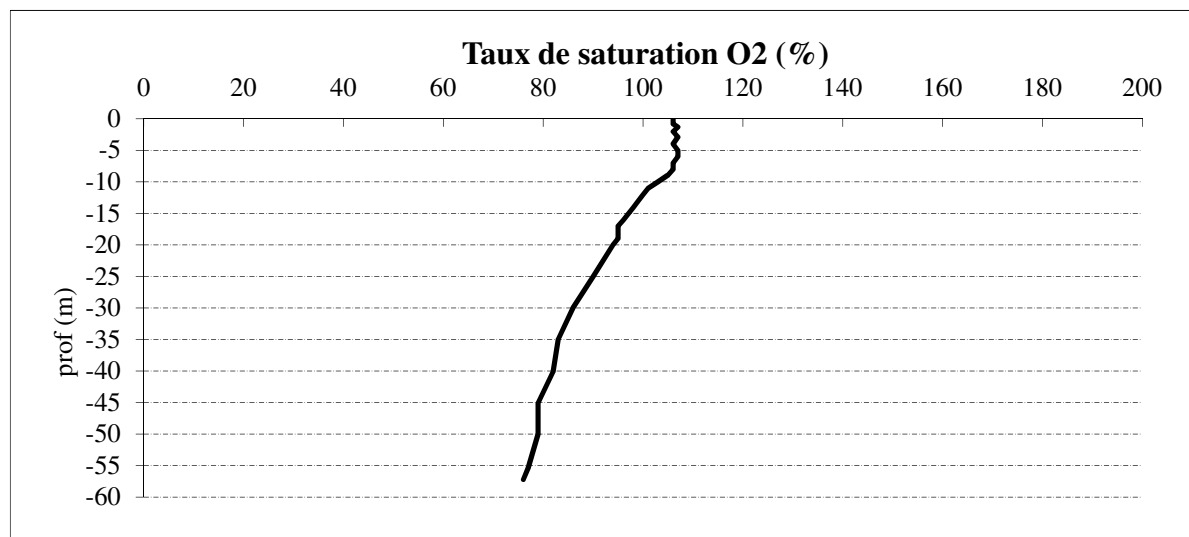
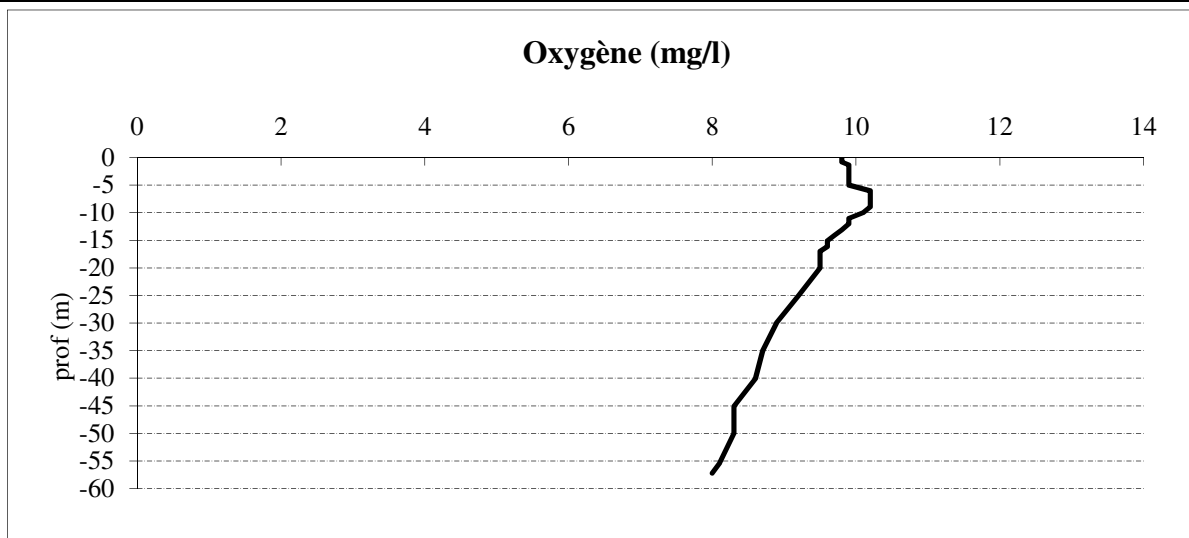
Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	17/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>H. Coppin et A. Morin</i>	Campagne	2 page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	17/05/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>H. Coppin et</i> A. Morin	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 :	Calacuccia	Date :	19/07/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : A. Péricat et A. Bonnefoy	Campagne :	3 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Calacuccia		
Lac marnant :	oui	Type :	A10
Temps de séjour :	60 jours	retenues de moyenne montagne, sur socle cristallin, profondes	
Superficie du plan d'eau :	117 ha		
Profondeur maximale :	68 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 :

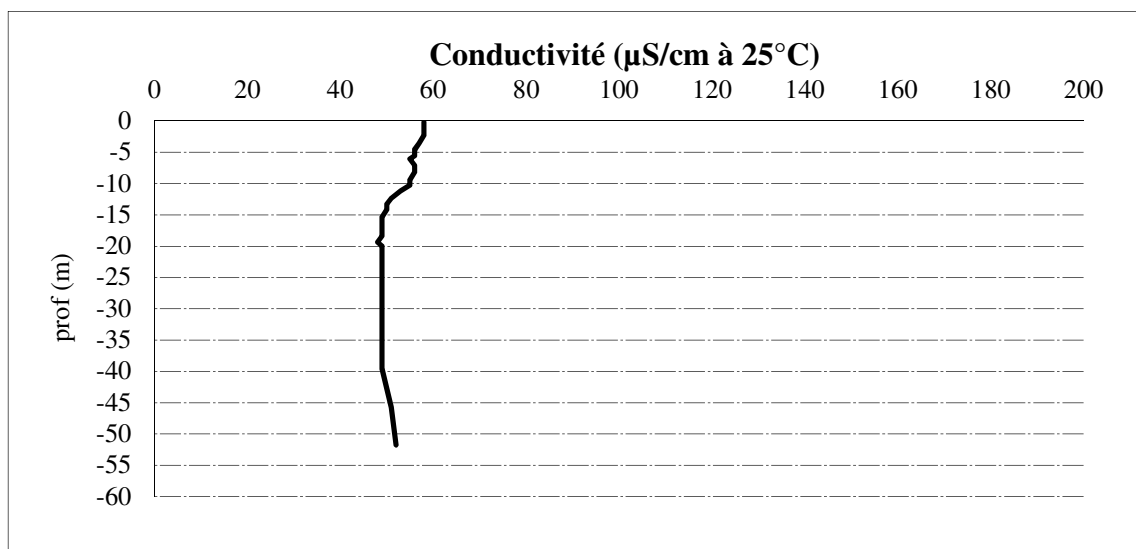
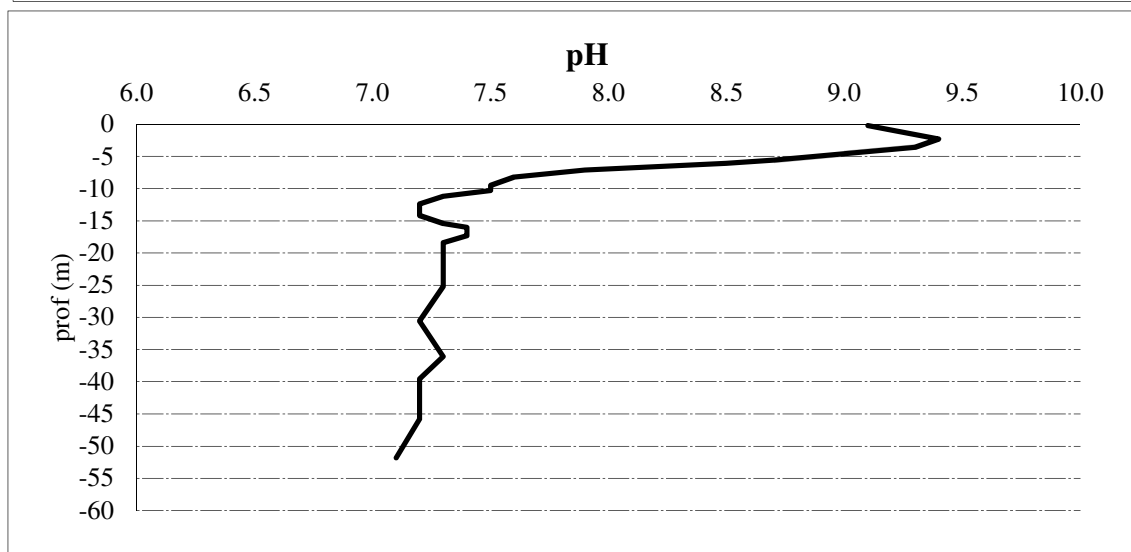
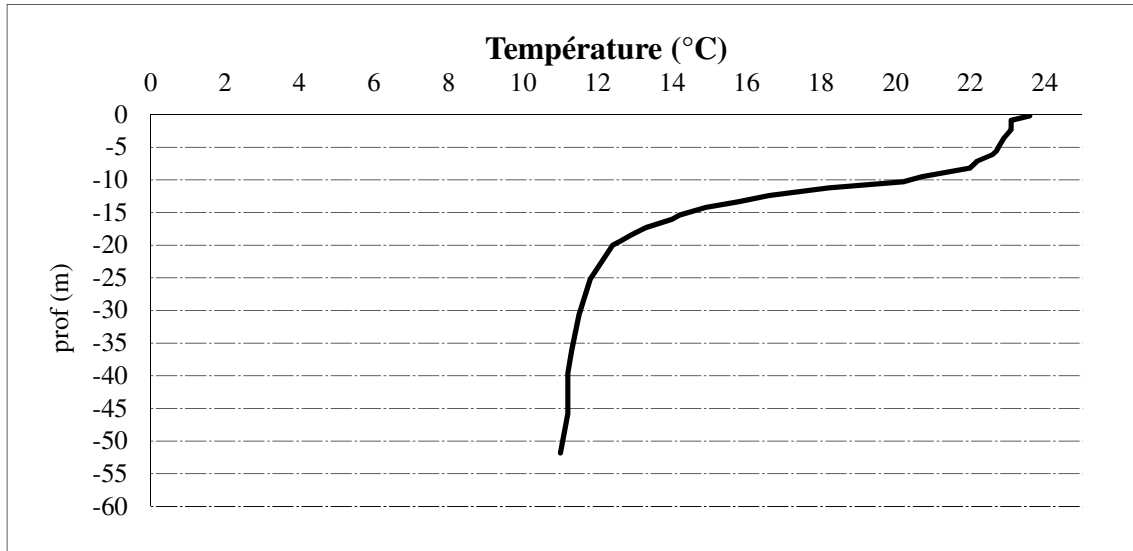


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	19/07/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : A. Péricat et A. Bonnefoy	Campagne :	3 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037
STATION			
Coordonnées de la station Lambert 93 WGS 84 (systinternational)	relevées sur : GPS X : 1196644 GPS (en dms) X : E 9°01'16.87"	Côte à l'échelle en m 788.88 Y: 6155372 alt. 792 m Y : N 42°19'40,39" alt.: m	
Profondeur :	55.0 m		
Condition d'observation :	Vent : moyen Météo : ensoleillé sec Surface de l'eau : faiblement agitée Bloom algal : non	P atm standard : hPa Pression atm. : 927 hPa Hauteur des vagues : 0,05 m	
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 : 16:30 Heure de fin du relevé : 16:45		
Type de prélèvement : Heure de prélèvement : Profondeur : Volume prélevé :	Eau pour physico-chimie et phytoplancton 16:30 à 16h 45 0 à 7.5 m 9 Matériel employé : tuyau intégrateur 10 m Nombre de prélèvements : 5		
Filtration Echantillon phytoplancton :	Pour analyse de chlorophylle sur place : oui Ajout lugol : 3 ml Vol filtré : 500 ml		
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Gestion : Contact préalable : Remarques, observations :	EDF Monsieur Florentin Emilien Mesures in situ à l'aide d'1 sonde multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1 les échantillons n'ont pas pu être déposés le soir même, ils ont été déposés le lendemain, pour une réception le 21/07/17 à 9h au labo (soit 40 h de délai)		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons : Prélèvement intégré n° Au transporteur : Réception	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO) 353236 bon transport Chronopost Ville Porto-Vecchio le 20/07/17 à 15:30 au laboratoire CARSO dans la matinée du 21/07/2017		

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

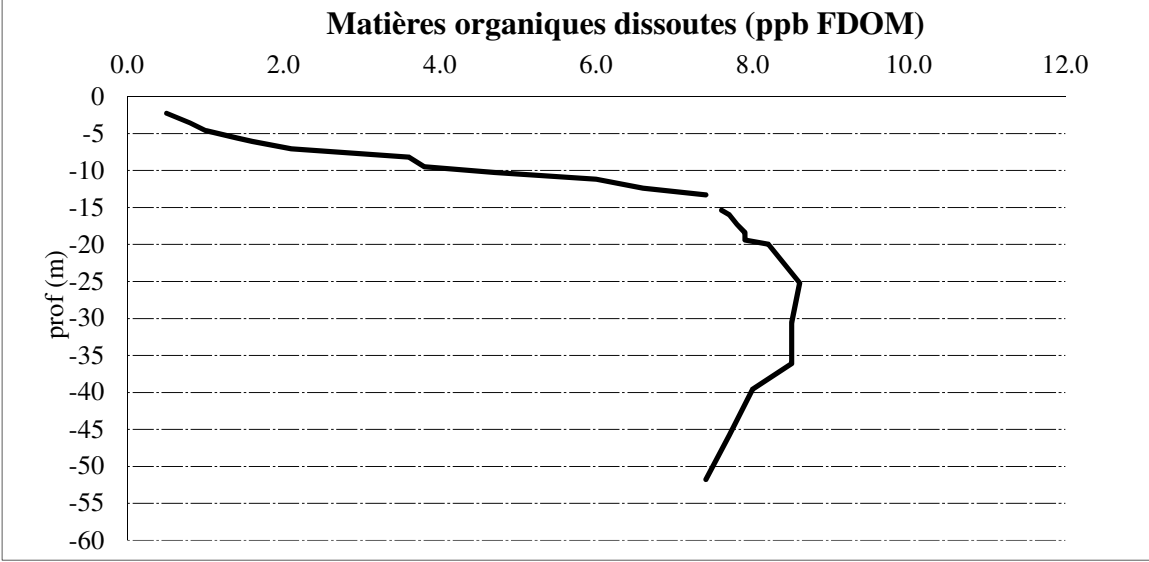
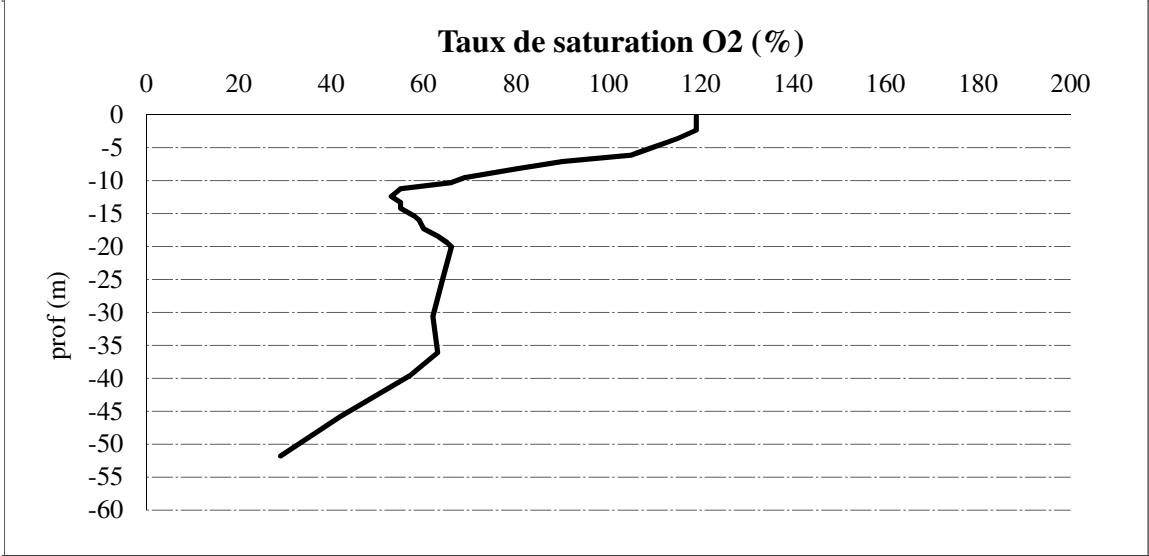
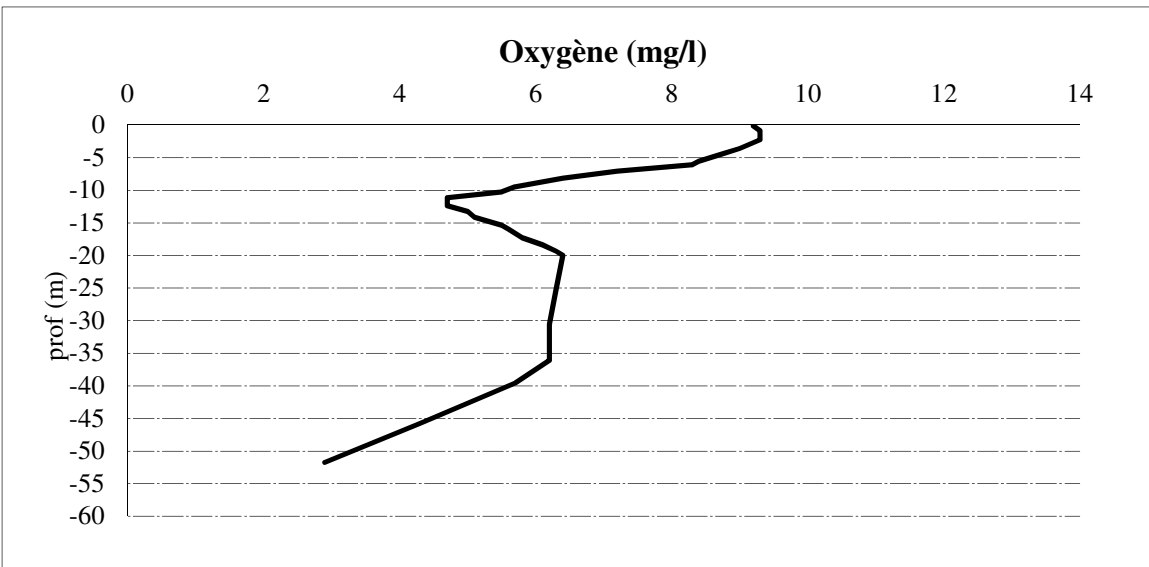
Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	19/07/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : A. Péricat et A. Bonnefoy	Campagne	3 page 4/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037



Relevé phytoplanktonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	19/07/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>A. Péricat 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 :	Calacuccia	Date :	06/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : L. Bochu et A. Morin	Campagne :	4 page 1/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune :	Calacuccia	Type :	A10
Lac marnant :	oui		
Temps de séjour :	60 jours		retenues de moyenne montagne, sur socle cristallin, profondes
Superficie du plan d'eau :	117 ha		
Profondeur maximale :	68 m		

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



- localisation du point de prélèvements théorique
- localisation du point de prélèvements C4
- angle de prise de vue de la photographie

STATION

Photo du site :

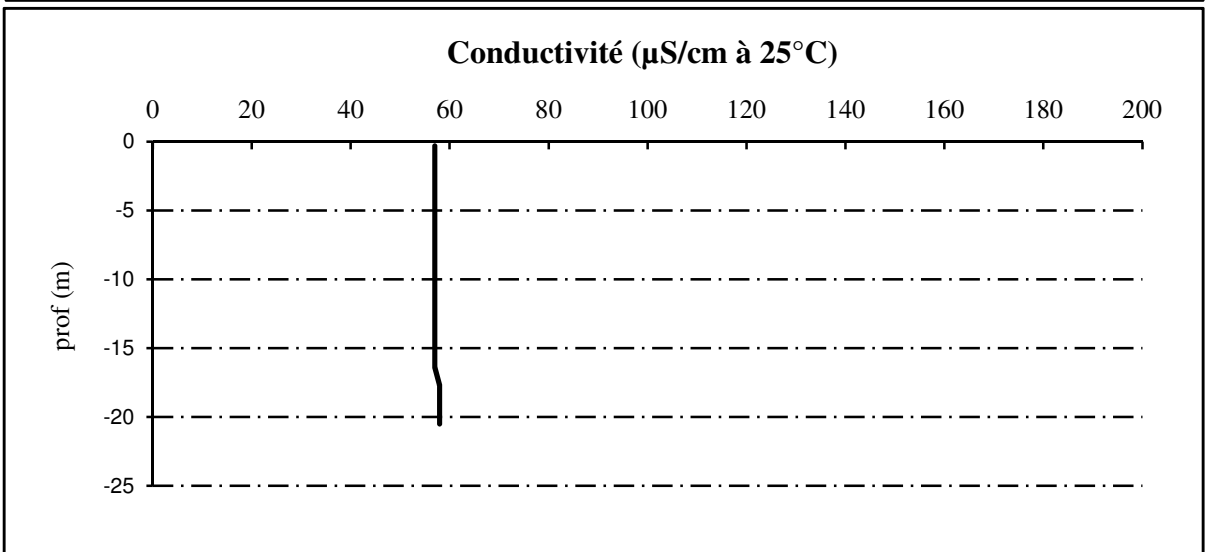
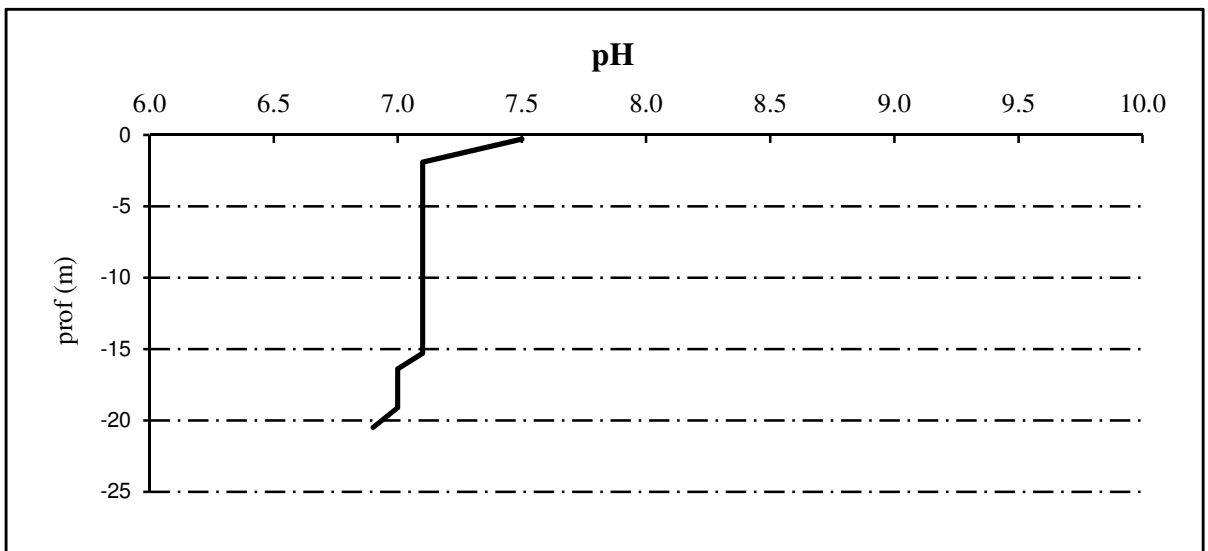
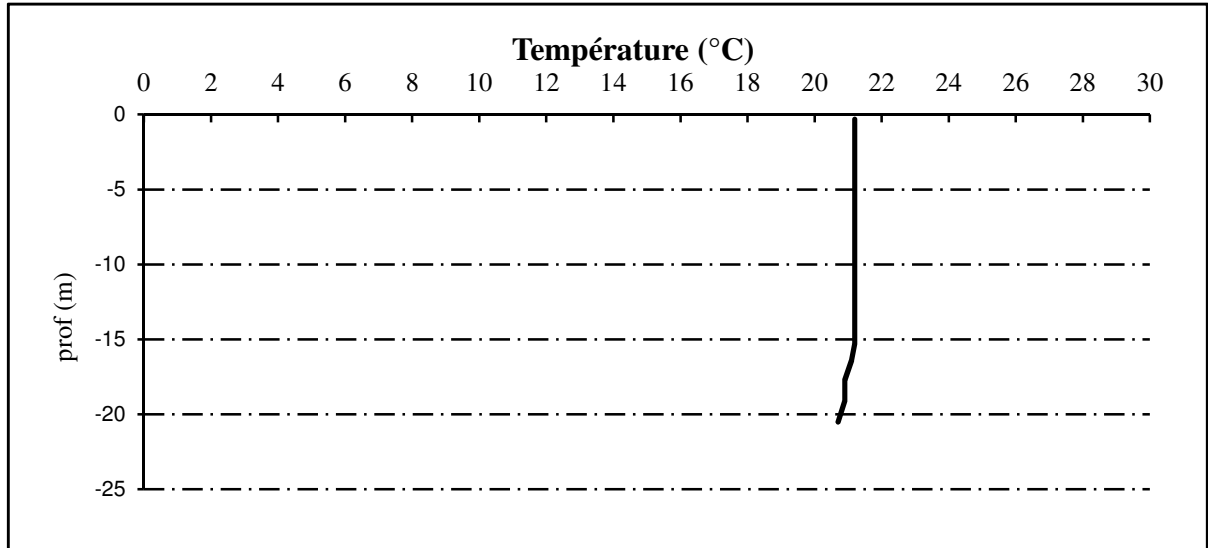


Relevé phytoplanktonique et physico-chimique en plan d'eau			
DONNEES GENERALES CAMPAGNE			
Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	06/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateurs :	S.T.E. : L. Bochu et A. Morin	Campagne	4 page 2/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037
STATION			
Coordonnées de la station Lambert 93 WGS 84 (systinternational)	relevées sur :	GPS X : 1196736 GPS (en dms) X : 9°01'21.08"E	Côte à l'échelle en m 781.53 Y: 6155438 alt. 792 m Y : 42°19'42.29"N alt.: m
Profondeur :	20.0 m		
Condition d'observations :	Vent : fort	P atm standard :	hPa
	Météo : sec faiblement nuageux	Pression atm. :	928 hPa
	Surface de l'eau : très agitée	Hauteur des vagues :	0.35 m
	Bloom algal : non		
Marnage :	oui	Hauteur de la bande : 10 m	
Campagne :	4	campagne de fin d'été : fin de stratification estivale, avant baisse de la température	
PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE			
Horaires :	Heure de début du relevé : 11:15 Heure de fin du relevé : 11:30		
Type de prélèvement :	Eau pour physico-chimie et phytoplancton		
Heure de prélèvement :	11:15 à 11h 30	Matériel employé : tuyau intégrateur 10 m	
Profondeur :	0 à 8.8 m		
Volume prélevé :	9	Nombre de prélèvements : 5	
Filtration	Pour analyse de chlorophylle sur place : oui Vol filtré : 900 ml		
Echantillon phytoplancton :	Ajout lugol : 5 ml		
REMARQUES & OBSERVATIONS			
Gestion :	EDF		
Contact préalable :	Monsieur Florentin Emilien		
Remarques, observations :	Mesures in situ à l'aide d'1 sonde multiparamètres MS5 en profondeur Mesures des matières organiques à l'aide d'une sonde EXO1 Météo très ventée, difficile d'atteindre le point de plus grande profondeur avec le moteur électrique ,ce qui explique la faible profondeur pour le profil (profondeur théorique 48m).		
REMISE DES ECHANTILLONS			
Echantillons :	Echantillons pour analyses physicochimiques (Laboratoire CARSO)		
Prélèvement intégré n°	353237	bon transport	XY402039668EE
Au transporteur :	Chronopost	Ville Ajaccio	le 06/09/17 à 15:00
Réception :	au laboratoire CARSO dans la matinée du		07/09/2017

Relevé phytoplanktonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUES

Plan d'eau :	Calacuccia	Date :	06/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et A. Morin</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 :	Calacuccia	Date :	06/09/2017
Type (naturel, artificiel,...) :	artificiel	Code lac :	Y7005003
Organisme / opérateur :	S.T.E. : <i>L. Bochu et A. Morin</i>	Campagne	4 page 5/5
Organisme demandeur :	Agence de l'eau RM&C	Marché n°	160000037

