



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**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 PUYLAURENT
*SUIVI ANNUEL 2021***



Retenue de Puylaurent – campagnes d'avril, juin, juillet et septembre 2021 (crédit photo : STE, 2021)



Rapport n° 20-8343 - Puylaurent – juin 2022

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

SOMMAIRE

1	<u>CADRE DU PROGRAMME DE SUIVI</u>	7
2	<u>DEROULEMENT DES INVESTIGATIONS</u>	9
2.1	PRESENTATION DU PLAN D'EAU ET LOCALISATION	9
2.2	CONTENU DU SUIVI 2021	11
2.3	PLANNING DE REALISATION	12
2.4	ETAPES DE LA VIE LACUSTRE	13
2.5	BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2021	14
3	<u>RAPPEL METHODOLOGIQUE</u>	15
3.1	INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES	15
3.1.1	Méthodologie	15
3.1.2	Programme analytique	16
3.2	INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES	16
3.2.1	Étude des peuplements phytoplanctoniques	17
4	<u>RESULTATS DES INVESTIGATIONS</u>	18
4.1	INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES	18
4.1.1	Profils verticaux et évolutions saisonnières	18
4.1.2	Analyses physico-chimiques sur eau	22
4.2	PHYTOPLANCTON	22
4.2.1	Prélèvements intégrés	22
4.2.2	Listes floristiques	23
4.2.3	Evolutions saisonnières des groupements phytoplanctoniques	26
4.2.4	Indice Phytoplanctonique IPLAC	27
4.2.5	Comparaison avec les inventaires antérieurs	28
5	<u>APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU</u>	29
	<u>- ANNEXES -</u>	31
	<u>ANNEXE 1. COMPTES RENDUS DES CAMPAGNES PHYSICO-CHIMIQUES ET PHYTOPLANCTONIQUES</u>	33

Liste des illustrations

Figure 1 : Aménagements hydroélectriques du Chassezac (source EDF GEH Loire Ardèche).....	10
Figure 2 : Moyennes mensuelles de température à la station de Villefort-Mas de la Barque (source : Info-climat).....	14
Figure 3 : Cumul de précipitations mensuelles à la station de Villefort-Mas de la Barque (source : Info-climat).....	15
Figure 4 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage	17
Figure 5 : Seuils des classes d'état définis pour chaque métrique et pour l'IPLAC.....	18
Figure 6 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur	19
Figure 7 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur.....	19
Figure 8 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur.....	20
Figure 9 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur	20
Figure 10 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur.....	21
Figure 11 : profils verticaux de la Chlorophylle a au point de plus grande profondeur	21
Figure 12 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes	23
Figure 13 : Répartition du phytoplancton sur la retenue de Puylaurent à partir des abondances (cellules/ml).....	26
Figure 14 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux de phytoplancton (en mm ³ /l).....	26
Tableau 1 : Synoptique générique des investigations menées sur une année de suivi d'un plan d'eau	7
Tableau 2 : Liste des plans d'eau suivis sur le sud du bassin Rhône-Méditerranée	8
Tableau 3 : Synoptique des interventions de terrain et de laboratoire sur le plan d'eau	12
Tableau 4 : Résultats des paramètres de physico-chimie classique sur eau	22
Tableau 5 : Analyses des pigments chlorophylliens.....	23
Tableau 6 : Liste taxonomique du phytoplancton (en nombre de cellules/ml).....	24
Tableau 7 : Liste taxonomique du phytoplancton (en mm ³ /l)	25
Tableau 8 : Evolution des Indices IPLAC	28
Carte 1 : Localisation de la retenue de Puylaurent (48).....	9
Carte 2 : Localisation du point de prélèvements	11

FICHE QUALITE DU DOCUMENT

Maître d'ouvrage	Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) DCP- Service Données Techniques 2-4, Allée de Lodz 69363 Lyon Cedex 07
	Interlocuteur : Mr IMBERT Loïc
	Coordonnées : loic.imbert@eaurmc.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 Puylaurent
Référence du document	Rapport n°20-8343 - Rapport Puylaurent 2021
Date	Juin 2022
Auteur(s)	S.T.E. Sciences et Techniques de l'Environnement

Contrôle qualité

Version	Rédigé par	Date	Visé par	Date
V0	Marthe Moiron, Audrey Péricat, Sonia Baillot	10/06/2022	Audrey Péricat	20/06/2022
VF	Audrey Péricat	03/10/2022	Suite aux remarques AERMC, courriel L.Imbert du 25/08/22	

Thématique

Mots-clés	Géographiques : Bassin Rhône-Méditerranée – Lozère – Retenue de Puylaurent Thématiques : Réseaux de surveillance – Etat trophique – Plan d'eau
Résumé	Le rapport rend compte de l'ensemble des données collectées sur la retenue de Puylaurent lors des campagnes de suivi 2021. 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	04/10/2022	Informatique	1
Version définitive à diffuser				

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°, Matières organiques dissoutes fluorescentes, transparence	Profils verticaux	X	X	X	X
	Physico-chimie classique et micropolluants	PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, Corg, MEST, Turbidité, Si dissoute, Matières minérales en suspension	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond	X	X	X	X
		Micropolluants sur eau*	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond	X	X	X	X
	Paramètres de Minéralisation	Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻	Intégré	X			
			Ponctuel de fond				
Sur SEDIMENTS	<i>Eau interst.: Physico-chimie</i>	PO4, Ptot, NH4					
	Phase solide	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 - Norme XP T90-719 Protocole IRSTEA/Utermöhl	X	X	X	X
		Invertébrés	Protocole Test - Université de Franche-Comté (Dedieu, Verneaux)		X		
		Diatomées	Protocole IRSTEA			X	
		Macrophytes	Norme XP T 90-328			X	

* : se référer à l'arrêté modificatif "Surveillance" du 17 octobre 2018

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'OFB (un passage tous les 6 ans)

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

- ✓ Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) vise à donner une image globale de la qualité des eaux. Tous les plans d'eau naturels de superficie supérieure à 50 ha ont été pris en compte sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Pour les plans d'eau d'origine anthropique, une sélection a été opérée parmi les plans d'eau de superficie supérieure à 50 ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (grandes retenues, plans d'eau de digue, plans d'eau de creusement).

- ✓ Le contrôle opérationnel (CO) vise à suivre spécifiquement les plans d'eau (naturels ou anthropiques) de superficie supérieure à 50 ha qui risquent de ne pas atteindre leurs objectifs environnementaux (le bon état ou le bon potentiel).

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

La liste des plans d'eau suivis en 2021 pour le sud du bassin Rhône-Méditerranée et 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

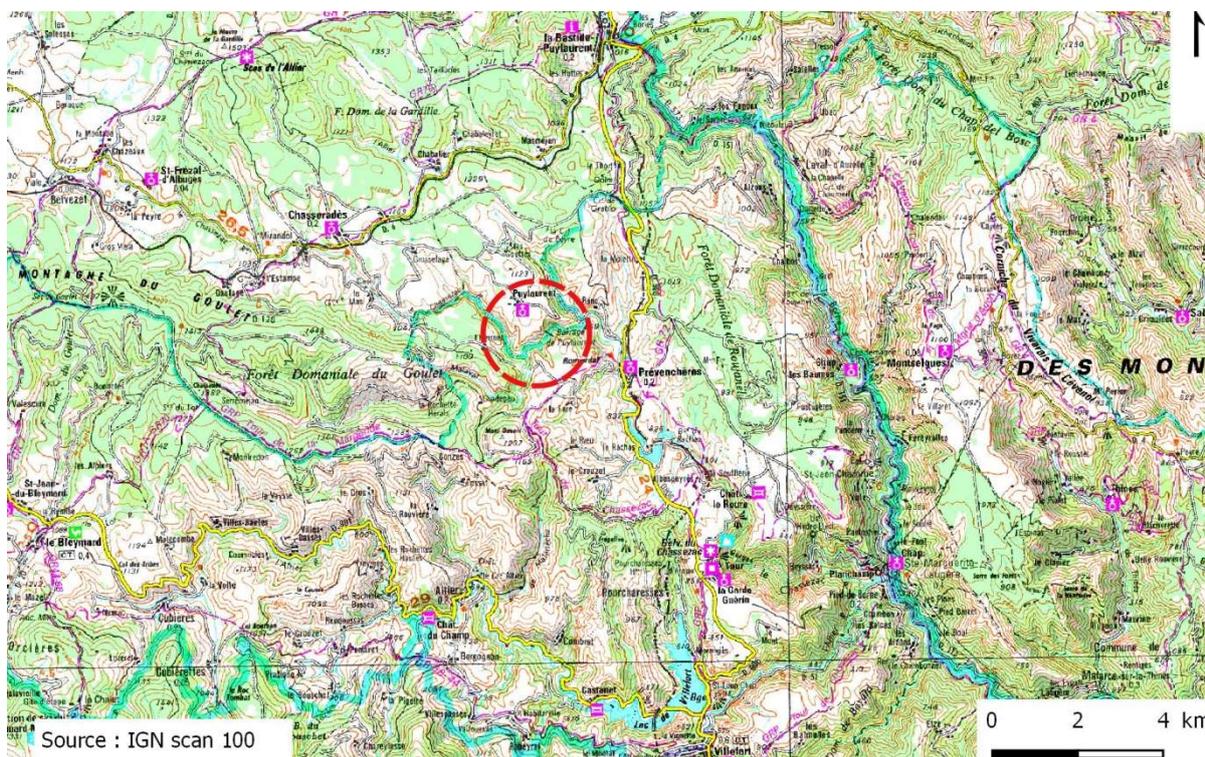
Code_lac	Libellé	Origine	Dept	Réseaux	Type de suivi réalisé
Y0405263	Bouillouses	MEFM	66	RCS	Classique
Y7615003	Codole	MEFM	2B	RCS/CO	Classique
Y9905043	Figari	MEFM	2A	RCS	Phytoplancton
Y2505003	Avène	MEFM	34	CO	Classique
Y1355003	Laprade basse	MEFM	11	CO	Classique
V5045103	Puylaurent	MEFM	48	CO	Classique
V5045003	Villefort	MEFM	48	CO	Classique
Y0455043	Vinça	MEFM	66	CO	Classique
Y4125003	Réaltor ²	MEA	13	CO	Classique

² suivi diatomées réalisé par la DREAL PACA

2 DÉROULEMENT DES INVESTIGATIONS

2.1 PRESENTATION DU PLAN D'EAU ET LOCALISATION

La retenue de Puylaurent est située dans le département de la Lozère (48) à une altitude de 939 m NGF sur les communes de la Bastide-Puylaurent et de Prévencières. Elle collecte les eaux du Chassezac et de son affluent, le ruisseau de Malaval, grâce à sa voute récente (1995) de 73 m de hauteur. La production d'énergie électrique est la principale vocation de cet ouvrage, propriété d'EDF. Cette retenue est également utilisée pour le soutien d'étiage du Chassezac.



Carte 1 : Localisation de la retenue de Puylaurent (48)

Le fort marnage estival et l'encaissement de ce plan d'eau n'autorisent pas la pratique de loisirs aquatiques. Sa superficie est de 50 ha pour une capacité de stockage de 12,8 millions de m³.

L'accumulation d'arbres et autres débris organiques grossiers (non-enlèvement lors de la mise en eau du barrage) rend le fond chaotique et génère une charge organique.

Le climat de ce secteur est caractérisé par une influence méditerranéenne sensible avec des étés relativement chauds et secs. Cependant, des épisodes cévenols de pluies fortes et violentes peuvent se produire du printemps à l'automne, et sont fréquents en septembre et octobre.

L'affluent majeur, le Chassezac, est un cours d'eau de type cévenol, avec un bassin versant (en amont de Puylaurent) de 80 km², recevant des précipitations annuelles moyennes de 1300 mm. Il constitue l'apport principal d'eau à la retenue, qui présente un temps de séjour faible : 53 jours.

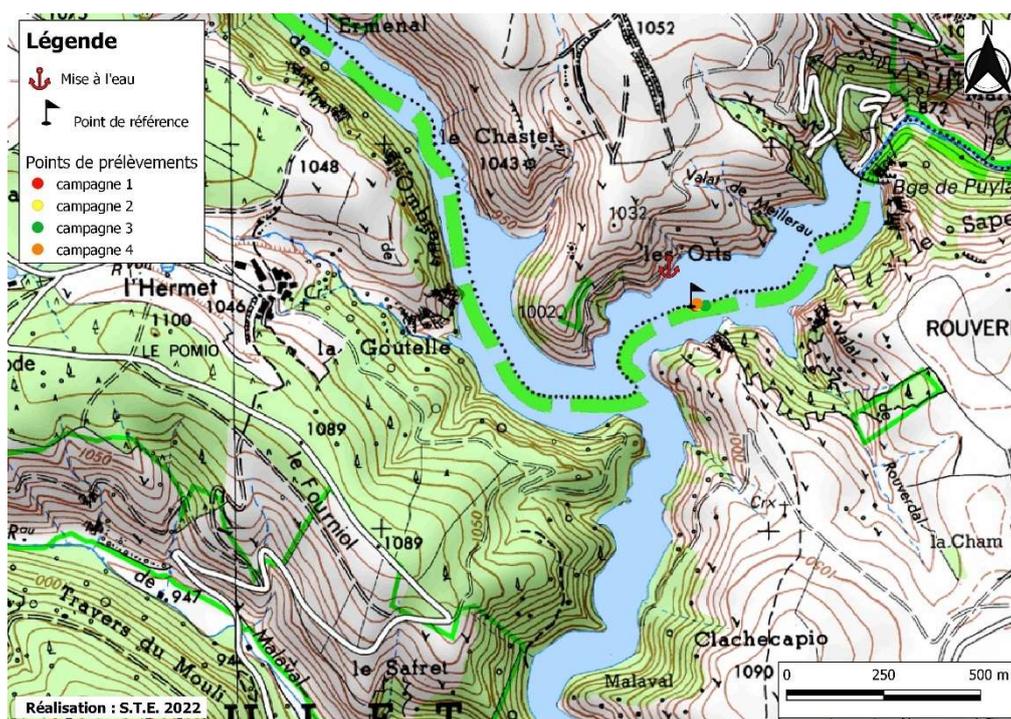


Figure 1 : Aménagements hydroélectriques du Chassezac (source EDF GEH Loire Ardèche)

Les rives du plan d'eau sont abruptes et recouvertes dans la partie Ouest du plan d'eau, par une forêt de feuillus. Elles présentent un caractère sauvage, sinon « naturel », marqué, sans autre signe d'urbanisation que l'ouvrage hydraulique. La majeure partie du plan d'eau (à l'exception de la rive gauche sur la commune de la Bastide-Puylaurent) est comprise dans la zone d'adhésion du Parc National des Cévennes.

L'accès au plan d'eau est délicat, il se fait par une piste peu carrossable ou bien par un chemin traversant une propriété riveraine.

La zone de plus grande profondeur se situe à proximité du barrage dans le chenal central. Le point de plus grande profondeur atteint 47 m pour cette année 2021 (Carte 2) avec un marnage de 3 m environ lors de la 2^{ème} campagne. Le marnage maximal enregistré en 2021 était important : 18 m en fin d'été.



Carte 2 : Localisation du point de prélèvements

La retenue de Puylaurent est monomictique, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un plan d'eau qui présente une seule phase annuelle de stratification en période estivale.

2.2 CONTENU DU SUIVI 2021

La retenue de Puylaurent est suivie au titre du Contrôle Opérationnel (CO). Le précédent suivi a eu lieu en 2018 (suivi complet).

La retenue de Puylaurent présente les pressions suivantes à l'origine du risque de non atteinte des objectifs environnementaux fixés par la DCE :

- ✓ Altération du régime hydrologique,
- ✓ Altération de la continuité écologique.

Compte tenu des pressions concernées (hydrologie et continuité écologique), et de l'absence d'enjeux sur la colonne d'eau (substances, et fond), le suivi est allégé avec seulement un prélèvement intégré pour analyses de physico-chimie classique (pas de prélèvement de fond ni sédiments).

Le compartiment biologique a été suivi à travers l'étude des peuplements phytoplanctonique (IPLAC) uniquement : les éléments de qualité biologiques macrophytes et phytobenthos n'étant pas considérés comme pertinents à suivre sur cette typologie de plan d'eau selon l'arrêté « Surveillance » et l'absence de données hydromorphologiques disponibles sur ce plan d'eau ne permettant pas la mise en œuvre du protocole de suivi du compartiment invertébrés lacustres pour le moment.

2.3 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.

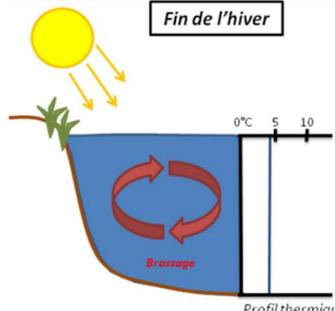
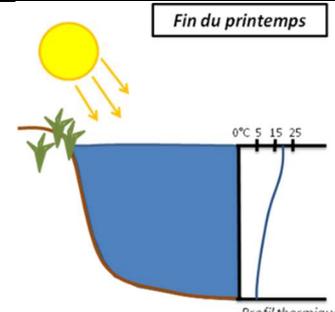
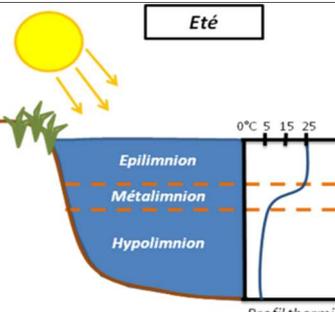
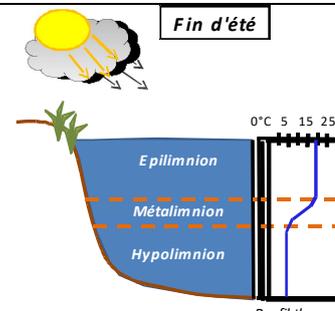
Tableau 3 : Synoptique des interventions de terrain et de laboratoire sur le plan d'eau

Retenue de Puylaurent	Phase terrain				Laboratoire - détermination
Campagne	C1	C2	C3	C4	
Date	15/04/2021	16/06/2021	21/07/2021	29/09/2021	automne/hiver 2021-2022
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.	LEMNA : Sonia Baillot

Les campagnes 2021 se sont déroulées conformément aux prescriptions de la méthodologie.

2.4 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 monomictiques¹, cette phase intervient en hiver. La campagne est donc réalisée en fin d'hiver avant que l'activité biologique ne débute (février-mars)</p> <p>¹ Plan d'eau qui présente une seule alternance stratification / déstratification annuelle</p>	 <p>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. Il s'agit de la 1^{ère} phase de croissance du phytoplancton.</p>	 <p>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. 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>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. 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>Fin d'été, baisse de la thermocline</p>

2.5 BILAN CLIMATIQUE DE L'ANNEE 2021

Les conditions climatiques de l'année 2021 pour le réservoir de Puylaurent sont analysées à partir de la station météorologique de Villefort-Mas de la Barque située en altitude (1420 m NGF) dans le parc des Cévennes. Cette station est implantée 15 km au sud de la retenue de Puylaurent, elle dispose d'une chronique réduite (2013-2022).

L'année 2021 a été globalement assez fraîche (Figure 2) avec une température moyenne de 6.4°C soit -0,5°C par rapport à la chronique (6.9°C sur 2013-2022). Le mois de janvier a été froid (-2.2°C), tandis que le mois de février a été chaud sur ce secteur. Globalement, le printemps et l'été ont été frais.

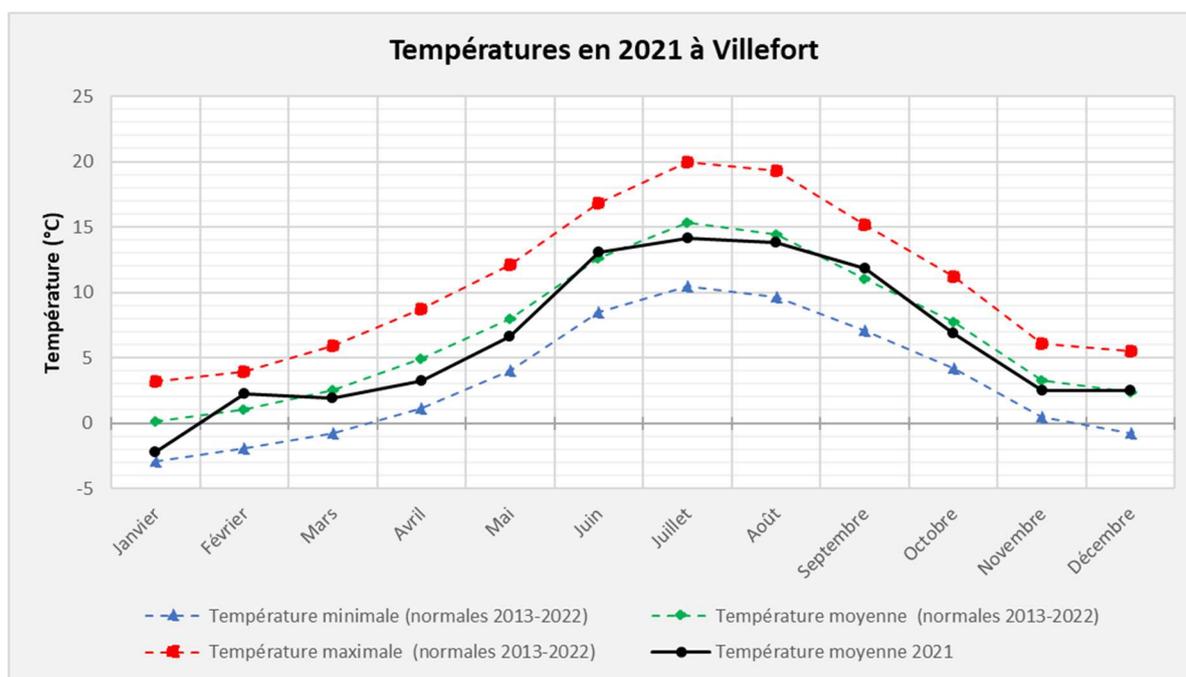


Figure 2 : Moyennes mensuelles de température à la station de Villefort-Mas de la Barque (source : Info-climat)

Le cumul de précipitations en 2021 est excédentaire (1560 mm en 2021 contre 1303 mm mesuré en moyenne sur la période 2013-2022), **soit +20%**. Les cumuls importants sont à relier en particulier aux épisodes cévenols très violents sur le mois d'octobre : le cumul mensuel a été supérieur à 500 mm en 2021, soit plus du double des valeurs mesurées théoriquement. En particulier, on constate un épisode pluvieux le 3/10/21 avec 204 mm tombés en 24h ! puis à la fin du mois, environ 230 mm cumulé entre le 28 et 31 octobre.

Les pluies ont également été intenses en mai 2021 avec 300 mm cumulé sur le mois, dont un épisode extrême avec 242 mm en 24h le 10 mai.

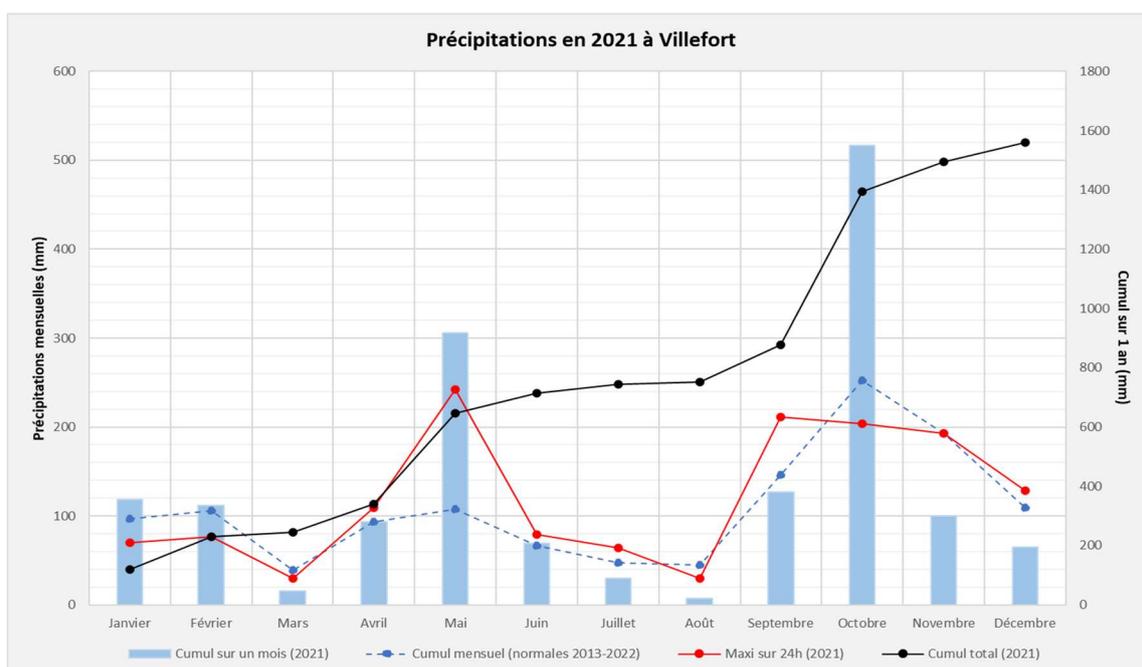


Figure 3 : Cumul de précipitations mensuelles à la station de Villefort-Mas de la Barque (source : Info-climat)

Plus en détail (Figure 3), il ressort les éléments suivants :

- ✓ Précipitations extrêmement élevées en mai et octobre (cumul 300 et 500 mm) ;
- ✓ Cumul réduit en mars (< 20 mm), en août (< 10 mm) ainsi que sur novembre/décembre,

Les épisodes pluvieux exceptionnels ont contribué à des crues majeures sur le Chassezac.

Finalement, l'année 2021 a été plutôt fraîche et excédentaire en pluviométrie, les pluies des mois de juin/juillet ont permis un bon remplissage du plan d'eau de Puylaurent.

3 RAPPEL MÉTHODOLOGIQUE

3.1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHIMIQUES

3.1.1 MÉTHODOLOGIE

Le contenu des investigations physicochimiques est similaire sur les quatre campagnes réalisées.

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 :

- 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 et EXO qui peuvent effectuer des mesures jusqu'à 200 m de profondeur :

- les sondes MS1 et 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 Chlorophylle a 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 les analyses, 7 litres sont nécessaires. Ainsi, selon la profondeur de la zone euphotique, plusieurs matériels peuvent être utilisés, l'objectif étant de limiter les aliquotes, et donc les manipulations afin que l'échantillon soit le plus homogène possible :

- ✓ le tuyau intégrateur (système décrit dans le protocole de l'IRSTEA) est adaptable pour toute profondeur, le volume échantillonné dépend du diamètre du tuyau. S.T.E. a mis au point 2 tuyaux :
 - l'un de 5 ou 9 m de diamètre élevé ($\text{Ø}18$ mm) pour les zones euphotiques réduites,
 - l'autre de 30 m ($\text{Ø}14$ mm) pour les transparences élevées.

La filtration de la chlorophylle est effectuée sur le terrain par 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 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 LEMNA en charge de la détermination et du comptage du phytoplancton. L'autre échantillon est conservé dans les locaux de S.T.E. dans le cadre du contrôle qualité.

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

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

3.1.2 PROGRAMME ANALYTIQUE

Concernant les analyses, les paramètres suivants sont mesurés :

- ✓ sur le prélèvement intégré destiné aux analyses de physico-chimie classique et de la chlorophylle :
 - turbidité, MES, COD, DBO_5 , DCO, PO_4^{3-} , Ptot , NH_4^+ , NKJ, NO_3^- , NO_2^- , silicates ;
 - chlorophylle *a* et indice phéopigments ;

3.2 INVESTIGATIONS HYDROBIOLOGIQUES

Les investigations hydrobiologiques menées en 2021 sur le lac de Puylaurent comprennent :

- ✓ l'étude des peuplements phytoplanctoniques à partir de la norme XP T 90-719, « Échantillonnage du phytoplancton dans les eaux intérieures » pour la phase d'échantillonnage. Pour la partie détermination, on se réfère à la Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (norme NF EN 15204, décembre 2006), correspondant à la méthode d'Utermöhl, et suivant les spécifications particulières décrites au chapitre 5 du « Protocole standardisé d'échantillonnage, de

conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan pour la mise en œuvre de la DCE » - Version 3.3.1, septembre 2009 ;

3.2.1 ÉTUDE DES PEUPELEMENTS PHYTOPLANCTONIQUES

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 LEMNA, spécialiste en systématique et écologie des algues d'eau douce.

3.2.1.1 *Prélèvement des échantillons*

Les prélèvements ont été réalisés selon la méthodologie présentée au point c) du §3.1.1 « Méthodologie » du présent chapitre « Rappel méthodologique ».

3.2.1.2 *Détermination des taxons*

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

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

L'analyse quantitative implique l'identification et le dénombrement des taxons observés dans une surface connue de la chambre de comptage. Selon la concentration en algues décroissante, le comptage peut être réalisé de trois manières différentes (Figure 4).

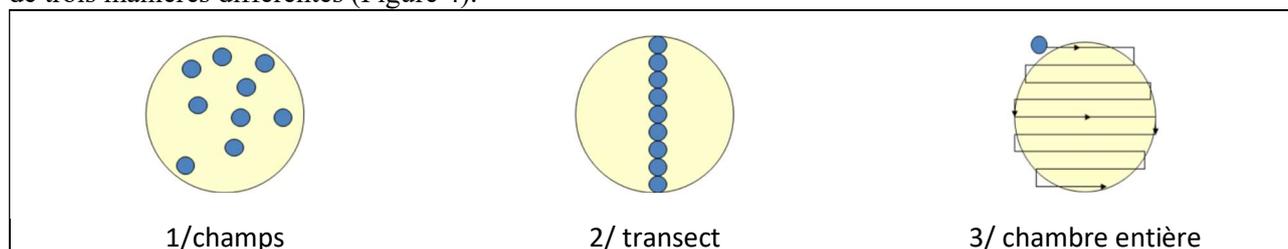


Figure 4 : Représentation schématique des différentes stratégies de comptage

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-opérateurs 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 (excepté pour les cyanobactéries et chrysophycées à logettes) sont comptées. Les cellules vides des colonies, des cœnobes, des filaments ou des diatomées ne sont pas dénombrées ;
- ✓ les logettes des chrysophycées (ex : *Dinobryon*, *Kephyrion*,...) sont dénombrées même si elles sont vides, les cellules de flagellés isolées ne sont pas dénombrées ;
- ✓ pour les diatomées, en cas de difficulté d'identification et de fortes abondances (supérieures 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) est effectuée.

3.2.1.3 *Traitement des données*

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 3.1.3), 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 exportée au format .xls ou .csv. Cet outil permet de présenter des résultats complets.

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

- ✓ la Métrique de biomasse algale ou MBA est basée sur la concentration moyenne de la chlorophylle a sur la période de végétation ;
- ✓ la Métrique de Composition Spécifique ou MCS exprime une note en fonction de la présence (exprimée en biovolume) de taxons indicateurs, figurant dans une liste de référence de 165 taxons (SEEE 1.1.0). À 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 5 : Seuils des classes d'état définis pour chaque métrique et pour l'IPLAC

L'interprétation des caractéristiques écologiques du peuplement permet d'établir si une dégradation de la note indicienne peut être expliquée par la présence de taxons pollutotolérants ou favorisés par une abondance de nutriments liée à l'eutrophisation du milieu, ou être liée 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.

4 RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

4.1 INVESTIGATIONS PHYSICOCHEMISTIQUES

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

4.1.1 PROFILS VERTICAUX ET ÉVOLUTIONS SAISONNIÈRES

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.

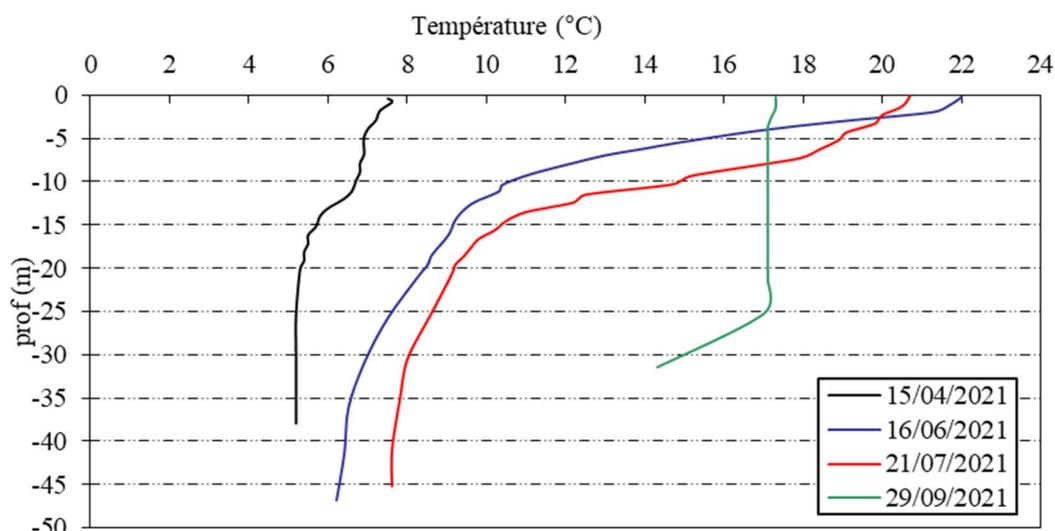


Figure 6 : Profils verticaux de température au point de plus grande profondeur

Avec une 1^{ère} campagne un peu tardive (15 avril), la couche de surface s'est bien réchauffée avec près de 8°C en surface. A partir de 13 m et jusqu'au fond, la colonne d'eau est homogène à 5,2°C environ.

La campagne 2 est marquée par un net réchauffement de l'ensemble de la colonne d'eau, la température atteint 22°C en surface, plus chaude que lors de la campagne estivale ! L'épilimnion est peu développé. La stratification est en place avec une thermocline comprise entre 3 et 10 m et une couche profonde (10 m – fond) entre 10 et 6°C.

La campagne 3 se caractérise par un profil assez similaire à la C2 avec un saut thermique entre 4 et 16 m de profondeur. L'épilimnion est quasi inexistant.

Fin septembre, le déstockage de la retenue (-18 m) a entraîné un brassage des eaux, la masse d'eau est quasiment homogène avec 17,3°C de la surface à 25 m de profondeur. Le fond est à 14°C.

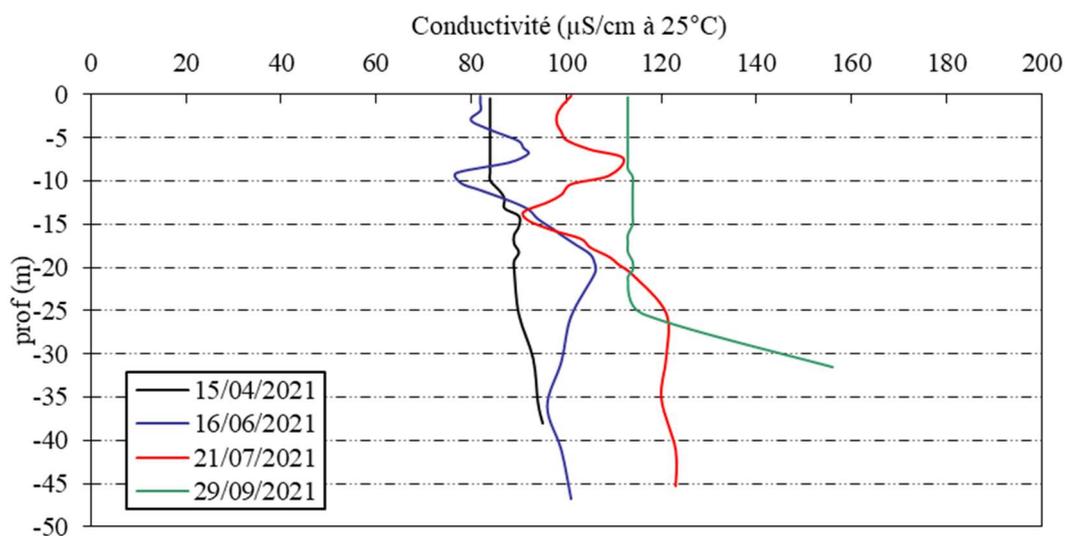


Figure 7 : Profils verticaux de conductivité au point de plus grande profondeur

La conductivité indique une eau faiblement à modérément minéralisée (80 à 156 µS/cm), typiquement en lien avec la nature des substrats du bassin versant (roches métamorphiques d'origine cristalline et inclusions plutoniques).

Le profil de la campagne 1 montre une colonne d'eau plutôt homogène (90 µS/cm).

Au printemps, la conductivité n'est pas homogène sur toute la colonne d'eau : on constate un pic (90 µS/cm) à 8 m de profondeur, et à nouveau un autre pic à 100 µS/cm entre -20 m.

En plein été, la conductivité se maintient entre 90 et 100 µS/cm avec un pic à plus de 112 µS/cm à 8 m. La conductivité augmente également à partir de 20 m, jusqu'au fond (120 µS/cm).

En campagne 4, on observe une nette augmentation de la minéralisation avec environ 113 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et un pic de conductivité au fond (156 $\mu\text{s}/\text{cm}$) en lien avec les processus de dégradation de la matière organique. Ces profils semblent indiquer la présence de certains courants sur la colonne d'eau.

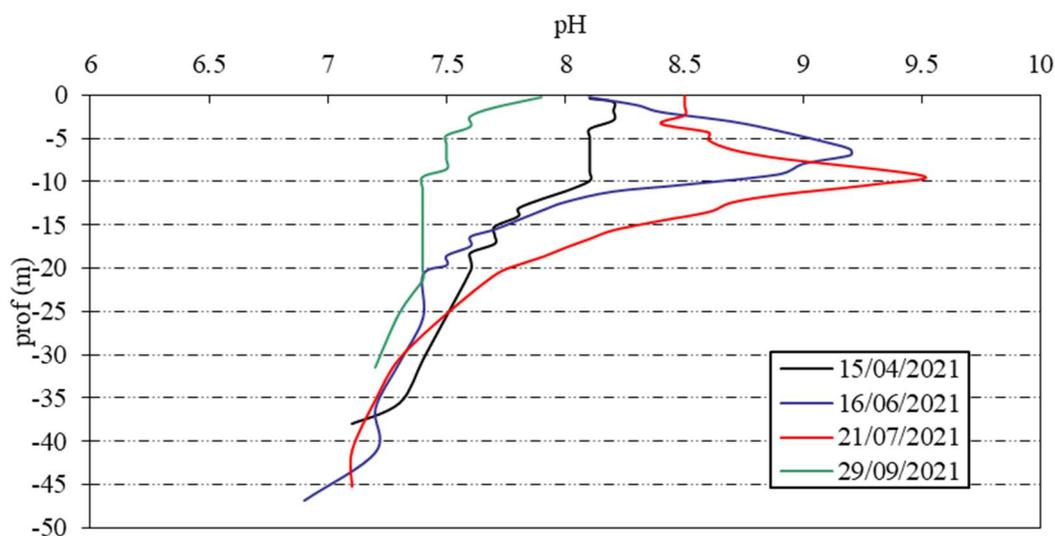


Figure 8 : Profils verticaux de pH au point de plus grande profondeur

Les profils pH indiquent des eaux alcalines en zone euphotique avec un pH compris entre 7,5 et 9,5. Le pH diminue dans le fond du plan d'eau avec les processus de minéralisation de la matière organique, il est compris entre 6,9 et 7,2. Un pic de pH est observé lors des campagnes du 16/06 (9,2) et du 21/07 (9,5) entre 5 et 10 m de profondeur ; il correspond au pic d'activité biologique.

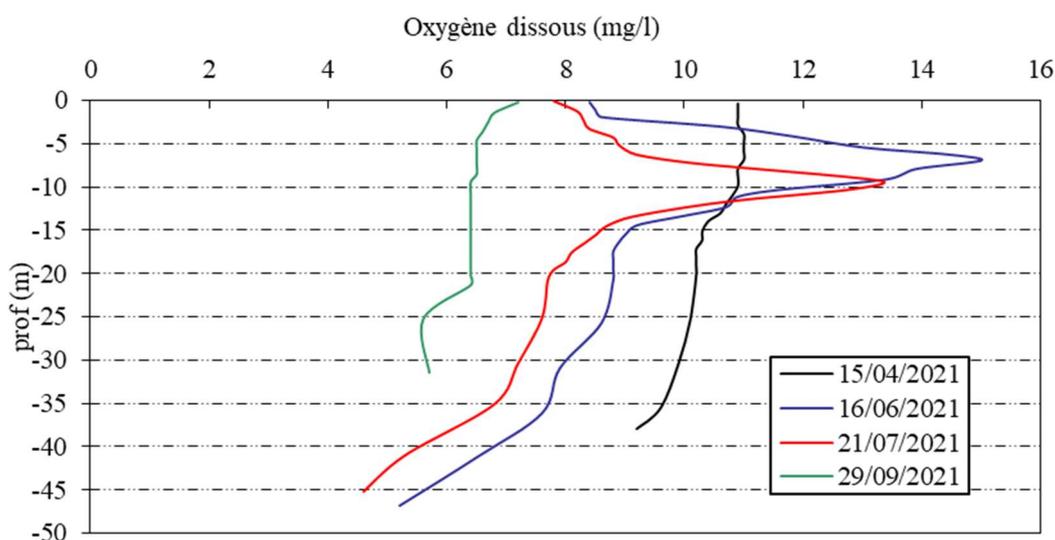


Figure 9 : Profils verticaux d'oxygène (mg/l) au point de plus grande profondeur

Le profil de la première campagne montre des teneurs en oxygène dissous quasi-homogènes sur toute la colonne d'eau.

Les deux campagnes estivales sont caractérisées par un pic d'activité biologique entre 4 et 10 m caractérisé par des sursaturations en oxygène (>140% sat). Ces deux campagnes sont également marquées par une désoxygénation partielle de l'hypolimnion (40 à 50% sat au fond).

La dernière campagne est caractérisée par un déficit en oxygène (60 à 80%) sur la colonne d'eau à la suite du brassage des eaux. Cela suggère une forte désoxygénation des eaux hypolimniques durant l'été.

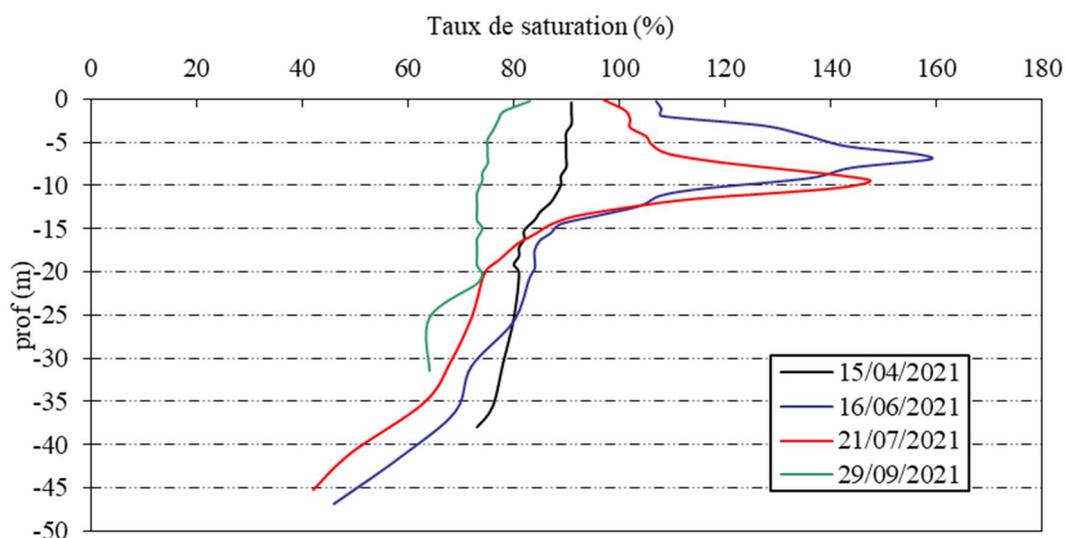


Figure 10 : Profils verticaux d'oxygène (% sat.) au point de plus grande profondeur

La *chlorophylle a* est étudiée à l'aide d'une sonde EXO équipée d'un capteur spécifique qui mesure la concentration en *chlorophylle a* en $\mu\text{g/l}$. Les profils des trois premières campagnes sont présentés sur la Figure 11. À la suite d'un dysfonctionnement du capteur, le profil de campagne 4 n'est pas disponible.

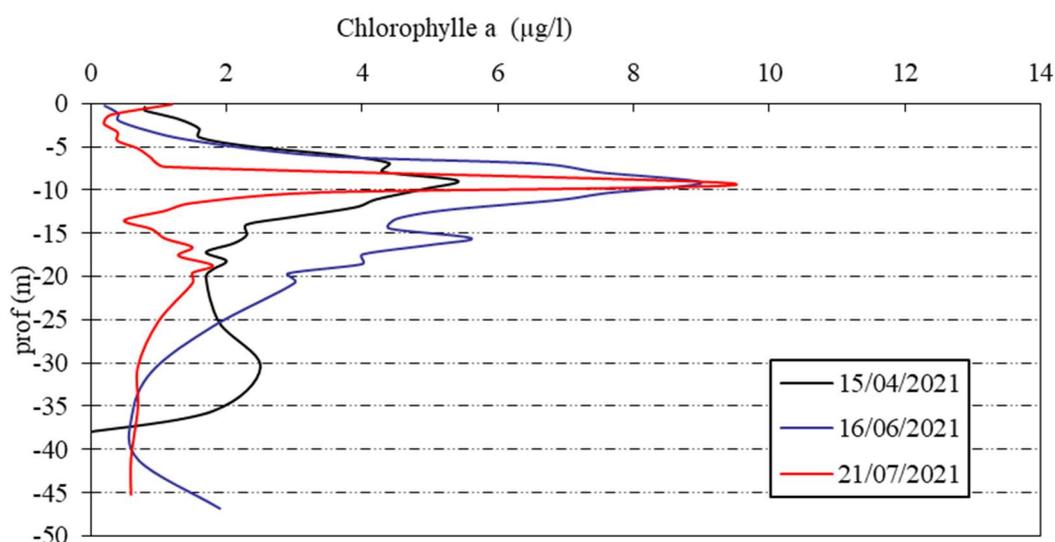


Figure 11 : profils verticaux de la Chlorophylle a au point de plus grande profondeur

Les concentrations en *chlorophylle a* sont élevées lors des campagnes de juin et juillet, avec un pic à 10 m de profondeur, observé respectivement à 9,0 et 9,5 $\mu\text{g/l}$. Ce pic est lié à l'activité biologique. Sur le reste de la colonne d'eau, la concentration en chlorophylle a est inférieure à 3 $\mu\text{g/l}$.

En fin d'hiver, le pic est observé à la même profondeur, mais pour une concentration de 5,4 $\mu\text{g/l}$.

Sur la retenue de Puylaurent, les profils montrent une colonne d'eau plutôt homogène lors de la première campagne et également lors de la dernière (brassage de la masse d'eau). Un pic d'activité biologique est mesuré lors des deux campagnes estivales (pH, taux de saturation en oxygène, *chlorophylle a*).

4.1.2 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES SUR EAU

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

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

Retenue de Puylaurent (48)		Unité	Code sandre	LQ	15/04/2021	16/06/2021	21/07/2021	29/09/2021
Code plan d'eau: V5045103					intégré	intégré	intégré	intégré
PC eau	Carbone organique	mg(C)/L	1841	0.2	1.1	1.4	1.3	1.6
	DBO	mg(O2)/L	1313	0.5	2.2	1.6	1.2	0.8
	DCO	mg(O2)/L	1314	20	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Azote Kjeldahl	mg(N)/L	1319	0.5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Ammonium	mg(NH4)/L	1335	0.01	0.01	0.01	0.04	0.08
	Nitrates	mg(NO3)/L	1340	0.5	3.5	2.6	2.8	1.7
	Nitrites	mg(NO2)/L	1339	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02
	Phosphates	mg(PO4)/L	1433	0.01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Phosphore total	mg(P)/L	1350	0.005	<LQ	0.010	<LQ	<LQ
	Silicates	mg(SiO2)/L	1342	0.05	2.30	0.70	1.20	1.10
	MeS	mg/L	1305	1	3.1	3.3	1.0	2.3
Turbidité	NFU	1295	0.1	1.70	1.90	0.81	1.20	

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

La charge organique est faible dans les eaux de la retenue de Puylaurent : les concentrations en carbone organique dissous sont très homogènes et comprises entre 1,1 et 1,6 mg/l. La DBO₅ reste faible (1,2 à 2,2 mg/l). La DCO et l'azote Kjeldahl sont sous les seuils de quantification. Globalement, les matières en suspension sont peu abondantes et la turbidité est faible (<1,9 mg/l de MES, <3,3 NTU).

En fin d'hiver, les eaux de la retenue de Puylaurent sont riches en matières azotées : les nitrates sont mesurés à 3,5 mg/l. Les matières phosphorées ne sont pas biodisponibles pour la production biologique : la concentration en phosphates est inférieure à 10 µg/l toute l'année. Ainsi, le rapport N/P¹ est très élevé (491) : le phosphore est limitant favorisant la croissance des chlorophycées. Les nitrates restent en effet disponibles (de 3,5 mg/l en fin d'hiver à 1,7 mg/l en fin d'été). Le phosphore total est peu présent dans la zone trophogène (≤ 0,01 mg/l en deuxième campagne). L'ammonium et les nitrites sont présents de manière assez anecdotique sauf lors de la dernière campagne où les NH₄⁺ sont mesurés à 0,08 mg/l.

La teneur en silicates est élevée lors de la première campagne (2,3 mg/l) mais elle diminue au fil de la saison, pouvant limiter la croissance des diatomées : 0,70 mg/l en C2, 1,20 mg/l en C3 et 1,1 mg/l en C4.

4.2 PHYTOPLANCTON

4.2.1 PRELEVEMENTS INTEGRES

Les prélèvements intégrés destinés à l'analyse du phytoplancton ont été réalisés en même temps que les prélèvements pour les analyses physicochimiques classiques. Ils sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalant à 2,5 fois la transparence lors de la campagne).

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.

Sur le réservoir de Puylaurent, la zone euphotique et la transparence mesurées sont représentées par le graphique de la Figure 12.

La transparence est moyenne à élevée (3,8 à 9,4 m), elle augmente au fil de la saison avec une zone trophogène très profonde en période estivale.

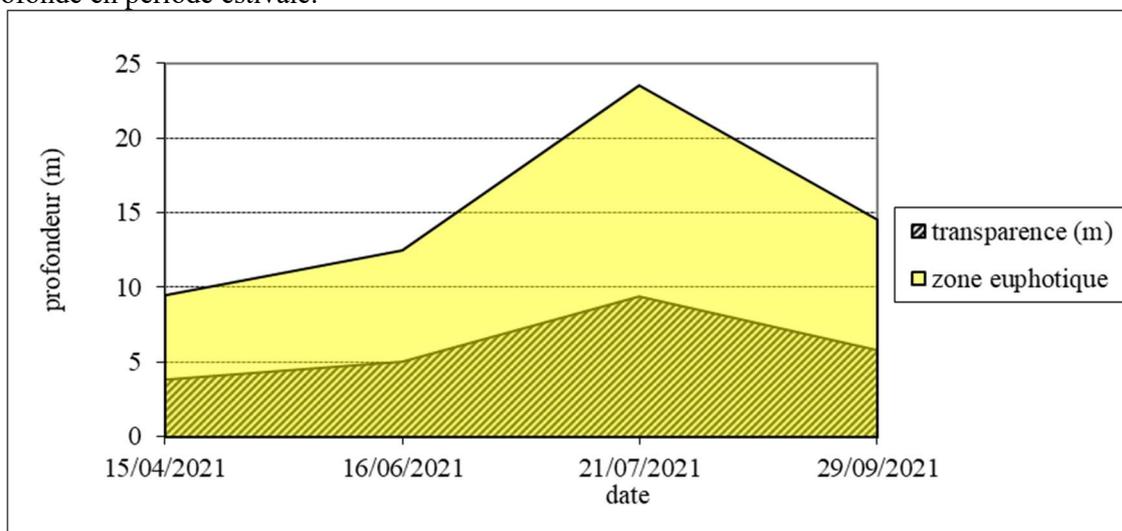


Figure 12 : Evolution de la transparence et de la zone euphotique lors de 4 campagnes

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton et de la chlorophylle *a* sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique. Les échantillons 2021 concernent une colonne d'eau importante : 9,5 à 23,5 m.

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

Tableau 5 : Analyses des pigments chlorophylliens

Retenue de Puylaurent (48)		Unité	Code sandre	LQ	15/04/2021	16/06/2021	21/07/2021	29/09/2021
Code plan d'eau: V5045103					intégré	intégré	intégré	intégré
indices chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/L	1439	1	3	8	2	1
	Phéopigments	µg/L	1436	1	<LQ	7	2	<LQ
	Transparence	m	1332		3.8	5.0	9.4	5.8

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

Les concentrations en pigments chlorophylliens sont faibles dans le lac de Puylaurent lors de toutes les campagnes, sauf les deux premières campagnes où les teneurs en *chlorophylle a* atteignent 3 et 8 µg/l. La moyenne estivale de concentration en *chlorophylle a* est évaluée à 3,7 µg/l. La concentration en phéopigments reste faible en première et dernière campagne (<1 µg/l). Elle est maximale en deuxième campagne (7 µg/l).

4.2.2 LISTES FLORISTIQUES

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

Embranchement	Nom taxon	Code Sandre	cf.	15-avr	16-juin	21-juil	29-sept
BACILLARIOPHYTA	<i>Asterionella formosa</i>	4860		992.9	15.7	0.8	2.5
	<i>Aulacoseira subarctica</i>	8576	cf	48.1			7.1
	<i>Encyonema</i>	9378			3.7		0.9
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	6666		1000.3	3953.2	185.9	1.3
	<i>Lindavia praetermissa</i>	42871		53.6	188.6	2.8	
	<i>Navicula</i>	9430		1.8		2.8	0.9
	<i>Nitzschia sp., <100µm</i>	9804		1.8			0.9
	<i>Pantocsekiella ocellata</i>	42876		532.5	7.4		230.2
	<i>Ulnaria grunowii</i>	44401	cf		0.5	0.2	0.3
	<i>Urosolenia longiseta</i>	9501		1.8			
CHAROPHYTA	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	5664				0.4	0.0
	<i>Mougeotia</i>	1146	cf		6.6	1.0	
	<i>Staurastrum cingulum</i>	5455				0.1	
CHLOROPHYTA	<i>Chlamydomonas < 10 µm</i>	6016			7.4	11.1	
	<i>Chlorella</i>	5929				74.6	12.0
	<i>Chlorella [2-5µm]</i>	5929		11.1	233.0	11.1	12.9
	<i>Chlorophycées coloniales ind 5-10 µm</i>	24936			29.6		
	<i>Coelastrum microporum</i>	5610					27.6
	<i>Coenochloris pyrenoidosa</i>	5620	cf	159.0	29.6	50.2	17.2
	<i>Coenocystis subcylindrica</i>	5624	cf			3.2	3.7
	<i>Desmodesmus armatus</i>	31930					3.7
	<i>Desmodesmus armatus var. bicaudatus</i>	44681		7.4			
	<i>Eudorina</i>	6033				0.6	
	<i>Lanceola spatulifera</i>	5720					1.8
	<i>Lemmermannia tetrapedia</i>	46582		22.2			
	<i>Lemmermannia triangularis</i>	46583		37.0			
	<i>Oocystis marssonii</i>	9240	cf		14.8	2.8	3.7
	<i>Oocystis parva</i>	5758	cf			49.7	
	<i>Pandorina morum</i>	6046			1.3		
	<i>Scenedesmus obtusus f. disciformis</i>	44968				11.1	
<i>Tetraedron minimum</i>	5888					0.9	
CRYPTOPHYTA	<i>Cryptomonas</i>	6269			18.5		12.0
	<i>Cryptomonas marssonii</i>	6273		1.8	11.1	16.6	8.3
	<i>Cryptomonas obovata</i>	9631			7.4		
	<i>Cryptomonas ovata</i>	6274	cf		3.7	24.9	1.8
	<i>Plagioselmis lacustris</i>	9633			3.7		
	<i>Plagioselmis nannoplantica</i>	9634		64.7	580.6	174.0	81.0
CYANOBACTERIA	<i>Anabaena</i>	1101				1.3	
	<i>Anathece minutissima</i>	39076	cf	1987.7			5715.6
	<i>Aphanizomenon</i>	1103		81.4	55.5	14.4	19.2
	<i>Aphanocapsa elachista</i>	6310	cf				196.1
	<i>Aphanothece</i>	6346		38.8			
	<i>Chroococcales ind</i>	4737		66.6			101.3
	<i>Dolichospermum</i>	31962				1.7	37.1
	<i>Pseudanabaena catenata</i>	6456			40.7		
HAPTOPHYTA	<i>Chrysochromulina parva</i>	31903		1.8	343.9	406.1	23.9
	<i>Cladomonas fruticulosa</i>	20086	cf				0.9
MIOZOA	<i>Ceratium hirundinella</i>	6553			1.0	0.0	0.0
	<i>Gymnodinium cnecoides</i>	20338	cf		14.8		
	<i>Peridinium volzii</i>	6588			0.9		
OCHROPHYTA	<i>Chrysococcus</i>	9570		16.6			
	<i>Dinobryon divergens</i>	6130		1.8	3.7		10.1
	<i>Epipyxis</i>	6144	cf				21.2
	<i>Mallomonas tonsurata</i>	6218	cf				1.8
	<i>Nephrodiella lunaris</i>	9616				2.8	5.5
	<i>Pseudopedinella</i>	4764		1.8		2.8	1.8
	<i>Uroglena</i>	6177			207.1	5.5	
Nombre de taxons				23	27	28	35
Nombre de cellules/ml				5133	5784	1058	6566

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

Embranchement	Nom taxon	cf.	Code Sandre	15-avr	16-juin	21-juil	29-sept
BACILLARIOPHYTA	<i>Asterionella formosa</i>		4860	0.25816	0.00408	0.00022	0.00066
	<i>Aulacoseira subarctica</i>	cf	8576	0.02404			0.00355
	<i>Encyonema</i>		9378		0.00257		0.00064
	<i>Fragilaria crotonensis</i>		6666	0.30009	1.18595	0.05576	0.00039
	<i>Lindavia praetermissa</i>		42871	0.08622	0.30327	0.00444	
	<i>Navicula</i>		9430	0.00220		0.00329	0.00110
	<i>Nitzschia sp. <100µm</i>		9804	0.00069			0.00034
	<i>Pantocsekiella ocellata</i>		42876	0.06177	0.00086		0.02670
	<i>Ulnaria grunowii</i>	cf	44401		0.00105	0.00052	0.00061
CHAROPHYTA	<i>Urosolenia longiseta</i>		9501	0.00088			
	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>		5664			0.00008	0.00001
	<i>Mougeotia</i>	cf	1146		0.01680	0.00242	
CHLOROPHYTA	<i>Staurastrum cingulum</i>		5455			0.00179	
	<i>Chlamydomonas < 10 µm</i>		6016		0.00018	0.00027	
	<i>Chlorella</i>		5929			0.00522	0.00084
	<i>Chlorella [2-5µm]</i>		5929	0.00024	0.00513	0.00024	0.00028
	<i>Chlorophycées coloniales ind 5-10 µm</i>		24936		0.00654		
	<i>Coelastrum microporum</i>		5610				0.00517
	<i>Coenochloris pyrenoidosa</i>	cf	5620	0.01383	0.00257	0.00436	0.00149
	<i>Coenocystis subcylindrica</i>	cf	5624			0.00051	0.00059
	<i>Desmodesmus armatus</i>		31930				0.00130
	<i>Desmodesmus armatus var. bicaudatus</i>		44681	0.00261			
	<i>Eudorina</i>		6033			0.00035	
	<i>Lanceola spatulifera</i>		5720				0.00053
	<i>Lemmermannia tetrapedia</i>		46582	0.00300			
	<i>Lemmermannia triangularis</i>		46583	0.00240			
	<i>Oocystis marssonii</i>	cf	9240		0.00393	0.00073	0.00098
	<i>Oocystis parva</i>	cf	5758			0.00313	
	<i>Pandorina morum</i>		6046		0.00091		
<i>Scenedesmus obtusus f. disciformis</i>		44968			0.00182		
<i>Tetraedron minimum</i>		5888				0.00032	
CRYPTOPHYTA	<i>Cryptomonas</i>		6269		0.03276		0.02121
	<i>Cryptomonas marssonii</i>		6273	0.00222	0.01331	0.01989	0.00994
	<i>Cryptomonas obovata</i>		9631		0.01183		
	<i>Cryptomonas ovata</i>	cf	6274		0.00774	0.05206	0.00386
	<i>Plagioselmis lacustris</i>		9633		0.00074		
	<i>Plagioselmis nannoplantica</i>		9634	0.00453	0.04064	0.01218	0.00567
CYANOBACTERIA	<i>Anabaena</i>		1101			0.00013	
	<i>Anathece minutissima</i>	cf	39076	0.00199			0.01143
	<i>Aphanizomenon</i>		1103	0.00586	0.00399	0.00104	0.00139
	<i>Aphanocapsa elachista</i>	cf	6310				0.00039
	<i>Aphanothece</i>		6346	0.00039			
	<i>Chroococcales ind</i>		4737	0.00013			0.00020
	<i>Dolichospermum</i>		31962			0.00051	0.01075
HAPTOPHYTA	<i>Pseudanabaena catenata</i>		6456		0.00028		
	<i>Chrysochromulina parva</i>		31903	0.00005	0.00997	0.01178	0.00069
	<i>Cladomonas fruticulosa</i>	cf	20086				0.00029
MIOZOA	<i>Ceratium hirundinella</i>		6553		0.03825	0.00159	0.00159
	<i>Gymnodinium cnecoides</i>	cf	20338		0.03373		
	<i>Peridinium volzii</i>		6588		0.03136		
OCHROPHYTA	<i>Chrysococcus</i>		9570	0.00141			
	<i>Dinobryon divergens</i>		6130	0.00039	0.00077		0.00212
	<i>Epipyxis</i>	cf	6144				0.00487
	<i>Mallomonas tonsurata</i>	cf	6218				0.00129
	<i>Nephrodiella lunaris</i>		9616			0.00052	0.00105
	<i>Pseudopedinella</i>		4764	0.00078		0.00117	0.00078
	<i>Uroglena</i>		6177		0.03955	0.00106	
Nombre de taxons				23	27	28	35
Biovolume (mm³/l)				0.774	1.799	0.187	0.123

4.2.3 ÉVOLUTIONS SAISONNIÈRES 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 13), et le biovolume de l'échantillon (Figure 14).

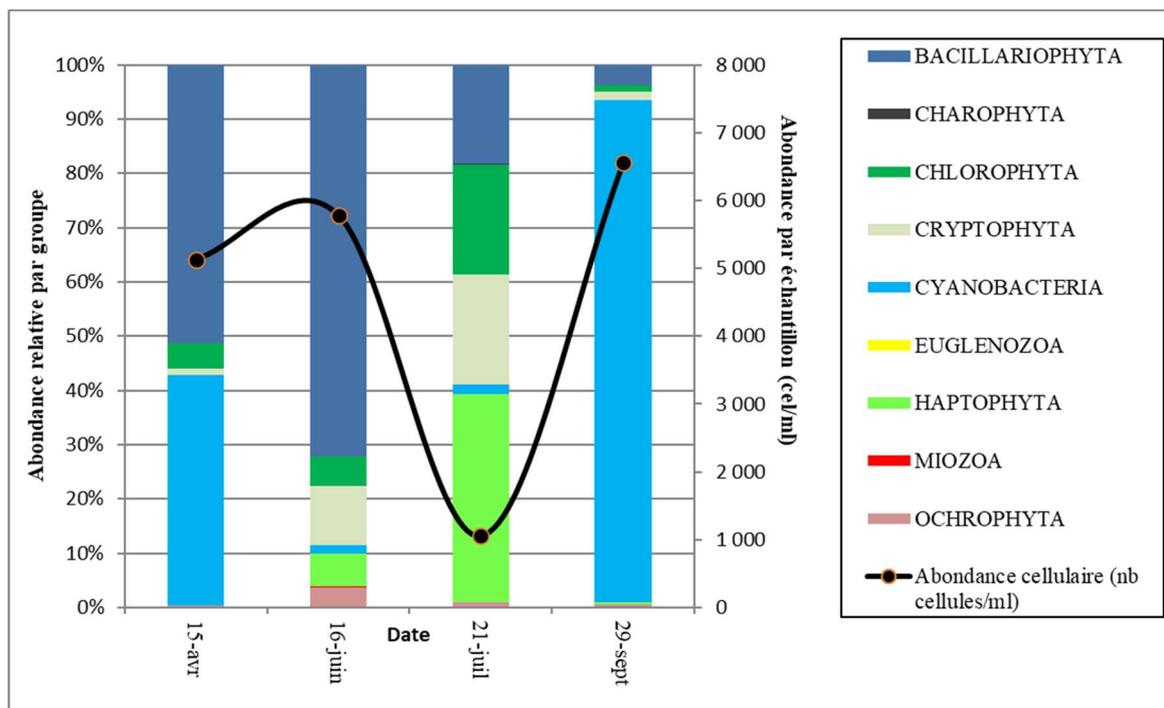


Figure 13 : Répartition du phytoplancton sur la retenue de Puylaurent à partir des abondances (cellules/ml)

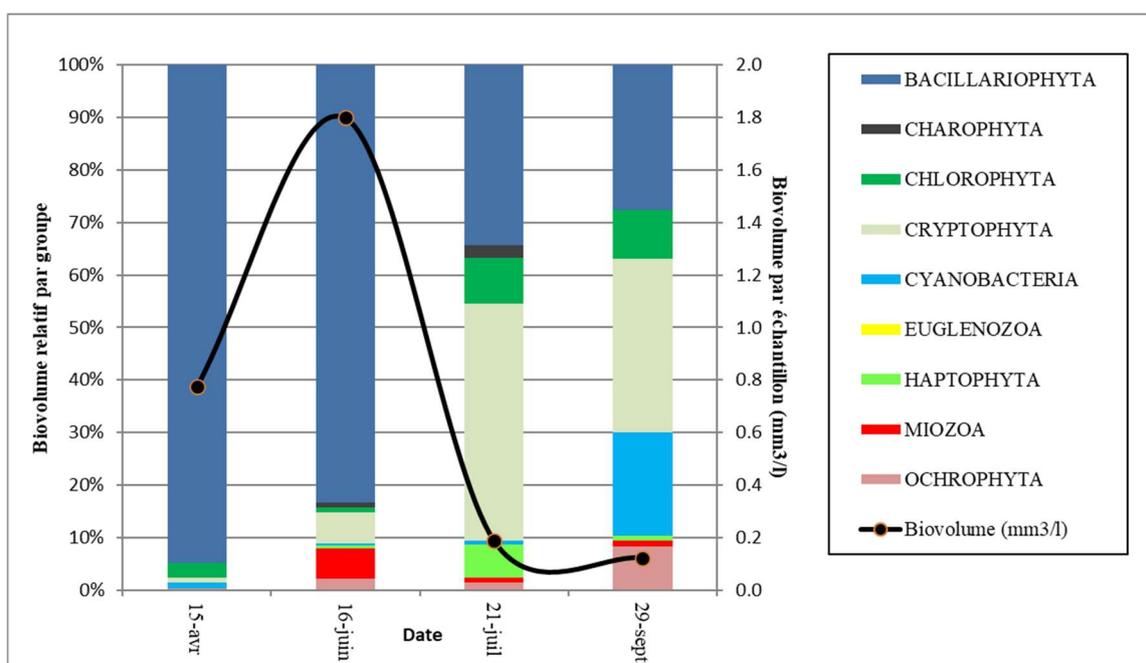


Figure 14 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux de phytoplancton (en mm^3/l)

La productivité algale est variable sur la retenue de Puylaurent avec des valeurs mesurées faibles en mars (0,774 mm³/l), modérées en juin (1,799 mm³/l) et très faibles en juillet et en septembre (respectivement, 0,187 et 0,123 mm³/l). Ces valeurs de biovolume correspondent en moyenne à celles d'un milieu mésotrophe (moy=0,721 mm³/l ; Willén, 2000). Ces résultats sont confortés par la concentration moyenne de chlorophylle quantifiée dans les 4 campagnes (3,5 µg/l), correspondant également à celle d'un milieu mésotrophe (2,5-8 µg/l ; OCDE, 1982).

Au sein des inventaires, la richesse taxonomique est faible lors des 3 premières campagnes : de manière assez stable sont identifiés, en moyenne, 26 taxons ; puis un maximum de 35 taxons est relevé en septembre. Au total, 25 taxons sur les 57 identifiés cotent pour l'IPLAC.

Les diatomées sont dominantes dès la première campagne (95% du biovolume totale et 51% de l'abondance cellulaire). En avril, il s'agit principalement *Asterionella formosa* et *Fragilaria crotonensis*, des formes de vie coloniales typiquement adaptées pour lutter contre la sédimentation. *Fragilaria crotonensis* persiste en juin (66% du biovolume totale) et juillet (30%), ces colonies en forme de rubans sont caractéristiques des épilimnions eutrophes (groupe fonctionnel P : Reynolds et al. 2002). Puis de petites diatomées centriques remplacent les formes coloniales, principalement *Pantocsekiella ocellata* (21,7%) qui est sensible à la matière organique mais supportent des teneurs élevées en nutriments (Bey et Ector, 2013a ; Peeters et Ector, 2017).

Lors des deux campagnes suivantes (juillet, septembre), une baisse de la productivité est observée, accompagnée d'une transition taxonomique.

En juillet, il se développe des espèces motiles capables de modifier leur position verticale pour rechercher des nutriments ou de la matière organique. Il s'agit des espèces flagellées de petites tailles *Chrysochromulina parva* et *Plagioselmis nannoplanctica* (respectivement 38,4% et 16,4% de l'abondance cellulaire) ainsi que des espèces flagellées de plus grandes tailles appartenant aux cryptophycées essentiellement *Cryptomonas cf. ovata* et *Cryptomonas marssonii* (38,5% du biovolume totale et 3,9% de l'abondance cellulaire).

En septembre, les cyanobactéries coloniales à fortes concentrations de cellules *Anathece cf. minutissima* sont les principales représentantes en termes d'abondance cellulaire (87,1%).

Notons que 5 espèces de cyanobactéries inventoriées sont considérées comme potentiellement toxiques : *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Aphanocapsa cf. elachista*, *Dolichospermum*, *Pseudanabaena catenata*. Néanmoins, leur présence en faible concentration (0,025 mm³/l au maximum), ne représente pas un risque pour la santé humaine (seuil d'alerte 1mm³/l ; Anses, 2020).

On remarque également l'apparition tardive d'ochrophytes telles que *Dinobryon divergens* et *Epipyxis*. Comme ils sont mixotrophes, ils se développent lorsque les ressources en nutriments sont limitantes pour les autres classes algales. En fin de saison, la baisse de productivité et le cortège observé caractérisent un déséquilibre en nutriments.

En résumé, le milieu présente une saisonnalité marquée avec une variation des teneurs en nutriments et une activité zooplanctonique significativement influente sur le cortège de phytoplancton.

4.2.4 INDICE PHYTOPLANCTONIQUE IPLAC

L'indice phytoplancton lacustre ou IPLAC est calculé à partir du SEEE (v1.1.0). Il s'appuie sur la moyenne pondérée de 2 métriques : l'une basée sur les teneurs en chlorophylle a (µg/l) (MBA ou métrique de biomasse algale totale), et l'autre sur la présence d'espèces indicatrices quantifiée en biovolume (mm³/l) (MCS ou métrique de composition spécifique). Plus la valeur d'une métrique tend vers 1, plus la qualité est proche de la valeur prédite en conditions de référence. Les 5 classes d'état sont fournies sur la Figure 5.

Les classes d'état pour les deux métriques et l'IPLAC sont données pour la retenue de Puylaurent dans le tableau suivant.

Code lac	Nom_lac	Année	MBA	MCS	IPLAC	Classe IPLAC
V5045103	PUYLAURENT	2021	0.617	0.660	0.647	B

En 2021, les notes de productivité (MBA=0,617) et de composition spécifique (MCS= 0,660) sont concordantes et indiquent un milieu de tendance mésotrophe. Le résultat de l'IPLAC indique un bon état (IPLAC = 0.647).

↳ **L'indice IPLAC de la retenue de Puylaurent obtient la valeur de 0,647, ce qui correspond à un bon état pour l'élément de qualité phytoplancton.**

4.2.5 COMPARAISON AVEC LES INVENTAIRES ANTERIEURS

En 2021, l'évolution saisonnière des peuplements phytoplanctoniques est similaire aux suivis réalisés en 2018 et 2011. On retrouve un fort développement des diatomées en début de saison (*Asterionella formosa*) puis la biomasse algale diminue avec la prédation et vraisemblablement le manque de phosphore. Les cyanobactéries (*Aphanizomenon issatschenkoi*, *Aphanizomenon flos-aquae*) colonisent le milieu aquatique en fin d'été. Les trois suivis montrent un plan d'eau peu productif avec un cortège phytoplanctonique indicateur de milieu mésotrophe.

L'historique des valeurs IPLAC acquises sur le plan d'eau de Puylaurent est présenté dans le Tableau 8 (valeurs issues du SEEE V1.1.0).

Tableau 8 : Evolution des Indices IPLAC

Code Lac	Nom_lac	Année	MBA	MCS	IPLAC	Classe_IPLAC
V5045103	PUYLAURENT	2021	0.617	0.660	0.647	B
V5045103	PUYLAURENT	2018	0.964	0.657	0.749	B
V5045103	PUYLAURENT	2011	0.848	0.588	0.666	B

Au niveau des indices, l'IPLAC 2021 est assez similaire aux deux précédents suivis, débouchant sur la même classe d'état (Bon). La métrique MBA est un peu moins bonne en 2021 (-0.3 point), indiquant une productivité plus importante qu'en 2018 et 2011. La métrique MCS est sensiblement similaire en 2021 et 2018 (0.66), indiquant tout de même quelques signes de dégradation des peuplements.

↳ **Ces éléments indiquent une stabilité de l'évaluation du compartiment phytoplancton de la retenue de Puylaurent à partir de l'IPLAC, ce qui conforte le bon état obtenu en 2018 avec quelques signes d'eutrophisation du milieu.**

5 APPRECIATION GLOBALE DE LA QUALITE DU PLAN D'EAU

Le suivi physicochimique et biologique 2021 sur la retenue de Puylaurent s'est déroulé conformément aux prescriptions de suivi de l'état écologique et l'état chimique des eaux douces de surface. On rappelle que les pressions identifiées à l'origine du risque de non atteinte des objectifs environnementaux sur ce plan d'eau sont l'altération du régime hydrologique et l'altération de la continuité écologique.

L'année 2021 a été plutôt fraîche et excédentaire en pluviométrie permettant un bon remplissage de la retenue. Les résultats obtenus sont assez proches de ceux de 2018 pour tous les compartiments, ils sont synthétisés dans le tableau suivant.

Compartiment	Synthèse de la qualité du plan d'eau ²
Profils verticaux	Stratification thermique assez marqué, avec brassage des eaux en fin de saison Eaux faiblement minéralisées Pic de production biologique entre 5 et 10 m (pH, O ₂ , chlorophylle) - désoxygénation progressive de l'hypolimnion et du fond du lac
Qualité physico-chimique des eaux	Faible charge organique Apports importants en Nitrates (>3 mg/l) et faibles en phosphore
Biologie - phytoplancton	Peuplement mésotrophe production algale modérée IPLAC : Bon état

L'ensemble des suivis physico-chimiques et biologiques 2021 indiquent un milieu aquatique de bonne qualité exempt de pollution organique mais avec une tendance à l'eutrophisation. La retenue de Puylaurent présente un fonctionnement spécifique lié aux turbines et au faible temps de séjour dans le plan d'eau (53 jours). Le déstockage des eaux au cours de l'été conduit à un brassage précoce des eaux (août-septembre) qui perturbe le développement algal.

Les analyses physico-chimiques montrent des apports non négligeables en nutriments azotés. En revanche, le phosphore est peu quantifié dans les eaux de Puylaurent (utilisation par la biomasse algale et faible teneur). La production primaire est modérée comme en témoignent les teneurs en chlorophylle et les biovolumes enregistrés. Le cortège phytoplanctonique traduit un niveau de trophie méso-eutrophe. L'IPLAC indique tout de même un bon état.

La production primaire génère une forte demande en oxygène dans le fond du lac pour les processus de dégradations, conduisant à une désoxygénation partielle de la couche profonde. Les suivis précédents ont montré que la charge interne dans le compartiment sédiments contribue à l'eutrophisation du milieu aquatique, notamment via le relargage.

↳ **Les résultats du suivi 2021 montrent un milieu aquatique qui peut être qualifié de mésotrophe avec une production primaire un peu plus importante que lors des suivis précédents.**

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

- ANNEXES -

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

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

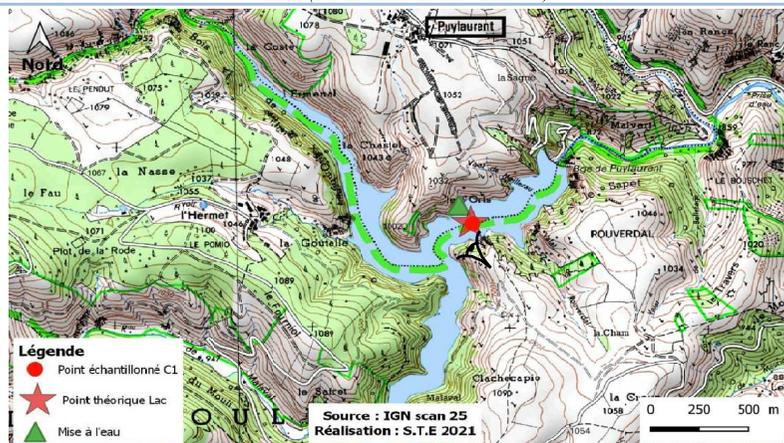
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 15/04/2021
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 1**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
 Page 1/6

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : La bastide-Puylaurent Type : A5
 Lac marnant : oui retenues de moyenne montagne, non calcaire, profondes
 Temps de séjour : > 30 j
 Superficie du plan d'eau : 50 ha
 Profondeur maximale : 58 m

Carte (extrait SCAN 25 IGN 1/25 000)



Angle de prise de vue

STATION

Photo du site :



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 15/04/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 1**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
 Page 2/6

STATION

Coordonnée de la station : Système de Géolocalisation Portable Carte IGN
 Lambert 93 : X : 770057 Y : 6381263 alt : 939 m
 WGS 84 (syst.international GPS ° ' ") : 3°52'53,88" E 44°31'36,88" N

Profondeur : **38 m**

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

P atm. : 910 hPa

Vent : 0- nul 1- faible 2- moyen 3- fort

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

Hauteur de vagues : 0,05 m

Bloom algal : NON

Marnage : OUI Hauteur de bande : **11,5 m** Cote échelle : 927,49 m

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

REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable : EDF groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche : signature d'une convention sureté Préfecture de Lozère

Observation : profils verticaux assez homogènes sur l'ensemble de la colonne d'eau

Remarques :
 Suivi phytoplancton

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 15/04/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 1**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
Page 3/6

PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE

Prélèvement pour analyses physico-chimiques et phytoplancton

Heure de relevé : 13:10
Profondeur : 0 à 9,5 m
 Volume prélevé : 8 L Nbre de prélèvements : 3
 Matériel employé : tuyau intégrateur 10m

Chlorophylle : OUI Volume filtré sur place :
 Phytoplancton : OUI Ajout de lugol :

Prélèvement pour analyses micropolluants NON

Prélèvement :

PRELEVEMENTS DE FOND NON

NON

NON

Remarques prélèvement :

REMISE DES ECHANTILLONS

Code prélèvement zone euphotique: Bon de transport :
 Code prélèvement de fond : Bon de transport :
 Dépôt : TNT Chrono CARSO Ville : Venissieux
 Date : Heure :
 Réception au laboratoire le :

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 15/04/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 1**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
Page 4/6

TRANSPARENCE

Disque Secchi = 3,8 m Zone euphotique (x 2,5 secchi) = 9,5 m

PROFIL VERTICAL

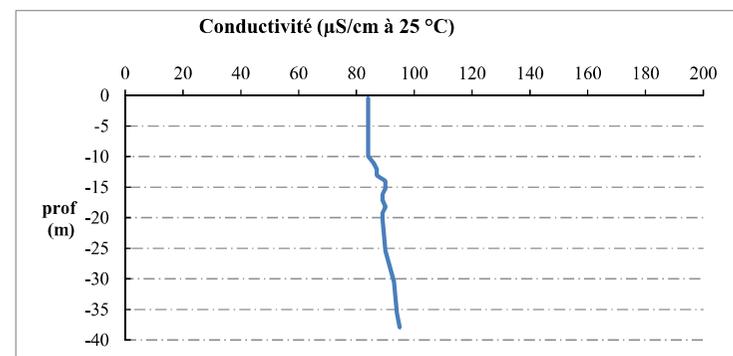
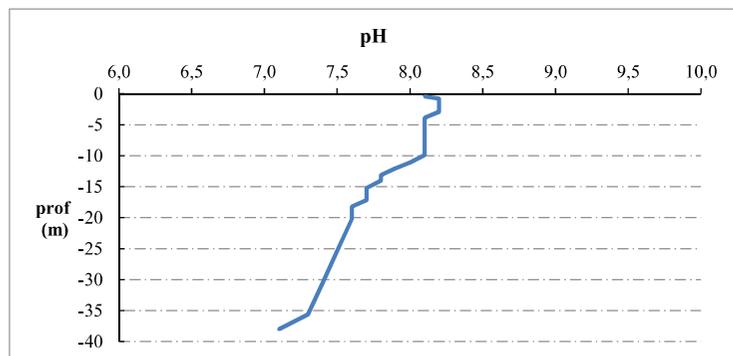
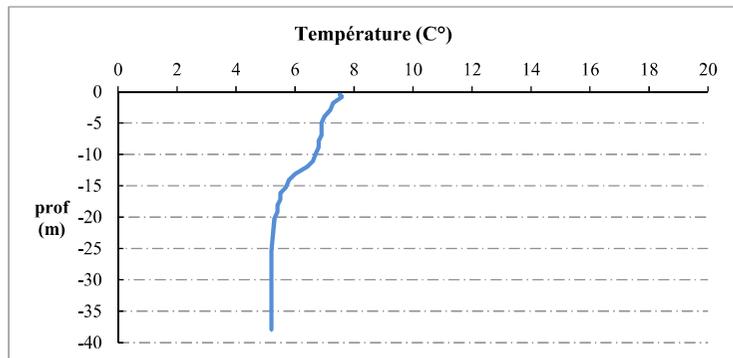
Moyen de mesure utilisé : in situ à chaque profondeur en surface dans un récipient

Type de pvt	Prof. (m)	Temp (°C)	pH	Cond. (µS/cm 25°)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Chloro a (µg/l)	Heure
Prélèvement de la zone euphotique	-0,4	7,5	8,1	84	91	10,9	0,8	13:10
	-0,8	7,6	8,2	84	91	10,9	0,8	
	-1,8	7,3	8,2	84	91	10,9	1,3	
	-2,9	7,2	8,2	84	91	10,9	1,6	
	-3,9	7,0	8,1	84	90	11,0	1,6	
	-4,9	6,9	8,1	84	90	11,0	2,3	
	-6,0	6,9	8,1	84	90	11,0	3,7	
	-6,9	6,9	8,1	84	90	11,0	4,4	
	-7,9	6,8	8,1	84	90	10,9	4,3	
	-8,9	6,8	8,1	84	89	10,9	5,4	
-9,9	6,7	8,1	84	89	10,9	4,9		
	-11,1	6,6	8,0	86	88	10,8	4,2	
	-12,0	6,4	7,9	87	87	10,7	3,9	
	-13,1	6,0	7,8	87	85	10,6	3,0	
	-14,0	5,8	7,8	90	84	10,4	2,3	
	-15,2	5,7	7,7	90	82	10,3	2,3	
	-16,2	5,5	7,7	89	82	10,3	2,1	
	-17,2	5,5	7,7	89	81	10,2	1,7	
	-18,2	5,4	7,6	90	81	10,2	2,0	
	-19,2	5,4	7,6	89	80	10,2	1,8	
	-20,2	5,3	7,6	89	81	10,2	1,7	
	-25,4	5,2	7,5	90	80	10,1	1,9	
	-30,5	5,2	7,4	93	78	9,9	2,5	
	-35,6	5,2	7,3	94	76	9,6	1,8	
	-38,0	5,2	7,1	95	73	9,2		

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

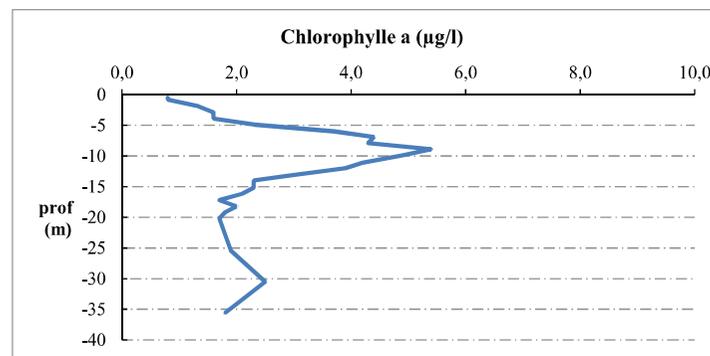
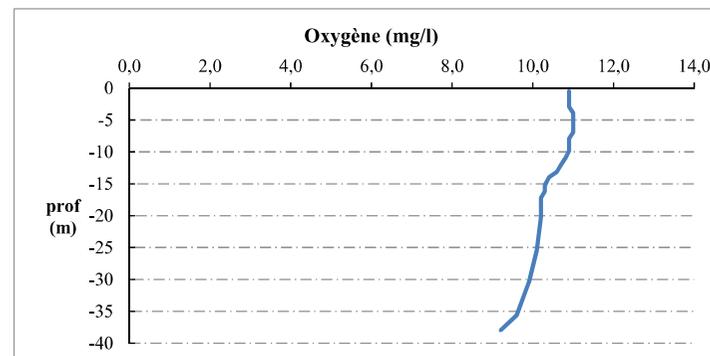
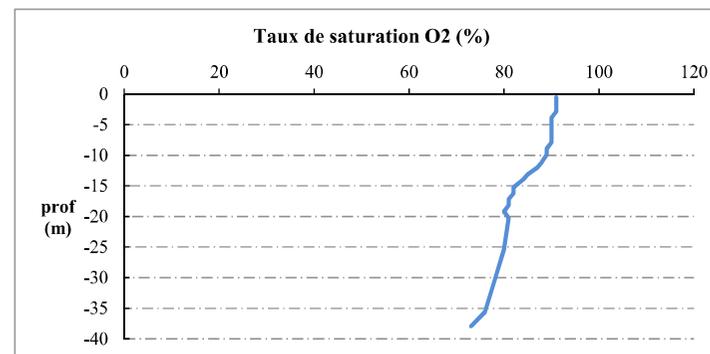
Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 15/04/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 1**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 200000017
 Page 5/6



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 15/04/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 1**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC Marché n° : 200000017
 Page 6/6



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

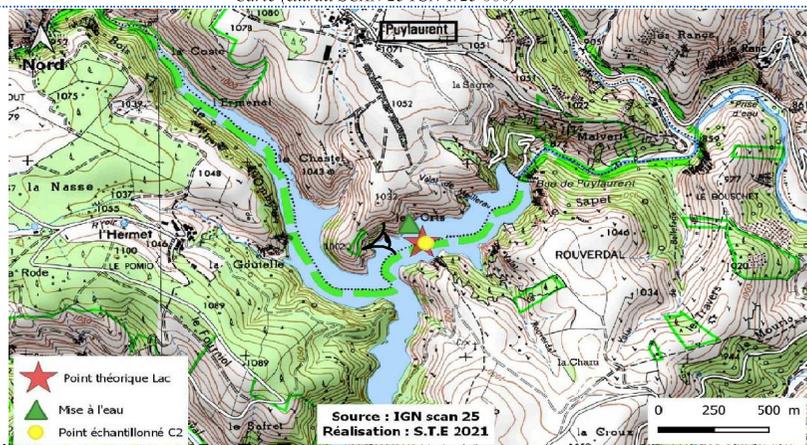
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 16/06/2021
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 2**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
Page 1/6

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : La bastide-Puylaurent Type : A5
 Lac marnant : oui retenues de moyenne montagne, non calcaire,
 Temps de séjour : > 30 j profondes
 Superficie du plan d'eau : 50 ha
 Profondeur maximale : 52 m

Carte (extrait SCAN 25 IGN 1/25 000)



Angle de prise de vue

STATION

Photo du site :



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 16/06/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 2**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
Page 2/6

STATION

Coordonnée de la station : Système de Géolocalisation Portable Carte IGN
 Lambert 93 : X : 770065 Y : 6381265 alt. : 939 m
 WGS 84 (syst.international GPS ° ' ") : 3°52'54,2"E 44°31'37,0"N

Profondeur : **47 m**

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

P atm. : 909 hPa

Vent : 0- nul 1- faible 2- moyen 3- fort

Conditions d'observation :

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

Hauteur de vagues : 0,02 m

Bloom algal : NON

Marnage : OUI

Hauteur de bande : **3 m**

Côte échelle : 936,17 m

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

REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :

EDF groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche : signature d'une convention sureté
 Préfecture de Lozère

Observation :

Remarques :

stratification thermique avec épilimnion peu développé
 pic d'activité biologique entre 4 et 10 m, caractérisé par des sursaturations en O₂ > 130% sat, un pH > 9
 et des teneurs en chlorophylle assez importantes (4 à 9 µg/l)

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 16/06/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 2**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
Page 3/6

PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE

Prélèvement pour analyses physico-chimiques et phytoplancton

Heure de relevé : 13:50
Profondeur : 0 à 12,5 m
 Volume prélevé : 11 L Nbre de prélèvements : 3
 Matériel employé : 14 m tuyau integrateur

Chlorophylle : OUI Volume filtré sur place : 1000 ml

Phytoplancton : OUI Ajout de lugol : 5 ml

Prélèvement pour analyses micropolluants **NON**

Prélèvement :

PRELEVEMENTS DE FOND **NON**

NON

NON

Remarques prélèvement :

REMISE DES ECHANTILLONS

Code prélèvement zone euphotique : 2106-8521 Bon de transport :

Code prélèvement de fond : Bon de transport :

Dépôt : TNT Chrono CARSO Ville :

Date : Heure :

Réception au laboratoire le :

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHEMIQUES

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 16/06/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 2**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
Page 4/6

TRANSPARENCE

Disque Secchi = Zone euphotique (x 2,5 secchi) =

PROFIL VERTICAL

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

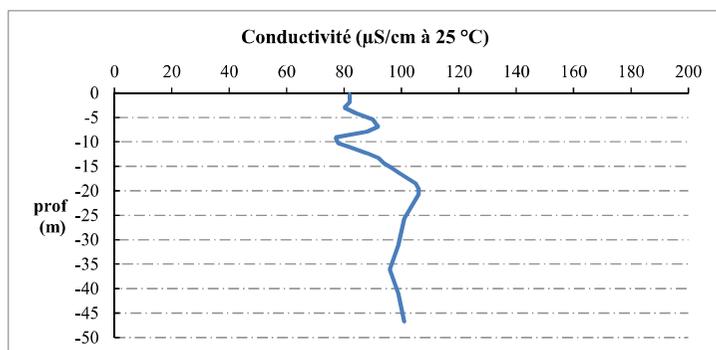
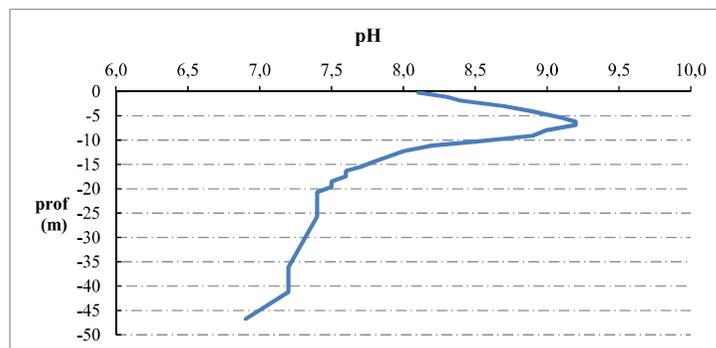
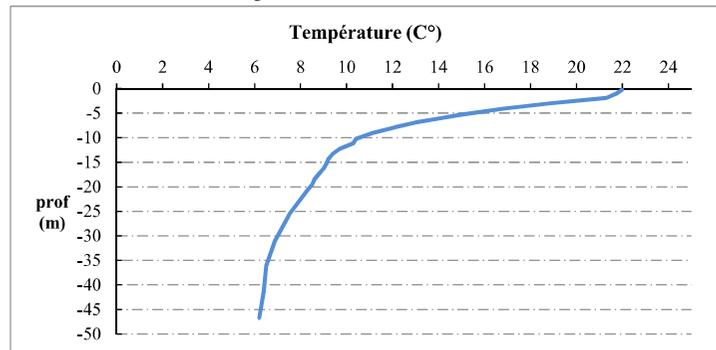
Type de pvt	Prof. (m)	Temp (°C)	pH	Cond. (µS/cm 25°)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Chloro a (µg/l)	Heure
Prélèvement de la zone euphotique	-0,2	22,0	8,1	82	107	8,4	0,2	13:20
	-1,1	21,7	8,3	82	108	8,5	0,4	
	-1,9	21,3	8,4	82	108	8,6	0,4	
	-3	18,9	8,7	80	127	10,6	0,8	
	-4,1	16,8	8,9	84	135	11,8	1,4	
	-5,4	14,9	9,1	90	143	13,0	2,6	
	-6,2	13,9	9,2	91	155	14,4	3,9	
	-6,9	13,0	9,2	92	159	15,0	6,6	
	-7,9	12,1	9,0	88	144	13,9	7,5	
	-9,1	11,1	8,9	77	136	13,4	9,0	
	-10,3	10,4	8,5	78	116	11,6	7,6	
	-11,1	10,3	8,2	82	108	10,9	6,9	
	-12,3	9,7	8,0	88	104	10,7	5,2	
	-13,3	9,4	7,9	92	97	10,0	4,5	
	-14,4	9,2	7,8	94	89	9,2	4,4	
-15,5	9,1	7,7	97	87	9,0	5,6		
-16,3	9,0	7,6	99	85	8,9	5,0		
-17,4	8,8	7,6	102	84	8,8	4,0		
-18,5	8,6	7,5	105	84	8,8	4,0		
-19,6	8,5	7,5	106	84	8,8	2,9		
-20,7	8,3	7,4	106	83	8,8	3,0		
-25,7	7,5	7,4	101	80	8,6	1,8		
-30,9	6,9	7,3	99	72	7,9	0,9		
-36,1	6,5	7,2	96	69	7,6	0,6		
-41,2	6,4	7,2	99	59	6,5	0,7		
-46,8	6,2	6,9	101	46	5,2	1,9		

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 16/06/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 2**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**

Page 5/6

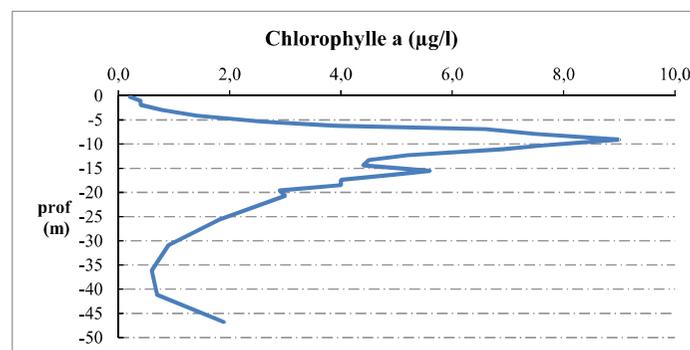
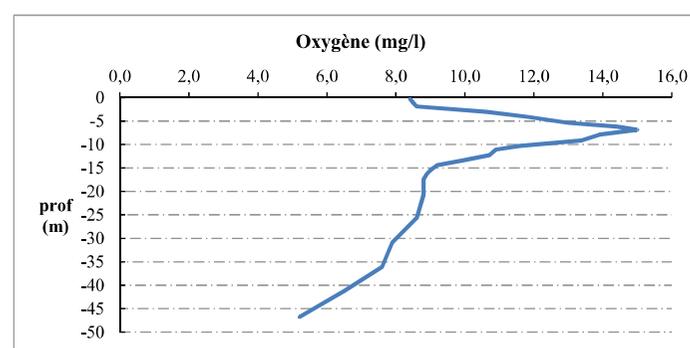
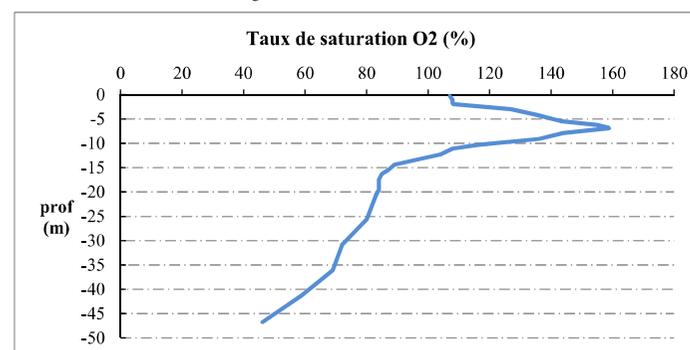


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 16/06/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 2**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**

Page 6/6



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

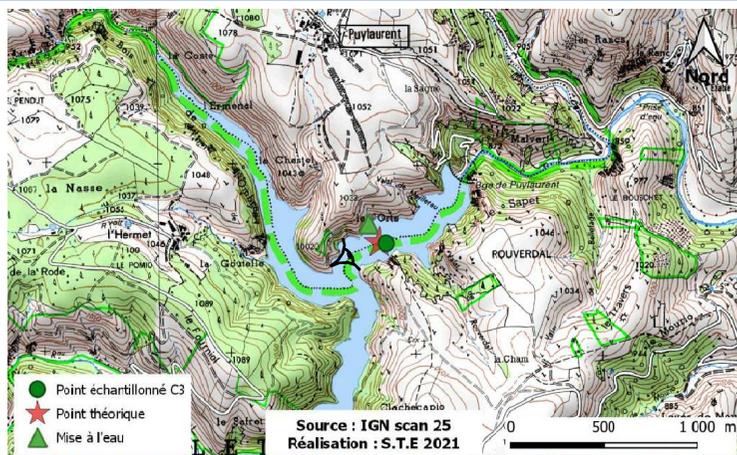
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 21/07/2021
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 3**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
 Page 1/6

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : La bastide-Puylaurent Type : A5
 Lac marnant : oui retenues de moyenne montagne, non calcaire, profondes
 Temps de séjour : > 30 j
 Superficie du plan d'eau : 50 ha
 Profondeur maximale : 52 m

Carte (extrait SCAN 25 IGN 1/25 000)



Anglé de prise de vue

STATION

Photo du site :



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 21/07/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 3**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
 Page 2/6

STATION

Coordonnée de la station : Système de Géolocalisation Portable Carte IGN
 Lambert 93 : X : 770084 Y : 6381263 alt. : 939 m
 WGS 84 (syst.international GPS ° ' ") : 3°52'55,1" E 44°31'36,9" N

Profondeur : **46 m**

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

P atm. : 911 hPa

Vent : 0- nul 1- faible 2- moyen 3- fort

Conditions d'observation :

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

Hauteur de vagues : 0,03 m

Bloom algal : NON

Marnage : OUI

Hauteur de bande : **3 m**

Côte échelle : 935,58 m

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

REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :

EDF groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche : signature d'une convention sureté
 Préfecture de Lozère

Observation :

transparence très élevée

Remarques :

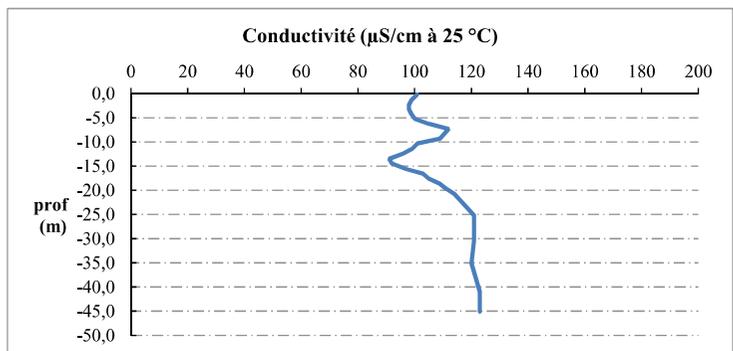
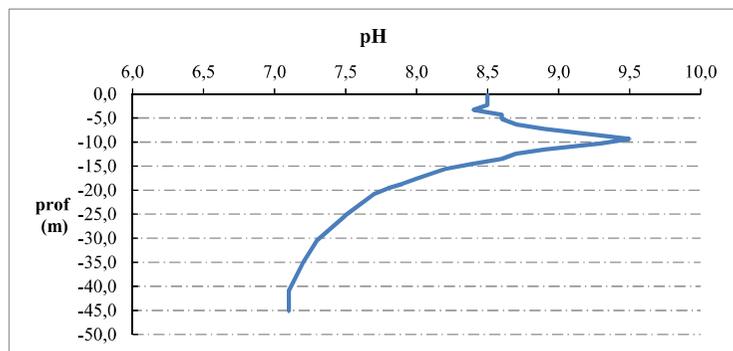
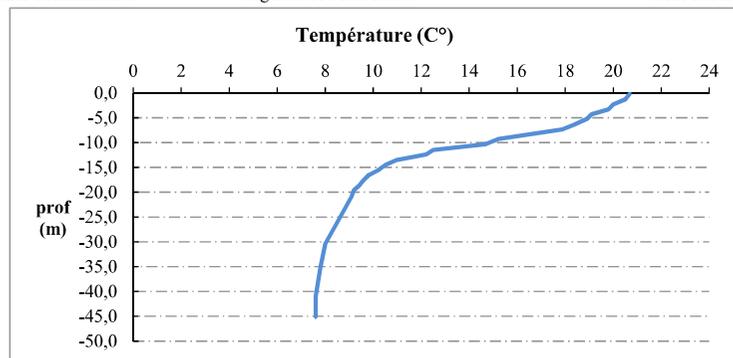
Pic d'activité biologique à -10 m (Chlorophylle a, O2 et pH)
 désoxygénation partielle de l'hypolimnion.

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 21/07/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 3**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**

Page 5/6

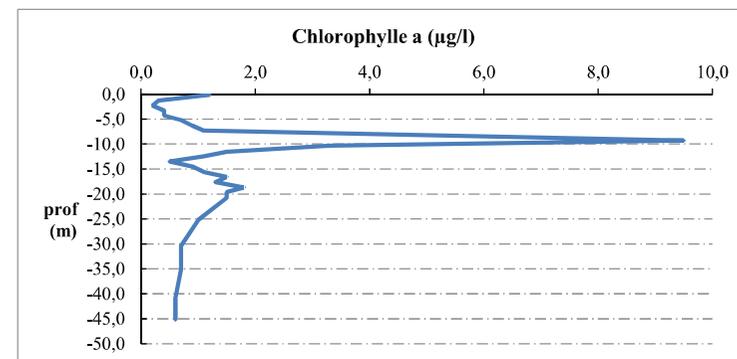
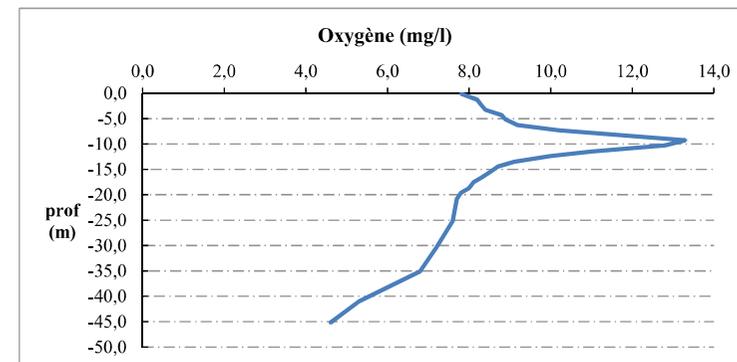
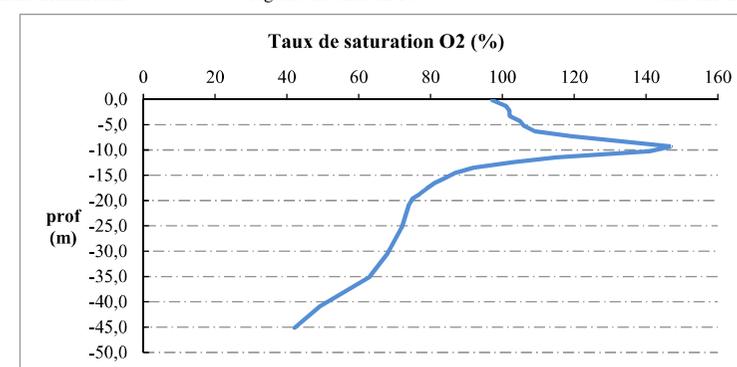


Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 21/07/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE : Cédric Guillet Lionel Bochu **Campagne : 3**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**

Page 6/6



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

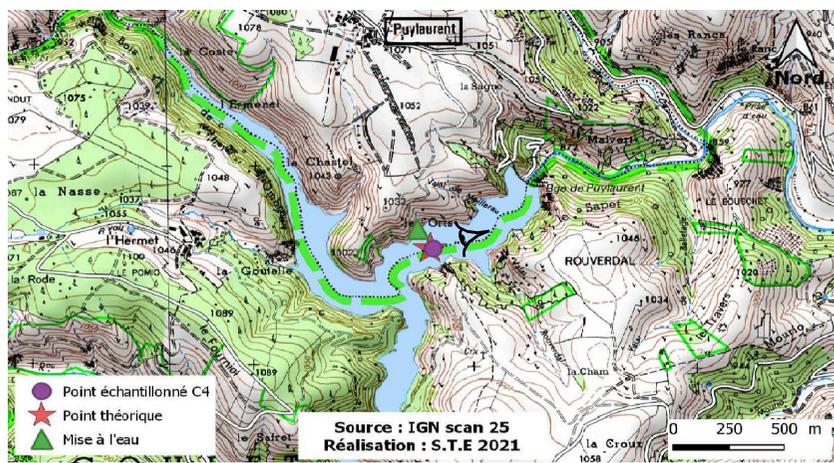
DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 29/09/2021
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE :Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 4**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
 Page 1/7

LOCALISATION PLAN D'EAU

Commune : La bastide-Puylaurent Type : A5
 Lac marnant : oui retenues de moyenne montagne, non calcaire, profondes
 Temps de séjour : > 30 j
 Superficie du plan d'eau : 50 ha
 Profondeur maximale : 52 m

Carte (extrait SCAN 25 IGN 1/25 000)



STATION

Photo du site :



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau : **Puylaurent** Date : 29/09/21
 Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel Code lac : V5045103
 Organisme / opérateur : STE :Lionel Bochu & Cédric Guillet **Campagne : 4**
 Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC **Marché n° : 200000017**
 Page 2/7

STATION

Coordonnée de la station : Système de Géolocalisation Portable Carte IGN
 Lambert 93 : X : 770063 Y : 6381268 alt : 939 m
 WGS 84 (syst.international GPS ° ' ") : 3°52'54.1" E 44°31'37.1" N

Profondeur : **32 m**

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

P atm. : 918 hPa

Vent : 0- nul 1- faible 2- moyen 3- fort

Conditions d'observation :

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

Hauteur de vagues : 0,05 m

Bloom algal : NON

Marnage : OUI Hauteur de bande : **18 m** Côte échelle : 921 m

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

REMARQUES ET OBSERVATIONS

Contact préalable :

EDF groupe d'exploitation hydraulique Loire Ardèche : signature d'une convention sureté
 Préfecture de Lozère

Observation :

Marnage important : 18 mètres
 brassage de la masse d'eau : profils verticaux assez homogènes sur toute la colonne d'eau
 déficit en oxygène sur la colonne d'eau

Remarques :

Pas de profil vertical pour la chlorophylle : panne du capteur chlorophylle.
 pas de prélèvement de sédiments : pression hydrologie

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES GENERALES PLAN D'EAU

Plan d'eau :	Puylaurent	Date :	29/09/21
Types (naturel, artificiel ...) :	Artificiel	Code lac :	V5045103
Organisme / opérateur :	STE :Lionel Bochu & Cédric Guillet	Campagne : 4	
Organisme demandeur :	Agence de l'Eau RMC	Marché n° :	200000017
		Page	3/7

PRELEVEMENTS ZONE EUPHOTIQUE

Prélèvement pour analyses physico-chimiques et phytoplancton

Heure de relevé : 14:00
Profondeur : 0 à 14,5 m
 Volume prélevé : 8 L Nbre de prélèvements : 2
 Matériel employé : 20 m tuyau integrateur

Chlorophylle : OUI Volume filtré sur place :

Phytoplancton : OUI Ajout de lugol :

Prélèvement pour analyses micropolluants organiques NON

PRELEVEMENTS DE FOND NON

NON

NON

Remarques prélèvement :

REMISE DES ECHANTILLONS

Code prélèvement zone euphotique: Bon de transport :
 Code prélèvement de fond : Bon de transport :
 Dépôt : TNT Chrono CARSO Ville : Venissieux
 Date : Heure :
 Réception au laboratoire le :

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

Plan d'eau :	Puylaurent	Date :	29/09/21
Types (naturel, artificiel ...) :	Artificiel	Code lac :	V5045103
Organisme / opérateur :	STE :Lionel Bochu & Cédric Guillet	Campagne : 4	
Organisme demandeur :	Agence de l'Eau RMC	Marché n° :	200000017
		Page	4/7

TRANSPARENCE

Disque Secchi = 5,8 m Zone euphotique (x 2,5 secchi) = 14,5 m

PROFIL VERTICAL

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

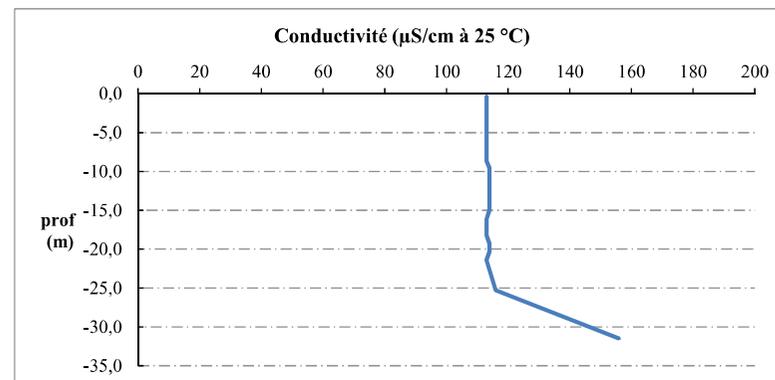
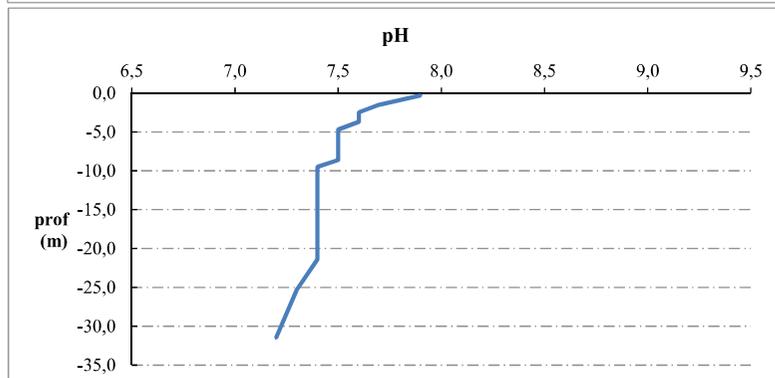
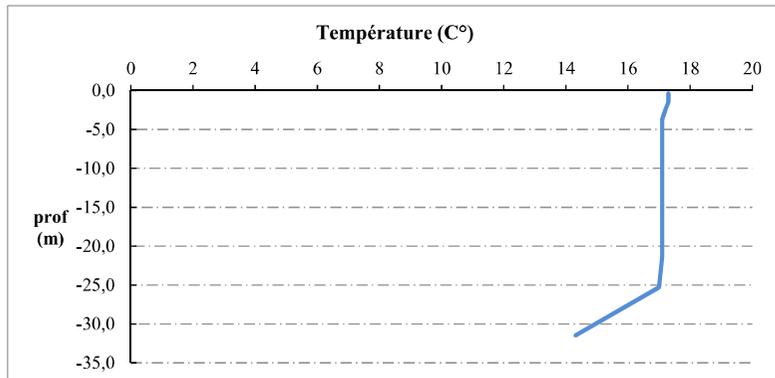
Type de pvt	Prof.	Temp	pH	Cond.	O2	O2	Chloro a	Heure
	(m)	(°C)		(µS/cm 25°)	(%)	(mg/l)	µg/l	
Prélèvement de la zone euphotique	-0,3	17,3	7,9	113	83	7,2	Pas de profil	14:00
	-1,5	17,3	7,7	113	78	6,8		
	-2,5	17,2	7,6	113	77	6,7		
	-3,7	17,1	7,6	113	76	6,6		
	-4,7	17,1	7,5	113	75	6,5		
	-5,7	17,1	7,5	113	75	6,5		
	-6,7	17,1	7,5	113	75	6,5		
	-7,5	17,1	7,5	113	75	6,5		
	-8,6	17,1	7,5	113	74	6,5		
	-9,5	17,1	7,4	114	74	6,4		
	-10,9	17,1	7,4	114	73	6,4		
	-12,0	17,1	7,4	114	73	6,4		
	-13,1	17,1	7,4	114	73	6,4		
	-14,1	17,1	7,4	114	73	6,4		
	-15,0	17,1	7,4	114	74	6,4		
	-16,2	17,1	7,4	113	73	6,4		
-17,1	17,1	7,4	113	73	6,4			
-18,2	17,1	7,4	113	73	6,4			
-19,3	17,1	7,4	114	73	6,4			
-20,3	17,1	7,4	114	74	6,4			
-21,4	17,1	7,4	113	73	6,4			
-25,3	17,0	7,3	116	64	5,6			
-31,5	14,3	7,2	156	64	5,7			

Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : Puylaurent
Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel
Organisme / opérateur : STE :Lionel Bochu & Cédric Guillet
Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC
Date : 29/09/21
Code lac : V5045103
Campagne : 4
Marché n° : 200000017

Page 5/7



Relevé phytoplanctonique et physico-chimique en plan d'eau

DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES / GRAPHIQUE

Plan d'eau : Puylaurent
Types (naturel, artificiel ...) : Artificiel
Organisme / opérateur : STE :Lionel Bochu & Cédric Guillet
Organisme demandeur : Agence de l'Eau RMC
Date : 29/09/21
Code lac : V5045103
Campagne : 4
Marché n° : 200000017

Page 6/7

