

## LAC DE DIVONNE-LES-BAINS BILAN DE QUALITÉ 2018



Mars 2018



*GAY Environnement*

14 Boulevard Foch - 38000 Grenoble  
Tél : 04.76.96.38.10 – Fax : 04.76.48.19.88



## SOMMAIRE

<b>1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. CARACTÉRISTIQUES DU LAC .....</b>	<b>6</b>
2.1 GÉNÉRALITÉS.....	6
2.2 ALIMENTATION EN EAU.....	7
2.3 INTÉRÊTS DU PLAN D'EAU .....	9
2.4 LA PÊCHE .....	9
<b>3. HISTORIQUE DE LA VÉGÉTATION AQUATIQUE .....</b>	<b>9</b>
3.1 PROBLÉMATIQUE.....	9
3.2 FAUCARDAGE MÉCANIQUE .....	9
3.3 INTRODUCTION DE L'ÉCREVISSES SIGNAL .....	10
3.4 ÉTAT DES LIEUX EN 1988 .....	10
3.5 DE 1988 A AUJOURD'HUI.....	10
<b>4. ÉTAT DES LIEUX EN 2017.....</b>	<b>11</b>
4.1 PROTOCOLE D'ÉTUDE.....	11
4.2 VÉGÉTATION AQUATIQUE.....	13
4.2.1 COMPOSITION DE LA COMMUNAUTE VÉGÉTALE.....	13
4.2.2 DÉVELOPPEMENT DE LA COMMUNAUTÉ VÉGÉTALE.....	15
4.3 QUALITÉ DU PLAN D'EAU .....	17
4.3.1 PROFILS VERTICAUX.....	17
4.3.2 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU .....	20
4.3.3 PHYSICO-CHIMIE DES SÉDIMENTS.....	22
4.3.4 INDICES « DIAGNOSE RAPIDE » .....	23
4.3.5 CONCLUSIONS .....	24
<b>5. CONCLUSION ET PROPOSITIONS DE MESURES .....</b>	<b>25</b>
5.1 RAPPEL DES CONCLUSIONS .....	25
5.2 PROPOSITION DE MESURES .....	25
5.2.1 GÉRER LES APPORTS DIFFUS AU PLAN D'EAU.....	25
5.2.2 LUTTE CIBLÉE CONTRE LES MYRIOPHYLLES A ÉPI .....	25
5.2.3 MODIFIER LA MORPHOLOGIE DE LA CUVETTE LACUSTRE.....	26
<b>SOURCES .....</b>	<b>27</b>

## INDEX DES FIGURES

<i>Figure 1 : Plan de situation du lac de Divonne.</i>	5
<i>Figure 2 : Carte Bathymétrique du fond du lac de Divonne</i>	6
<i>Figure 3 : Plan de repérage des apports (artificiels) dans le lac de Divonne</i>	8
<i>Figure 4 : Localisation des prélèvements, des transects et des différentes mesures réalisées sur le plan d'eau.</i>	12
<i>Figure 5 : Cartographie des hydrophytes sur le lac de Divonne en 2017</i>	16
<i>Figure 6 : Profils thermiques de mai et novembre 2017</i>	17
<i>Figure 7 : Profils oxymétriques de mai (en haut) et novembre 2017 (en bas)</i>	18
<i>Figure 8 : Profils de l'acidification et de la conductivité de mai (en haut) et novembre 2017 (en bas)</i>	20
<i>Tableau 8 et Figure 9 : Indices « Diagnose rapide »</i>	23

## INDEX DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Recensement des apports au Lac de Divonne</i>	7
<i>Tableau 2 : Espèces végétales recensées dans le lac de Divonne</i>	13
<i>Tableau 3 : Recouvrement et représentativité de la végétation aquatique repérée</i>	15
<i>Tableau 4 : Eutrophisation du lac de Divonne</i>	19
<i>Tableau 5 : Physico-chimie de l'eau traitée avec les grilles « cours d'eau »</i>	21
<i>Tableau 6 : Physico-chimie de l'eau traitée avec les grilles « Plan d'eau »</i>	21
<i>Tableau 7 : Physico-chimie des sédiments</i>	22
<i>Tableau 8 et Figure 9 : Indices « Diagnose rapide »</i>	23
<i>Tableau 9 : Synthèse des niveaux de qualité et d'état du lac de Divonne</i>	24
<i>Tableau 10 : Indices « Diagnose rapide » de 1988 et 2017</i>	24

## 1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le lac de Divonne est situé à l'est de la ville éponyme du département de l'Ain (01). A une centaine de mètres de la frontière suisse, le lac est en réalité un plan d'eau artificiel créé dans les années 1960, sur une ancienne zone de marais transformée en gravière pour la construction de l'autoroute Genève-Lausanne.

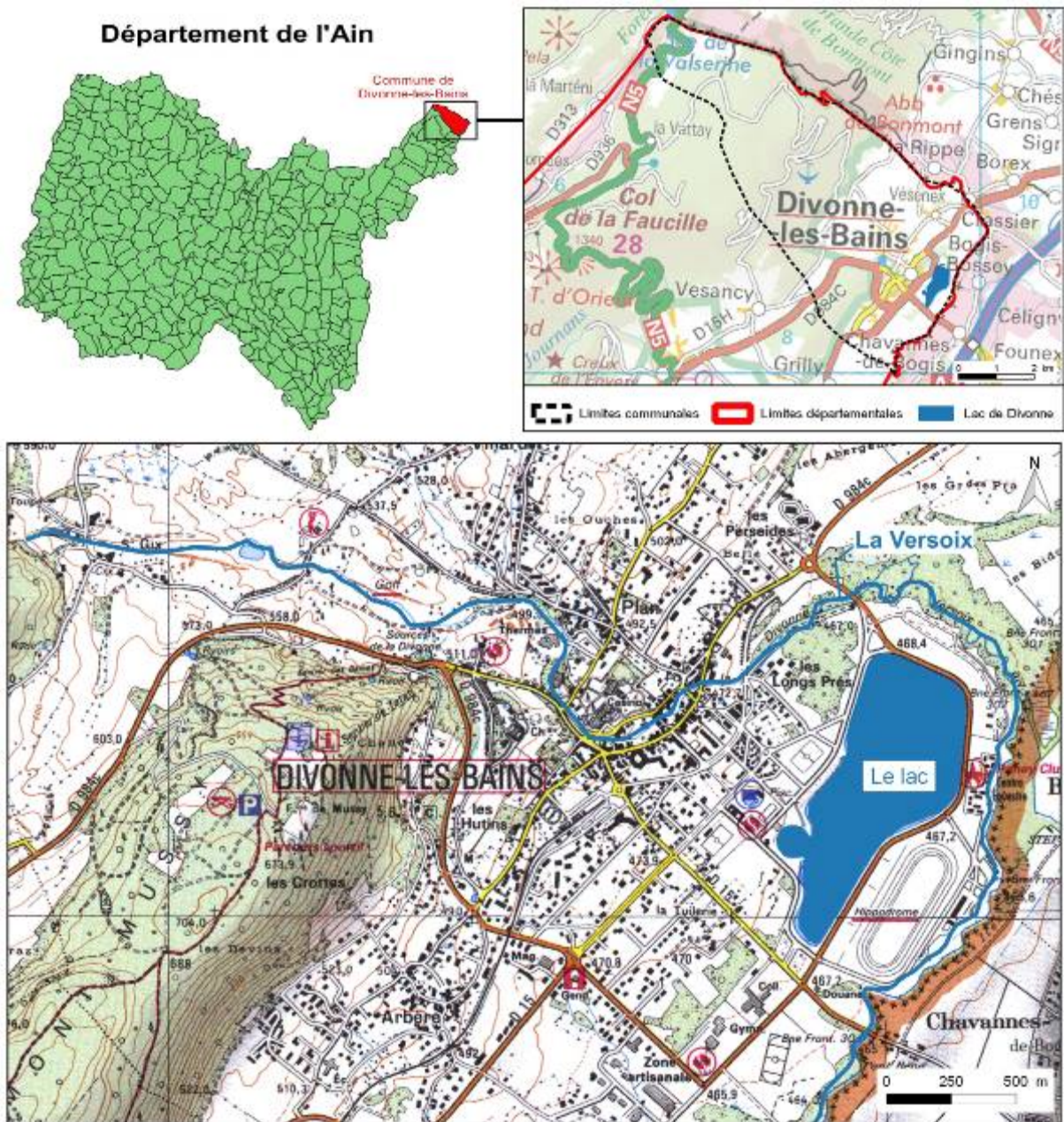


Figure 1 : Plan de situation du lac de Divonne.

Sources : GAY Environnement, IGN

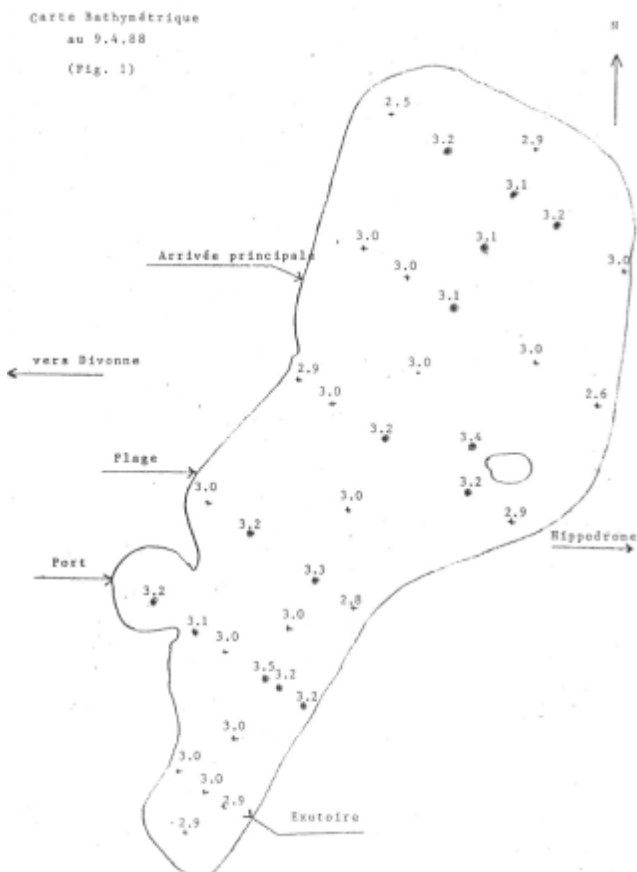
## 2. CARACTÉRISTIQUES DU LAC

### 2.1 GÉNÉRALITÉS

Le plan d'eau est la propriété de la commune qui s'est chargée de sa création en 1964 et qui s'occupe actuellement de sa gestion.

Il est situé à une altitude de 450 m NGF. Sa surface est de 40 ha avec 1 150 m de longueur et 450 m de large en moyenne, pour un périmètre de 3 250 m. Le niveau de l'eau varie légèrement de manière annuelle avec une valeur de marnage enregistrée de l'ordre de 0,50 m. Le volume d'eau varie annuellement entre 920 000 m<sup>3</sup> et 1 060 000 m<sup>3</sup> [3].

Le fond du lac est plat, composé essentiellement de sable/graviers. La profondeur est uniforme sur l'ensemble du plan d'eau avec une valeur moyenne de 3 m (Cf. *Figure 2*). Les berges sont verticales et ont été renforcées par des enrochements lors de la création du plan d'eau. Le reste des berges a supporté la création d'un port bétonné et d'une plage de sable. La mise en eau a été réalisée en juin 1964, par une dérivation ponctuelle des eaux de la Versoix pendant environ 10 jours [3].



**Figure 2 : Carte Bathymétrique du fond du lac de Divonne**

Source : A gauche : Étude CEMAGREF, 1989 – A droite : GAY Environnement, 2017

## 2.2 ALIMENTATION EN EAU

Le lac de Divonne est compris dans le bassin versant de la Versoix. Celle-ci prend sa source à l'ouest de la ville de Divonne-les-Bains, la traverse et contourne le lac par le nord avant de la longer à l'est.

Le lac est alimenté en majorité par la nappe dont il est difficile d'évaluer l'importance, mais qui représente l'apport principal d'eau [3]. Les autres apports sont ponctuels et artificiels et sont regroupés dans le tableau ci-dessous et présentés sur la Figure 3.

*Remarque : les rejets soulignés en rouges dans le tableau 1 et la figure 3 correspondent aux rejets non équipés d'un décanteur avant émission au milieu naturel.*

N° du rejet sur la carte	Nature de rejet	Décantation (o/n)
RG1	Eaux pluviales (rue du Chatelard + déshuileur voie nouvelle)	O
RG2	Eaux pluviales (Villa du lac)	O
<u>RG3</u>	Vidange des bassins de la piscine	N
<u>RG4</u>	Eaux pluviales (rue du port)	N
RG5	Eaux pluviales	O
<u>RG6</u>	Trop plein du petit lac d'entrée de ville	N
RG7	Eaux pluviales	O
<u>RG8</u>	Eaux pluviales	N
RG9	Eaux pluviales	O
<u>RG10</u>	Eaux pluviales	N
RG11	Eaux pluviales	O
<u>RG12</u>	Eaux pluviales	N
RG13	Évacuation des noues	O
RG14	Drains du centre équestre	O
<u>RG15</u>	Eaux pluviales	N
<u>RG16</u>	Eaux pluviales	N
RG17	Eaux pluviales	O

**Tableau 1 : Recensement des apports au Lac de Divonne**

Source : Mairie de Divonne-les-Bains

L'exutoire est situé sur la rive gauche, sous l'hippodrome et se déverse directement dans la Versoix, quelques mètres en aval du lac. Il est constitué d'une grille, d'un déversoir et de buses. Le débit y est en moyenne de 140 l/s.

Le débit entrant est équivalent au débit sortant étant donné la faible variation du niveau de l'eau (aucune régulation artificielle). Le temps de renouvellement des eaux du lac serait donc en moyenne de 82 jours.

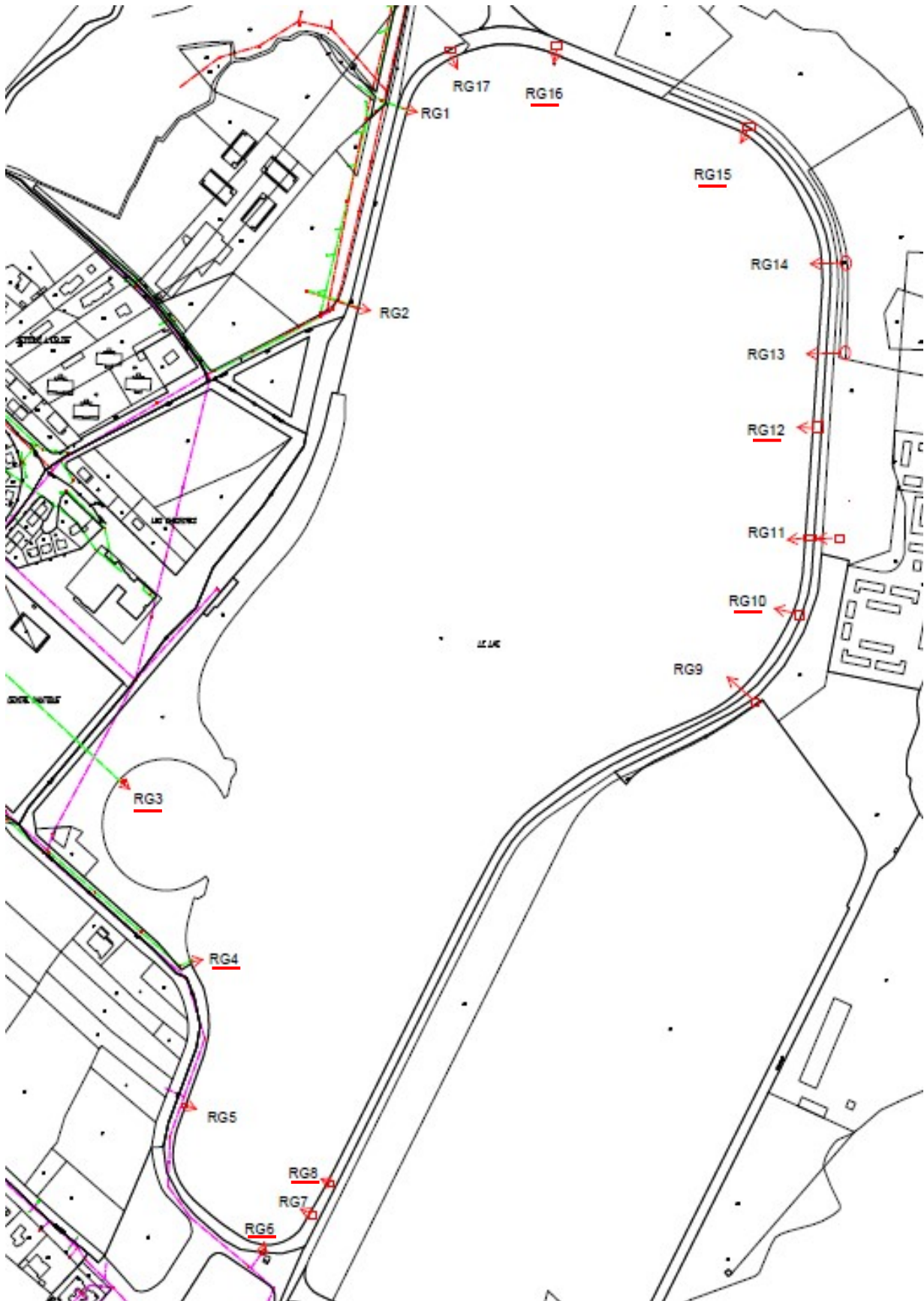


Figure 3 : Plan de repérage des apports (artificiels) dans le lac de Divonne

Source : Mairie de Divonne-les-Bains

## 2.3 INTÉRÊTS DU PLAN D'EAU

Le lac de Divonne est une idée du peintre et sculpteur Jean Debaud dans le but de valoriser le caractère sportif et touristique de la commune. L'ampleur du chantier et les premières régates sur le plan d'eau sont autant d'évènements qui ont marqué l'histoire de la ville. Aujourd'hui, le lac a gardé les mêmes ambitions, en plus d'une approche économique particulièrement intéressante pour la commune.

Le plan d'eau de Divonne est ceinturé par une piste piétonne goudronnée, très fréquentée et d'une distance totale de 3,3 km. La présence de l'îlot végétal au centre du lac est un atout paysager qui induit une harmonie visuelle naturelle.

Du côté sportif, le club nautique propose toujours la pratique de la voile, mais c'est l'aviron qui aujourd'hui occupe la tête d'affiche et qui utilise les eaux du lac comme espace d'entraînement.

Les autres usages sont exclusivement orientés vers les loisirs avec des activités telles que le canoë, le ski nautique, le paddle et la baignade.

## 2.4 LA PÊCHE

Le Lac de Divonne fait partie des trois lac classés « de montagne » du département de l'Ain. A l'instar des Lacs de Nantua et Sylans, il bénéficie d'une réglementation particulière liée à l'ouverture de la pêche dont les dates peuvent différer de celles de la pêche fluviale.

L'activité de pêche est très développée sur le lac de Divonne avec de nombreux concours organisés chaque année. C'est l'AAPPMA (Association Agréée de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques) locale qui est locataire du droit de pêche du lac. Chaque année, le règlement lié à l'activité de pêche est révisé et publié sur le site de l'association. En 2017, étaient autorisées :

- ❖ la pêche à l'écrevisse toute l'année, sans limitation de la taille de capture ;
- ❖ la pêche du brochet, qui est soumise à des conditions de limite de taille (60 cm min.) ;
- ❖ la pêche à la carpe de nuit, seulement autorisée du vendredi soir au dimanche matin selon un calendrier préalablement défini par l'association.

Les autres espèces présentes dans le lac de Divonne ne sont pas soumises à des limitations particulières. Outre les 3 espèces précitées, le plan d'eau hébergerait des tanches, des gardons et rotengles, des perches et des silures, ces derniers pouvant avoir un rôle dans le fonctionnement général du plan d'eau.

# 3. HISTORIQUE DE LA VÉGÉTATION AQUATIQUE

## 3.1 PROBLÉMATIQUE

Depuis sa création, le plan d'eau est soumis à une forte problématique autour du développement de la végétation aquatique, qui s'est densifiée dès la mise en eau du lac et qui a eu rapidement tendance à recouvrir une grande partie du lac.

La transparence de l'eau et la faible profondeur du lac permettent une bonne pénétration des rayons lumineux, ce qui induit un phénomène de photosynthèse sur l'ensemble de la colonne d'eau. La végétation, caractérisée par des characées et des myriophylles, a petit à petit amené une gêne pour les différents usagers du plan d'eau (voile, aviron, canoë, pêche en bateau, baignade).

## 3.2 FAUCARDAGE MÉCANIQUE

Depuis sa mise en eau en juin 1964 et jusqu'aux années 70, la densification de la végétation est facilement observable par les habitants de Divonne-les-Bains. Dans un premier temps, en 1972, la commune lance une tentative de désherbage mécanique. La végétation est coupée ce qui améliore les déplacements sur le lac mais uniquement en 1972. L'année suivante, la végétation est présente à nouveau sur les secteurs faucardés et semble même s'être densifiée. Le faucardage se solde donc par un échec et la solution est abandonnée, temporairement.

### 3.3 INTRODUCTION DE L'ÉCREVISSES SIGNAL

Pour résoudre le problème, la commune consulte différents organismes de recherches. Les chercheurs P.J. Laurent et A. Vey, de l'INRA, ont été retenus pour lancer un programme d'étude de limitation « biologique » de la végétation par l'introduction d'écrevisses. Une population de juvéniles d'écrevisses signal (*Pacifastacus leniusculus*) en provenance de Suède, a donc été introduite à raison de 1 500 unités en juillet 1973 et 1 000 autres en juillet 1976. Celle-ci a ensuite été suivie sur une dizaine d'années par Laurent *et al.*, ce qui a donné lieu à plusieurs publications scientifiques [1, 2, 4].

Les conclusions de l'étude de Laurent, en 1984, sont alors très bonnes et encourageantes. La reproduction et le développement des écrevisses se révèlent satisfaisants. Un net recul de la végétation est observé et la population d'écrevisses s'acclimata rapidement au plan d'eau.

Plusieurs alertes sont cependant émises par l'AAPPMA qui craint que la disparition des myriophylles ne soit marquée qu'au bénéfice des characées, roseaux et cératophylles (non quantifié) et que la baisse significative de végétation ne se fasse au détriment des populations piscicoles.

### 3.4 ÉTAT DES LIEUX EN 1988

Quelques années plus tard, l'état général du lac semble se détériorer : baisse de rendement de pêche, état parasitaire des poissons, trop forte régression quantitative et qualitative de la végétation, diminution de la qualité des eaux de baignade. La commune réagit en commandant une étude globale du lac de Divonne au CEMAGREF. Celle-ci a lieu sur toute l'année 1988 et le rapport est publié en mars 1989.

Il conclut sur une végétation pauvre, composée de roseaux (*Phragmites communis*) sur le pourtour du lac et de quelques characées, qui apparaissent ponctuellement à proximité de l'îlot. Aucune espèce de myriophylles n'est mise en évidence. La mise en relation avec les autres facteurs du lac conduit à des conclusions paradoxales. Pour la physico-chimie, tout semble correct et l'auteur classe le lac comme « faiblement mésotrophe ». Deux points primordiaux nuancent toutefois cette conclusion :

- ❖ la transparence du lac est faible (forte photosynthèse, défavorable aux poissons si peu de cache, etc.) ;
- ❖ la concentration en azote est très forte, ce qui peut induire la croissance d'une algue peu désirable (*Spirogyra*) et conduire à une pollution organique insidieuse.

Concernant la qualité hydrobiologique, elle est « médiocre » vis à vis du peuplement d'invertébrés et la faible diversité permet de conclure à une faible productivité primaire et secondaire au niveau trophique. Celle-ci aurait des conséquences négatives sur les peuplements piscicoles, peu abondants et déséquilibrés. Ces populations souffrent également d'habitats peu variés et non adaptés à la reproduction. L'empoisonnement artificiel, la pression de pêche, la prédation naturelle déséquilibrée et le parasitage externe sont autant de causes complémentaires qui, selon l'auteur, participent à la réduction des populations piscicoles.

Un rapide bilan sur les écrevisses a été aussi réalisé. L'étude conclut à une structure de population stable depuis l'étude de Laurent en 1984. L'acclimatation de l'espèce dans le plan d'eau de Divonne s'est parfaitement réalisée, si bien qu'une revégétalisation du lac est alors envisagée à l'époque. Cependant, l'auteur reste prudent en expliquant que le travail réalisé en 1988 sur les écrevisses n'est pas complet et qu'il serait « hasardeux de vouloir tirer des conclusions définitives ».

### 3.5 DE 1988 A AUJOURD'HUI

Depuis ces dernières observations, aucun autre travail scientifique précis n'a été mené sur la végétation dans le lac de Divonne. Toutefois, depuis le début des années 2010, la végétation aquatique redevient abondante. Une densification est observée, et ce en augmentation d'année en année. Les conséquences de ce phénomène sont les mêmes qu'en 1972 mais les retombées économiques sont plus importantes étant donné l'importance qu'a pris le lac dans la commune avec le temps. Les plantes aquatiques colonisent toute la colonne d'eau et ce parfois en plein centre du plan d'eau ce qui induit une difficulté de déplacement et une gêne pour les usagers du lac (baigneurs, pêcheurs, sportifs).

Actuellement, un faucardage annuel est réalisé sur la seule zone de baignade. Celui-ci est effectué avant chaque période estivale sur une bande d'environ 30 m longeant la plage de sable du plan d'eau.

En 2017, à la demande de la commune de Divonne-les-Bains, le Département de l'Ain a intégré le lac de Divonne dans son suivi des eaux superficielles.

## 4. ÉTAT DES LIEUX EN 2017

### 4.1 PROTOCOLE D'ÉTUDE

Deux campagnes ont été réalisées, le 29 mai et le 07 novembre 2017. Elles ont permis de réaliser des prélèvements et des observations pour quantifier et/ou qualifier trois compartiments :

- ❖ la physico-chimie de la colonne d'eau,
- ❖ la physico-chimie des sédiments,
- ❖ la végétation aquatique.

Sur chacune des trois stations définies sur le plan d'eau (Cf. Figure 4) lors de chaque campagne, un prélèvement d'eau intégré sur toute la colonne d'eau a été réalisé. Ces prélèvements ont fait l'objet d'analyses en laboratoire de la DBO5, du COD, de l'ammonium, des nitrates, des nitrites, de l'azote Kjeldahl, des orthophosphates, du phosphore total, de la chlorophylle a et des phéopigments.

Des profils verticaux de température, d'oxygène dissous, de pH et de conductivité ont aussi été effectués. La transparence a été mesurée au niveau de chacun de points de prélèvements.

Lors de la deuxième campagne (novembre) et sur chacune des trois stations, la couche superficielle des sédiments (environ 5 cm) a été échantillonnée. Les prélèvements ont été analysés en laboratoire :

- ❖ sur la phase solide : pH, teneur en eau, azote Kjeldahl, perte au feu, phosphore total et carbone organique ;
- ❖ sur l'eau interstitielle : pH, conductivité, ammonium, orthophosphates et phosphore total.

La végétation aquatique a été cartographiée au moyen d'un GPS et d'un télémètre laser. Le recouvrement relatif a été apprécié à partir de relevés le long de transects longitudinaux et transversaux (Cf. Figure 5). Sur chaque secteur colonisé par la végétation, les informations suivantes ont été récoltées :

- ❖ type de végétation et espèces dominantes rencontrées,
- ❖ densité du peuplement et tirant d'eau disponible,
- ❖ superficies relatives (pointages GPS).

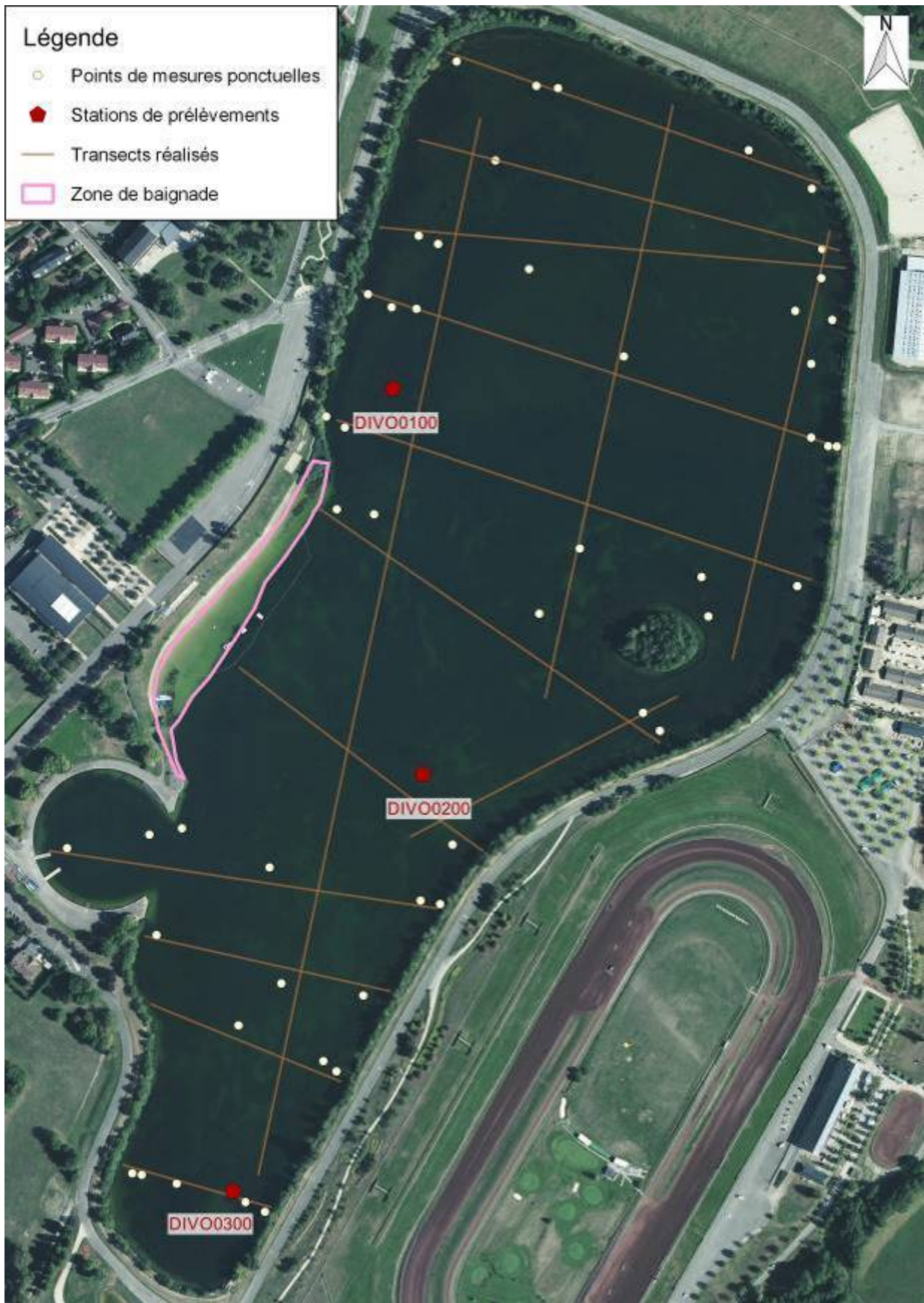


Figure 4 : Localisation des prélèvements, des transects et des différentes mesures réalisées sur le plan d'eau.

## 4.2 VÉGÉTATION AQUATIQUE

### 4.2.1 COMPOSITION DE LA COMMUNAUTE VÉGÉTALE

La végétation aquatique se distingue en deux sous-groupes :

- ❖ les héliophytes, plantes semi-aquatiques qui ont des racines immergées mais dont les tiges, fleurs et feuilles sont aériennes ;
- ❖ les hydrophytes, plantes dont le cycle biologique se développe entièrement dans l'eau ou à sa surface et qui ne supportent pas l'exondation.

Lors de notre prospection, nous avons pu mettre en évidence les espèces récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Taxon		Types
Nom scientifique	Nom vernaculaire	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Myriophylle en épis	Hydrophytes
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Cornifle nageant	
<i>Chara. sp</i>	Characées	
<i>Iris pseudacorus</i>	Iris d'eau/ Iris faux Acore	Héliophytes
<i>Phragmites australis</i>	Roseau commun	
<i>Juncus sp.</i>	Jonc	
<i>Spyrogira sp.</i>	Spyrogyre	Algue

**Tableau 2 : Espèces végétales recensées dans le lac de Divonne**

Source : GAY Environnement, données récoltées lors de la campagne du 29/05/2017

Les héliophytes sont uniquement présentes sur les bords du plan d'eau, ou au niveau de l'îlot, puisqu'elles ne peuvent se développer sur des profondeurs de plus de 1 m. Ces plantes n'ont pas été l'objet de mesures plus poussées étant donné leur faible impact sur la problématique de l'étude.

Concernant les hydrophytes rencontrées, elles sont éparpillées un peu partout sur le lac, comme le montre la Figure 5 ci-après.

Parmi elles, une espèce est largement dominante et peut gêner la pratique de l'aviron et la navigation sur le lac, il s'agit du *Myriophyllum spicatum* qui s'accumule sur l'ensemble de la colonne d'eau.



*Myriophyllum spicatum*

Une espèce de characées, non identifiée, est assez uniformément répartie sur le lac. Bien que présente sur presque tous les secteurs, cette plante, tapissant le fond du plan d'eau et ne dépassant pas quelques centimètres de hauteur, n'est donc pas dérangeante pour la navigation.



*Characées*

Une troisième espèce a été identifiée, *Ceratophyllum demersum*, observée uniquement sur 2 points et en juillet 2017, en bordure de lac et donc non impliquée dans les problèmes de navigation.



*Ceratophyllum demersum*

#### 4.2.2 DÉVELOPPEMENT DE LA COMMUNAUTÉ VÉGÉTALE

Les deux campagnes de prospection en mai et novembre 2017 ont permis de réaliser une carte schématique de la végétation (cf. Figure 5) du lac de Divonne représentant le recouvrement des hydrophytes (essentiellement des myriophylles à épi) sur l'ensemble du plan d'eau.

En fonction du taux d'occupation de la colonne d'eau, cinq types de zones ont été définis comme suit :

- ❖ les zones en aplat de couleur bleue ou verte caractérisent des espaces avec plus de 50 % du tirant d'eau non occupés par la végétation (soit plus de 1,5 m d'eau libre en général). Ces zones ne présentent aucune difficulté de navigation ;
- ❖ les zones en aplat de couleur jaune correspondent à tirant d'eau plus faible compris entre environ 50 et 25 % (soit entre 1,5 et 0,75 m d'eau libre en général). Selon les embarcations, la navigation sur le lac peut être perturbée dans ces zones ;
- ❖ les zones en aplat de couleur orange ou rouge avec un tirant d'eau inférieur à 25% (soit moins de 0,75 m d'eau libre en général). Du fait d'une végétation sub-affleurante ou affleurante, ces zones sont difficilement navigables, voire impraticables ;
- ❖ les zones hachurées (selon les couleurs précédentes) représentent des espaces composés de touffes plus ou moins denses et éparses et la hauteur équivaut à la couleur des hachures, le recouvrement global de ladite zone n'excédant pas 50 %.

A partir de ces critères, les surfaces de recouvrement et leurs représentativités (par catégorie) sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Zone	Occupation de la colonne d'eau	Surface de recouvrement totale (m <sup>2</sup> )	Représentativité (%)
Rouge	100 %	1 140	2,9
Orange	75 - 99 %	4 780	12,0
Jaune	50 - 74 %	8 630	21,7
Verte	25 - 49 %	4 045	10,2
Bleue	< 25 %	21 140	53,2
<b>TOTAL</b>		<b>39 735</b>	<b>100</b>

*Tableau 3 : Recouvrement et représentativité de la végétation aquatique repérée*

Ainsi, sachant que très peu de zones sont totalement dépourvues de végétation<sup>1</sup>, près de 63 % du fond du lac est recouvert d'une végétation a priori non perturbante pour la navigation (zones en bleu ou vert), et environ 37 % sont occupés par une végétation pouvant perturber la navigation dont :

- ❖ 22 % induisent un dérangement modéré (zones en jaune) ;
- ❖ 15 % provoquent une forte gêne de déplacement (zones en orange ou rouge).

Du point de vue spatial, une différence notable apparaît entre les parties sud et nord - par rapport au port - du plan d'eau avec :

- ❖ **au sud**, la végétation aquatique est moins étalée mais beaucoup plus haute et même affleurante. La quasi-totalité de la zone portuaire est prise par des myriophylles atteignant la surface. De même, pour l'extrémité sud-est où de vastes herbiers sub-affleurants de myriophylles (zone orangée) se développent sur une bande d'environ 50 à 75 m depuis la berge. La végétation de la berge qui longe l'hippodrome est moins haute (zone jaune) mais une grosse « tâche » de myriophylles à épi affleurante s'est installée. Enfin, la bande transversale hachurée en orange d'environ 50 m de large, située entre le port et la plage, présente des touffes denses mais dispersées de quelques mètres carrés constitués de végétation très haute. Cet espace est très dérangent pour la navigation du fait de son emplacement en plein centre du plan d'eau.

<sup>1</sup> Dans les zones peu végétalisées, seules les characées ont été détectées, et parfois en très faible quantité.



- ❖ **au nord**, de vastes zones d'« eau libre » sont encore présentes. Toutefois, toutes les zones littorales supportent une végétation aquatique dense :
  - ✓ sur la rive sud-ouest, les herbiers observés sont étendus mais le plus souvent de hauteur réduite même si certains peuvent montrer un développement vertical, voire horizontal plus important(en jaune) ;
  - ✓ sur la rive nord-ouest, les herbiers sont étendus et très développés verticalement, la grande majorité occupant entre 50 et 74 % ou plus de la colonne d'eau, seule une petite bande à l'arrière de l'île héberge une végétation « basse ».

De plus, une bande transversale hachurée en jaune a été repérée, avec toujours des touffes éparses mais occupant moins de 75 % de la colonne d'eau.

Enfin, lorsque l'on examine la répartition de la végétation par rapport aux rejets non décantés, il apparaît une probable corrélation entre les apports d'eaux pluviales non décantés (flèches rouges) et le développement de la végétation. A proximité de chacun de ces rejets, la végétation est fortement présente et dépasse toujours 1,5 m de hauteur.

## 4.3 QUALITÉ DU PLAN D'EAU

### 4.3.1 PROFILS VERTICAUX

#### 4.3.1.1 PROFILS THERMIQUES

Les graphiques ci-dessous présentent les profils thermiques relevés en mai et novembre 2017 au niveau des 3 points d'échantillonnage du plan d'eau.

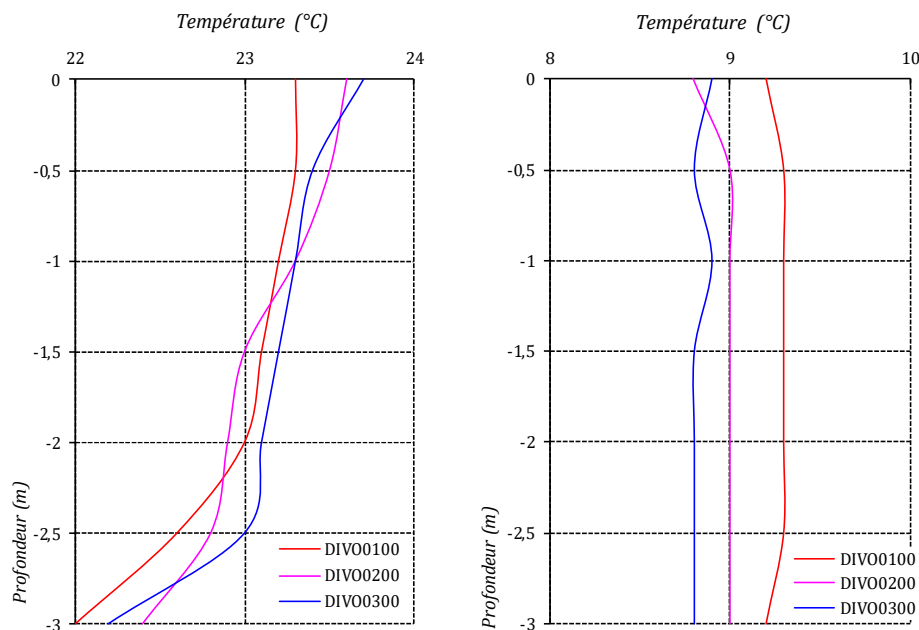


Figure 6 : Profils thermiques de mai et novembre 2017

Quelle que soit la période, ces profils montrent que la température de l'eau est assez homogène sur toute la colonne d'eau et sur tout le plan d'eau, celle-ci variant :

- ❖ de 22,0 à 23,7 °C en mai avec un léger échauffement entre les points DIVO0100 et DIVO0200 ;
- ❖ de 8,8 à 9,3 °C en novembre avec cette fois-ci un léger refroidissement entre les points DIVO0100 et DIVO0200.

A noter enfin qu'en début d'été, le contexte thermique est compatible avec la vocation cyprinicole du plan d'eau.

#### 4.3.1.2 PROFILS OXYMÉTRIQUES

Les graphiques ci-après présentent les profils oxymétriques (concentration et saturation en oxygène) relevés en mai et novembre 2017 au niveau des 3 points d'échantillonnage du plan d'eau.

**En mai 2017**, quel que soit le point de mesures, l'eau est constamment et largement sursaturée, la concentration en oxygène dissous variant de 9,7 mg O<sub>2</sub>/l (pour 117 % de saturation) à 16,5 mg O<sub>2</sub>/l (pour 198 % de saturation). Si les points DIVO0100 et DIVO0200 présentent des profils comparables, sinon similaires, avec un « pic » d'oxygénation au-delà de 1,5 m de profondeur, le profil du point DIVO0300 se singularise par la présence de 2 « pics » d'oxygénation : un premier en subsurface - où la teneur en oxygène atteint 15 mg O<sub>2</sub>/l (pour 181 % de saturation) ; un second juste au-dessus du fond - où la teneur en oxygène atteint 16,5 mg O<sub>2</sub>/l (pour 198 % de saturation). Cette différenciation paraît liée à la position du point DIVO0300 situé à proximité immédiate d'un herbier dense tandis que les 2 autres stations sont positionnées à plus grande distance des premiers herbiers.

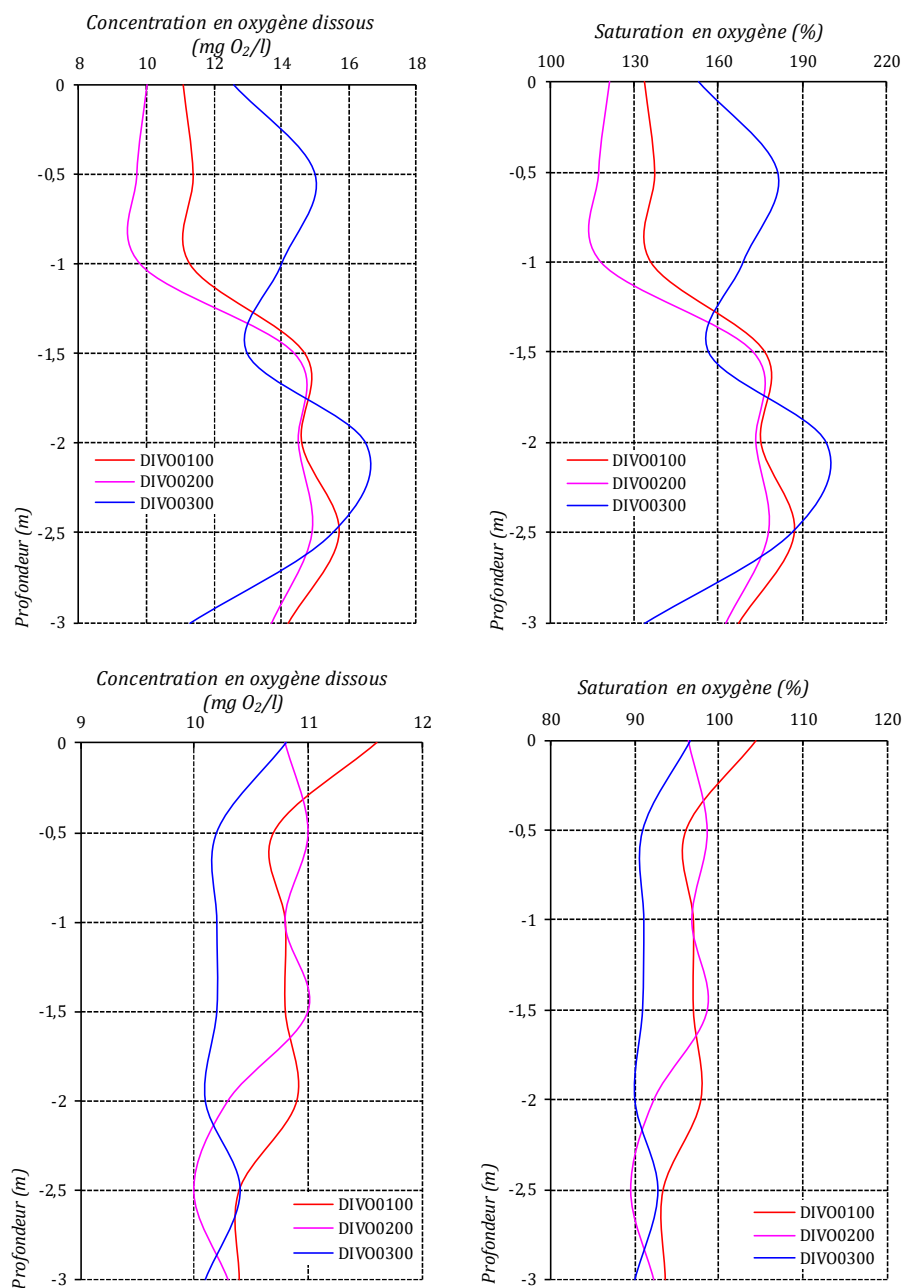


Figure 7 : Profils oxymétriques de mai (en haut) et novembre 2017 (en bas)

**En novembre 2017**, la situation est plus homogène. Ainsi, l'oxygénation varie de 10 mg O<sub>2</sub>/l (pour 90 % de saturation) à 11,6 mg O<sub>2</sub>/l (pour 104 % de saturation) et aucun profil ne se distingue des autres, cette situation s'expliquant par l'homogénéité des températures - froides.

Le tableau ci-dessous reprend les mesures effectuées et concernant l'eutrophisation du plan d'eau.

Date	29/05/17			07/11/17				
	Code étude	DIVO0100	DIVO0200	DIVO0300	DIVO0100	DIVO0200	DIVO0300	
<b>Eutrophisation (SEQ-Eau V2)</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>MOY</b>	<b>MOY</b>	<b>MED</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>
Taux de saturation en O <sub>2</sub> (%)	110	130	134	121	153	96	105	92
pH (u. pH)	8,00	8,50	8,52	8,59	8,85	7,46	7,52	7,28
Chlorophylle a (µg/l)	-	-	<0,5	<0,5	1,0	2,0	3,0	2,0
Phéopigments (µg/l)	-	-	1,0	1,0	<0,5	1,0	1,0	1,0
Chloro a + phéopigments (µg/l)	10,0	60,0	1,25	1,25	1,25	3,00	4,00	3,00

**Tableau 4 : Eutrophisation du lac de Divonne**

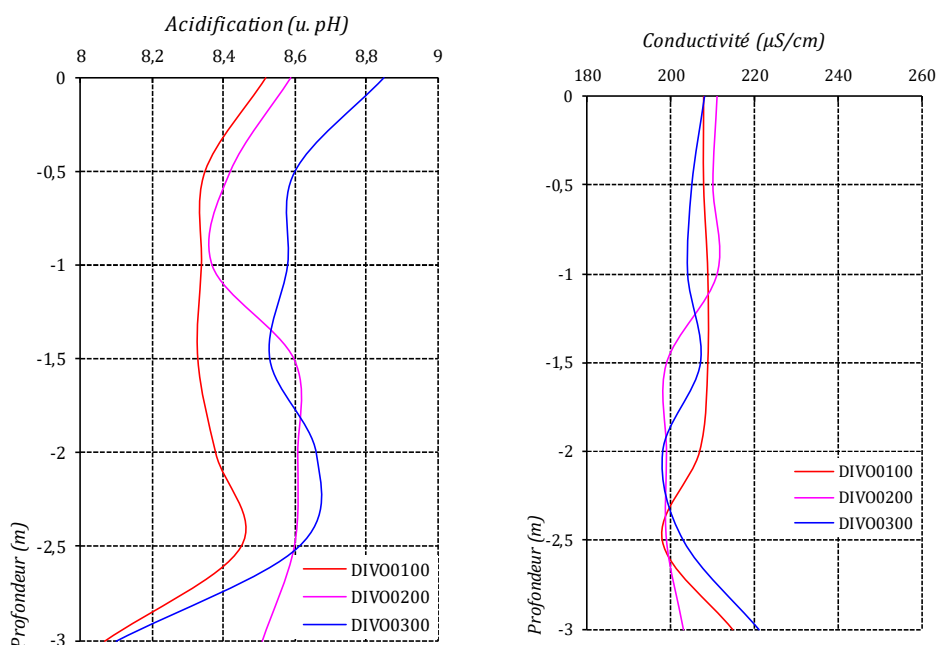
Ces éléments confirment les résultats concernant l'oxygénation du plan d'eau commentés ci-dessus et montrent que les dysfonctionnements du cycle de l'oxygène sont liés en grande majorité au développement des herbiers et non pas au phytoplancton, les teneurs en pigments chlorophylliens apparaissant très faibles.

#### 4.3.1.3 PROFILS DU PH ET DE LA CONDUCTIVITÉ

Les graphiques ci-après présentent les profils de l'acidification et de la conductivité relevés en mai et novembre 2017 au niveau des 3 points d'échantillonnage du plan d'eau.

**En mai 2017**, le pH de l'eau varie approximativement de 8,1 à 8,9 unités pH, le profil du point DIVO0300 se singularisant une nouvelle fois, à l'instar de l'évolution de l'oxygène (voir ci-avant). A cette époque, la conductivité n'évolue pas significativement aussi bien d'un point à l'autre que dans la couche d'eau et varie de 200 à 220 µS/cm<sup>2</sup>.

**En novembre 2017**, la situation est plus homogène. Ainsi, le pH n'évolue pas significativement, d'un point à l'autre et dans la couche d'eau, et oscille entre 7,4 et 7,8 unités pH. Comme en mai, la conductivité n'évolue pas significativement aussi bien d'un point à l'autre que dans la couche d'eau et varie de 280 à 290 µS/cm<sup>2</sup>. On notera toutefois, la forte augmentation de la conductivité à cette époque.



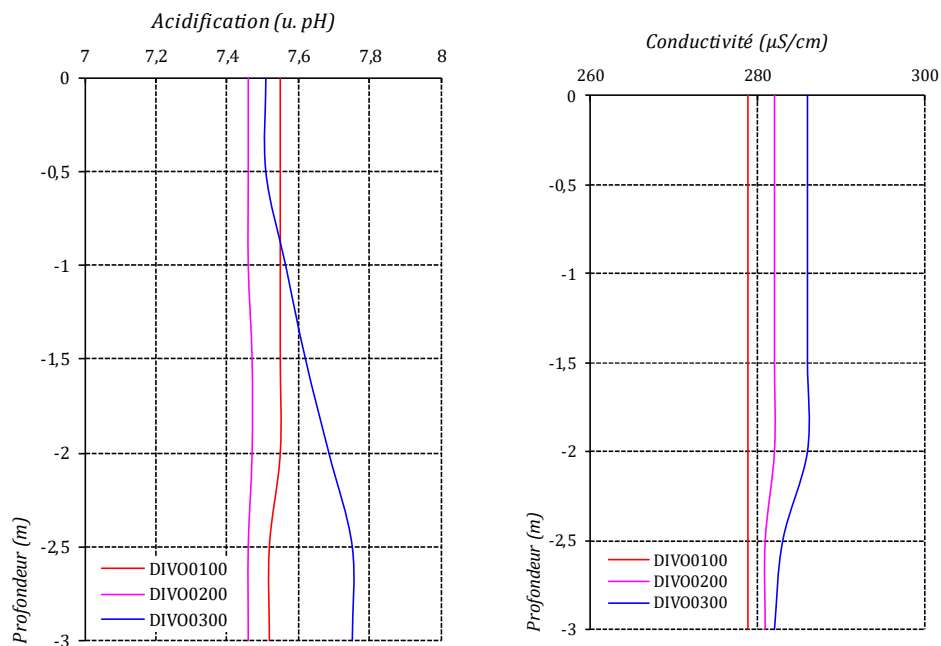


Figure 8 : Profils de l'acidification et de la conductivité de mai (en haut) et novembre 2017 (en bas)

### 4.3.2 PHYSICO-CHEMIE DE L'EAU

Les tableaux ci-après récapitulent les données acquises et traitées à partir des grilles proposées dans l'arrêté du 27 juillet 2015 pour les « Cours d'eau » puis pour les « Plans d'eau ».

#### 4.3.2.1 QUALITÉ EN RÉFÉRENCE AUX GRILLES « COURS D'EAU »

Globalement, les résultats de la physico-chimie de l'eau indiquent une « bonne » qualité quels que soient le point et la saison.

Dans le détail, il s'avère que :

❖ **en mai 2017 :**

- ✓ tous les points apparaissent « exempts » de pollution phosphorée ;
- ✓ tous les points pâtissent d'une surcharge en azote ammoniacal et Kjeldahl et d'un pH basique ;
- ✓ le point DIV00100 se singularise par une surcharge en COD et DBO5 et en azote Kjeldahl ;
- ✓ le point DIV00200 présente comme le point DIV00100 une légère surcharge en COD.

❖ **en novembre 2017 :**

- ✓ tous les points apparaissent toujours « exempts » de pollution phosphorée ;
- ✓ les points DIV00100 et DIV00300 se distinguent par une surcharge en COD et en azote ammoniacal ;
- ✓ le point DIV00200 se singularise par l'absence de perturbation apparente.

Par rapport à la saison précédente, on notera que les taux de DBO5 et de COD et les teneurs en azote (ammoniacal) tendent à diminuer tandis que les concentrations en phosphore tendent à s'accroître. Cette évolution antagoniste traduit l'évolution de la production interne, qui correspond à la variation saisonnière de la production primaire du lac en fonction des densités de plancton et de bactéries.

Traitement selon les grilles "Cours d'eau" de l'arrêté du 27 juillet 2015								
Date	29/05/17			07/11/17				
Code étude	DIVO0100	DIVO0200	DIVO0300	DIVO0100	DIVO0200	DIVO0300		
Heure	15:40	10:40	10:20	15:40	15:00	14:00		
Profondeur (m)	3,55	3,45	3,30	3,40	3,50	3,20		
Transparence (m)	3,55	3,20	3,00	3,40	3,50	3,20		
<b>Bilan de l'oxygène</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>TB</b>	<b>B</b>	<b>TB</b>	<b>B</b>
Oxygène dissous (mg O <sub>2</sub> /l)	8,0	6,0	11,1	10,0	12,6	10,8	11,6	10,8
Taux de saturation en O <sub>2</sub> (%)	90	70	134	121	153	96	105	92
DBO <sub>5</sub> à 20°C (mg O <sub>2</sub> /l)	3,0	6,0	5,0	2,6	2,5	1,4	2,5	1,6
COD (mg C/l)	5,0	7,0	6,1	5,4	5,0	5,1	5,0	5,4
<b>Bilan de l'azote</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>TB</b>	<b>B</b>
Azote ammoniacal (mg NH <sub>4</sub> /l)	0,10	0,50	0,15	0,25	0,18	0,22	0,09	0,12
Nitrites (mg NO <sub>2</sub> /l)	0,10	0,30	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrates (mg NO <sub>3</sub> /l)	10,0	50,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Azote Kjeldahl (mg N/l)	1,0	2,0	1,2	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Bilan du phosphore</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>
Orthophosphates (mg PO <sub>4</sub> /l)	0,10	0,50	<0,01	<0,01	<0,01	0,010	<0,01	<0,01
Phosphore total (mg P/l)	0,05	0,20	0,013	0,010	0,014	0,010	0,038	0,012
<b>Température</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>
Température (°C)	24	25,5	23,3	23,6	23,7	9,0	9,3	8,8
<b>Acidification</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>
pH (u. pH)	6,2-8,2	6-9	8,52	8,59	8,85	7,46	7,52	7,28
<b>Qualité saisonnière</b>			<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>TB</b>	<b>B</b>
Paramètre(s) déclassant(s)			DBO <sub>5</sub> , COD, NH <sub>4</sub> , NKJ, pH	COD, NH <sub>4</sub> , pH	NH <sub>4</sub> , pH	COD, NH <sub>4</sub>	-	COD, NH <sub>4</sub>

Tableau 5 : Physico-chimie de l'eau traitée avec les grilles « cours d'eau »

#### 4.3.2.2 QUALITÉ EN RÉFÉRENCE AUX GRILLES « PLAN D'EAU »

Comme précédemment, les résultats de la physico-chimie de l'eau indiquent un « bon » état quelle que soit la saison. Dans le détail, il s'avère que :

- ❖ quelle que soit la saison, le plan d'eau pâtit d'une surcharge en azote ammoniacal, surcharge qui tend à diminuer en automne mais demeure déclassante ;
- ❖ quelle que soit la saison, le lac bénéficie de la faible présence du phosphore (« très bon » état) dont la concentration moyenne tend à diminuer.

Traitement selon les grilles "Plan d'eau" de l'arrêté du 27 juillet 2015					
<b>Nutriments</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
Phosphore total Valeur médiane (mg P/l)	30,3	59,5	0,012	0,024	0,013
Azote ammoniacal Valeur maximale (mg NH <sub>4</sub> /l)	165	217	0,185	0,170	0,150
Nitrates Valeur maximale (mg NO <sub>3</sub> /l)	2200,0	5300,0	<500	<500	<500
<b>Transparence</b>	<b>TBE</b>	<b>BE</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>	<b>TB</b>
Secchi Valeur médiane (m)	1,65	1,22	3,48	3,35	3,10

Tableau 6 : Physico-chimie de l'eau traitée avec les grilles « Plan d'eau »

### 4.3.3 PHYSICO-CHIMIE DES SÉDIMENTS

*Remarque liminaire : Lors des prélèvements (à la benne) le 7 novembre, il s'est avéré très difficile d'obtenir la quantité nécessaire aux analyses (plus de 15 lancers nécessaires). Cela indique que les sédiments - contrairement à ce que l'on aurait pu s'attendre - sont présents en faible quantité et sont fins (voir également ci-dessous).*

Globalement, les résultats de la physico-chimie des sédiments indiquent :

- ❖ une qualité « médiocre » du point DIVO0100, en raison d'un niveau d'azote total important ;
- ❖ une qualité « moyenne » sur les deux autres stations, toujours en raison d'une surcharge en azote.

Dans le détail, il s'avère que :

- ❖ les sédiments du lac sont pauvres en matières organiques, la perte au feu ne dépassant pas 4 % (au point central ; DIVO0200) ;
- ❖ les sédiments du lac sont globalement très fins avec un refus de tamisage très faible, sauf - encore une fois - au niveau du point DIVO0200 où le refus de tamisage culmine à près de 27 % ;
- ❖ l'eau interstitielle est pauvre en nutriments phosphorés et azotés, excepté pour le point DIVO0300 qui présente une teneur en azote ammoniacal plus élevée (5,13 mg NH<sub>4</sub>/l) qui correspond cependant à une qualité « bonne » ;
- ❖ la phase solide présente un excès d'azote qui culmine au point DIVO0100 (5,7 g N/kg ; qualité « médiocre »), les 2 autres points affichant une teneur sensiblement moins élevée (respectivement 1,4 et 3,0 mg N/kg) mais qui équivaut encore à une qualité « moyenne ».

Stations		DIVO0100	DIVO0200	DIVO0300
Dates		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Heure		11:30	10:30	10:00
Profondeur maximale		3,4	3,5	3,2
Type de prélèvement		Benne	Benne	Benne
Caractéristiques de l'échantillon				
Matières sèches	% MB	47,8	64,8	45,0
Humidité	% MB	52,2	35,3	55,0
Matières minérales	% MS	97,1	96,1	98,4
Matières organiques (Perte au feu)	% MS	2,9	3,9	1,6
pH	unité pH	7,7	7,4	7,1
Refus de tamisage	%	2,3	26,6	-
Analyses sur eau interstitielle (SEQ Plan d'eau)				
Azote ammoniacal	mg NH <sub>4</sub> /l	3,10	2,50	6,60
	mg N/l	2,41	1,94	5,13
Orthophosphates	mg PO <sub>4</sub> /l	0,01	<0,010	<0,010
	mg P/l	<0,003	<0,003	<0,003
Phosphore total	mg P/l	0,100	0,120	0,070
pH	unité pH	7,6	8,2	7,9
Conductivité	µs/cm	504	427	551
Analyses sur phase solide (SEQ Plan d'eau)				
Azote Kjeldahl	g N/kg MS	5,7	1,4	3,0
Phosphore total	g P/kg MS	<0,243	<0,247	<0,240
Carbone organique total	g/kg MS	11,7	12,6	10,7

Tableau 7 : Physico-chimie des sédiments

#### 4.3.4 INDICES « DIAGNOSE RAPIDE »

A partir des éléments acquis dans le cadre des campagnes de prélèvements, certains indices issus du « Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau » (Jacques Barbe, Michel Lafont, Jacques Mouthon, Michel Philippe ; Cemagref, Agence de l'Eau RM & C ; juillet 2003) sont fournis ci-après à titre indicatif, les caractéristiques du plan d'eau Le tableau (et le graphique) ci-après récapitule donc les indices dits de :

- ❖ « **Production** » estimé à partir des pigments chlorophylliens et de la transparence ;
- ❖ « **Nutrition** » estimé à partir des valeurs « hivernales » du phosphore et de l'azote dans l'eau ;
- ❖ « **Stockage minéral des sédiments** » estimé à partir du phosphore total dans les sédiments ;
- ❖ « **Stockage organique des sédiments** » estimé à partir de la perte au feu des sédiments ;
- ❖ « **Relargage** » estimé à partir du phosphore total et de l'azote ammoniacal dans l'eau interstitielle des sédiments.

Paramètres	Indices		
<i>Indice "Production"</i>			
Pigments chlorophylliens	34,7	Ip	41,3
Transparence	48,0		
<i>Indice "Nutrition"</i>			
Phosphore	47,7	In	31,1
Azote	14,4		
<i>Indice "Stockage minéral des sédiments"</i>			
Stockage minéral	20,2	Ism	20,2
<i>Indice "Stockage organique sédiments"</i>			
Stockage organique	23,8	Iso	23,8
<i>Indice "Relargage"</i>			
P eau interstitielle	29,5	Ir	44,0
N eau interstitielle	58,5		

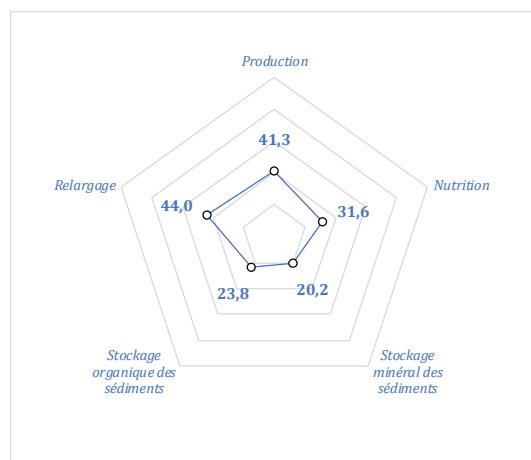


Tableau 8 et Figure 9 : Indices « Diagnose rapide »

**S'agissant de l'indice « Production »**, le niveau de qualité est « moyen » avec :

- ❖ un indice Pigments chlorophylliens « bon », traduisant une faible production phytoplanctonique ;
- ❖ un indice Transparence « moyen ». A noter que dans le cas présent, cet indice apparaît peu pertinent car la transparence mesurée correspond systématiquement à la profondeur du plan d'eau. On considérera donc que cet indice est surévalué et peu pertinent car calculé en dehors de son domaine d'application.

En d'autres termes, l'indice transparence étant peu représentatif, l'indice « Production » traduit un état « bon ».

**S'agissant de l'indice « Nutrition »**, le niveau de qualité est également « moyen » avec :

- ❖ un indice Phosphore « moyen », en partie contradictoire avec le diagnostic en référence au « SEEE Plan d'eau ». Rappelons toutefois que la concentration ponctuelle en automne peut être déclassante (point DIV00200 = 38 µg/l) ;
- ❖ un indice Azote « très bon » dont la valeur (14,4) attesterait la relative pauvreté en azote de l'eau.

**S'agissant des indices « stockage » des sédiments**, le niveau de qualité est « bon », les 2 descripteurs étant concordants.

**S'agissant enfin de l'indice « relargage » des sédiments**, le niveau de qualité est « moyen » avec :

- ❖ un indice Phosphore « bon » ;
- ❖ un indice Azote « médiocre » dont la valeur (58,5) atteste la forte disponibilité de l'azote présent dans les sédiments.

**In fine, les indices issus de la « diagnose rapide » suggèrent un niveau de qualité « moyen » mais soulignent un « paradoxe fonctionnel » : une production faible alliée à une disponibilité de l'azote importante, la teneur en phosphore (dans les sédiments) semblant être le facteur limitant.**

### 4.3.5 CONCLUSIONS

Le tableau ci-dessous propose une synthèse des niveaux de qualité ou d'état définis en référence aux diverses grilles et méthodes.

Critères	Grilles « Cours d'eau »	Grilles « Plan d'eau »	Diagnose rapide
Transparence/Phytoplancton	Très bon	Très bon	(Bon)
N dans l'eau	Bon	Bon	Très bon
P dans l'eau	Très Bon	Très bon	Moyen
Phase solide : N	npc	Médiocre	Bon
Phase solide : P	npc	Très bon	Bon
Eau interstitielle : N	npc	Bon	Médiocre
Eau interstitielle : P	npc	Très bon	Bon

npc : non pris en compte

Tableau 9 : Synthèse des niveaux de qualité et d'état du lac de Divonne

S'agissant des analyses physico-chimiques, les diverses méthodes utilisées indiquent :

- ❖ l'absence de perturbation en ce qui concerne la transparence et la production phytoplanctonique, l'indice issu de la diagnose rapide n'étant pas pertinent dans ce cas (profondeur insuffisante) ;
- ❖ l'absence de perturbation réelle du cycle de l'azote dans la colonne d'eau ;
- ❖ l'absence de perturbation réelle du cycle du phosphore dans la colonne d'eau, l'indice issu de la diagnose rapide apparaissant encore une fois inadapté et trop discordant ;
- ❖ la présence d'un dysfonctionnement nutritionnel dans les sédiments qui se caractérisent par une richesse en azote et un pouvoir de relargage sensible.

En conclusion, le lac de Divonne affiche une qualité de l'eau satisfaisante (colonne d'eau) mais présente un risque de dysfonctionnement trophique avec des sédiments apparemment enrichis en azote, ce que confirme la comparaison des indices « diagnose rapide » calculés à partir des données de 1988 et 2017 récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Indices		Valeurs 1988		Valeurs 2017	
Production	<i>Pigments chlorophylliens</i>	36,9	42,7	34,7	41,3
	<i>Transparence</i>	48,4		48,0	
Nutrition	<i>Phosphore (dans l'eau)</i>	47,7	25,3	48,8	31,1
	<i>Azote (dans l'eau)</i>	2,9		14,4	
Stockage minéral des sédiments		20,2		20,2	
Stockage organique des sédiments		31,9		23,8	
Relargage	<i>P eau interstitielle</i>	22,7	40,9	29,5	44,0
	<i>N eau interstitielle</i>	59,0		58,5	

Tableau 10 : Indices « Diagnose rapide » de 1988 et 2017

S'agissant des relevés de végétation, les diverses investigations entreprises indiquent :

- ❖ la présence d'un cortège végétal assez réduit avec 3 espèces d'hélophytes, 3 espèces d'hydrophytes et 1 espèce d'algue ;
- ❖ le développement d'une seule espèce végétale nuit aux usages, le myriophylle en épi ;
- ❖ un développement végétal essentiellement littoral. Toutefois, quelques secteurs de pleine eau du lac sont également affectés ;
- ❖ une relation envisageable entre la présence de rejets d'eaux pluviales non décantées et le développement végétal.

## 5. CONCLUSION ET PROPOSITIONS DE MESURES

### 5.1 RAPPEL DES CONCLUSIONS

Le lac de Divonne possède toutes les caractéristiques physiques pour favoriser le développement des hydrophytes : uniformité et faiblesse de la profondeur associées à une très bonne transparence de l'eau.

D'ailleurs, dès la création du lac, les hydrophytes se sont installées naturellement et ont pu se développer jusqu'à l'excès. L'introduction des écrevisses dans les années 70 a été un moyen de les réduire efficacement et rapidement. Le plan d'eau a alors joui d'une réputation particulière suite à cette introduction. De très nombreuses études citent cette expérimentation comme ayant spécifiquement bien fonctionné avec une acclimatation de la population d'écrevisses bien au delà des espérances. Or la multiplication des individus a eu un effet très important sur les hydrophytes qui ont énormément régressées dans les années 80.

L'état des lieux 2017 apporte des conclusions similaires sur le plan physico-chimique de l'eau, avec un risque de dysfonctionnement trophique (lié aux sédiments, a priori peu abondant). Le lac rencontre, à nouveau, un problème de densification de la végétation du fait du développement particulier de *Myriophyllum spicatum*.

### 5.2 PROPOSITION DE MESURES

*Remarque : Les propositions ci-dessous sont présentées selon un ordre de priorité cohérent proposé par GAY Environnement.*

#### 5.2.1 GÉRER LES APPORTS DIFFUS AU PLAN D'EAU

Comme tend à le montrer l'analyse de la répartition spatiale de la végétation lacustre, il semblerait que le développement des principaux herbiers des zones littorales de la partie nord du plan d'eau soit lié - au moins en partie à la présence de rejets d'eaux pluviales non décantées.

Conséquemment, il apparaît pertinent d'envisager :

- ❖ soit la suppression desdits rejets,
- ❖ soit de les équiper de décanteurs afin de limiter (sensiblement) les apports en sédiments et en nutriments.

#### 5.2.2 LUTTE CIBLÉE CONTRE LES MYRIOPHYLLES A ÉPI

*Remarque liminaire : Quelle que soit méthode utilisée, soit « en routine », soit à titre expérimental, il est important de préciser que, si le myriophylle à épi est bien implanté dans un milieu, son éradication est difficile, voire impossible. Toutefois, ces méthodes peuvent contribuer à l'éradiquer localement ou du moins à le contrôler sous des densités permettant le plein usage du plan d'eau.*

Deux grands types d'action, mécanique, peuvent être envisagés de manière non exclusive :

- ❖ **l'arrachage manuel des plants de la zone centrale du plan d'eau.**

D'après certaines études (toujours menées au Québec), si cette méthode n'élimine pas complètement la plante, elle peut « diminuer considérablement la densité des colonies si un suivi rigoureux est réalisé. Lavoie et Lelong (C. Lavoie et B. Lelong, Webinaire Université Laval, 12 mai 2017) indiquent que suite à deux saisons intensives d'arrachage deux fois par été (fin juin et début août), la diminution peut représenter 97% de la superficie originale. »

Remarque quant au faucardage (en particulier mécanique)

« Pour tout type de faucardage », il est recommandé, sinon nécessaire :

- ❖ « d'effectuer des « passages répétés (une fois par mois) pendant la période de croissance de la plante (juillet à septembre) » ;
- ❖ (...) « de prévoir l'usage d'un rideau de confinement disposé autour de la zone faucardée pour recueillir tous les débris flottants afin d'éviter leur dispersion et en disposer adéquatement. » Toutefois, au « Lac à la Tortue, l'usage du bateau-faucardeur a permis de faciliter la navigation mais sans diminuer la biomasse totale prélevée (C. Lavoie et B. Lelong, Webinaire Université Laval, 12 mai 2017). »

❖ **la pose de toile de jute biodégradable dans la lutte des herbiers de *Myriophyllum spicatum*.**

Une étude menée au Québec [5] montre que « *dès les premiers mois suivant l'installation, la flore indigène a réussi à pousser sur ou au travers la toile de jute alors que le myriophylle à épi en était incapable.* ». La toile en fibre biodégradable a ensuite mis trois années pour disparaître entièrement. Les résultats expriment qu'« *environ 87 % de la superficie totale des sites étaient exempts de myriophylle à épi et présentaient des plantes indigènes ou une absence totale de plantes. De plus, un taux de succès de 95 % a été observé au site où l'herbier de myriophylle à épi a été couvert entièrement par la toile de jute.* ».

Il existe deux facteurs importants à respecter pour un résultat optimal :

- ✓ un recouvrement total des herbiers ;
- ✓ une installation adaptée aux irrégularités du substrat.

### 5.2.3 MODIFIER LA MORPHOLOGIE DE LA CUVETTE LACUSTRE

Le principal défaut du lac de Divonne est le manque de diversité d'habitat (régularité des berges, profondeur homogène et réduite en particulier). Il conduit à une faible diversité de tous les compartiments biologiques et favorise le développement du myriophylle, sachant que « *la distribution de l'espèce en fonction de la profondeur est très variable, entre 1 et 10 mètres, il est cependant plus commun de la retrouver en peuplements denses entre 1 et 4 mètres de profondeur dans des eaux chaudes, transparentes, sur des sols riches en nutriments (...) et à texture fine.* ». La présente étude confirme que l'uniformité du plan d'eau favorise le développement naturel de la végétation aquatique. Celle-ci, bien que dérangement au centre du plan d'eau pour la navigation et pour la pratique de l'aviron, est toutefois bénéfique pour les populations piscicoles et pour l'écologie globale du lac.

Le creusement du lac à 6 m ou plus sur la partie centrale – la plus utilisée par l'aviron – pourrait réduire la possibilité de développement de cette espèce. Ce serait alors un frein naturel au développement de l'espèce végétale qui pose aujourd'hui problème dans le plan d'eau.

Une diversification de la nature du fond du lac par apport de sédiments grossiers (blocs/galets) permettrait de changer la granulométrie dans les zones centrales du lac. Les myriophylles en seraient alors pénalisés. Cette solution est envisageable à la condition exclusive de supprimer les apports de sédiments fins liés aux rejets d'eaux pluviales (Cf. 5.2.1)

De plus, les berges gagneraient à être inclinées progressivement et non verticalement, au moins sur une partie du lac. Elles conduiraient à une plus grande diversité d'espèces végétales suivant un gradient de profondeur. L'étagement de la végétation en fonction de la hauteur d'eau augmenterait la diversité d'habitats et serait surtout bénéfique au compartiment faunistique (invertébrés et poissons).

\*\*\*\*\*

## Sources

- [1] Ackefors, Hans (1999). The positive effects of established crayfish introductions in Europe. *Crustacean Issues*, 11, 49-62.
- [2] Blake, G., & Laurent, P. J. (1982). Le faucardage par des écrevisses, résultats préliminaires (Macrophytes control by crayfish, preliminary results). *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 51(6), 203-208.
- [3] CEMAGREF (1989). Lac de Divonne (Ain), Etude 1988. *Rapport d'étude des différents compartiments écologiques du lac*.
- [4] Laurent, P. J., & Vey, A. (1986). The acclimation of *Pacifastacus leniusculus* in Lake Divonne. *Freshwater crayfish*, 6, 146-155.
- [5] Michon, G., 2015. Contrôle du myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*) par l'utilisation de toiles de jute au lac Pémichangan. Agence de bassin versant des 7, 57 p.
- [6] Pommerleau, G., 2017. Plans stratégiques d'intervention pour la gestion des espèces exotiques envahissantes identifiées prioritaires dans la zone périphérique du Parc National du Mont Orford. Maîtrise en Environnement, Université de Sherbrooke, 122 p.

\*\*\*\*\*