

Suivi des plans d'eau des bassins Rhône- Méditerranée et Corse en application de la Directive Cadre sur l'Eau

(Sites de Référence, Réseau de Contrôle de Surveillance et Contrôle
Opérationnel)

Note synthétique d'interprétation des résultats

Pierre-Châtel

(38 : Isère)

Campagnes 2013

VI – Janvier 2015



Méthodologie

Contenu des suivis

Le tableau suivant résume les différents éléments suivis par année et les fréquences d'intervention associées. Il s'agit du suivi qualitatif type mis en place sur les plans d'eau du programme de surveillance. Les différents paramètres physico-chimiques analysés sur l'eau sont suivis lors de quatre campagnes calées aux différentes phases du cycle annuel de fonctionnement du plan d'eau, soit entre le mois de février et le mois d'octobre.

| | | Paramètres | Type de prélèvements/ Mesures | HIVER | PRINTEMPS | ETE | AUTOMNE |
|-----------------------------------|---|---|---|--|-----------|-----|---------|
| Sur EAU | Mesures in situ | O2 dis. (mg/l, %sat.), pH, COND (25°C), T°C, transparence secchi | Profils verticaux | X | X | X | X |
| | Physico-chimie classique | DBO5, PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, COT, COD, MEST, Turbidité, Si dissoute | Intégré | X | X | X | X |
| | | | Ponctuel de fond | X | X | X | X |
| | Substances prioritaires, autres substances et pesticides | Micropolluants sur eau* | Intégré | X | X | X | X |
| | | | Ponctuel de fond | X | X | X | X |
| | Pigments chlorophylliens | Chlorophylle a + phéopigments | Intégré | X | X | X | X |
| Ponctuel de fond | | | | | | | |
| Minéralisation | Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TA, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ | Intégré | X | | | | |
| | | Ponctuel de fond | | | | | |
| Sur SEDIMENTS | Eau interstitielle : Physico-chimie | | PO4, Ptot, NH4 | | | | |
| | Phase solide (<2mm) | Physico-chimie | Corg., Ptot, NKJ, Granulométrie, perte au feu | Prélèvement au point de plus grande profondeur | | | X |
| | | Substances prioritaires, autres substances et pesticides | Micropolluants sur sédiments* | | | | |
| HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE | Phytoplancton | | Prélèvement Intégré (Cemagref/Utermöhl) | X | X | X | X |
| | Invertébrés benthiques | Lacs naturels : IBLsimplifié | | | X | | |
| | | Retenues : IOBL (NF T90-391) | | | X | | |
| | Macrophytes | Norme XP T 90-328 | | | | X | |
| | Hydromorphologie | en charge de l'ONEMA | | | | X | |
| Suivi piscicole | | Protocole CEN (en charge de l'ONEMA) | | | | X | |

* se référer à l'annexe 5 de la circulaire du 29 janvier 2013 relative à l'application de l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux.

Pour plus de détails techniques sur la méthodologie employée et les protocoles utilisés, consulter le rapport annuel.

Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

L'interprétation des résultats a été réalisée selon deux approches complémentaires s'appuyant, d'une part sur une méthode largement utilisée pour évaluer le niveau trophique des plans d'eau (Diagnose rapide) et d'autre part, sur l'Arrêté du 25 janvier 2010 permettant de qualifier les masses d'eau en termes d'état selon la DCE.

Diagnose rapide

Cette méthode a été mise au point par le Cemagref (protocole actualisé de 2003) et renseigne sur la qualité générale du plan d'eau en rapport avec son niveau trophique. Ce n'est pas une interprétation en termes d'état au sens de la DCE.

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

La présente note synthétique définit également un état écologique et un état chimique liés à un niveau de confiance. Cette évaluation est réalisée suivant les préconisations de l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Lac de Pierre-Châtel**

Code lac : **W2405023**

Masse d'eau : **FRDL79**

Département : **38 (Isère)**

Région : **Rhône-Alpes**

Origine : **Naturelle** (Masse d'Eau Naturelle)

Typologie : **N3 = lac naturel de moyenne montagne calcaire, peu profond**

Altitude (NGF) : **923**

Superficie (ha) : **97**

Volume (hm³) : **6,4**

Profondeur maximum (m) : **10,3**

Temps de séjour (j) : -

Tributaire(s) : **Ruisseau de la Combe de l'Oche**

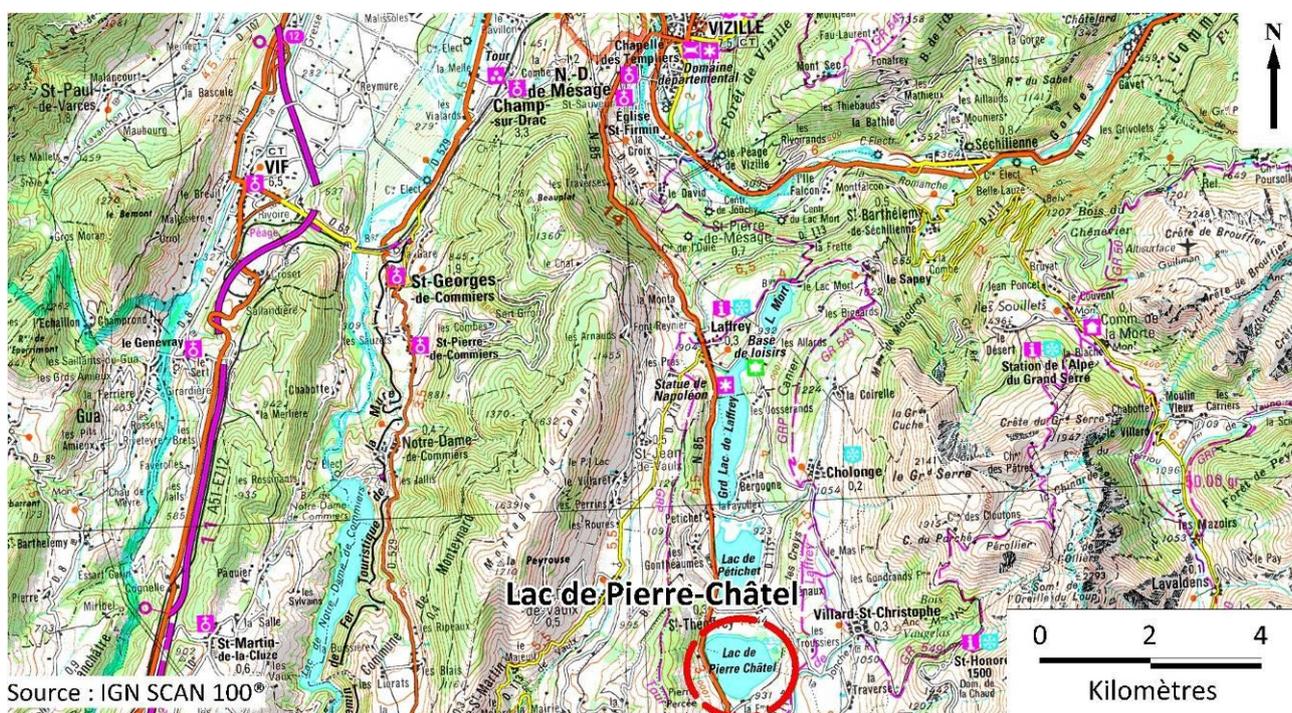
Exutoire(s) : **Canal du Moulin**

Réseau de suivi DCE : Réseau de **Contrôle de Surveillance / Contrôle Opérationnel** (Cf. Annexe 1)

Période/Année de suivi : **2007 / 2010 / 2013**

Objectif de bon état : **2015**

Des informations complémentaires sur le contexte général du plan d'eau, sur les enjeux et le programme de mesure sont disponibles via l'atlas internet de bassin.



Carte de localisation du lac de Pierre-Châtel

Résultats - Interprétation

Le lac de Pierre-Châtel est un plan d'eau naturel d'origine glaciaire situé dans le département de l'Isère. Il se trouve sur le plateau Matheysin, célèbre bassin houiller, qui culmine à plus de 900 m d'altitude. Ce plan d'eau de faible profondeur (10 m) présente une stratification thermique instable.

Il a une forme arrondie et couvre une superficie proche de 97 ha. La surface du plan d'eau est gelée en hiver, de décembre à mars en moyenne.

Le lac est alimenté par quelques ruisseaux de petite taille dont la combe de l'Oche. L'exutoire du plan d'eau est le canal du Moulin : un ouvrage de régulation permet de gérer le niveau du plan d'eau.

Le plan d'eau est privé, la famille De Marliave est propriétaire du site. Les activités sont regroupées sur la rive sud : plage de baignade, maison du gardien, camping. La navigation motorisée n'est pas autorisée.

Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2013, le lac de Pierre-Châtel présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **méso-eutrophiés**. Le tracé est nettement dissymétrique, avec des indices nutrition et production relativement faibles (oligotrophes) tandis que l'indice dégradation et les indices du compartiment sédiment sont moyens à élevés (eutrophiés). L'indice planctonique confirme ce constat avec un peuplement assez équilibré traduisant un niveau trophique en limite de classes mésotrophe / eutrophe.

Les résultats détaillés de la diagnose rapide sont présentés en annexe 3.

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

Sur la base des éléments actuellement pris en compte pour l'évaluation DCE, le lac de Pierre-Châtel est classé en **état écologique moyen** d'après les résultats obtenus en 2013 (Cf. annexe 4). L'indice phytoplanctonique et le paramètre azote minéral affichent tous deux une classe d'état moyen.

Le lac de Pierre-Châtel est classé en **bon état chimique** (Cf. Annexe 5) puisque aucune des substances prises en compte pour évaluer l'état chimique ne dépasse les normes de qualité environnementales.

L'étude hydromorphologique n'a pas été renouvelée en 2013, cet élément ayant déjà été suivi en 2011 par l'ONEMA (protocoles Alber et Charli).

L'étude de la végétation aquatique a montré que le lac de Pierre-Châtel est globalement pauvre en macrophytes (absence d'herbier aquatique sensu stricto), rendant difficile la définition d'un degré de trophie de la masse d'eau par l'intermédiaire de cet indicateur.

Des informations complémentaires sur les différents éléments suivis sont présentées en annexe 6.

S'agissant de la troisième année de suivi dans le cadre du programme de surveillance, une comparaison interannuelle des résultats est présentée en annexe 7.

Suivi piscicole (Cf. annexe 8)

Le suivi piscicole a été réalisé en 2013 par l'ONEMA (le précédent suivi dans le cadre du programme de surveillance datait de 2007).

En 2013, le peuplement piscicole du lac de Pierre-Châtel semble stable sur le plan de la diversité et de l'abondance des espèces principales. Son état, malgré la raréfaction de certaines espèces ou stades et en dépit d'une légère augmentation de la biomasse totale contrôlée, reste qualifiable de stable. Cependant des déficits notables en alevins de l'année ont pu être mesurés cette année (cor, gar et per) ainsi que pour d'autres stades et espèces présentes, les causes de cette chute d'abondance peuvent être multiples, thermie, ressource alimentaire, "accident" de qualité de l'eau, plusieurs de ces causes pouvant agir en synergie.

A noter qu'un suivi thermique a été initié sur le lac de Pierre-Châtel et que les données récoltées pourront peut-être permettre d'évacuer l'hypothèse météorologique pour expliquer cet état de fait.

Annexe 1 : Programme de surveillance

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), un programme de surveillance doit être établi pour suivre l'état écologique (ou le potentiel écologique) et l'état chimique des eaux douces de surface.

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

- Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) vise à donner une image globale de la qualité des eaux. Tous les plans d'eau naturels supérieurs à 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 supérieurs à 50 ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents (grandes retenues, plans d'eau de digue, plans d'eau de creusement).
- Le contrôle opérationnel (CO) vise à suivre spécifiquement les masses d'eau (naturelles ou anthropiques) supérieures à 50 ha, à risque de non atteinte du bon état (ou du bon potentiel) des eaux en 2015.

Au total, 80 plans d'eau sont suivis sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse dans le cadre de des deux réseaux RCS et CO.

Le contenu du programme de suivi sur les plans d'eau est identique pour le RCS et le CO. Un plan d'eau concerné par le CO sera cependant suivi à une fréquence plus soutenue (tous les 3 ans) comparativement à un plan d'eau strictement visé par le RCS (tous les 6 ans).

Annexe 2 : Les outils d'interprétation

La Diagnose rapide

(d'après le Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau, Jacques Barbe, Michel Lafont, Jacques Mouthon, Michel Philippe, Cemagref, Agence de l'Eau RMC, juillet 2003).

L'interprétation de la diagnose rapide s'appuie sur plusieurs types d'indices : les indices spécifiques basés sur un paramètre particulier, les indices fonctionnels élaborés à partir d'un ou de plusieurs paramètres regroupés pour refléter un aspect fonctionnel du plan d'eau. Ils sont de nature physico-chimique ou biologique.

Ils sont tous construits pour s'échelonner en fonction de la dégradation de la qualité du milieu suivant une échelle de 0 à 100 (de l'ultra oligotrophie à l'hyper eutrophie).

Leur confrontation directe doit permettre ainsi de discerner facilement les concordances ou les discordances existant entre les principaux éléments fonctionnels du milieu.

Les indices physico-chimiques

Indice Pigments chlorophylliens¹

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$ où X est la somme de la chlorophylle_a et de la phéophytine_a exprimée en µg/l. X représente la moyenne des résultats obtenus sur l'échantillon intégré en dehors du brassage hivernal (campagnes 2, 3 et 4).

Indice Transparence

$I_T = 82 - 66,44 \times \log_{10}(X)$ où X est la moyenne des profondeurs de Secchi (en m) mesurées pendant la même période que précédemment.

La moyenne de ces deux indices constitue le premier indice fonctionnel : **Indice Production.**

Indice P total hiver

$I_{PTH} = 115 + 39,6 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

Indice N total hiver

$I_{NTH} = 47 + 65 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de l'azote total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré².

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel **Nutrition.**

Indice Consommation journalière en O₂ dissous

$I_{O_2j} = -50 + 62 \times \log_{10}(X+10)$ où X est la valeur de la consommation journalière en oxygène dissous en mg/m³/j.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Dégradation.**

Indice P total du sédiment

$I_{PTS} = 109 + 55 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la campagne de prélèvement des sédiments ayant lieu normalement en fin de période de production biologique.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage des minéraux du sédiment.**

¹ Quand les teneurs des paramètres constitutifs de l'Indice pigments chlorophylliens (Ic) sont en dessous du seuil de quantification (SQ=1), la valeur retenue pour les "pc" est donnée par une fourchette de valeurs (par exemple, si [chl a] <1 et [phéopigments] <1, alors 0 <[chl a + pheo] < 2), l'Ic résultant est également donné par une fourchette de valeurs. Pour le calcul de l'indice production, on prend l'indice moyen de Ic.

² Les teneurs en nitrates, nitrites et azote kjeldahl sont prises en compte. Quand l'un des éléments est sous le seuil de quantification (SQ), sa valeur est donnée par une fourchette de valeurs : 0 <N < SQ, la concentration en azote total et l'indice Ntot hiver seront également exprimées sous la forme d'une fourchette de valeurs. Pour le calcul de l'indice nutrition, on prend l'indice moyen Ntot hiver.

Indice Perte au feu du sédiment

$I_{PF} = 53 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de la Perte au feu du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la même campagne que précédemment.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage de la matière organique du sédiment**.

Indice P total de l'eau interstitielle

$I_{PTI} = 63 + 33 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total de l'eau interstitielle (mg/l), obtenue lors de la campagne de sédiment.

Indice Ammonium de l'eau interstitielle

$I_{NH4I} = 18 + 45 \times \log_{10}(X+0,4)$ où X est la valeur de l'ammonium de l'eau interstitielle (mg/l de N), obtenue lors de la campagne de sédiment.

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel **Relargage**.

Quatre campagnes de prélèvements sont réalisées dans le cadre du protocole de la Diagnose rapide.

A partir de ces six indices fonctionnels, deux indices physico-chimiques moyens peuvent être calculés pour synthétiser les résultats :

- Un indice physico-chimique moyen de pleine eau = moyenne des indices fonctionnels nutrition, production et dégradation ;
- Un indice physico-chimique moyen du sédiment = moyenne des indices fonctionnels stockage des minéraux du sédiment, stockage de la matière organique du sédiment et relargage.

Les indices biologiques sont au nombre de trois :

L'Indice Planctonique est calculé à partir des listes floristiques obtenues lors des différentes campagnes de la période de production biologique.

L'indice s'appuie sur des coefficients de qualité (Qi) attribués à chaque groupe algal (*les coefficients les plus élevés étant attribués aux groupes les plus liés à l'eutrophisation*) et sur des classes d'abondances relatives (Aj).

IP = moyenne de $\sum Qi \times Aj$ sur la base des résultats obtenus lors des trois campagnes estivales.

Avec les valeurs suivantes pour Qi et Aj :

| Groupes algaux | Qi |
|---------------------------------|----|
| Desmidiées | 1 |
| Diatomées | 3 |
| Chrysophycées | 5 |
| Dinophycées et Cryptophycées | 9 |
| Chlorophycées (sauf Desmidiées) | 12 |
| Cyanophycées | 16 |
| Eugléniens | 20 |

Coefficients attribués aux groupes algaux repères

| Abondance relative | Aj |
|--------------------|----|
| 0 à ≤ 10 | 0 |
| 10 à ≤ 30 | 1 |
| 30 à ≤ 50 | 2 |
| 50 à ≤ 70 | 3 |
| 70 à ≤ 90 | 4 |
| 90 à ≤ 100 | 5 |

Classes d'abondance relative du phytoplancton

L'indice planctonique tel que décrit dans la diagnose rapide est issu de prélèvements réalisés au filet à plancton. Les prélèvements réalisés dans le cadre de la DCE sont des prélèvements d'eau brute intégrés sur la zone euphotique (2,5 fois la transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi). **Les abondances relatives des différents groupes ont été évaluées à partir des biovolumes algaux.**

L'Indice Oligochètes : $IO = 126 - 74 \times \log_{10}(X+2,246)$ où X est la moyenne entre l'IOBL de la plus grande profondeur et la valeur moyenne des IOBL de profondeur intermédiaire.

L'indice IOBL par point de prélèvement (= 3 « coups » de bennes à une profondeur donnée) = $S + 3\log_{10}(D+1)$ où S = nombre de taxons parmi les oligochètes comptés et D = densité en oligochètes pour 0,1 m².

L'Indice Mollusques : $IM = 122 - 92 \times \log_{10}(X+1,734)$ où X correspond à la valeur de l'IMOL.
L'IMOL n'est appliqué que sur les plans d'eau naturels (pas applicable sur les plans d'eau marnants).

Le tableau ci-dessous présente le mode de détermination de l'indice IMOL.

Bull. Fr. Pêche Piscic. (1993) 331 :397-406 — 403 —

Tableau III : Tableau standard de détermination de l'indice IMOL.

Table III : Procédure of the determination of index IMOL.

| Niveau d'échantillonnage | Repères malacologiques | Indices | Exemples (dates de prospection) |
|--|---|---------|--|
| $Z_1 = 9/10 Z_{max}$ | - Gastéropodes et Bivalves présents | 8 | Léman (1963) |
| | - Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents | 7 | Bourget (1940), Longemer (1977), Grand Maclu (1983), Chalain (1984), |
| Absence de mollusques en Z_1 | | | |
| $Z_2 = -10 \text{ m}$ (20 m) ⁽²⁾ | - Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents | 6 | Lac Léman (1987), Saint-Point (1978) Grand Clairvaux (1982), Laffrey (1989). |
| | - Un seul genre de Gastéropode présent | 5 | Le Bourget (1988), Rémoray (1978 et 1989), Les Rousses (1980). |
| | - Gastéropodes absents, pisdies présentes ⁽¹⁾ | 4 | Gérardmer (1977), l'Abbaye (1980), Petit Clairvaux (1982), Val (1986). |
| Absence de mollusques en Z_2 | | | |
| $Z_3 = -3 \text{ m}$ (5-6 m) ⁽²⁾ | - Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents | 3 | <i>Petit Maclu (1983), Antre (1984), Petit Etival (1985).</i> |
| | - Un seul genre de Gastéropode présent | 2 | <i>Grand Etival (1985)</i> |
| | - Gastéropodes absents, pisdies présentes ⁽¹⁾ | 1 | Illy (1984), Narlay (1984), Aydat (1985), Bonlieu (1985), Nantua (1988), Sylans (1988), Petitchet (1989), Lamoura (1988), Pierre-Chatel (1989) |
| | - Absence de mollusques | 0 | Lac des Corbeaux (1984), Lac Vert (1985), Lispach (1984), |

(1) avec plus d'un individu par échantillon de 3 bennes.

(2) proposition pour les lacs profonds de grandes dimensions.

Les critères de l'état écologique et de l'état chimique

Les critères à prendre en compte et les modalités de calcul et d'agrégation des différents éléments de qualité permettant l'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des plans d'eau sont détaillés dans l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

Les critères pris en compte actuellement sont résumés ci-dessous (pour plus de précisions, se référer à l'arrêté).

Evaluation de l'état (/du potentiel) écologique :

- Eléments de qualité biologiques

| Elément de qualité | Métriques/Paramètres | PLANS D'EAU NATURELS | | | | | PLANS D'EAU D'ORIGINE ANTHROPIQUE |
|--------------------|---|----------------------------|-----|-------|----------|---------|-----------------------------------|
| | | Limites des classes d'état | | | | | |
| | | Très bon | Bon | Moyen | Médiocre | Mauvais | |
| Phytoplancton | [Chl-a] moyenne estivale (µg/l) | Cf. Arrêté ¹ | | | | | |
| | IPL (Indice Planctonique) | 25 | 40 | 60 | 80 | | |
| Invertébrés | IMOL (Indice Mollusque)* | 8 | 7 | 4 | 1 | | |
| | IOBL (Indice Oligochètes de Bioindication Lacustres)* | 15 | 10 | 6 | 3 | | |
| | | | | | | | |

* : paramètres complémentaire pour conforter le diagnostic

¹ ces limites sont calculées par plan d'eau selon une formule dépendante de la profondeur moyenne du plan d'eau

L'IPL a été calculé en prenant en compte les biovolumes algaux pour l'évaluation des abondances relatives.

Les travaux réalisés jusqu'à présent n'ont pas permis de produire des valeurs seuils pour les éléments de qualité macrophytes et poissons.

- Eléments physico-chimiques généraux

| Paramètres par élément de qualité | Limites des classes d'état | | | | |
|--|----------------------------|------|-------|----------|---------|
| | Très bon | Bon | Moyen | Médiocre | Mauvais |
| Nutriments | | | | | |
| N minéral maximal (NO ₃ + NH ₄)(mg N/l) | 0,2 | 0,4 | 1 | 2 | |
| PO ₄ maximal (mg P/l) | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | |
| Phosphore total maximal (mg P/l) | 0,015 | 0,03 | 0,06 | 0,1 | |
| Transparence | | | | | |
| Transparence moyenne estivale (m) | 5 | 3,5 | 2 | 0,8 | |
| Bilan de l'oxygène | | | | | |
| Présence ou absence d'une désoxygénation de l'hypolimnion en % du déficit observé entre la surface et le fond pendant la période estivale (pour les lacs stratifiés) | * | 50 | * | * | |
| Salinité | | | | | |
| Acidification | * | | | | |
| Température | | | | | |

* : pas de valeurs établies à ce stade des connaissances

N minéral maximal (NH₄⁺ + NO₃⁻) : azote minéral maximal annuel dans la zone euphotique, c'est-à-dire :

- l'azote minéral « d'hiver », en période de mélange total des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique, si le temps de séjour est supérieur à 2 mois.
- l'azote minéral maximal observé sur au minimum 3 campagnes « estivales » dans un échantillon intégré de la zone euphotique, si le temps de séjour est inférieur à 2 mois.

PO₄³⁻ maximal : dans les lacs de temps de séjour supérieur à 2 mois, il s'agit de la valeur « hivernale » en période de mélange total des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique. Dans les plans d'eau de temps de séjour inférieur à 2 mois, c'est le maximum des valeurs de 3 campagnes estivales.

Phosphore total maximal : dans les lacs de temps de séjour supérieur à 2 mois, il s'agit indifféremment de la moyenne annuelle dans la zone euphotique ou de la valeur hivernale en période de mélange complet des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique. Dans les plans d'eau de temps de séjour inférieur à 2 mois, c'est le maximum des valeurs de 3 campagnes estivales.

Bilan de l'oxygène : paramètre et limites de classes donnés à titre indicatif (ce paramètre est ici considéré en tant que paramètre complémentaire à l'évaluation de l'état).

Il s'agit de la présentation des résultats bruts, un travail ultérieur d'expertise pouvant amener à une évaluation légèrement différente (ex. : pour un plan d'eau naturellement peu transparent, ce paramètre s'avèrera non pertinent et ne sera alors pas pris en compte dans l'évaluation de l'état).

Les règles d'assouplissement décrites par l'arrêté du 25 janvier 2010 pour définir la classe d'état des éléments de qualité physico-chimiques généraux ont été appliquées.

- Polluants spécifiques de l'état écologique

| Polluants spécifiques non synthétiques (analysés sur eau filtrée) | |
|--|---|
| Substances | NQE_MA (µg/l) |
| Arsenic dissous | Fond géochimique + 4,2 |
| Chrome dissous | Fond géochimique + 3,4 |
| Cuivre dissous | Fond géochimique + 1,4 |
| Zinc dissous | Fond géochimique + 3,1 (si dureté ≤24 mg CaCO3/l) |
| | Fond géochimique + 7,8 (si dureté >24 mg CaCO3/l) |
| Polluants spécifiques synthétiques (analysés sur eau brute) | |
| Substances | NQE_MA (µg/l) |
| Chlortoluron | 5 |
| Oxadiazon | 0,75 |
| Linuron | 1 |
| 2,4 D | 1,5 |
| 2,4 MCPA | 0,1 |

NQE_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle

Au sein des éléments de qualité (EQ), c'est la règle du paramètre le plus déclassant qui est retenue. L'état écologique (plans d'eau naturels) est donné par l'EQ le plus déclassant (dans la limite de l'état « moyen » pour la physico-chimie et les polluants spécifiques). Les éléments hydromorphologiques n'interviennent que pour le classement en très bon état d'une masse d'eau (indicateur des éléments hydromorphologiques en cours de construction).

Le potentiel écologique (plans d'eau anthropiques) est évalué à partir du paramètre chlorophylle a et des éléments physico-chimiques. Pour pallier l'absence de tous les indicateurs biologiques adaptés pour évaluer le bon potentiel, on considère que les pressions hydromorphologiques hors contraintes techniques obligatoires (CTO) se traduisent par un effet négatif sur les potentialités biologiques des masses d'eau (Cf. arrêté du 25 janvier 2010 : tableau permettant d'attribuer une classe de potentiel écologique en prenant en compte les pressions hydromorphologiques non imposées par les CTO).

Dans le cadre de cette note d'interprétation, il a été considéré que les pressions hydromorphologiques non imposées par les CTO étaient nulles à faibles ce qui induit que le potentiel écologique de la masse d'eau est alors défini par les seuls indicateurs biologiques et physico-chimiques.

Un niveau de confiance est attribué à l'état écologique (selon la qualité de la donnée prise en compte, si l'ensemble des EQ ont été déterminés...). Trois niveaux de confiance sont distingués : 3 (élevé), 2 (moyen), 1 (faible).

Evaluation de l'état chimique (2 classes d'état) :

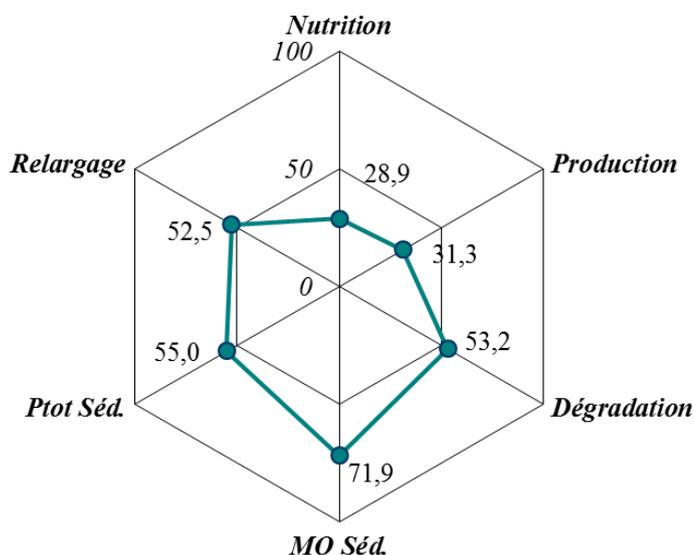
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques

Le calcul des indices avec la valeur des paramètres utilisés est résumé page suivante.

Graphique en radar des indices fonctionnels du lac de Pierre-Châtel Suivi 2013



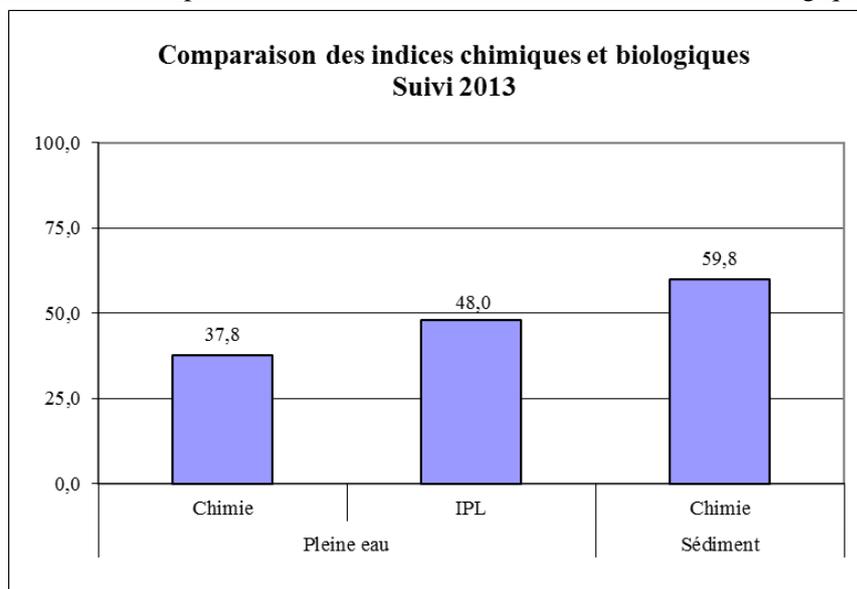
*L'indice nutrition est peut-être légèrement sous-évalué du fait de la limite de quantification utilisée pour le phosphore

Le tracé est nettement dissymétrique : les indices nutrition* et production sont faibles (oligotrophe), les indices dégradation, stockage du phosphore total du sédiment et relargage sont relativement élevés (mésotrophe), l'indice stockage de la matière organique du sédiment est quant à lui particulièrement élevé (eutrophe à hyper-eutrophe).

La demande en oxygène est significative dans la couche profonde pour dégrader la matière organique principalement accumulée dans les sédiments, compte tenu de la productivité du milieu limitée. La minéralisation de la matière organique semble peu efficace, indiquant une probable impasse trophique.

La charge interne en phosphore n'est également pas négligeable et constitue ainsi une réserve pour le système lacustre. A l'interface eau/sédiment, les conditions sont donc favorables au phénomène de relargage, nettement identifié.

Les indices synthétiques : un indice physico-chimique moyen pour chaque compartiment (un pour la pleine eau et un pour le sédiment) est affiché à côté des indices biologiques



IPL : Indice Planctonique

Indice chimie pleine eau = moyenne des indices Nutrition, Production et Dégradation

Indice chimie du sédiment = moyenne des indices Relargage, Ptot Séd. et MO Séd.

Concernant le compartiment de pleine eau, l'indice physico-chimique qualifie le milieu de mésotrophe (37,8), marqué par une relativement faible disponibilité en nutriments et une importante consommation en oxygène pour la dégradation de la matière organique accumulée dans les sédiments. L'indice planctonique témoigne également d'un milieu mésotrophe mais est cependant moins favorable (48,0) : il révèle un peuplement équilibré malgré le développement de cyanobactéries indicatrices d'un enrichissement du milieu.

L'indice chimie du sédiment est nettement plus défavorable (59,8 – eutrophe) en raison principalement de la charge en matière organique qui peine à être dégradée au sein de ce système lacustre.

Ces résultats indiquent donc une altération du compartiment sédiment, pouvant influencer sur le fonctionnement de l'hydrosystème.

Lac de Pierre-Châtel

Suivi 2013

Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

Les indices physico-chimiques

| | Ptot éch intégré hiver (mg/l) | <i>indice Ptot hiver</i> | Ntot éch intégré hiver (mg/l) | <i>indice Ntot hiver</i> | INDICE NUTRITION moyen |
|------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 2013 | < 0,010 | < 35,8 | 0,6 < x < 1,1 | 30,9 < x < 48,9 | 28,9 |

| | Secchi moyen (m) (3 campagnes estivales) | <i>indice Transparence</i> | Chlorophylle a + Phéopigments (moy 3 camp. estivales en µg/l) | <i>indice Pigments chlorophylliens</i> | INDICE PRODUCTION |
|------|--|----------------------------|---|--|--------------------------|
| 2013 | 5,5 | 32,7 | 1,3 < x < 2,0 | 27,0 < x < 32,7 | 31,3 |

| | Conso journalière en O ₂ (mg/m ³ /j) | INDICE DEGRADATION |
|------|--|---------------------------|
| 2013 | 36,2 | 53,2 |

entre campagnes C1 et C3

| | Perte au feu (% MS) | indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd |
|------|---------------------|--|
| 2013 | 22,7 | 71,9 |

| Correspondance entre indices de la diagnose rapide et niveau trophique | | |
|--|-------------------|--|
| Indice | Niveau trophique | |
| 0-15 | Ultra oligotrophe | |
| 15-35 | Oligotrophe | |
| 35-50 | Mésotrophe | |
| 50-75 | Eutrophe | |
| 75-100 | Hyper eutrophe | |

| | Ptot séd (mg/kg MS) | indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd |
|------|---------------------|--|
| 2013 | 1043,0 | 55,0 |

| | Ptot eau interst séd (mg/l) | <i>indice Ptot eau interstielle</i> | NH ₄ eau interst séd (mg/l) | <i>indice NH₄ eau interstielle</i> | INDICE RELARGAGE |
|------|-----------------------------|-------------------------------------|--|---|-------------------------|
| 2013 | 0,65 | 56,8 | 5,52 | 48,2 | 52,5 |

Les indices biologiques

| | <i>Indice planctonique IPL</i> |
|------|--------------------------------|
| 2013 | 48,0 |

IPL : calculé à partir du biovolume

NB : les valeurs obtenues sur eau interstitielle sont à prendre avec précaution étant donné que la technique de prélèvement employée ne permet pas de maintenir l'échantillon dans les conditions physico-chimiques régnant en profondeur, ce qui peut alors biaiser les résultats obtenus.

Annexe 4 : Etat écologique au sens de la DCE

Classes d'état

| |
|----------------|
| Très bon (TB) |
| Bon (B) |
| Moyen (MOY) |
| Médiocre (MED) |
| Mauvais (MAUV) |

Niveau de confiance

| | |
|---|--------|
| 3 | Elevé |
| 2 | Moyen |
| 1 | Faible |

L'état écologique est défini par agrégation de l'état de chacun des éléments de qualité selon les règles décrites dans l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

Le lac de Pierre-Châtel présente un temps de séjour long, les paramètres pris en compte sont donc ceux des plans d'eau au temps de séjour > 2 mois.

| Nom ME | Code | Type | Ensembles agrégés des éléments de qualité | | Polluants spécifiques de l'état écologique | Altérations hydromorphologiques | Etat écologique | Niveau de confiance |
|---------------|--------|------|---|----------------------------|--|---------------------------------|-----------------|---------------------|
| | | | Biologiques | Physico-chimiques généraux | | | | |
| Pierre-Châtel | FRDL79 | MEN* | MOY | MOY | B | Non déterminé | MOY | 2/3 |

* MEN : masse d'eau naturelle.

Les ensembles agrégés des éléments de qualité biologiques et physico-chimiques généraux sont tous deux classés en état moyen.

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, trois des quatre métaux figurant à la liste des polluants spécifiques ont été ponctuellement quantifiés durant le suivi (1 à 2 quantifications), sans toutefois dépasser les normes de qualités environnementales (NQE) définies pour ces paramètres.

Le tableau suivant détaille la classe d'état de chaque paramètre pris en compte dans les éléments de qualité biologiques et physico-chimiques généraux.

| Nom ME | Code | Type | Paramètres biologiques | | Paramètres physico-chimiques généraux | | | |
|---------------|--------|------|------------------------|------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------|
| | | | Chlo-a | IPL | N _{min} max | PO ₄ ³⁻ max | Ptot. max | Transp. |
| Pierre-Châtel | FRDL79 | MEN* | 0,7 < x < 1,0 | 48,0 | 0,64 | 0,010 | < 0,010 | 5,5 |

Les paramètres biologiques sont discordants : l'indice planctonique est classé en état moyen alors que la concentration moyenne estivale en chlorophylle *a* révèle un très bon état. La concentration élevée en azote minéral (liée aux fortes valeurs observées en nitrates) est responsable de la classe d'état moyen obtenue pour les éléments de qualité physico-chimiques généraux, les autres paramètres présentant le très bon état.

Selon les règles de l'arrêté du 25 janvier 2010, le lac de Pierre-Châtel est donc classé en **état écologique moyen**.

Chlo-a : concentration moyenne estivale en chlorophylle-a dans la zone euphotique (µg/L).

IPL : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.

N_{min} max : concentration maximale en azote minéral (NO₃⁻ + NH₄⁺) (mg/L).

PO₄³⁻ max : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique (mg P /L).

Ptot. Max : concentration maximale en phosphore dans la zone euphotique (mg/L). Pour les lacs dont le temps de séjour moyen annuel est supérieur à 2 mois, Ptot. max est la valeur la plus défavorable entre la moyenne annuelle dans la zone euphotique et la valeur hivernale en période de mélange complet des eaux.

Transp. : transparence (m), moyenne estivale

Des paramètres complémentaires peuvent être intégrés au titre de l'expertise de l'état écologique :

| Nom ME | Code ME | Type | Paramètres complémentaires | |
|---------------|---------|------|----------------------------|---------------------------|
| | | | Biologiques | Physicochimiques généraux |
| | | | IMAIL | déficit O2 (%) |
| Pierre-Châtel | FRDL79 | MEN* | NC | 5,2 |

NC : non calculé

Le déficit en oxygène sur le plan d'eau est faible malgré une demande en oxygène non négligeable dans la couche profonde en période estivale. Ce déficit peut toutefois être sous-estimé en raison de la déstratification précoce de la colonne d'eau (antérieur à la dernière campagne de prélèvements). Il est notamment en contradiction avec l'indice « dégradation » relativement élevé observé en diagnose rapide (Cf. Annexe 3).

IMAIL : Indice MAcroInvertébrés Lacustre (indice non disponible). Cet indice est calculé à partir des données issues du protocole d'échantillonnage des invertébrés benthiques adapté aux plans d'eau naturels profonds (protocole aussi dénommé « IBLsimplifié »).

Déficit O₂ : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%). Pour chacune des campagnes C2, C3 et C4, on calcule le déficit : $D = (O_2(s) - O_2(f)) / O_2(s)$, avec $O_2(s)$ la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 premiers mètres et $O_2(f)$ la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 derniers mètres. La valeur finale est obtenue en faisant la moyenne des 3 déficits calculés.

Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

Classes d'état chimique

| | |
|--|---------|
| | Bon |
| | Mauvais |

| | |
|---------------|----------------------|
| | Etat chimique |
| Pierre-Châtel | Bon |

Le lac de Pierre-Châtel est classé en **bon état chimique**.

Parmi les 41 substances de l'état chimique, seule une substance a été quantifiée (sans toutefois dépasser la NQE) :

- Un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP), le naphthalène, quantifié uniquement sur l'échantillon de fond de la campagne de juin en faible concentration (0,01 µg/l).

La liste des 41 substances de l'état chimique ainsi que leur Norme de Qualité Environnementale sont précisées dans l'arrêté du 25 janvier 2010.

Les micropolluants quantifiés dans l'eau (*sur toutes les substances recherchées : molécules DCE et autres molécules analysées*)

Les pesticides quantifiés :

Près de 500 molécules ont été recherchées à chaque campagne sur l'échantillon intégré de la zone euphotique et sur l'échantillon de fond (dont seule une quinzaine figure dans la liste des 41 substances de l'état chimique). Un seul pesticide a été quantifié :

- Un régulateur de croissance : le chlorure de choline, aliment complémentaire de croissance, utilisé comme additif de l'alimentation animale (animaux de ferme et de compagnie). Il a été quantifié uniquement sur un seul échantillon à une valeur proche de la limite de quantification de ce paramètre (échantillon de fond de la campagne de juillet : 0,031 µg/l).

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 8 autres paramètres ont été quantifiés :

- 6 métaux : baryum, uranium (systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur les échantillons intégrés et de fond), cobalt, étain, titane et vanadium (plus rarement quantifiés).
- Deux hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) : le chrysène (quantifié sur les échantillons intégrés des campagnes d'avril et de juin à respectivement 0,0036 µg/l et

0,0022 µg/l) et le phénanthrène (quantifié sur les échantillons de la campagne d'avril : 0,0070 sur l'intégré et 0,0050 au fond).

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 268 substances recherchées sur sédiments, 36 ont été quantifiées. Il s'agit essentiellement de métaux (24 substances) et de HAP (10 substances).

Deux isomères du crésol ont également été quantifiés, le crésol-para (12938 µg/kg de Matières Sèches – MS) et le crésol-méta (52 µg/kg MS). Les isomères du crésol peuvent être utilisés pour la fabrication de résines synthétiques, pesticides, antiseptiques et désinfectants.

Les concentrations observées pour les différents composés métalliques ne révèlent pas de teneurs excessives de certains paramètres. Les valeurs obtenues en plomb (59,9 mg/kg MS) et en zinc (137,7 mg/kg MS) sont toutefois supérieures aux valeurs habituellement rencontrées sur les plans d'eau du programme de surveillance.

Concernant les HAP, de nombreux paramètres sont quantifiés pour une concentration totale mesurée en HAP assez élevée atteignant 1 499 µg/kg MS. Les valeurs les plus fortes sont obtenues pour le benzo(b)fluoranthène (292 µg/kg MS) et le fluoranthène (250 µg/kg MS).

23 PCB (polychlorobiphényles) ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 12 septembre 2013. Aucune de ces substances n'a été quantifiée (résultat d'analyse < 1 µg/kg MS pour chacun des congénères).

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

Spécificités du plan d'eau et de l'année de suivi

Le lac de Pierre-Châtel est un plan d'eau naturel d'origine glaciaire situé dans le département de l'Isère. Il se trouve sur le plateau Matheysin, célèbre bassin houiller, qui culmine à plus de 900 m d'altitude. Ce plan d'eau de faible profondeur (10 m) présente une stratification thermique instable.

Il a une forme arrondie et couvre une superficie proche de 97 ha. La surface du plan d'eau est gelée en hiver, de décembre à mars en moyenne.

Le lac est alimenté par quelques ruisseaux de petite taille dont la combe de l'Oche. L'exutoire du plan d'eau est le canal du Moulin : un ouvrage de régulation permet de gérer le niveau du plan d'eau.

Le plan d'eau est privé, la famille De Marliave est propriétaire du site. Les activités sont regroupées sur la rive sud : plage de baignade, maison du gardien, camping. La navigation motorisée n'est pas autorisée.

En Rhône-Alpes, le bilan climatique de l'année 2013³ fait état d'une année globalement arrosée et peu ensoleillée. Dans le détail :

- ✓ l'hiver s'est révélé plutôt frais avec une pluviométrie sensiblement excédentaire et un ensoleillement déficitaire ;
- ✓ le printemps a été particulièrement agité, froid et peu ensoleillé. La saison a notamment été marquée par un mois de mai très froid et pluvieux ;
- ✓ malgré un mois de juin frais et agité, l'été a été agréable, chaud et ensoleillé et marqué par une forte activité orageuse en juillet. Une vague de chaleur a notamment été enregistrée entre le 15 et le 27 juillet.

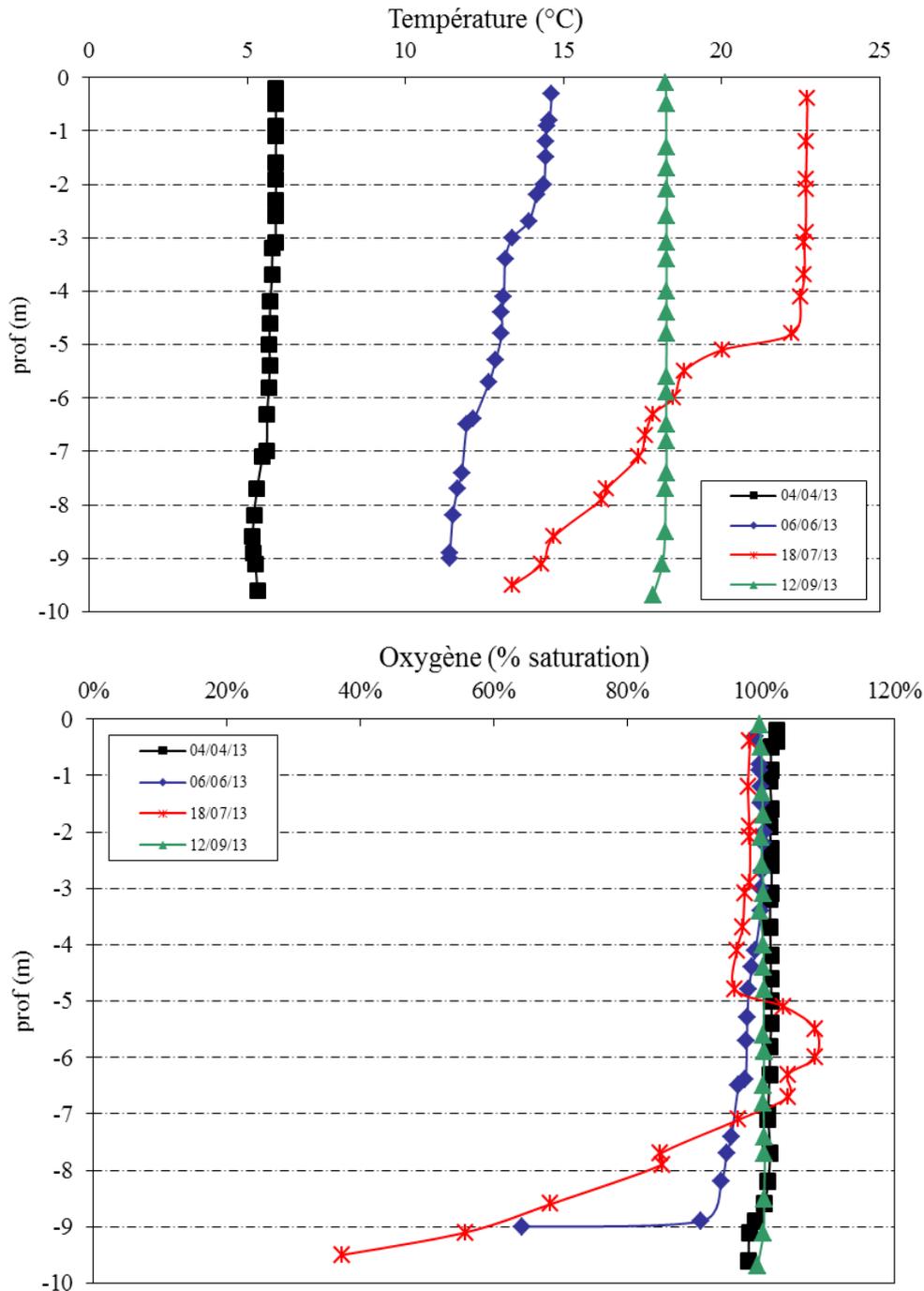
La suite du document expose des compléments d'informations concernant les profils de températures et d'oxygène, le peuplement phytoplanctonique et les invertébrés benthiques.

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique. La synthèse des données acquises est fournie dans la suite de ce document. A noter que les indices DCE pour le suivi de ce compartiment sont en cours de construction.

³ Source : <http://climat.meteofrance.com>

Profils de température et d'oxygène :

Des profils verticaux ont été réalisés lors des quatre campagnes. Les profils de température (°C) et de saturation en oxygène dissous (%) sont fournis sur les graphiques suivants :



Lors de la 1^{ère} campagne, la température et l'oxygène dissous sont homogènes sur la colonne d'eau (respectivement 5,5°C et 100% de saturation).

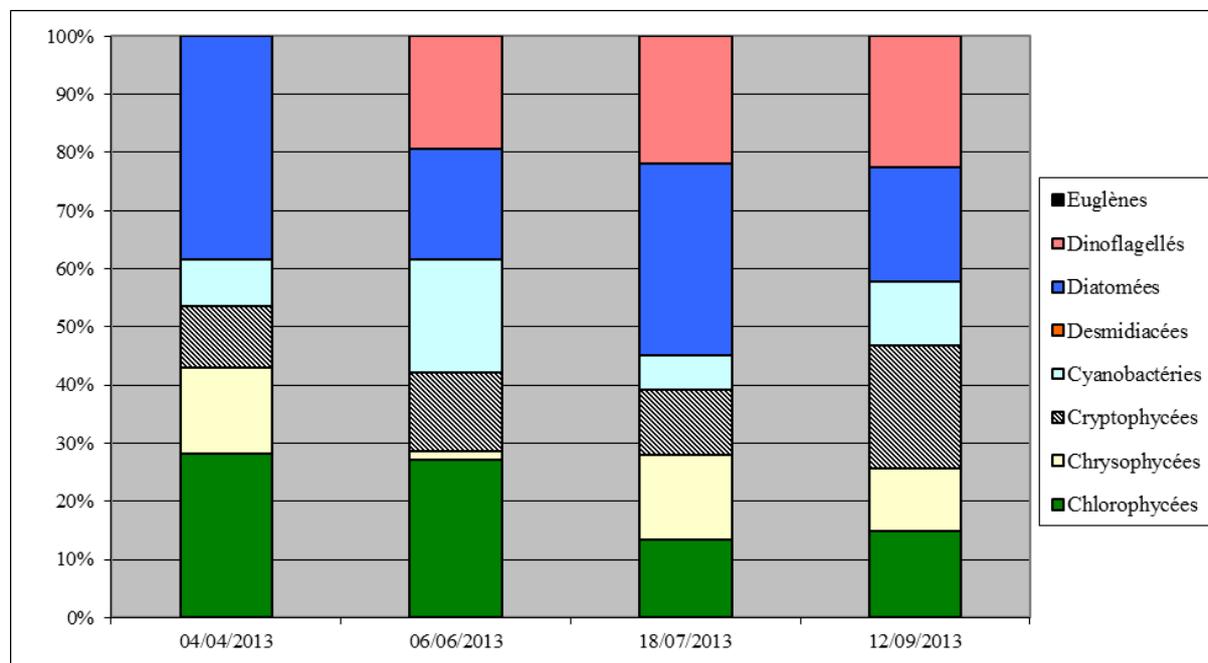
La campagne 2 est ensuite marquée par une nette consommation d'oxygène à proximité immédiate du fond (64% de saturation à -9 m) alors que le reste de la colonne d'eau reste relativement homogène et bien oxygéné (90 à 100% de saturation). On observe un gradient thermique (14,6°C en surface et 11,4°C au fond) marqué par 2 sauts de faible amplitude : le 1^{er} entre 2,5 et 3 m de profondeur, le 2nd entre 6 et 6,5 m de profondeur.

Lors de la campagne 3, la température est homogène à environ 22,5°C jusqu'à près de -5 m, constituant ainsi un épilimnion bien défini. Elle chute ensuite progressivement jusqu'au fond où elle est proche de 13°C, rendant ainsi la distinction métalimnion / hypolimnion difficile. La désoxygénation de la couche profonde se poursuit en lien avec les processus de dégradation de la matière organique : le taux de saturation est encore proche de 100% à 7 m de profondeur puis diminue progressivement jusqu'à atteindre 37% à 9,5 m de profondeur. En parallèle, on observe une sursaturation en oxygène entre -5 et -7 m (104 à 108% de saturation) en raison de l'activité photosynthétique.

Un brassage des eaux a ensuite eu lieu entre les campagnes 3 et 4, homogénéisant la colonne d'eau à 18°C et 100% de saturation en oxygène le 12/09/2013.

Le peuplement phytoplanctonique :

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalent à 2,5 fois la transparence lors de la campagne). Le graphique suivant présente la répartition du phytoplancton par groupe algal (relatif à la diagnose rapide) à partir des résultats exprimés en biovolumes (mm^3/l) lors des quatre campagnes.



Répartition du phytoplancton sur le lac de Pierre-Châtel à partir des biovolumes (mm^3/ml)

Le tableau ci-dessous donne les abondances phytoplanctoniques à chaque campagne en nombre de cellules par millilitre.

| Pierre-Châtel | 04/04/2013 | 06/06/2013 | 18/07/2013 | 12/09/2013 |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Total (nombre cellules/ml) | 17625 | 5193 | 7351 | 14234 |
| Biovolume total (mm^3/l) | 0,426 | 0,130 | 0,501 | 1,406 |

En 2013, le peuplement phytoplanctonique, qui présente une diversité taxonomique modérée (comprise entre 22 et 30 taxons), est dominé par une petite cyanobactérie coloniale, *Aphanothece clathrata*, qui, à elle seule, représente 84%, 93%, 70% et 49% de l'abondance totale, respectivement pour les 4 campagnes de prélèvements. Cette espèce se rencontre préférentiellement dans des masses d'eau plutôt moyennement riches en nutriments. Par contre, en termes de biovolume, cette cyanobactérie ne représente qu'un faible pourcentage du peuplement phytoplanctonique (1 à 7% selon les campagnes), compte tenu de sa petite taille (biovolume cellulaire d'environ $2 \mu\text{m}^3$).

En ce qui concerne la dynamique du phytoplancton, on constate que l'abondance et le biovolume sont les plus faibles durant la deuxième campagne (5193 cellules/ml et $0,13 \text{ mm}^3/\text{l}$). Le peuplement phytoplanctonique reste ensuite peu abondant durant la période estivale (7351 cellules/ml et $0,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ en campagne 3) avant une forte augmentation en automne (14234 cellules/ml et $1,4 \text{ mm}^3/\text{l}$ en campagne 4). Durant cette période, on constate une forte abondance des cyanobactéries qui représentent près de 70% de l'abondance phytoplanctonique totale. En termes de biovolume, le peuplement est davantage équilibré avec la présence de diatomées (notamment la petite diatomée centrique *Cyclotella costei*), de dinoflagellés (genre *Peridinium*), de cryptophycées (genre *Cryptomonas*) mais aussi de chlorophycées et chrysophycées.

En termes de biovolume, le peuplement phytoplanctonique est donc relativement équilibré. Les groupes algaux présents traduisent un degré de trophie modéré. L'indice phytoplanctonique (IPL) est de 48,0, qualifiant le milieu de méso-eutrophe. Pour information, l'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est nettement moins favorable (72,0) en raison de la domination des cyanobactéries, qualifiant ainsi le lac de Pierre-Châtel d'eutrophe et témoignant d'un enrichissement du milieu.

Les invertébrés benthiques (protocole IBL simplifié) :

L'Indice MACroInvertébrés Lacustre (IMAIL) qui doit être calculé à partir des données acquises par l'application du protocole d'échantillonnage « IBL simplifié » n'est pas encore disponible. L'exploitation des listes faunistiques portant sur l'ensemble des macro-invertébrés benthiques permet cependant d'apporter certains éléments de diagnostic.

Les prélèvements sont situés à 2 isobathes (7 en zone sublittorale et 5 en zone centrale correspondant à 75% de la profondeur maximale du plan d'eau).

Concernant le peuplement oligochètes, la diversité taxonomique est faible en zone profonde comme en zone littorale. On ne distingue par ailleurs pas de différence significative entre les peuplements littoraux et profonds. Une analyse plus fine permet de constater que le potentiel métabolique est globalement moyen sur le lac de Pierre-Châtel. Notons également la très faible représentation des espèces sensibles. Les 2 taxons les plus représentés (hors *Tubificinae* non identifiés au genre) sont :

- l'espèce *Potamothrix heuscheri*, indicatrice d'un état de forte pollution ;
- et l'espèce *Aulodrilus plurisetia*, indicatrice d'une impasse trophique naturelle.

La nature des sédiments suggère également une impasse trophique, compte tenu de la teneur importante en matière organique.

Concernant le peuplement de mollusques, la zone profonde est dépourvue de mollusques hormis 22 individus des genres *Pisidium* (bivalves) sur un seul point et 1 individu du genre *Potamopyrgus*. Cette quasi absence de mollusques en zone profonde est certainement liée à une probable désoxygénation du milieu lors de certaines phases du cycle annuel et/ou à la forte charge organique du sédiment. La zone littorale présente une faible diversité : on retrouve les genres *Pisidium* et *Potamopyrgus* sur la majorité des points de prélèvements. Notons la présence de *Dreissena polymorpha*, espèce invasive, dans les prélèvements littoraux.

Concernant le peuplement de chironomidae, comme pour les oligochètes, on ne distingue pas de différence significative entre les peuplements littoraux et profonds. Trois taxons sont particulièrement abondants (*Cladotanytarsus*, *Procladius* et *Tanytarsus*). Il s'agit des genres les plus polluo-tolérants parmi les chironomidés.

Concernant les autres groupes faunistiques, la zone profonde se caractérise par l'abondance du genre *Chaoborus* et par la présence de *Ceratopogoninae*. En zone littorale, les taxons suivants ont été identifiés : *Caenis*, *Mystacides*, *Sericostoma*, *Sialis*, etc. Ces différents taxons ne présentent pas une polluo-sensibilité élevée.

En conclusion, sur le lac de Pierre-Châtel, les faunes littorale et centrale sont relativement similaires. La faible profondeur de ce plan d'eau peut expliquer cet état, compte tenu que les prélèvements littoraux ont été réalisés à 3 m de profondeur et que les prélèvements centraux ont été effectués à 7,5 m de profondeur. La faune centrale est donc moins contrainte par les effets de la profondeur (désoxygénation) que sur les lacs profonds. Globalement, le potentiel métabolique est moyen sur le lac de Pierre-Châtel et l'absence de taxons polluo-sensibles témoigne d'une altération de la qualité du compartiment sédiment et de l'existence d'une impasse trophique.

Les macrophytes :

Le suivi des peuplements de macrophytes s'appuie sur la prospection d'unités d'observation (UO) dont le nombre dépend de la superficie du plan d'eau. Ces UO, constituées de relevés en zone littorales et sur des profils perpendiculaires, sont représentatives des différents types de rive du plan d'eau. Sur le lac de Pierre-Châtel, 3 UO ont été sélectionnées.

Le lac abrite de nombreuses roselières quasi monospécifiques, plus ou moins denses, constituées de roseaux et de scirpes. Quelques cariçaies sont également présentes. Aucun herbier aquatique sensu stricto n'a été observé. Seuls quelques jeunes pieds de *Chara contraria* en développement ont été observés.

Le lac de Pierre-Châtel est donc pauvre en macrophytes, il est donc difficile d'appréhender le degré de trophie de cette masse d'eau par l'intermédiaire de sa végétation. On recense toutefois le Potamot pectiné, plutôt indicateur d'un niveau trophique élevé lorsqu'il est présent en grande quantité, sous forme d'herbiers exubérants, ce qui n'est pas le cas ici.

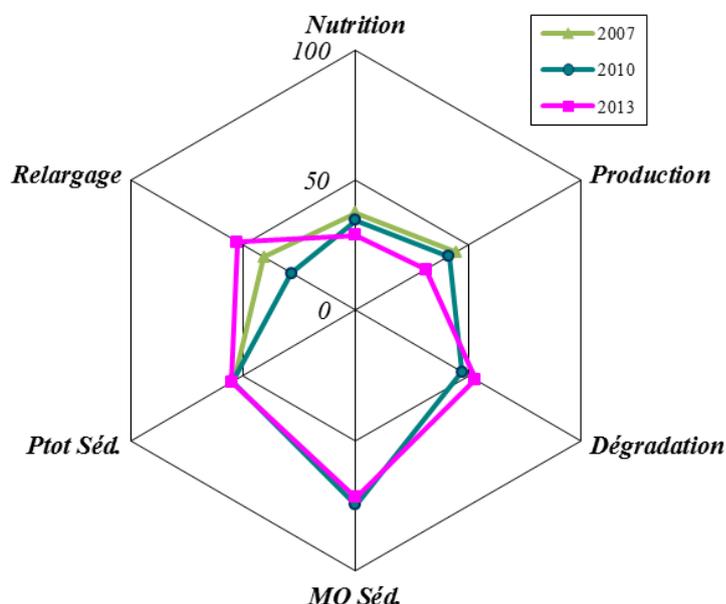
Aucune espèce végétale invasive ou protégée n'a été observée sur le lac.

Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

Les indices de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :

Graphique en radar des indices fonctionnels du lac de Pierre-Châtel Suivis 2007, 2010 et 2013

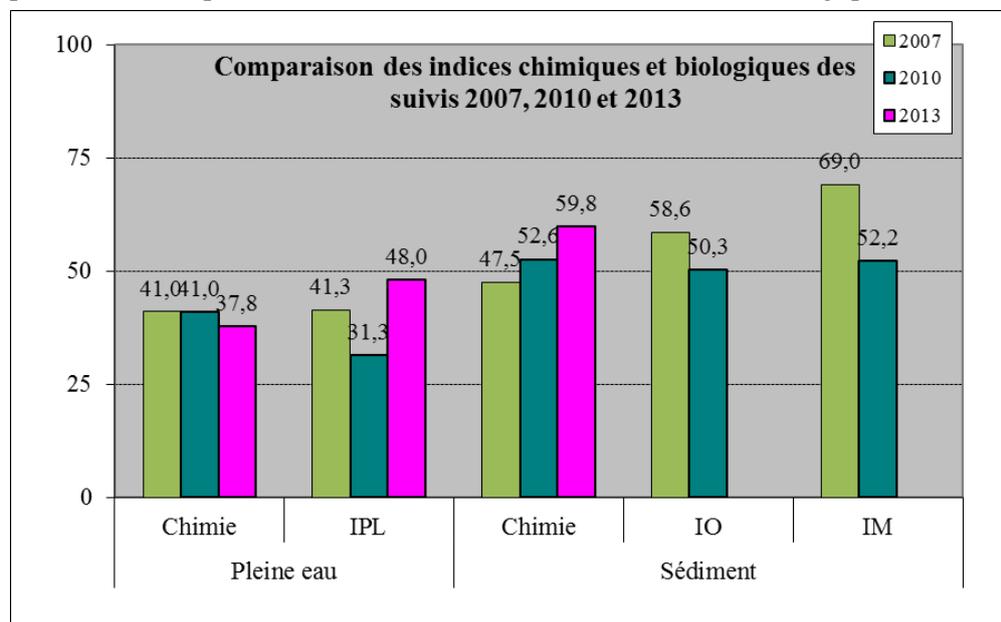


Les indices fonctionnels de la diagnose rapide montrent peu d'évolutions significatives entre 2007 et 2013.

Le principal fait remarquable est la variabilité de l'indice relargage. Ces variations s'expliquent davantage par des difficultés techniques de prélèvements (Cf. NB en bas de p.11) et de conditionnement des échantillons que par une évolution significative des conditions d'oxygénation de l'hypolimnion entre les différents suivis.

On peut également noter la diminution des indices nutrition et production en 2013 par rapport à 2007 et 2010.

Les indices synthétiques : un indice physico-chimique moyen pour chaque compartiment (un pour la pleine eau et un pour le sédiment) est affiché à côté des indices biologiques



IPL : Indice Planctonique /
IO : Indice Oligochètes /
IM : Indice Mollusques

L'indice physico-chimique sur eau ne présente pas de variation significative au cours des 3 suivis, qualifiant le milieu de mésotrophe. L'indice physico-chimique du sédiment tend quant à lui à augmenter au cours du temps : il était certainement sous-évalué en 2007 (= 47,5) compte tenu de la non prise en compte de l'indice « matière organique du sédiment » et il a augmenté entre 2010 (= 52,6) et 2013 (= 59,8) en lien avec la hausse de l'indice « relargage ». Il qualifie le compartiment sédiment d'eutrophe.

Les indices biologiques sont plus variables au cours du temps :

- l'indice phytoplanctonique confirme globalement le caractère mésotrophe des eaux du lac de Pierre-Châtel, et ce malgré une grande variabilité (31,3 à 48,0 selon les années) ;
- les indices oligochètes et mollusques (non réalisés en 2013) confirment, en 2007 puis dans une moindre mesure en 2010, le caractère eutrophe du compartiment sédiment.

Evaluation en termes de classe d'état DCE

1 - Etat écologique

Classes d'état

| | |
|--|----------------|
| | Très bon (TB) |
| | Bon (B) |
| | Moyen (MOY) |
| | Médiocre (MED) |
| | Mauvais (MAUV) |

| Année de suivi | Ensembles agrégés des éléments de qualité | | Polluants spécifiques de l'état écologique | Altérations hydromorphologiques | Etat écologique | Niveau de confiance |
|----------------|---|----------------------------|--|---------------------------------|-----------------|---------------------|
| | Biologiques | Physico-chimiques généraux | | | | |
| 2007 | MOY | B | B | Non déterminé | MOY | 2/3 |
| 2010 | B | B | B | Non déterminé | B | 2/3 |
| 2013 | MOY | MOY | B | Non déterminé | MOY | 2/3 |

Le tableau suivant détaille par année de suivi la classe d'état de chaque paramètre pris en compte dans les éléments de qualité biologiques et physico-chimique généraux.

| Année de suivi | Paramètres biologiques | | Paramètres Physico-chimiques généraux | | | |
|----------------|------------------------|------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------|
| | Chlo-a | IPL | Nmin max | PO ₄ ³⁻ max | Ptot. Max | Transp. |
| 2007 | 3,0 | 41,0 | < 0,30 | < 0,007 | 0,016 | 3,7 |
| 2010 | 2,0 | 31,3 | 0,50 | < 0,005 | 0,014 | 3,5 |
| 2013 | 0,7 < x < 1,0 | 48,0 | 0,64 | 0,010 | < 0,010 | 5,5 |

Des paramètres complémentaires peuvent être intégrés au titre de l'expertise de l'état écologique :

| Année de suivi | Paramètres complémentaires | | | |
|----------------|----------------------------|------|-------|----------------------------|
| | Biologiques | | | Physico-chimiques généraux |
| | IMOL | IOBL | IMAIL | Déficit O2 |
| 2007 | 2 | 5,9 | NR | - |
| 2010 | 4 | 8,3 | NR | 25,5 |
| 2013 | NR | NR | NC | 5,2 |

NR : non réalisé / NC : non calculé

Les suivis successifs placent le lac de Pierre-Châtel en état écologique moyen en 2007 et 2013 et en bon état écologique en 2010. Le paramètre déclassant est l'indice planctonique, qualifié de moyen en 2007 et 2013. La concentration en azote minéral est également moyenne en 2010 et 2013 mais elle n'entraîne pas le déclassement de l'état écologique en 2010, compte tenu de la règle d'assouplissement du principe du paramètre déclassant. Les paramètres biologiques complémentaires, malgré une amélioration entre 2007 et 2010, indiquent un métabolisme limité des sédiments.

2 - Etat chimique

| | |
|--|---------|
| | Bon |
| | Mauvais |

| Année de suivi | Etat chimique |
|----------------|---------------|
| 2007 | Bon |
| 2010 | Bon |
| 2013 | Bon |

Le lac de Pierre-Châtel est classé en bon état chimique pour les 3 années de suivi.

Annexe 8 : Résultats du suivi piscicole



Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

délégation régionale
Rhône-Alpes
Unité spécialisée milieux lacustres

Fiche synthétique Etat du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **PIERRE-CHATEL**

Réseau : **DCE surveillance et opérationnel**

Superficie : **97 Ha**

Zmax : **12 m**

Date échantillonnage : **du 26 au 28/08/2013**

Opérateur : **ONEMA (UOL et SD38)**

Nb filets benthiques : **24 (1080 m2)**

Nb filets pélagiques : **4 (660 m2)**

Composition et structure du peuplement :

| Espèce code | Résultats bruts | | | | Pourcentages | | | | Rendements de pêche | | | |
|----------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|---------------------|----------------|---------------|----------------|
| | 2007 | | 2013 | | 2007 | | 2013 | | 2007 | | 2013 | |
| | effectif | biomasse | effectif | biomasse | %num | %pond | %num | %pond | rdt num | rdt pond | rdt num | rdt pond |
| BRE | 10 | 9723 | 2 | 3462 | 0,29 | 14,38 | 0,1 | 4,6 | 5,75 | 5587,93 | 1,1 | 1989,7 |
| BRO | 1 | 122 | | | 0,03 | 0,18 | | | 0,57 | 70,11 | | |
| CCO | 1 | 8600 | 2 | 12530 | 0,03 | 12,72 | 0,1 | 16,5 | 0,57 | 4942,53 | 1,1 | 7201,1 |
| CHE | | | 1 | 24 | | | 0,1 | 0 | | | 0,6 | 13,8 |
| COR | 45 | 9161 | 13 | 3704 | 1,3 | 13,55 | 0,7 | 4,9 | 25,86 | 5264,94 | 7,5 | 2128,7 |
| GAR | 325 | 10886 | 300 | 11917 | 9,38 | 16,1 | 17,1 | 15,7 | 186,78 | 6256,32 | 172,4 | 6848,9 |
| GRE | 154 | 702 | 34 | 167 | 4,45 | 1,04 | 1,9 | 0,2 | 88,51 | 403,45 | 19,5 | 96 |
| OCL | 3 | 17 | 1 | 4 | 0,09 | 0,03 | 0,1 | 0 | 1,72 | 9,77 | 0,6 | 2,3 |
| PER | 2862 | 21437 | 1302 | 30938 | 82,65 | 31,7 | 74,1 | 40,8 | 1644,83 | 12320,1 | 748,3 | 17780,5 |
| PFL | | | 55 | 1422 | | | 3,1 | 1,9 | | | 31,6 | 817,2 |
| ROT | 62 | 6981 | 45 | 9627 | 1,79 | 10,32 | 2,6 | 12,7 | 35,63 | 4012,07 | 25,9 | 5532,8 |
| TAN | | | 1 | 1970 | | | 0,1 | 2,6 | | | 0,6 | 1132,2 |
| Total | 3463 | 67629 | 1756 | 75765 | 100 | 100 | 100 | 100 | 1990,23 | 38867,2 | 1009,2 | 43543,1 |

Tab. 1 : comparaison des résultats de pêche obtenus en 2007 et 2013 sur le lac de Pierre-Châtel (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets, rendements **num** en ind./1000m2 filet et **pond** en gr./1000m2 filet)

BRE : brème commune / BRO : brochet / CCO : carpe commune / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / GRE : grémille / OCL : écrevisse américaine / PER : perche / PFL : écrevisse signal / ROT : rotengle / TAN : tanche

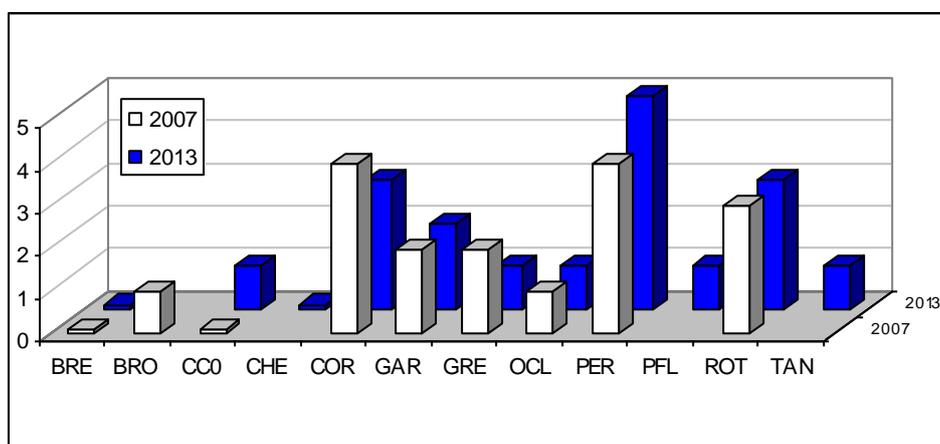


Fig. 1 : comparaison des classes d'abondances des différentes espèces capturées à Pierre-Châtel (de 0, 1 = simple présence à 5 = abondance optimale)

L'effectif des espèces composant le peuplement du lac de Pierre-Châtel est de 10, à noter l'introduction récente de l'écrevisse de Californie, nouvelle espèce invasive. Le "pool" d'espèces centrales demeure lui aussi stable autour de la perche et du gardon qui dominent toujours fortement ce peuplement : on y

trouve par ailleurs la grémille, le chevaine, le brochet, le rotengle, la carpe et le corégone. Les abondances des espèces dominantes restent globalement stables mais la situation de la perche a légèrement variée, baisse notable d'abondance numérique mais augmentation de biomasse.

En parallèle, la grémille et le corégone affichent une régression assez nette, ce qui peut constituer un indice de dysfonctionnement, notamment au niveau de la strate benthique du plan d'eau.

Distribution spatiale des captures :

La distribution verticale des espèces reste elle aussi assez stable, que ce soit au niveau des strates benthiques ou de la pleine eau (zone pélagique) qui ne reste fréquentée que par le gardon, la perche et quelques corégones : la proportion de poissons capturés en pleine eau est cependant marginale en 2013.

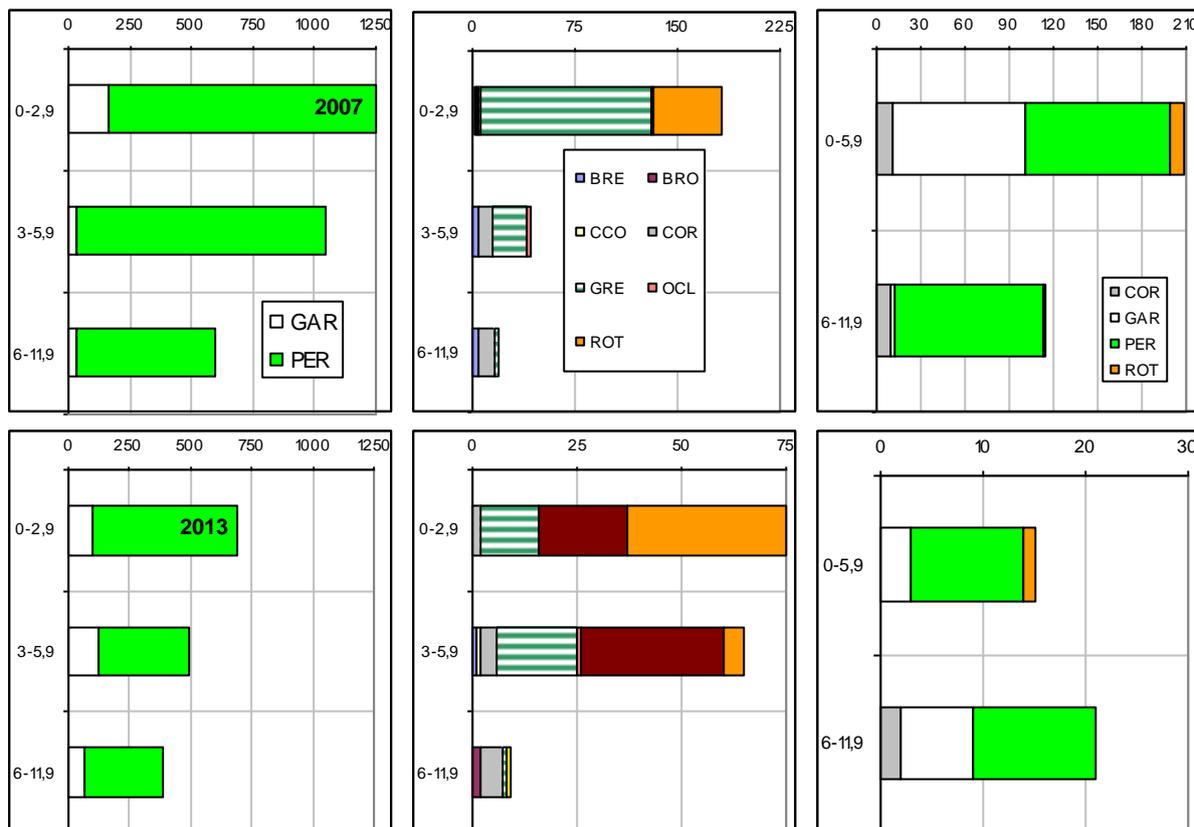


Fig. 2 : distribution spatiale des captures observées en 2008 et 2013 sur le lac de Pierre-Châtel (effectifs bruts) [à gauche, filets benth. : PER et GAR, au centre, filets benth. : autres espèces, à droite, filets pélag.]

Structure des populations majoritaires :

Le corégone reste significativement présent mais d'une part la population affiche un recul assez net et d'autre part ce recul affecte toutes les classes d'âge présentes. Des alevins ont toutefois été capturés attestant de la pérennité de la reproduction naturelle. Etant donné l'impossibilité de pêche en bateau sur ce lac, il n'est pas possible d'invoquer une différence de pression de pêche pour expliquer cette différence d'abondance : il s'agit donc plutôt d'un problème fonctionnel affectant le milieu naturel comme par exemple une chute d'abondance de ressource alimentaire (benthos et/ou zooplancton).

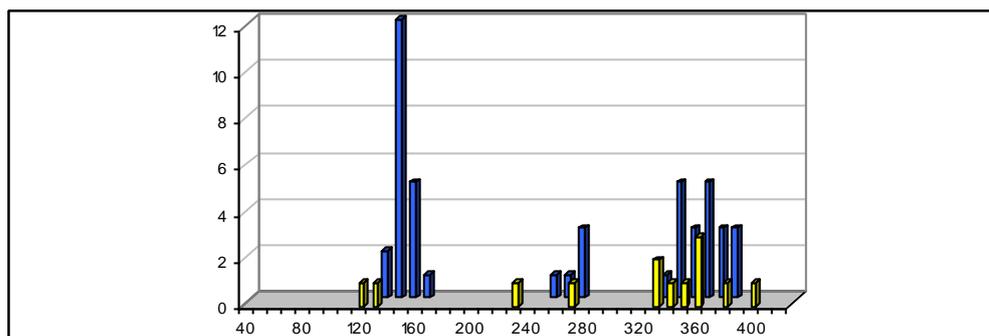


Fig. 3 : histogrammes de taille pour le corégone (2013 = figuré jaune)

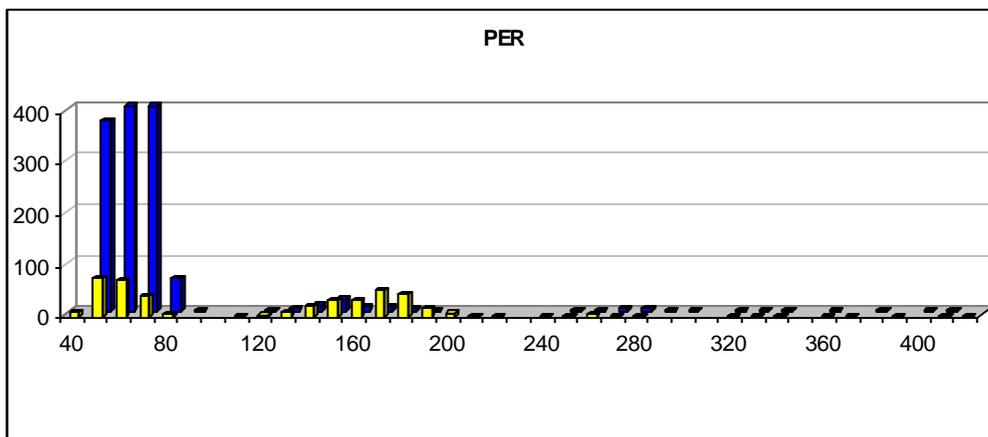


Fig.4 : histogrammes de taille pour la perche (2013 = figuré jaune)

En 2013, la densité de perchettes de l'année est très faible par rapport à celle qui avait été mesurée en 2007 : outre le fait que les densités de jeunes perches peuvent être soumises à des très fortes variations interannuelles d'origine naturelle, ceci pourrait s'expliquer par exemple par une différence météorologique (printemps et été froid ayant retardé la ponte et le développement des alevins, ceux-ci n'étant alors pas capturables au moment de l'opération) mais aussi par un problème trophique comme évoqué pour le corégone. Les autres classes d'âge restent correctement représentées.

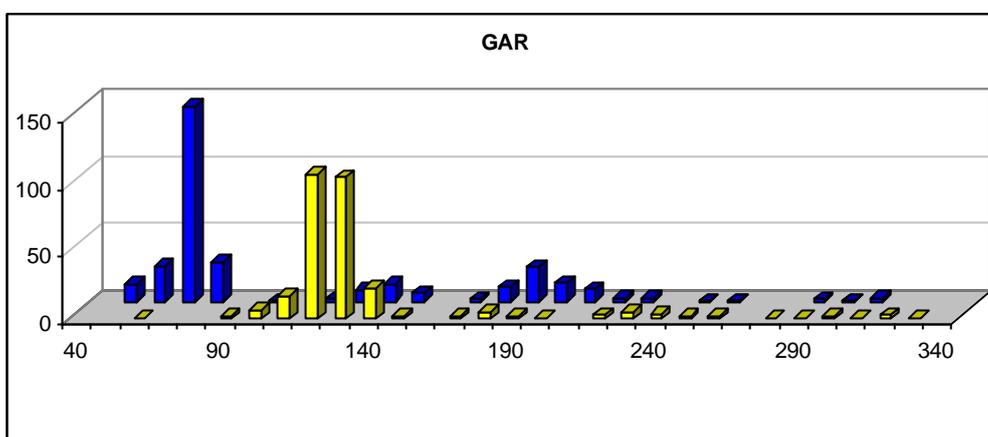


Fig.5 : histogrammes de taille pour le gardon (2013 = figuré jaune)

Là-encore, on observe une quasi absence d'alevins de l'année et les mêmes causes peuvent être évoquées que pour la perche et le corégone. Même si les juvéniles (1+) sont bien représentés, témoignage d'une bonne survie pour la cohorte des poissons nés en 2012, la population contrôlée semble moins équilibrée qu'en 2007.

Éléments de synthèse :

En 2013, le peuplement piscicole du lac de Pierre-Châtel semble stable sur le plan de la diversité et de l'abondance des espèces principales. Son état, malgré la raréfaction de certaines espèces ou stades et en dépit d'une légère augmentation de la biomasse totale contrôlée, reste qualifiable de stable. Cependant des déficits notables en alevins de l'année ont pu être mesurés cette année (cor, gar et per) ainsi que pour d'autres stades et espèces présentes, les causes de cette chute d'abondance peuvent être multiples, thermie, ressource alimentaire, "accident" de qualité de l'eau, plusieurs de ces causes pouvant agir en synergie.

A noter qu'un suivi thermique a été initié sur le lac de Pierre-Châtel et que les données récoltées pourront peut-être permettre d'évacuer l'hypothèse météorologique pour expliquer cet état de fait.