

# 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**

**Chalain**

*(39 : Jura)*

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 <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , dureté, TA, TAC, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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 ».



## Résultats - Interprétation

---

Le lac de Chalain se situe à 489 mètres d'altitude (cote de l'exutoire naturel), sur la commune de Fontenu dans le département du Jura. Lac d'origine glaciaire, il occupe une reculée creusée dans le plateau karstique de Champagnole lors de la dernière glaciation. De forme *quasi* quadrangulaire de près de 2,7 kilomètre de longueur sur 1,1 kilomètre de large, il se positionne entre les parois abruptes du plateau au nord et au sud et le front de moraine glaciaire à l'ouest. La cuvette lacustre, atteint un volume de l'ordre de 44 Mm<sup>3</sup>, pour une profondeur de 32 mètres et une superficie de 220 hectares. L'émissaire du lac, le Bief de l'Œuf, situé à l'extrémité nord-ouest du lac, est largement court-circuité pour alimenter une usine hydroélectrique en bordure de l'Ain. Suite à une convention avec EDF et les gestionnaires du plan d'eau, représentés par la régie du lac de Chalain, le marnage annuel maximal autorisé est de l'ordre de 2 mètres (486 NGF en période estivale et 488 NGF en période hivernale). Le temps de séjour des eaux du lac est évalué à 315 jours. Le pôle d'attraction que constitue le lac contient deux campings situés à l'est et au nord-ouest, ainsi que d'une base nautique du CREPS au sud-ouest. Le lac est classé en seconde catégorie piscicole, centré autour de la pêche au corégone.

### Diagnose rapide

Concernant le compartiment de pleine eau, les indices physico-chimique et biologique révèlent une qualité globale de niveau oligo-mésotrophe. La production phytoplanctonique est modérée et les peuplements ne présentent pas de déséquilibres en faveur de groupes algaux indicateurs de niveau trophique élevé.

Le compartiment sédiment affiche un indice physico-chimique médian (42 - mésotrophe), pénalisé par les valeurs de relargage en conditions hypoxiques profondes. Les indices biologiques oligochètes et mollusques n'ont pas été réalisés au cours de ce suivi 2013.

Globalement, les indices synthétiques su suivi 2013 qualifient le lac de Chalain comme un milieu **mésotrophe**.

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 Chalain est classé en **bon état écologique** d'après les résultats obtenus en 2013 (cf. annexe 4). Il faut cependant noter que cette évaluation tient compte de la règle d'assouplissement, permettant sous certaines conditions de classer le plan d'eau en bon état/potentiel écologique même si un paramètre constitutif d'un élément de qualité physico-chimique général est classé en état moyen : ce qui est le cas pour le lac de Chalain avec l'azote minéral maximal.

Le lac de Chalain 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 réalisée en 2013.

L'étude de la végétation aquatique a été réalisée au niveau de 4 unités. Deux unités ont été positionnées au niveau des rives colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide. Ce type de rive représente 50% des rives du lac à la fois en exposition nord et sud (unités UO2 et UO1). Les deux autres types de rive qui représentent respectivement 26% (zones humides) et 24% (zones artificialisées) du linéaire total ont été caractérisés respectivement par les unités UO3 et UO4 avec des expositions ouest et est bien contrastées. Les espèces de pleine eau observées et la présence de characées jusqu'à une profondeur de 10 m indiquerait plutôt la présence d'un milieu à tendance *méso-eutrophe*.

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

Le suivi piscicole a été réalisé en 2011 par l'ONEMA.

L'interprétation piscicole figure dans la note synthétique d'interprétation de l'année 2010.

### **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 chlorophylliens<sup>1</sup>

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$  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 intégré<sup>2</sup>.

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

#### Indice Consommation journalière en O<sub>2</sub> 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/m<sup>3</sup>/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**.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>.

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	<b>Léman (1963)</b>
	- Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7	<b>Bourget (1940), Longemer (1977), Grand Maclu (1983), Chalain (1984),</b>
Absence de mollusques en $Z_1$			
$Z_2 = -10 \text{ m}$ (20 m) <sup>(2)</sup>	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	6	<b>Lac Léman (1987), Saint-Point (1978) Grand Clairvaux (1982), Laffrey (1989).</b>
	- Un seul genre de Gastéropode présent	5	<b>Le Bourget (1988), Rémoray (1978 et 1989), Les Rousses (1980).</b>
	- Gastéropodes absents, pisiidies présentes <sup>(1)</sup>	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) <sup>(2)</sup>	- 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, pisiidies présentes <sup>(1)</sup>	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 <sup>1</sup>					
	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

<sup>1</sup> 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
<b>Nutriments</b>					
N minéral maximal (NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )(mg N/l)	0,2	0,4	1	2	
PO <sub>4</sub> 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	
<b>Transparence</b>					
Transparence moyenne estivale (m)	5	3,5	2	0,8	
<b>Bilan de l'oxygène</b>					
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 (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)** : 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.

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 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

<b>Polluants spécifiques non synthétiques (analysés sur eau filtrée)</b>	
<b>Substances</b>	<b>NQE_MA (µg/l)</b>
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)
<b>Polluants spécifiques synthétiques (analysés sur eau brute)</b>	
<b>Substances</b>	<b>NQE_MA (µg/l)</b>
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) :***

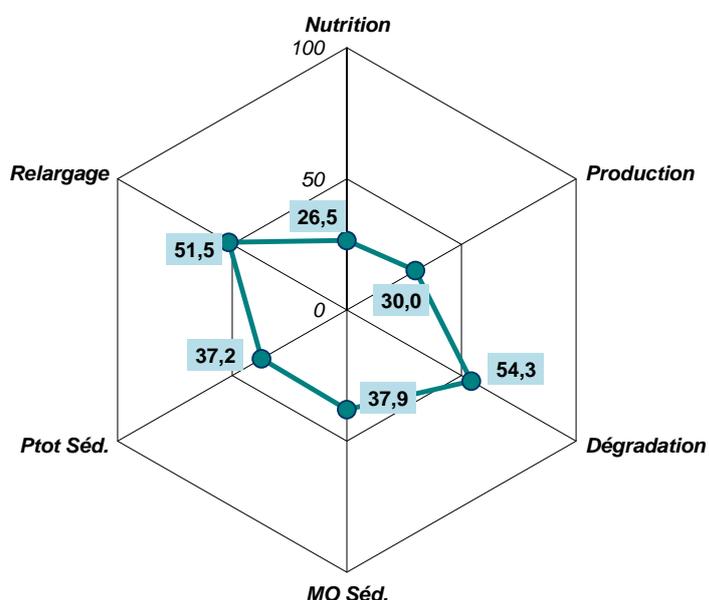
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

## Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

### Les indices fonctionnels physico-chimiques :

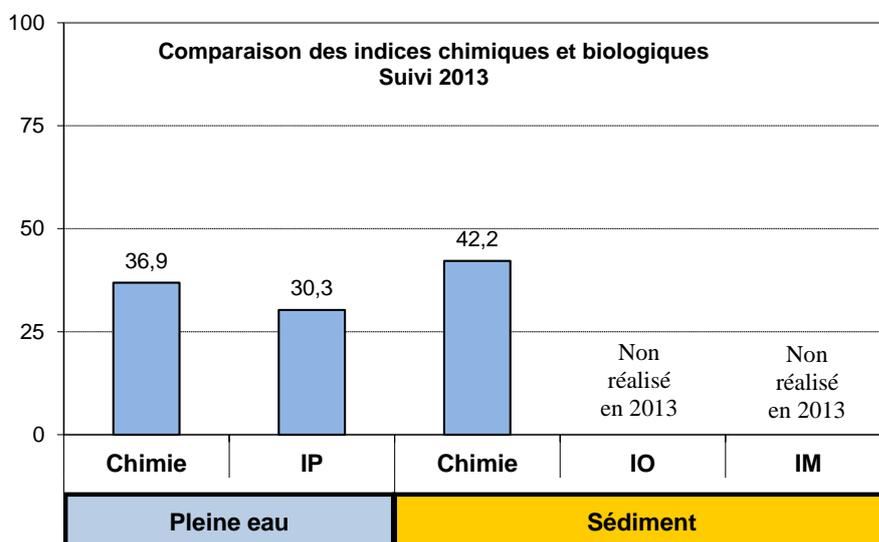
Le calcul des indices avec la valeur des paramètres utilisés est résumé page suivante.

**Graphique en radar des indices fonctionnels de Chalain Suivi 2013**



Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent globalement d'un lac **mésotrophe**. Les indices de nutrition et de production sont à de faibles niveaux trophiques (oligotrophes). La désoxygénation estivale des couches profondes se reflète dans les deux indices les plus déclassants, soit le relargage et l'indice de dégradation (en limite de classe eutrophe). Le taux de matière organique et la charge nutritionnelle au sein des sédiments peuvent être considérés comme modérés (niveau mésotrophe).

**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.



*IP : Indice Planctonique*

*IO : Indice Oligochètes*

*IM : Indice Mollusques*

*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, les indices physico-chimique et biologique révèlent une qualité globale de niveau oligo-mésotrophe. La production phytoplanctonique est modérée et les peuplements ne présentent pas de déséquilibres en faveur de groupes algaux indicateurs de niveaux trophiques élevés.

Le compartiment sédiment affiche un indice physico-chimique médian (42 - mésotrophe), pénalisé par les valeurs de relargage en conditions hypoxiques profondes. Les indices biologiques oligochètes et mollusques n'ont pas été réalisés au cours de ce suivi 2013.

Globalement, les indices synthétiques du suivi 2013 qualifient le lac de Chalain comme un milieu mésotrophe.

## Lac de Chalain

### Les indices de la diagnose rapide

*Valeurs brutes et calcul des indices*

Suivi 2013

#### Les indices physico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	INDICE NUTRITION moyen
2013	0<x<0.01	0<x<35.8	0.4<x<0.9	25,7<x<44,3	26,5

	Secchi moy (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chloro a + Phéop. (µg/l) (moy 3 camp. estivales)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2013	4,7	37,3	0,33<x<2,0	12,6<x<32,7	30,0

	Conso journalière en O2 (mg/m <sup>3</sup> /j)	INDICE DEGRADATION
2013	38,2	54,3

Calculé entre C1 et C4

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2013	5,2	37,9

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2013	494,3	37,2

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 eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau interst</i>	NH4 eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH4 eau interst</i>	INDICE RELARGAGE moyen
2013	1,01	63,1	3,43	39,9	51,5

#### Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IP</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2013	30,3	Non réalisé	-	Non réalisé	-

\* : Potentiel Métabolique

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 Chalain a un temps de séjour évalué à 315 jours qui le place en temps de séjour long.

Nom ME	Code	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Elément de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Chalain	FRDL22	MEN*	B	B	B	Non déterminé	B	2/3

\* MEN : masse d'eau naturelle.

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

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, quatre paramètres (trois métaux et un pesticide) parmi les neuf pris en compte pour déterminer la classe d'état des polluants spécifiques ont été quantifiés durant le suivi annuel. Les concentrations observées sont restées en deçà des normes de qualités environnementales (NQE) définies pour ces paramètres. Cuivre et zinc ont été quantifiés essentiellement sur la première campagne annuelle tandis que l'arsenic n'a fait l'objet d'une seule quantification sur l'échantillon de fond de la dernière campagne annuelle. Le pesticide quantifié correspond au chlortoluron. Il s'agit d'un herbicide utilisé en prélevée sur céréales d'hiver. Il a été mesuré sur les deux échantillons de la campagne de mars (<0,0025 µg/l) en des concentrations bien inférieures à la NQE de ce paramètre (5 µg/l).

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 <sub>min</sub> max	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> max	Ptot. max	Transp.
Chalain	FRDL22	MEN*	0 < x < 1	30,3	0,47	0,003	< 0,01	4,7

\* MEN : masse d'eau naturelle.

Les paramètres biologiques respectent le bon état. Parmi les paramètres physico-chimiques, seul l'azote minéral n'atteint pas le bon état. Selon la règle d'assouplissement du principe du paramètre déclassant décrite dans l'arrêté du 25 janvier 2010, étant donné que seul le paramètre azote minéral max est déclassant pour l'élément de qualité nutriments et que les éléments biologiques et les autres éléments physico-chimiques sont classés en état bon ou très bon, le lac de Chalain est classé en **bon état écologique** en 2013.

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

**IPL** : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.

**N<sub>min</sub> max** : concentration maximale en azote minéral (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (mg/L).

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 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 :

			Paramètres complémentaires	
			Biologiques	Physico-chimique général
Nom ME	Code	Type	IMAIL	Déficit O <sub>2</sub>
Chalain	FRDL22	MEN*	NC**	75,9

\*MEN : masse d'eau naturelle. / \*\*NC : non calculé

Parmi les paramètres complémentaires, seul le déficit en oxygène a été déterminé au cours de ce suivi 2013. Ce dernier n'atteint pas le bon état, soulignant la significative consommation en oxygène dans la couche profonde, cohérent avec l'indice « dégradation » 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 O<sub>2</sub>** : 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
Chalain	Bon

Le lac de Chalain est classé en **bon état chimique**.

Parmi les 41 substances de l'état chimique, deux substances ont été quantifiées (sans toutefois dépasser la NQE) :

- Un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP), le naphthalène, quantifié uniquement sur l'échantillon intégré de la campagne de mai en faible concentration (0,016 µg/l).
- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP\*. Il a été quantifié une seule fois (échantillon intégré du mois de juillet : 0,6 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).

Seul le chlortoluron, déjà mentionné en annexe 4, puisque faisant partie des polluants spécifiques de l'état écologique, a été quantifié.

### *Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :*

En complément des substances quantifiées déjà citées, 5 autres paramètres ont été quantifiés :

- 4 métaux : baryum, cobalt, uranium (systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur les échantillons intégrés et/ou de fond), et étain (une seule quantification).
- Un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) : le dibenzo(a,h)anthracène, uniquement quantifié sur l'échantillon de fond de la campagne du 20 mars (0,000053 µg/l).

*\* Les quantifications en DEHP ont été qualifiées d'incertaines, une contamination via la chaîne de prélèvements étant privilégiée.*

### **Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :**

Sur les 268 substances recherchées sur sédiments, 32 ont été quantifiées. Il s'agit essentiellement de métaux (22 substances) et de HAP (9 substances). Un isomère du crésol, le crésol-para (famille des phénols) à également été quantifié à une concentration de 52 µg/kg de Matières Sèches (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 n'ont pas révélées de teneurs excessives de certains paramètres.

Concernant les HAP, les concentrations mesurées restent relativement faibles, la somme des différents HAP quantifiés atteignant 727 µg/kg MS. Le pyrène (137 µg/kg MS), le fluoranthène (133 µg/kg MS) et le benzo(b)fluoranthène (121 µg/kg MS) affichent les valeurs les plus importantes, les autres substances étant comprises entre 28 et 88 µg/kg MS.

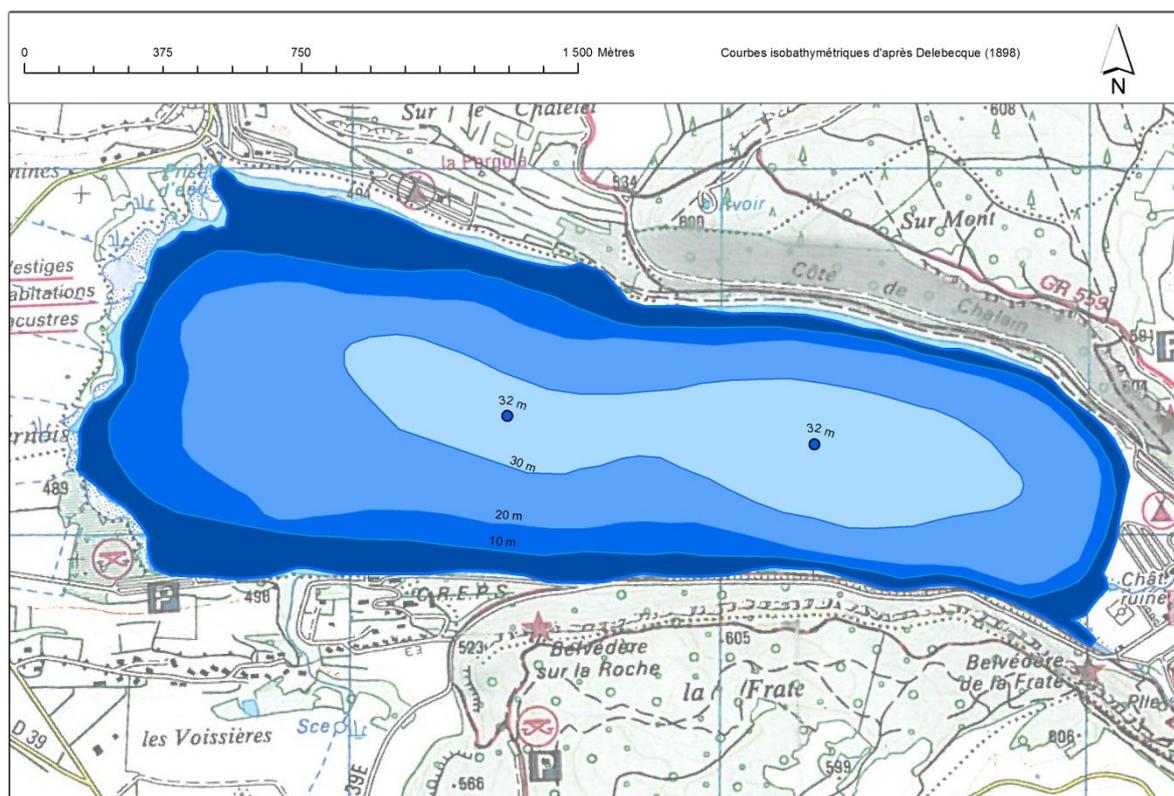
23 PCB (polychlorobiphényles) ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 23 septembre 2013. Aucune de ces substances n'a été quantifiée (résultat d'analyse < 1 µg/kg MS pour chacun des congénères).

## Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

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

Le lac de Chalain se situe à 489 mètres d'altitude (cote de l'exutoire naturel), sur la commune de Fontenu dans le département du Jura. Lac d'origine glaciaire, il occupe une reculée creusée dans le plateau karstique de Champagnole lors de la dernière glaciation. De forme *quasi* quadrangulaire de près de 2,7 kilomètre de longueur sur 1,1 kilomètre de large, il se positionne entre les parois abruptes du plateau au nord et au sud et le front de moraine glaciaire à l'ouest.

La cuvette lacustre, de forme régulière, atteint un volume de l'ordre de 44 Mm<sup>3</sup>, pour une profondeur de 32 mètres et une superficie de 220 hectares, faisant de lui le plus grand lac naturel du département. Le bassin versant hydrogéologique connu, essentiellement situé sur le plateau en surplomb, est de l'ordre de 40 km<sup>2</sup>. Les principaux affluents de surface du lac de Chalain sont, par ordre d'importance, les ruisseaux du Moulin et de Fontenu situés en fond de reculée. A ceux-ci s'ajoutent de nombreux ruissèlements issus des zones humides environnantes et des apports karstiques. L'émissaire du lac, le Bief de l'Œuf, situé à l'extrémité nord-ouest du lac, est largement court-circuité pour alimenter une usine hydroélectrique en bordure de l'Ain. Suite à une convention avec EDF et les gestionnaires du plan d'eau, représentés par la régie du lac de Chalain, le marnage annuel maximal autorisé est de l'ordre de 2 mètres (486 NGF en période estivale et 488 NGF en période hivernale). Le temps de séjour des eaux du lac est évalué à 315 jours.



**Bathymétrie du lac de Chalain**

Le climat est tempéré, de type continental, avec une température moyenne annuelle de l'ordre de 10°C. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1500 mm de précipitation au niveau du lac et de 1750 mm au niveau du bassin versant en contre-haut. Le lac est rarement pris en glace. Selon la typologie nationale, c'est un lac de type N4, soit un lac profond de moyenne montagne calcaire à zone littorale, compris dans l'hydro-écorégion de rang 1 «Jura-Préalpes du Nord». Les forêts de feuillus et de résineux occupent près de 60% de la surface du bassin versant. Les hameaux d'habitation sont relativement diffus sur le territoire, totalisant quelques centaines d'habitants permanents (~300), à plusieurs milliers en périodes touristiques. Le pôle d'attraction que constitue le lac contient deux campings situés à l'est et au nord-ouest, ainsi que d'une base nautique du CREPS au sud-ouest. Les prairies et les pâtures destinées à l'élevage bovin occupent l'essentiel du reste du bassin versant. Le lac est classé en seconde catégorie piscicole, centré autour de la pêche au corégone.

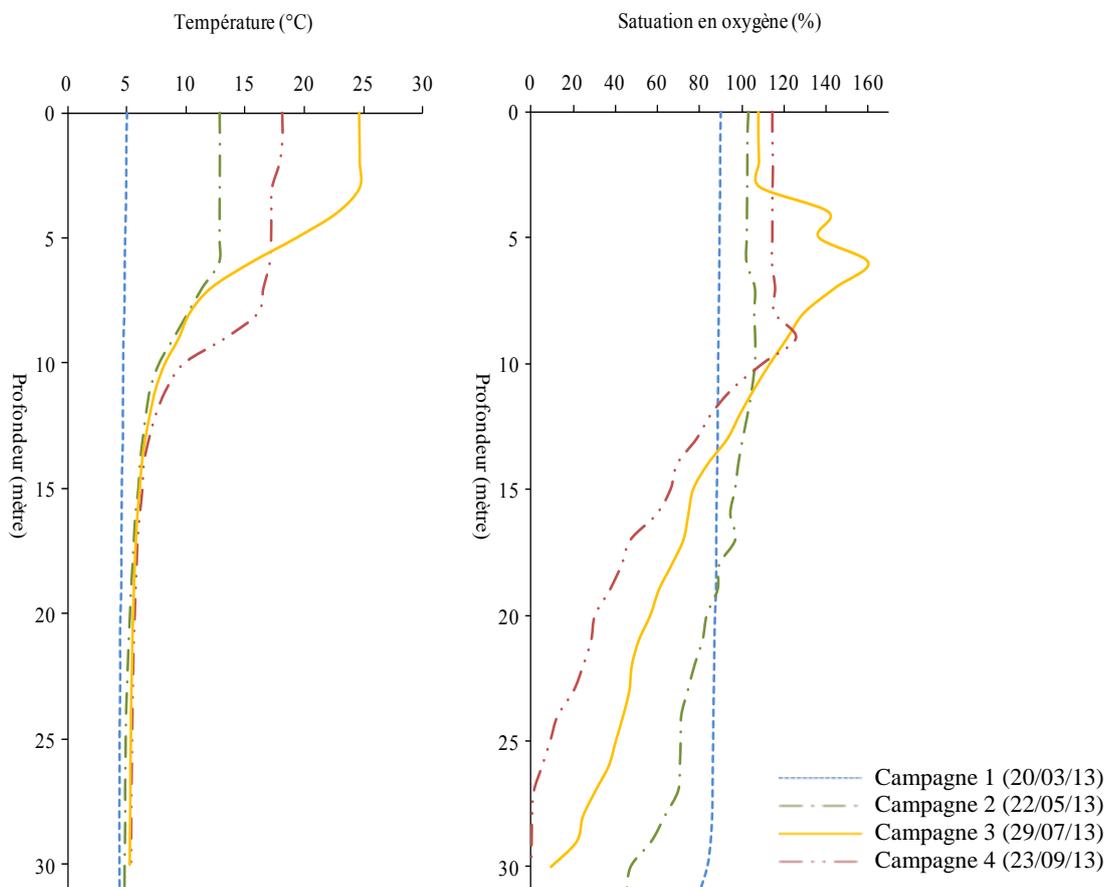
### Calendrier des interventions sur le lac de Chalain en 2013.

		Physico-chimie		Compartiments biologiques		
		eau	sédiment	Phytoplancton	IBLsimpl.	Macrophytes
C1	20/03/2013					
	17/04/2013					
C2	22/05/2013					
	08/07/2013					
C3	29/07/2013					
C4	23/09/2013					

La première campagne de prélèvement a eu lieu en fin de période hivernale, avant que la stratification du plan d'eau ne soit amorcée. L'année 2013 a été relativement pluvieuse avec des températures modérées. La cote du plan d'eau s'est abaissée de près de deux mètres entre la première campagne et les campagnes estivales. Les cycles thermiques saisonniers de la colonne d'eau ont pu être cernés.

#### 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 :

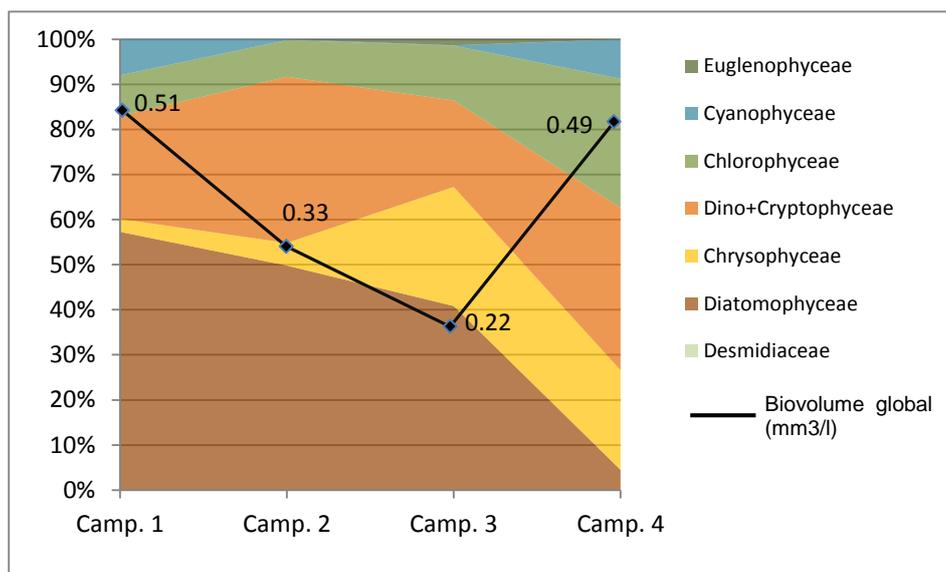


La colonne d'eau se stratifie thermiquement dès le mois de mai, avec la mise en place d'une thermocline entre 7 et 8 mètres de profondeur. Les couches profondes restent fraîches, évoluant faiblement de 4,5 à 5,5°C entre la première et la dernière campagne. Les eaux de surface atteignent plus de 24°C sur les trois premiers mètres en période estivale.

Alors que la colonne d'eau est largement brassée au mois de mars, une oxycline se met en place au niveau de l'hypolimnion dès la campagne de mai. Ce dernier se désoxygène graduellement avec la profondeur et les campagnes pour atteindre un état anoxique sur les 3 à 4 derniers mètres de profondeur au cours de la dernière campagne. En raison de la photosynthèse, l'épilimnion présente des sursaturations en oxygène marquées au cours des trois dernières campagnes.

### 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 ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ) lors des quatre campagnes.



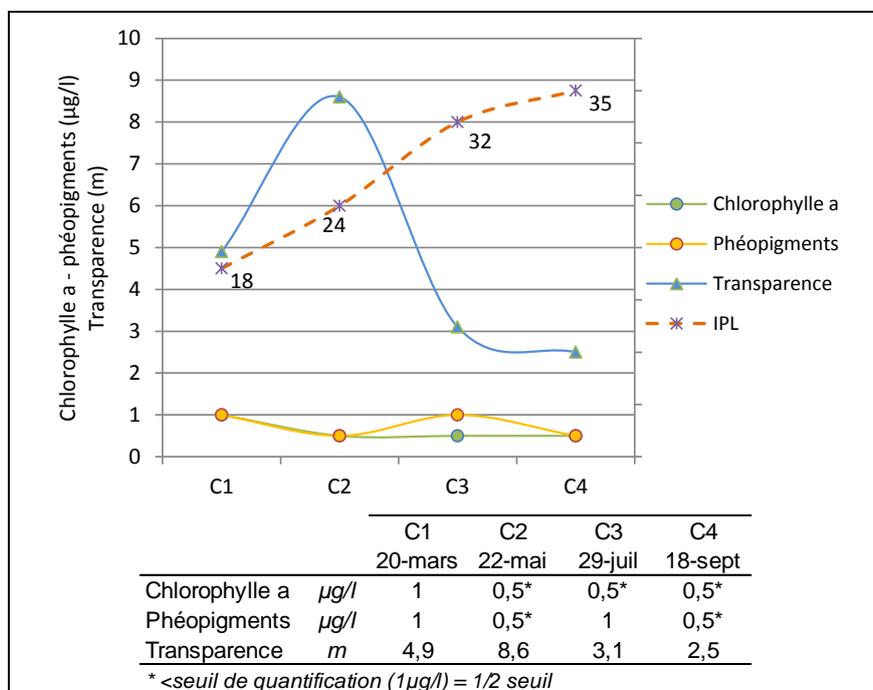
**Répartition du phytoplancton sur le lac de Chalain à partir des biovolumes ( $\text{mm}^3/\text{l}$ )**

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

Chalain	20/03/2013	22/05/2013	29/07/2013	23/09/2013
<b>Total (nombre cellules/ml)</b>	<b>3481</b>	<b>1778</b>	<b>1442</b>	<b>45643</b>
<b>Biovolume total (<math>\text{mm}^3/\text{l}</math>)</b>	<b>0,51</b>	<b>0,33</b>	<b>0,22</b>	<b>0,49</b>

Globalement, la production phytoplanctonique est relativement modérée avec des concentrations pigmentaires (chlorophylle *a* et phéopigments) de  $2 \mu\text{g}/\text{l}$  au maximum au mois de mars. Les peuplements de fin d'hiver traduisent cependant la présence d'apports nutritionnels au milieu, avec la dominance de taxons tels que *Fragilaria crotonensis*, *Discostella pseudostelligera* ou *Asterionella formosa* (diatomées) et de petites cyanobactéries coloniales.

Suite à la consommation des nutriments disponibles et à la pression de prédation zooplanctonique, les biovolumes et biomasses phytoplanctoniques diminuent sensiblement au printemps, alors que la transparence des eaux augmente. Le peuplement estival est composé d'un cortège de taxons dominants à affinité mésotrophe : *Aphanocapsa delicatissima* (cyanobactéries), *Plagioselmis nannoplanctica* (cryptophycées), *Dinobryon divergens* (chrysophycées) ou *Cyclotella costei* (diatomées). La dernière campagne de septembre voit sa biomasse phytoplanctonique sensiblement augmenter, avec la présence de très nombreuses cyanobactéries picoplanctoniques (près de 94% des effectifs) alors qu'elles ne représentent que moins de 10% du biovolume algal. L'**IPL** moyen du lac de Chalain, calculé sur les biovolumes algaux des trois campagnes de production, est de **30,3/100**, caractérisant le milieu comme **oligotrophe**.



**Evolution des pigments chlorophylliens, de la transparence et de l'Indice Phytoplanktonique Lacustre (IPL) au cours des quatre campagnes de prélèvement sur le lac de l'Abbaye en 2013.**

### Macro-invertébrés benthiques ( $IBL_{\text{simplifié}}$ ):

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).

Les prélèvements de macro-invertébrés benthiques dans le lac de Chalain ont été réalisés en période d'homothermie des eaux, au mois d'avril. Cette méthode d'échantillonnage n'offre pas d'indice à l'heure actuelle. Les listes faunistiques obtenues permettent cependant la réalisation d'une analyse fonctionnelle du plan d'eau.

L'étude des peuplements met en lumière une **désoxygénation** en profondeur. En évitant la sensibilité naturelle des communautés à un effet de fosse, on observe tout de même un effet délétère au niveau de la zone de prélèvement sub-profonde à 24 mètres ( $0,75 Z_{\text{max}}$ ). En effet, le mode de respiration branchial, bien représenté au niveau de la zone littorale (-3 mètres), disparaît largement en profondeur, soulignant l'anoxie estivale profonde de la colonne d'eau.

Le niveau trophique a été appréhendé à l'aide des différentes affinités physiologiques des taxons à un degré trophique donné. Du point de vue de cette analyse, le lac de Chalain se présente comme un milieu **mésotrophe**.

De la même façon, les différentes valeurs saprobiales, représentant la pollution organique, ou l'accumulation de matière organique, présentent le lac de Chalain comme un lac **mésosaprobe**, traduisant une minéralisation moyenne de la fraction organique des sédiments, en raison de l'hypoxie saisonnière se présentant en profondeur en période estivale.

### 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 Chalain, 4 UO ont été sélectionnées.

Deux unités ont été positionnées au niveau des rives colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide. Ce type de rive représente 50% des rives du lac à la fois en exposition nord et sud (unités UO2 et UO1). Les deux autres types de rive qui représentent respectivement 26% (zones humides) et 24% (zones artificialisées) du linéaire total ont été caractérisés respectivement par les unités UO3 et UO4 avec des expositions ouest et est bien contrastées.

Concernant l'UO1, le marnage était d'environ 1,20 m laissant apparaître une berge pentue constituée d'éboulis colonisés par des ronces (*Rubus sp.*) et plus ou moins localement par *Phalaris arundinacea*. La zone de contact avec l'eau est marquée par la présence de quelques îlots de *Carex acuta*. La végétation visible au niveau de la zone en eau est constituée par un peuplement épars de *Scirpus lacustris* et un herbier moyennement dense à *Nuphar lutea*. Les sondages ont été réalisés jusqu'à environ 5 m de profondeur mais la végétation aquatique était présente au-delà de cette profondeur. Sans être extrêmement dense, les herbiers étaient assez diversifiés avec le recensement de 2 characées (*Chara globularis* et *Nitella syncarpa*) de *Najas minor*, de *Potamogeton pusillus* et de *Potamogeton lucens*.

L'UO2 présente une ceinture d'hélophytes bien développée (*Carex acuta* puis, lorsque la hauteur d'eau augmente légèrement, *Scirpus lacustris* et *Phragmites australis*). Les herbiers présents au large sont assez épars et dominés par *Potamogeton lucens* et plus localement *Nuphar lutea* et *Najas minor*. L'observation de *Potamogeton pusillus* et de *Nitella syncarpa* reste plus anecdotique au niveau de cette unité.

La rive ouest, au niveau de l'UO3, constituée par un bas-marais alcalin avec des accumulations notables de tuf. Cette particularité, ainsi que l'isolement du site, lui confère un intérêt botanique certain avec la présence notamment de gazons à *Schoenus nigricans* et la présence plus localisée d'*Eleocharis uniglumis*. Les hélophytes au niveau de la zone de contact avec le milieu aquatique sont dominées par *Carex acuta* puis, en se dirigeant vers le lac, par une ceinture de *Scirpus lacustris* dans laquelle s'insère quelques *Phragmites australis*. Les herbiers aquatiques sont présents au-delà de la zone des 100 m avec une profondeur atteinte à ce niveau de 3 à 5 m. Les herbiers à characées sont bien représentés (*Nitella syncarpa*, *Nitellopsis obtusa*). Ils sont complétés par un développement de *Najas minor* et de *Potamogeton pusillus* ; ces 2 dernières espèces étant régulièrement observées contrairement à *Myriophyllum spicatum* présent très localement.

L'UO4 correspond à une plage aménagée d'où une absence de végétation. La zone en eau est colonisée localement par *Chara globularis* entre 5 et 10 m de profondeur; cette espèce étant la plus représentée. *Nitella syncarpa*, *Potamogeton lucens* et *Najas minor* ont pu être observés ponctuellement. Les herbiers restent globalement très peu denses au niveau de cette unité.

Les espèces de pleine eau observées et la présence de characées jusqu'à une profondeur de 10 m indiqueraient plutôt la présence d'un milieu à tendance **méso-eutrophe**.

Aucun taxon invasif n'a été observé sur le lac. La présence d'une espèce patrimoniale est à souligner :

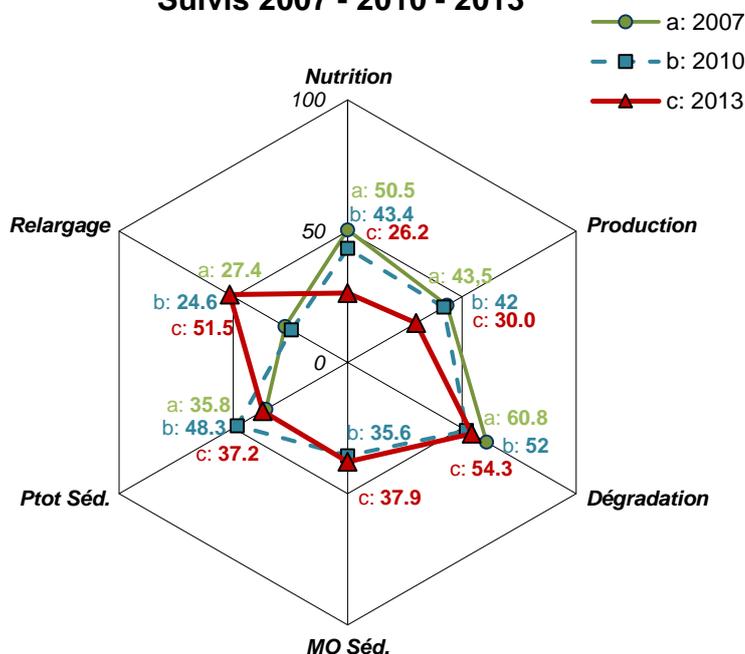
- ✓ *Najas minor* (Petite naïade) : Il s'agit d'un taxon assez peu courant en Franche-Comté mais non menacé. Il est inscrit au niveau de la liste des végétaux d'intérêt patrimonial de Franche-Comté et est protégé au niveau de cette région.

## Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

### Les indices de la diagnose rapide :

#### Les indices physico-chimiques :

#### Graphique en radar des indices fonctionnels de Chalain Suivis 2007 - 2010 - 2013

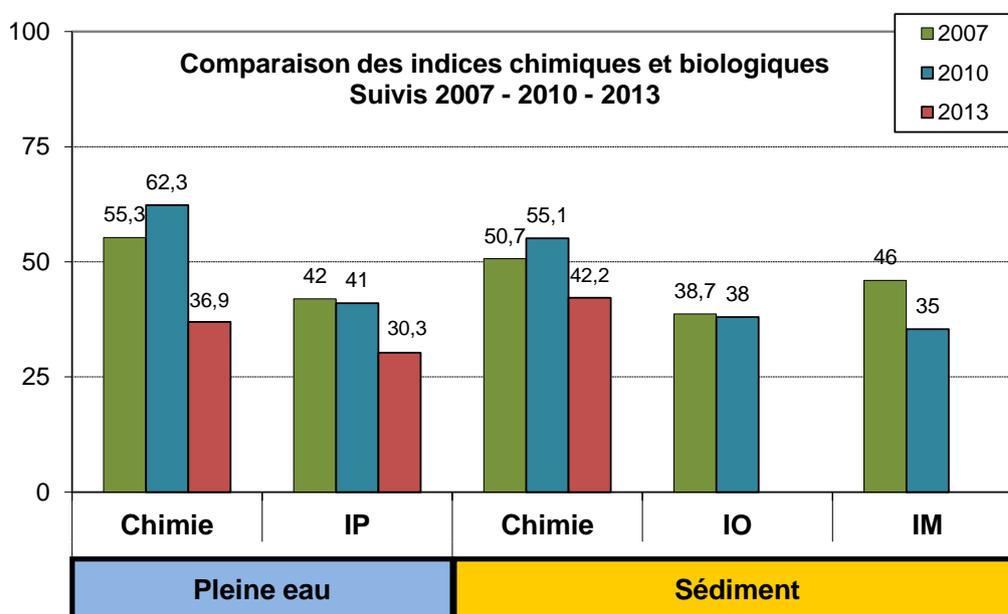


Les tracés des indices de 2007 et 2010, très similaires, indiquaient un niveau trophique global mésotrophe du lac de Chalain. En 2013, l'indice de dégradation, le plus pénalisant, demeure discordant des autres indices, témoignant de la désoxygénation marquée de l'hypolimnion. La variabilité interannuelle de l'indice relargage s'explique cependant 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.

Les indices de nutrition et de production sont cependant moins pénalisants en 2013, sans doute en lien avec une météorologie relativement fraîche et pluvieuse au cours de cette dernière année de suivi.

Les charges en matière organique et en phosphore dans les sédiments, considérées comme moyennes, sont très similaires au cours des 3 suivis. L'indice relargage augmente cependant de façon très significative en 2013, passant de niveau bon à médiocre.

**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.



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

Les indices physico-chimiques sur eau et sur sédiment ainsi que l'indice phytoplanctonique varient peu entre 2007 et 2010, plaçant le lac de Chalain à un niveau mésotrophe. Les indices de 2013 sont tous globalement moins pénalisants, avec les indices chimiques et biologiques de pleine eau à un niveau oligo-mésotrophe, et un indice chimique des sédiments demeurant cependant à un niveau mésotrophe.

## 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	Elément de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
	Biologiques	Physico-chimiques généraux				
2007	MOY	MOY	B	Non déterminé	MOY	2/3
2010	MOY	MOY	B	Non déterminé	MOY	2/3
2013	B	B	B	Non déterminé	B	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 <sub>4</sub> <sup>3-</sup> max	Ptot. Max	Transp.
2007	2,0	42,0	0,45<x<0,49	0,020	0,040	3,0
2010	2,0	42,7	0,41<x<0,45	<0,005	0,020	3,2
2013	0<x<1	30,3	0,47	0,0033	<0,01	4,7

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

Année de suivi	Paramètres complémentaires			
	Biologiques			Physico-chimique général
	IMOL	IOBL	IMAIL	Déficit O2
2007	4	10,1	NR	81,0
2010	7	10,0	NR	55,3
2013	NR	NR	NC	75,9

NR : non réalisé / NC : non calculé

Les suivis successifs de 2007 et 2010 plaçaient le plan d'eau en état écologique moyen. Le suivi de 2013 voit basculer le lac de Chalain en bon état écologique. Les teneurs en azote minéral restent cependant systématiquement déclassantes. En 2013, les paramètres phytoplanctoniques, transparence et phosphore total sont plus favorables que les années précédentes.

### 2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2007	Bon
2010	Bon
2013	Bon

Le lac de Chalain est classé en bon état chimique sur les trois années de suivi.