

# 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**

## Lac de l'Abbaye

*(39 : Jura)*

Campagnes 2010

*VI - Décembre 2011*



# 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
		Oligochètes	IOBL				X
		Mollusques	IMOL				X
		Macrophytes	Protocole Cemagref			X	
		Hydromorphologie	A partir du Lake Habitat Survey (LHS)			X	
		Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)			X	

\* : se référer à l'annexe 5 de la circulaire DCE 2006/16, analyses à réaliser sur les paramètres pertinents à suivre sur le support concerné

RCS : un passage par plan de gestion (soit une fois tous les six ans)

CO : un passage tous les trois ans

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

## 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 terme 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 terme 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 : **Abbaye**

Code lac : **V2415023**

Masse d'eau : **FRDL23**

Département : **39 (Jura)**

Région : **Franche-Comté**

Origine : **Naturelle**

Typologie : **N4 : lacs naturels de moyenne montagne calcaire, profonds**

Altitude (NGF) : **879**

Superficie (ha) : **82**

Volume (hm<sup>3</sup>) : **5,8**

Profondeur maximum (m) : **19,5** (mesurée en 2010 : 18 m)

Temps de séjour (j) : **345**

Tributaire(s) : **ruisseaux de la Maladie et de l'Abbaye + 2 sources temporaires**

Exutoire(s) : **souterrain situé sous la scierie**

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

Période/Année de suivi : **2010**

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 l'Abbaye au 1/100 000°

## Résultats - Interprétation

---

Plan d'eau naturel d'origine glaciaire et tectonique, le lac de l'Abbaye est situé dans le "pays des lacs" du Jura à une altitude de 879 m NGF. Le lac de l'Abbaye recouvre une superficie de 95 ha pour une profondeur maximale de 18 m mesurée. Il s'agit d'un lac dimictique qui est gelé sur la période hivernale (novembre à mars en moyenne). Ce lac privé est utilisé pour l'alimentation en eau potable.

Les campagnes de prélèvements menées correspondent aux objectifs de la méthodologie, même si l'activité biologique avait légèrement démarrée lors de la 1<sup>ère</sup> campagne.

### Diagnose rapide

Le lac de l'Abbaye présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **mésotrophe à tendance eutrophe**. Le tracé est dissymétrique, avec des indices nutrition et production modérés (mésotrophe) tandis que l'indice dégradation et les indices sur sédiments sont très mauvais. L'Indice phytoplanctonique confirme une production primaire modérée. Concernant les sédiments, les indices biologiques Oligochètes et Mollusques montrent un dysfonctionnement dans le métabolisme des sédiments pour dégrader une matière organique particulièrement abondante.

L'origine tourbeuse des sédiments à forte composante réfractaire peut en partie expliquer cette situation, mais la médiocre qualité chimique des sédiments (quantification de nombreux HAP – Cf. Annexe 5) peut également contribuer à limiter la capacité métabolique du plan d'eau.

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

### Etat écologique et chimique au sens de la DCE

L'évaluation DCE classe le lac de l'Abbaye en **bon état écologique** sur la base des résultats obtenus en 2010 (Cf annexe 4). Cette approche ne s'appuyant actuellement que sur des paramètres de pleine eau, le constat se révèle moins sévère que celui de la diagnose rapide.

Il 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.

Même si le compartiment sédiment n'est pour l'instant pas pris en compte en terme d'évaluation de l'état chimique, il convient cependant de noter que de nombreuses substances ont été quantifiées dans les sédiments et que certaines valeurs de métaux et de HAP paraissent particulièrement élevées.

L'étude de la végétation aquatique a montré un recouvrement global de macrophytes modéré, estimé à 15 % environ pour une diversité moyenne d'espèces. Les communautés d'hydrophytes sont très clairsemées et éparées. Les peuplements de macrophytes observés sont assez typiques de ce type de lac carbonaté mésotrophe mais montrent une tendance légère vers le méso-eutrophe. Les magnocariçaies et les herbiers de characées présents sur le plan d'eau indiquent un état mésotrophe, tandis que certaines communautés de potamots indiquent des eaux méso-eutrophes à eutrophes. Les communautés à *Ceratophyllum demersum* sont indicatrices des eaux eutrophes.

D'après l'étude hydromorphologique réalisée sur le lac de l'Abbaye, le plan d'eau est bordé de zones humides pour plus de 60% de son périmètre (roselières, tourbières, bas marais). L'altération du milieu reste modérée sur le lac avec des activités, dont une station de pompage des eaux, qui se regroupent sur la berge Sud-Est. La qualité des habitats est assez bonne sur le lac, en lien avec les zones humides environnantes. La zone littorale est altérée par un colmatage des habitats qui limite la diversité de la végétation présente.

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

### Suivi piscicole

Le suivi piscicole a été réalisé par l'ONEMA en 2010 (Cf. Annexe 7).

Au vu des résultats, le peuplement piscicole du lac de l'Abbaye apparaît stable par rapport à 1982 et cohérent avec sa morphologie et son fonctionnement. Les rendements numériques et pondéraux ont nettement progressé en lien avec des succès de reproduction de la perche, du gardon et du rotengle. L'état général peut être qualifié de bon.

### **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 50ha ont été pris en compte sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Pour les plans d'eau d'origine anthropique, une sélection a été opérée parmi les plans d'eau supérieurs à 50ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (grandes retenues, plans d'eau de digue, plans d'eau de creusement).
- Le contrôle opérationnel (CO) vise à suivre spécifiquement les masses d'eau (naturelles ou anthropiques) supérieures à 50ha, 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 ces deux réseaux.

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, pisdies 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, pisdies 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

Élément 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	*	*	
<b>Salinité</b>					
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 exprime le 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.

*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'avérera 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) :***

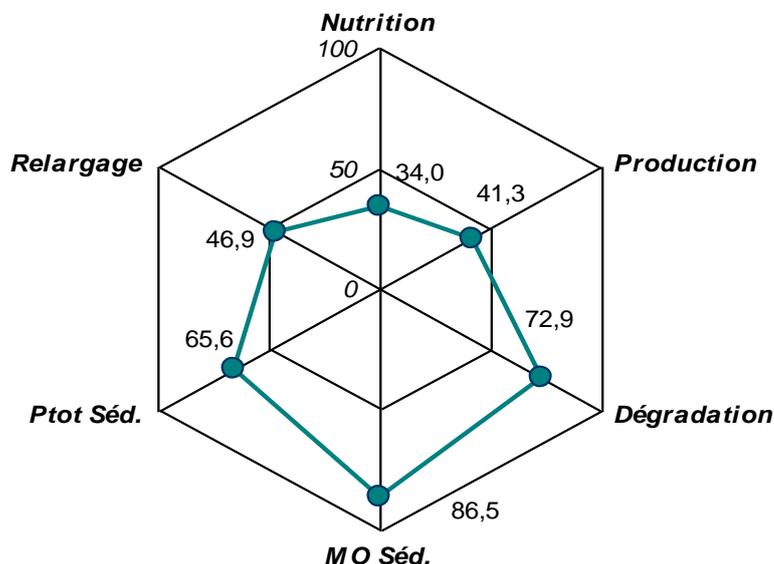
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

## 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 du Lac de l'Abbaye Suivi 2010

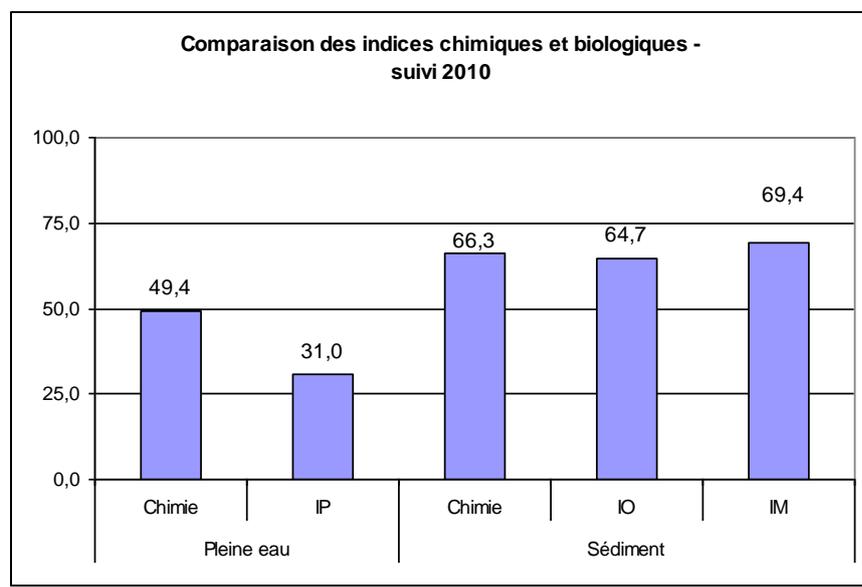


Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent d'un lac **mésotrophe à tendance eutrophe**.

L'indice nutrition est faible, en lien avec de faibles teneurs en azote disponible. Cette valeur est à nuancer puisque l'on constate dès la 1<sup>ère</sup> campagne le développement de diatomées (qui ont consommé les nutriments). La production reste cependant modérée sur le lac de l'Abbaye.

Les indices concernant le sédiment sont nettement moins favorables : la concentration en phosphore total est élevée (eutrophe) et la quantité de matière organique est excessive (>40% MS), en lien avec l'origine tourbeuse des terrains. Cela génère une demande importante en oxygène dans les couches profondes pour la minéralisation de la matière organique, d'où l'indice dégradation élevé.

**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 les indices de pleine eau, l'Indice Planctonique indique des eaux oligotrophes : il semble sous-évalué compte tenu de la densité du phytoplancton et de l'apparition de cyanobactéries sur les 3 campagnes estivales. La chimie des eaux montre une qualité globale en limite mésotrophe/eutrophe qui traduit des apports modérés en nutriments mais une demande élevée en oxygène pour dégrader la matière organique.

Les indices sur le sédiments sont unanimes et placent le lac de l'Abbaye en **classe eutrophe** : la richesse en matière organique du sédiment génère une demande en oxygène telle que le milieu devient fortement désoxygéné en profondeur. Les organismes ne peuvent pas se développer dans les zones de plus grande profondeur. L'IMOL et l'IOBL révèlent un potentiel métabolique faible et globalement une impasse trophique, ce phénomène étant potentiellement accentué par la médiocre qualité chimique du sédiment où de nombreux HAP sont quantifiés en concentrations parfois importantes (Cf. Annexe 5). Le relargage depuis les sédiments constitue, par ailleurs, une source supplémentaire de phosphore et d'azote pour la production primaire.

## Lac de l'Abbaye

Suivi 2010

### Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

#### 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
2010	0,014	41,6	0,0<x<1,2	0<x<53	34,0

	Secchi moy (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chloro a + Phéop. (moy 3 camp. Estivales en µg/l)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2010	4,1	41,3	2.9<x<4.2	38<x<44	41,3

	Conso journalière en O2 (mg/m <sup>3</sup> /j)	INDICE DEGRADATION
2010	86,0	72,9

entre campagnes C1 et C3

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2010	42,8	86,5

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)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2010	1622,4	65,6

	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
2010	0,17	37,6	8,6	56,2	46,9

#### Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2010	31,0	4,5 : PM* faible	64,7	2	69,4

\* : Potentiel Métabolique

IPL : calculé à partir du biovolume

La consommation d'oxygène est maximale entre C1 et C3, c'est pour cela que l'indice dégradation est calculé entre ces deux campagnes. Il semble y avoir une très légère réoxygénation lors de la dernière campagne.

NB : les valeurs obtenues sur eau interstitielle sont à prendre avec précaution car 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 l'Abbaye a un temps de séjour évalué à 345 jours qui le place en temps de séjour long.

Nom	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				
Abbaye	FRDL23	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, seuls certains polluants spécifiques non synthétiques (Zn, As, Cu) ont été ponctuellement quantifiés en faibles concentrations, ne dépassant jamais les Normes de Qualité 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 ME	Type	Paramètres biologiques		Paramètres physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	IPL	Nmin max	PO43- max	Ptot. Max	Transp.
Abbaye	FRDL23	MEN*	2,9<x<3,2	31	<0,26	<0,005	0,014	4,1

Les paramètres biologiques et les paramètres physico-chimiques sont classés en état bon à très bon, le lac de l'Abbaye est donc classé en **bon état écologique**.

**Chlo-a** : concentration moyenne estivale en chlorophylle-a dans la zone euphotique ( $\mu\text{g/L}$ ).

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

**Nmin max** : concentration maximale en azote minéral ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ) ( $\text{mg/L}$ ).

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> max** : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique ( $\text{mg P/L}$ ).

**Ptot. Max** : concentration maximale en phosphore dans la zone euphotique ( $\text{mg/L}$ ). 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		physico-chimiques généraux
			IMOL	IOBL	Déficit O <sub>2</sub>
Abbaye	FRDL23	MEN*	2	4,5	68,8

Les résultats des paramètres complémentaires vont à l'encontre du bon état observé puisqu'ils expriment un état médiocre pour les indices biologiques IMOL et IOBL et un niveau d'oxygénation moyen de l'hypolimnion. Ce déficit d'O<sub>2</sub> reste cohérent avec un indice Dégradation élevé observé en diagnose rapide (cf. Annexe 3).

**IMOL** : Indice Mollusques

**IOBL** : Indice Oligochètes de Bioindication Lacustre

**Déficit O<sub>2</sub>** : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%).

## Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

---

### Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Abbaye	Bon

Le lac de l'Abbaye est classé en **bon état chimique**.

Parmi les 41 substances de l'état chimique, cinq substances ont été quantifiées ponctuellement :

- Deux métaux : le nickel et le plomb. Les valeurs mesurées en nickel et plomb sont restées bien inférieures à la NQE définie pour ces paramètres ;
- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP. Il a été quantifié à une seule reprise en une concentration de 1,4 µg/l. Cette valeur a été qualifiée d'incorrecte lors de la validation annuelle des résultats, une contamination via la chaîne de prélèvement ayant été mise en évidence ;
- Un HAP : la naphthalène, quantifié 1 seule fois sur l'échantillon de fond de la campagne de juillet : 0,02 µg/l ;
- Un BTEX : le benzène. Il a également été quantifié une seule fois sur l'échantillon de fond de la campagne de juillet en faible concentration (0,2 µg/l). Cette valeur a été qualifiée de douteuse lors de la validation annuelle des résultats, une contamination via la chaîne de prélèvement (moteur thermique) étant suspectée.

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 :*

Une centaine de molécules a été recherchée 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 formaldéhyde a été quantifié à trois reprises sur les échantillons des prélèvements de fond des campagnes de juillet et de septembre, et sur l'échantillon intégré de la campagne de septembre. Les concentrations mesurées variaient de 2,6 jusqu'à 4,8 µg/l. Cette substance peut, sous certaines conditions physico-chimiques, être produite naturellement : anoxie du milieu, richesse en matière organique. Les valeurs obtenues sur ce plan d'eau sur les campagnes de juillet et septembre ont été qualifiées de correctes lors de la validation annuelle des résultats, les conditions étant réunies pour rendre plausibles ces quantifications en dehors de toute contamination des échantillons.

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

En complément des substances quantifiées déjà citées, 12 autres paramètres ont été quantifiés :

- Huit métaux, retrouvés plus ou moins fréquemment : aluminium, baryum, étain, fer, manganèse, titane, uranium et vanadium ;
- Quatre dérivés du benzène (BTEX) : le toluène, l'éthylbenzène et deux formes du xylène. Parmi ces substances, le toluène est celle que l'on retrouve le plus souvent : 5 quantifications (de 0.3 à 2.3 µg/l). Ces valeurs ont été qualifiées de douteuses lors de la validation annuelle des résultats, une contamination via la chaîne de prélèvement (moteur thermique) étant privilégiée.

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

Sur les 176 substances recherchées sur le sédiment, 52 ont été quantifiées. Il s'agit de métaux (23 substances), de HAP (14 substances) et de PCB (14 substances). Le DEHP a également été quantifié en une concentration restant assez faible (385 µg/kg de Matière Sèche - MS).

Parmi les métaux, la concentration mesurée en plomb (184,4 mg/kg MS) est nettement supérieure à la moyenne observée sur les 80 plans d'eau suivis sur la période 2007-2010 (moyenne de 37 mg/kg MS), et constitue la plus forte valeur mesurée sur cette même période. Le zinc (247 mg/kg MS) a également été quantifié en une concentration supérieure à la moyenne observée sur le bassin.

**De nombreux HAP ont été quantifiés et en des teneurs représentant souvent les maximums observés en plans d'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse sur la période 2007-2010.**

Parmi les substances quantifiées, on peut citer le Benzo(k)fluoranthène (1090 µg/kg MS), le Pyrène (1173 µg/kg MS), l'Indéno(123c)pyrène (1750 µg/kg MS), le Fluoranthène (2 136 µg/kg MS), le Dibenzo(a, h) anthracène (595 µg/kg MS), le Phénanthrène (788 µg/kg MS), le Chrysène (830 µg/kg MS) et le Benzo(a)pyrène (876 µg/kg MS).

Près de 15 PCB ont aussi été quantifiés pour une concentration totale atteignant 38 µg/kg MS. Les concentrations mesurées par PCB oscillent entre 1 et 5 µg/kg MS selon les congénères.

## **Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation**

---

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

Le lac de l'Abbaye se situe dans le département du Jura, sur la commune de Grande Rivière, au sud de Saint Laurent en Grandvaux. A une altitude de 879 m, ce lac est encadré par le massif forestier de la Joux, et par des tourbières sur sa partie nord.

Le plan d'eau est naturel d'origine glaciaire, il s'est formé dans une dépression synclinale recouverte de dépôts glaciaires. Le lac de l'Abbaye recouvre une superficie de 95 ha, la cuvette de plus grande profondeur (18 m mesurée) se situe dans la partie centrale du lac. Il s'agit d'un lac dimictique qui est gelé sur la période hivernale (novembre à mars en moyenne).

Le bassin versant géographique est réduit. L'alimentation du lac se fait par des écoulements de surface (ruisseaux de la Maladie et de l'Abbaye) et par deux sources temporaires. Il est probable que le lac soit alimenté également par des sources diffuses, non identifiées. L'exutoire du lac est souterrain, il se trouve au droit de la scierie, les eaux sont infiltrées dans le réseau karstique.

Le lac de l'Abbaye est privé, il appartient à la famille Piot, qui développe une activité touristique autour du plan d'eau (deux hôtels et un restaurant).

Le lac est utilisé pour l'eau potable, deux prises d'eau sont installées dans la partie centrale du lac au droit de la station de pompage, et gérées par le Syndicat Intercommunal des Eaux du Grandvaux. Le volume journalier maximum autorisé est imposé à 4400 m<sup>3</sup> par arrêté préfectoral de 2008 (soit 1,6 million de m<sup>3</sup> annuel). Le site est également utilisé pour la pêche et les activités nautiques non motorisées. La cote du plan d'eau peut varier de 1 m selon l'hydrologie et les prises d'eau.

En 2010, les conditions météorologiques ont été froides et neigeuses sur l'hiver, le printemps et l'été ont été doux et faiblement pluvieux. Le dégel a eu lieu fin mars. La cote du plan d'eau a cependant peu varié sur l'année 2010.

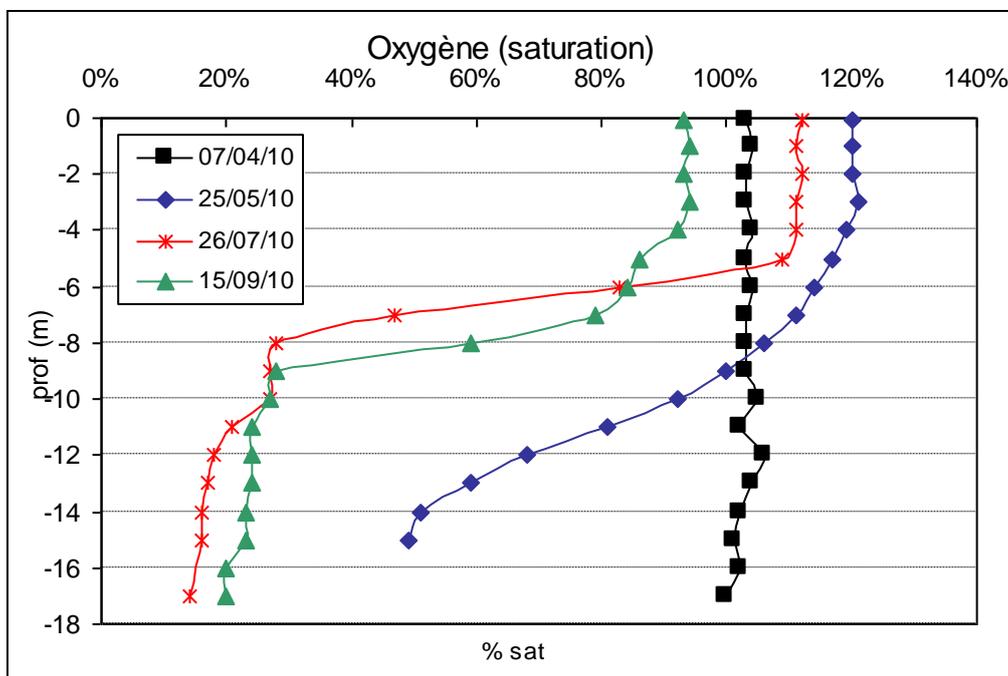
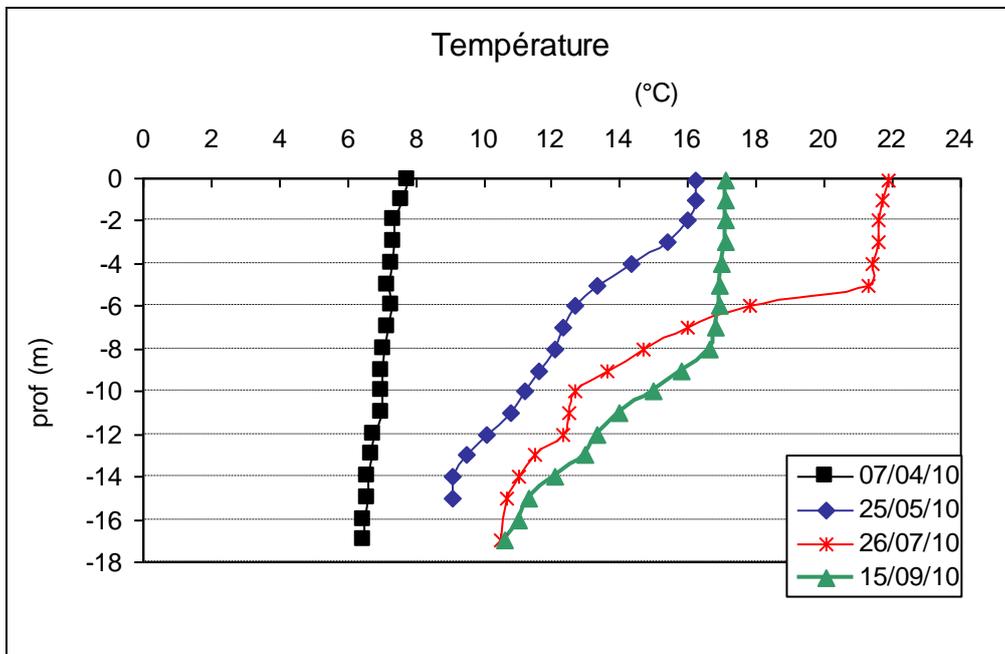
Les campagnes de prélèvements menées correspondent aux objectifs de la méthodologie.

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

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique (application du protocole Cemagref) et l'hydromorphologie du plan d'eau (à partir du Lake Habitat Survey). La synthèse des données acquises est fournie dans la suite de ce document. A noter que les indices DCE pour le suivi de ces deux compartiments sont en cours de construction.

### **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 :



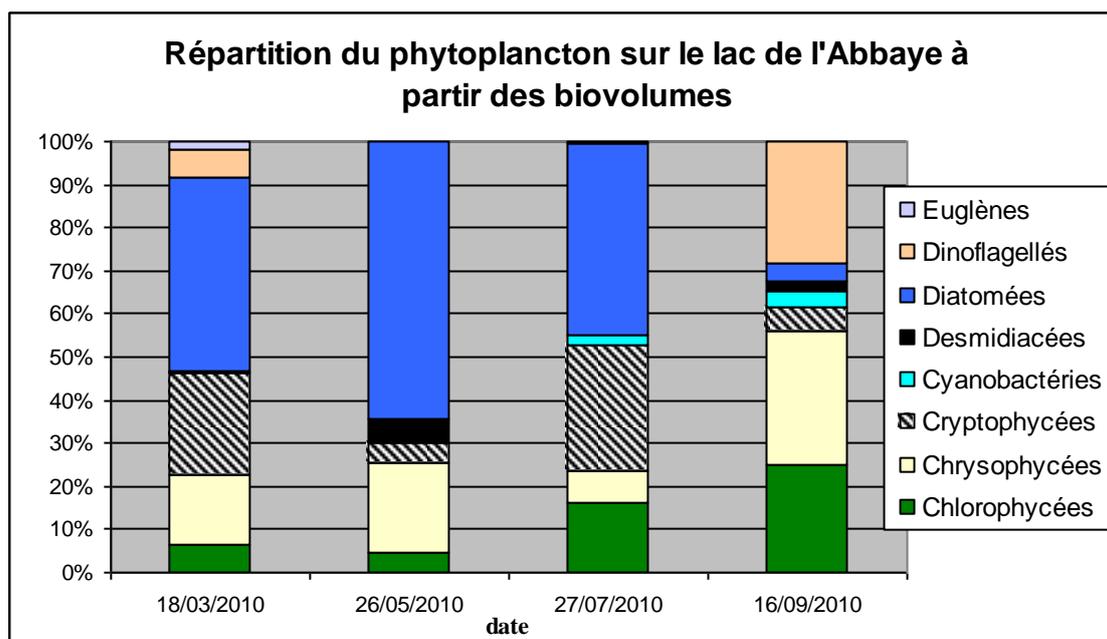
La stratification thermique est bien établie sur le lac de l'Abbaye à partir du printemps. Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne, la température est homogène sur la colonne d'eau (7-8°C), l'oxygène dissous est homogène à 100%, et l'on observe un brassage complet des eaux suite au dégel.

Au printemps, la stratification s'installe avec une augmentation de la température des eaux en surface à 16°C. La thermocline est établie entre 5 et 10 m de profondeur et les eaux hypolimniques sont homogènes, à une température de 9-10°C sur les 3 campagnes estivales. L'activité photosynthétique est marquée dans l'épilimnion puisque l'on observe, lors des campagnes 2 et 3, des sursaturations en oxygène à 110 et 120%. Au fond du lac, on observe une consommation importante d'oxygène pour dégrader la matière organique qui s'accroît au fil des mois. Ainsi, en juin, l'oxygène dissous est à 50%, puis en juillet, comme en septembre, l'O<sub>2</sub> dissous est compris entre 10 et 20% au fond du lac. L'oxygène est donc quasi inexistant au fond du lac en été, limitant les processus de minéralisation. A noter la nature tourbeuse des substrats qui induit une forte teneur en matière organique peu dégradable.

**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.



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

Abbaye	07/04/10	25/05/10	26/07/10	15/09/10
Total (nombre cellules/ml)	11648	10816	9783	7235

Le peuplement phytoplanctonique présente une abondance moyenne à élevée.

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique est dominé par les diatomées avec l'espèce commune *Cyclotella costei*. Les Chrysophycées se développent massivement à partir de la 2<sup>ème</sup> campagne et dominent le peuplement algal avec les taxons *Stichogloea globosa* puis *Dinobryon divergens*. Quelques cyanophycées apparaissent sur l'été, elles représentent 20 % du biovolume mais plus de 70% de l'abondance cellulaire. On note également que des blooms de cyanophycées se sont produits entre les campagnes 2 et 3<sup>3</sup>.

Globalement, le peuplement phytoplanctonique est assez équilibré, les groupes algaux présents ne traduisent pas une eutrophisation marquée, même si les algues bleues sont bien présentes en période estivale. L'Indice phytoplanctonique (IPL) est de 31, qualifiant le milieu d'**oligotrophe** (l'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est de 43.7 : mésotrophe).

### Les oligochètes :

L'indice oligochètes global révèle un potentiel métabolique faible sur le lac de l'Abbaye avec une note de 4,5. La densité du peuplement est réduite à quelques individus, et les deux taxons présents indiquent une impasse trophique, élément vérifié par la physicochimie des sédiments.

### Les Macrophytes :

Le lac est bordé de milieux naturels composés de nombreuses zones humides (prairies, bas-marais) et de milieux plus artificialisés (plages, scierie, hôtel). Le recouvrement global de macrophytes sur le lac est estimé à 15 % environ pour une diversité moyenne d'espèces. Les communautés d'hydrophytes sont très clairsemées et éparées

Les peuplements de macrophytes observés sont assez typiques de ce type de lac carbonaté mésotrophe mais montrent une tendance légère vers le **mésotrophe**.

En effet, certaines communautés indiquent un niveau plutôt mésotrophe telles que les magnocariçaies à *Carex rostrata*, *Carex elata* et *Carex lasiocarpa*, ou les herbiers de characées à *Chara strigosa fo jurensis* ; tandis que les communautés de parvopotamaies à *Potamogeton gramineus et zizii*, indiquent

<sup>3</sup> Communication personnelle du propriétaire M. Piot : bloom algal visible début juin

des eaux méso-eutrophes à eutrophes. Les communautés à *Ceratophyllum demersum* sont indicatrices des eaux eutrophes.

Ces relevés ainsi que des études antérieures montrent que les herbiers de plantes vasculaires immergées en eau libre de même que les herbiers de characées ont régressé de manière importante entraînant la disparition de plusieurs espèces (*Chara hispida*, *Nitella syncarpa*).

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

Plusieurs espèces végétales patrimoniales ont été observées sur le lac :

- ✓ *Potamogeton gramineus* protégée en Franche-Comté ;
  - ✓ *Potamogeton x zizii* déterminante ZNIEFF en Franche-Comté (en danger critique d'extinction) ;
  - ✓ *Chara strigosa fo jurensis*, endémique du massif central franco-suisse ;
- Carex lasiocarpa* (Livre Rouge tome II, espèce à surveiller en France)

### L'Hydromorphologie :

Le lac de l'Abbaye est un lac naturel avec une double origine : il est issu d'un surcreusement glaciaire au sein d'une dépression synclinale du Crétacé. Il présente une superficie de 95 ha pour une profondeur maximale de 18 m. La reconnaissance hydromorphologique a été réalisée le 26 juillet 2010. Le plan d'eau ne présentait pas de marnage le jour de l'étude.

La méthode utilisée est le *Lake Habitat Survey* (LHS). Elle aboutit au calcul de deux indices :

- ✓ LHMS : évaluation de l'altération du milieu (plus la note de l'indice est élevée, plus le milieu présente des signes d'altérations : altération des conditions hydromorphologiques du plan d'eau, altérations liées aux usages du plan d'eau, développement d'espèces invasives) ;
- ✓ LHQA : évaluation de la qualité des habitats du lac (plus la note de l'indice est élevée, plus le plan d'eau présente des caractéristiques naturelles et une diversité d'habitats).

L'altération du milieu est modérée avec une note de 26/42. Le lac est bordé de zones humides pour plus 60% de son pourtour, la rive Sud est plus aménagée. Le lac subit une forte pression liée à son usage pour l'eau potable. Une activité de pêche existe également.

Les rives du plan d'eau sont essentiellement recouvertes de milieux naturels peu modifiés. On peut notamment observer des roselières de taille conséquente, mais aussi des bas marais. La zone littorale est cependant pauvre en espèces et semble en partie colmatée. La qualité des habitats apparaît assez bonne avec une note de 68/112.

LHMS		LHQA	
LHMS Score	26	LHQA	68
Shore zone modification	0	Riparian score	8
Shore zone intensive use	4	Shore score	16
In-lake pressures	8	Littoral score	24
Hydrology	8	Whole lake score	20
Sediment regime	6		
Introduced species	0		

## Annexe 7 : Résultats du suivi piscicole



### Fiche synthétique Etat du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **Abbaye**

Réseau : **DCE surveillance et opérationnel**

Superficie : **82 Ha**

Zmax : **19 m**

Date échantillonnage : **du 27 au 28/07/10**

Opérateur : **ONEMA (DR9, SD25 et SD39)**

nb filets benthiques : **34 (1530 m<sup>2</sup>)**

nb filets pélagiques : **6 (990 m<sup>2</sup>)**

### Composition et structure du peuplement :

Espèce Code	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
	effectifs ind	Biomasse gr	numériques %	Pondéraux %	numériques ind/1000 m <sup>2</sup> filet	Pondéraux gr/1000 m <sup>2</sup> filet
<b>BRO</b>	5	9007	0,3	11,2	2,0	3574,2
<b>GAR</b>	422	10557	26,9	13,2	167,5	4189,3
<b>PER</b>	478	10096,3	30,5	12,6	189,7	4006,5
<b>ROT</b>	650	32628,6	41,5	40,6	257,9	12947,9
<b>TAN</b>	12	18021	0,8	22,4	4,8	7151,2
<b>Total</b>	<b>1567</b>	<b>80309,9</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>621,9</b>	<b>31869,1</b>

*BRO : brochet / GAR : gardon / PER : perche / ROT : rotengle / TAN : tanche*

**Tab. 1 : résultats de pêche sur le lac de l'Abbaye (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus)**

En 2010, le peuplement du lac de l'Abbaye est composé de **5** espèces. L'échantillon est dominé et principalement constitué par le tryptique rotengle-perche-gardon qui représente 98,9% des effectifs et 66,4% de la biomasse. L'échantillon récolté apparaît complet et cohérent avec la morphologie et le fonctionnement du plan d'eau. En effet, le lac de l'Abbaye est un plan d'eau naturel, de moyenne altitude, moyennement profond, à tendance dystrophique avec des apports de matière organique liés à la présence de tourbières sur une partie de son pourtour, et une très forte production primaire. Ainsi, le lac de l'abbaye présente en période printanière et estivale une désoxygénation marquée de sa zone profonde et seuls les 8 premiers mètres sont oxygénés en période estivale pour l'année 2010.

Comparativement à 1982, les espèces contactées sont identiques. Les rendements numériques et pondéraux du tryptique dominant ont nettement progressé (rendement pondéral doublé et rendement numérique multiplié par 20). La tanche accuse une légère régression comparativement à 1982 tandis que le brochet reste stable. Il convient cependant de rester vigilant sur la comparaison de ces rendements au vu des différences de protocoles d'échantillonnage utilisés. Toutefois, ces comparaisons révèlent une tendance évolutive des principales populations. Ainsi, le peuplement du lac ces 20 dernières années n'a pas changé dans sa composition spécifique mais ces rendements ont nettement progressé.

En comparaison par rapport à d'autres valeurs observées en application du même protocole d'échantillonnage sur d'autres lacs naturels de l'arc jurassien, ces rendements obtenus sur le lac de l'Abbaye s'avèrent être élevés. Le lac présente désormais des rendements supérieurs aux lacs des Rousses et de Remoray.

### Distribution spatiale des captures :

La distribution verticale des espèces sur le lac de l'Abbaye pour la période d'échantillonnage montre une quasi absence d'individus au-delà de 12 mètres de profondeur. Cette répartition est à relier aux conditions d'oxygénation avec une zone profonde du lac complètement désoxygénée. A partir de 8 mètres, la concentration en oxygène est en dessous de 2,5 mg/l correspondant à moins de 30% de saturation. En zone benthique, les individus se répartissent jusqu'au niveau de la strate 6 – 12 mètres tandis qu'en zone pélagique, seule la strate 0 – 6 mètres est occupée.

La plus forte densité d'individus toutes espèces confondues s'observe au niveau des strates 0 – 6 mètres. Les gardons et les perches se répartissent préférentiellement en zone littorale tandis que les rotengles occupent à la fois la zone littorale mais également la zone pélagique.

D'une façon générale, la distribution verticale apparaît cohérente avec la physico-chimie du plan d'eau et plus particulièrement avec l'oxygénation de l'hypolimnion. Cette distribution se révèle être similaire à 1982 avec une désoxygénation de l'hypolimnion similaire.

Strates	Benthiques					Pélagiques				
	BRO	GAR	PER	ROT	TAN	Strates	BRO	GAR	PER	ROT
0 - 3 m	2	78	311	179	8	0 - 6 m	2	85	7	266
3 - 6 m	1	174	139	113	1	6 - 12 m				
6 - 12 m		84	21	92	1	12 - 20 m				
12 - 18 m		1			2					
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>337</b>	<b>471</b>	<b>384</b>	<b>12</b>	<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>85</b>	<b>7</b>	<b>266</b>

*BRO : brochet / GAR : gardon / PER : perche / ROT : rotengle / TAN : tanche*

**Tab. 2 :** distribution spatiale des captures observées en 2010 sur le lac de l'Abbaye (effectifs bruts)

### Structure des populations majoritaires :

Concernant la population de perches, elle est constituée en grande partie de juvéniles, les adultes sont en sous abondance au niveau numérique. Ainsi, si la densité d'alevins et de juvéniles est relativement importante, comme dans de nombreux cas comparables, cette réussite de la reproduction et survie de fin d'automne ne se traduit pas par une densité forte de sujets plus âgés. Par ailleurs, sur le lac de l'Abbaye, l'exploitation de cette ressource est plutôt conséquente et peut également expliquer cette sous abondance des individus adultes.

Le recrutement du gardon apparaît tout à fait correct avec une très forte densité de juvéniles. Les adultes sont également sous-représentés.

Concernant la population de rotengle, cette dernière est constituée majoritairement de juvéniles. Les individus adultes sont bien représentés. La population apparaît de ce fait équilibrée.

De façon globale, pour les trois précédentes espèces à caractère phytophile, un bon succès de reproduction est observé comparativement à 1982 où les juvéniles étaient quasi absents de ces populations. Ceci peut potentiellement être relié aux fluctuations du niveau de plan d'eau.

### Éléments de synthèse :

**Au vu de ces résultats, le peuplement piscicole du lac de l'Abbaye apparaît stable par rapport à 1982 et cohérent avec sa morphologie et son fonctionnement. Les rendements numériques et pondéraux ont nettement progressé en lien avec des succès de reproduction de la perche, du gardon et du rotengle. L'état général peut être qualifié de bon.**

### Bibliographie :

Service régional de l'aménagement des eaux, **1982**. Le lac de l'abbaye (Massif du Jura). Etude écologique et biologique – Diagnose.