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

Abbaye

(39 : Jura)

Campagnes 2013

V2 – Janvier 2016 (Intégration des résultats piscicoles 2014)
V1 – 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
Sur EAU	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
Sur EAU	Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants sur eau*	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond	X	X	X	X
Sur EAU	Pigments chlorophylliens	Chlorophylle a + phéopigments	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond				
Sur EAU	Minéralisation	Ca^{2+}, Na^{+}, Mg^{2+}, K^{+}, dureté, TA, TAC, SO_4^{2-}, Cl^{-}, HCO_3^{-}	Intégré	X			
			Ponctuel de fond				
Sur SEDIMENTS	*Eau interstitielle :* Physico-chimie	PO4, Ptot, NH4	Prélèvement au point de plus grande profondeur				X
Sur SEDIMENTS	*Phase solide (<2mm)* Physico-chimie	Corg., Ptot, NKJ, Granulomètrie, perte au feu					
Sur SEDIMENTS	*Phase solide (<2mm)* Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants sur sédiments*					
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Prélèvement Intégré (Cemagref/Utermöhl)	X	X	X	X
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Invertébrés benthiques	Lacs naturels : IBLsimplifié		X		
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE			Retenues : IOBL (NF T90-391)		X		
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Macrophytes	Norme XP T 90-328			X	
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Hydromorphologie	en charge de l'ONEMA			X	
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)		X		

** se référer à l'annexe 5 de la circulaire du 29 janvier 2013 relative à l'application de l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux.*
Pour plus de détails techniques sur la méthodologie employée et les protocoles utilisés, consulter le rapport annuel.

Outils d'interprétation *(détails en annexe 2)*

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

Diagnose rapide

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

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

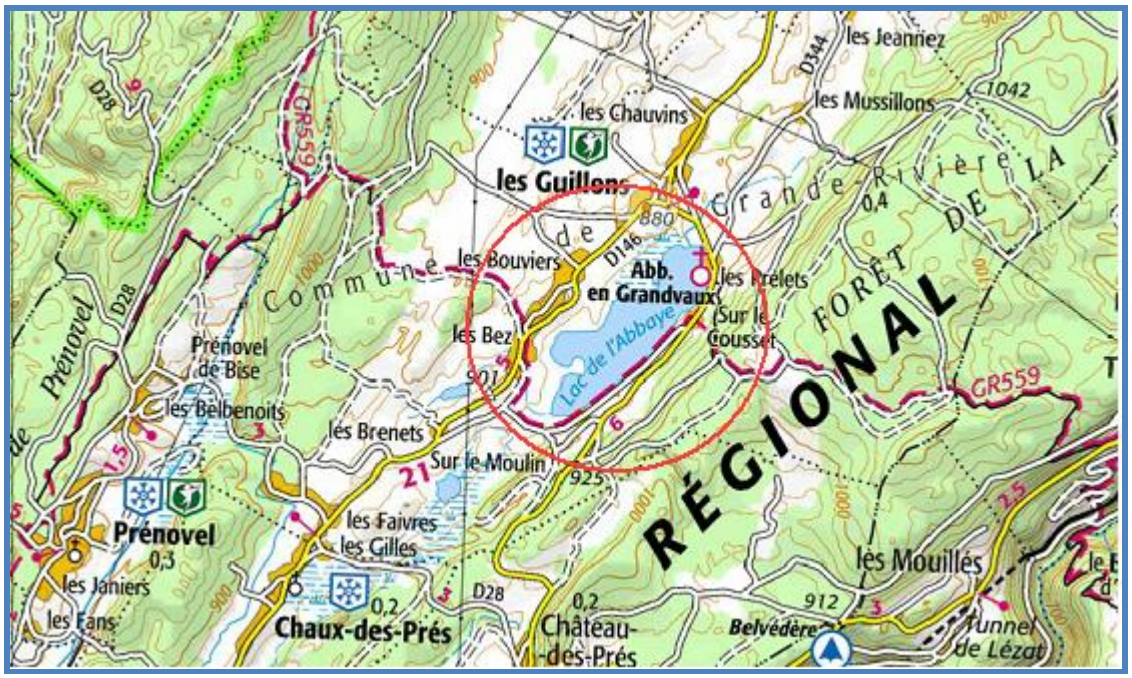
La présente note synthétique définit également un état écologique et un état chimique liés à un niveau de confiance. Cette évaluation est réalisée suivant les préconisations de l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel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

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Lac de l'Abbaye**
Code lac : **V2415023**
Masse d'eau : **FRDL23**
Département : **39 (Jura)**
Région : **Franche-Comté**
Origine : **Naturelle** (Masse d'Eau Naturelle)
Typologie : **N4 = lac naturel de moyenne montagne calcaire, profond**
Altitude (NGF) : **879**
Superficie (ha) : **82**
Volume (hm^3) : **5,8**
Profondeur maximum (m) : **19,5**
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 / **2013**
Objectif de bon état :	**2015**

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



Carte de localisation du lac de l'Abbaye (Jura, base carte IGN 1:100 000).

Résultats - Interprétation

Le lac de l'Abbaye est situé à 879 mètres d'altitude, sur la commune de Grande-Rivière, dans le département du Jura. Les placages glaciaires déposés lors de sa formation ont largement favorisés la formation de tourbières et de prairies humides au sein du berceau lacustre.

La cuvette atteint une profondeur de 19 mètres pour une superficie de 80 hectares. La contenance du lac est de l'ordre de 5,8 millions de m^3. L'émissaire du lac, se situant au niveau d'une perte au sud du lac, achemine les eaux quelques 20 kilomètres en contrebas par un réseau souterrain, dont les exsurgences alimentent la rivière de la Bienne. Au vu de la complexité de l'appréhension de la circulation hydrologique, le temps de séjour des eaux du lac est estimé à 2 ans.

Diagnose rapide

Les résultats obtenus pour les différents indices sur le lac de l'Abbaye témoignent d'un lac **mésotrophe à tendance eutrophe,** avec une forte discordance des compartiments « eau » et « sédiments ».
La faible disponibilité hivernale en azote et phosphore se traduit par un indice nutrition bas et une production phytoplanctonique modérée. L'indice dégradation, significatif, met en lumière la forte désoxygénation estivale des couches d'eau profondes.
L'hypoxie au niveau de l'hypolimnion entraîne un important relargage de l'important stock nutritionnel sédimentaire. La nature tourbeuse de la cuvette lacustre se reflète dans un indice de stockage de la matière organique du sédiment très fortement pénalisant (perte au feu : 42,8%).
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 l'Abbaye est classé en **état écologique moyen** d'après les résultats obtenus en 2013 (cf. annexe 4).

Ce résultat est cependant à nuancer puisqu'il est uniquement lié à la valeur de l'indice phytoplanctonique (IPL) et la valeur obtenue pour cet indice se situe en limite de classe d'état bon/moyen.

Le lac de l'Abbaye 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.

Bien que le compartiment sédiment ne soit pour l'instant pas pris en compte en termes d'évaluation de l'état chimique, il convient cependant de noter que de nombreuses substances (Métaux, HAP, PCB) ont été quantifiées dans les sédiments et que certaines valeurs de métaux et de HAP sont particulièrement élevées (parmi les plus fortes valeurs enregistrées en plan d'eau sur les bassins RM et C).

L'étude hydromorphologique n'a pas été réalisée en 2013.

L'étude de la végétation aquatique : la qualification d'un état trophique à partir de la végétation aquatique est délicate compte tenu de la faible représentativité de cette dernière. Les espèces recensées traduiraient plutôt la présence d'un milieu ***méso-eutrophe.***

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

S'agissant de la deuxième 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 2014 par l'ONEMA (annexe 8).

En 2014, le peuplement piscicole du lac de l'Abbaye affiche comme en 2010 une diversité cohérente avec sa morphologie et son fonctionnement. Néanmoins, l'absence d'espèces polluo-sensibles telles que la truite de rivière et le vairon témoigne d'anomalies dans le fonctionnement du lac.
Les rendements pondéraux et numériques de 2014 sensiblement identiques à ceux de 2010, expriment une certaine stabilité du lac avec cependant des valeurs insuffisantes pour un plan d'eau de ce type en bon état.
Les espèces inféodées aux bordures telles que le gardon et le rotengle ont des populations dynamiques alors que la perche commune, plus intégratrice du fonctionnement du lac est dans un moins bon état.
L'état général du lac de l'Abbaye peut donc être qualifié de moyen en lien vraisemblablement avec des perturbations de nature anthropiques (soutirage excessif des eaux, contaminations des sédiments par les PCBs, HAP et DEHP, apports excessifs en nutriments).

Annexes

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[1]
$I_C = 16 + 41{,}89 \times \log_{10}(X+0{,}5)$ 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[2].

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

Indice Consommation journalière en O_2 dissous
$I_{O2j} = -50 + 62 \times \log_{10}(X+10)$ où X est la valeur de la consommation journalière en oxygène dissous en $mg/m^3/j$.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les indices biologiques sont au nombre de trois :

L'Indice Planctonique est calculé à partir des listes floristiques obtenues lors des différentes campagnes de la période de production biologique.
L'indice s'appuie sur des coefficients de qualité (Qi) attribués à chaque groupe algal (*les coefficients les plus élevés étant attribués aux groupes les plus liés à l'eutrophisation*) et sur des classes d'abondances relatives (Aj).

IP = moyenne de Σ Qi x 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 x $\log_{10}$(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 + 3log10 (D+1) où S = nombre de taxons parmi les oligochètes comptés et D = densité en oligochètes pour 0,1 m².

L'Indice Mollusques : IM = 122 – 92 x $\log_{10}$(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.

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 Zmax	- Gastéropodes et Bivalves présents	8	**Léman (1963)**
	- Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7	**Bourget (1940)**, Longemer (1977), Grand Maclu (1983). Chalain (1984),
	Absence de mollusques en Z_1		
	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	6	**Lac Léman (1987)**, Saint-Point (1978) Grand Clairvaux (1982), Laffrey (1989).
Z_2 = -10 m (20 m)(2)	- Un seul genre de Gastéropode présent	5	**Le Bourget (1988)**, Rémoray (1978 et 1989), Les Rousses (1980).
	- Gastéropodes absents, pisidies présentes(1)	4	Gérardmer (1977), l'Abbaye (1980), Petit Clairvaux (1982), Val (1986).
	Absence de mollusques en Z_2		
	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	3	*Petit Maclu (1983), Antre (1984), Petit Etival (1985).*
	- Un seul genre de Gastéropode présent	2	*Grand Etival (1985)*
Z_3 = -3 m (5-6 m)(2)	- Gastéropodes absents, pisidies présentes(1)	1	Ilay (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 – Limites des classes d'état					PLANS D'EAU D'ORIGINE ANTHROPIQUE
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	
Phytoplancton	[Chl-a] moyenne estivale (µg/l)	Cf. Arrêté [1]					
	IPL (Indice Planctonique)	25	40	60	80		
Invertébrés	IMOL (Indice Mollusque)*	8	7	4	1		
	IOBL (Indice Oligochètes de Bioindication Lacustres)*	15	10	6	3		

** : paramètres complémentaire pour conforter le diagnostic*

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

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

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

- Eléments physico-chimiques généraux

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Nutriments					
N minéral maximal (NO3 + NH4)(mg N/l)	0,2	0,4	1	2	
PO4 maximal (mg P/l)	0,01	0,02	0,03	0,05	
Phosphore total maximal (mg P/l)	0,015	0,03	0,06	0,1	
Transparence					
Transparence moyenne estivale (m)	5	3,5	2	0,8	
Bilan de l'oxygène					
Présence ou absence d'une désoxygènation 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 ($NH_4^+ + NO_3^-$) : 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_4^{3-} 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'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

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

NQE_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle

Au sein des éléments de qualité (EQ), c'est la règle du paramètre le plus déclassant qui est retenue.
L'état écologique (plans d'eau naturels) est donné par l'EQ le plus déclassant (dans la limite de l'état « moyen » pour la physico-chimie et les polluants spécifiques). Les éléments hydromorphologiques n'interviennent que pour le classement en très bon état d'une masse d'eau (indicateur des éléments hydromorphologiques en cours de construction).
Le potentiel écologique (plans d'eau anthropiques) est évalué à partir du paramètre chlorophylle a et des éléments physico-chimiques. Pour pallier l'absence de tous les indicateurs biologiques adaptés pour évaluer le bon potentiel, on considère que les pressions hydromorphologiques hors contraintes techniques obligatoires (CTO) se traduisent par un effet négatif sur les potentialités biologiques des masses d'eau (Cf. arrêté du 25 janvier 2010 : tableau permettant d'attribuer une classe de potentiel écologique en prenant en compte les pressions hydromorphologiques non imposées par les CTO).
Dans le cadre de cette note d'interprétation, il a été considéré que les pressions hydromorphologiques non imposées par les CTO étaient nulles à faibles ce qui induit que le potentiel écologique de la masse d'eau est alors défini par les seuls indicateurs biologiques et physico-chimiques.

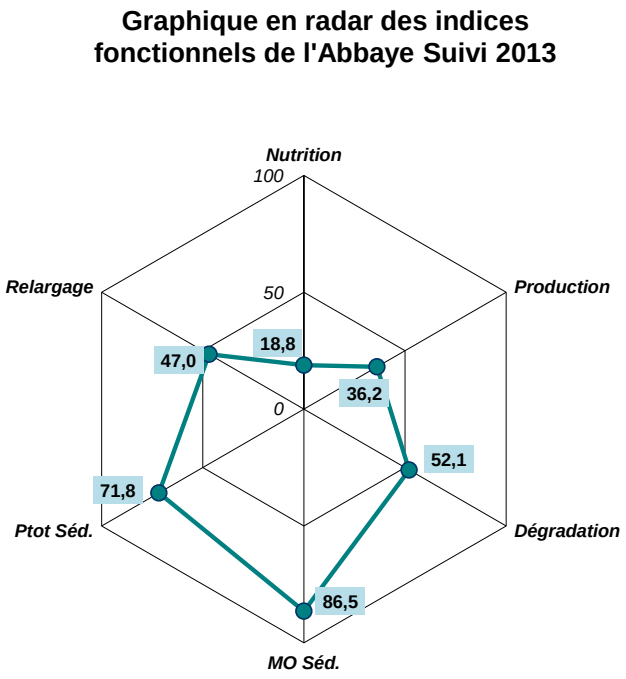
Un niveau de confiance est attribué à l'état écologique (selon la qualité de la donnée prise en compte, si l'ensemble des EQ ont été déterminés…). Trois niveaux de confiance sont distingués : 3 (élevé), 2 (moyen), 1 (faible).

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

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

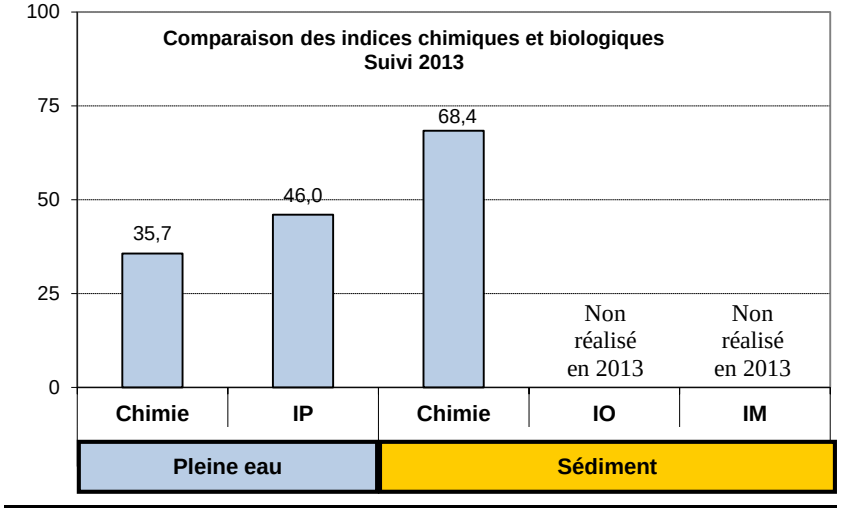
Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :
Le calcul des indices avec la valeur des paramètres utilisés est résumé page suivante.



Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent d'un lac **mésotrophe à tendance eutrophe,** avec une forte discordance des compartiments « eau » et « sédiments ».
La faible disponibilité hivernale en azote et phosphore se traduit par un indice nutrition bas et une production phytoplanctonique modérée. L'indice dégradation, significatif, met en lumière la forte désoxygénation estivale des couches d'eau profondes.
L'hypoxie au niveau de l'hypolimnion entraîne un important relargage de l'important stock nutritionnel sédimentaire. La nature tourbeuse de la cuvette lacustre se reflète dans un indice de stockage de la matière organique du sédiment très fortement pénalisant (perte au feu : 42,8%).

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 (IP) traduisent globalement le milieu comme mésotrophe. Les disponibilités nutritionnelles et la production primaire restent modérées au niveau de la tranche supérieure de la colonne d'eau. Il est toutefois à noter la présence récurrente au cours des campagnes estivales, à près de 20% du biovolume phytoplanctonique, de groupes à forte affinité trophique telles que les cyanobactéries et certaines chlorophycées.
Le compartiment sédiment est fortement pénalisé par la très forte teneur en matière organique de la cuvette tourbeuse. Les phénomènes de dégradation et de décomposition consomment largement l'oxygène disponible en profondeur, induisant à leur tour la remise en suspension dans la colonne d'eau des minéraux stockés dans les sédiments.
Globalement, les indices physico-chimiques et biologiques, au niveau de l'eau et des sédiments, qualifient le lac de l'Abbaye de **mésotrophe à tendance eutrophe**.

Lac de l'Abbaye

Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

Suivi 2013

Les indices physcico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	***indice Ptot hiver***	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	***indice Ntot hiver***	**INDICE NUTRITION moyen**
2013	0<x<0.01	0<x<36	0<x<0.75	0<x<39	18,8

	Secchi moy (m) *(3 campagnes estivales)*	***indice Transparence***	Chloro a + Phéop. (µg/l) *(moy 3 camp. estivales)*	***indice Pigments chlorophylliens***	**INDICE PRODUCTION**
2013	4,5	38,6	2<x<2.3	32.7<x<34.7	36,2

	Conso journalière en O2 (mg/m^3/j)	**INDICE DEGRADATION**
2013	34,3	52,1

Calculé entre C1 et C4

	perte au feu (% MS)	**indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd**
2013	42,8	86,5

	Ptot séd (mg/kg MS)	**indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd**
2013	2107	71,8

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)	***indice Ptot eau interst***	NH4 eau interst séd (mg/l)	***indice NH4 eau interst***	**INDICE RELARGAGE moyen**
2013	0,09	28,5	14,10	65,4	47,0

Les indices biologiques

	Indice planctonique IP	Oligochètes IOBL global	***Indice Oligochètes IO***	Mollusques IMOL	***Indice Mollusques IM***
2013	46	Non réalisé	-	Non réalisé	-

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 l'Abbaye a un temps de séjour évalué à 345 jours qui le place en temps de séjour long.

			Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Elément de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
Nom ME	**Code**	**Type**	***Biologiques***	***Physico-chimiques généraux***				
Abbaye	FRDL23	MEN*	MOY	B	B	Non déterminé	MOY	**2/3**

* MEN : masse d'eau naturelle.

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

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, les quatre métaux figurant à la liste des polluants spécifiques ont été quantifiés durant le suivi, sans toutefois dépasser les normes de qualités environnementales (NQE) définies pour ces paramètres. Arsenic, chrome et cuivre ont été ont fait l'objet d'une seule quantification tandis que le zinc a été quantifié à chacune des campagnes (5 échantillons/8). Une valeur en zinc a été qualifiée d'incertaine en raison de la forte concentration obtenue (échantillon intégré du 18 septembre : 15,2 µg/l) comparativement aux valeurs habituellement rencontrées sur ce plan d'eau (entre 1,2 et 4,8 µg/l lorsque ce paramètre a été quantifié) et au résultat obtenu sur la même campagne à partir de l'échantillon de fond (< 1 µg/l). Cette valeur n'a donc pas pris part au calcul de l'évaluation de l'état du plan d'eau.

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

			Paramètres biologiques		Paramètres physico-chimiques généraux			
Nom ME	**Code**	**Type**	**Chlo-a**	**IPL**	**N_{min} max**	**PO_4^{3-} max**	**Ptot. max**	**Transp.**
Abbaye	FRDL23	MEN*	1,33	46	x < 0,26	0,0033	x < 0,01	4,5

* MEN : masse d'eau naturelle.

Seul l'élément de qualité phytoplanctonique n'atteint pas le bon état (en raison du paramètre IPL). Le lac de l'Abbaye est donc classé en **état écologique moyen**

Le résultat obtenu pour l'IPL se situe en limite de classe faisant basculer de l'état bon à moyen.

Chlo-a : concentration moyenne estivale en chlorophylle-a dans la zone euphotique (µg/L).
IPL : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.
Nmin max : concentration maximale en azote minéral (NO_3^- + NH_4^+) (mg/L).
PO_4^{3-} 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-chimiques généraux***
Nom ME	**Code ME**	**Type**	**IMAIL**	**Déficit O_2**
Abbaye	FRDL23	MEN*	NC**	96,0

* 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 exprime la forte 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 O2 : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%). Pour chacune des campagnes C2, C3 et C4, on calcule le déficit : D= (O_2(s)- O_2 (f))/ O_2 (s), avec O_2 (s) la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 premiers mètres et le fond 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
Abbaye	Bon

Le lac de l'Abbaye 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 phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP*. Il a été quantifié une seule fois (échantillon de fond du mois de juillet : 0,45 µg/l).
- Un organoétain : le tributylétain-cation, quantifié uniquement sur l'échantillon de fond de la campagne du 28 mai (0,0015 µg/l).

  Les organoétains sont principalement utilisés comme biocides (bactéricides, pesticides, fongicides), dans les peintures (notamment les « antisalissures » pour bateaux), dans le traitement du papier, du bois et des textiles industriels et d'ameublement.

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).

Aucune de ces substances n'a été quantifiée.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 4 autres paramètres ont été quantifiés :

- Il s'agit de 4 métaux : baryum, uranium (systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur les échantillons intégrés et le fond), cobalt et titane.

** 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, 52 ont été quantifiées. Il s'agit principalement de métaux (24 substances), de HAP (16 substances) et de PCB (10 congénères).
Deux isomères du crésol ont également été quantifiés, le crésol-para (14429 µg/kg de Matières Sèches – MS) et le crésol-méta (54 µg/kg MS). Les isomères du crésol peuvent être utilisés pour la fabrication de résines synthétiques, pesticides, antiseptiques et désinfectants.

Les concentrations observées en plomb (162,9 mg(Pb)/Kg MS) et en zinc (262,4 mg(Zn)/Kg MS) sont particulièrement élevées et se situent parmi les plus fortes valeurs mesurées en plans d'eau pour ces paramètres sur la période 2007-2013.

Concernant les HAP, de nombreux paramètres sont quantifiés pour une concentration totale mesurée en HAP très élevée puisque atteignant presque 12 000 µg/kg MS. Les valeurs les plus

fortes sont obtenues pour le benzo(b)fluoranthène (1906 µg/kg MS), le fluoranthène (1866 µg/kg MS), le pyrène (1144 µg/kg MS) et le benzo(ghi)pérylène (1059 µg/kg MS). **Ces valeurs se situent également parmi les plus fortes valeurs mesurées en plans d'eau sur la période 2007-2013.**

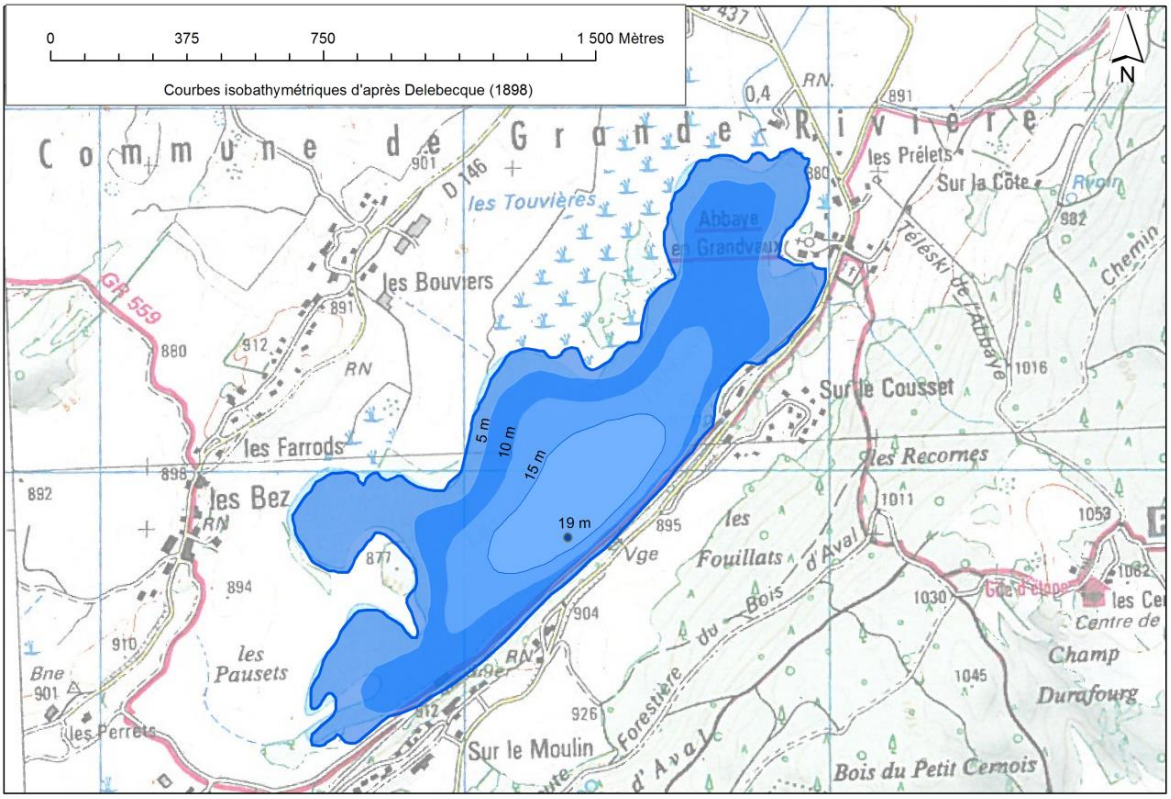
23 PCB (polychlorobiphényles) ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 18 septembre 2013. Dix congénères ont été quantifiés pour une concentration totale en PCB atteignant 24,5 µg/kg MS (de 1,1 à 4,7 µg/kg MS par congénère).

Ces résultats en métaux, HAP et PBC sont cohérents avec les concentrations mesurées lors du précédent suivi de 2010 et confirment la contamination des sédiments par ces substances.

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

Le lac de l'Abbaye est situé à 879 mètres d'altitude, sur la commune de Grande-Rivière, dans le département du Jura. Il est positionné au sein d'une dépression synclinale, modelée par le plissement du massif du Jura consécutif au soulèvement des Alpes, et le surcreusement au cours des dernières glaciations. Augmentant l'imperméabilité de surface, les placages glaciaires ainsi déposés ont largement favorisé la formation de tourbières et de prairies humides au sein du berceau lacustre.

La cuvette lacustre atteint une profondeur de 19 mètres pour une superficie de 80 hectares. La contenance du lac est de l'ordre de 5,8 millions de m^3. Le bassin versant topographique, relativement restreint, est de l'ordre de 3,25 km². Les écoulements de surface y sont rares et limités à deux petits cours d'eau, les ruisseaux de la Maladie et de l'Abbaye, situés au niveau septentrional du plan d'eau. Les arrivées d'eau semblent essentiellement liées à des phénomènes de circulations karstiques et à des résurgences sous lacustres, élargissant significativement le bassin versant réel.
L'émissaire du lac, se situant au niveau d'une perte au sud du lac, achemine les eaux quelques 20 kilomètres en contrebas par un réseau souterrain, dont les exsurgences alimentent la rivière de la Bienne. Au vu de la complexité de l'appréhension de la circulation hydrologique, le temps de séjour des eaux du lac est estimé à 2 ans.



Bathymétrie du plan d'eau de l'Abbaye.

Le climat est rude, de type continental montagnard humide, avec une température moyenne annuelle de l'ordre de 6°C et une pluviométrie moyenne annuelle proche de 1800 mm. La période de prise en glace des eaux du lac, de 3 à 4 mois, est comprise entre les mois de novembre et mars. Selon la typologie nationale, c'est un lac de type N4, soit un lac profond de moyenne montagne calcaire, ayant un fonctionnement de type dimictique. Il est compris dans l'hydro-écorégion de rang 1 «Jura-Préalpes du Nord».

Les prairies et tourbières occupent près de 50% du bassin versant, avec une omniprésence de l'élevage bovin. Les hameaux d'habitation sont relativement diffus sur le territoire, totalisant près de 400 habitants hors périodes touristiques. Les boisements, principalement de conifères, occupent le reste du bassin.

Le lac est privé, et les activités sont essentiellement touristiques (canotage, baignade). La pêche est

privée et réglementée. Il existe également une scierie située au niveau de l'exutoire, dont un droit d'eau lui permet la production d'électricité. Le Syndicat Intercommunal des Eaux du Grandvaux gère également une station de pompage d'eau potable à l'est du plan d'eau, avec un prélèvement journalier maximum autorisé de 4400 m^3. Ces différentes activités peuvent générer un marnage de l'ordre de 1 à 1,5 mètre.

De nature oligo-mésotrophe, le lac de l'Abbaye a subi d'importantes dégradations d'un point de vue écologique et fonctionnel au cours des dernières décennies, notamment traduites par la forte régression d'espèces végétales polluosensibles. Selon une étude du conseil général de 1999, le ruisseau de l'Abbaye est le siège d'une importante pollution temporaire en azote et phosphore. Les suivis antérieurs récents dénotent l'état du lac de l'Abbaye comme méso-eutrophe, avec des sédiments profonds de mauvaise qualité et d'importants problèmes d'oxygénation des couches profondes. L'état chimique des eaux, au sens de la DCE, est considéré comme bon.

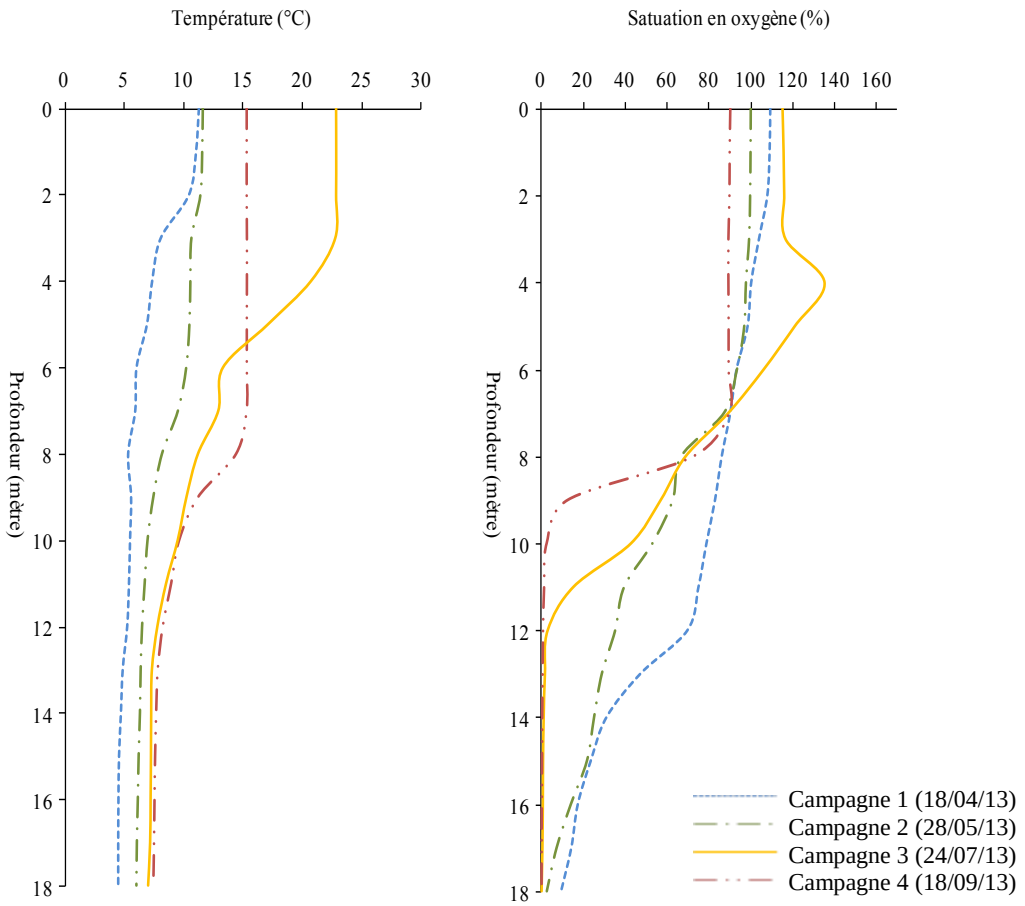
Calendrier des interventions sur le lac de l'Abbaye en 2013.

		Physico-chimie		Compartiments biologiques		
		eau	sédiment	Phytoplancton	IBLsimpl.	Macrophytes
C1	18/04/2013					
C2	28/05/2013					
C3	24/07/2013					
C4	18/09/2013					

La première campagne de prélèvement a eu lieu une semaine après le dégel complet du plan d'eau, alors que l'activité biologique du plan d'eau commençait à s'amorcer. Le reste de l'année 2013 a été relativement pluvieux avec des températures modérées, et la cote du plan d'eau est restée stable. Les cycles thermiques saisonniers de la colonne d'eau ont cependant 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 :

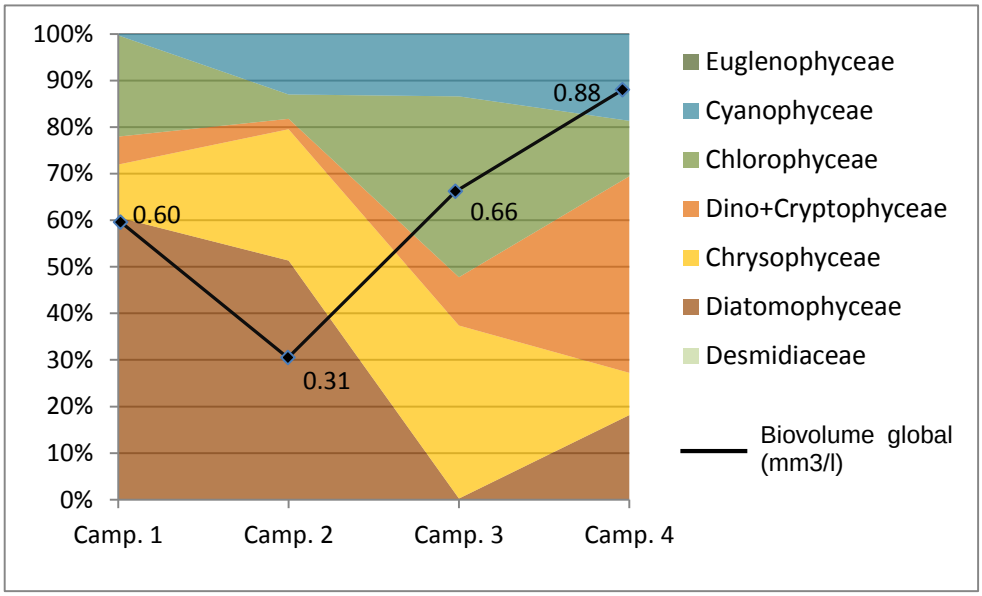


La colonne d'eau se stratifie thermiquement au cours des campagnes estivales avec la mise en place d'une thermocline entre 6 et 8 mètres de profondeur. Les couches profondes restent fraîches, évoluant progressivement de 4,5 à 7,5°C avec les campagnes. Les eaux de surface atteignent près de 23°C en surface en période estivale.

L'hypolimnion présente une hypoxie très marquée sur les derniers 8 à 9 mètres de profondeur. La zone profonde reste cependant désoxygénée même hors période de stratification. En raison de la photosynthèse, la surface et l'épilimnion présentent des sursaturations marquées au cours des trois premières campagnes, mais n'atteint que 89% de saturation au cours du mois de septembre.

Le peuplement phytoplanctonique :

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

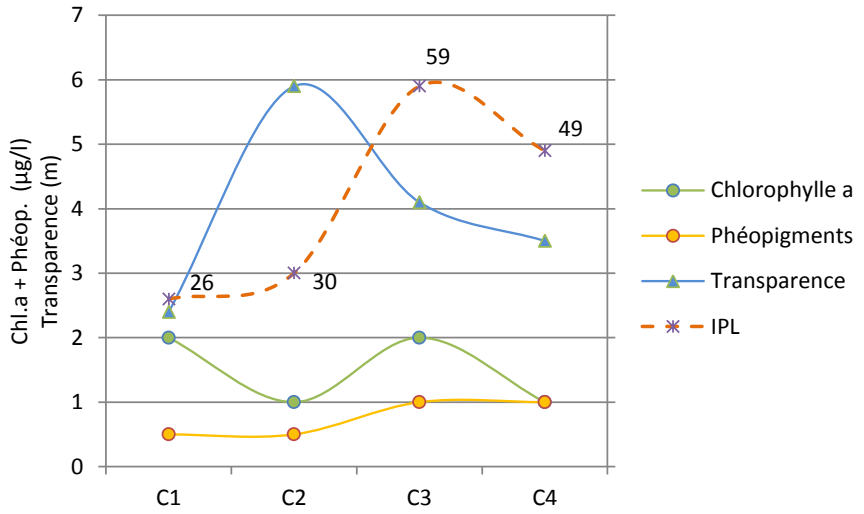


Répartition du phytoplancton sur le lac de l'Abbaye à partir des biovolumes (mm^3/l)

Le tableau ci- dessous donne les abondances et le biovolumes phytoplanctoniques à chaque campagne.

Abbaye	**18/04/2013**	**28/05/2013**	**24/07/2013**	**18/09/2013**
Total (nombre cellules/ml)	**5480**	**7851**	**56944**	**61719**
Biovolume total (mm^3/l)	**0,60**	**0,31**	**0,66**	**0,88**

Classiquement, les concentrations pigmentaires (chlorophylle *a* et phéopigments) et la transparence évoluent conjointement. Essentiellement liés à la forte présence de petites cyanobactéries coloniales (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Chroococcus*), les biovolumes et concentrations algales augmentent très fortement au cours des dernières campagnes. Relativement pauvres en chlorophylle *a*, la prépondérance de ces derniers taxons, fortement pénalisants dans le calcul de l'IPL, ne se reflète pas sur les pigments quantifiés, alors que la transparence baisse sensiblement. On peut observer une phase des eaux claires au printemps avec une forte augmentation de la transparence et une baisse des biovolumes algaux et de la chlorophylle.



		C1 18-avr	C2 28-mai	C3 24-juil	C4 18-sept
Chlorophylle a	*µg/l*	2	1	2	1
Phéopigments	*µg/l*	0,5*	0,5*	1	1
Transparence	*m*	2,4	5,9	4,1	3,5

** <seuil de quantification (1µg/l) = 1/2 seuil*

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

L'**IPL** moyen, calculé sur les biovolumes algaux des trois campagnes de production, est de 46/100, caractérisant le milieu comme **mésotrophe**.
Les peuplements hivernaux sont dominés par les diatomées et les chrysophycées, groupes à tendance psychrophiles[3]. Composées de taxons de très petites tailles, les très fortes concentrations de cyanobactéries estivales (taxons ne présentant pas de risques sanitaires) ne se retrouvent que partiellement dans une analyse des peuplements en terme de biovolume. L'écologie des taxons estivaux traduit un milieu largement mésotrophe.

Macro-invertébrés benthiques (IBL$_{simplifié}$) :

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

Les prélèvements sont situés à 2 isobathes (7 en zone sublittorale et 5 en zone centrale correspondant à 75% de la profondeur maximale du plan d'eau).
Les prélèvements de macro-invertébrés benthiques dans le lac de l'Abbaye 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 la ***désoxygénation chronique*** de sa zone profonde. En effet, le mode de respiration branchial, bien représenté au niveau de la zone littorale (-3 mètres), disparaît largement en profondeur (0,75 Z_{max}= 14 mètres).
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 l'Abbaye se présente comme un milieu ***méso-eutrophe***.
De la même façon, les différentes valeurs saprobiales, représentant la pollution organique, ou l'accumulation de matière organique, présentent le lac de l'Abbaye comme un lac ***mésosaprobe*** à tendance ***dystrophe***, mettant en évidence le fort taux de matière organique au sein de ses sédiments.

[3] Organismes adaptés à vivre à de basses températures.

Les Macrophytes (IBML):

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 l'Abbaye 3 UO caractérisant les principaux types de rives ont été étudiées. Ainsi la berge localisée au nord-est est rapidement profonde (UO1). Elle est par ailleurs relativement anthropisée (plage, route surplombante). A contrario, la rive localisée au nord-ouest du lac ainsi que ses 2 extrémités sont occupées par différents types de zones humides dont un bas-marais alcalin au niveau de l'unité UO2 et une saulaie basse à Saule cendré (*Salix cinerea*) et Saule à feuille de laurier (*Salix pentandra*) en UO3. Ces deux dernières unités UO2 et UO3 sont bordées par un ourlet d'hélophytes en contact avec le lac (Scirpo-phragmitaie et/ou magnocaricaie).
Au niveau de l'UO1, la flore hélophytique et supra-aquatique est peu développée. Quelques îlots de *Phragmites australis* et de *Carex elata* demeurent. La flore aquatique de la zone littorale est par ailleurs extrêmement réduite en extension et limitée à la zone des 4-7 m. A ce niveau, 3 espèces de characées très faiblement représentées ont été recensées et cela uniquement au niveau du profil central.
La zone de contact du bas marais avec le lac au niveau de l'UO2 est dominée par des hélophytes (*Phragmites australis*, *Scirpus lacustris* et *Carex elata*) au sein desquelles il est possible d'observer le rare hybride *Potamogeton X zizii* (4 *P. gramineus* x 3 *P. lucens*). La végétation strictement aquatique est *a contrario* très peu développée avec uniquement la détection de *Myriophyllum spicatum* au niveau de 3 points de prospection sur 90.
Entre la saulaie de l'UO3 et le plan d'eau se développent des hélophytes dont les plus fréquemment observées sont *Carex acuta* et *C. elata* (magno-caricaie), *Phragmites australis* puis *Scirpus lacustris* (Scirpo-phragmitaie). A l'image de l'unité 2, les hydrophytes strictes sont très peu représentées avec la détection ponctuelle de *Potamogeton lucens*. A partir de 2 m de hauteur d'eau et jusqu'à la limite de prospection à environ 5 m de profondeur aucun herbier aquatique n'a été détecté au niveau de chacun des 3 transects de 100 m de longueur.
La qualification d'un état trophique à partir de la végétation aquatique est délicate compte tenu de la faible représentativité de cette dernière. Les espèces recensées (*Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton X zizii*) traduiraient plutôt la présence d'un ***milieu méso-eutrophe***

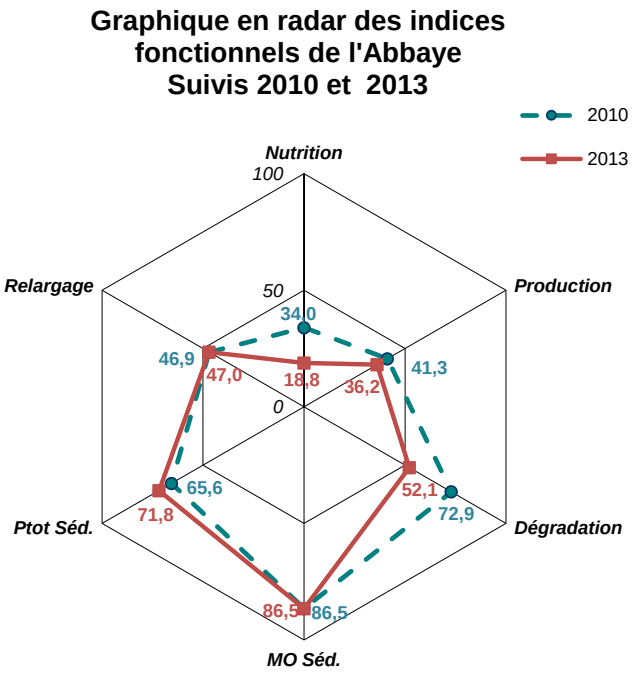
Aucun taxon invasif n'a été observé sur le lac. Les espèces patrimoniales à souligner sont :

- ✓ *Carex lasiocarpa* : espèce non protégée, assez rare en Franche-Comté et dont la conservation est prioritaire à court terme.
- ✓ *Depranocladus lycopodioides :* peu commune au plan national et considérée comme vulnérable au niveau de la liste rouge 2004 des espèces menacées en Suisse.
- ✓ *Eriophorum sp.*: taxon assez rare sans qu'il soit possible d'apporter plus de précision en l'absence de détermination spécifique.
- ✓ *Potamogeton x zizi :* espèce non protégée mais très rare en Franche-Comté et dont la conservation est prioritaire à court terme.

Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

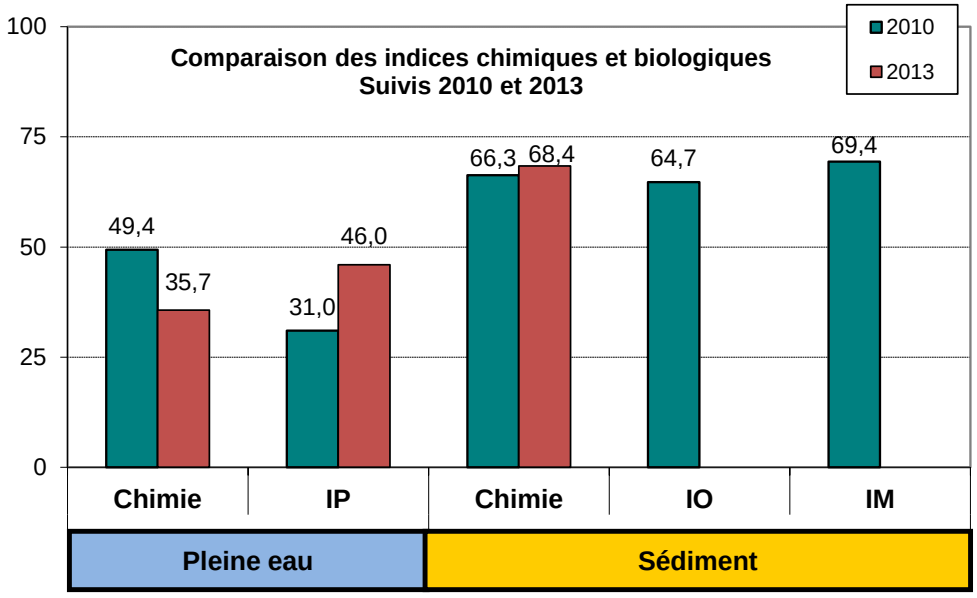
Les indices de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :



Les tracés de 2010 et 2013 expriment sensiblement la même image d'un déséquilibre entre les degrés trophiques de l'eau et des sédiments. Les indices de nutrition, de production et de dégradation sont cependant tous moins pénalisants en 2013, sans doute en lien avec une météorologie relativement fraîche et pluvieuse au cours de cette dernière année de suivi ayant modéré le réchauffement de la colonne d'eau et l'intensité et la durée de la stratification thermique. Les indices liés aux sédiments sont quant à eux largement similaires avec ceux du dernier suivi de 2010. Malgré la fluctuation de certains paramètres, le niveau trophique des différents indices ne change globalement pas, il y a donc que peu d'évolution de la qualité du lac de l'Abbaye entre 2010 et 2013.

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

Concernant le compartiment « eau », l'indice physico-chimique diminue de 49 à 35 entre les deux suivis (classe mésotrophe) alors que l'indice biologique phytoplanctonique est moins favorable et augmente de 31 à 46 (oligo à mésotrophe). Le compartiment « sédiment », uniquement représenté par la chimie en 2013 est sensiblement le même qu'en 2010, avec une classe eutrophe. Le degré trophique global du lac de l'Abbaye ne semble donc pas avoir sensiblement évolué entre les suivis de 2010 et de 2013.

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)

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

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

	Paramètres biologiques		Paramètres Physico-chimiques généraux			
Année de suivi	**Chlo-a**	**IPL**	**Nmin max**	**PO_4^{3-} max**	**Ptot. Max**	**Transp.**
2010	2,9<x<3.2	31	<0,26	<0,005	0,014	4,1
2013	1,33	46	x < 0,265	0,0033	x < 0,01	4,5

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

	Paramètres complémentaires			
	Biologiques			*Physico-chimiques généraux*
Année de suivi	**IMOL**	**IOBL**	**IMAII.**	**Déficit O2**
2010	2	4.5	NR	68,8
2013	NR	NR	NC	96,0

NR : non réalisé / NC : non calculé

Les résultats obtenus lors des deux suivis sont très proches mais conduisent à un résultat d'évaluation différent : passage d'un bon état écologique en 2010 à un état écologique moyen en 2013. L'évaluation 2013 est la conséquence de la seule valeur de L'IPL, se situant en limite de classe faisant basculer d'une classe de bon état à l'état moyen. Ce changement d'évaluation est donc à relativiser.

2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2010	Bon
2013	Bon

Le la de l'Abbaye est classé en bon état chimique sur les deux années de suivi.

Annexe 8 : Résultats du suivi piscicole

ONEMA
Office national de l'eau
et des milieux aquatiques
délégation interrégionale
Bourgogne, Franche-Comté

Fiche synthétique
Etat du peuplement piscicole
Année 2014

Protocole CEN 14757

Plan d'eau :	**Abbaye (39)**	Réseau :	**DCE opérationnel**
Superficie	**95 ha**		**Profondeur max : 19 m**
Repeuplement :	**Non**		
Date échantillonnage :	**du 22 au 25 septembre 2014**		**Opérateur (ONEMA (DR 9 et SD 39, IRSTEA)**
nb filets benthiques :	**24 (1080 m²)**	nb filets pelagiques :	**4 (660 m²)**

Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
	effectifs ind	Biomasse gr	numériques %	Pondéraux %	numériques ind/1000 m² filet	Pondéraux gr/1000 m² filet
Brochet	5	983	0,5	2,4	3	565
Gardon	154	8923	13,9	21,9	89	5128
Perche commune	226	5431	20,4	13,4	130	3121
Rotengle	718	21343	64,8	52,5	413	12266
Tanche	5	3978	0,5	9,8	3	2286
Total	**1108**	**40658**	**100**	**100**	**637**	**23367**

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

En 2014, le peuplement du lac de l'Abbaye est composé de 5 espèces. L'échantillon est dominé par le rotengle, la perche commune et le gardon avec respectivement 99 % des densités et 88 % des biomasses capturées dans les filets. Le brochet et la tanche présentent néanmoins une population bien représentée au regard du dispositif de capture mis en place.
Les résultats obtenus en 2010 et 2014 dans le cadre du réseau de contrôle et de surveillance sont très voisins et similaires à ceux enregistrés en 1982, en terme de diversité spécifique. En revanche, les rendements surfaciques montrent une nette évolution des principales populations depuis les 20 dernières années en particulier en ce qui concerne la densité numérique (Cf. figure 1). Cependant, l'absence d'espèces telles que la truite et le vairon, indicatrices d'une bonne qualité des eaux témoigne d'anomalies dans le fonctionnement du système lacustre et de ses petits affluents.

Le rapport carnassiers ichtyophages-proies (13 % - 87 %) est équilibré et n'indique pas une exploitation excessive par la pêche. Les 2 espèces de carnassiers, la perche (taille supérieure à 200 mm), et le brochet se répartissent de manière hétérogène avec la domination de la perche (81 % du poids total de ces deux espèces). La faible mobilité du brochet en période automnale stable, peut expliquer le faible nombre d'individus de taille adulte capturé dans les filets, engins de pêche passifs.

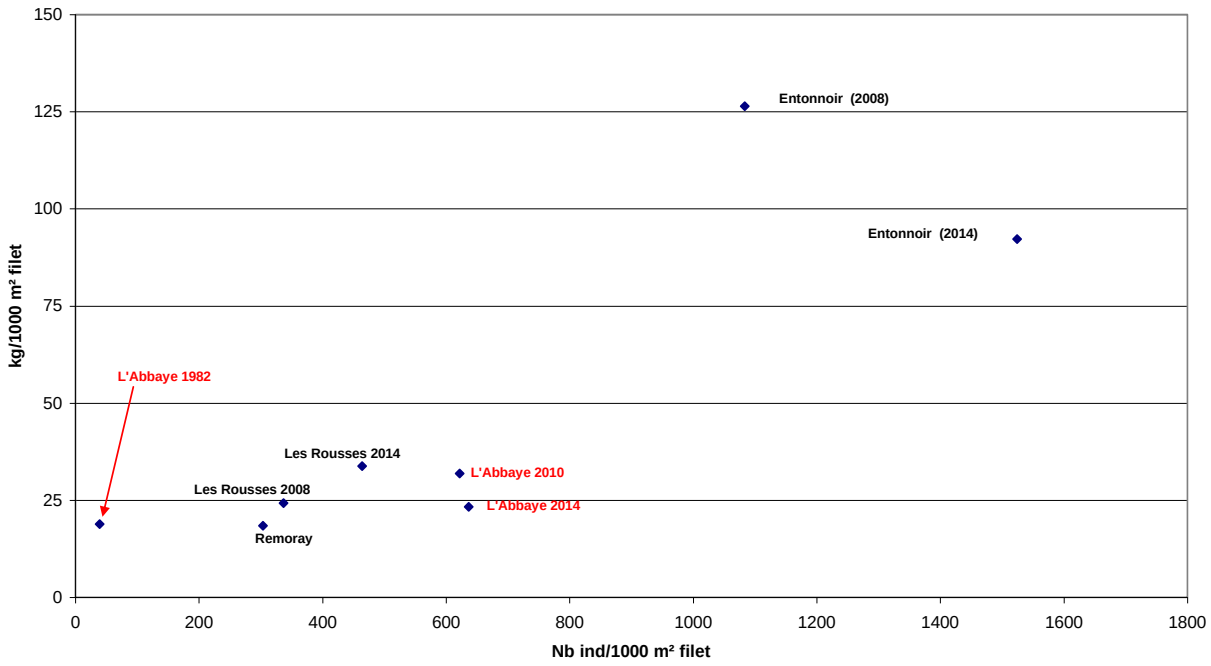


Fig 1 : *position au regard des rendements surfaciques numériques et pondéraux des filets des plans d'eau naturels et de gabarits identiques de l'arc jurassien.*

Au sein de l'arc jurassien et parmi les lacs à la morphologie similaire, le lac de l'Abbaye peut être classé au rang de plan d'eau moyennement poissonneux et bien en deçà de celui de l'Entonnoir (secteur de Bouverans dans le département du Doubs) et à la diversité piscicole voisine mais où l'impact de l'activité humaine (pompages, tourisme, anthropisation des berges, agriculture, voie de circulation) est réduit.

Distribution verticale des captures :

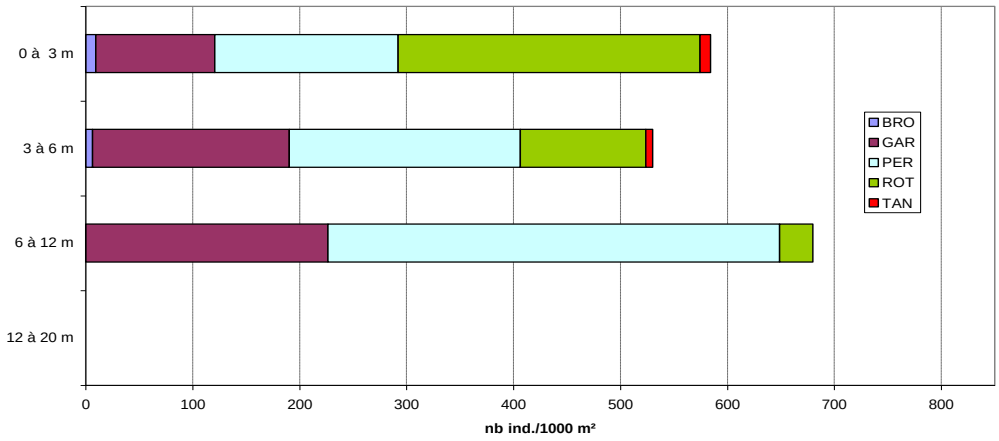


Fig 2 : *distribution verticale des captures observées en automne 2014 avec les filets benthiques dans le lac de l'abbaye.*

A l'instar de ce qui avait été observé en 2010, la distribution verticale des espèces (nb ind/1000 m² de filets) capturées dans les filets benthiques montre une affinité nette de l'ensemble des espèces pour les trois strates superficielles (12 premiers mètres). Cette observation est d'ailleurs confirmée par l'analyse des captures dans les filets pélagiques.
Cette répartition est à relier aux conditions d'oxygénation très faible à partir de 12 m de profondeur (0.24 mg/l et 2.2 % de saturation (IRSTEA)).

Structure des populations majoritaires :

La perche commune

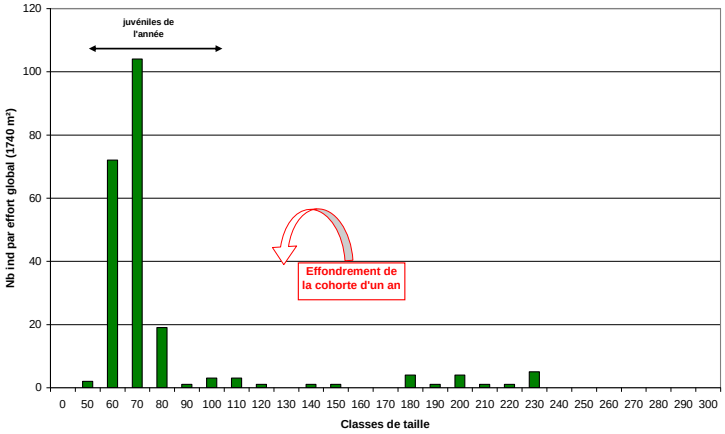


Fig 3 : *répartition en classes de tailles de l'échantillon de perche commune capturé dans les filets benthiques dans le lac de l'Abbaye en automne 2014*

Principalement constituée de juvéniles, la population de perches communes est déséquilibrée. Cette situation est souvent rencontrée dans les plans d'eau franc-comtois (Abbaye en 2010, Clairvaux en 2009, les Rousses en 2008). Les causes peuvent être multiples tels qu'un étranglement trophique (manque de nourriture adaptée à un certain moment du développement de l'espèce) ou un phénomène de parasitisme affectant les individus adultes en lien avec un dysfonctionnement global du milieu (contamination de la chaîne alimentaire, perturbation physiologique …).

Le rotengle

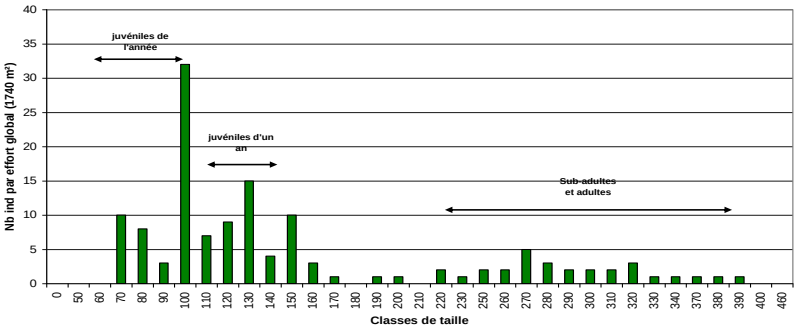


Fig 4 : *répartition en classes de tailles de l'échantillon de rotengle capturé dans les filets benthiques dans le lac de l'Abbaye en automne 2014*

Cette espèce phytophile par excellence (qui aime vivre dans les végétaux aquatiques) des premières strates de profondeurs des milieux lacustres présente une population remarquable dans le lac de l'Abbaye.

Éléments de synthèse :

En 2014, le peuplement piscicole du lac de l'Abbaye affiche comme en 2010 une diversité cohérente avec sa morphologie et son fonctionnement.
Néanmoins, l'absence d'espèces polluo-sensibles telles que la truite de rivière et le vairon témoigne d'anomalies dans le fonctionnement du lac.

Les rendements pondéraux et numériques de 2014 sensiblement identiques à ceux de 2010, expriment une certaine stabilité du lac avec cependant des valeurs insuffisantes pour un plan d'eau de ce type en bon état.
Les espèces inféodées aux bordures telles que le gardon et le rotengle ont des populations dynamiques alors que la perche commune, plus intégratrice du fonctionnement du lac est dans un moins bon état.
L'état général du lac de l'Abbaye peut donc être qualifié de moyen en lien vraisemblablement avec des perturbations de nature anthropiques (soutirage excessif des eaux, contaminations des sédiments par les PCBs, HAP et DEHP, apports excessifs en nutriments).

Bibliographie :

SRAE, 1982. Le lac de l'Abbaye (Massif du jura) Etude écologique et biologique – Diagnose
AERMC – STE. n° 08-283/2011- PE2010-01- septembre 2011-Etude des plans d'eau du programme de surveillance. Le Lac de l'Abbaye – 73 pages

ONEMA – délégation interrégionale – 22, bd du Dr Jean Veillet – 21000 Dijon
tel 03 80 60 98 20 – fax 03 80 60 98 21 – www.onema.fr