

# 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 du Bourget

*(73 : Savoie)*

Campagnes 2013

*VI – Janvier 2015*



# Méthodologie

## Contenu des suivis

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

		Paramètres	Type de prélèvements/ Mesures	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
<b>Sur EAU</b>	<b>Mesures in situ</b>	O2 dis. (mg/l, %sat.), pH, COND (25°C), T°C, transparence secchi	Profils verticaux	X	X	X	X
	<b>Physico-chimie classique</b>	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
	<b>Substances prioritaires, autres substances et pesticides</b>	Micropolluants sur eau*	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond	X	X	X	X
	<b>Pigments chlorophylliens</b>	Chlorophylle a + phéopigments	Intégré	X	X	X	X
Ponctuel de fond							
<b>Minéralisation</b>	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					
<b>Sur SEDIMENTS</b>	<b>Eau interstitielle : Physico-chimie</b>	PO4, Ptot, NH4					
	<b>Phase solide (&lt;2mm)</b>	<b>Physico-chimie</b>	Corg., Ptot, NKJ, Granulométrie, perte au feu				X
		<b>Substances prioritaires, autres substances et pesticides</b>	Micropolluants sur sédiments*				
<b>HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE</b>	Phytoplancton	Prélèvement Intégré (Cemagref/Utermöhl)	X	X	X	X	
	Invertébrés benthiques	Lacs naturels : IBLsimplifié		X			
		Retenues : IOBL (NF T90-391)		X			
	Macrophytes	Norme XP T 90-328			X		
	Hydromorphologie	en charge de l'ONEMA			X		
Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)				X		

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

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

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

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

### Diagnose rapide

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

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

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

# Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Lac du Bourget**

Code lac : **V1335003**

Masse d'eau : **FRDL60**

Département : **73 (Savoie)**

Région : **Rhône-Alpes**

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

Typologie : **N4 = lac naturel de moyenne montagne calcaire, profond**

Altitude (NGF) : **231**

Superficie (ha) : **4396**

Volume (hm<sup>3</sup>) : **3600**

Profondeur maximum (m) : **147**

Temps de séjour (j) : **2555**

Tributaire(s) : **La Leysse, le Sierroz, le Tillet**

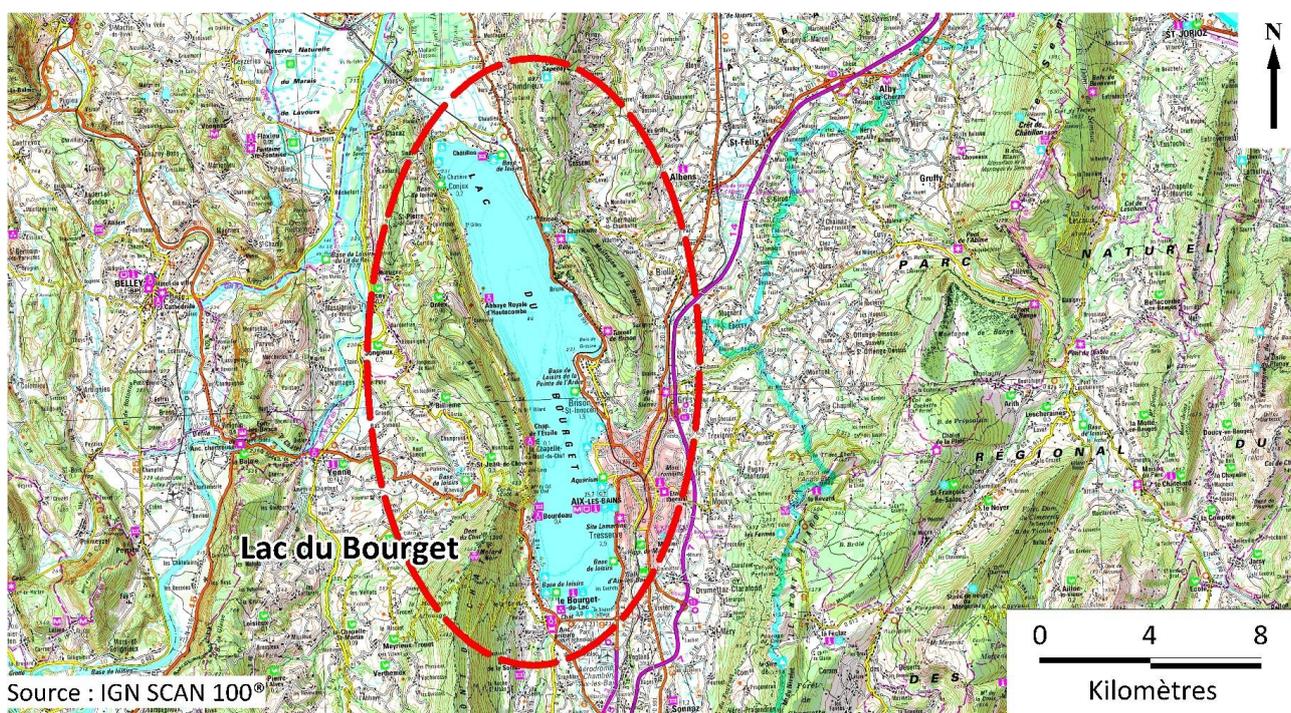
Exutoire(s) : **Canal de Savières**

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

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

Objectif de bon état : **2021**

*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 du Bourget

## Résultats - Interprétation

---

Le lac du Bourget fait partie des grands lacs alpins, il se situe dans le département de la Savoie, au nord de Chambéry. Le plan d'eau est naturel d'origine glaciaire et tectonique. Il s'est formé dans une dépression synclinale recouverte de dépôts glaciaires. Le lac du Bourget est le plus grand lac naturel français, il recouvre une superficie de 4396 ha. La cuvette de plus grande profondeur (147 m mesurés) se situe dans la partie nord du lac. Le volume de la masse d'eau est estimé à 3,6 milliards de m<sup>3</sup>.

Le bassin versant géographique du plan d'eau s'étend des contreforts de la montagne de l'Épine au plateau du Revard, il traverse les agglomérations de Chambéry et d'Aix-les-Bains. L'alimentation du lac se fait par des écoulements de surface : la Leysse et la Belle-Eau au sud, le Tillet et le Sierroz à l'est, le canal de Chautagne au nord. Il existe également une communication (à double sens) avec le Rhône via le canal de Savières. Il est probable que le lac soit alimenté également par des sources sous-lacustres. L'exutoire de surface du lac est le canal de Savières, des infiltrations sous-lacustres sont également présentes.

### Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2013, le lac du Bourget présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **mésotrophes**. Le tracé est dissymétrique, avec des indices physico-chimiques sur eau faibles (oligotrophes), témoignant d'une production primaire modérée. Les indices du compartiment sédiment sont quant à eux moins favorables (eutrophes), indiquant une charge interne en nutriments importante et potentiellement mobilisable par relargage lors des phénomènes de désoxygénation de la couche profonde. L'indice planctonique révèle un peuplement assez équilibré qui ne traduit pas un niveau trophique élevé (oligotrophe), malgré le développement de cyanobactéries en fin d'été.

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 du Bourget est classé en **bon état écologique** d'après les résultats obtenus en 2013 (Cf. annexe 4).

Il faut cependant noter que l'évaluation 2013 tient compte de la règle d'assouplissement, permettant sous certaines conditions de classer le plan d'eau en bon état même si un paramètre constitutif d'un élément de qualité physico-chimique général est classé en état moyen : ce qui est le cas pour le lac du Bourget avec le paramètre azote minéral maximal.

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 nombreux PCB et HAP ont été quantifiés dans les sédiments. Cependant, étant donné les caractéristiques du lac du Bourget, cette contamination reflète plus les apports polluants passés qu'elle n'est représentative de la situation actuelle.

L'étude hydromorphologique n'a pas été renouvelée en 2013, cet élément ayant déjà été suivi en 2012 par l'ONEMA (protocoles Alber et Charli).

L'étude de la végétation aquatique a montré que le lac du Bourget abrite de nombreux herbiers aquatiques de phanérogames et de characées, indicateurs d'un milieu méso-eutrophe à eutrophe. Les roselières sont en revanche plus rares et surtout très localisées.

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 dernier suivi piscicole réalisé dans le cadre du programme de surveillance a été effectué par l'ONEMA en 2010.

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

### **Annexe 1 : Programme de surveillance**

---

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

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

- Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) vise à donner une image globale de la qualité des eaux. Tous les plans d'eau naturels supérieurs à 50 ha ont été pris en compte sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Pour les plans d'eau d'origine anthropique, une sélection a été opérée parmi les plans d'eau supérieurs à 50 ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents (grandes retenues, plans d'eau de digue, plans d'eau de creusement).
- Le contrôle opérationnel (CO) vise à suivre spécifiquement les masses d'eau (naturelles ou anthropiques) supérieures à 50 ha, à risque de non atteinte du bon état (ou du bon potentiel) des eaux en 2015.

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

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

## Annexe 2 : Les outils d'interprétation

### La Diagnose rapide

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

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

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

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

#### Les indices physico-chimiques

##### Indice Pigments chlorophylliens<sup>1</sup>

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

##### Indice Transparence

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

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

##### Indice P total hiver

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

##### Indice N total hiver

$I_{NTH} = 47 + 65 \times \log_{10}(X)$  où X est la valeur de l'azote total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré<sup>2</sup>.

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

##### Indice Consommation journalière en O<sub>2</sub> dissous

$I_{O_2j} = -50 + 62 \times \log_{10}(X+10)$  où X est la valeur de la consommation journalière en oxygène dissous en mg/m<sup>3</sup>/j.

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

##### Indice P total du sédiment

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

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

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

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

### Indice Perte au feu du sédiment

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

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

### Indice P total de l'eau interstitielle

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

### Indice Ammonium de l'eau interstitielle

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

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

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

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

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

### **Les indices biologiques sont au nombre de trois :**

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

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

$IP = \text{moyenne de } \sum Qi \times Aj$  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 s'agit de la présentation des résultats bruts, un travail ultérieur d'expertise pouvant amener à une évaluation légèrement différente (ex. : pour un plan d'eau naturellement peu transparent, ce paramètre s'avèrera non pertinent et ne sera alors pas pris en compte dans l'évaluation de l'état).*

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

- Polluants spécifiques de l'état écologique

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

*NQE\_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle*

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

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

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

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

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

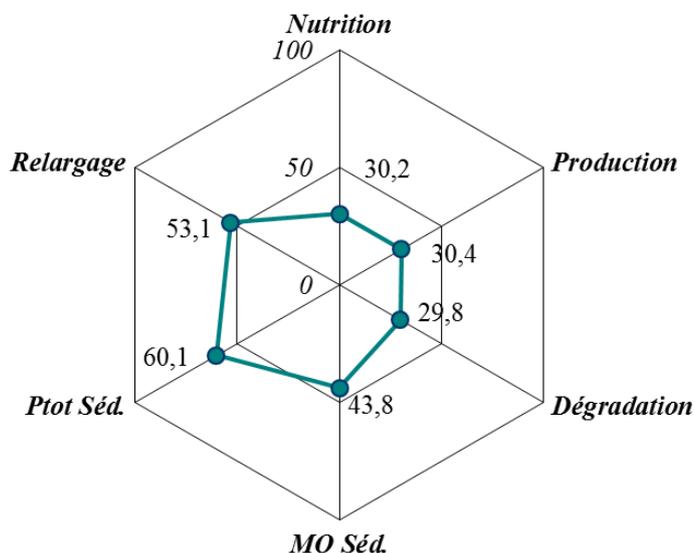
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

## Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

### Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

Graphique en radar des indices fonctionnels  
du lac du Bourget  
Suivi 2013

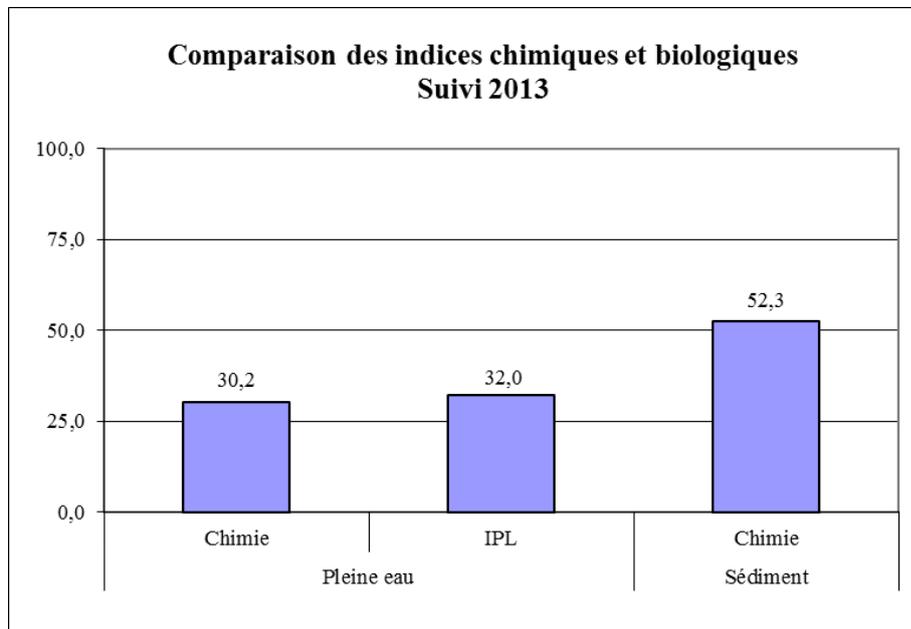


Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent d'un lac **mésotrophe**. Le tracé est dissymétrique avec des indices sur sédiment relativement élevés et des indices sur eau nettement plus modérés.

Les indices nutrition et production indiquent des flux de matières relativement faibles dans la zone euphotique. L'indice dégradation est également faible, compte tenu de l'épaisseur de l'hypolimnion (110 m).

Concernant le compartiment sédiment, le stock de phosphore est important et la charge en matière organique n'est pas négligeable. Les sédiments constituent ainsi une réserve en nutriments pour le système lacustre, le phénomène de relargage ayant été identifié en période d'anoxie de la couche profonde.

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



*IPL : Indice Planctonique*

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

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

Concernant le compartiment de pleine eau, les indices physico-chimique et planctonique sont proches, qualifiant le milieu d'oligotrophe. Ils témoignent d'une production primaire faible avec un peuplement phytoplanctonique équilibré.

Le compartiment sédiment affiche un diagnostic nettement moins favorable avec un indice physico-chimique eutrophe. En effet, la qualité du sédiment est altérée par sa forte charge en phosphore. La désoxygénation constatée à l'interface eau/sédiment en fin de période estivale favorise de plus le phénomène de relargage.

## Lac du Bourget

Suivi 2013

### Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

#### Les indices physico-chimiques

	Ptot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	<b>INDICE NUTRITION moyen</b>
2013	< 0,010	< 35,8	0,6 < x < 1,1	34,1 < x < 50,7	30,2

	Secchi moyen (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chlorophylle a + Phéopigments (moy 3 camp. estivales en µg/l)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	<b>INDICE PRODUCTION</b>
2013	5,1	35,2	0,7 < x < 2,0	18,8 < x < 32,7	30,4

	Conso journalière en O <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> /j)	<b>INDICE DEGRADATION</b>
2013	9,4	29,8

entre campagnes C1 et C4

	Perte au feu (% MS)	<b>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</b>
2013	6,7	43,8

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 séd (mg/kg MS)	<b>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</b>
2013	1291,0	60,1

	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau intersticielle</i>	NH4 eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH4 eau intersticielle</i>	<b>INDICE RELARGAGE</b>
2013	0,67	57,3	5,78	49,0	53,1

#### Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>
2013	32,0

IPL : calculé à partir du biovolume

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

## Annexe 4 : Etat écologique au sens de la DCE

### Classes d'état

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

### Niveau de confiance

3	Elevé
2	Moyen
1	Faible

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

Le lac du Bourget a un temps de séjour évalué à 2555 jours qui le place en temps de séjour long.

Nom ME	Code	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Altérations hydromorphologiques	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Bourget	FRDL60	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, trois des 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 et zinc ont été fréquemment quantifiés tandis que le chrome n'a été quantifié que sur un nombre restreint d'échantillons (3/12).

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	N <sub>min</sub> max	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> max	Ptot. max	Transp.
Bourget	FRDL60	MEN*	0,7 < x < 1,0	32,0	0,63 < x < 0,67	0,007	< 0,010	5,1

Selon les règles de l'arrêté du 25 janvier 2010, les paramètres biologiques et les paramètres physico-chimiques généraux sont classés en état bon à très bon hormis la concentration maximale en azote minéral qui présente un état moyen. Le lac du Bourget est donc classé en **bon état écologique** selon la règle d'assouplissement du principe du paramètre déclassant, décrite dans l'arrêté.

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

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

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

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

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

**Transp.** : transparence (m), moyenne estivale

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires	
			biologiques	physicochimiques généraux
			IMAIL	déficit O2 (%)
Bourget	FRDL60	MEN*	NC	50,7

NC : non calculé

Le résultat obtenu pour l'élément bilan d'oxygène ne satisfait pas au bon potentiel puisqu'il exprime

un déficit en oxygène non négligeable de l'hypolimnion. Notons cependant que ce résultat se situe en limite de classes bon état / état moyen (seuil à 50%).

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

**Déficit O<sub>2</sub>** : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%). Pour chacune des campagnes C2, C3 et C4, on calcule le déficit :  $D = (O_2(s) - O_2(f)) / O_2(s)$ , avec  $O_2(s)$  la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 premiers mètres et 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
Bourget	Bon

Le lac du Bourget est classé en **bon état chimique**.

Aucune des 41 substances de l'état chimique n'a été quantifiée.

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, sur l'échantillon de profondeur intermédiaire et sur l'échantillon de fond (dont seule une quinzaine figure dans la liste des 41 substances de l'état chimique). Un seul pesticide a été quantifié :

- Un fongicide, le foséthyl aluminium : il s'agit d'un fongicide systémique généralement utilisé en agriculture et en viticulture (mildiou). Il a été quantifié sur un seul échantillon à une valeur proche de la limite de quantification de ce paramètre (échantillon intermédiaire de la campagne de mars : 0,109 µg/l).

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

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

- 7 métaux : baryum, bore, uranium (systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur chacun des échantillons), argent, cobalt, fer et titane (plus rarement quantifiés).
- Un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP) : le chrysène, quantifié sur les échantillons intermédiaire et de fond de la campagne du 24 juillet (respectivement 0,0030 µg/l et 0,0022 µg/l).

#### Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 268 substances recherchées sur sédiments, 46 ont été quantifiées. Il s'agit principalement de métaux (22 substances), de HAP (13 substances) et de PCB (10 congénères).

Une substance de la famille des BTEX a également été retrouvée : le toluène (11 µg/kg de Matières Sèches – MS).

Les concentrations observées pour les différents composés métalliques ne révèlent pas de teneurs excessives de certains paramètres.

**Concernant les HAP, de nombreux paramètres sont quantifiés pour une concentration totale mesurée en HAP relativement élevée puisque atteignant 4 132 µg/kg MS.** Les valeurs les plus fortes sont obtenues pour le benzo(a)pyrène (707 µg/kg MS), le phénanthrène (543 µg/kg MS), le fluoranthène (533 µg/kg MS) et le pyrène (494 µg/kg MS).

23 PCB (polychlorobiphényles) ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 25 septembre 2013. Dix congénères ont été quantifiés pour une concentration totale en PCB atteignant 65,5 µg/kg MS (de 1,0 à 18,1 µg/kg MS par congénère).

Ce résultat est cependant à nuancer étant donné la faible sédimentation annuelle dans ce milieu de grande profondeur. Ainsi, le niveau de contamination observé du compartiment sédiment n'est pas nécessairement représentatif de la situation actuelle mais plus le reflet des apports passés.

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

---

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

Le lac du Bourget fait partie des grands lacs alpins, il se situe dans le département de la Savoie, au nord de Chambéry. À une altitude de 231 m, ce lac orienté nord-sud est encadré par le massif des Bauges en rive Est et par la chaîne du Mont du Chat en rive Ouest, qui le sépare de la vallée du Rhône.

Le plan d'eau est naturel d'origine glaciaire et tectonique. Il s'est formé dans une dépression synclinale recouverte de dépôts glaciaires. Le lac du Bourget est le plus grand lac naturel français, il recouvre une superficie de 4396 ha. La cuvette de plus grande profondeur (147 m mesurés) se situe dans la partie nord du lac (au droit de Brison-Saint-Innocent). Le volume de la masse d'eau est estimé à 3,6 milliards de m<sup>3</sup>.

Le bassin versant géographique du plan d'eau s'étend des contreforts de la montagne de l'Épine au plateau du Revard, il traverse les agglomérations de Chambéry et d'Aix-les-Bains. L'alimentation du lac se fait par des écoulements de surface : la Leysse et la Belle-Eau au sud, le Tillet et le Sierroz à l'est, le canal de Chautagne au nord. Il existe également une communication (à double sens) avec le Rhône via le canal de Savières. Il est probable que le lac soit alimenté également par des sources sous-lacustres. L'exutoire de surface du lac est le canal de Savières, des infiltrations sous-lacustres sont également présentes.

En Rhône-Alpes, le bilan climatique de l'année 2013<sup>3</sup> fait état d'une année globalement arrosée et peu ensoleillée. Dans le détail :

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

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

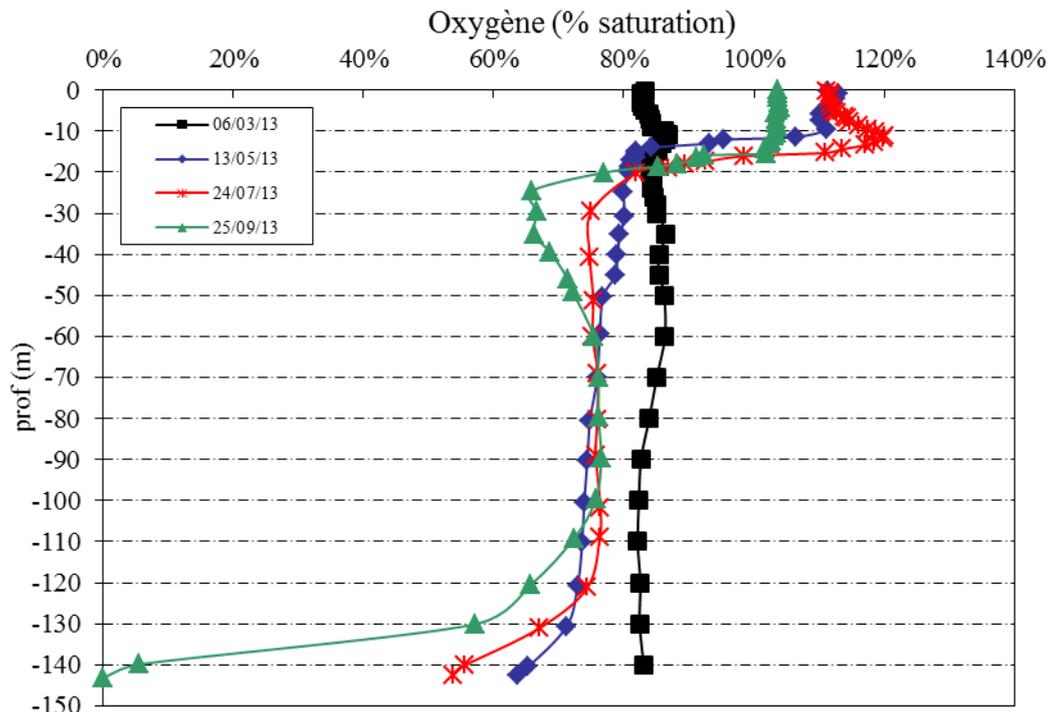
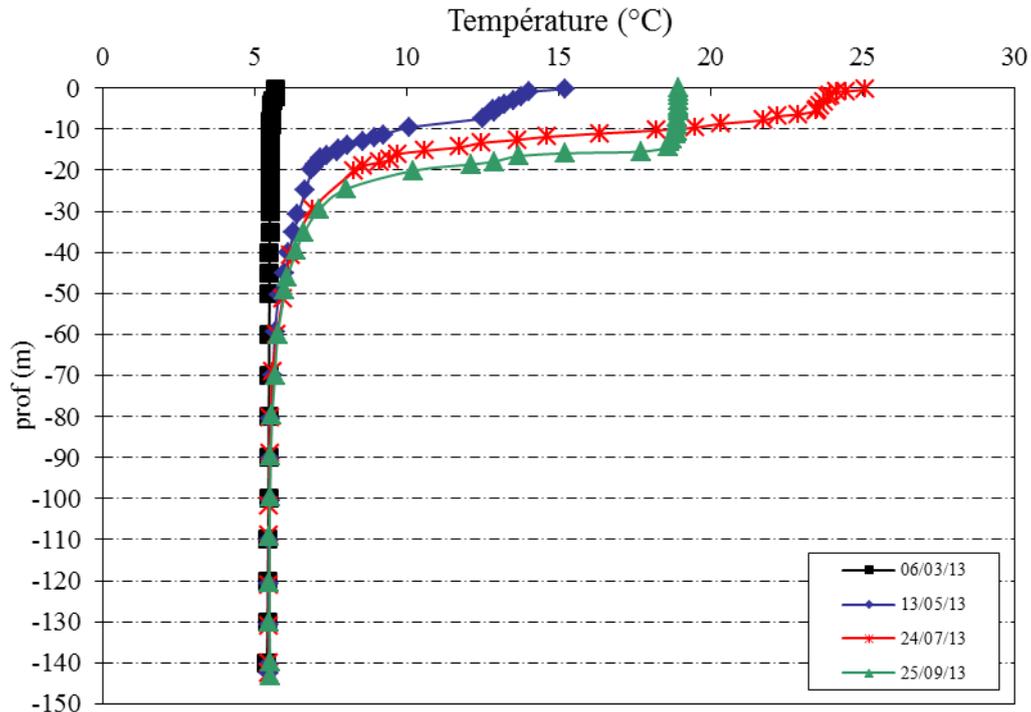
Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique. La synthèse des données acquises est fournie dans la suite de ce document. A noter que les indices DCE pour le suivi de ce compartiment sont en cours de construction.

---

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

### Profils de température et d'oxygène :

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



Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne, la température et l'oxygène dissous sont globalement homogènes sur la colonne d'eau (respectivement à 5,5°C et environ 10 mg/l soit 85% de saturation), indiquant le brassage hivernal total de la masse d'eau et une légère déplétion en oxygène.

En campagne 2, la stratification s'installe. Les eaux de surface atteignent environ 15°C. La thermocline est établie entre 7,5 et environ 20 m de profondeur et les eaux hypolimniques sont homogènes, à une température de 5,5°C. L'hypolimnion demeurera à cette température durant toute la période estivale. La température monte jusqu'à 25°C en surface lors de la troisième campagne, la thermocline est alors établie entre 5,5 et 30 m de profondeur. Ces 2 campagnes se caractérisent également par :

- une activité photosynthétique marquée dans l'épilimnion, on observe des sursaturations de 110 à 120% (jusqu'à 10 m de profondeur en campagne 2 et jusqu'à 15 m de profondeur en

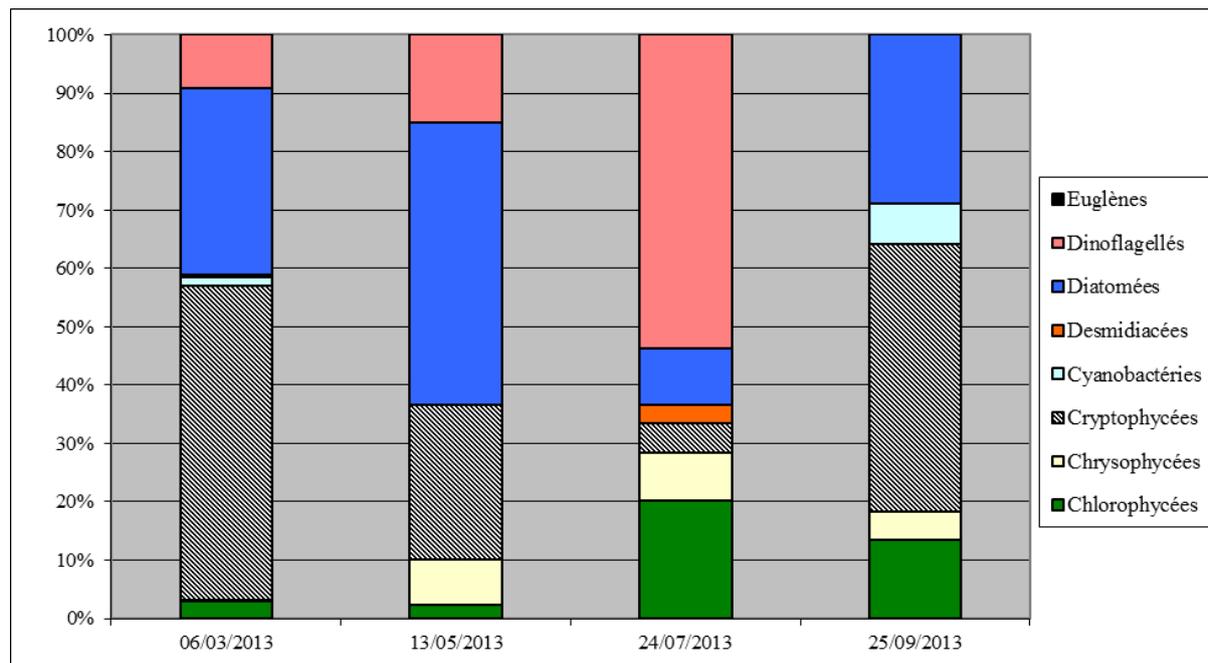
campagne 3) ;

- une consommation importante en oxygène pour dégrader la matière organique dans la couche profonde (64% de saturation le 13/05/2013 ; 54% de saturation le 24/07/2013).

En fin d'été, la thermocline s'enfonce classiquement : elle se situe entre -15 et -30 m le 25/09/2013. En parallèle, l'épilimnion se refroidit (19,0°C). On constate encore une sursaturation en oxygène dans la couche de surface (102 à 104% de saturation jusqu'à -15 m) témoignant d'une activité photosynthétique (moins marquée qu'en mai et juillet). Dans l'hypolimnion, la consommation en oxygène s'accroît pour tendre vers l'anoxie de la couche profonde (0% de saturation au fond).

### Le peuplement phytoplanctonique :

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



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

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

Bourget	06/03/2013	13/05/2013	24/07/2013	25/09/2013
Total (nombre cellules/ml)	327	1312	1371	1209
Biovolume total ( $\text{mm}^3/\text{l}$ )	0,184	0,526	0,727	0,209

Le peuplement phytoplanctonique présente une abondance très faible lors de la campagne 1 (327 cellules/ml), puis une abondance faible et relativement stable au cours des 3 autres campagnes correspondant à la période de production biologique. Le biovolume est compris entre 0,184 et 0,727  $\text{mm}^3/\text{l}$ . La diversité taxonomique est moyenne, comprise entre 17 et 27 taxons.

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique est dominé par les cryptophycées (environ 53% de l'abondance globale et du biovolume total), notamment *Plagioselmis nannoplanctica*, espèce cosmopolite fréquemment retrouvée dans le plancton des lacs, et quelques espèces du genre *Cryptomonas*, également très fréquentes dans les masses d'eaux douces. Elles sont accompagnées d'une petite diatomée centrique, *Cyclotella costei*, espèce fréquemment retrouvée dans le lac du Bourget.

Au cours du printemps, l'abondance augmente sensiblement (1312 cellules/ml). Trois classes phytoplanctoniques se répartissent de manière assez équilibrée, à savoir :

- les cryptophycées (26% du peuplement), toujours largement dominées par l'espèce *Plagioselmis nannoplanctica* ;

- les cyanobactéries (27% du peuplement), essentiellement représentées par *Aphanocapsa holsatica*, espèce coloniale des eaux relativement riches en nutriments ;
- et les chrysophycées (25% du peuplement), dont l'espèce majoritaire est *Erkenia subaequiliata*.

Par contre, en termes de biovolume, les diatomées du genre *Fragilaria* restent dominantes (48% du peuplement phytoplanctonique).

Durant l'été, l'abondance phytoplanctonique reste relativement stable (1371 cellules/ml). Le peuplement algal est essentiellement représenté par les chlorophycées (43% de l'abondance globale), notamment une toute petite espèce unicellulaire, *Chlorella vulgaris*, et dans une moindre mesure par les chrysophycées (22% de l'abondance globale) dont l'espèce *Dinobryon bavaricum*, espèce du plancton d'été retrouvée dans des eaux relativement pauvres en nutriments. Notons également que malgré leur très faible abondance, les dinoflagellés représentent plus de 50% du biovolume phytoplanctonique total lors de cette campagne, en raison notamment de la présence de plusieurs cellules du genre *Peridinium* (biovolume cellulaire élevé).

En fin d'été, les cyanobactéries colonisent le milieu et dominent le phytoplancton avec près de 45% de l'abondance totale. Cette classe est essentiellement représentée par une cyanobactérie coloniale, *Aphanothece microscopica*, caractéristique des milieux pauvres en nutriments. En termes de biovolume, les cryptophycées sont particulièrement bien représentées (46% du biovolume total).

En termes de biovolume, les groupes algaux présents (diatomées, dinoflagellés et cryptophycées) ne traduisent pas un degré de trophie élevé. L'indice phytoplanctonique (IPL) est de 32,0, qualifiant le milieu d'oligotrophe. Pour information, l'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est moins favorable (44,0), qualifiant le lac du Bourget de mésotrophe. Par ailleurs, contrairement à l'année 2010, aucun filament de *Planktothrix rubescens* n'a été répertorié et observé en 2013, ce qui semble témoigner d'une amélioration du niveau trophique du lac du Bourget.

### **Les invertébrés benthiques (protocole IBL simplifié) :**

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

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

L'observation du peuplement oligochètes permet de constater que la zone profonde du lac du Bourget se caractérise par un potentiel métabolique bon mais une quasi absence d'espèces sensibles à la pollution organique et toxique, phénomène qui peut être expliquée par la présence de micropolluants en concentration élevée dans les sédiments (HAP et PCB). Notons également l'abondance de l'espèce *Potamothrix vejdoskyi* sur 2 points, indicatrice d'un état intermédiaire (restauration ou dégradation des sédiments).

Concernant la zone littorale, on remarque une nette différence dans le peuplement oligochètes entre la partie nord du lac et la partie sud :

- Sur la partie nord, la richesse taxonomique est faible, le potentiel métabolique est très faible à moyen et le pourcentage d'espèces sensibles est très faible ;
- Sur la partie sud, la richesse taxonomique est nettement plus élevée, le potentiel métabolique est élevé à très élevé et on dénombre plusieurs espèces sensibles.

L'analyse du peuplement de mollusques permet de distinguer la zone profonde où seul le genre *Sphaerium* a été identifié et la zone littorale qui présente une diversité variable mais globalement plus élevée. L'absence de mollusques autres que le genre *Sphaerium* dans la zone de plus grande profondeur est vraisemblablement liée au manque d'oxygène disponible périodiquement (chaque fin d'été). Cinq genres de gastéropodes ont été récoltés en zone littorale. Comme pour les oligochètes, l'analyse du peuplement de mollusques permet également de distinguer la partie sud du lac avec un peuplement majoritairement représenté par des bivalves et la partie nord à dominance de gastéropodes. Notons enfin la présence de *Dreissena polymorpha*, espèce invasive, sur plusieurs points littoraux.

Concernant le peuplement de chironomidae, la richesse taxonomique est plus élevée en zone littorale qu'en zone profonde. Les prélèvements de zone profonde se caractérisent notamment par la domination du genre *Micropsectra*. Concernant les prélèvements littoraux, notons l'abondance des

genres *Chironomus*, *Cladotanytarsus* et *Einfeldia*.

Concernant les autres groupes faunistiques, on peut remarquer que l'abondance et la diversité des taxons identifiés sont faibles. On note la présence des taxons suivants sur les points littoraux : *Caenis*, *Ceratopogoninae*, *Dugesia*, *Piscicola* et hydacarien.

En conclusion, la qualité du milieu semble homogène en zone profonde et hétérogène en zone littorale selon les secteurs étudiés. En effet, en zone littorale, la partie sud du lac présente globalement une diversité taxonomique plus élevée avec présence non négligeable d'espèces sensibles et un peuplement de mollusques dominé par les bivalves. La partie nord du lac présente au contraire une diversité taxonomique plus faible, avec quasi absence d'espèces sensibles et un peuplement de mollusques dominé par les gastéropodes. En zone profonde, le potentiel métabolique est bon mais la diversité taxonomique est faible (quasi absence d'espèces sensibles), ce qui peut être expliqué par la présence de micropolluants ou par la désoxygénation périodique (fin d'été) des eaux profondes.

### **Les macrophytes :**

Le suivi des peuplements de macrophytes s'appuie sur la prospection d'unités d'observation (UO) dont le nombre dépend de la superficie du plan d'eau. Ces UO, constituées de relevés en zone littorales et sur des profils perpendiculaires, sont représentatives des différents types de rive du plan d'eau. Sur le lac du Bourget, 8 UO ont été sélectionnées.

Les communautés de macrophytes observées sur le lac sont constituées principalement de roselières (phragmitaies) et d'herbiers aquatiques. Les communautés d'hélophytes et d'hydrophytes flottants sont assez réduites en surface et surtout très localisées (nord et sud du lac notamment). En revanche, les herbiers aquatiques sont globalement bien présents, notamment en raison de la transparence importante de l'eau. Ces derniers sont composés d'herbiers de phanérogames avec notamment des potamots (*Potamogeton pectinatus*, *P. berchtoldi*, *P. perfoliatus*, *P. nodosus*), *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Zannichellia palustris* et *Elodea nutallii*. Ils sont typiques des eaux mésotrophes (*P. nodosus*), méso-eutrophes (*P. berchtoldi* et *P. perfoliatus*), ou eutrophes (toutes les autres espèces citées ci-dessus). Les herbiers de characées, quant à eux, sont indicateurs d'eaux méso-eutrophes (*Nitellopsis obtusa* et *Chara contraria*) à eutrophes (*Chara globularis*).

En conclusion, ces communautés sont globalement méso-eutrophes à eutrophes : les taxons les plus polluosensibles sont très rares tandis que ceux supportant des concentrations élevées en azote et phosphore sont plus abondants et plus fréquents.

Aucune espèce végétale protégée n'a été observée sur le lac du Bourget.

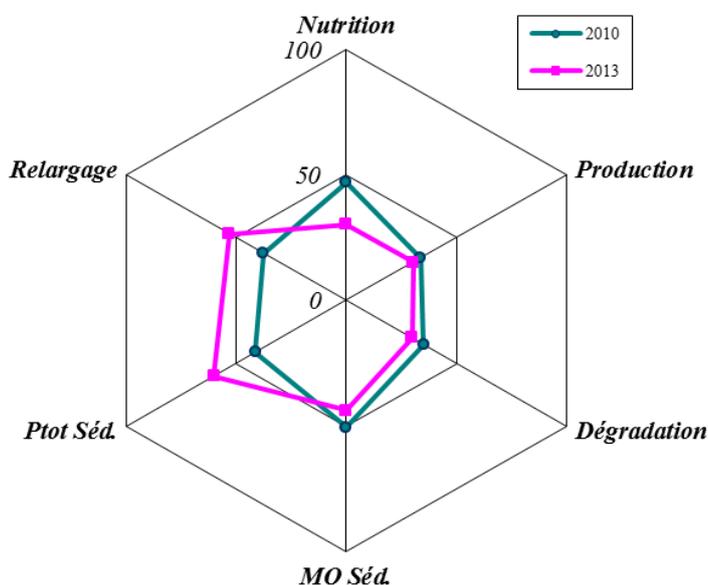
Concernant les espèces exotiques envahissantes, l'Élodée de Nutall (*Elodea nutallii*) a été recensée dans plusieurs secteurs du plan d'eau. La Renouée du Japon, l'Impatience de l'Himalaya, le Buddleia de David et le Robinier faux-acacia ont été identifiées localement en zone littorale potentielle de rive.

## Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

### Les indices de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :

Graphique en radar des indices fonctionnels du lac du Bourget  
Suivis 2010 et 2013



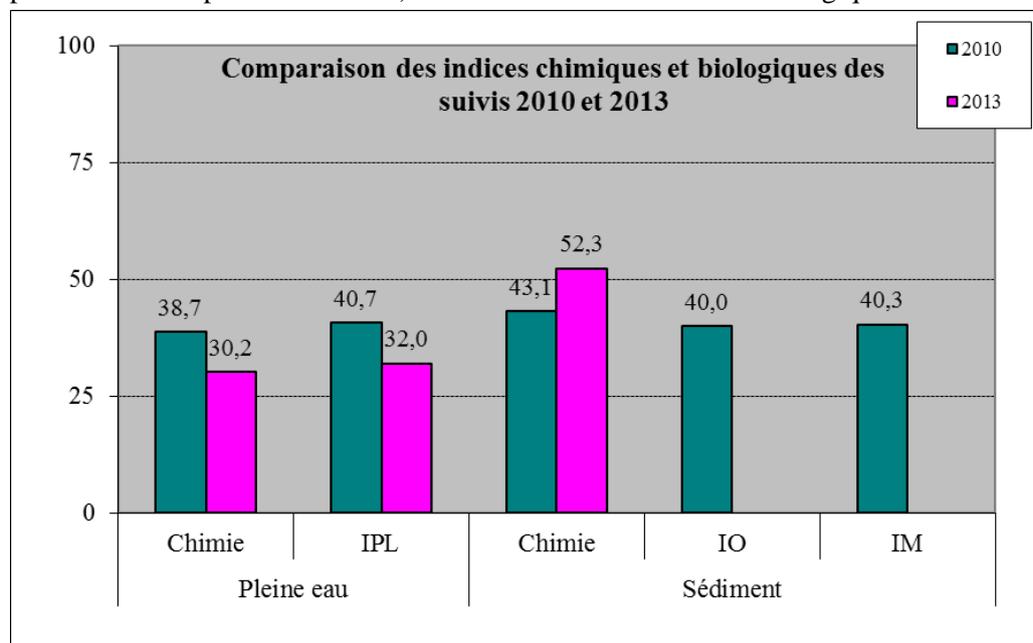
Le suivi 2013 confirme les résultats obtenus en 2010, en plaçant le plan d'eau en classe mésotrophe. Il existe cependant des disparités entre les 2 années de suivi.

En effet, entre 2010 et 2013, l'indice nutrition a nettement diminué (-17 points) alors que les indices phosphore total du sédiment et relargage ont largement augmenté (respectivement +19 et +16 points). L'indice Nutrition a probablement été surévalué en 2010 du fait de la limite de quantification élevée de l'azote kjeldahl. Rappelons que les résultats de l'indice relargage sont à prendre avec précaution étant donné la technique de prélèvement employée. Quant à l'indice Ptot séd., les valeurs obtenues sont effectivement assez différentes d'un suivi à l'autre (incertitude de mesure sur ce paramètre : 10%).

Les autres indices fonctionnels sont relativement similaires.

Indice nutrition 2010 calculé à partir du seul paramètre Ntot hiver (valeurs de phosphore qualifiées d'incertaines).

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



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

Les indices sur eau et sur sédiment étaient très proches lors du suivi 2010 (environ 40). On constate désormais une importante disparité entre le compartiment eau et le compartiment sédiment. En effet, les indices de pleine eau (physico-chimie et phytoplancton) sont similaires en 2013 mais ont nettement diminué par rapport à 2010 (-10 points) alors que le seul indice réalisé sur le compartiment sédiment en 2013 (physico-chimie) montre une importante augmentation (+9 points). Ainsi, alors que l'ensemble des indices qualifiait le lac du Bourget de mésotrophe en 2010, il est désormais qualifié d'oligotrophe pour le compartiment eau et d'eutrophe pour le compartiment sédiment. Etant donné la variabilité observée sur certains paramètres, ce diagnostic devra être confirmé lors d'un prochain suivi.

## Evaluation en termes de classe d'état DCE

### 1 - Etat écologique

Classes d'état

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

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

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

Année de suivi	Paramètres biologiques		Paramètres Physico-chimiques généraux			
	Chlo-a	IPL	Nmin max	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> max	Ptot. max	Transp.
2010	2,9	40,7	0,61 < x < 0,65	< 0,005		6,9
2013	0,7 < x < 1,0	32,0	0,63 < x < 0,67	0,007	< 0,010	5,1

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

Année de suivi	Paramètres complémentaires			
	Biologiques			Physico-chimiques généraux
	IMOL	IOBL	IMAIL	Déficit O2
2010	6	12,3	NR	49,0
2013	NR	NR	NC	50,7

NR : non réalisé / NC : non calculé

Les suivis successifs 2010 et 2013 placent le plan d'eau en état écologique moyen (en 2010) à bon (en 2013). Lors des 2 suivis, l'azote minéral présente une classe d'état moyen mais il ne constitue pas un paramètre déclassant en 2013 compte tenu de la règle d'assouplissement du principe du paramètre déclassant, décrite dans l'arrêté. En effet, tous les autres indices sont bons ou très bons en 2013 alors qu'en 2010, l'indice planctonique présentait également la classe d'état moyen. Concernant les paramètres complémentaires, le déficit en oxygène présente une faible variation entre 2010 et 2013, cependant suffisante pour entraîner un déclassement, l'indice se situant en limite de classe d'état bon / moyen.

### 2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2010	Bon
2013	Bon

Le lac du Bourget est classé en bon état chimique pour les 2 années de suivi.