

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 2010

V2 – Février 2012



Méthodologie

Contenu des suivis

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

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

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

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

CO : un passage tous les trois ans

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

Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

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

Diagnose rapide

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

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

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

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Bourget**

Code lac : **V1335003**

Masse d'eau : **FRDL60**

Département : **73 (Savoie)**

Région : **Rhône-Alpes**

Origine : **Naturel**

Typologie : **N4 = Lacs naturels de moyenne montagne calcaire, profonds.**

Altitude (mNGF) : **231**

Superficie (ha) : **4396**

Volume (hm³) : **3600**

Profondeur maximum (m) : **147**

Temps de séjour (j) : **2555**

Tributaire(s) : **La Laysse, 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**

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 plan d'eau au 1/250 000° (source : scan 250° IGN)

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. A une altitude de 231 m, ce lac orienté nord-sud 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 m³.

Le bassin versant géographique du plan d'eau s'étend des contreforts de la montagne de l'Epine au plateau du Revard, il traverse les agglomérations de Chambéry et d'Aix les Bains. Le lac du Bourget est domanial. La gestion du plan d'eau et de son bassin versant, notamment en terme d'assainissement, est déléguée au CISALB (Comité InterSyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget).

En 2010, les conditions météorologiques ont été froides et neigeuses sur l'hiver. Le printemps et l'été ont été doux et faiblement pluvieux.

Diagnose rapide

Le lac du Bourget présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **mésotrophes**. Le tracé est assez homogène et révèle un fonctionnement satisfaisant de la masse d'eau. L'Indice phytoplanctonique indique une production primaire assez équilibrée, avec cependant un développement de cyanobactéries récurrent sur la fin de la période estivale. Les indices sur sédiments sont également de niveau moyen et indiquent une bonne capacité des sédiments à minéraliser la matière organique. Ce constat est cependant à modérer dans la cuvette de plus grande profondeur où le métabolisme est réduit et où des phénomènes de relargage sont observables.

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

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

L'évaluation DCE classe le lac du Bourget en **état écologique moyen** sur la base des résultats obtenus en 2010 (Cf annexe 4). L'indice phytoplanctonique et surtout les paramètres physicochimiques azote et phosphore déclassent le plan d'eau.

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 ont été quantifiés dans les sédiments. Cela étant, 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 de la végétation aquatique a montré la présence de nombreux herbiers aquatiques de phanérogames et de characées. Les roselières sont plus rares et surtout très localisées. Le pourcentage de recouvrement en macrophytes est estimé à environ 10%. Les communautés présentes sont globalement méso-eutrophes à eutrophes, les taxons les plus polluosensibles étant très rares tandis que ceux supportant des concentrations en azote et phosphore sont plus abondants et plus fréquents. L'Elodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*), espèce exotique envahissante est bien présente dans certains secteurs sur le plan d'eau. Elle concurrence de nombreuses espèces.

L'étude hydromorphologique a été menée par l'ONEMA en 2009. Les résultats ont montré une bonne qualité des habitats mais le plan d'eau présente cependant de nombreuses altérations (rives modifiées, pressions diverses).

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

Suivi piscicole

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

Au vu de ces résultats, l'état du peuplement piscicole du lac du Bourget apparaît meilleur qu'en 2005. Les rendements de pêche du brochet, du corégone, de la perche, du gardon, obtenus en 2010 confirment cette amélioration en cours. Son état actuel reste cependant moyen.

Des questions subsistent quant à la situation de l'omble qui n'est plus prélevé au Bourget et qui n'est plus présent dans l'échantillon. Cet état est peut-être à relier avec la qualité des sédiments profonds du lac dont il conviendrait de mieux cerner l'état fonctionnel.

Annexe 1 : Programme de surveillance

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

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

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

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

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

Annexe 2 : Les outils d'interprétation

La Diagnose rapide

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

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

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

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

Les indices physico-chimiques

Indice Pigments chlorophylliens¹

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

Indice Transparence

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

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

Indice P total hiver

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

Indice N total hiver

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

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

Indice Consommation journalière en O₂ dissous

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

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

Indice P total du sédiment

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

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

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

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

Indice Perte au feu du sédiment

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

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

Indice P total de l'eau interstitielle

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

Indice Ammonium de l'eau interstitielle

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

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

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

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

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

Les indices biologiques sont au nombre de trois :

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

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

$IP = \text{moyenne de } \sum Qi \times Aj$ 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 m².

L'Indice Mollusques : $IM = 122 - 92 \times \log_{10}(X+1,734)$ où X correspond à la valeur de l'IMOL.

L'IMOL n'est appliqué que sur les plans d'eau naturels (pas applicable sur les plans d'eau marnants).

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

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

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

Table III : Procédure of the determination of index IMOL.

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

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

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

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

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

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

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

- Eléments de qualité biologiques

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

* : paramètres complémentaires pour conforter le diagnostic

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

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

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

- Eléments physico-chimiques généraux

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

* : pas de valeurs établies à ce stade des connaissances

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

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

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

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

Bilan de l'oxygène : paramètre et limites de classes donnés à titre indicatif (ce paramètre est ici considéré en

tant que paramètre complémentaire à l'évaluation de l'état).

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

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

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

- Polluants spécifiques de l'état écologique

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

NQE_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle

Au sein des éléments de qualité (EQ), c'est la règle du paramètre le plus déclassant qui est retenue.

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

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

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

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

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

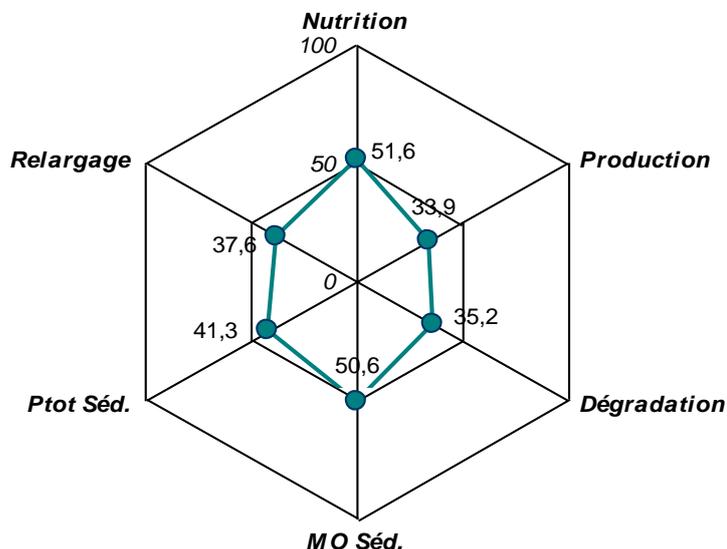
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

Graphique en radar des indices fonctionnels du Lac du Bourget - Suivi 2010

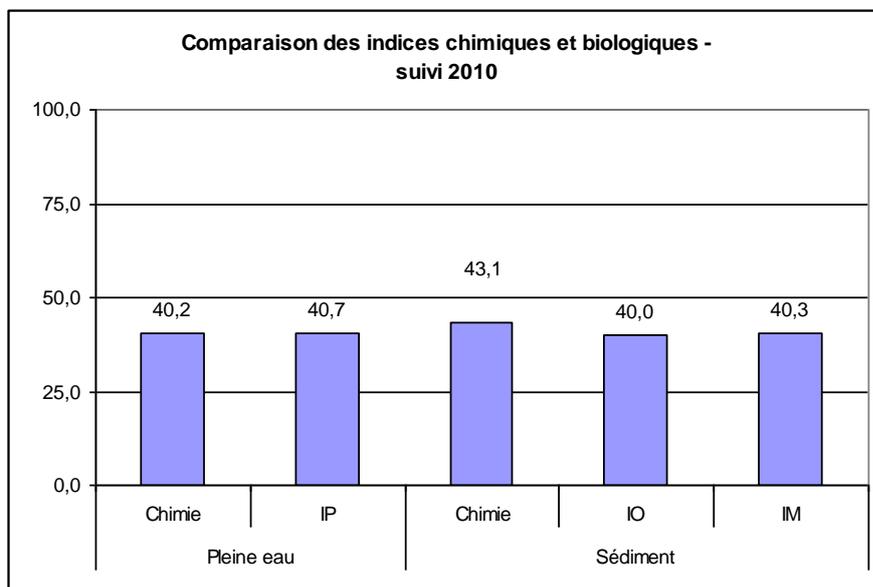


Le tracé des différents indices est globalement assez régulier et d'ampleur moyenne.

Les apports en nutriments sont assez importants dans le milieu aquatique. La production primaire résultante apparaît cependant faible à modérée. La valeur de cet indice peut être sous-évaluée par la profondeur importante de la zone euphotique (15 à 20 m). L'indice dégradation ressort également modéré, compte tenu de l'épaisseur de l'hypolimnion (110 m).

De la même manière, les indices sur sédiment affichent des valeurs correctes. La matière organique reste tout de même assez abondante au niveau du point de plus grande profondeur.

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.

Les indices physico-chimiques moyens et les indices biologiques sur eau et sur sédiments sont homogènes (40 à 43) et traduisent **un lac de niveau trophique mésotrophe**.

La production primaire apparaît modérée dans la masse d'eau avec un peuplement phytoplanctonique qui semble équilibré avant l'été, mais qui se trouve dominé par les cyanobactéries sur la fin de la période estivale. Globalement, le fonctionnement de la masse d'eau est satisfaisant.

Pour les sédiments, la situation est similaire : le métabolisme est élevé pour dégrader la matière organique. La cuvette de plus grande profondeur est cependant soumise à une difficulté d'assimilation qui peut être expliquée par la désoxygénation des eaux profondes et/ou la présence de micropolluants.

Lac du Bourget (73)

Suivi 2010

Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

Les indices physico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	INDICE NUTRITION
2010	0,033	56,3	0,6<x<1,6	33<x<61	51,6

	Secchi moy (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chloro a + Phéop. (moy 3 camp. Estivales en µg/l)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2010	6,9	26,3	3,3<x<3,9	40<x<43	33,9

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2010	13,7	35,2

entre campagnes C1 et C4

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2010	9,0	50,6

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

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2010	587	41,3

	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau interst</i>	NH4 eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH4 eau interst</i>	INDICE RELARGAGE
2010	0,3	45,7	1,8	29,4	37,6

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2010	40,7	12,3 : PM* fort	40,0	6	40,3

*: Potentiel Métabolique

IPL : calculé à partir du biovolume

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

Annexe 4 : Etat écologique au sens de la DCE

Classes d'état

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

Niveau de confiance

3	Elevé
2	Moyen
1	Faible

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

Nom	Code	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Elément de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Bourget	FRDL60	MEN*	MOY	MOY	B	Non déterminé	MOY	2/3

* MEN : masse d'eau naturelle

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

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, les métaux arsenic, cuivre et zinc ont été quantifiés lors du suivi annuel (systématiquement pour les deux premiers). Les concentrations observées respectent les normes de qualité environnementales (NQE) définies pour ces paramètres.

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques		Paramètres Physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	IPL	Nmin max	PO43- max	Ptot. Max	Transp.
Bourget	FRDL60	MEN*	2,9	40,7	0,61<x<0,65	<0,005	0,033	6,9

Les paramètres biologiques sont classés en état moyen : l'indice planctonique est cependant en limite de classe bon/moyen (la limite est à une valeur de 40). Les paramètres Nmin max et Ptot sont déclassant pour les paramètres physico-chimiques généraux.

Le lac du Bourget est donc classé en **état écologique moyen** selon l'étude réalisée en 2010.

Les concentrations mesurées en phosphore total paraissent particulièrement élevées par rapport aux valeurs issues du suivi scientifique réalisé par le CISALB en 2010. Différents éléments peuvent être avancés pour essayer d'expliquer les écarts observés :

- Une méthodologie de prélèvement différente, réalisée par des opérateurs différents. Dans le cadre du suivi DCE, le résultat pris en compte pour le paramètre Ptot max résulte d'un échantillon intégré sur la zone euphotique constitué à partir du mélange de prélèvements ponctuels effectués tous les mètres dans cette même zone. Le suivi du CISALB comprend quant à lui des analyses sur prélèvements ponctuels réalisés à 2, 10, 15, 20, 30...mètres, mais n'inclue pas de réel prélèvement intégré ;
- Des analyses réalisées par des laboratoires différents et selon des techniques également différentes, ce qui peut induire un certain écart dans les résultats ;
- Des périodes de prélèvements pas nécessairement identiques et aux caractéristiques pouvant donc être non similaires (conditions météorologiques, hydrologiques...);
- Un site de prélèvement pas nécessairement identique et qui peut induire des écarts, notamment au niveau des prélèvements de fond.

Le résultat de l'évaluation DCE devra donc être confirmé lors des prochains suivis, notamment en ce qui concerne le paramètre Phosphore total.

Chlo-a : concentration moyenne estivale en chlorophylle-a dans la zone euphotique ($\mu\text{g/L}$).
IPL : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.
Nmin max : concentration maximale en azote minéral ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) (mg/L).
PO43- max : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique (mg P/L).
Ptot. Max : concentration maximale en phosphore dans la zone euphotique (mg/L).
Transp. : transparence (m), moyenne estivale

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

			Paramètres complémentaires		
			<i>biologiques</i>		<i>physico-chimiques généraux</i>
Nom ME	Code ME	Type	IMOL	IOBL	Déficit O2
Bourget	FRDL60	MEN*	6	12,3	49,0

Les résultats des paramètres complémentaires se situent en limite des états bon et moyen. Ainsi, l'indice IMOL indique un état moyen, et le déficit en oxygène est en limite de classe bon/moyen. L'indice oligochètes est lui plus favorable.

IMOL : Indice Mollusques

IOBL : Indice Oligochètes de Bioindication Lacustre

Déficit O2 : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%).

Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Bourget	Bon

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

Parmi les 41 substances de l'état chimique, sept substances ont été quantifiées¹ :

- Trois herbicides :
 - l'atrazine, quantifié à chacune des campagnes sur un à deux échantillons en une concentration restant toutefois faible : $0,02 \mu\text{g/l}$;
 - la simazine, quantifié sur l'échantillon intermédiaire et sur l'échantillon de fond de la campagne du 10 août, également en faible concentration ($0,02 \mu\text{g/l}$).
 L'atrazine et la simazine sont des herbicides de la famille des triazines, très utilisés dans la culture du maïs. **Ils sont tous deux interdits d'utilisation en France depuis 2003.**
 - le diuron, quantifié à 5 reprises sur les campagnes de mars, juin et octobre en une concentration dix fois inférieure à la NQE définie pour ce paramètre. Il s'agit d'un herbicide urée agissant par contact sur la partie verte des végétaux (propriété dessicante). **Les produits contenant du diuron sont interdits d'utilisation en France depuis décembre 2008.**

¹ Etant donné la grande profondeur du lac du Bourget, en plus du prélèvement intégré et du prélèvement de fond, un prélèvement intermédiaire a été réalisé à 80 mètres de profondeur, soit 3 échantillons analysés par campagne, soit 12 échantillons analysés sur l'année.

- Deux métaux : le nickel et le cadmium. Le premier a été systématiquement quantifié à des

concentrations variant de 0,3 à 0,9 µg/l et le second n'a été quantifié qu'une seule fois sur l'échantillon intégré de la campagne d'août à une concentration de 0,3 µg/l ;

- Un BTEX : le benzène. Il a été quantifié sur les deux échantillons prélevés lors de la campagne du 10 août (0,7 µg/l sur l'échantillon intermédiaire et 0,2 µg/l sur l'intégré).
- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP. Il a été quantifié sur tous les échantillons prélevés lors des deux premières campagnes de prélèvements (de 1 à 19,6 µg/l). Ces valeurs ont été qualifiées d'incorrectes lors de la validation annuelle des résultats (et n'ont donc pas été prises en compte dans l'évaluation de l'état chimique), une contamination via la chaîne de prélèvement ayant été mise en évidence ;

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

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

Les pesticides quantifiés :

Une centaine de molécules a été recherchée à chaque campagne sur l'échantillon intégré de la zone euphotique, sur l'échantillon intermédiaire à 80 mètres de profondeur et sur l'échantillon de fond (dont seule une quinzaine figure dans la liste des 41 substances de l'état chimique).

En plus des trois pesticides déjà cités, 2 autres substances ont été quantifiées :

- L'atrazine déséthyl : quantifié à 6 reprises sur les campagnes de juin, août et octobre à une concentration de 0,02 µg/l. Il s'agit d'un produit de dégradation de l'atrazine ;
- Le formaldéhyde a également été quantifié sur l'échantillon intégré (1,8 µg/l) et sur l'échantillon de fond (2,3 µg/l) de la campagne d'octobre. Les valeurs obtenues pour ce paramètre ont été qualifiées de douteuses lors de la validation annuelle des résultats, une contamination lors de la chaîne de prélèvement et/ou d'analyse étant privilégiée.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 17 autres paramètres ont été quantifiés :

- Dix métaux : baryum, bore, manganèse, molybdène, titane, uranium (tous presque systématiquement quantifiés à chaque campagne sur chacun des échantillons), cobalt, étain, fer, et vanadium (plus rarement quantifiés) ;
- Quatre dérivés du benzène (BTEX) : le toluène, l'éthylbenzène et deux formes du xylène. Le toluène a été systématiquement quantifié sur chacun des échantillons prélevés. Les plus fortes valeurs ont été obtenues sur les campagnes de juin et août avec des concentrations dépassant légèrement les 2 µg/l sur certains échantillons. L'éthylbenzène et les différentes formes du xylène ont été moins fréquemment quantifiées et à des concentrations inférieures. La navigation importante sur le lac du Bourget (essence des moteurs thermiques) et la proximité de plusieurs axes routiers sur les rives peuvent expliquer les nombreuses quantifications de ces substances ;
- Un organoétain : le monobutylétain, quantifié ponctuellement (3 quantifications) sur certains échantillons des campagnes de juin et octobre en des concentrations comprises entre 0,015 µg/l et 0,023 µg/l ;
- Un chlorophénol : le dichlorophénol-2,4, quantifié uniquement sur l'échantillon de fond de la campagne d'août, en une concentration de 1 µg/l ;
- Un HAP : le phénanthrène, quantifié sur l'échantillon de fond et sur l'échantillon intégré de la campagne de juin en une concentration de 0,02 µg/l.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 176 substances recherchées sur le sédiment, 34 ont été quantifiées. Il s'agit de métaux (21 substances), de PCB (10 substances) et de HAP (2 substances). Le DEHP a également été quantifié en faible concentration (198 µg/kg de Matière Sèche - MS).

Les concentrations observées en métaux n'ont pas révélé de teneurs excessives.

Seuls deux HAP ont été quantifiés, tous deux en faibles concentrations (< 20 µg/kg MS).

Dix PCB ont été quantifiés pour une concentration totale en PCB atteignant 72 µg/kg MS, soit une valeur élevée si on compare aux résultats habituellement observés en plans d'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse sur la période 2007-2010 (une cinquantaine de plans d'eau a fait l'objet de la recherche de ce type de paramètre sur la période). Cela correspond à une quantification par substance de 2 à 17 µg/kg MS.

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. A 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 m³.

Le bassin versant géographique du plan d'eau s'étend des contreforts de la montagne de l'Epine 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.

Le lac du Bourget est domanial. La gestion du plan d'eau et de son bassin versant, notamment en terme d'assainissement, est déléguée au CISALB (Comité InterSyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget).

Le lac est utilisé pour de multiples usages dont l'eau potable (Aix les Bains, Tresserve). Le site est également utilisé pour la pêche (dont pêche professionnelle) et les activités nautiques motorisées (navigation, ski nautique, transport,...). De nombreuses zones de baignades sont implantées sur toutes les rives du lac (à l'exception de la côte sauvage).

En 2010, les conditions météorologiques ont été froides et neigeuses sur l'hiver. Le printemps et l'été ont été doux et faiblement pluvieux.

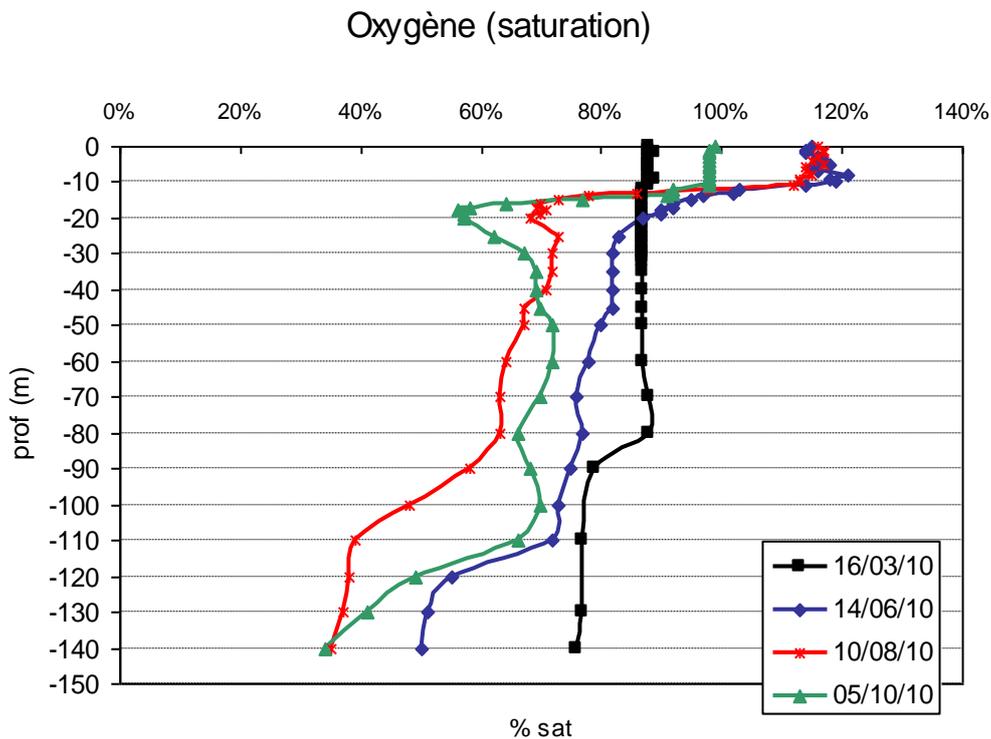
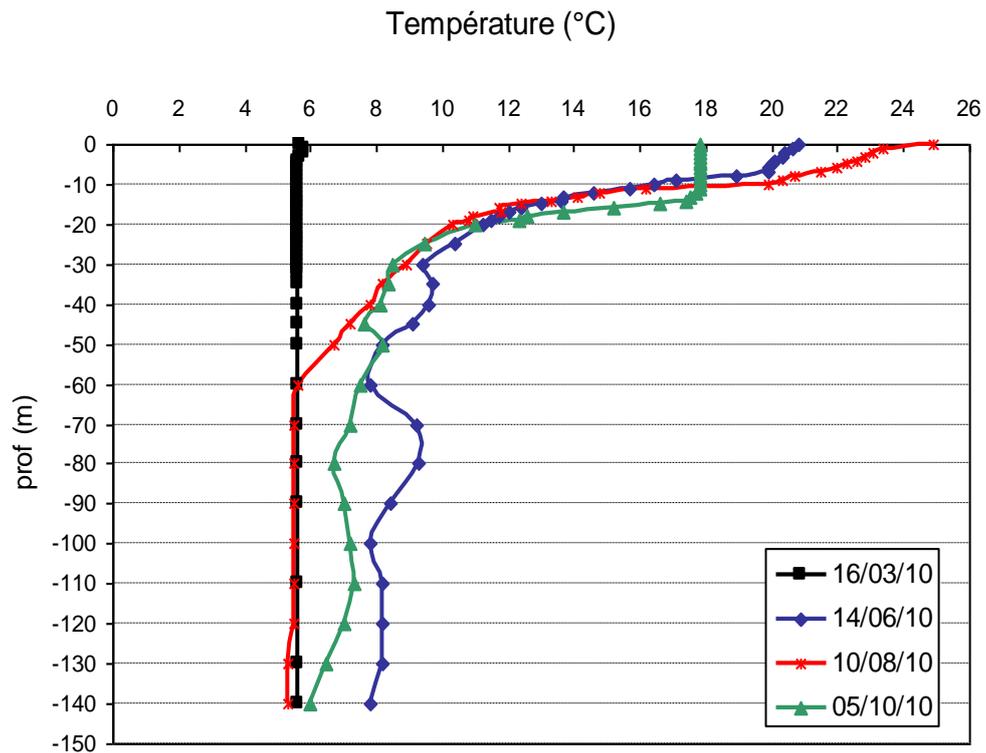
Les périodes d'interventions des différentes campagnes de prélèvements menées en 2010 correspondent aux préconisations de la méthodologie.

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

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique (application du protocole Cemagref) et l'hydromorphologie du plan d'eau (suivi réalisé par l'ONEMA en 2009 à partir du Lake Habitat Survey). La synthèse des données acquises est fournie dans la suite de ce document. A noter que les indices DCE pour le suivi de ces deux compartiments sont en cours de construction.

Profils de température et d'oxygène :

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



Lors de la 1^{ère} campagne, la température est homogène sur la colonne d'eau (6°C). En revanche, le profil d'oxygène dissous n'est pas homogène : le brassage semble donc ne pas avoir été total dans la masse d'eau. Ainsi, la couche sous 80 m présente un déficit en oxygène (<80% sat). Au dessus de 80 m, l'oxygène dissous présente une saturation voisine de 90%.

Profil en oxygène du 16 mars 2010 : la « rupture » constatée à 80 m n'est pas confirmée par l'INRA qui a réalisé un profil le même jour et conclut pour sa part à un brassage total de la masse d'eau.

Au printemps, la stratification s'installe avec une augmentation de la température des eaux à plus de 20°C en surface. La thermocline est établie entre 10 et 30 m de profondeur et les eaux hypolimniques sont homogènes, à une température de 6-10°C sur les 3 campagnes estivales (les mesures en profondeur étant délicates compte tenu de la profondeur du plan d'eau). Lors des campagnes 2 et 3, l'activité photosynthétique est marquée dans l'épilimnion puisque l'on observe des sursaturations en oxygène à près de 120%. A l'inverse, dans l'hypolimnion, on note une consommation importante d'oxygène pour dégrader la matière organique qui s'accroît au fil des mois. Ainsi, en juin, l'oxygène dissous est à 50% de saturation, puis en août comme en octobre, le taux de saturation en oxygène dissous est compris entre 30 et 40% au fond du lac.

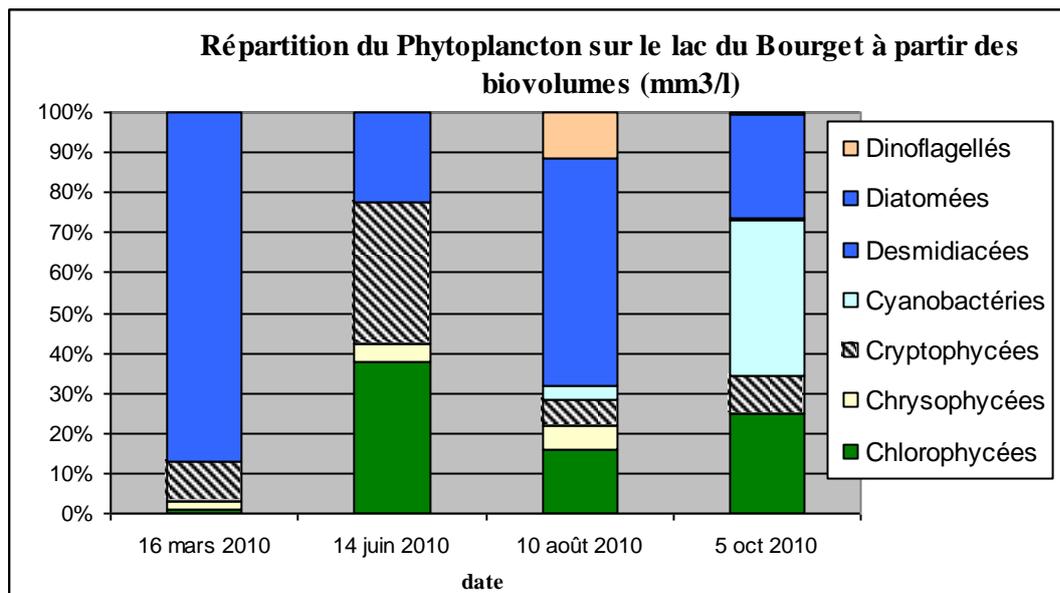
La température atteint 25° en surface durant l'été, la thermocline est alors établie entre 10 et 20 m.

En fin d'été, la thermocline s'enfonce classiquement avec un refroidissement de l'épilimnion (18°C).

La stratification thermique est bien établie sur le lac de Bourget sur l'année 2010 (comme toutes les années).

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 (mm³/l) lors des quatre campagnes.



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

Lac	16 mars 2010	14 juin 2010	10 août 2010	5 oct 2010
Total (nombre cellules/ml)	956	1398	3731	5963

Le peuplement phytoplanctonique présente une abondance moyenne croissante au fil de l'année. La diversité taxonomique est faible lors des deux premières campagnes, elle est élevée sur l'échantillon estival.

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique est dominé très classiquement par les Diatomées avec l'espèce commune *Cyclotella costei*.

Les Chlorophycées et Chrysophycées se développent à partir de la 2^{ème} campagne et se répartissent de

manière équilibrée, les espèces dominantes sont ubiquistes.

Le peuplement algal se densifie en période estivale : les Diatomées (*Stephanodiscus alpinus*) et de nombreuses espèces de Chlorophycées dominent les algues. Quelques Cyanophycées apparaissent également.

En fin d'été, les cyanobactéries colonisent le milieu, et dominent le phytoplancton avec près de 70% en abondance et près de 40% du biovolume. Quatre espèces sont présentes : *Aphanizomenon flos-aquae*, *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix rubescens*, *Pseudanabaena limnetica*. Elles sont indicatrices d'un niveau de trophie élevé.

Globalement, le peuplement phytoplanctonique est assez équilibré, les groupes algaux présents ne traduisent pas une eutrophisation marquée, même si les algues bleues sont bien présentes en fin d'été. L'Indice phytoplanctonique (IPL) est de 40,7, qualifiant le milieu de mésotrophe (l'indice basé sur l'abondance est nettement moins favorable, puisqu'il est eutrophe avec 56,3).

Le développement de cyanobactéries toxiques, notamment de *Planktothrix rubescens* est connu et suivi de près par le CISALB :

Le rapport 2004-2005 indiquait que "*la communauté (phytoplanctonique) est désormais dominée pendant une large partie de l'année par la cyanobactérie toxique Planktothrix rubescens. Cette espèce qui peut former des biomasses importantes, perturbe les usages du Lac. Paradoxalement, elle est indicatrice d'une amélioration de la qualité des eaux du Bourget puisque son développement s'explique en partie par la diminution des concentrations en nutriments.*" Cette situation a cependant bien évolué ces dernières années puisque les récents suivis montrent que *Planktothrix rubescens* a fortement régressé.

Les oligochètes :

Dans l'ensemble, le potentiel métabolique est élevé (IOBL global = 12,3).

Le diagnostic diffère cependant nettement entre :

- d'une part les résultats obtenus sur le point de plus grande profondeur affichant un potentiel métabolique réduit et l'absence d'espèces sensibles, et les résultats des points latéraux à potentiel métabolique très élevé. Cette altération de la capacité métabolique des sédiments profonds peut être expliquée par la désoxygénation des eaux profondes et/ou la présence de micropolluants.
- d'autre part les résultats obtenus sur les deux points latéraux où (bien que présentant des valeurs de potentiel métabolique similaire), la proportion d'espèces sensibles est très différente d'un point à l'autre. Ainsi, le point latéral 2 (sud du lac) ne présente pas d'espèces sensibles alors que le point latéral 1 (nord du lac) est caractérisé par une abondance moyenne d'espèces sensibles.

Cette analyse révèle que la qualité du milieu semble meilleure sur la partie nord du lac que sur sa partie sud, et que les sédiments de la cuvette de plus grande profondeur présentent un métabolisme limité.

Globalement, l'indice IOBL et le peuplement présent révèlent une qualité des sédiments très hétérogène sur le plan d'eau en fonction des secteurs étudiés.

Les Macrophytes :

La rive « Est » du lac est composée essentiellement par des infrastructures de transport, des falaises ainsi que par des zones urbanisées. La cote Ouest (ou côte sauvage) est composée de boisements et de falaises, mais aussi dans une moindre mesure de zones urbanisées (partie sud). Quelques zones humides sont également présentes au nord et au sud du lac.

Le lac abrite de nombreux herbiers aquatiques de phanérogames et de Characées. Les roselières sont plus rares et surtout très localisées. On peut estimer le pourcentage de recouvrement en macrophytes sur le pourtour du lac à environ 10%.

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 du fait d'une transparence de l'eau importante (5,5m). 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 nuttalli*. Ces herbiers peuvent coloniser les fonds jusqu'à près de 8 m de profondeur. Ils sont typiques des eaux mésotrophes (*P. nodosus*), méso-eutrophes (*P. berchtoldi* et *P. perfoliatus*), à eutrophes (toutes les autres espèces citées ci-dessus).

De la même manière, les herbiers de Characées sont indicateurs d'oligo-mésotrophie pour *Chara hispida* (rare sur le lac), méso-eutrophie (*Nitellopsis obtusa* et *Chara contraria*) jusqu'à l'eutrophie (eutrophe tolérant : *Chara globularis*).

En conclusion, les macrophytes observés sur le lac sont globalement présents sur toutes les unités d'observation avec des fréquences et des diversités plus ou moins importantes en fonction de la localisation et notamment en fonction du substrat et de la nature plus ou moins anthropique de la zone. Ces communautés sont globalement méso-eutrophes à eutrophes, les taxons les plus polluosensibles étant très rares tandis que ceux supportant des concentrations élevées en azote et phosphore sont plus abondants et plus fréquents.

Les algues filamenteuses sont bien présentes également, mais les plus tolérantes à une pollution telles que les *Vaucherie*, *Cladophore* et *Rhizoclonium* sont assez rares ici. En revanche, les algues filamenteuses comme *Spirogyra sp.*, *Lyngbya sp.*, *Zygnema sp.*, etc. sont assez bien présentes à faible profondeur.

L'Elodée de nuttall (*Elodea nuttalli*), espèce exotique envahissante est bien présente dans certains secteurs sur le plan d'eau. Elle concurrence de nombreuses espèces.

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

L'Hydromorphologie :

L'ONEMA (direction Rhône Alpes) a mené l'étude hydromorphologique du lac du Bourget en 2009 selon le protocole du Lake Habitat Survey, dans le cadre d'une étude spécifique hydromorphologie/peuplement piscicole.

La méthode utilisée aboutit au calcul de deux indices :

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

Les résultats sont les suivants :

Le plan d'eau présente une part importante de rives modifiées et de nombreuses pressions (régulation, navigation, pêche, AEP,...).

La qualité des habitats apparaît bonne avec un score LHQA assez élevé (70/112).

Remarque : l'indice LHMS paraît sous évalué puisque les pressions sur le lac n'ont pas été prises en compte et que les prospections 2010 ont également révélées la présence d'espèces invasives.

LHMS		LHQA	
LHMS Score	18	LHQA	70
Shore zone modification	8	Riparian score	12
Shore zone intensive use	8	Shore score	14
In-lake pressures	0	Littoral score	24
Hydrology	2	Whole lake score	20
Sediment regime	0		
Introduced species	0		

Annexe 7 : Résultats du suivi piscicole



Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

délégation régionale
Rhône-Alpes
Unité spécialisée milieux lacustres

Fiche synthétique Etat du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : BOURGET	Réseau : DCE Surveillance et Contrôle Op.
Superficie : 4396 Ha	Zmax : 146 m
Date échantillonnage : du 27/09 au 01/10/10	Opérateur : ONEMA (USML & SD 73)
nb filets benthiques : 66 (2970 m2)	nb filets pélagiques : 20 (3300 m2)

Composition et structure du peuplement :

Espèce	Captures		Pourcentages		Rendements surfaciques	
	effectif ind	poids gr	numérique %	pondéral %	numérique ind/1000 m2	pondéral gr/1000 m2
BRB	9	171	0,36	0,26	1,32	25
BRE	1	496	0,04	0,75	0,15	72,51
BRO	21	5458	0,84	8,27	3,07	797,95
CHE	4	5402	0,16	8,18	0,58	789,77
COR	32	5938,3	1,29	8,99	4,68	868,17
GAR	278	11293,5	11,18	17,1	40,64	1651,1
GOU	3	15,9	0,12	0,02	0,44	2,32
GRE	87	635,2	3,5	0,96	12,72	92,87
LOT	1	98	0,04	0,15	0,15	14,33
OCL	12	256,1	0,48	0,39	1,75	37,44
PCH	35	3172,6	1,41	4,81	5,12	463,83
PER	1961	28760,4	78,88	43,56	286,7	4204,74
PES	14	556,6	0,56	0,84	2,05	81,37
ROT	17	2630	0,68	3,98	2,49	384,5
SAN	3	167	0,12	0,25	0,44	24,42
TAN	7	759,3	0,28	1,15	1,02	111,01
TRL	1	216	0,04	0,33	0,15	31,58
Total	2486	66025,9	100	100	363,5	9652,9

BRB : brème bordelière / BRE : brème commune / BRO : brochet / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / GOU : goujon / GRE : grémille / LOT : lote de rivière / OCL : écrevisse américaine / PCH : poisson chat / PER : perche / PES : perche soleil / ROT : rotengle / SAN : sandre / TAN : tanche / TRL : truite de lac

Tab. 1 : résultats de pêche sur le lac du Bourget
(les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus)

En 2010, le peuplement du lac du Bourget est composé de **16** espèces de poissons et de l'écrevisse américaine. L'échantillon est dominé par le triptyque perche-gardon-corégone, la situation de la perche étant similaire à celle qui a pu être mesurée dans les deux autres grands lacs alpins. Ceci constitue une première amélioration par rapport à l'échantillonnage réalisé en 2005 (INRA, 2006), en effet, le rendement de pêche du corégone a fortement cru. D'autre part, on peut observer aussi le très bon recrutement du brochet, la présence de la truite (ici de forme lacustre) et les meilleurs rendements mesurés pour la grémille (témoin de l'état de la strate benthique superficielle). Dans le même temps on constate le recul du poisson-chat et de la brème.

Les rendements de pêche obtenus au Bourget demeurent bas mais stables par rapport à ceux mesurés en 2005 et intermédiaire entre ceux d'Annecy et du Léman. Au lac du Bourget, les populations de corégone et d'omble ne sont quasiment plus soutenues.

Distribution spatiale des captures :

Durant l'année 2010, le suivi DCE n'a pas mis en évidence de désoxygénation drastique de l'hypolimnion du Bourget et les conditions dans les strates prospectées lors de l'échantillonnage CEN sont restées compatibles avec la fréquentation par les salmonidés ou le corégone, a fortiori, par d'autres espèces moins exigeantes.

Comme dans plusieurs autres grands lacs, peu de captures ont été réalisées dans la strate superficielle, 0-3 m, la strate présentant le maximum de diversité étant la strate inférieure 3-6m. A noter que les filets pélagiques ont permis la capture de la moitié des corégones repris et d'un quart des perches. Pour le corégone, son positionnement est donc, à cette saison, tout aussi benthique que pélagique.

Benthiques															Pélagiques						
Strate	BRB	BRE	BRO	CHE	COR	GAR	GOU	GRE	LOT	OCL	PCH	PER	PES	ROT	SAN	TAN	TRL	Strate	COR	GAR	PER
0-2,9	4		7	3		27	3	4		2	8	59	6	11			3	0-6		9	45
3-5,9	2			5	1	29		31		1	25	369	2	6	2	1		6-12	1	1	359
6-11,9	3			8		141		21		6	2	600	3			2		12-18			16
12-19,9		1	1			69		27		3		316	2					18-24	4		3
20-34,9					12	2		4				57			1	1	1	24-30	4		2
35-49,9					2				1			6						30-36			2
50-74,9													1					36-42	1		
>75																		42-48	2		49
																		48-54	2		
																		54-60			10
																		60-66	1		
																		66-72	2		68
Total	9	1	21	4	15	268	3	87	1	12	35	1407	14	17	3	7	1	Total	17	10	554

BRB : brème bordelière / BRE : brème commune / BRO : brochet / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / GOU : goujon / GRE : grémille / LOT : lote de rivière / OCL : écrevisse américaine / PCH : poisson chat / PER : perche / PES : perche soleil / ROT : rotengle / SAN : sandre / TAN : tanche / TRL : truite de lac

Tab. 2 : distribution spatiale des captures observées en 2010 sur le lac du Bourget (effectifs bruts)

Sur l'axe vertical, le poisson fréquente les différentes strates de façon significative jusqu'à 35 m. A noter qu'aucun omble chevalier (malgré le niveau de capture quasi nul de cette espèce) n'a été repris en 2010.

Structure des populations majoritaires :

La population de corégone affiche en 2010 un état significativement meilleur qu'en 2005, ce qui est conforme avec l'image d'exportation obtenue au travers des statistiques de pêche. Le recrutement est effectif même si la régulation des niveaux joue probablement en sa défaveur. Peu d'individus dépassant la taille légale de capture (35 cm) ont été capturés.

Le recrutement de la perche, espèce exploitée au stade 0+ par les professionnels est correct lui-aussi bien que légèrement inférieur à ce qui a été mesuré au Léman où l'exploitation s'effectue aux dépens de sujets plus âgés.

Le recrutement du brochet semble aussi significativement supérieur à celui qui a été mesuré en 2005 ce qui peut amener à se poser des questions sur la régularité de la reproduction (qui se déroule pourtant principalement sur les herbiers immergés) et les facteurs qui influencent sa réussite.

Éléments de synthèse :

Au vu de ces résultats, l'état du peuplement piscicole du lac du Bourget apparaît meilleur qu'en 2005. Les rendements de pêche du brochet, du corégone, de la perche, du gardon, obtenus en 2010 confirment cette amélioration en cours. Son état actuel reste cependant moyen.

Des questions subsistent quant à la situation de l'omble qui n'est plus prélevé au Bourget et qui n'est plus présent dans l'échantillon. Cet état est peut-être à relier avec la qualité des sédiments profonds du lacs dont il conviendrait de mieux cerner l'état fonctionnel.

Bibliographie :

INRA, 2006a. Etude hydroacoustique de l'ichtyofaune du lac du Bourget . Bilan des campagnes 2004 et 2005. *Rapport pour le CISALB*, 25 p.