

Suivi des plans d'eau des bassins Rhône- Méditerranée et Corse en application de la Directive Cadre sur l'Eau

(Sites de Référence, Réseau de Contrôle de Surveillance et Contrôle
Opérationnel)

Note synthétique d'interprétation des résultats

Lac de Devesset

(07 : Ardèche)

Campagnes 2011

*V2 – Février 2014 : Ajustement du niveau de
confiance attribué au potentiel écologique*

V1 – Novembre 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	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Pigments chlorophylliens	Chlorophylle a + phéopigments	Prélèvement intégré	X	X	X	X
	Minéralisation	Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TA, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻	Prélèvement intégré	X			
Sur SEDIMENTS	Eau interstitielle : Physico-chimie		PO4, Ptot, NH4				
	Phase solide (<2mm)	Physico-chimie	Corg., Ptot, NKJ, Granulométrie, perte au feu	Prélèvement ponctuel au point de plus grande profondeur			X
		Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*				
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Prélèvement intégré (Cemagref/Utermöhl)	X	X	X	X
		Oligochètes	IOBL				X
		Mollusques	IMOL				X
		Macrophytes	Protocole Cemagref (nov.2007)			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

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 : **Devesset**

Code lac : **V4105003**

Masse d'eau : **FRDL86**

Département : **07 (Ardèche)**

Région : **Rhône-Alpes**

Origine : **Anthropique** (Masse d'Eau Fortement Modifiée)

Typologie : **A5 = retenue de moyenne montagne, non calcaire, profonde**

Altitude (NGF) : **1074**

Superficie (ha) : **51**

Volume (hm³) : **2,3**

Profondeur maximum (m) : **16** (mesure de 10,5 m en 2011)

Temps de séjour (j) : **330**

Tributaire(s) : **L'Eyrieux**

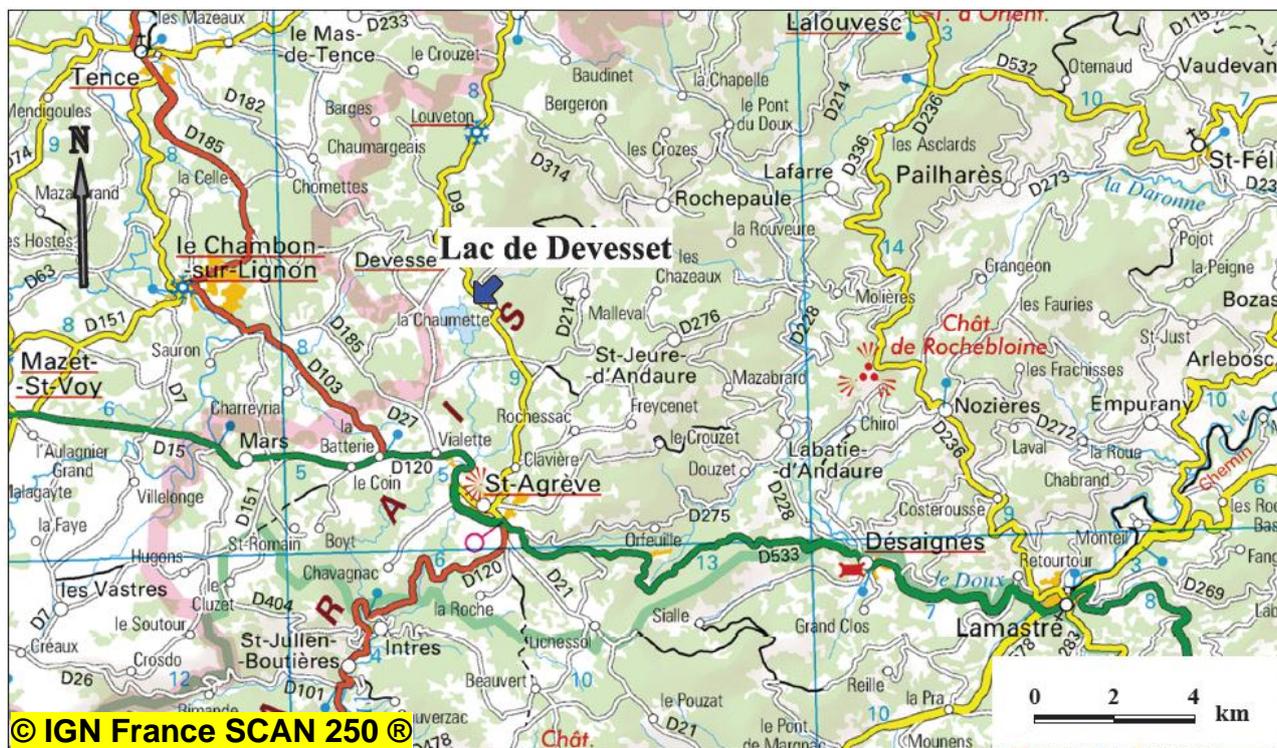
Exutoire(s) : **L'Eyrieux**

Réseau de suivi DCE : **Masse d'eau hors réseaux** (Cf. Annexe 1) suivie afin de préciser l'état du plan d'eau en l'absence de données disponibles

Période/Année de suivi : **2011**

Objectif de bon potentiel : **2015**

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



Carte de localisation du lac de Devesset

Résultats - Interprétation

Le lac de Devesset est situé dans le département de l'Ardèche (07) sur la commune de Devesset à une altitude de 1074 m. Il présente une superficie de 51 ha pour une capacité de stockage de 2,3 millions de m³. La profondeur maximale mesurée en 2011 est de 10,5 m. La construction de la digue en terre à l'origine du lac de Devesset a été terminée en 1974. Elle retient les eaux de l'Eyrieux pratiquement au niveau de sa source en plus d'autres petits ruisseaux. Le temps de séjour des eaux est estimé à 11 mois. La principale vocation de ce plan d'eau est récréative avec la pratique de la pêche amateur, la baignade et la pratique d'activités nautiques (club de voile). Le lac de Devesset est la propriété du Syndicat Intercommunal d'Équipement de l'Ardèche et est gérée par le Syndicat Intercommunal de Gestion du Lac de Devesset.

Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2011, le lac de Devesset présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **eutrophes**. Les indices physico-chimiques de pleine eau et du sédiment témoignent de flux de matières élevés dans le milieu aquatique. La production phytoplanctonique est excessive et nécessite une demande en oxygène importante pour dégrader la matière organique produite et accumulée au niveau des sédiments. Le compartiment sédiment constitue un stock substantiel de nutriments, d'origine autochtone et allochtone, potentiellement disponible pour la production biologique après relargage.

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

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

Sur la base des éléments actuellement pris en compte pour l'évaluation DCE, le lac de Devesset est classé en **mauvais potentiel écologique** d'après les résultats obtenus en 2011 (Cf. annexe 4). Le paramètre déclassant est la concentration moyenne estivale en chlorophylle *a* dans la zone euphotique, reflet de la forte production primaire du plan d'eau.

Le lac de Devesset 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.

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

Suivi piscicole

Le lac de Devesset n'a pas fait l'objet d'une étude piscicole dans le cadre de ce suivi, le plan d'eau n'étant pas intégré au réseau de contrôle de surveillance, ni au contrôle opérationnel.

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 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).

Un suivi « allégé » a été mené sur quatorze plans d'eau identifiés en tant que masses d'eaux DCE mais non intégrés aux réseaux RCS et CO. Ce suivi s'inscrit dans le cadre de la préparation du nouvel état des lieux du bassin Rhône-Méditerranée afin de préciser l'état de ces plans d'eau en l'absence de données milieux disponibles. Neuf plans d'eau ont ainsi été suivis en 2011 et cinq en 2012.

Le contenu du programme de suivi de ces plans d'eau est dit « allégé » puisqu'ils ne font pas l'objet de prélèvements d'eau de fond et seule l'étude du peuplement phytoplanctonique est réalisée concernant l'hydrobiologie. Le contenu du suivi est ainsi restreint aux seuls éléments permettant à ce jour de définir l'état écologique et chimique des plans d'eau selon l'arrêté "Surveillance" du 25 janvier 2010.

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 = 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 complémentaire pour conforter le diagnostic

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

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 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 ($\mu\text{g/l}$)
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 CaCO ₃ /l)
	Fond géochimique + 7,8 (si dureté > 24 mg CaCO ₃ /l)
Polluants spécifiques synthétiques (analysés sur eau brute)	
Substances	NQE_MA ($\mu\text{g/l}$)
Chlortoluron	5
Oxadiazon	0,75
Linuron	1
2,4 D	1,5
2,4 MCPA	0,1

NQE_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle

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

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

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

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

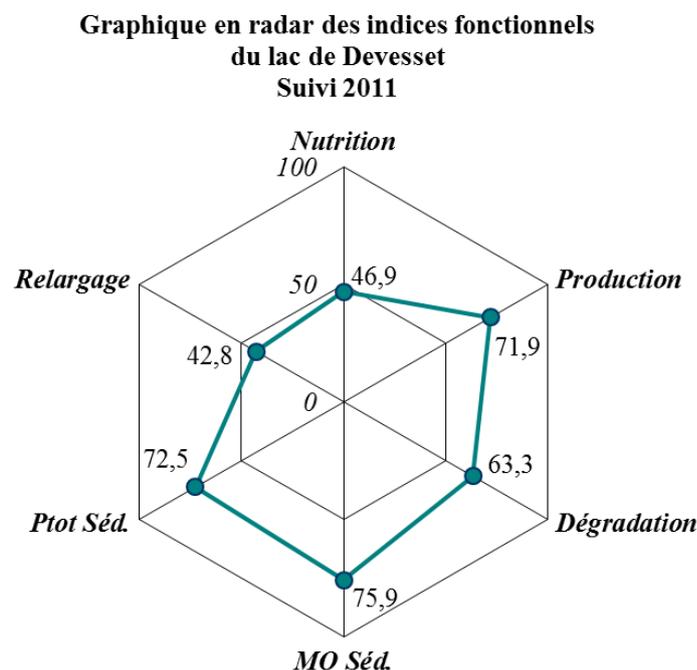
Evaluation de l'état chimique (2 classes d'état) :

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

Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

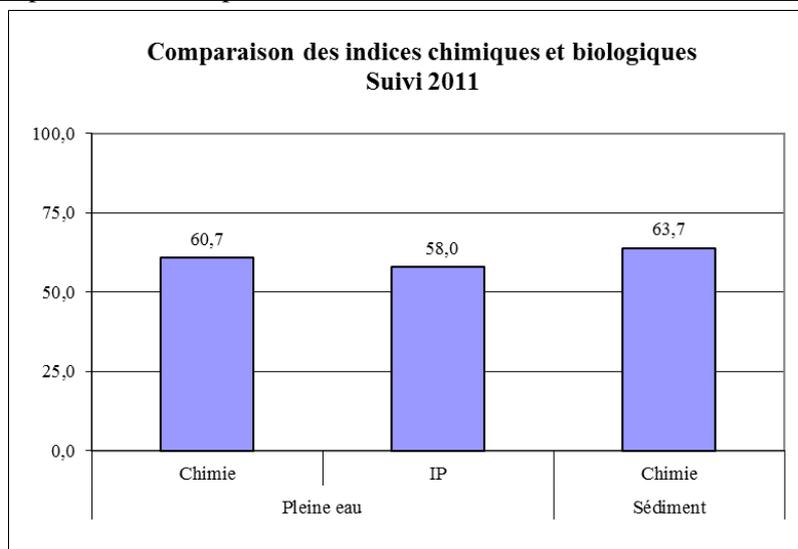


Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent d'un lac eutrophe.

Les apports nutritifs sont modérés sur le lac de Devesset (l'indice nutrition a pu être sous-évalué compte tenu du démarrage de l'activité biologique en 1^{ère} campagne). Les indices production et dégradation indiquent une eutrophisation marquée avec un développement phytoplanctonique important s'accompagnant d'une forte demande en oxygène dans les couches profondes pour la minéralisation de la matière organique produite mais aussi stockée.

En effet, les stocks de matière organique et de phosphore sont très élevés dans le sédiment et constituent une réserve pour le système lacustre. Ils sont issus d'apports initiaux (origine tourbeuse des terrains + non enlèvement des débris organiques grossiers lors de la mise en eau) et passés (production biologique). Le relargage est toutefois modéré.

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

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 chimiques de pleine eau et du sédiment sont similaires et témoignent de flux de matières élevés dans le milieu aquatique (classe eutrophe). La production est notamment excessive et peut occasionner des nuisances (proliférations phytoplanctoniques). Les sédiments sont riches en matière organique et phosphore : le rapport C/N affiche une valeur élevée (13,6) et reflète une faible capacité métabolique du sédiment qui est très riche en matière carbonée. Ce stock est lié à des apports antérieurs autochtones (production biologique) mais surtout à des apports allochtones (acides humiques et débris organiques grossiers) en lien avec la mise en charge du barrage. Tout indique que le plan d'eau se trouve dans une impasse trophique.

L'indice planctonique (IPL) confirme le caractère eutrophe du plan d'eau : la période estivale est caractérisée par la très bonne représentation de groupes algaux qui traduisent une eutrophisation marquée (cyanobactéries et chlorophycées).

Lac de Devesset

Suivi 2011

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>	INDICE NUTRITION moyen
2011	0,038	58,8	0,3 < x < 1,3	15,3 < x < 54,9	46,9

	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>	INDICE PRODUCTION
2011	1,9	63,5	33,8	80,3	71,9

	Conso journalière en O ₂ (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2011	57,3	63,3

entre campagnes C1 et C4

	Perte au feu (% MS)	indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd
2011	27,0	75,9

Correspondance entre indices de la diagnose rapide et niveau trophique

<i>Indice</i>	<i>Niveau trophique</i>
0-15	Ultra oligotrophe
15-35	Oligotrophe
35-50	Mésotrophe
50-75	Eutrophe
75-100	Hyper eutrophe



	Ptot séd (mg/kg MS)	indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd
2011	2166	72,5

	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau intersticielle</i>	NH ₄ eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH₄ eau intersticielle</i>	INDICE RELARGAGE
2011	< 0,10	< 30,0	8,31	55,6	< 42,8

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>
2011	58,0

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 : Potentiel 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

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

Le lac de Devesset a un temps de séjour estimé à 330 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 non imposées par les CTO**	Potentiel écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Devesset	FRDL86	MEFM*	MAUV	MED	B	Nulles à faibles	MAUV	1/3

* MEFM : masse d'eau fortement modifiée / ** CTO : contraintes techniques obligatoires

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

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 cuivre ont été quantifiés à chacune des campagnes. La quantification du zinc est plus ponctuelle : ce paramètre n'a été mesuré que sur 2 des 4 prélèvements réalisés sur l'année.

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	N _{min} max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. max	Transp.
Devesset	FRDL86	MEFM*	29,5	0,32 < x < 0,36	< 0,005	0,046	1,9

Selon les règles de l'arrêté du 25 janvier 2010, le paramètre biologique (concentration moyenne estivale en chlorophylle *a*) est classé en mauvais état. Concernant les paramètres physico-chimiques généraux, la transparence moyenne estivale est le paramètre le plus déclassant (classe d'état médiocre). Ces résultats sont le reflet de la forte production primaire du plan d'eau. Le lac de Devesset est donc classé en **mauvais potentiel écologique**.

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

N_{min} max : concentration maximale en azote minéral (NO₃⁻ + NH₄⁺) (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). 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 du potentiel écologique :

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires
			physico-chimiques généraux
Devesset	FRDL86	MEFM*	Déficit O ₂
			61,2

Le déficit en oxygène sur le plan d'eau est considéré comme important et confirme donc le mauvais potentiel observé.

Déficit O₂ : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%). Pour chacune des campagnes C2, C3 et C4, on calcule le déficit : $D = (O_2(s) - O_2(f)) / O_2(s)$, avec $O_2(s)$ la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 premiers mètres et le fond $O_2(f)$ la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 derniers mètres. La valeur finale est obtenue en faisant la moyenne des 3 déficits calculés.

Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Devesset	Bon

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

Parmi les 41 substances de l'état chimique, 2 substances ont été quantifiées (sans toutefois dépasser les NQE).

Il s'agit de deux métaux : le nickel et le plomb, tous deux quantifiés en faibles concentrations sur trois des quatre campagnes annuelle.

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 (dont seule une quinzaine figure dans la liste des 41 substances de l'état chimique).

Une seule substance a été quantifiée à chacune des campagnes de prélèvements, il s'agit d'un fongicide : le formaldéhyde. Il a été mesuré de 1,5 à 8,7 µg/l selon les campagnes.

Concernant le formaldéhyde, plusieurs pistes peuvent être avancées pour expliquer les fréquentes quantifications de cette substance sur une grande partie des plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse : pollution diffuse liée à son utilisation en tant que pesticide (désinfection des locaux et du matériel agricole, utilisation dans l'industrie du bois), difficulté des laboratoires d'analyses à quantifier précisément cette substance du fait de ses multiples sources d'émission dans l'air des espaces clos : matériaux de construction, d'ameublement et de décoration (panneaux de particules), produits domestiques (peintures, colles, cosmétiques) et combustions (tabagisme, chaudières...). Sa présence dans les eaux de plans d'eau, et particulièrement sur l'échantillon de fond des milieux aux eaux profondes dépourvues d'oxygène, peut également trouver une origine en dehors de toute contamination anthropique, ce composé pouvant être produit naturellement lors de la dégradation de la matière organique en condition anoxique.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 10 autres paramètres ont été quantifiés :

- 6 métaux : aluminium, baryum, fer (tous systématiquement quantifiés à chacune des campagnes), antimoine, manganèse et vanadium.
- La diéthylamine, quantifiée systématiquement entre 5 et 8 µg/l.
- Deux dérivés du benzène (BTEX) : le toluène et l'éthylbenzène, tout deux ponctuellement

quantifiés (1 à 2 quantifications sur l'année) en faibles concentrations.

- Un composé organohalogéné volatil : le chloroforme, quantifié uniquement sur l'échantillon prélevé lors de la campagne de mars à une concentration de 1,3 µg/l.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 170 substances recherchées sur sédiments, 36 ont été quantifiées. Il s'agit de métaux (23 substances), de PCB (7 substances) et de HAP (6 substances).

Parmi les métaux quantifiés, les valeurs observées en zinc (131 mg/kg MS) et surtout en plomb (65 mg/kg MS) sont non négligeables.

Le sédiment du lac de Devesset présente quelques quantifications en HAP. Les concentrations observées restent modérées, comprises entre 35 et 170 µg/kg de MS selon les substances.

Sur les 28 PCB recherchés, sept congénères ont été quantifiés en faibles concentrations (entre 1 et 2 µg/kg MS par congénère).

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

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

Le lac de Devesset est situé dans le département de l'Ardèche (07) sur la commune de Devesset à une altitude de 1074 m. Il présente une superficie de 51 ha pour une capacité de stockage de 2,3 millions de m³. La profondeur maximale mesurée en 2011 est de 10,5 m. La construction de la digue en terre à l'origine du lac de Devesset a été terminée en 1974. Elle retient les eaux de l'Eyrieux pratiquement au niveau de sa source en plus d'autres petits ruisseaux. Le temps de séjour des eaux est estimé à 11 mois. La principale vocation de ce plan d'eau est récréative avec la pratique de la pêche amateur, la baignade et la pratique d'activités nautiques (club de voile). Le lac de Devesset est la propriété du Syndicat Intercommunal d'Equipement de l'Ardèche et est gérée par le Syndicat Intercommunal de Gestion du Lac de Devesset.

Le climat dans la partie la plus élevée du département de l'Ardèche est de type continental avec une légère tendance océanique. Les pluies sont assez fréquentes et bien réparties sur l'ensemble de l'année bien que présentant un maximum en automne et un minimum en hiver (neige potentiellement abondante).

Le bassin versant est couvert de forêts de résineux, de prairies et de tourbières (caractère acide des sols). La totalité du plan d'eau est inclus dans une ZNIEFF de type 1 alors que seule la moitié Nord-Ouest est comprise dans une zone Natura 2000 au titre de la Directive Habitat.

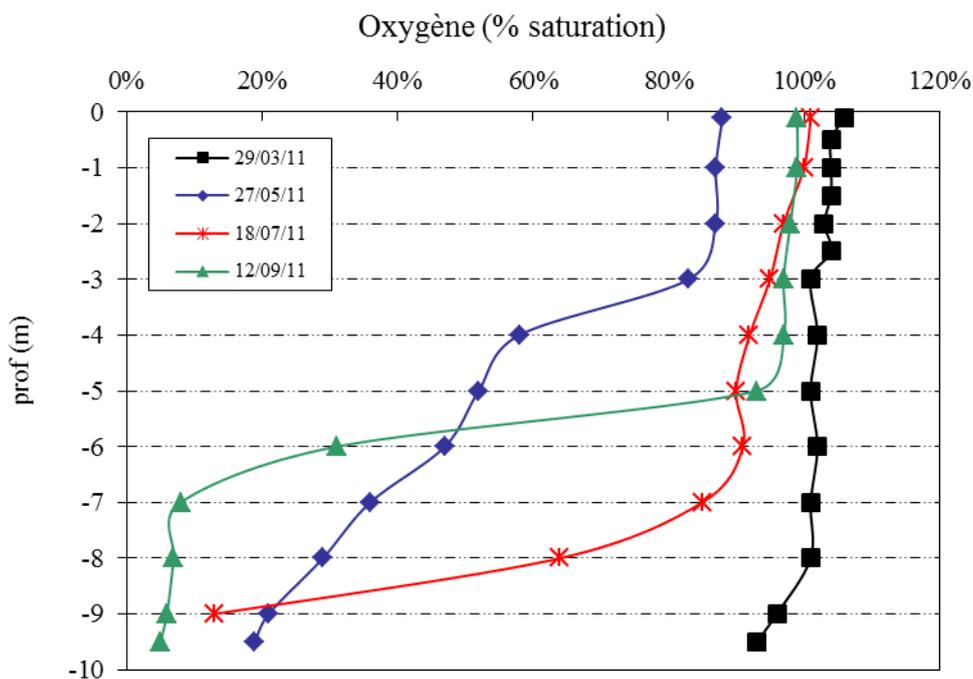
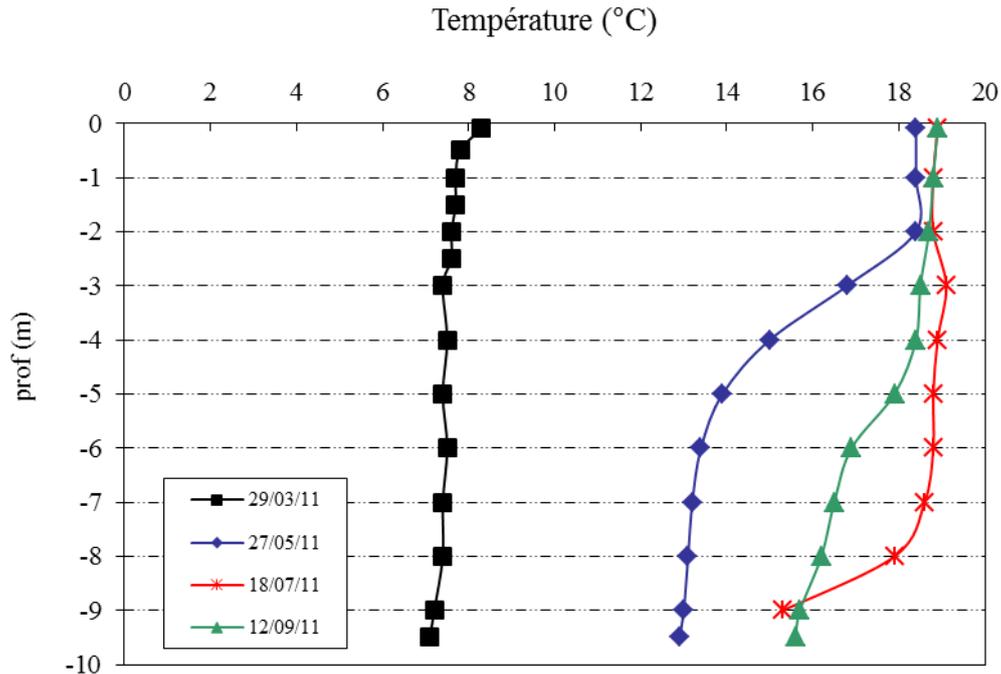
En Ardèche, l'hiver 2010-2011 a été frais et pluvieux. Le printemps s'est ensuite révélé exceptionnellement chaud et sec sur une grande partie du pays, les conditions météorologiques ont été plus fraîches et arrosées dans le secteur du lac de Devesset. Les températures et les précipitations estivales ont été conformes aux moyennes saisonnières. Enfin, l'automne a été marqué par des températures élevées et une pluviométrie importante.

Les périodes d'intervention des différentes campagnes de prélèvements réalisées en 2011 correspondent aux préconisations de la méthodologie malgré un léger démarrage de l'activité biologique lors de la 1^{ère} campagne.

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

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 :



En fin d'hiver, la température (7,5-8°C) et l'oxygène dissous (100% de saturation) sont homogènes sur toute la colonne d'eau. On observe donc un brassage complet des eaux faisant suite à la période hivernale.

Au printemps, la stratification thermique s'installe. Ainsi, la thermocline est établie entre 2 et 5 m de profondeur. Les eaux épilimniques sont proches de 18°C et l'hypolimnion est quasiment homogène à 13°C.

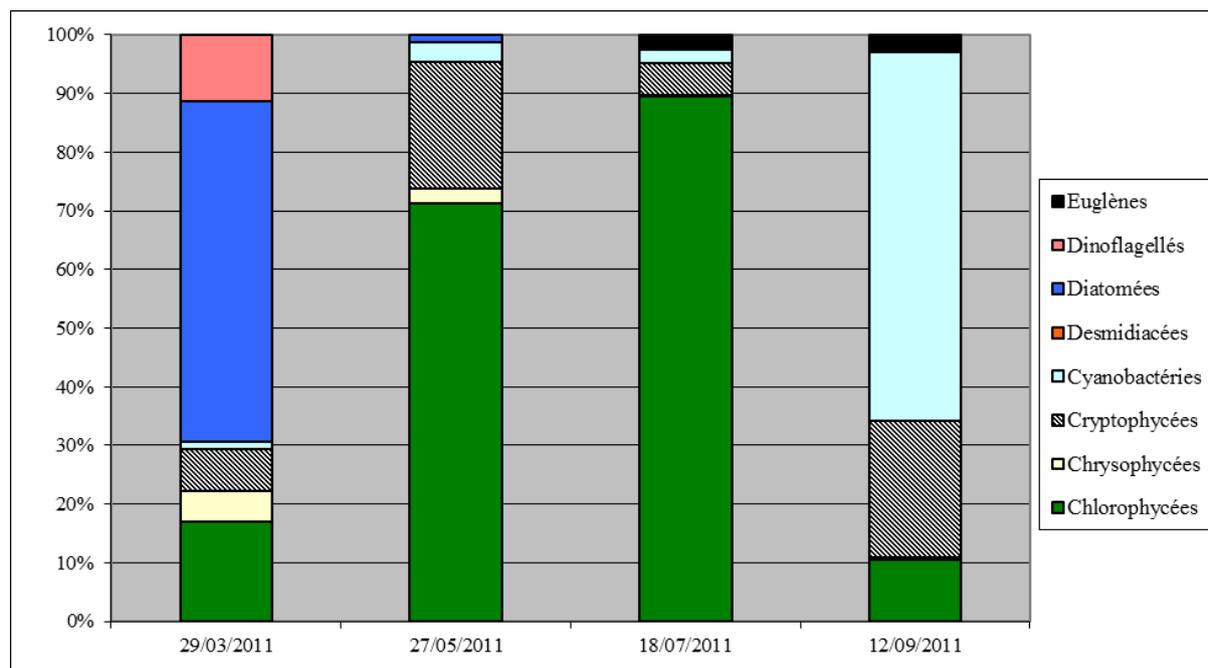
En été, la colonne d'eau n'est plus stratifiée. Elle s'est réchauffée uniformément jusqu'à 7 m de profondeur (19°C). On observe seulement une légère diminution de la température en profondeur (15,3°C à -9 m). Un brassage quasiment complet de la masse d'eau semble avoir eu lieu.

Enfin, en campagne 4, les eaux profondes se refroidissent légèrement. La colonne d'eau n'est pas réellement stratifiée, on observe davantage un gradient surface/fond marqué par un saut thermique de

faible amplitude entre 5 et 6 m de profondeur (-1,0°C) : 18,9°C en surface et 15,6°C au fond. Concernant l'oxygène dissous, au fil des campagnes estivales, on note une consommation croissante d'oxygène au fond du lac pour dégrader la matière organique. Ainsi, en mai, l'oxygène dissous est à 20% de saturation au fond. En juillet, il est à 15% de saturation à -9 m. Et enfin en septembre, la saturation est proche de 5% sur une colonne d'eau plus importante (entre 7 et 9,5 m de profondeur). Une oxycline est visible en campagne 4 entre 5 et 7 m de profondeur. L'oxygène est donc presque inexistant au fond du lac en été, limitant le potentiel de minéralisation à l'interface eau/sédiment. A noter la nature tourbeuse des substrats qui induit une forte teneur en matière organique peu biodégradable.

Le peuplement phytoplanctonique :

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalent à 2.5 fois la transparence lors de la campagne). Le graphique suivant présente la répartition du phytoplancton par groupe algal (relatif à la diagnose rapide) à partir des résultats exprimés en biovolumes (mm^3/l) lors des quatre campagnes.



Répartition du phytoplancton sur le lac de Devesset à partir des biovolumes (mm^3/ml)

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

Devesset	29/03/2011	27/05/2011	18/07/2011	12/09/2011
Total (nombre cellules/ml)	12522	11539	51292	69607

Le peuplement phytoplanctonique présente une abondance moyenne à élevée. Dès la 1^{ère} campagne, le phytoplancton est relativement abondant (12522 cellules/ml). Des blooms ont été ensuite observés en campagnes 3 et 4 (respectivement 51292 et 69607 cellules/ml).

La diversité taxonomique est moyenne en campagne 1 (29 taxons) puis elle diminue au cours de la période estivale (17 ou 18 taxons).

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique est dominé par les diatomées et notamment l'espèce *Asterionella formosa*. Elle représente ainsi 56% de l'abondance totale et 58% du biovolume total.

En campagne 2, la silice moins abondante limite le développement des diatomées. Les chlorophycées représentées par les espèces communes *Chlorella vulgaris* et *Choricystis minor* colonisent ainsi le milieu au détriment des diatomées. Elles constituent près de 65% du peuplement. Le taxon *Woronichinia naegeliana*, appartenant au groupe des cyanobactéries, est également présent.

Le 18/07/2011, on constate un développement massif de la chlorophycée *Sphaerocystis Schroeteri*, taxon caractéristique de milieux eutrophes (25059 cellules/ml soit près de 50% du peuplement algal). Parallèlement, *Woronichinia naegeliana* continue de se développer.

La campagne 4 se caractérise par un bloom des cyanobactéries (90% de l'abondance totale et 63% du biovolume total), avec en particulier l'espèce *Synechococcus elongatus*, assez courante dans les milieux de niveau trophique faible à moyen.

La période estivale est marquée par la très forte représentation de groupes algaux qui indiquent un degré de trophie relativement élevé. En effet, les chlorophycées et les cyanobactéries dominent le peuplement phytoplanctonique. Il en résulte un indice planctonique élevé (58,0), qualifiant les eaux du lac de Devesset d'eutrophes. L'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est montrée une eutrophisation encore plus marquée (68,3 – eutrophe).