

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 Carcès

(83 : Var)

Campagnes 2011

VI – 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 : **Carcès**

Code lac : **Y5105063**

Masse d'eau : **FRDL108**

Département : **83 (Var)**

Région : **Provence-Alpes-Côte d'Azur**

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

Typologie : **A12 = retenue méditerranéenne de basse altitude, sur socle cristallin, profonde**

Altitude (NGF) : **169**

Superficie (ha) : **87**

Volume (hm³) : **7,5**

Profondeur maximum (m) : **16** (mesure de 13 m en 2011)

Temps de séjour (j) : **24** (estimé)

Tributaire(s) : **L'Issole, Le Caramy**

Exutoire(s) : **Le Caramy**

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

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 Carcès

Résultats - Interprétation

Le lac de Carcès est situé dans le département du Var (83), sur les communes de Carcès et de Cabasse à une altitude de 169 m NGF. La construction du barrage date de 1939. Le plan d'eau s'étend sur 87 ha et retient au maximum 8 millions de m³ d'eau. La profondeur maximale mesurée en 2011 est de 13 m. Le barrage retient les eaux du Caramy et de l'Issole. L'alimentation en eau potable de l'agglomération de Toulon est la principale vocation de cet ouvrage, propriété de la commune de Toulon. A l'exception de la pêche, les autres loisirs sont interdits sur le plan d'eau pour des raisons de sécurité : durant la période sèche, le pompage d'eau peut faire baisser exceptionnellement le niveau d'eau de 5 à 6 m rapidement.

Le lac de Carcès présente un temps de séjour court qui ne permet la mise en place d'une stratification thermique durable et marquée : les critères d'application de la diagnose rapide ne sont donc pas strictement respectés.

Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2011, le lac de Carcès présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **méso-eutrophes**.

La chimie des eaux révèle un niveau trophique eutrophe qui traduit des apports assez élevés en nutriments, une production primaire conséquente et une demande importante en oxygène pour dégrader la matière organique produite dans la masse d'eau.

La qualité physicochimique du sédiment semble plus satisfaisante (mésotrophe). Pourtant, l'indice Oligochètes montre un dysfonctionnement de ce compartiment qui présente une capacité métabolique faible pour dégrader une matière organique pourtant peu abondante. L'anoxie des eaux profondes semble être à l'origine de cette altération du métabolisme des sédiments profonds (impasse trophique) et favorise également le phénomène de relargage d'éléments nutritifs à l'interface eau/sédiment.

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 Carcès est classé en **potentiel écologique moyen** d'après les résultats obtenus en 2011 (Cf. annexe 4). La production phytoplanctonique, l'élément de qualité nutriments et la transparence des eaux affichent un résultat inférieur au bon état.

Le lac de Carcès 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.

L'étude de la végétation aquatique a montré un recouvrement global de macrophytes faible, estimé à 10% de la surface du lac. Les herbiers de characées rencontrés sont principalement composés de *Chara vulgaris* qui présente plutôt un caractère pionnier et de *Chara contraria*, typique de lacs carbonatés méso-eutrophes. Les bryophytes recensées ne sont que faiblement polluo-sensibles. Le lac de Carcès présente vraisemblablement un degré de trophie des eaux assez élevé

L'étude hydromorphologique a été menée par l'ONEMA en 2009. Les résultats ont montré que le lac de Carcès subit diverses pressions d'origine anthropique qui confèrent au pourtour du lac un caractère artificiel marqué. L'altération du milieu est donc relativement forte.

La qualité des habitats est bonne sur le plan d'eau en raison de leur diversité en berge et en zone littorale et du recouvrement intéressant en macrophytes.

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 2008 (Cf. Annexe 7), soit avant la vidange du plan d'eau réalisée en 2009. Au vu des résultats de l'échantillonnage, le peuplement piscicole de la retenue de Carcès témoigne du mauvais état général du plan d'eau. Malgré les rendements de captures élevés, le peuplement est déséquilibré et nettement dominé par la brème bordelière, le poisson chat et le gardon dans une moindre mesure. Cet état traduit les conditions défavorables du plan d'eau, liées d'une part à la gestion hydraulique de la retenue pouvant générer d'importants marnages en fonction des saisons et d'autre part à la qualité de l'eau, traduisant les apports du bassin versant et générant d'importants problèmes d'anoxie du méta et de l'hypolimnion.

Cet échantillonnage constitue en outre un état initial avant la vidange du plan d'eau.

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).

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

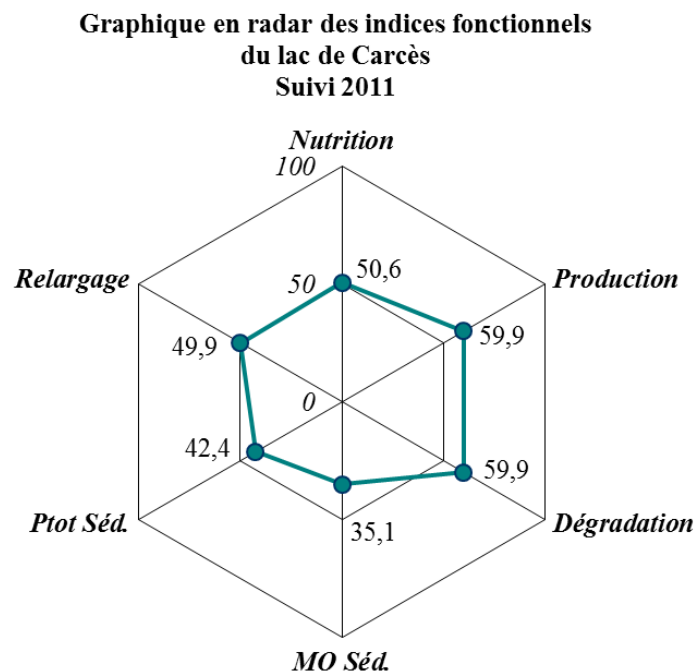
Evaluation de l'état chimique (2 classes d'état) :

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.

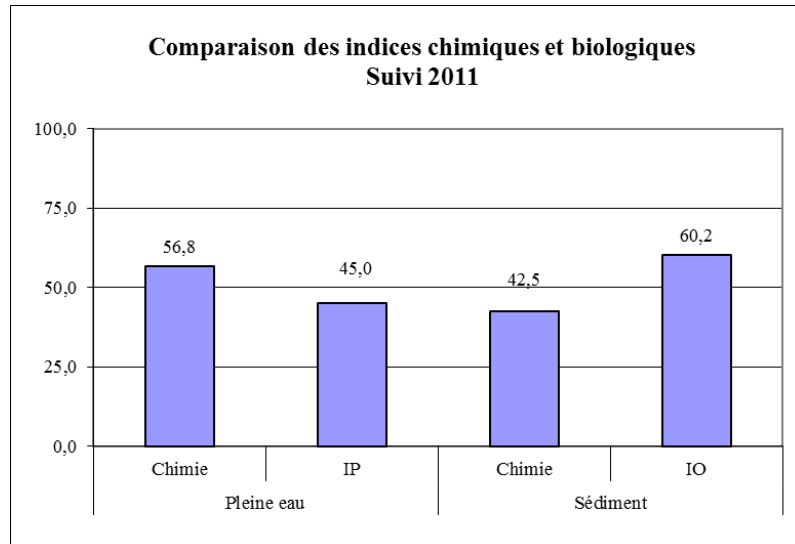


Les résultats obtenus témoignent d'un plan d'eau **méso-eutrophe**. Le tracé est dissymétrique avec des indices sur eau élevés (eutrophes) et des indices sur sédiment plus modérés (mésotrophes).

Les apports en nutriments sont assez élevés. La production est importante malgré le renouvellement fréquent des eaux. Elle génère une demande en oxygène très importante pour dégrader la matière organique produite (anoxie à l'interface eau/sédiment).

La charge en matière organique et en phosphore du sédiment reste raisonnable. La faible teneur en matière organique suppose que la matière algale produite est recyclée en grande partie au sein de la masse d'eau. L'anoxie précoce de la couche profonde entraîne un relargage non négligeable d'éléments nutritifs à l'interface eau/sédiment.

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

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

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

Concernant les indices de pleine eau, la chimie des eaux révèle un degré de trophie élevé (56,8 - eutrophe) qui traduit des apports modérés en nutriments mais une demande élevée en oxygène pour dégrader la matière organique produite dans la masse d'eau. Le recouvrement en macrophytes n'est pas négligeable, ce qui constitue une charge supplémentaire à assimiler. L'indice planctonique est plus favorable (45,0 - mésotrophe) : le peuplement est relativement équilibré malgré le développement de chlorophycées durant la période estivale qui témoigne d'un niveau trophique des eaux modéré.

La qualité physicochimique du sédiment semble satisfaisante (42,5 - mésotrophe). Cette analyse est cependant à nuancer car l'IOBL est moins favorable (IO = 60,2 - eutrophe) et révèle un potentiel métabolique faible et globalement une impasse trophique, plus particulièrement dans la zone de plus grande profondeur. L'anoxie des eaux profondes peut être à l'origine de cette altération de la capacité métabolique des sédiments profonds.

Lac de Carcès

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	0,019	46,8	0,9 < x < 1,9	43,7 < x < 65,0	50,6

	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	2,2	59,2	11,1	60,5	59,9

	Conso journalière en O ₂ (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2011	49,2	59,9

entre campagnes C1 et C3

	Perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2011	4,6	35,1

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>
2011	615,4	42,4

	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	0,11	31,4	16,60	68,5	49,9

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>
2011	45,0	5,5 : PM*faible	60,2

* : Potentiel Métabolique 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 Carcès a un temps de séjour évalué à 24 jours qui le place en temps de séjour court.

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				
Carcès	FRDL108	MEFM*	MOY	MAUV	B	Nulles à faibles	MOY	2/3

* 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 moyen et mauvais.

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, les quatre métaux figurant à la liste des polluants spécifiques ont été quantifiés durant le suivi, sans toutefois dépasser les normes de qualités environnementales (NQE) définies pour ces paramètres. Arsenic, cuivre et zinc ont été quantifiés à chacune des campagnes. La quantification du chrome est plus ponctuelle : ce paramètre n'a été mesuré que lors de la campagne de juillet, en faible concentration.

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.
Carcès	FRDL108	MEFM*	7,90	0,72	< 0,005	0,121	2,2

Le paramètre biologique chlorophylle *a* est classé en état moyen. Les paramètres physico-chimiques généraux sont classés de très bon état à mauvais état (Phosphore total).

Selon les règles de l'arrêté du 25 janvier 2010, la retenue de Carcès est classée en **potentiel écologique moyen**, le classement en potentiel médiocre ou mauvais n'étant déterminé que par les seuls éléments de qualité biologiques.

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 :

			Paramètres complémentaires
			physico-chimiques généraux
Nom ME	Code ME	Type	Déficit O ₂
Carcès	FRDL108	MEFM*	92,7

Le déficit en oxygène sur le plan d'eau est considéré comme important et souligne le problème d'oxygénation touchant l'hypolimnion.

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
Carcès	Bon

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

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

- Une substance de la famille des BTEX, le benzène. Il a été retrouvé en faible concentration sur les échantillons de fond des campagnes de juillet et septembre (respectivement 0,4 et 0,2 µg/l).
- Un composé métallique : le nickel, systématiquement quantifié en faible concentration (entre 0,2 et 0,7 µg/l).

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

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

Les pesticides quantifiés :

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

Trois pesticides ont été quantifiés :

- Un fongicide : le formaldéhyde, quantifié à trois reprises sur les campagnes de mai, juillet et septembre. Les concentrations mesurées en mai et juillet sont restées relativement faibles (de l'ordre de 1,5 µg/l). La valeur obtenue sur l'échantillon de fond de la campagne de septembre est par contre bien plus élevée puisqu'elle atteint 34 µg/l.
- Deux métabolites de l'herbicide terbuthylazine : terbuthylazine déséthyl et terbuthylazine hydroxy. Ils ont été ponctuellement quantifiés en faible concentration (0,2 µg/l, ce qui correspond à la limite de quantification rendue pour ce paramètre) sur la campagne de juillet pour le premier et sur l'échantillon intégré de la campagne de mars pour le second.

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, 15 autres paramètres ont été quantifiés :

- 11 métaux : baryum, bore, manganèse, molybdène, uranium, vanadium (tous systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur les échantillons intégrés et/ou de fond), antimoine, cobalt, étain, fer et sélénium.
- Deux dérivés du benzène (BTEX) : le toluène et une forme du xylène. Ils ont été quantifiés ponctuellement (1 à 2 quantifications sur l'année) en faibles concentrations (entre 0,2 et 0,4 µg/l).
- Un organoétain : le monoocylétain, uniquement quantifié sur l'échantillon intégré de la campagne de mai à une concentration égale à la limite de quantification de ce paramètre (0,02 µg/l).
- Un hydrocarbure aromatique ; le biphényle, uniquement quantifié sur l'échantillon de fond de la campagne de juillet à une concentration de 0,02 µg/l.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 170 substances recherchées sur sédiments, 29 ont été quantifiées. Il s'agit principalement de métaux (22 substances) et de HAP (6 substances). Un plastifiant, le DEHP, a également été quantifié à une faible concentration (166 µg/kg de Matière Sèche – MS).

Parmi les métaux quantifiés, la concentration en cuivre (40,7 mg/kg MS) est légèrement supérieure à la moyenne rencontrée sur les plans d'eau suivis dans le cadre du programme de surveillance sur la période 2007-2011.

Concernant les HAP, les concentrations mesurées restent relativement faibles, la valeur la plus forte atteignant 29 µg/kg pour le benzo(b)fluoranthène.

28 PCB ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 21 septembre 2011. Aucune de ces substances n'a été quantifiée (résultat d'analyse < 1 µg/kg MS pour chacune de ces substances).

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

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

Le lac de Carcès est situé dans le département du Var (83), sur les communes de Carcès et de Cabasse à une altitude de 169 m NGF. La construction du barrage date de 1939. Le plan d'eau s'étend sur 87 ha et retient au maximum 8 millions de m³ d'eau. La profondeur maximale mesurée en 2011 est de 13 m. Le barrage retient les eaux du Caramy et de l'Issole. L'alimentation en eau potable de l'agglomération de Toulon est la principale vocation de cet ouvrage, propriété de la commune de Toulon. A l'exception de la pêche, les autres loisirs sont interdits sur le plan d'eau pour des raisons de sécurité : durant la période sèche, le pompage d'eau peut faire baisser exceptionnellement le niveau d'eau de 5 à 6 m rapidement.

La retenue de Carcès se situe dans un secteur où le climat est typiquement méditerranéen, présentant des étés secs et chauds et des hivers doux et humides.

Le pourtour du plan d'eau présente un paysage forestier naturel, mais la présence d'une route et d'une piste à proximité immédiate des rives a fortement modifié les berges (talus de route, remblais). Le site fait toutefois partie d'une zone Natura 2000 au titre de la directive habitat.

En 2011, l'hiver a été frais et a connu des cumuls de précipitations légèrement déficitaires par rapport aux moyennes saisonnières. Le printemps a été exceptionnellement chaud comme pour une grande partie du pays alors que les précipitations se sont révélées comparables aux normales saisonnières. La région a ensuite connu un été présentant des températures de saison et un léger excédent de précipitations. L'automne suivant a été chaud et ponctué de nombreux et importants épisodes pluvieux.

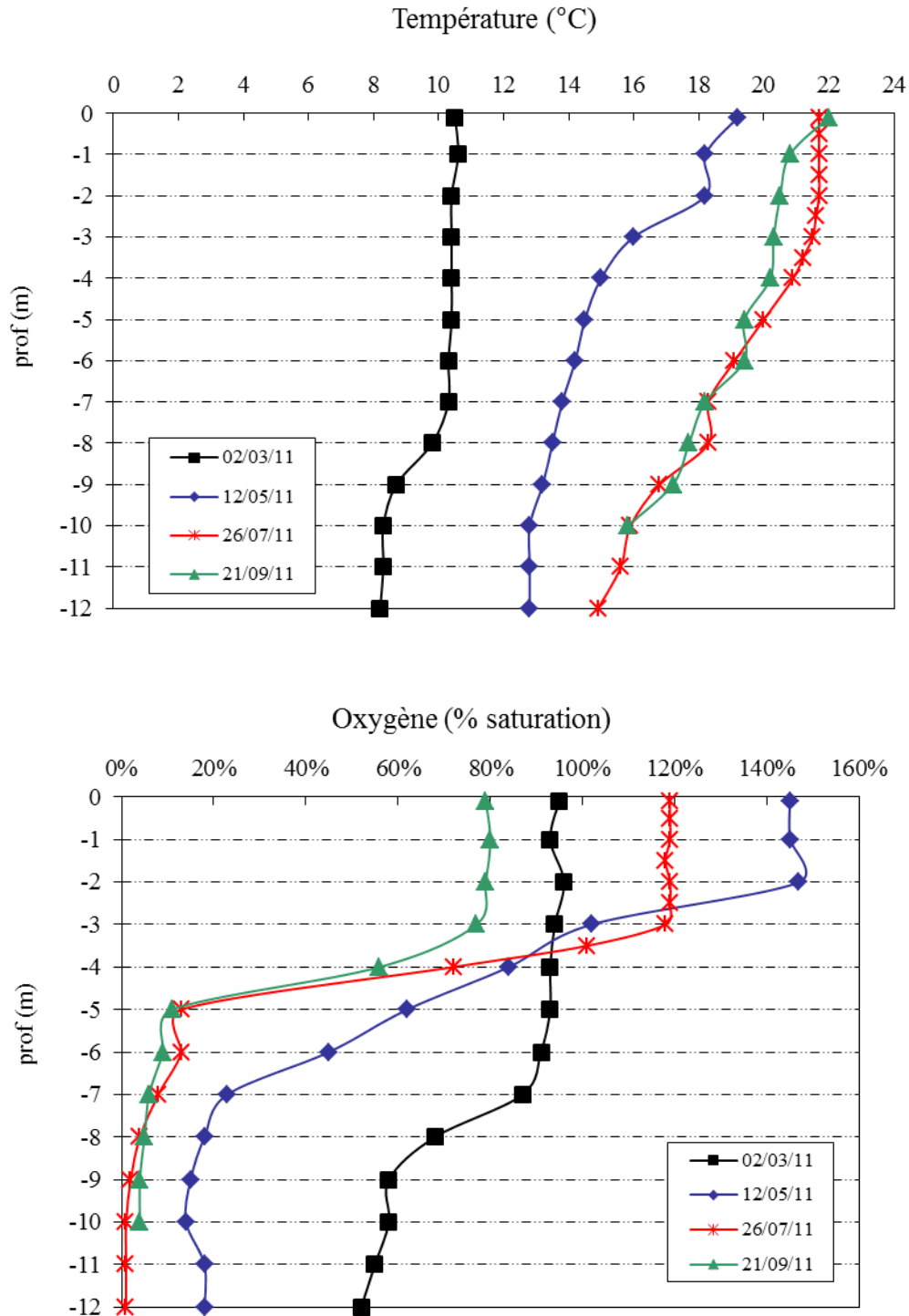
Les périodes d'intervention des différentes campagnes de prélèvements réalisées en 2011 correspondent aux préconisations de la méthodologie.

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

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

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 :



Malgré le fréquent renouvellement des eaux notamment durant la période hivernale (temps de séjour faible), le lac de Carcès n'est pas homogène en température et en oxygène en fin d'hiver en raison du brassage incomplet de la masse d'eau. Deux couches distinctes sont visibles :

- ✓ la première entre la surface et -7 m avec une température de 10,5°C et une saturation en oxygène proche de 95% ;
- ✓ la seconde entre -9 m et le fond avec une température de 8,3°C et une saturation en oxygène proche de 55%.

Ainsi, la couche profonde est marquée par une importante déplétion en oxygène.

En campagne 2, on observe un gradient entre la surface et le fond sans réelle stratification thermique. La température varie de 19,2°C en surface à 12,8°C au fond. Concernant l'oxygène dissous, cette

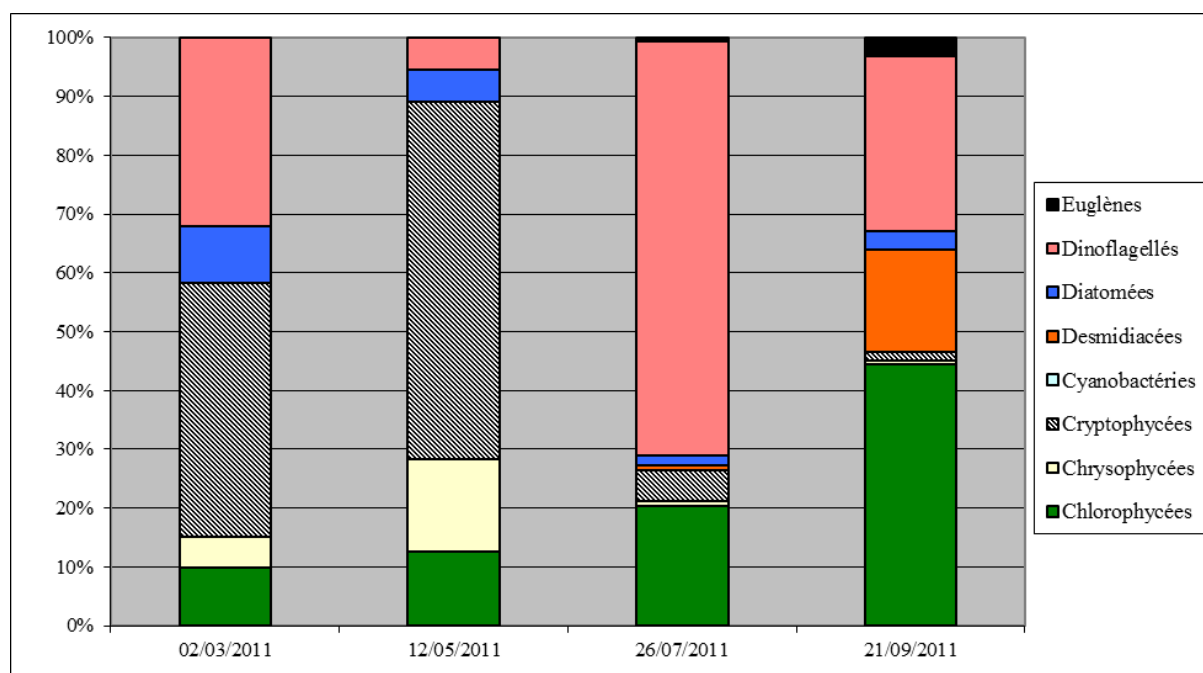
campagne se caractérise par une activité photosynthétique intense sur les 2 premiers mètres (145% de saturation) et une désoxygénation déjà marquée de la couche profonde (20% de saturation à partir de - 7 m). L'oxycline se situe donc entre 2 et 7 m de profondeur.

Lors de la campagne 3, l'activité photosynthétique est toujours significative dans l'épilimnion (120% jusqu'à 3 m de profondeur). La consommation d'oxygène s'intensifie en profondeur avec les processus de respiration et de décomposition de la matière organique produite : le taux de saturation est inférieur à 15% dès -5 m, l'anoxie est complète au fond. On note la présence d'une stratification thermique peu marquée et instable. La thermocline est comprise entre 3 et 10 m de profondeur. Le différentiel thermique est faible : 21,7°C dans l'épilimnion et 15,5°C dans l'hypolimnion.

Enfin, le lac n'est plus stratifié en campagne 4. Seul un gradient thermique est observable (22,0°C en surface et 15,8°C au fond). La couche profonde demeure fortement désoxygénée (< 10% de saturation à partir de 5 m de profondeur). Parallèlement, la couche de surface présente également une déplétion en oxygène en raison d'une part de l'activité photosynthétique déclinante et d'autre part de la consommation d'oxygène grandissante pour la dégradation la matière organique (sur l'ensemble de la colonne d'eau).

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 Carcès à partir des biovolumes (mm^3/ml)

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

Carcès	02/03/2011	12/05/2011	26/07/2011	21/09/2011
Total (nombre cellules/ml)	1958	3014	25006	8114

Le peuplement phytoplanctonique présente une abondance faible en fin d'hiver et au printemps (1958 puis 3014 cellules/ml). Un développement important est constaté en été (25006 cellules/ml) avant une diminution non négligeable des effectifs en campagne 4 (8114 cellules/ml). La diversité taxonomique est moyenne à élevée, comprise entre 18 et 34 taxons.

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique n'est pas particulièrement dominé par un groupe algal. Les cryptophycées (*Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctica* et *Cryptomonas* sp.), les

diatomées, les dinoflagellés (*Peridinium sp.* ; seulement en termes de biovolume), les chrysophycées (notamment *Erkenia subaequiciliata* ; seulement en termes d'abondance cellulaire) et dans une moindre mesure les chlorophycées (*Chlorella vulgaris* notamment) sont bien représentés.

En campagne 2, le peuplement phytoplanctonique garde globalement le même équilibre qu'en campagne 1. On constate seulement une plus grande représentation des cryptophycées au détriment des dinoflagellés.

La campagne 3 est caractérisée par le développement massif des chlorophycées, notamment les espèces communes *Chlorella vulgaris* et *Choricystis minor*, en termes d'abondance, et des dinoflagellés (*Peridinium willei*) en termes de biovolume. Ces 2 groupes représentent alors respectivement 74% de l'effectif global (chlorophycées) et 71% du biovolume total (dinoflagellés).

La dernière campagne est marquée par la régression du peuplement phytoplanctonique en général mais plus particulièrement par celle du groupe des dinoflagellés. Ainsi, les chlorophycées restent dominantes en termes d'abondance (82% de l'effectif global) et sont plus fortement représentées en termes de biovolume (45% du biovolume total).

Le peuplement phytoplanctonique est équilibré lors des campagnes 1 et 2. Les chlorophycées colonisent ensuite le milieu durant la période estivale. Elles traduisent un degré de trophie modéré. L'indice phytoplanctonique (IPL) est de 45,0, qualifiant le milieu de mésotrophe. L'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est de 48,0 (mésotrophe) et confirme ainsi ce constat.

Les oligochètes :

L'indice oligochètes global révèle un potentiel métabolique faible sur le lac de Carcès avec une note de 5,5. Le pourcentage d'espèces sensibles est nul, ce qui suggère l'existence d'une impasse trophique (difficulté de minéralisation) dans la zone profonde (hauteur d'eau > 50% de la profondeur maximale) mais peut également refléter la mauvaise qualité des sédiments profonds. Le potentiel métabolique est nettement plus faible au centre que sur les points latéraux alors que le pourcentage d'espèces sensibles ne varie pas.

Les Macrophytes :

Le lac de Carcès est bordé de milieux naturels (forêt), mais il est ceinturé par des infrastructures routières (une piste en rive Ouest et une route départementale en rive Est). Le recouvrement global de macrophytes sur le lac est d'environ 10 %. Il abrite notamment quelques herbiers aquatiques relictuels de *Najas minor*, *Ranunculus tricophyllus* et *Myriophyllum spicatum*. Des herbiers de characées et des peuplements de bryophytes ont également été recensés.

Les herbiers de characées sont principalement composés de *Chara vulgaris* qui présente plutôt un caractère pionnier et de *Chara contraria*, typique de lacs carbonatés méso-eutrophiés. Les bryophytes recensées ne sont que faiblement polluo-sensibles. Le lac de Carcès présente vraisemblablement un degré de trophie des eaux assez élevé. La présence d'algues filamenteuses conforte cette hypothèse.

Le suivi des peuplements de macrophytes sur le lac de Carcès souligne que l'amplitude du marnage annuel est généralement faible, inférieure à 2 m. En effet, la limite réelle de colonisation des macrophytes correspond à la limite potentielle maximale de colonisation calculée à l'aide de la transparence. De plus, les peuplements de macrophytes sont composés à la fois de diverses characées et d'herbiers aquatiques. Le développement d'herbiers suggère que le marnage est faible depuis au minimum 2 saisons de végétation. Généralement, une faible amplitude du marnage est intéressante car elle permet la minéralisation des vases et l'apparition d'herbiers pionniers diversifiés. Cependant, son influence sur la végétation aquatique du lac de Carcès, bien qu'existante, reste modérée.

Une espèce exotique envahissante a été inventoriée lors de la réalisation de ces unités d'observation. Il s'agit du Paspale distique (*Paspalum distichum*).

Par ailleurs, aucune espèce végétale patrimoniale n'a été observée.

Hydromorphologie (Lake Habitat Survey)

Les observations ont été menées par l'ONEMA en 2009.

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

- ✓ LHMS : évaluation de l'altération du milieu (plus la note de l'indice est élevée, plus le milieu présente des signes d'altérations : altération des conditions hydromorphologiques du plans 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).

Le lac de Carcès est un plan d'eau d'origine artificielle. Il présente une superficie de 87 ha (cote maximale). La reconnaissance hydromorphologique a été réalisée le 25 mars 2009.

Une grande partie du linéaire du lac est bordée d'une forêt méditerranéenne. Les queues de retenue présentent de belles zones humides de type forêt alluviale.

Cependant, le lac de Carcès présente, sur une grande partie de son périmètre, des rives fortement modifiées. En effet, ce plan d'eau subit diverses pressions d'origine anthropique qui concourent au caractère artificiel marqué des rives du lac. L'ouvrage hydraulique, la route départementale 13 bordant l'ensemble de la rive droite, la piste en rive gauche, la zone résidentielle « le village du lac », ainsi que les ponts franchissant les deux queues de retenue contribuent à l'obtention d'un score LHMS mauvais avec un résultat de 30/42. La pratique de la pêche à la ligne depuis la berge est également observée. Des signes d'érosion des berges ont également été constatés.

La diversité des habitats qui bordent ce plan d'eau est intéressante. La berge et la zone littorale fournissent des habitats diversifiés et intéressants pour la faune terrestre et aquatique. La faible amplitude du marnage sur le lac de Carcès permet le développement des macrophytes qui présentent un réel intérêt en termes d'habitats pour la faune aquatique. L'indice LHQA est donc bon avec un score de 79/112.

LHMS Score	30	LHQA	79
Shore zone modification	4	Riparian score	12
Shore zone intensive use	6	Shore score	23
In-lake pressures	6	Littoral score	24
Hydrology	8	Whole lake score	20
Sediment regime	6		
Introduced species	0		

Annexe 7 : Résultats du suivi piscicole



Fiche synthétique état du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **CARCÈS (83)**

Réseau : **DCE RCO**

Superficie : **87 Ha**

Zmax : **16 m**

Date échantillonnage : **15 au 17/09/2008**

Opérateur : **ONEMA (DiR8 et SD83)**

Nb filets benthiques : **24 (1080 m2)**

Nb filets pélagiques : **2 (330 m2)**

Composition et structure du peuplement

	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
	effectif ind.	biomasse gr.	numériques %	pondéraux %	numérique ind/10 ares	pondéral g/10 ares
BRB	1402	22555	49,7	21,6	994	15996
BRO	13	10762	0,5	10,3	9	7633
CAG	4	2440	0,1	2,3	3	1730
GAR	508	17030	18,0	16,3	360	12078
GRE	8	129	0,3	0,1	6	91
OCL	1	9	0,04	0,01	1	6
PCH	580	27442	20,6	26,3	411	19462
PER	145	13904	5,1	13,3	103	9861
PES	70	670	2,5	0,6	50	475
ROT	42	4563	1,5	4,4	30	3236
SAN	46	4883	1,6	4,7	33	3463
Total	2819	104387	100	100	1999	74033

Diversité piscicole : 11

BRB : brème bordelière / BRO : brochet / CAG : carassin argenté / GAR : gardon / GRE : grémille / OCL : écrevisse américaine / PCH : poisson chat / PER : perche / PES : perche soleil / ROT : rotengle / SAN : sandre

Tab. 1 : Résultats de pêche sur le plan d'eau de Carcès en 2008 (les rendements surfaciques prennent en compte tous les filets tendus)

En 2008, avant la vidange de la retenue effectuée en 2009, le peuplement piscicole du plan d'eau de Carcès se compose de 10 espèces de poissons et d'une espèce d'écrevisse, l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) représentée par un unique individu. La carpe commune, présente dans le plan d'eau, n'a pas été capturée lors de cet échantillonnage.

D'une manière générale, les rendements de captures globaux apparaissent élevés. Ils sont très largement dominés sur le plan numérique par la brème bordelière (50% des effectifs capturés), ainsi que dans une moindre mesure par le poisson chat (21%) et le gardon (18%). Sur le plan pondéral, ce sont les mêmes espèces qui sont majoritaires (brème bordelière 22 %, poisson chat 26 % et gardon 16 %).

L'ensemble du peuplement est constitué d'espèces tolérantes vis-à-vis des habitats et de la qualité de l'eau. La présence significative du brochet peut cependant être notée. Si ses habitats de reproduction existent sur les berges en pentes douces de la retenue, l'origine des individus capturés, reproduction naturelle ou alevinages, ne peut cependant pas être circonscrite.

Le poisson chat trouve dans la retenue des conditions favorables à son développement, compte tenu de sa forte ubiquité et eurybiontie¹.

¹ : Une espèce eurybionte est une espèce tolérante vis-à-vis de conditions environnementales très variées (Ramade in Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité 2008), ce qui lui confère une capacité d'adaptation très forte. Dans le cas du poisson chat sur Carcès, son eurybiontie générale lui permet de se développer dans un milieu où certains paramètres de la qualité de l'eau (température, oxygène dissous, formes de l'azote et du phosphore) et des habitats (type, structure, variété, attractivité) ainsi que leur variations spatio-temporelles sont particulièrement défavorables pour les espèces plus exigeantes.

Distribution spatiale des captures :

Filets benthiques												Filets pélagiques							
Strates	BRB	BRO	CAA	GAR	GRE	OCL	PCH	PER	PES	ROT	SAN	Strates	BRB	BRO	GAR	PCH	PER	ROT	SAN
0-3m	485	10	4	292	1		207	63	58	36	14	0-6m	477	1	67	28	6	1	4
3-6m	335	2		144	6	1	257	75	11	4	28								
6-12m	105			5	1		88	1	1	1									
Total	925	12	4	441	8	1	552	139	70	41	42	Total	477	1	67	28	6	1	4

BRB : brème bordelière / BRO : brochet / CAG : carassin argenté / GAR : gardon / GRE : grémille / OCL : écrevisse américaine / PCH : poisson chat / PER : perche / PES : perche soleil / ROT : rotengle / SAN : sandre

Tab 2 : Distribution spatiale des captures sur le plan d'eau de Carcès en 2008 (effectifs bruts)

La stratification thermique n'apparaît pas très marquée lors de la campagne de pêche, la température de l'eau de l'épilimnion de 22°C descendant progressivement vers une valeur de 15°C dans les couches profondes de l'hypolimnion. L'oxycline est quant à elle plus nette, située entre -2 m et -5 m avec des valeurs inférieures à 4 mg/l en deçà de 4 m pour devenir pratiquement nulles à partir de -5 m. Ce déficit en oxygène dissous limite drastiquement le volume utile du plan d'eau pour les différentes espèces.

Si des captures sont effectuées dans toutes les strates du plan d'eau, les espèces se distribuent majoritairement dans les strates benthiques et pélagiques supérieures à 5 m.

Les captures de gardon sont principalement benthiques (87%). Cela peut s'expliquer par la dominance des sub-adultes et adultes dans l'échantillon, qui ont des affinités marquées pour les habitats littoraux, au contraire des alevins de l'année qui sont plutôt à la recherche d'un optimum thermique dans l'ensemble de la couche d'eau supérieure de l'épilimnion. La distribution des captures de perche montre également une colonisation préférentielle de la zone benthique correspondant aux habitats de bordure, pour lesquels les plus jeunes stades présentent une affinité marquée. Les plus gros individus se remarquent proches des zones littorales et sub-littorales de la zone benthique. Sandre et poisson chat sont capturés logiquement en grande majorité dans la zone benthique. Les effectifs significatifs de brème bordelière capturés en zone pélagique pourraient révéler les déplacements nocturnes des individus entre différents habitats (zone littorale et talus) dans un contexte de déficit en oxygène d'un grand volume de la masse d'eau.

Structure des populations majoritaires :

Les populations de brème bordelière et de poissons chat sont équilibrées et dynamiques, ces deux espèces, peu exigeantes, trouvant dans le plan d'eau des conditions favorables à leur développement.

La population de gardon est dominée par les juvéniles et les adultes, les alevins de l'année étant pratiquement absents de l'échantillon. Si ce stade peut être sous-estimé par l'échantillonnage mis en place, ce déficit peut mettre en évidence des problèmes de survie après le premier été, liée à des problèmes trophiques ou de qualité de l'eau.

La population de perche est représentée par les alevins de l'année et les individus adultes. L'absence de juvéniles de 1 et 2 étés laisse présager comme pour le gardon des problèmes de survie ou un taux de réussite de la reproduction très variable en fonction des années, en lien notamment avec les niveaux d'eau de la retenue.

En ce qui concerne le sandre, contrairement à la perche, aucun alevin de l'année n'a été capturé et la population est dominée par les individus âgés de plus de 2 étés. En plus des facteurs cités pour la perche, l'anoxie du plan peut également expliquer les déficits constatés des jeunes stades.

Éléments de synthèse :

Au vu des résultats de l'échantillonnage, le peuplement piscicole de la retenue de Carcès témoigne du mauvais état général du plan d'eau. Malgré les rendements de captures élevés, le peuplement est déséquilibré et nettement dominé par la brème bordelière, le poisson chat et le gardon dans une moindre mesure.

Cet état traduit les conditions défavorables du plan d'eau, liées d'une part à la gestion hydraulique de la retenue pouvant générer d'importants marnages en fonction des saisons et d'autre part à la qualité de l'eau, traduisant les apports du bassin versant et générant d'importants problèmes d'anoxie du méta et de l'hypolimnion.

Cet échantillonnage de 2008 constitue en outre un état initial avant la vidange du plan d'eau effectuée en 2009.