

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

Puyvalador

(66 : Pyrénées Orientales)

Campagnes 2010

VI - Décembre 2011



Méthodologie

Contenu des suivis

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

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

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

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

CO : un passage tous les trois ans

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

Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

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

Diagnose rapide

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

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

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

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Puyvalador**

Code lac : **Y1005163**

Masse d'eau : **FRDL125**

Département : **66 (Pyrénées Orientales)**

Région : **Languedoc-Roussillon**

Origine : **Anthropique**

Typologie : **A1, retenue de haute montagne, profonde.**

Altitude (mNGF) : **1421**

Superficie (ha) : **91**

Volume (hm³) : **10,1**

Profondeur maximum (m) : **17** (mesurée en 2010 : 21 m)

Temps de séjour (j) : **38**

Tributaire(s) : **L'Aude, le Galba**

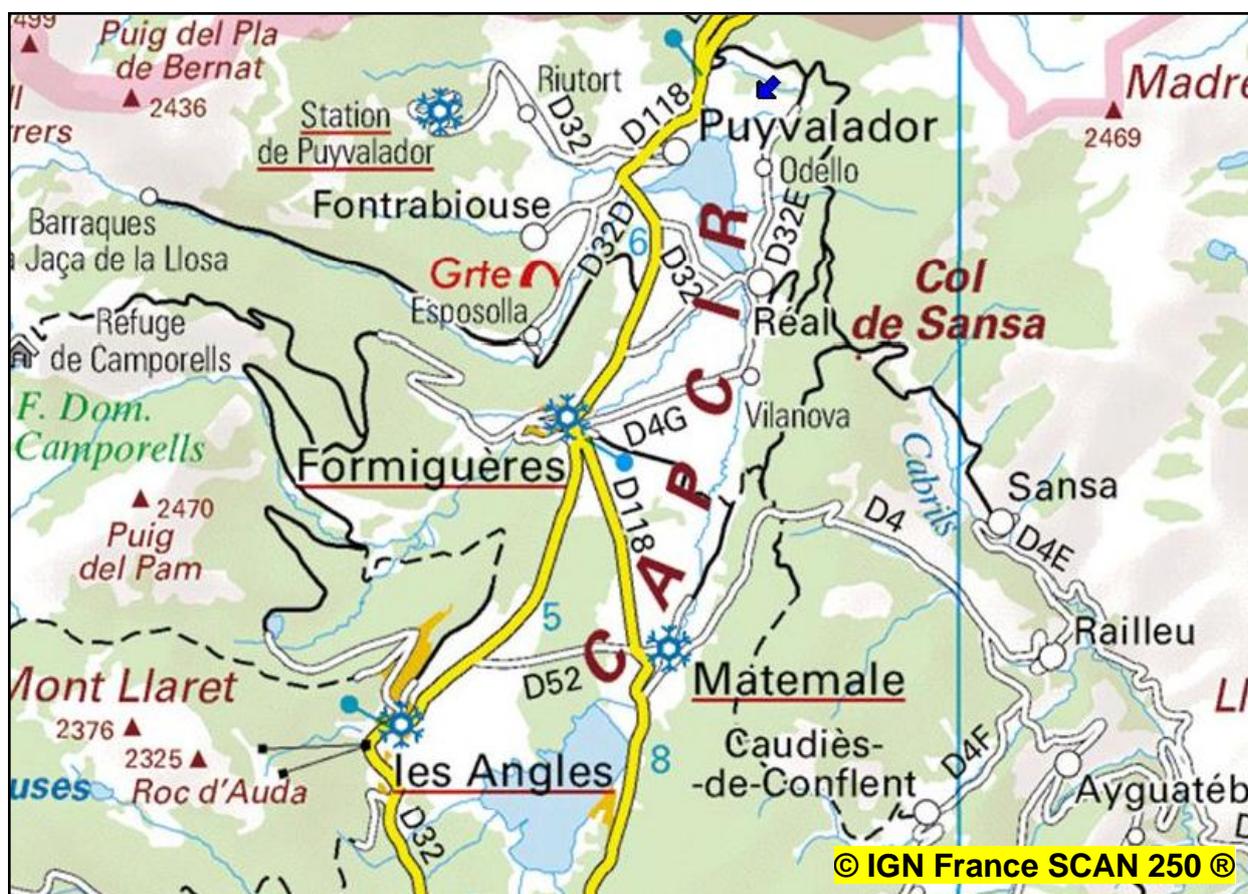
Exutoire(s) : **L'Aude**

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

Période/Année de suivi : **2010**

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 de la retenue de Puyvalador au 1/100 000°

Résultats - Interprétation

La retenue de Puyvalador est située dans le Capcir (le plus haut plateau pyrénéen) dans le département des Pyrénées-Orientales. Le plan d'eau s'étend sur une surface de 91 ha pour une profondeur maximale mesurée en 2010 de 21 m. Le lac reçoit les eaux de l'Aude et du Galba.

La retenue est gérée par EDF (GEH Aude-Ariège) pour l'hydroélectricité. La baignade et les activités nautiques ne sont pas autorisées sur le plan d'eau. La cote du plan d'eau varie de façon saisonnière entre 1408 et 1421 m NGF en fonction des apports et des besoins énergétiques. Le lac est gelé en surface en période hivernale, de décembre à mars environ.

Le temps de séjour étant réduit et la stratification thermique peu marquée, l'évaluation du niveau trophique du plan d'eau par la diagnose rapide s'avère délicate.

Diagnose rapide

La retenue de Puyvalador présente une qualité générale la classant dans la catégorie des plans d'eau **eutrophes**. Les flux de matières sont importants dans la masse d'eau avec une production primaire élevée selon la chimie de l'eau et l'indice phytoplanctonique, qui génère une demande en oxygène assez importante pour sa dégradation. La charge interne en phosphore et en matière organique dans le sédiment est importante et peut constituer une source d'éléments nutritifs potentiellement remise à disposition dans les eaux par relargage depuis les sédiments.

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

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

L'évaluation DCE rejoint le constat de la diagnose rapide en classant la retenue de Puyvalador en **potentiel écologique moyen** sur la base des résultats obtenus en 2010 (cf. annexe 4).

Il est classé en **bon état chimique** (Cf. Annexe 5) puisque aucune des substances prises en compte pour évaluer l'état chimique ne dépasse les normes de qualité environnementales.

Même si le compartiment sédiment n'est pour l'instant pas pris en compte en terme d'évaluation de l'état chimique, il convient cependant de noter que de nombreuses substances ont été quantifiées dans les sédiments, notamment de nombreux HAP et PCB.

L'étude de la végétation aquatique a montré un recouvrement global de macrophytes faible, estimé à 2-3% environ pour une diversité également faible d'espèces. Les communautés d'hydrophytes sont assez clairsemées et éparées bien que de nombreuses zones humides soient présentes en zones riveraines. La relative pauvreté des cortèges ne permet pas vraiment de caractériser le niveau trophique du lac. La forte présence d'algues filamenteuses indique probablement des apports azotés ou phosphatés dans le lac.

D'après l'étude hydromorphologique réalisée sur la retenue de Puyvalador, le plan d'eau présente sur 90% de son pourtour des rives naturelles (prairie, arbuste...). Il subit peu de pressions d'origine anthropique hormis l'exploitation hydroélectrique du site et une faible portion de route située à l'extrémité sud. L'altération du milieu est donc faible.

La qualité des habitats est mauvaise sur le plan d'eau, en lien avec une diversité faible des habitats, et un marnage important qui laisse place à de larges grèves colonisées par une végétation herbacée peu diversifiée.

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

Suivi piscicole

Aucun suivi piscicole n'a été réalisé dans le cadre de la DCE, cet élément de qualité étant considéré comme non pertinent pour ce type de plan d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux.

Annexe 1 : Programme de surveillance

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

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

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

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

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

Annexe 2 : Les outils d'interprétation

La Diagnose rapide

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

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

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

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

Les indices physico-chimiques

Indice Pigments chlorophylliens¹

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

Indice Transparence

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

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

Indice P total hiver

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

Indice N total hiver

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

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

Indice Consommation journalière en O₂ dissous

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

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

Indice P total du sédiment

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

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

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

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

Indice Perte au feu du sédiment

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

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

Indice P total de l'eau interstitielle

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

Indice Ammonium de l'eau interstitielle

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

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

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

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

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

Les indices biologiques sont au nombre de trois :

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

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

$IP = \text{moyenne de } \sum Qi \times Aj$ sur la base des résultats obtenus lors des trois campagnes estivales.

Avec les valeurs suivantes pour Qi et Aj :

Groupes algaux	Qi
Desmidiées	1
Diatomées	3
Chrysophycées	5
Dinophycées et Cryptophycées	9
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12
Cyanophycées	16
Eugléniens	20

Coefficients attribués aux groupes algaux repères

Abondance relative	Aj
0 à ≤ 10	0
10 à ≤ 30	1
30 à ≤ 50	2
50 à ≤ 70	3
70 à ≤ 90	4
90 à ≤ 100	5

Classes d'abondance relative du phytoplancton

L'indice planctonique tel que décrit dans la diagnose rapide est issu de prélèvements réalisés au filet à plancton. Les prélèvements réalisés dans le cadre de la DCE sont des prélèvements d'eau brute intégrés sur la zone euphotique (2,5 fois la transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi). **Les abondances relatives des différents groupes ont été évaluées à partir des biovolumes algaux.**

L'Indice Oligochètes : $IO = 126 - 74 \times \log_{10}(X+2,246)$ où X est la moyenne entre l'IOBL de la plus grande profondeur et la valeur moyenne des IOBL de profondeur intermédiaire.

L'indice IOBL par point de prélèvement (= 3 « coups » de bennes à une profondeur donnée) = $S + 3\log_{10}(D+1)$ où S = nombre de taxons parmi les oligochètes comptés et D = densité en oligochètes pour 0,1 m².

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

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

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

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

Tableau III : Tableau standard de détermination de l'indice IMOL.
Table III : Procédure of the determination of index IMOL.

Niveau d'échantillonnage	Repères malacologiques	Indices	Exemples (dates de prospection)
Z₁ = 9/10 Zmax	- Gastéropodes et Bivalves présents	8	Léman (1963)
	- Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7	Bourget (1940), Longemer (1977), Grand Maclu (1983), Chalain (1984),
Absence de mollusques en Z ₁			
Z₂ = -10 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, pisidies présentes ⁽¹⁾	4	Gérardmer (1977), l'Abbaye (1980), Petit Clairvaux (1982), Val (1986).
Absence de mollusques en Z ₂			
Z₃ = -3 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, pisidies présentes ⁽¹⁾	1	Illy (1984), Narlay (1984), Aydat (1985), Bonlieu (1985), Nantua (1988), Sylans (1988), Petitchet (1989), Lamoura (1988), Pierre-Chatel (1989)
	- Absence de mollusques	0	Lac des Corbeaux (1984), Lac Vert (1985), Lispach (1984),

(1) avec plus d'un individu par échantillon de 3 bennes.
(2) proposition pour les lacs profonds de grandes dimensions.

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

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

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

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

- Eléments de qualité biologiques

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

* : paramètres complémentaires pour conforter le diagnostic

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

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

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

- Eléments physico-chimiques généraux

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

* : pas de valeurs établies à ce stade des connaissances

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Polluants spécifiques de l'état écologique

Polluants spécifiques non 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.

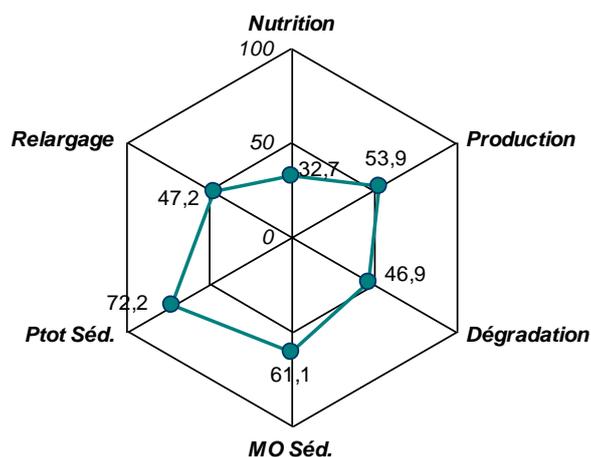
Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les résultats de la diagnose rapide doivent être pris avec précaution, la retenue de Puyvalador présentant un temps de séjour des eaux réduit et l'absence d'un hypolimnion estival stable.

Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

Graphique en radar des indices fonctionnels de la retenue de Puyvalador Suivi 2010

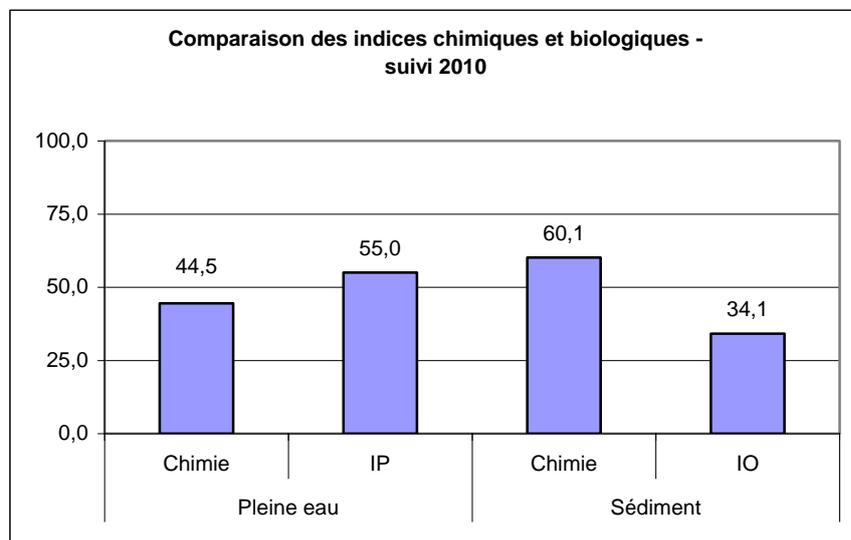


Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent globalement d'un plan d'eau eutrophe.

Le faible indice nutrition relate d'apports modérés en azote notamment. Cette valeur est cependant à nuancer puisque les nutriments sont déjà consommés par le phytoplancton, abondant lors de la première campagne de mai. La production est élevée sur la retenue de Puyvalador, en particulier lors de la dernière campagne. Cela génère une demande en oxygène importante dans les couches profondes pour la minéralisation de la matière organique, d'où l'indice dégradation assez élevé. Celui-ci a pu être sous évalué du fait d'une dernière campagne précoce. Cependant, le fréquent renouvellement des eaux influe de manière positive sur cet indice en favorisant l'oxygénation de la masse d'eau.

La charge du sédiment en phosphore et en matière organique est très élevée et reflète également les apports passés¹. Le relargage existe mais il est limité par le bon niveau d'oxygénation de l'hypolimnion (*la période précoce de réalisation de la dernière campagne a aussi pu sous-évaluer le résultat de cet indice*).

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, l'Indice Planctonique affiche une valeur élevée (55) correspondant à un niveau eutrophe. En effet, l'indice augmente avec les blooms de cyanobactéries observés en période estivale. L'indice chimie des eaux n'est pas très pertinent car altéré par les mouvements hydrauliques dans la masse d'eau et par les périodes de prélèvements. Il est probable que l'azote soit limitant en période estivale, profitant au développement des cyanophycées qui génèrent une grosse quantité de matière organique à dégrader. La chimie du sédiment affiche un niveau eutrophe alors que l'Indice Oligochètes le place en limite oligo-mésotrophe. Le potentiel métabolique du sédiment est élevé mais la matière organique reste très abondante et à prédominance algale (C/N = 9,5). La charge en phosphore est très élevée et constitue un réservoir potentiel pour la production dans la masse d'eau.

¹ Pollution agricole et domestique via les rejets des STEP du Capcir et notamment de celle des Andes, longtemps sous-dimensionnée par rapport à la population touristique hivernale (stations de sports d'hiver). Une nouvelle STEP a été mise en service en 2004 : STEP des Angles/Formigères.

Retenue de Puyvalador

Suivi 2010

Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

Les indices physico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	indice Ptot hiver	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	indice Ntot hiver	INDICE NUTRITION
2010	0,012	38,9	0,0<x<1,2	0<x<53	32,7

	Secchi moy (m) (3 campagnes estivales)	indice Transparence	Chloro a + Phéop. (moy 3 camp. Estivales en µg/l)	indice Pigments chlorophylliens	INDICE PRODUCTION
2010	3,6	45,0	12,2<x<12,9	62<x<63	53,9

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2010	26,5	46,9

entre campagnes C1 et C4

	perte au feu (% MS)	indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd
2010	14,2	61,1

	Ptot séd (mg/kg MS)	indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd
2010	2139,6	72,2

	Ptot eau interst séd (mg/l)	indice Ptot eau interst	NH4 eau interst séd (mg/l)	indice NH4 eau interst	INDICE RELARGAGE
2010	0,13	33,8	10,9	60,6	47,2

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	

Les indices biologiques

	Indice planctonique IPL	Oligochètes IOBL global	Indice Oligochètes IO
2010	55,0	15,2 : PM* très fort	34,1

* : Potentiel Métabolique

IPL : calculé à partir du biovolume

L'indice dégradation a été calculé entre les campagnes 1 et 4. Cependant, l'indice n'est pas pertinent puisque le plan d'eau ne stratifie pas nettement : il est plus que probable qu'un brassage voire plusieurs ai(en)t eu lieu entre les campagnes de prélèvements. L'hypolimnion n'est donc pas "isolé" dans la masse d'eau, on peut donc difficilement évaluer l'indice dégradation.

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

Annexe 4 : 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 plan d'eau de Puyvalador a un temps de séjour évalué à 38 jours qui le place en temps de séjour court.

Nom	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				
Puyvalador	FRDL125	ANT*	MOY	MOY	B	Nulles à faibles	MOY	2/3

* ANT : masse d'eau anthropique / ** CTO : contraintes techniques obligatoires

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

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

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques	Paramètres Physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	Nmin max	PO43- max	Ptot. Max	Transp.
Puyvalador	FRDL125	ANT*	7,8	0,06<x<0,29	0,007	0,044	3,6

Le paramètre biologique Chlo-a est classé en état moyen. Les paramètres physico-chimiques sont classés en état moyen à très bon, le paramètre le plus déclassant étant Ptot max. La retenue de Puyvalador est donc classée en **potentiel écologique moyen**.

Chlo-a : concentration moyenne estivale en chlorophylle-a dans la zone euphotique ($\mu\text{g/L}$).

Nmin max : concentration maximale en azote minéral ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) (mg/L).

PO43- max : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique (mg P/L).

Ptot. Max : concentration maximale en phosphore dans la zone euphotique (mg/L).

Transp. : transparence (m), moyenne estivale

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

Paramètres complémentaires			
<i>physico-chimiques généraux</i>			
Nom ME	Code ME	Type	Déficit O2
Puyvalador	FRDL125	ANT*	16,0

Le paramètre déficit en oxygène sur le plan d'eau est considéré en bon état. Cependant, le plan d'eau ne stratifiant pas franchement, en lien avec des mouvements hydrauliques, ce paramètre est donc peu pertinent pour le plan d'eau.

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

Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Nantua	Bon

La retenue de Puyvalador est classée en **bon état chimique**.

Parmi les 41 substances de l'état chimique, seul un composé métallique a été quantifié. Il s'agit du nickel, quantifié sur certains échantillons des campagnes de mai, juin et juillet en des concentrations variant de 0,2 à 0,4 µg/l. Les valeurs mesurées sont restées nettement inférieures à la NQE définie pour ce paramètre.

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).

Seul le formaldéhyde a été quantifié à 3 reprises sur les campagnes de mai et d'août, de 1,4 à 2 µg/l. Ces valeurs ont été qualifiées de douteuses lors de la validation annuelle des résultats, une contamination lors de la chaîne de prélèvement et/ou d'analyse étant privilégiée.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 12 autres paramètres ont été mis en évidence :

- Sept métaux, retrouvés plus ou moins fréquemment : aluminium, baryum, fer, manganèse, titane, vanadium (tous systématiquement quantifiés à chaque campagne sur l'échantillon intégré et/ou sur le fond), et l'uranium (quantifié seulement sur un échantillon) ;
- Un organoétain : le dioctylétain quantifié uniquement sur l'échantillon de fond de la campagne de juin en une concentration de 0,027 µg/l ;
- Quatre dérivés du benzène (BTEX) : l'éthylbenzène, le toluène et deux formes du xylène. Le toluène a été retrouvé sur l'échantillon de fond de juin (0,5 µg/l) et sur les échantillons de la campagne de juillet (0,8 sur l'intégré et 1,7 µg/l au fond). Les autres substances n'ont été retrouvées que sur les échantillons prélevés lors de la campagne de juillet, principalement au fond. Ces valeurs ont été qualifiées de douteuses lors de la validation annuelle des résultats, une contamination via la chaîne de prélèvement (moteur thermique) étant suspectée.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 176 substances recherchées sur le sédiment, 51 ont été quantifiées. Il s'agit de métaux (23 substances), de HAP (13 substances) et de PCB (12 substances).

Trois autres substances ont été quantifiées :

- Un plastifiant : le DEHP, quantifié en une concentration notable (1684 µg/kg MS) comparativement aux valeurs habituellement observées sur les plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse suivis sur la période 2007-2010 ;
- 2 autres substances très rarement quantifiées sur les plans d'eau des bassins RM et C :
 - o Un pesticide, l'oxadiazon. Il s'agit d'un herbicide ayant de nombreux usages, notamment sur cultures pérennes (fruitiers), sur tournesols, en pépinières, et en usage non agricole (désherbage des allées, jardins publics, trottoirs). Cette substance a été recherchée sur 68 plans d'eau suivis sur les bassins RM et C sur la période 2007-2010 et elle n'a été quantifiée que sur la retenue de Puyvalador à une concentration de 87 µg/kg de Matières Sèches (MS) [Limite de quantification inchangée sur la période de suivie : 20 µg/kg MS].
 - o Un hydrocarbure aromatique, le biphenyle. Cette substance a été recherchée sur 68 plans d'eau suivis sur les bassins RM et C sur la période 2007-2010 et elle n'a été quantifiée qu'à quatre reprises. Sur la retenue du Puyvalador, elle a été quantifiée à une concentration de 44 µg/kg de Matières Sèches (MS) [Limite de quantification inchangée sur la période de suivie : 20 µg/kg MS].

Les métaux affichent des valeurs inférieures ou proches des moyennes observées sur les bassins RM et C. Seul le zinc présente une concentration nettement supérieure à la moyenne habituellement rencontrée avec une concentration de 141,5 mg/kg MS.

De nombreux HAP ont été quantifiés dont la moitié affiche des concentrations comprises entre 100 et 200 µg/kg MS. Certaines substances affichent des valeurs supérieures : chrysène (211 µg/kg MS) et le fluoranthène (304 µg/kg MS).

12 PCB ont aussi été quantifiés pour une concentration totale atteignant 58,3 µg/kg MS, soit une valeur relativement élevée si on la compare aux teneurs habituellement rencontrées sur les autres plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Les concentrations mesurées en PCB oscillent entre 1 et 8 µg/kg MS selon les congénères.

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

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

La retenue de Puyvalador est située dans le Capcir (le plus haut plateau pyrénéen) dans le département des Pyrénées-Orientales, sur les communes de Formiguères, de Réal et de Puyvalador. Le plan d'eau est formé par un barrage sur l'Aude, en aval du barrage de Matemale. Il est de taille moyenne avec une surface de 91 ha pour un volume de 10,1 millions de m³ en cote normale d'exploitation (soit 1421 m). La profondeur maximale mesurée en 2010 est de 21 m. Le lac s'étend sur 2 km de long et reçoit les eaux de l'Aude et du Galba. Son temps de séjour théorique est de 38 jours environ. Dans son cours supérieur, l'Aude présente un régime nivo-pluvial avec deux pics de débit bien marqués : un au printemps lié à la fonte des neiges, et le second en automne lié aux précipitations.

La cote du plan d'eau varie de façon saisonnière entre 1408 et 1421 m NGF en fonction des apports et des besoins énergétiques. Les turbinées maximales se font généralement en hiver et au début du printemps lors de la plus forte demande énergétique : le temps de séjour réel est donc plus difficile à définir. Le renouvellement des eaux est important jusqu'en juin-juillet (apports importants associés à un volume réduit dans la retenue) puis faible en été (apports réduits associés à un volume quasi maximal dans la retenue). Par ailleurs, le lac est gelé en surface en période hivernale, de décembre à mars environ.

Cette retenue artificielle classée MEFM³, est exploitée par EDF (GEH Aude-Ariège) pour l'hydroélectricité. La baignade et les activités nautiques ne sont pas autorisées sur le plan d'eau.

En 2010, les conditions météorologiques ont été froides sans grandes précipitations (quelques épisodes neigeux) en hiver. Le printemps a été doux et faiblement pluvieux jusqu'au mois de mai qui fut au contraire très arrosé. L'été a été assez sec induisant peu de renouvellement des eaux.

Concernant les campagnes de prélèvements, la 1^{ère} campagne a été un peu tardive en raison du faible remplissage des eaux sur le printemps (turbinées importantes). L'activité biologique avait déjà commencé, mais la colonne d'eau était en quasi-homothermie. La dernière campagne a été avancée en août car des travaux sur les ouvrages étaient prévus à partir de septembre nécessitant une baisse du plan d'eau.

Les mouvements hydrauliques génèrent des perturbations dans la stratification du plan d'eau, qui rendent la diagnose rapide peu pertinente.

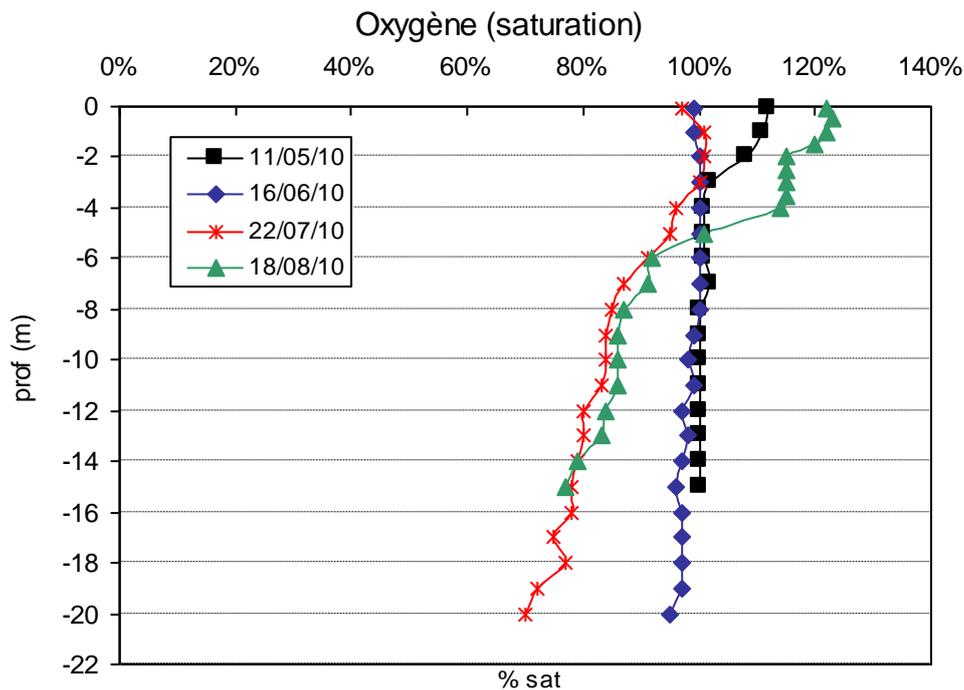
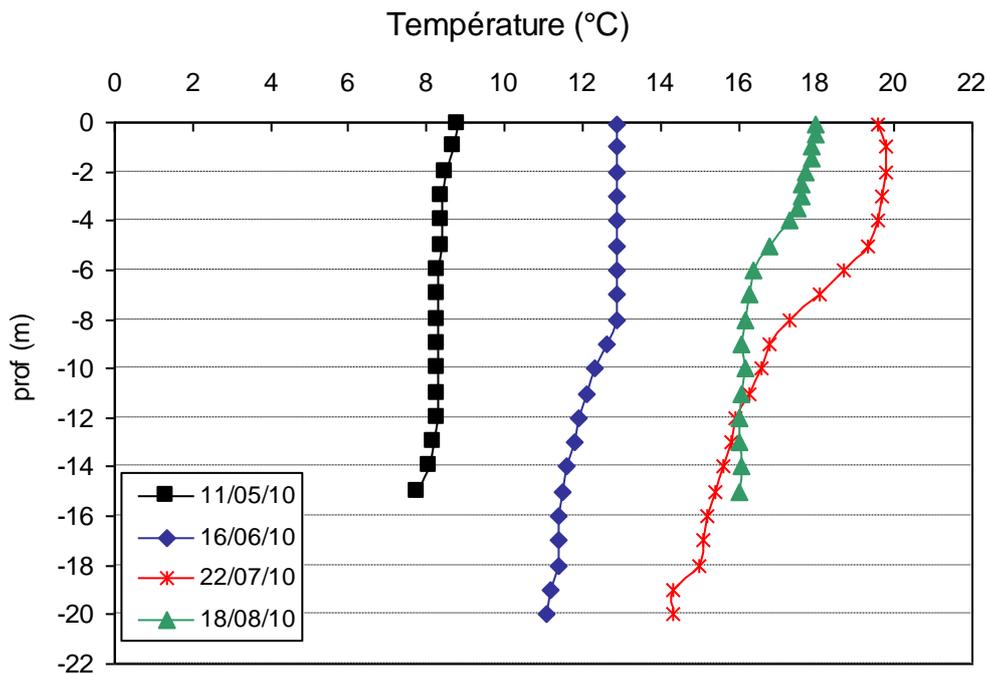
La suite du document expose des compléments d'informations concernant les profils de températures et d'oxygène, le peuplement phytoplanktonique et les oligochètes.

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

³ Masse d'eau fortement modifiée

Profils de température et d'oxygène :

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



La stratification thermique est peu marquée sur la retenue de Puyvalador. Lors de la 1^{ère} campagne, la température est relativement homogène sur la colonne d'eau (8°C). L'oxygène dissous est également homogène à 100% de saturation, hormis sur les deux premiers mètres où il existe une sursaturation, signe d'une activité biologique (développement phytoplanktonique).

La stratification thermique commence à se mettre en place lors de la 2^{ème} campagne avec un léger réchauffement des 8 premiers mètres. L'amplitude thermique est faible avec 13°C en surface et 11°C en profondeur. L'oxygène dissous reste homogène à 100% de saturation.

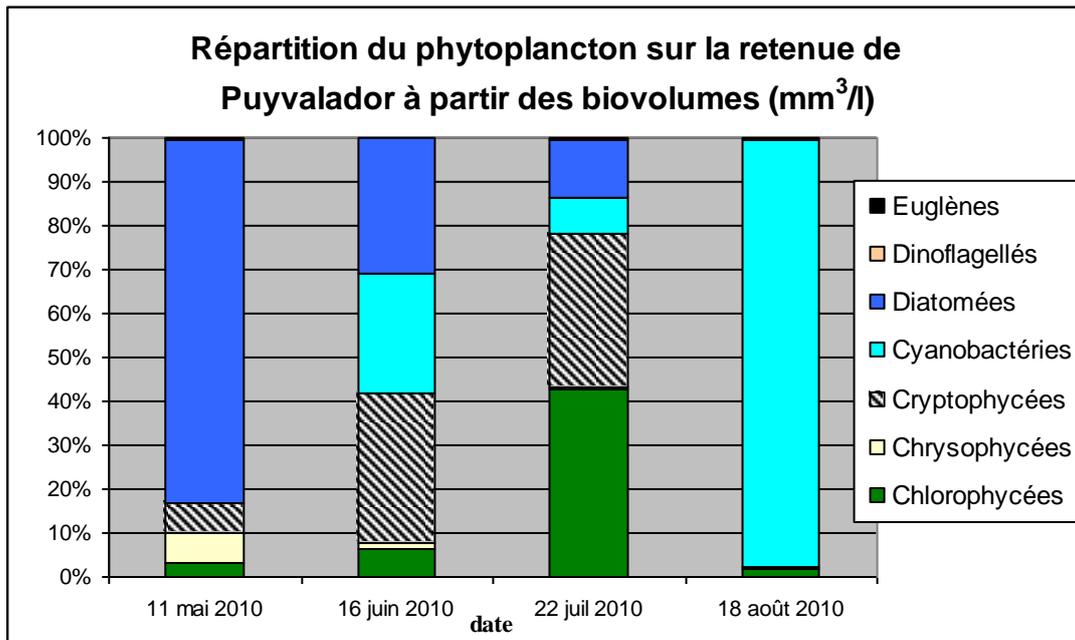
Lors de la 3^{ème} campagne, la couche supérieure se réchauffe et atteint 20°C. La stratification thermique est quasi-absente et ressemble davantage à un gradient de température allant de 20 à 14°C. Un gradient d'oxygène se met également en place lors de cette campagne, la consommation d'oxygène

est effective sous 6 m (90% sat).

Lors de la 4^{ème} campagne, le lac est stratifié malgré un refroidissement des eaux de surface (18°C). Le saut thermique est établi entre 4 et 6 m. L'amplitude est très faible (14°C en profondeur). On constate par ailleurs une sursaturation en oxygène sur les 4 premiers mètres (120% sat.), signe d'une activité photosynthétique importante (développement phytoplanctonique). Une oxycline est alors observée entre 4 et 6 m.

Le peuplement phytoplanctonique :

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalent à 2,5 fois la transparence lors de la campagne). Le graphique suivant présente la répartition du phytoplancton par groupe algal (relatif à la diagnose rapide) à partir des résultats exprimés en biovolumes (mm³/l) lors des quatre campagnes.



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

Retenue de Puyvalador	11/05/10	16/06/10	22/07/10	18/08/10
Total (nombre cellules/ml)	25135	1969	1521	145823

Le peuplement phytoplanctonique présente une abondance faible en 2^{ème} et 3^{ème} campagne. L'abondance est plus importante en 1^{ère} mais surtout en 4^{ème} campagne. La biomasse est comprise entre 0,26 et 34,65 mm³/l.

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique est abondant avec la dominance des diatomées avec l'espèce *Aulacoseira subarctica*. Les diatomées occupent alors plus de 80% du volume algal. L'abondance et le biovolume sont très faibles sur les deuxième et troisième campagnes, semblant indiquer des périodes d'eaux claires, avec broutage du phytoplancton par le zooplancton, mais également des mouvements hydrauliques qui perturbent les communautés phytoplanctoniques (renouvellement régulier des eaux en juin-juillet). Les cyanobactéries représentées par l'espèce *Anabaena spiroides* se développent massivement en quatrième campagne et dominent fortement le peuplement algal : représentant plus de 95% du peuplement et du volume algal. C'est à cette campagne que le phytoplancton est le plus dense et la diversité taxonomique la plus faible. On peut considérer que l'espèce *Anabaena spiroides* forme un bloom algal lors de cette 4^{ème} campagne avec plus de 138 000 cellules/ml : des flocs algaux sont alors visibles dans l'eau et sur les berges.

Globalement, le peuplement phytoplanctonique est déséquilibré, les groupes algaux présents traduisent une eutrophisation marquée. L'Indice phytoplanctonique (IPL) est de 55,0, qualifiant le milieu d'eutrophe (l'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est un peu plus eutrophe).

Les oligochètes

Le potentiel métabolique des sédiments est très élevé (IOBL global = 15,2). En revanche, les espèces sensibles sont absentes du peuplement d'oligochètes, ce qui suggère une altération de la qualité des sédiments profonds. La présence de plusieurs espèces indicatrices de pollutions (dont *Limnodrilus hoffmeisteri*) confirme cette altération.

Les Macrophytes :

La retenue abrite une faible diversité d'espèces d'hydrophytes et d'hélophytes. Le recouvrement global de macrophytes sur la retenue de Puyvalador est assez faible, évalué à 2-3%.

La retenue est caractérisée par des peuplements de macrophytes assez clairsemés bien qu'en zone riveraine, de nombreuses zones humides soient présentes. On peut noter la présence de *Glyceria fluitans*, *Eleocharis palustris* et d'herbiers aquatiques à *Callitriche*. La relative pauvreté des cortèges ne permet pas vraiment de caractériser le niveau trophique du lac. La forte présence d'algues filamenteuses caractérise probablement des apports azotés ou phosphatés dans le lac.

Aucune espèce protégée n'a été observée sur le secteur.

Aucune espèce exotique envahissante n'a été observée sur le secteur.

L'Hydromorphologie :

La retenue de Puyvalador est un plan d'eau artificiel formé par le barrage de Puyvalador sur le cours de l'Aude. Sa superficie pour la cote normale d'exploitation est de 91 ha. La reconnaissance hydromorphologique a été réalisée le 22 juillet 2010. Le plan d'eau présentait alors un marnage de 2 m environ.

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

Cette retenue, formée par le barrage de Puyvalador, présente des rives naturelles (prairie, arbuste...) sur 90% de son périmètre. Exceptées l'exploitation hydroélectrique du site et une faible portion de route située à l'extrémité sud du plan d'eau, le lac subit peu de pressions d'origine anthropique. L'indice LHMS indique un milieu peu altéré avec un score de 14/42.

La diversité des habitats est faible sur les rives du plan d'eau. En effet, les berges sont recouvertes de prairies pâturées sur plus de 80% du périmètre. Le faible niveau des eaux au jour de l'étude a laissé place à de larges grèves, colonisées par une végétation herbacée peu diversifiée. La zone littorale est peu diversifiée et peu de macrophytes sont présents. La qualité des habitats apparaît médiocre avec un score LHQA de 54/112.

LHMS		LHQA	
LHMS Score	14	LHQA	53
Shore zone modification	0	Riparian score	9
Shore zone intensive use	2	Shore score	15
In-lake pressures	4	Littoral score	19
Hydrology	8	Whole lake score	10
Sediment regime	0		
Introduced species	0		