

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

Lanoux

(66 : Pyrénées-Orientales)

Campagnes 2013

VI – Janvier 2015



Méthodologie

Contenu des suivis

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

		Paramètres	Type de prélèvements/ Mesures	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
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
		Invertébrés benthiques	Lacs naturels : IBLsimplifié		X		
			Retenues : IOBL (NF T90-391)		X		
		Macrophytes	Norme XP T 90-328			X	
		Hydromorphologie	en charge de l'ONEMA			X	
		Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)			X	

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

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

Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

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

Diagnose rapide

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

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

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

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Lanoux** (*Estany de Lanos*)

Code lac : **Y0045103**

Masse d'eau : **FRDL 124**

Département : **66 (Pyrénées-Orientales)**

Région : **Languedoc-Roussillon**

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

Typologie : **A1 = retenue de haute montagne**

Altitude (NGF) : **2213**

Superficie (ha) : **167**

Volume (hm³) : **67,9**

Profondeur maximum (m) : **85 m** potentiel d'après les mesures terrain effectuées en 2013

Temps de séjour (j) : **1220**

Tributaire(s) : **torrents provenant des étangs périphériques (Lanouzet, Forats...) et eaux de ruissellement**

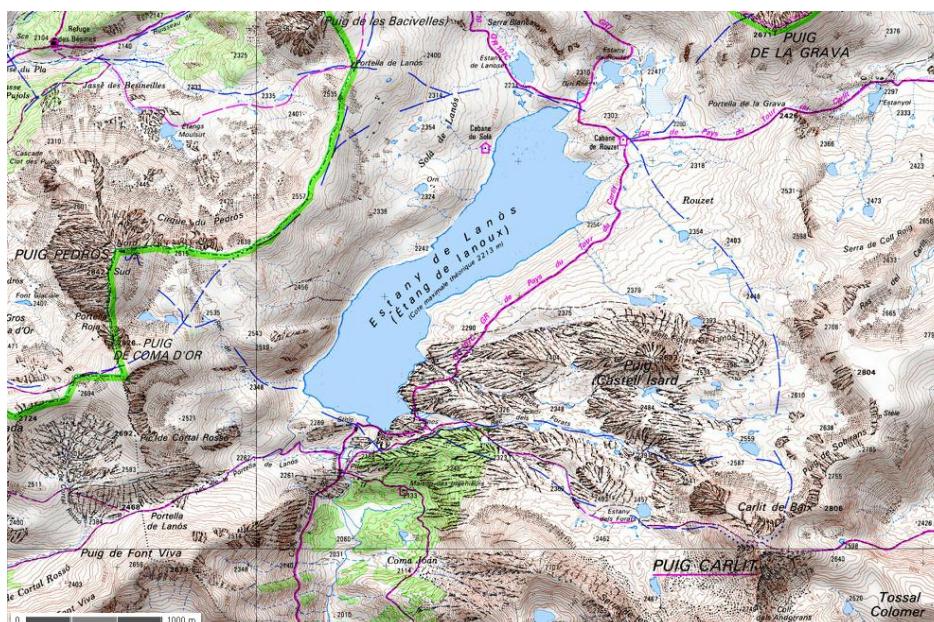
Exutoire(s) : **Ruisseau de Carol et conduite forcée EDF (alimentant la centrale hydroélectrique de l'Hospitalet)**

Réseau de suivi DCE : **Réseau de contrôle de Surveillance** (Cf. Annexe 1)

Période/Année de suivi : **2007/2013**

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 Lanoux (Source : Géoportail, IGN)

Résultats - Interprétation

Situé dans le département des Pyrénées-Orientales, l'Estany de Lanós (ou lac ou étang de Lanoux), est le plus grand lac des Pyrénées françaises. Il mesure 2500 mètres de longueur, 500 mètres de largeur et 75 mètres de profondeur au pied du barrage. Sa superficie est de 170 ha et son altitude de 2213 mètres.

Cette retenue artificielle classée MEFM, est exploitée par EDF pour l'hydroélectricité. Accessible uniquement en période estivale (mai à septembre) à pied, la retenue de Lanoux bénéficie d'un environnement préservé. La randonnée et la pêche sont les principales activités pratiquées aux alentours du lac.

La retenue est alimentée par la fonte des neiges et les apports de nombreuses petites sources. Plusieurs sommets dominant le lac dont l'imposant Puig Carlit qui culmine à plus de 2900 m.

Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2013, l'étang de Lanoux présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **mésotrophe**. Le compartiment « eau » présente des caractéristiques d'un milieu oligotrophe à tendance mésotrophe et le compartiment « sédiment » présente des caractéristiques d'un milieu mésotrophe à tendance eutrophe. Le tracé est dissymétrique, avec des indices « production », et « nutrition » faibles tandis que les indices « matière organique » et « phosphore » dans le sédiment sont élevés.

La discordance des résultats obtenus entre le compartiment sédiment et la pleine eau semble découler des conditions climatiques rudes caractérisant ce plan d'eau de haute altitude et de la nature même des sédiments lacustres (faiblement biodégradables).

L'indice phytoplanctonique confirme une production primaire modérée (mésotrophie).

L'indice oligochètes (IO) témoigne d'un niveau mésotrophe.

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, l'étang de Lanoux est classé en **bon potentiel écologique** d'après les résultats obtenus en 2013 (Cf. annexe 4). Ce résultat est identique à celui de 2007.

L'étang de Lanoux 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.

Le suivi du peuplement de macrophytes n'a pas été réalisé sur ce plan d'eau en raison du caractère marnant du plan d'eau. Dans ces conditions hydrologiques particulières, l'étude du peuplement macrophytique ne constitue pas un bon indicateur du potentiel écologique du plan d'eau.

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

S'agissant de la deuxième année de suivi dans le cadre du programme de surveillance, une comparaison interannuelle des résultats est présentée en annexe 7.

Suivi piscicole

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

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

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

Annexe 2 : Les outils d'interprétation

La Diagnose rapide

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

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

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

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

Les indices physico-chimiques

Indice Pigments 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

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

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

- Polluants spécifiques de l'état écologique

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

NQE_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle

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

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

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

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

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

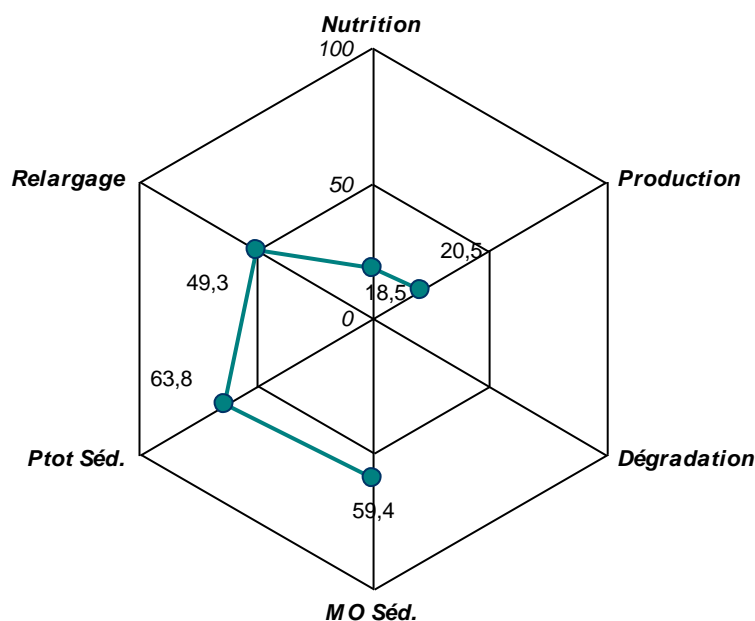
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

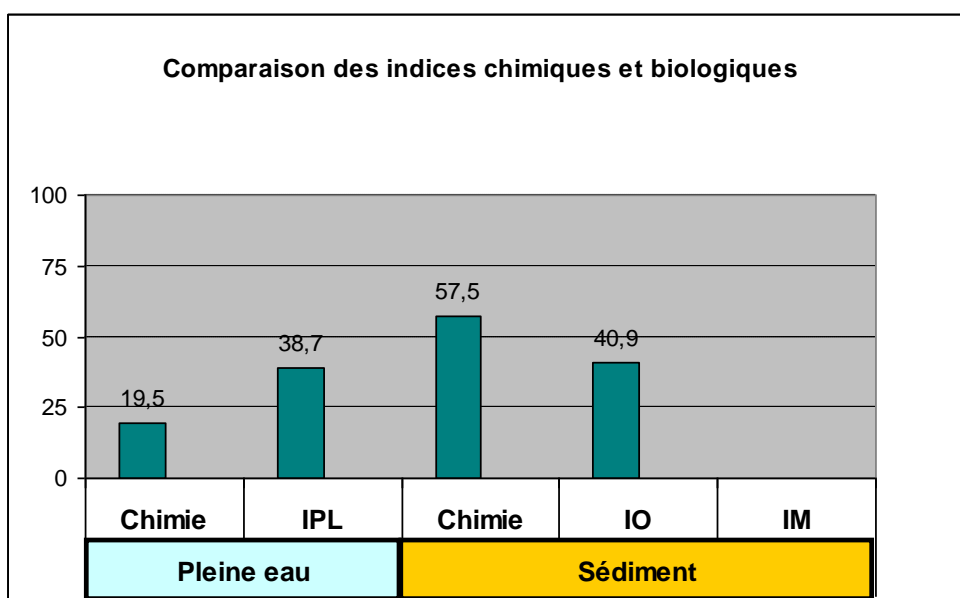
Graphique en radar des indices fonctionnels - Lanous



Le graphique en radar est dissymétrique :

- Les valeurs des indices du compartiment eau (nutrition et production) sont faibles : ils mettent en évidence les faibles apports en nutriments dans le milieu et la quasi absence de production primaire qui en découle. L'indice dégradation n'a pas pu être calculé (absence de mesures en première campagne) mais les profils réalisés sur les campagnes « estivales » mettent en avant la bonne oxygénation de l'ensemble de la colonne d'eau ;
- Les valeurs des indices du compartiment sédiment sont élevées, témoins de l'importance du stockage de la matière organique qui paraît de nature peu biodégradable (rapport Carbone/Azote très élevé) et du phosphore accumulé au fond de la retenue (valeur étonnement élevée).

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



IPL : Indice Planctonique

IO : Indice Oligochètes

IM : Indice Mollusques

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

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

L'indice de chimie de pleine eau est caractéristique d'un milieu oligotrophe.

L'indice élevé de chimie du sédiment donne une vision plus pessimiste (niveau eutrophe) mais semble être influencé par les caractéristiques naturelles de ce plan d'eau (haute altitude, grande profondeur, eaux profondes de $T^{\circ} < 5^{\circ}\text{C}$ toute l'année limitant l'activité biologique, sédiment composé de matière organique à forte composante réfractaire).

L'indice planctonique et l'indice oligochètes classent le plan d'eau comme mésotrophe.

étang de Lanoux

Les indices de la diagnose rapide
Valeurs brutes et calcul des indices

Les indices physico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	INDICE NUTRITION moyen
2013	< 0,01	< 35,8	0<x<0,73	0<x<38,1	18,5

	Secchi moy (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chloro a + Phéop. (µg/l) (moy 3 camp. estivales)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2013	10,2	15,0	0,7<x<2	19<x<32,7	20,5

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2013		nc

nc : absence de profils physicochimiques en C1

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

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2013	13,2	59,4

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2013	1509	63,8

Rapport Carbone/Azote dans les sédiments = 46

	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau interst</i>	NH4 eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH4 eau interst</i>	INDICE RELARGAGE moyen
2013	1,36	67,4	2,03	31,3	49,3

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2013	38,7	11,9 : PM* Fort	40,9	NR	NR

* : Potentiel Métabolique NR : non réalisé

Résultats sur eau interstitielle : la concentration assez élevée en phosphore total mesurée semblerait indiquer un relargage de cet élément à l'interface eau/sédiment malgré la présence d'oxygène dissous au fond de la retenue. Ces résultats sont à prendre avec précaution, la technique de prélèvement employée ne permettant pas de maintenir l'échantillon dans les conditions physico-chimiques régnant en profondeur. De plus les échantillons du plan d'eau du Lanoux ont été réceptionnés par le laboratoire dans un délai important (3 jours).

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

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

L'étang de Lanoux a un temps de séjour estimé supérieur à 2 mois.

Nom ME	Code ME	Type	Ensemble 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				
Estany de Lanos	FRDL124	MEFM	TB	B	MAUV	Nulles à faibles	B	2/3

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

L'ensemble agrégé des éléments de qualité biologique (dans ce cas la chlorophylle, l'indice planctonique n'étant pas pris en compte pour les masses d'eau fortement modifiées), conduit à un très bon état.

L'ensemble agrégé des éléments physico-chimiques généraux est classé en bon état.

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, les paramètres chrome, cuivre et zinc ont été quantifiés. Les deux premiers de manière anecdotique (une seule quantification) tandis que le zinc a été systématiquement quantifié et en concentrations parfois élevées. La norme de qualité environnementale (NQE) définie pour ce paramètre a été largement dépassée (moyenne annuelle de 6,3 µg/l, soit le double de la NQE). Le fond géochimique en zinc est privilégié pour expliquer ces résultats. Il n'est donc pas tenu compte de ce déclassement pour évaluer le potentiel écologique du plan d'eau.

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.
Estany de Lanos	FRDL124	MEFM	0,3 < x < 1	< 0,26	0,003	< 0,01	10,2

* classe d'état définie en prenant une profondeur moyenne de 24 m.

L'étang de Lanoux est donc classé en **bon potentiel écologique**, ce classement en bon potentiel écologique est déterminé par la physico-chimie soutenant la biologie.

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 de l'état écologique :

			Paramètres complémentaires
			physicochimiques généraux
Nom ME	Code ME	Type	déficit O2 (%)
Estany de Lanos	FRDL124	MEFM	0

L'indice basé sur le déficit en oxygène conforte le bon potentiel écologique évalué.

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
Lanoux	Bon

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

Parmi les 41 substances de l'état chimique, seule une substance a été quantifiée (sans toutefois dépasser la NQE) :

- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP*. Il a été quantifié à trois reprises (entre 0,4 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 :

Près de 500 molécules ont été recherchées 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).

Aucune de ces substances n'a été quantifiée.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 4 autres paramètres ont été quantifiés :

- 3 métaux : baryum, uranium (systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur les échantillons intégrés et le fond) et cobalt (une seule quantification).
- L'acide monochloroacétique, quantifié uniquement sur l'échantillon intégré de la campagne de septembre (0,6 µg/l).

* Les quantifications en DEHP ont été qualifiées d'incertaines, une contamination via la chaîne de prélèvements étant privilégiée.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 268 substances recherchées sur sédiments, 35 ont été quantifiées. Il s'agit essentiellement de métaux (24 substances) et de HAP (9 substances).

Deux autres substances ont également été quantifiées : un organostanneux (le mono-octylétain-cation) et un alkylphénol (le 4-tert-octylphénol). Le premier a été quantifié à une concentration de 254 µg/kg de Matière Sèche (MS) et le second à une concentration de 57 µg/kg MS. La quantification de ce type de substances est surprenante sur un plan d'eau de haute altitude telle que la retenue du Lanoux.

Les organostanneux sont principalement utilisés comme biocides (bactéricides, pesticides, fongicides), dans les peintures (notamment les « antisalissures » pour bateaux), dans le traitement du papier, du bois et des textiles industriels et d'ameublement.

Les alkylphénols sont des substances synthétiques intervenant dans la fabrication de nombreux produits (agents tensioactifs, résines phénoliques, pesticides), provenant principalement de la biodégradation des alkylphénols éthoxylés utilisés comme adjuvants, détergents dans le textile, traitement de surface, additif dans l'industrie papetière, peintures à l'eau [Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du bassin Seine-Normandie, AESN-Aquascop, février 2008].

Les concentrations observées de certains métaux sont élevées : arsenic (37 mg/kg MS), cuivre (41,2 mg/kg MS) et dans une moindre mesure : chrome (78 mg/kg MS) et nickel (41,2 mg/kg MS). Le fond géochimique naturel est privilégié pour expliquer ces concentrations.

Concernant les HAP, les concentrations mesurées restent relativement faibles, la valeur la plus forte atteignant 97 µg/kg MS pour le fluoranthène. La somme des différents HAP quantifiés atteint 475 µg/kg MS, ce qui reste une valeur modérée mais surprenante pour ce plan d'eau.

23 PCB (polychlorobiphényles) ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 11 septembre 2013. Aucune de ces substances n'a été quantifiée (résultat d'analyse < 1 µg/kg MS pour chacun des congénères).

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

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

Situé dans le département des Pyrénées-Orientales, l'Estany de Lanós (ou lac ou étang de Lanoux), est le plus grand lac des Pyrénées françaises. Il mesure 2500 mètres de longueur, 500 mètres de largeur et 75 mètres de profondeur au pied du barrage. Sa superficie est de 170 ha et son altitude de 2213 mètres.

Cette retenue artificielle classée MEFM, est exploitée par EDF pour l'hydroélectricité. Accessible uniquement en période estivale (mai à septembre) à pied, la retenue de Lanoux bénéficie d'un environnement préservé. La randonnée et la pêche sont les principales activités pratiquées aux alentours du lac.

Cette retenue est alimentée par la fonte des neiges et les apports de nombreuses petites sources. Plusieurs sommets dominant le lac dont l'imposant Puig Carlit qui culmine à plus de 2900 m.

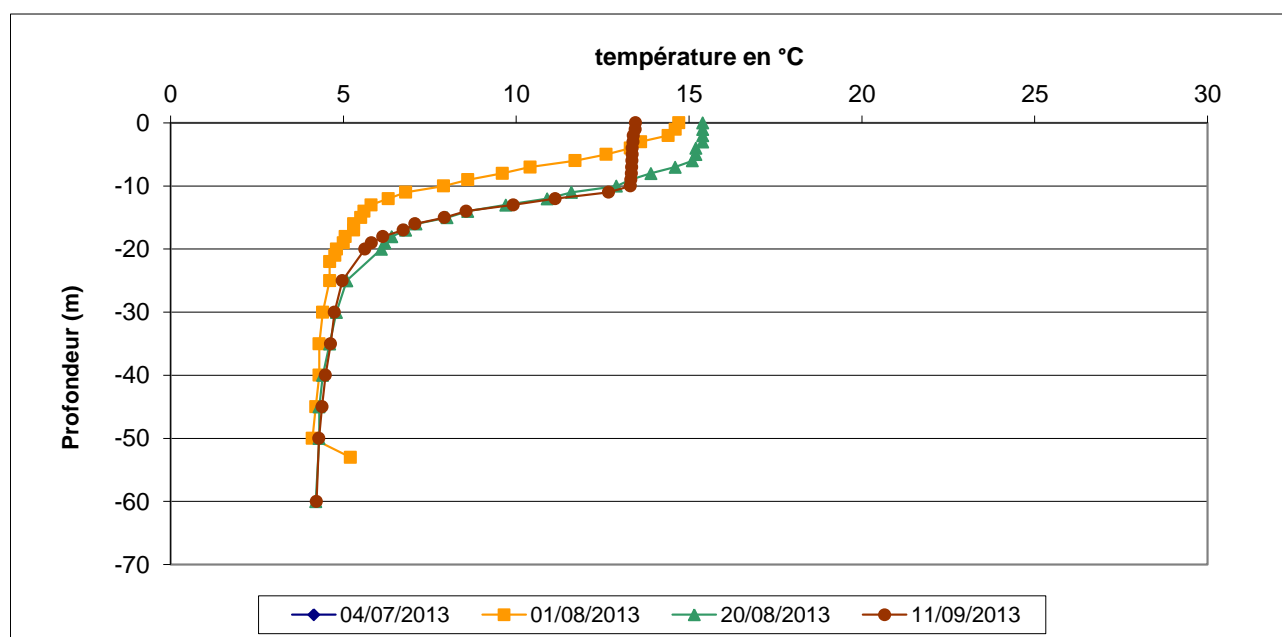
L'étang de Lanoux bénéficie d'un climat de type montagnard à tendance continentale combinant des hivers froids et des étés secs. La retenue est couverte d'une couche de neige et de glace pendant une grande partie de l'année (6 à 8 mois).

Plus globalement en région Languedoc-Roussillon, le printemps 2013 (avril et mai) a été caractérisé par d'importantes précipitations (supérieures à la normale), un ensoleillement modéré, des températures basses et un vent de nord-ouest fort et fréquent (tramontane). L'été 2013 s'est révélé chaud avec un bon ensoleillement, des précipitations normales en juillet et rares en août. Un fort vent de Nord-Ouest a soufflé en août. L'automne a été doux, peu humide et peu venteux.

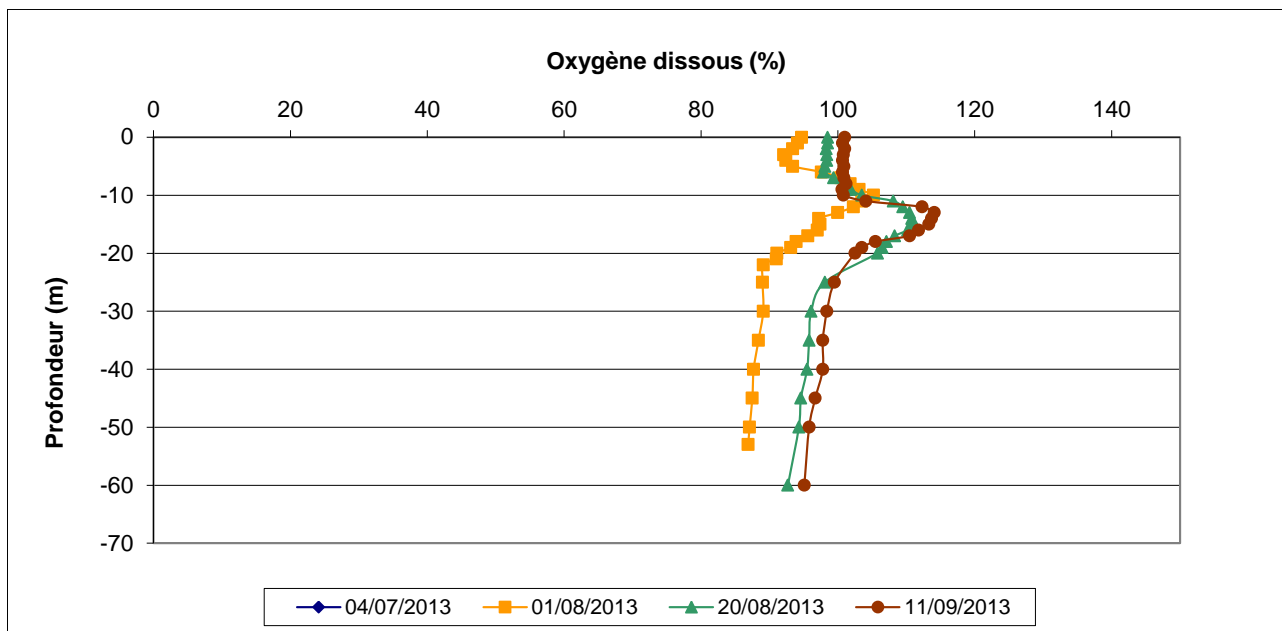
La suite du document expose des compléments d'informations concernant les profils de températures et d'oxygène, le peuplement phytoplanctonique, les invertébrés benthiques.

Profils de température et d'oxygène³ :

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 :



³ Il n'y a pas de relevés in situ pour la campagne de juillet en raison de la panne de la sonde.

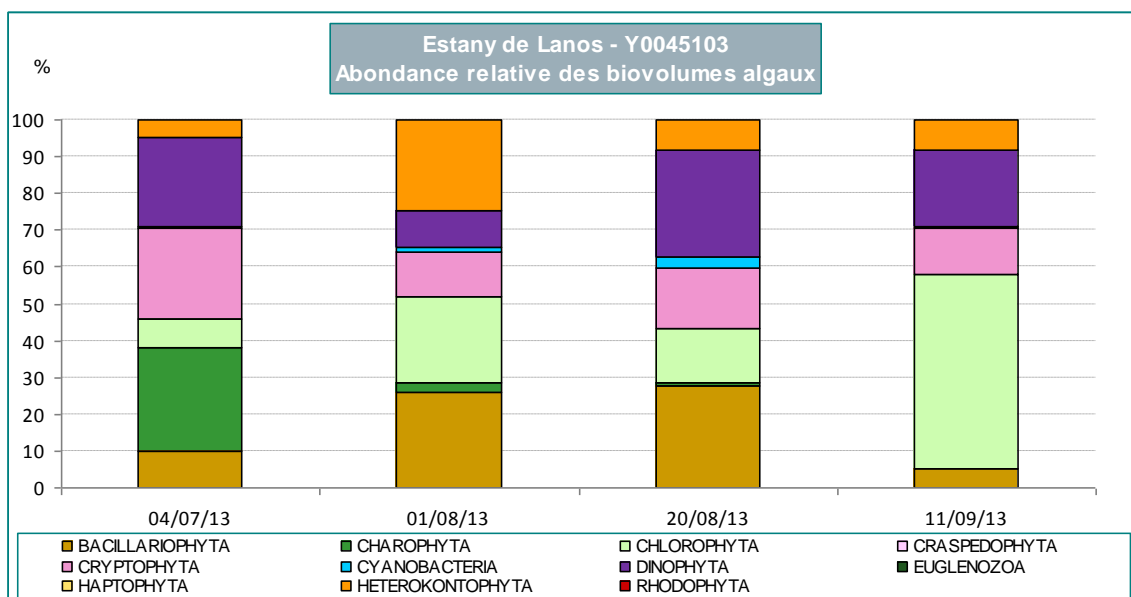


Le 1^{er} août, la température est de 14,8°C en surface et de 4,1°C au fond de la retenue. Une thermocline est déjà en place de 3 à 15 m (la température chute de 8°C) ; l’hypolimnion a une épaisseur de 35 m et la température y est de 4-5°C. Le 20 août, le profil a peu évolué : la température de surface n’augmente quasiment pas (15,4°C) mais l’épilimnion s’épaissit et atteint 6 m ; la thermocline se situe alors entre 6 et 20 m. Enfin, mi septembre, l’épilimnion se situe entre 0 et 10 m (température de 13°C). La thermocline se situe entre 10 et 25 m. La température au fond de l’étang est toujours d’environ 4°C.

Les 3 profils d’oxygène dissous sont assez semblables : bonne oxygénation dans les 5 à 10 premiers mètres suivie d’une augmentation (sursaturation jusqu’à 114 % en septembre) vers -10 à -15 m (activité photosynthétique) et enfin teneur stable jusqu’au fond qui est toujours bien oxygéné (85 à 95 %).

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.



Répartition du phytoplancton de la retenue de Lanoux à partir des biovolumes (mm³/ml)

Le tableau ci-dessous donne les abondances phytoplanctoniques à chaque campagne en nombre de cellules par millilitre et en mm³/l.

Lanoux	04/07/2013	01/08/2013	20/08/2013	11/09/2013
Total (nombre cellules/ml)	1 046	2 959	2 462	1 107
Biovolume total (mm ³ /l)	0,23	0,17	0,09	0,14

Le phytoplancton ne se développe pas énormément lors de ces 4 campagnes (maximum de 3 000 cell./ml le 01/08/13). La richesse taxonomique est comprise entre 16 et 22 taxons.

Lors de la 1^{ère} campagne, les Cryptophycées (Cryptophyta) dominent le peuplement algal (45% de la densité cellulaire) avec principalement *Plagioselmis nannoplanctica*, espèce présente généralement dans des milieux méso-eutrophiés. Puis le peuplement change. La proportion des densités cellulaires en cyanobactéries augmente (66% le 01/08/13 ; 90% le 20/08/13 ; 40% le 11/09/13). Il s'agit du développement de *Pannus*, algue coloniale (100 à 500 cellules par colonie) dont les cellules sont de petite taille ($\emptyset = 1 \mu\text{m}$). Cette apparition n'est pas inquiétante car les densités cellulaires et les biovolumes développés sont faibles. Cette espèce est accompagnée de Chrysophycées dont *Dinobryon cylindricum* et *Dinobryon divergens* habituellement observées dans des milieux pauvres en nutriments (Reynolds et al. 2002).

Lors des 4 campagnes, la répartition des groupes algaux en terme de biovolume algal est assez homogène, le peuplement est équilibré.

L'indice planctonique IPL, calculé sur les campagnes 2 à 4, est égal à 38,7 ce qui est caractéristique d'un plan d'eau mésotrophe (selon la diagnose rapide). Cette valeur d'IPL correspond à une classe d'état bon selon l'arrêté « Evaluation » du 25 janvier 2010.

Les Macroinvertébrés :

Dans la partie la plus profonde de la retenue (point o1), l'indice IOBL est élevé alors que le biovolume par surface est seulement moyen. La richesse, la taille moyenne (biovolume par unité d'effectif) sont également à un niveau moyen alors que le pourcentage d'espèces sensibles est élevé.

Par rapport à la zone profonde, les deux points latéraux sont caractérisés par un indice IOBL et un biovolume par surface plus faibles alors que le pourcentage d'espèces sensibles est nettement plus élevé. En revanche, la richesse et la taille moyenne (biovolume par effectif) varient fortement d'un point latéral à l'autre.

Cette situation suggère une **bonne qualité des sédiments profonds associée à un niveau correct de métabolisation** compte tenu de la quantité modérée d'apports trophiques et organiques.

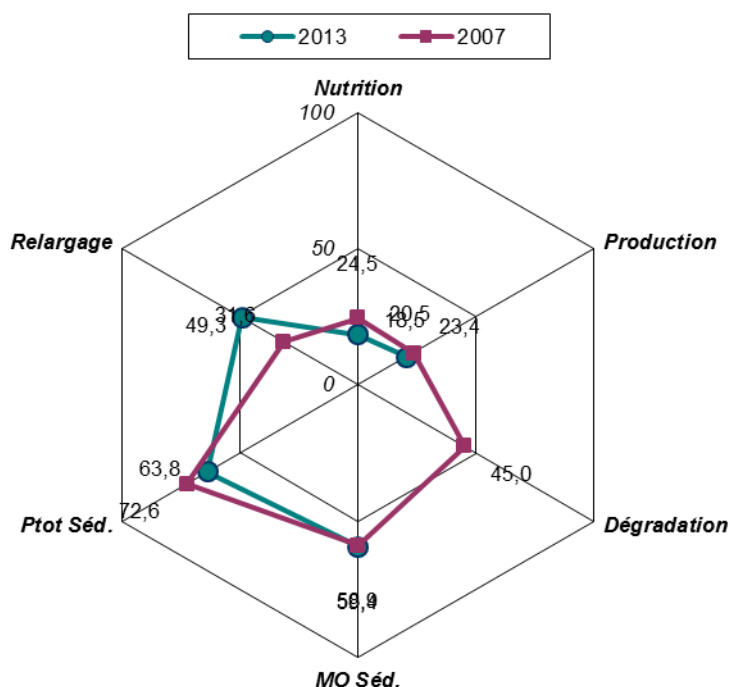
Par rapport au précédent suivi (2007), l'indice IOBL (9,0 en 2007) des sédiments profonds est plus élevé alors que le pourcentage d'espèces sensibles (74% en 2007) est plus faible. Cette différence peut provenir du fait qu'en 2007, les prélèvements des sédiments profonds n'ont pas été réalisés à la plus grande profondeur (55m contre 78m cette année) et par conséquent, les valeurs obtenues en 2007 reflétaient davantage les caractères des points latéraux. Nous avons en effet vu qu'en 2013, les sédiments profonds se distinguaient des sédiments latéraux par un IOBL plus élevé associé à un pourcentage d'espèces sensibles nettement plus faible.

Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

Les indices de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :

Graphique en radar des indices fonctionnels - Lanous



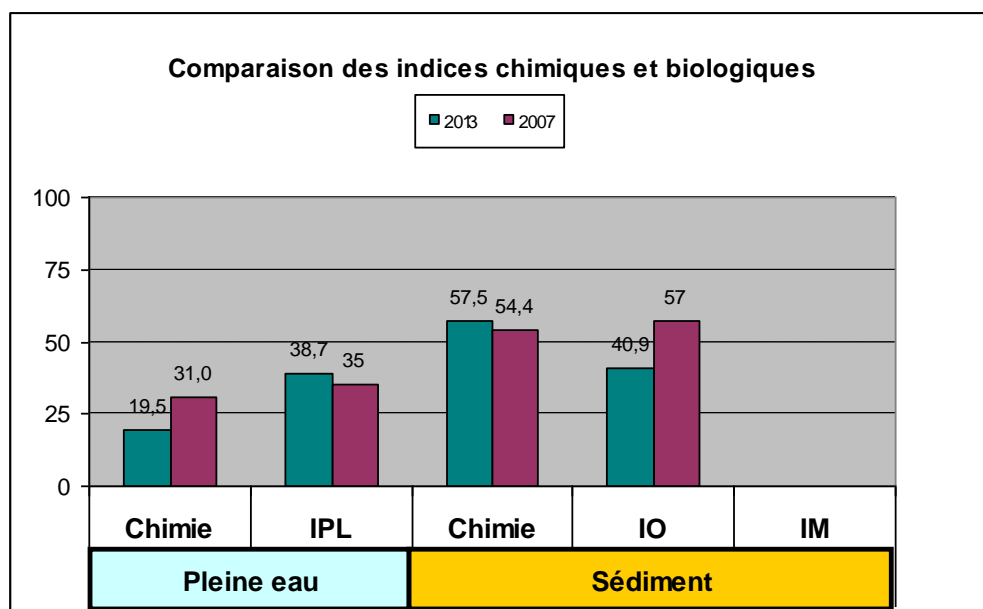
Les tracés 2007 et 2013 sont très similaires : valeurs faibles des indices production et nutrition traduisant un niveau oligotrophe du compartiment eau.

Le sédiment est en revanche riche en matière organique et phosphore.

La valeur de l'indice de relargage a augmenté en 2013 par rapport à celui calculé en 2007.

La variabilité de l'indice relargage s'explique davantage par des difficultés techniques de prélèvements (Cf. NB en bas de p.12) et de conditionnement des échantillons que par une évolution significative des conditions d'oxygénation de l'hypolimnion entre les différents suivis.

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



IPL : Indice Planctonique

IO : Indice Oligochète

IM : Indice Mollusques

En 2013, l'indice chimique moyen sur l'eau est plus faible qu'en 2007 (mais pour 2013 son calcul ne prend pas en compte l'indice dégradation qui n'a pas pu être calculé). L'indice chimie du sédiment en 2013 est proche de celui de 2007.

L'indice planctonique est stable (légère hausse en 2013). En revanche, l'indice oligochètes est nettement plus faible en 2013 (les différences de profondeurs échantillonnées entre les deux suivis pouvant expliquer ces écarts).

Globalement la qualité de ce plan d'eau est stable.

Evaluation en termes de classe d'état DCE

1 - Potentiel écologique

Classes d'état

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

Nom ME	Code ME	Type	Ensemble 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				
Estany de Lanos	FRDL124	2007	TB	B	B	Nulles à faibles	B	2/3
Estany de Lanos	FRDL124	2013	TB	B	MAUV	Nulles à faibles	B	2/3

** CTO : contraintes techniques obligatoires.

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques	Paramètres physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	N _{min} max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. max	Transp.
Estany de Lanos	FRDL124	2007	< 1	< 0,15	< 0,03	< 0,02	9,9
Estany de Lanos	FRDL124	2013	0,33 < x < 1	< 0,26	0,003	< 0,01	10,2

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires
			Physicochimiques généraux
			Déficit O2 (%)
Estany de Lanos	FRDL124	2007	1
Estany de Lanos	FRDL124	2013	0

Les différents suivis (2007 et 2013) placent le plan d'eau en bon potentiel écologique.

2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2007	Bon
2013	Bon

L'étang de Lanoux est classé en bon état chimique pour les 2 années de suivi.