

# **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**

## **Retenue de Chaudanne**

*(04 : Alpes de Haute-Provence)*

Campagnes 2012

*VI – Novembre 2013*



# Méthodologie

## Contenu des suivis

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

		Paramètres	Type de prélèvements/ Mesures	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
Sur EAU	Mesures in situ	O2 dis. (mg/l, %sat.), pH, COND (25°C), T°C, transparence secchi	Profils verticaux	X	X	X	X
	Physico-chimie classique	DBO5, PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, COT, COD, MEST, Turbidité, Si dissoute	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Pigments chlorophylliens	Chlorophylle a + phéopigments	Prélèvement intégré	X	X	X	X
	Minéralisation	Ca <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , dureté, TA, TAC, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Prélèvement intégré	X			
Sur SEDIMENTS	Eau interstitielle : Physico-chimie		PO4, Ptot, NH4				
	Phase solide (<2mm)	Physico-chimie	Corg., Ptot, NKJ, Granulométrie, perte au feu	Prélèvement ponctuel au point de plus grande profondeur			X
		Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*				
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Prélèvement intégré (Cemagref/Utermöhl)	X	X	X	X
		Oligochètes	IOBL				X
		Mollusques	IMOL				X
		Macrophytes	Protocole Cemagref (nov.2007)			X	
		Hydromorphologie	A partir du Lake Habitat Survey (LHS)			X	
		Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)			X	

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

## Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

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

### Diagnose rapide

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

### Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

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

# Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Chaudanne**

Code lac : **X2205043**

Masse d'eau : **FRDL91**

Département : **04 (Alpes de Haute-Provence)**

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

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

Typologie : **A3 = retenue de moyenne montagne, calcaire, profonde**

Altitude (NGF) : **792**

Superficie (ha) : **68**

Volume (hm<sup>3</sup>) : **16,0**

Profondeur maximum (m) : **68** (mesure de 38 m en 2012)

Temps de séjour (j) : **13**

Tributaire(s) : **le Verdon**

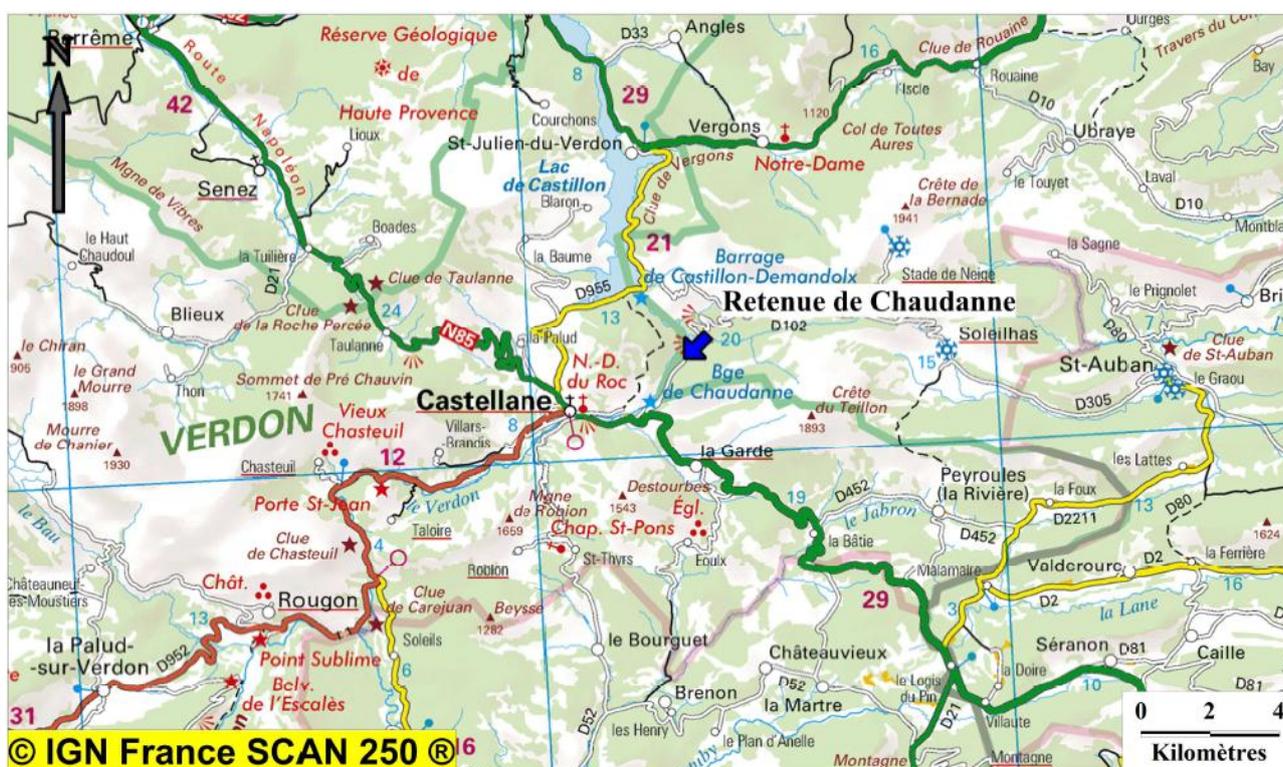
Exutoire(s) : **le Verdon**

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

Période/Année de suivi : **2009 / 2012**

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 Chaudanne

## Résultats - Interprétation

---

La retenue de Chaudanne est située dans le département des Alpes de Haute-Provence, en limite Est du Parc Naturel Régional du Verdon. Le plan d'eau se situe immédiatement à l'aval du barrage de Castillon sur le Verdon, dont il forme le bassin de compensation. Le barrage de Chaudanne, dont la construction s'est achevée en 1953, mesure près de 74 m de haut et est dédié à la production d'électricité (outre son rôle de compensation).

Le plan d'eau formé est de taille relativement petite avec 68 ha pour un volume de 16 millions de m<sup>3</sup> en Cote Normale d'Exploitation (CNE). La profondeur maximale mesurée en 2012 est de 38 m, ce qui suggère une forte sédimentation dans la retenue, estimée à plus de 25 m.

Orienté Nord/Sud, le lac s'étend sur 3 km de long et reçoit les eaux du Verdon. Il est encastré dans des gorges. Son temps de séjour théorique est très court, 13 jours environ. La cote du plan d'eau varie de façon saisonnière entre 776 et 791 m NGF (soit un marnage de 25 m max), en fonction des besoins énergétiques.

La retenue de Chaudanne ne répond théoriquement pas aux exigences pour appliquer la diagnose rapide en raison du renouvellement fréquent des eaux. Les indices relatifs à cet outil d'interprétation sont néanmoins calculés afin d'appréhender le niveau trophique du plan d'eau.

### Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2012, la retenue de Chaudanne présente une qualité générale la classant dans la catégorie des **plans d'eau oligotrophes**. L'ensemble des indices physico-chimiques et biologiques affiche des valeurs relativement faibles, témoignant de la bonne qualité générale du plan d'eau et du bon fonctionnement lacustre : les flux de matières sont équilibrés et limités.

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, la retenue de Chaudanne est classée en **bon potentiel écologique** d'après les résultats obtenus en 2012 (Cf. annexe 4).

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

L'étude hydromorphologique n'a pas été renouvelée en 2012, cet élément ayant déjà été suivi en 2009.

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 de l'état 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

Le plan d'eau a fait l'objet d'un suivi piscicole en 2012 par l'ONEMA (Cf. annexe 8).

Dominé numériquement par le gardon et l'ablette, espèces tolérantes et thermophiles, le peuplement pisciaire de la retenue de Chaudanne présente un cortège d'espèces réduit et des abondances faibles.

Les contraintes subies par le plan d'eau, situé en aval immédiat de la retenue de Castillon, limitent le potentiel de la retenue. Les habitats littoraux sont en effet réduits en raison du caractère encaissé du plan d'eau et le marnage régulier et important perturbe leur fonctionnalité. Par ailleurs, les eaux froides issues de la retenue de Castillon limitent les ressources trophiques pour l'ensemble des organismes consommateurs.

### 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).

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

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

## Annexe 2 : Les outils d'interprétation

### La Diagnose rapide

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

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

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

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

### Les indices physico-chimiques

#### Indice Pigments chlorophylliens<sup>1</sup>

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$  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 intégré<sup>2</sup>.

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

#### Indice Consommation journalière en O<sub>2</sub> 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/m<sup>3</sup>/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.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

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

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 m<sup>2</sup>.

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	<b>Léman (1963)</b>
	- Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7	<b>Bourget (1940), Longemer (1977), Grand Maclu (1983), Chalain (1984),</b>
Absence de mollusques en $Z_1$			
$Z_2 = -10 \text{ m}$ (20 m) <sup>(2)</sup>	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	6	<b>Lac Léman (1987), Saint-Point (1978) Grand Clairvaux (1982), Laffrey (1989).</b>
	- Un seul genre de Gastéropode présent	5	<b>Le Bourget (1988), Rémoray (1978 et 1989), Les Rousses (1980).</b>
	- Gastéropodes absents, pisdies présentes <sup>(1)</sup>	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) <sup>(2)</sup>	- 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 <sup>(1)</sup>	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 <sup>1</sup>					
	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

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

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

- Eléments physico-chimiques généraux

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
<b>Nutriments</b>					
N minéral maximal (NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )(mg N/l)	0,2	0,4	1	2	
PO <sub>4</sub> 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	
<b>Transparence</b>					
Transparence moyenne estivale (m)	5	3,5	2	0,8	
<b>Bilan de l'oxygène</b>					
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 (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)** : 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.

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 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

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

*NQE\_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle*

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

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

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

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

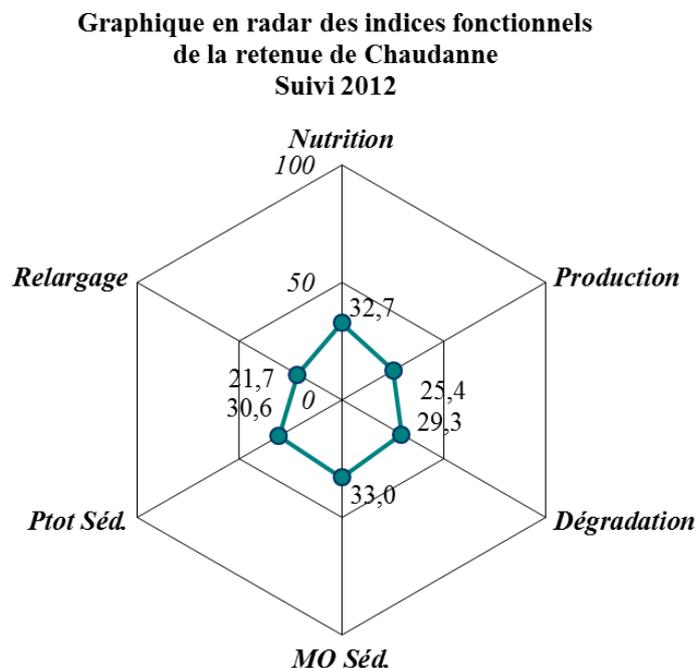
#### ***Evaluation de l'état chimique (2 classes d'état) :***

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

## Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

### Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

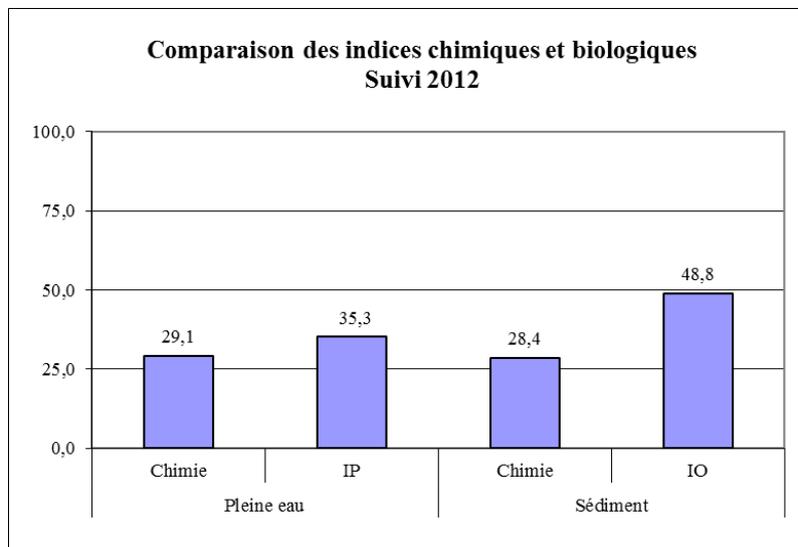


Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent d'un plan d'eau **oligotrophe**. L'ensemble des indices se situe dans la fourchette 21-33, témoignant d'un milieu dans lequel les flux sont équilibrés et limités.

Les apports en nutriments sont faibles et limitent ainsi la production primaire. La très faible quantité de matière organique générée induit une consommation en oxygène réduite dans l'hypolimnion.

De plus, la matière organique semble largement dégradée au sein de la colonne d'eau et n'enrichit donc pas le compartiment sédiment (la charge organique est faible). Notons enfin l'absence de conditions favorables au relargage (l'indice présente la valeur minimale).

### 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.*

Les indices chimiques sur eau et sur sédiment sont homogènes (proches de 30) et indiquent un bon fonctionnement lacustre (oligotrophe) avec des flux de matières équilibrés et limités.

Les indices biologiques sont un peu moins favorables. L'indice planctonique est en limite de classes oligotrophe/mésotrophe : le peuplement est équilibré, peu abondant et dominé par des groupes algaux ne traduisant pas un degré de trophie élevé malgré la présence d'euglènes et de cyanobactéries en campagne 2.

L'indice oligochètes se trouve en limite de classes mésotrophe/eutrophe. Les sédiments sont pauvres en matière organique et ne favorisent donc pas le développement des oligochètes. Le peuplement comporte deux espèces sensibles aux pollutions et souligne ainsi la bonne qualité des sédiments.

## Retenue de Chaudanne

Suivi 2012

### Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

#### Les indices physico-chimiques

	Ptot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	<b>INDICE NUTRITION moyen</b>
2012	0,012	38,9	< 1,2	< 52,9	32,7

	Secchi moyen (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chlorophylle a + Phéopigments (moy 3 camp. estivales en µg/l)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	<b>INDICE PRODUCTION</b>
2012	5,2	34,4	< 2,0	< 32,7	25,4

	Conso journalière en O <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> /j)	<b>INDICE DEGRADATION</b>
2012	9,0	29,3

entre campagnes C1 et C4

	Perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2012	4,2	33,0

#### Correspondance entre indices de la diagnose rapide et niveau trophique

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



	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2012	376,0	30,6

	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau intersticielle</i>	NH <sub>4</sub> eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH<sub>4</sub> eau intersticielle</i>	<b>INDICE RELARGAGE</b>
2012	< 0,10	< 30,0	< 0,50	< 13,3	< 21,7

#### Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>
2012	35,3	8,8 : PM* moyen	48,8

\* : Potentiel Métabolique IPL : calculé à partir du biovolume

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

## Annexe 4 : Potentiel écologique au sens de la DCE

### Classes d'état

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

### Niveau de confiance

3	Elevé
2	Moyen
1	Faible

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

La retenue de Chaudanne a un temps de séjour estimé à 13 jours qui la place en temps de séjour court.

Nom ME	Code	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Altérations hydromorphologiques non imposées par les CTO**	Potentiel écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Chaudanne	FRDL91	MEFM*	TB	B	B	Nulles à faibles	B	2/3

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

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

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, deux des quatre métaux figurant à la liste des polluants spécifiques ont été quantifiés durant le suivi, sans toutefois dépasser les normes de qualités environnementales (NQE) définies pour ces paramètres. Le cuivre a été systématiquement quantifié, tandis que le zinc n'a été quantifié que sur un seul échantillon (prélèvement de fond du mois d'âut).

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 <sub>min</sub> max	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> max	Ptot. max	Transp.
Chaudanne	FRDL91	MEFM*	< 1,0	< 0,26	< 0,005	0,006	5,2

Selon les règles de l'arrêté du 25 janvier 2010, les paramètres biologiques et physico-chimiques généraux sont classés en bon ou très bon état, témoignant de la bonne qualité physico-chimique des eaux et de la faible production primaire du plan d'eau. La retenue de Chaudanne est donc classée en **bon potentiel écologique**.

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

**N<sub>min</sub> max** : concentration maximale en azote minéral (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (mg/L).

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> max** : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique (mg P /L).

**Ptot. Max** : concentration maximale en phosphore dans la zone euphotique (mg/L). Pour les lacs dont le temps de séjour moyen annuel est supérieur à 2 mois, Ptot. max est la valeur la plus défavorable entre la moyenne annuelle dans la zone euphotique et la valeur hivernale en période de mélange complet des eaux.

**Transp.** : transparence (m), moyenne estivale.

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

			Paramètres complémentaires
			physico-chimiques généraux
Nom ME	Code ME	Type	Déficit O <sub>2</sub>
Chaudanne	FRDL91	MEFM*	0,0

Le résultat obtenu pour l'élément bilan d'oxygène confirme le bon potentiel observé puisqu'il n'indique pas de déficit en oxygène dans le fond du plan d'eau.

**Déficit O<sub>2</sub>** : 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.

## Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

### Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Chaudanne	Bon

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

Parmi les 41 substances de l'état chimique, 3 substances ont été quantifiées (sans toutefois dépasser les NQE) :

- Une substance de la famille des BTEX\*, le benzène. Il a été quantifié à toutes les campagnes de prélèvements sur l'échantillon intégré et/ou le fond en faibles concentrations (de 0,4 à 0,6 µg/l).
- Un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP), le naphthalène, quantifié sur plus de la moitié des échantillons en faibles concentrations (de 0,02 à 0,04 µg/l).
- Un composé métallique : le nickel, quantifié sur l'ensemble des échantillons en faibles concentrations (entre 0,4 et 0,6 µg/l).

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

---

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

#### Les pesticides quantifiés :

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

Deux substances ont été quantifiées :

- Un fongicide : le formaldéhyde\*, quantifié sur les échantillons des campagnes de mars, juin et septembre (5 quantifications au total : 1,4 µg/l à 2,8 µg/l).
- Un herbicide utilisé pour le désherbage sur culture du maïs : le nicosulfuron. Il a été quantifié uniquement sur la campagne de juin à une concentration égale à 0,03 µg/l.

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

### *Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :*

En complément des substances quantifiées déjà citées, 14 autres paramètres ont été quantifiés :

- six métaux : baryum, bore, sélénium (tous systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur les échantillons intégrés et de fond), aluminium, fer et molybdène.
- Cinq dérivés du benzène (BTEX)\* : le toluène, l'éthylbenzène et des formes du xylène. Ils ont été fréquemment quantifiés en des concentrations inférieures à 1 µg/l (seul le toluène a présenté des concentrations systématiquement supérieures au microgramme et atteignant jusqu'à 3,7 µg/l).
- Un organoétain : le monobutylétain, quantifié sur tous les échantillons des campagnes d'août et septembre (de 0,003 µg/l à 0,085 µg/l).

*Les organoétains 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.*

- Un hydrocarbure aromatique ; le phénanthrène, uniquement quantifié sur l'échantillon de fond de la campagne de juin à une concentration de 0,01 µg/l.
- Un chlorophénol, le dichlorophénol-2,4, uniquement quantifié sur l'échantillon de fond de la campagne d'août (0,39 µg/l).

*Les chlorophénols sont utilisés en particuliers comme agent de préservation des matériaux (bois, peintures,...) et de désinfection. Ils constituent également des intermédiaires de dégradation d'autres substances dont les pesticides.*

*\* Les quantifications en BTEX et formaldéhyde ont été qualifiées d'incertaines, une contamination via la chaîne de prélèvements et/ou d'analyse de laboratoire étant privilégiée.*

### **Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :**

Sur les 166 substances recherchées sur sédiments, 43 ont été quantifiées. Il s'agit de métaux (23 substances), de PCB (11 substances), de HAP (6 substances) et de BTEX (3 substances).

Les concentrations mesurées en métaux ne révèlent pas de teneurs excessives en certains paramètres.

28 PCB ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 27 septembre 2012. Onze substances ont été quantifiées pour une concentration totale non négligeable, atteignant 77 µg/kg MS : de 1 µg/kg MS à 18 µg/kg MS selon les congénères. Lors du précédent suivi, aucun PCB n'avait été quantifié.

Concernant les HAP, les concentrations mesurées restent relativement faibles, la valeur la plus forte atteignant 70 µg/kg de Matières Sèches (MS) pour le méthyl 2 naphthalène.

Trois formes du xylène ont également été quantifiées : de 2 à 9 µg/kg MS selon les paramètres.

## **Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation**

---

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

La retenue de Chaudanne est située dans le département des Alpes de Haute-Provence, en limite Est du Parc Naturel Régional du Verdon. Le plan d'eau se situe immédiatement à l'aval du barrage de Castellon sur le Verdon, dont il forme le bassin de compensation. Le barrage de Chaudanne, dont la construction s'est achevée en 1953, mesure près de 74 m de haut et est dédié à la production d'électricité (outre son rôle de compensation).

Le plan d'eau formé est de taille relativement petite avec 68 ha pour un volume de 16 millions de m<sup>3</sup> en Cote Normale d'Exploitation (CNE). La profondeur maximale mesurée en 2012 est de 38 m, ce qui suggère une forte sédimentation dans la retenue, estimée à plus de 25 m.

Orienté Nord/Sud, le lac s'étend sur 3 km de long et reçoit les eaux du Verdon. Il est encastré dans des gorges. Son temps de séjour théorique est très court, 13 jours environ. Le régime hydrologique du Verdon est de type 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 776 et 791 m NGF (soit un marnage de 25 m max), en fonction des besoins énergétiques. Les turbinées maximales se font généralement en hiver et au début du printemps, période correspondant à la plus forte demande énergétique : le temps de séjour réel est donc plus complexe à définir. Au printemps, le volume entrant élevé, associé à un volume réduit dans la retenue implique un renouvellement des eaux important et ce jusqu'en juin.

En été, au contraire, les apports des cours d'eau sont réduits et la retenue ayant atteint son volume maximal, le renouvellement y est plus faible de juillet à septembre. A noter également, les variations journalières de cote d'eau (supérieures à 1 m) liées à l'exploitation hydroélectrique en "chaîne", et à la régulation des débits dans les gorges pour les activités nautiques (lâchers pour le rafting/canoë).

La retenue de Chaudanne se trouve sur les communes de Demandolx et Castellane. Le plan d'eau est géré par EDF. Aucune activité n'y est pratiquée mise à part la pêche.

Le bilan climatique<sup>3</sup> de l'hiver 2011/2012 pour cette région souligne des températures conformes aux moyennes de saison, un cumul de précipitations légèrement déficitaire et une durée d'ensoleillement légèrement excédentaire. Le mois de février a notamment été marqué par une vague de froid durant la 1<sup>ère</sup> quinzaine.

Le bilan climatique du printemps 2012 souligne des températures et une durée d'ensoleillement conformes aux moyennes de saison. Le cumul de précipitations a été légèrement excédentaire : le mois de mars s'est révélé remarquablement sec au contraire du mois d'avril qualifié de particulièrement humide.

Le bilan climatique de l'été 2012 souligne des températures largement excédentaires par rapport aux moyennes de saison et à l'inverse un cumul de précipitations déficitaire. La durée d'ensoleillement est conforme aux moyennes de saison. Le mois d'août sec, chaud et ensoleillé a contrebalancé un début d'été frais et nuageux. La 2<sup>ème</sup> quinzaine du mois d'août se caractérise par une vague de chaleur.

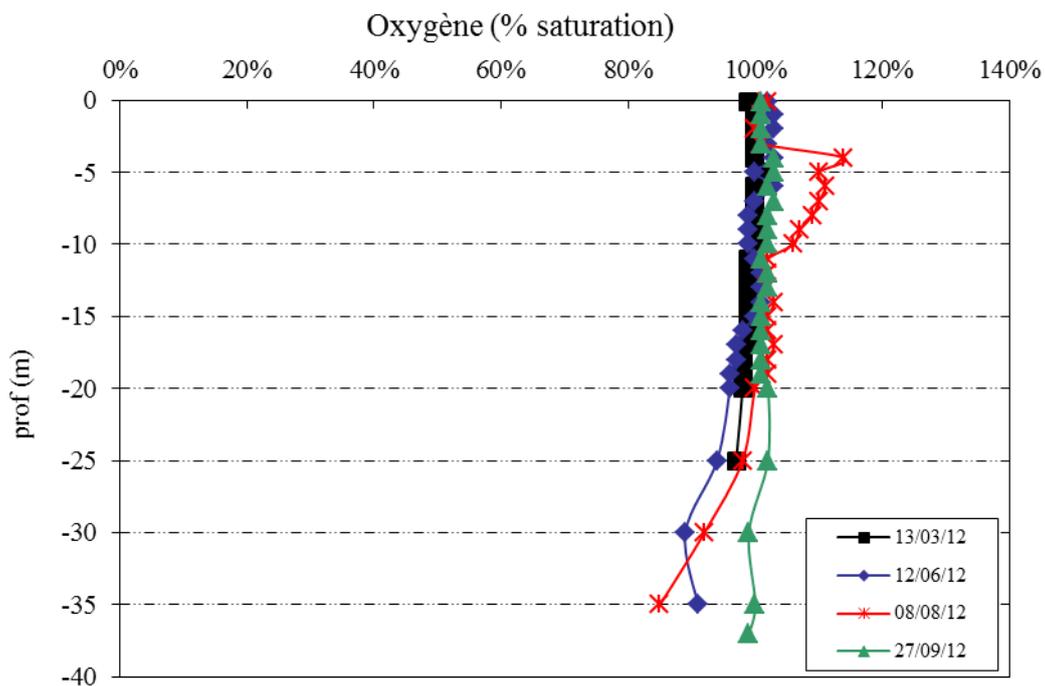
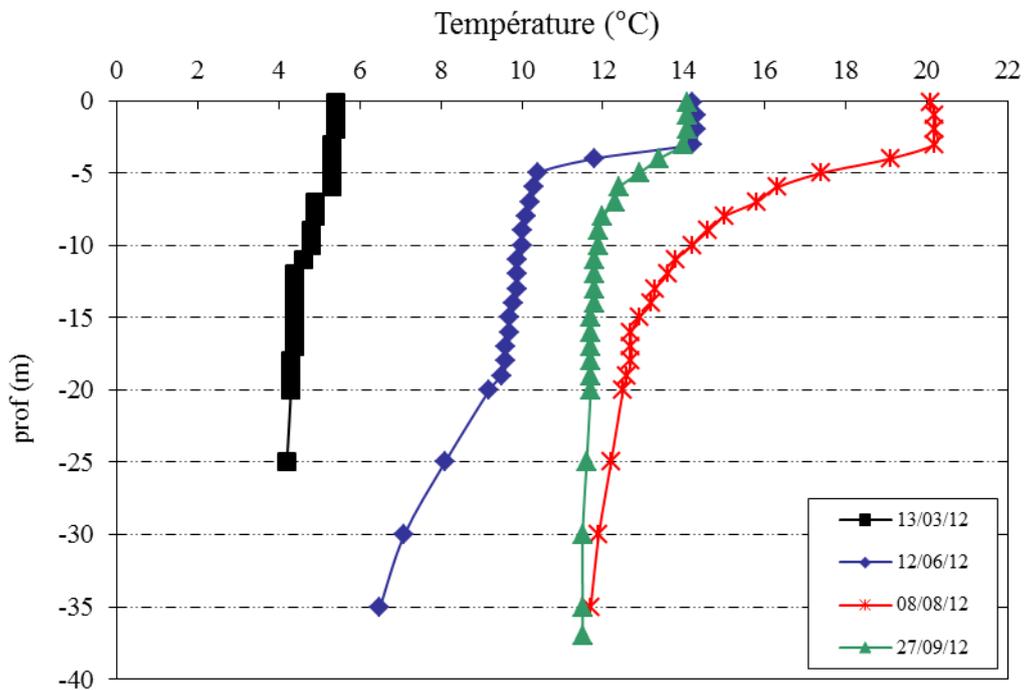
La suite du document expose des compléments d'informations concernant les profils de températures et d'oxygène, le peuplement phytoplanctonique et les oligochètes.

---

<sup>3</sup> Comparaison des valeurs moyennes des saisons de l'année 2012 aux valeurs moyennes saisonnières sur la période 1980-2010 (source : <http://climat.meteofrance.com>)

### Profils de température et d'oxygène :

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



Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne, la température est quasi homogène sur la colonne d'eau avec un léger réchauffement en surface : 5,4°C. La seconde campagne est marquée par la mise en place d'une stratification thermique stable qui perdurera jusqu'à fin septembre. La thermocline est comprise entre -3 et -5 m : la température de l'épilimnion est proche de 14°C ; les eaux hypolimniques sont comprises entre 10,4°C à -5 m et 6,5°C à -35 m.

La campagne du 08/08/2012 se caractérise par un net réchauffement des eaux de surface (20,2°C jusqu'à -3 m) et un élargissement de la couche métalimnique dont la limite inférieure est mal identifiée (thermocline comprise entre -3 et environ -13 m). La température de l'hypolimnion est comprise entre 11,5 et 13,0°C.

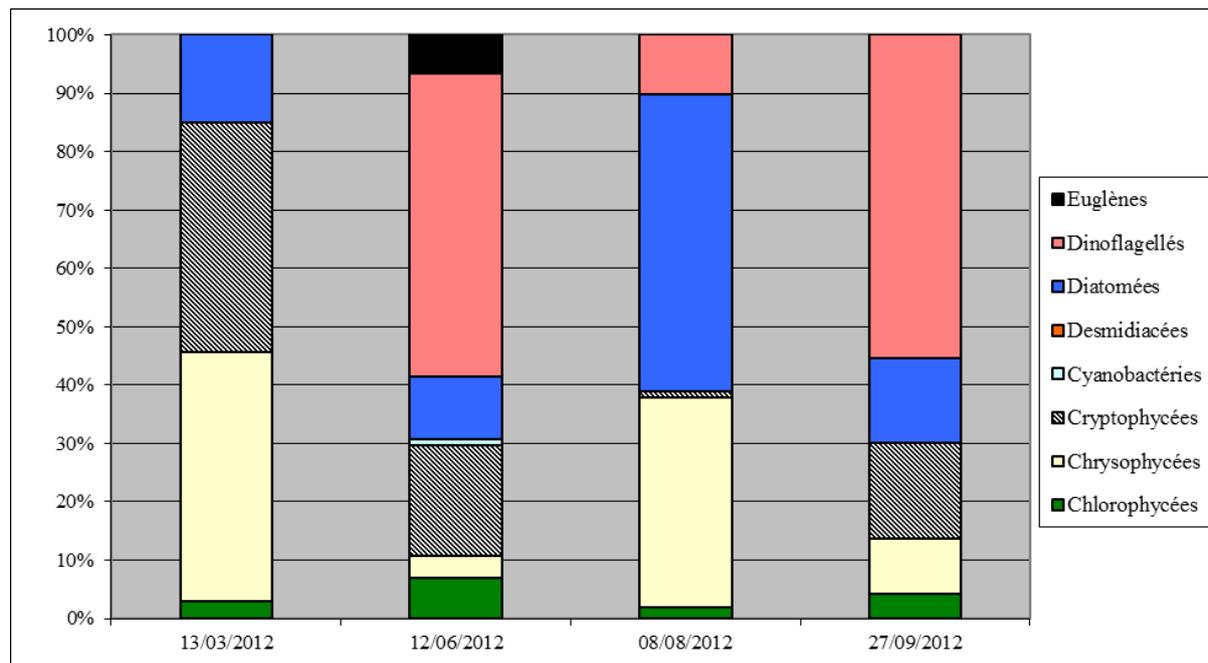
Lors de la 4<sup>ème</sup> campagne, la stratification est encore bien marquée malgré le refroidissement important de la couche de surface (14°C). La thermocline est établie entre 3 et 8 m de profondeur.

L'hypolimnion est homogène thermiquement à 11,7°C.

Les eaux de la retenue de Chaudanne demeurent bien oxygénées lors des 4 campagnes : elles sont proches de 100% de saturation sur toute la colonne d'eau. Un pic d'oxygène est cependant observé lors de la 3<sup>ème</sup> campagne entre -4 et -10 m en lien avec l'activité photosynthétique (114% de saturation à -4 m). De même, une légère consommation d'oxygène est constatée en profondeur lors des campagnes 2 et 3 (respectivement 90 et 85% de saturation au fond) en lien avec les processus de dégradation de la matière organique.

### 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 ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ) lors des quatre campagnes.



**Répartition du phytoplancton sur la retenue de Chaudanne à partir des biovolumes ( $\text{mm}^3/\text{l}$ )**

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

Chaudanne	13/03/2012	12/06/2012	08/08/2012	27/09/2012
<b>Total (nombre cellules/ml)</b>	<b>678</b>	<b>193</b>	<b>916</b>	<b>306</b>
<b>Biovolume total (<math>\text{mm}^3/\text{l}</math>)</b>	<b>0,262</b>	<b>0,206</b>	<b>0,400</b>	<b>0,239</b>

Le peuplement phytoplanctonique présente une abondance très faible sur la retenue de Chaudanne (193 à 916 cellules/ml selon les campagnes). La diversité taxonomique est faible à moyenne, comprise entre 11 et 21 taxons.

Le peuplement phytoplanctonique est relativement équilibré et ne présente pas une grande variabilité entre les campagnes. Ainsi, les groupes algaux suivants sont bien représentés : les chrysophycées, les diatomées, les cryptophycées, les chlorophycées et les dinoflagellés seulement en termes de biovolume (les cellules sont peu abondantes mais de grande taille). Globalement, le peuplement phytoplanctonique est plutôt dominé par les diatomées (notamment en campagne 3) et les chrysophycées (notamment en campagne 1). La chrysophycée *Dinobryon sociale* var. *stipitatum*, espèce indicatrice d'un degré de trophie en limite de classes oligotrophe/mésotrophe, est particulièrement abondante en campagnes 1 et 3. Concernant les diatomées, on recense notamment *Asterionella formosa*, *Cyclotella costei* et *Ulnaria ulna* var. *acus* selon les campagnes. Notons la présence modérée d'euglènes (*Euglena* sp.) et de cyanobactéries (*Chroococcus turgidus*) en campagne 2.

En termes de biovolume, les groupes algaux présents ne traduisent pas un niveau trophique élevé. L'indice phytoplanctonique (IPL) est de 35,3, qualifiant le milieu d'oligo-mésotrophe. Pour information, l'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est même plus favorable (30,3 - oligotrophe). Les pigments chlorophylliens n'ont pas été quantifiés et témoignent ainsi d'une production primaire très limitée, en concordance avec l'IPL.

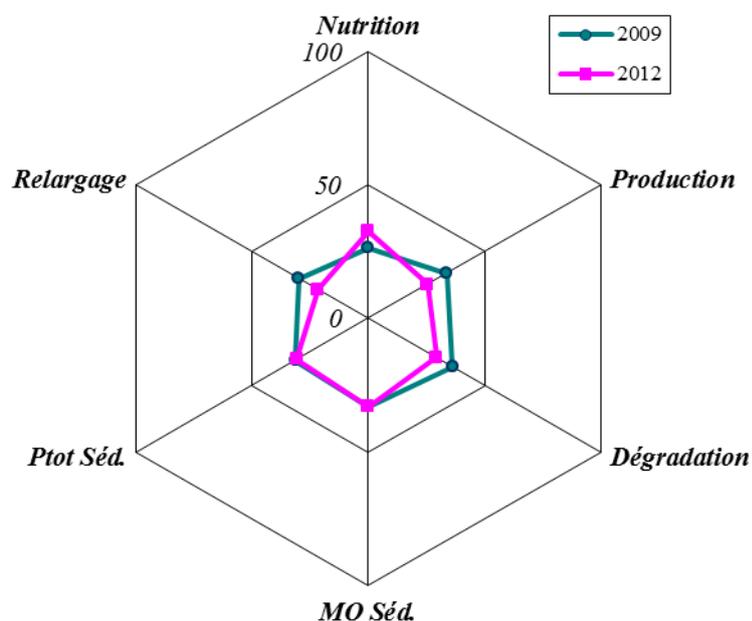
**Les oligochètes :**

L'indice oligochètes global révèle un potentiel métabolique moyen sur la retenue de Chaudanne avec une note de 8,8. La nature minérale des sédiments explique la faible densité des oligochètes sur les échantillons. Le pourcentage d'espèces sensibles est élevé, ce qui traduit une bonne qualité des sédiments.

## Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

### Les indices de la diagnose rapide

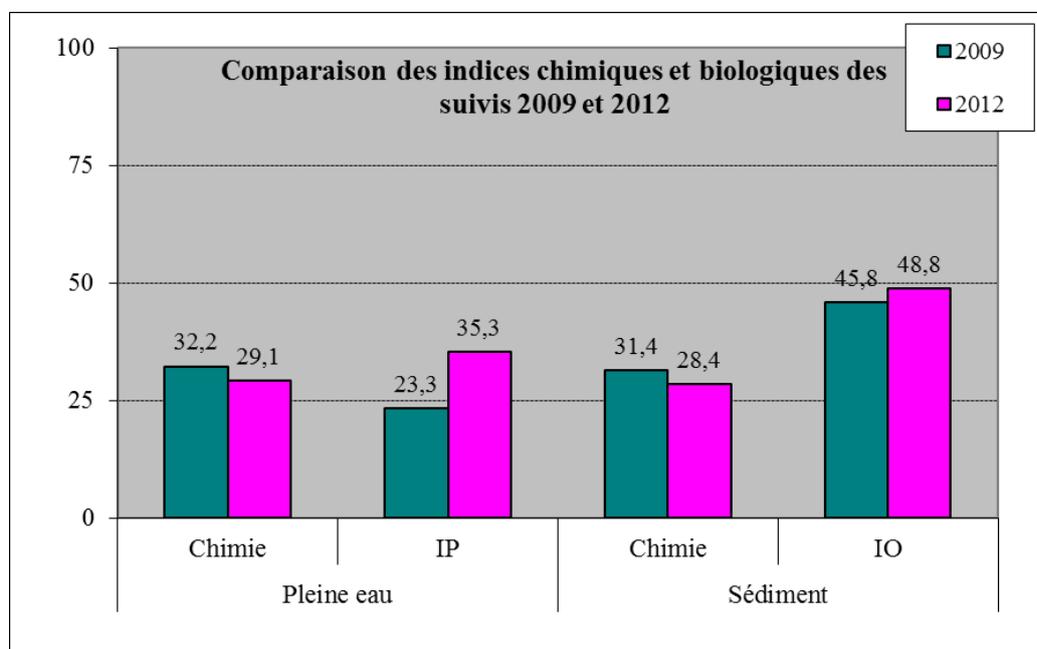
**Graphique en radar des indices fonctionnels de la retenue de Chaudanne Suivis 2009 et 2012**



Les indices fonctionnels établis lors des deux suivis 2009 et 2012 sont similaires : la qualité physico-chimique de la retenue de Chaudanne ne semble pas avoir évolué en 3 ans.

Ces indices soulignent le bon fonctionnement du plan d'eau où les flux de matières sont faibles et équilibrés.

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

Les indices physico-chimiques sur l'eau et sur les sédiments sont similaires lors des 2 suivis. Ils placent la retenue de Chaudanne en classe oligotrophe. De même, l'indice oligochètes ne présente pas une variation significative entre 2009 et 2012 (limite de classes mésotrophe/eutrophe) au contraire de l'indice planctonique qui présente une nette augmentation en 2012 par rapport à 2009 (+12 points). Cependant, le peuplement phytoplanctonique reste équilibré et peu abondant et confirme la faible production primaire.

## 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)

Année de suivi	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				
2009	TB	B	B	Nulles à faibles	B	2/3
2012	TB	B	B	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.

Année de suivi	Paramètres biologiques	Paramètres Physico-chimiques généraux			
	Chlo-a	Nmin max	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> max	Ptot. Max	Transp.
2009	< 1,0	< 0,26	0,020	0,026	4,6
2012	< 1,0	< 0,26	< 0,005	0,006	5,2

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

Année de suivi	Paramètres complémentaires
	Physico-chimiques généraux
	Déficit O2
2009	2,1
2012	0,0

La retenue de Chaudanne est classée en bon potentiel écologique lors des deux suivis 2009 et 2012. L'ensemble des paramètres biologiques, physico-chimiques généraux et complémentaires est classé en état bon à très bon. On observe même une amélioration apparente pour plusieurs paramètres physico-chimiques qui suggère une diminution des apports en éléments nutritifs durant la période estivale. Cette tendance devra être confirmée lors d'un prochain suivi, la variabilité interannuelle pouvant également expliquer certaines variations.

### 2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2009	Bon
2012	Bon

La retenue de Chaudanne affiche un bon état chimique lors des deux années de suivi.

## Annexe 8 : Résultats du suivi piscicole



### Fiche synthétique état du peuplement piscicole

#### Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **CHAUDANNE**

Réseau : **DCE RCO**

Superficie : **68 Ha**

Zmax : **39 m**

Date échantillonnage : **23 au 25/07/2012**

Opérateur : **ONEMA (DiR8 et SD04)**

Nb filets benthiques : **32 (1440 m2)**

Nb filets pélagiques : **12 (1980 m2)**

### Composition et structure du peuplement :

	Pourcentages						Rendements globaux					
	Printemps 1999 (FV)		Automne 1999 (FV)		Été 2013 (CEN)		Printemps 1999 (FV)		Automne 1999 (FV)		Été 2013 (CEN)	
	Numérique %	Pondéral %	Numérique %	Pondéral %	Numérique %	Pondéral %	nb ind./1000 m2	Gr./1000 m2	nb ind./1000 m2	Gr./1000 m2	nb ind./1000 m2	Gr./1000 m2
Ablette	46%	11%	52%	10%	20%	2%	60	837	33	438	13	154
Barbeau fluviatile	0,2%	5%			2%	20%	0,2	419			1	1611
Brème bordelière			1%	1%					1	23		
Brème commune			0,4%	14%	0,5%	1%			0,2	600	0,3	55
Brochet					0,5%	7%					0,3	554
Chevesne	2%	11%	19%	26%	10%	20%	3	837	12	1130	6	1601
Gardon	47%	53%	20%	19%	49%	24%	60	4011	12	807	31	1950
Goujon	2%	0,3%	4%	1%	11%	1%	2	22	3	23	7	63
Perche	2%	3%	2%	7%	6%	2%	3	220	1	300	4	203
Sandre	0,2%	5%	0,4%	16%	1%	14%	0,2	353	0,2	692	1	1144
Truite fario	0,3%	12%	0,4%	6%	1%	11%	0,4	926	0,2	277	1	864
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>7625</b>	<b>62</b>	<b>4290</b>	<b>64</b>	<b>8200</b>
Nb espèces :	8		9		10							

**Tab. 1 : Résultats des pêches sur le plan d'eau de Chaudanne en 1999 (filets verticaux) et en 2012 (filets CEN) (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus)**

En 2012, 10 espèces ont été capturées sur la retenue de Chaudanne. Les rendements globaux apparaissent très faibles. Les captures numériques sont majoritairement dominées par le gardon (49%), puis l'ablette (20%), le goujon (11%) et le chevesne (10%). Les captures pondérales sont quant à elles dominées par le gardon (24%), le chevesne (20%) et le barbeau fluviatile (20%).

Par rapport aux données antérieures (CEMAGREF 1999), la structure du peuplement et les rendements de captures apparaissent globalement assez proches, compte tenu d'une part des protocoles d'échantillonnage mis en œuvre et d'autre part de la saisonnalité des prospections qui conditionne la répartition spatiale du cortège d'espèces.

La position du plan d'eau directement en aval de la retenue de Castillon et son rôle de bassin de compensation pour cette dernière entraînent des marnages saisonniers importants et journaliers très fréquents. Les eaux fraîches à froides issues de Castillon limitent les ressources trophiques dans la retenue. En outre, son caractère encaissé n'est pas favorable à la présence d'une zone littorale permettant le développement de la végétation de bordure. Par ailleurs, l'absence de connexion directe avec le Verdon en amont empêche la libre circulation piscicole et l'accès à des habitats de reproduction lotiques nécessaires pour certaines espèces.

Ces caractéristiques mésologiques contraignent le développement des espèces les plus exigeantes et témoins des potentiels passés du cours d'eau. Seule la partie amont de la retenue leur offre des habitats diversifiés (galets, blocs, sous berges) mais leur fonctionnalité lié au courant est réduite en raison de

leur ennoiment régulier. Elles ne sont par ailleurs pas favorables au développement d'espèces lénithophiles et thermophiles (gardon, brème commune) ou dépendant d'habitats de reproduction particuliers (supports de pontes : brochet, perche).

### **Distribution spatiale des captures :**

	Filets benthiques										Filets pélagiques		
	ABL	BAF	BRE	BRO	CHE	GAR	GOU	PER	SAN	TRF	ABL	CHE	GAR
0-3 m	5	2			8	43	10	4	1		0-6 m	6	1
3-6 m	3	2	1	1	9	30	9	5	1	1	6-12 m		1
6-12 m	24				3	10	4	3		1	18-24 m	3	
12-20 m						8	2	1			30-36 m		1
20-35 m	2					10							
35-50 m						3							

*ABL : ablette / BAF : barbeau fluviatile / BRE : brème commune / BRO : brochet / CHE : chevaine / GAR : gardon / GOU : goujon / PER : perche / SAN : sandre / TAN : tanche / TRF : truite de rivière*

Les différentes espèces colonisent majoritairement les strates supérieures tempérées au-dessus de la thermocline (<10-12 mètres), malgré la bonne oxygénation des couches les plus profondes, et se cantonnent nettement au niveau de la zone benthique, délaissant la zone pélagique du plan d'eau.

### **Structure des populations majoritaires :**

Malgré les faibles captures, la population de gardon apparaît relativement bien structurée. Compte tenu de la date de la pêche (fin juillet) et de la température de l'eau assez fraîche en fin de printemps qui conditionne la période de reproduction, les plus petits individus capturés correspondent probablement à la cohorte des individus 1+, avec un mode situé à 120 mm. Cette cohorte n'est capturée que dans les strates de surface les plus tempérée (0-12 m), à la recherche d'un optimum thermique. Les adultes se distribuent quant à eux dans l'ensemble des strates capturées.

La population de perche est très réduite. Quelques individus de l'année et des sujets immatures et adultes sont également capturés. Cette espèce montre de réelles difficultés de développement dans cette retenue, qui peuvent être liées à la faible représentativité de leurs habitats de reproduction, à la perte de leurs fonctionnalités engendrées par les marnages réguliers du plan d'eau ou encore à la faiblesse des ressources trophiques pour certains jeunes stades sensibles.

### **Éléments de synthèse :**

**Dominé numériquement par le gardon et l'ablette, espèces tolérantes et thermophiles, le peuplement pisciaire de la retenue de Chaudanne présente un cortège d'espèces réduit et des abondances faibles.**

**Les contraintes subies par le plan d'eau, situé en aval immédiat de la retenue de Castillon, limitent le potentiel de la retenue. Les habitats littoraux sont en effet réduits en raison du caractère encaissé du plan d'eau et le marnage régulier et important perturbe leur fonctionnalité. Par ailleurs, les eaux froides issues de la retenue de Castillon limitent les ressources trophiques pour l'ensemble des organismes consommateurs.**