

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

Paladru

(38 : Isère)

Campagnes 2008



Méthodologie

Contenu des suivis

Le tableau suivant résume les différents éléments suivis par an et les fréquences d'intervention associées. Il s'agit du suivi qualitatif type mis en place sur les plans d'eau du programme de surveillance.

Les différents paramètres physico-chimiques analysés sur l'eau sont suivis lors de quatre campagnes calées aux différentes phases du cycle annuel de fonctionnement du plan d'eau, soit entre le mois de février et le mois d'octobre.

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

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

Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

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

Diagnose rapide

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

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

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

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Paladru**

Code lac : **W3125023**

Masse d'eau : **FRDL 81**

Département : **38 (Isère)**

Région : **Rhône-Alpes**

Origine : **Naturelle**

Typologie : **N4 = lac de moyenne montagne calcaire profond à zone littorale**

Altitude (NGF) : **500**

Superficie (ha) : **382**

Volume (hm³) : **97.2**

Profondeur maximum (m) : **36**

Temps de séjour (j) : **1460**

Tributaire(s) : **ruisseaux de Courbon à Montferrat et de Chantabot à Le Pin, sources sous-lacustres**

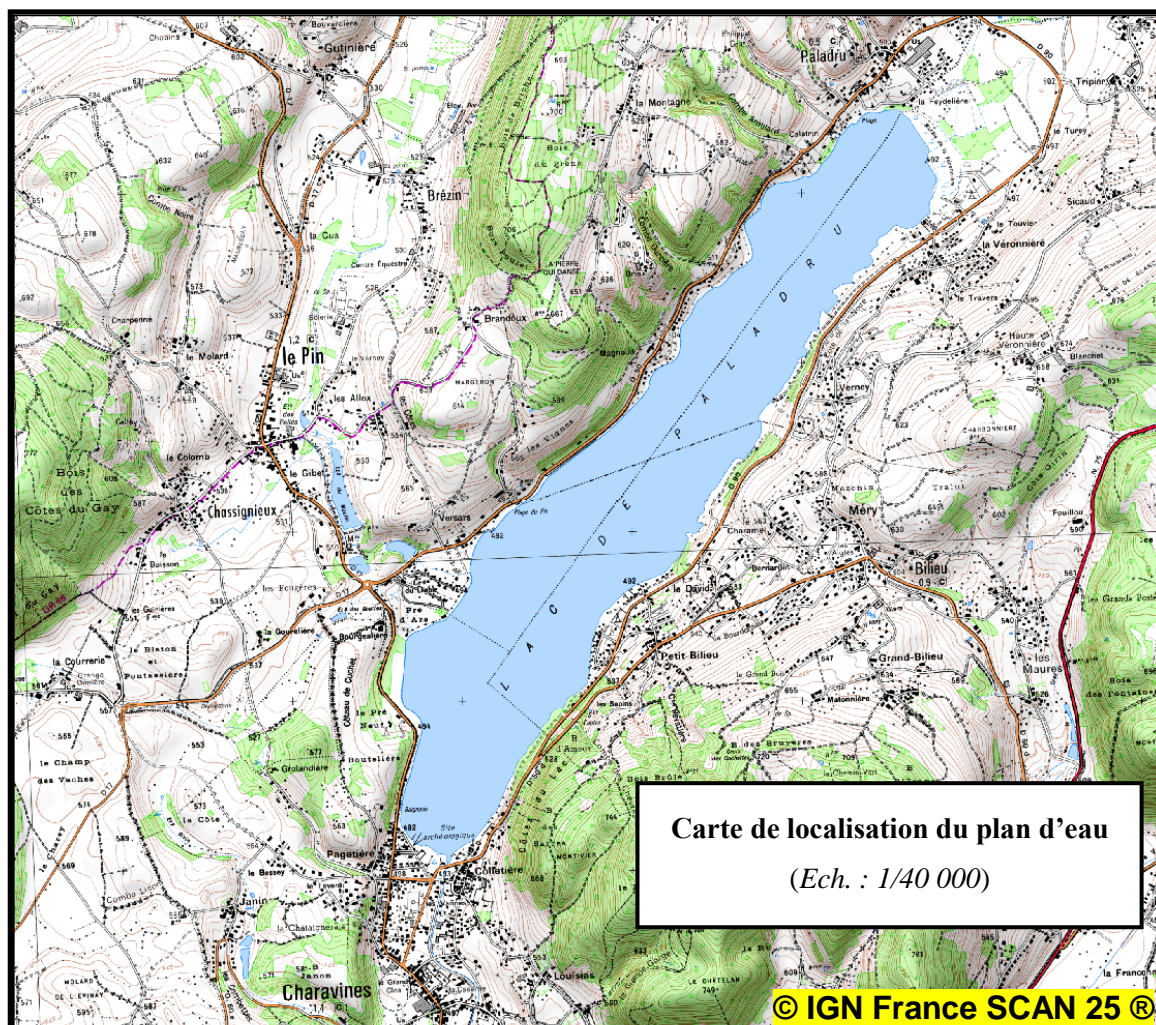
Exutoire(s) : **la Fure**

Réseau de suivi DCE : **Réseau de contrôle de surveillance / contrôle opérationnel (Cf. Annexe 1)**

Période/Année de suivi : **2008**

Objectif de bon état : **2021**

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



Résultats - Interprétation

Le Lac de Paladru, aussi appelé lac de Charavines, est situé dans l'Isère (38). Il s'agit d'un lac pré-alpin d'origine naturelle, il s'est formé à la suite de processus glaciaires (creusement et barrage morainique).

Il est alimenté par un bassin versant de 48 km², les apports en eau se font principalement par deux ruisseaux (le Courbon à Montferrat et le Chantabot à Le Pin), mais aussi par des sources sous-lacustres. Les eaux du lac rejoignent la rivière "la Fure" au droit de Charavines. Depuis 1866, un système de vanne en sortie de lac permet de réguler le débit du cours d'eau en fonction des besoins des usines situées sur la Fure.

L'occupation des sols aux abords du lac se répartit entre une urbanisation intensive (résidences, villas, routes), quelques boisements, prairies pâturées et une zone humide au bout du lac (pointe Nord-Est).

Le lac de Paladru est utilisé pour les loisirs nautiques : baignade, voile et motonautisme. De plus, le lac est apprécié par les pêcheurs amateurs (salmonidés, percidés, cyprinidés, etc.). Le plan d'eau présente des particularités archéologiques : des vestiges néolithiques ont été découverts au fond du lac, ils correspondent à 2 périodes d'occupations des rives. Des fouilles subaquatiques sont pratiquées sur le plan d'eau.

La superficie du lac est de 382 ha pour une profondeur maximale mesurée de 36 m. Ce lac présente un fonctionnement de lac monomictique chaud. Bien que privé, ce lac est géré par le Syndicat Mixte du lac de Paladru et par l'AAPPMA de Paladru pour la pêche.

Diagnose rapide

Le lac de Paladru présente une qualité générale le classant dans la catégorie des **lacs mésotrophes**.

Les résultats obtenus avec la diagnose rapide sont délicats à interpréter étant donné les valeurs fortement divergentes de certains indices. Bien que les apports en nutriments et la productivité primaire semblent modérés, l'hypolimnion présente un déficit marqué en oxygène favorisant le relargage depuis les sédiments. L'héritage d'une eutrophisation passée pourrait être avancé pour expliquer cette situation contrastée.

L'étude de la végétation aquatique a révélé un milieu assez hétérogène selon les pressions s'exerçant sur le milieu (Cf annexe 6). Une espèce protégée en région Rhône-Alpes a été inventoriée : la grande Naiade. Les résultats détaillés de la diagnose rapide sont présentés en annexe 3.

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

L'évaluation DCE rejoint le constat de la diagnose rapide puisque le lac de paladru est classé en **état écologique moyen** sur la base des résultats obtenus en 2008 (Cf annexe 4). La richesse du milieu en azote minéral est alors responsable de ce classement.

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

Suivi piscicole

Le plan d'eau a été pêché en novembre 2005 par l'ONEMA (Cf. annexe 7). Le peuplement piscicole du lac de Paladru apparaît en phase d'amélioration par rapport à la situation mesurée dans les années 1990. Les rendements de pêche scientifique obtenus en 2005 confirment cette amélioration.

Il convient cependant de souligner le maintien d'une forte influence de l'activité agricole sur la physico-chimie des eaux du lac, qui limite probablement les possibilités de recouvrement du bon état écologique de la masse d'eau, notamment du fait de la subsistance d'une strate désoxygénée anormale.

Annexe 1 : Programme de surveillance

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

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

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

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

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

Annexe 2 : Les outils d'interprétation

La Diagnose rapide

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

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

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

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

Les indices physico-chimiques

Indice Pigments chlorophylliens

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$ 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.

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.

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**.

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. Pour les quelques plans d'eau de référence où six campagnes ont été effectuées, les indices Pigments chlorophylliens et Transparence ont été calculés sur les résultats obtenus lors des cinq campagnes suivant la campagne de fin d'hiver.

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

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

Les indices biologiques sont au nombre de trois :

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

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

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

Avec les valeurs suivantes pour Qi et Aj :

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

Coefficients attribués aux groupes algaux repères

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

Classes d'abondance relative du phytoplancton

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

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 détermination de l'indice IMOL.

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), Chalais (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, pisidies 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, pisidies présentes ⁽¹⁾	1	Ilay (1984), Narlay (1984), Aydat (1985), Bonlieu (1985), Nantua (1988), Sylans (1988), Petitchet (1989), <i>Lamoura (1988), Pierre-Chatel (1989)</i>
	- Absence de mollusques	0	Lac des Corbeaux (1984), Lac Vert (1985), <i>Lispach (1984),</i>

(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					
	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

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 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.

PO₄ 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 limite 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'avérera non pertinent et ne sera alors pas pris en compte dans l'évaluation de l'état).

Les règles d'assouplissements décrites dans 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) :

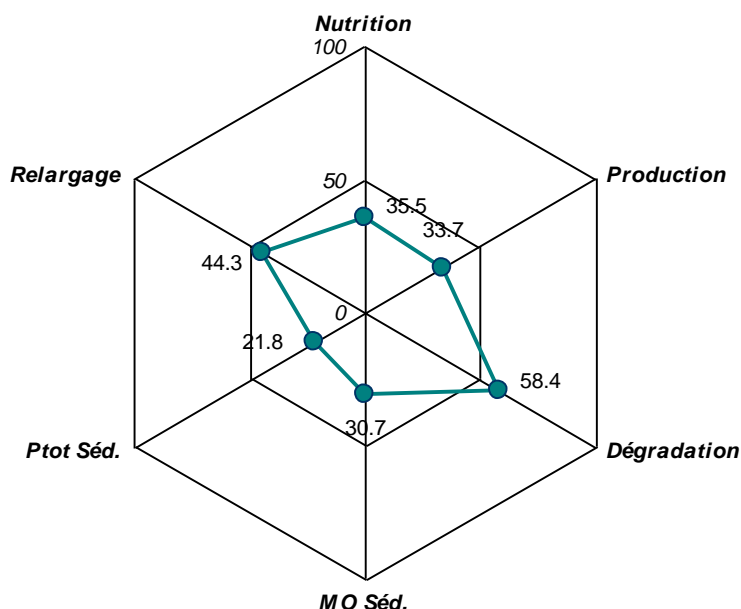
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

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.

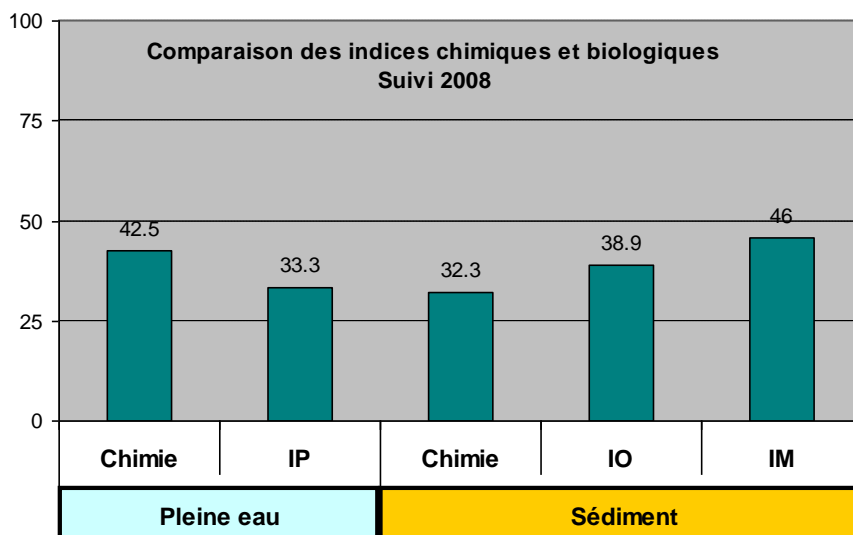
Graphique en radar des indices fonctionnels de Paladru Suivi 2008



La figure présente une nette dissymétrie principalement en raison de la forte valeur de l'indice dégradation et dans une moindre mesure par la valeur de l'indice relargage. Le phénomène de désoxygénation touchant l'hypolimnion en période estivale et le relargage qui en découle pourraient résulter des apports antérieurs au lac.

La faible valeur de l'indice production masque les fortes teneurs observées en nitrates (indice Ntot hiver) et les faibles concentrations en phosphore. Le rôle du phosphore en tant que facteur limitant est alors bien marqué sur le plan d'eau de Paladru. A noter que les teneurs mesurées en phosphore lors de la campagne de juin suite à un printemps pluvieux sont nettement plus importantes que celles observées lors de la campagne hivernale et mettent en avant les apports du bassin versant en éléments nutritifs : l'indice nutrition a donc sans doute été sous-évalué.

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
IM : Indice Mollusques

L'ensemble des indices se situe globalement dans la fourchette 35-45 exprimant un milieu de niveau trophique moyen.

L'indice planctonique IP est vraisemblablement légèrement sous évalué, le calcul de l'indice à partir des 3 campagnes les plus pénalisantes, conduirait à un résultat de 42, voisin de l'indice physico-chimique moyen de pleine eau (la campagne "hivernale" affichait en effet un peuplement dominé par les chlorophycées et la plus forte abondance algale observée sur l'année, témoin d'un démarrage précoce de l'activité biologique).

L'indice biologique oligochète (IO) du compartiment sédiment souligne la bonne capacité métabolique du plan d'eau. L'indice mollusque est un peu plus élevé, ce qui peut être mis en relation avec la désoxygénation gagnant la zone profonde du plan d'eau (absence de mollusque au point de plus grande profondeur).

Paladru

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
2008	<0.005	<24	1.1<x<2.1	50<x<68	35.5

	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
2008	6.5	28.0	2.8 <x< 3.4	38<x<41	33.7

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2008	45.9	58.4

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>
2008	3.8	30.7

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2008	260	21.8

Rapport Carbone/Azote dans les sédiments = 12.0

	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
2008	0.161	36.8	6.77	51.8	44.3

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IP</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2008	33.3	12.8 : PM* fort	39	5	46

*: Potentiel Métabolique

Annexe 4 : Etat 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 ».

Nom	Code	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Altérations hydromorphologiques	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Paladru	FRDL81	MEN*	B	MED	B	Non déterminé	MOY	2/3

* MEN : masse d'eau naturelle.

Les éléments de qualité biologiques et physico-chimiques généraux sont respectivement classés en état moyen et médiocre.

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, seul le zinc a été quantifié ponctuellement lors de la campagne de juin.

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	IPL	Nmin max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. Max	Transp.
Paladru	FRDL81	MEN	2,4	33,3	1,1 < x < 1,15	< 0,007	< 0,014	6,5

Les valeurs obtenues pour les 2 paramètres constitutifs de l'élément de qualité phytoplancton sont concordantes et illustrent une bonne classe d'état pour les éléments biologiques. La forte concentration en azote minéral (liée aux fortes valeurs observées en nitrates) est responsable de la classe d'état médiocre obtenue pour les éléments de qualité physico-chimiques généraux.

Le lac de Paladru est classé en **état écologique moyen**, le classement en état écologique médiocre ou mauvais n'étant déterminé que par les seuls éléments de qualité biologiques.

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

IPL : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.

Nmin 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).

Transp. : transparence (m), moyenne estivale.

Des paramètres "complémentaires" peuvent être intégrés au titre de l'expertise de l'état écologique :

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires		
			Biologiques		Physico-chimiques généraux
			IMOL	IOBL	Déficit O ₂
Paladru	FRDL81	MEN	5	12,8	75,2

Les résultats des paramètres complémentaires témoignent de la bonne capacité métabolique du plan d'eau malgré la désoxygénation des eaux touchant l'hypolimnion en période estivale.

IMOL : Indice Mollusque.

IOBL : Indice Oligochète de Bioindication Lacustre.

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

Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Paladru	Bon

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

Parmi les 41 substances de l'état chimique, seules deux substances ont été quantifiées ponctuellement :

- Un HAP : la naphthalène, quantifié deux fois sur l'échantillon intégré en faible concentration ($\leq 0.05 \mu\text{g/l}$).
- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP. Il n'a été quantifié que sur une campagne de prélèvement, sur l'échantillon de fond ($1.6 \mu\text{g/l}$). La valeur obtenue pour ce paramètre a été qualifiée de douteuse lors de la validation annuelle des résultats, une contamination lors de la chaîne de prélèvement étant privilégiée.

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 400 molécules ont été recherchées (dont seule une quinzaine figure dans la liste des 41 substances de l'état chimique) sur l'échantillon intégré de la zone euphotique à chaque campagne de prélèvement et également sur l'échantillon de fond à compter de la deuxième campagne annuelle.

Trois pesticides ont été quantifiés :

- Un herbicide : l'aminotriazole, quantifié ponctuellement lors de la campagne d'août sur l'échantillon de fond et sur l'intégré ($0.05 \mu\text{g/l}$) ;
- Deux métabolites d'herbicides : l'atrazine déséthyl et l'atrazine déséthyl déisopropyl. Ces deux molécules ont été quantifiées à chaque fois qu'elles ont été recherchées. La première a été quantifiée à des concentrations de 0.02 à $0.03 \mu\text{g/l}$ et la seconde de 0.13 à $0.17 \mu\text{g/l}$.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées (substances de l'état chimique et polluants spécifiques de l'état écologique), 8 autres paramètres ont été quantifiés :

- Deux métaux : bore et baryum (systématiquement quantifiés : origine géologique) ;
- Un organoétain : le dioctylétain, quantifié ponctuellement lors de la campagne de septembre ;
- Cinq dérivés du benzène (BTEX) quantifiés ponctuellement. Pour ces molécules, une contamination via la chaîne de prélèvement (moteur thermique) est privilégiée.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments : les analyses effectuées sur sédiments n'ont pas révélé de contamination excessive en micropolluants. On peut cependant noter la quantification de plusieurs HAP dont le naphthalène quantifié à $117 \mu\text{g/kg}$ (plus forte valeur mesurée sur les 60 plans d'eau suivis sur la période 2007-2009 sur les bassins RM et C).

Annexe 6 : Eléments complémentaires suivis

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique (adaptation du protocole Cemagref) et l'hydromorphologie du plan d'eau (à partir du Lake Habitat Survey).

Les méthodes de suivi de ces deux compartiments sont en cours de construction et il n'existe pas encore d'indice DCE compatible découlant de l'acquisition de ces données.

Les Macrophytes :

Le peuplement de macrophytes sur le lac est très hétérogène suivant les secteurs urbanisés ou non. Le recouvrement global de macrophytes sur le lac est faible et estimé à moins de 5%.

Les formations végétales dominantes en pied de berges sont des roselières à roseau. Différents types d'herbiers à hydrophytes ont été inventoriés : des herbiers à Nénuphar jaune, à Grande Naiade, à Potamot pectiné et des herbiers de characées plus en profondeur (observés jusqu'à 7m). A noter également la présence de quelques développements d'algues.

Aucune espèce exotique envahissante n'a été inventoriée.

Une espèce protégée en RA a été observée sur le site lors des prospections : il s'agit de la **Grande naïade** (*Najas marina*).

L'Hydromorphologie :

La méthode aboutit au calcul de deux indices :

- ✓ LHMS : évaluation de l'altération du milieu ;
- ✓ LHQA : évaluation de la qualité des habitats du lac.

Les notes obtenues paraissent relativement mauvaises, ce qui peut en partie s'expliquer par le caractère dégradé des rives (habitations, jardins, digue et route) mais aussi par la faible diversité des macrophytes rencontrés sur les points d'observations (2 seulement). Les abords du lac ont été fortement modifiés par l'urbanisation, entraînant la disparition des habitats rivulaires.

LHMS : indice d'altération du milieu

pression	variable	note	note/
modification de la grève		6	8
% rives en génie civil (moyenne)	18	2	
PO avec protections de berges	5	6	
PO avec affouillement	0	0	
usage intensif de la grève		6	8
% rive avec couverture non naturel	43	4	
PO avec couvert non naturel	5	6	
usages du lac	5	8	8
hydrologie (ouvrage)	dh=2m	8	8
transport solide		4	6
% rive érodée	0.8	0	
PO avec dépôts	7	4	
recouvrement îles et dépôts	0	0	
espèces nuisibles	0	0	4
Note globale		32	42

PO : points d'observation

LHQA : indice reflétant la qualité des habitats

Zone	critères	variable	note LHQA	note sur/	note LHQA	note/
berges (riparienne)	structure végétation	9	4	4	11	20
	longévité de la végétation	4	2	4		
	recouvrement des occupations des sols	4	2	4		
	diversité des occupations des sols	3	3	4		
	diversité de substrats de haut de berges	0	0	4		
plage/grève	présence de talus terres et sables supérieur	2	1	4	10	24
	PO avec ligne de dépôts	3	1	4		
	proportion de berges naturelles	2	1	4		
	diversité des berges naturelles	1	1	4		
	proportion de grèves naturelles	7	3	4		
	diversité des substrats de grève	3	3	4		
littorale	variations de profondeur (coeff de	1.06	4	4	22	32
	recouvrement des substrats naturels	10	4	4		
	diversité des substrats littoraux naturels	4	4	4		
	recouvrement des macrophytes	0.8	1	4		
	extention littorale des macrophytes	2	1	4		
	diversité des macrophytes rencontrées	2	2	4		
	recouvrement des habitats piscicoles	1.9	2	4		
diversité des habitats littoraux	4.0	4	4			
le lac	diversité des habitats naturels	4	20	20	20	36
	nombre d'îles	0	0	10		
	nombre d'îles deltaïques	0	0	6		
Note globale					63	112

Annexe 7 : Résultats du suivi piscicole



Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

●
délégation régionale
Rhône-Alpes
Unité spécialisée milieux lacustres

Fiche synthétique Etat du peuplement piscicole

Protocole Filets Verticaux

Plan d'eau : PALADRU	Réseau : DCE surveillance et contrôle op.
Superficie : 382 Ha	Zmax : 36 m
Date échantillonnage : du 08 au 10/11/05	Opérateur : CSP (DR5 et SD38)
Nb batteries filets verticaux : 39 (fv + amm)	Superficie totale de filets : 5292 m2

Composition et structure du peuplement :

ESPECE code	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements de pêche	
	numériques ind	pondéraux gr	numériques %	pondéraux %	numériques ind/1000 m2	pondéraux gr/1000 m2
ABL	16	168	3,02	0,17	3,02	31,75
BRB	95	550	17,92	0,56	17,95	103,93
BRE	2	6200	0,38	6,30	0,38	1171,58
BRO	9	12853	1,70	13,06	1,70	2428,76
CCO	1	8500	0,19	8,64	0,19	1606,20
CHA	2	17	0,38	0,02	0,38	3,21
CHE	3	5843	0,57	5,94	0,57	1104,12
COR	50	25064	9,43	25,48	9,45	4736,21
GAR	199	7719	37,55	7,85	37,60	1458,62
OBL	4	585	0,75	0,59	0,76	110,54
OCL	4	35	0,75	0,04	0,76	6,61
PER	148	27342	27,92	27,79	27,97	5166,67
ROT	6	1610	1,13	1,64	1,13	304,23
TRL	1	3000	0,19	3,05	0,19	566,89
TOTAL	540	99486	101,9	101,1	102,0	18799,3

ABL : ablette / BRB : brème bordelière / BRE : brème commune / BRO : brochet / CCO : carpe commune / CHA : chabot / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / OBL : Omble chevalier / OCL : orconectes limosus (écrevisse) / PER : perche / ROT : rotengle / TRL : truite de lac

Tab. 1 : résultats de pêche sur le lac de Paladru (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus)

En 2005, le peuplement du lac de Paladru est composé de **13** espèces. L'échantillon récolté est assez complet puisqu'il ne manque que la tanche dont la présence est connue. Il est dominé par le triptyque corégone-gardon-perche, auquel il convient d'ajouter une forte abondance des deux brèmes, commune et bordelière. Les trois premières espèces présentant des abondances notables et en forte progression par rapport au précédent diagnostic piscicole réalisé (SRAE RA, 1988). Il faut remarquer la présence de l'omble chevalier, espèce soutenue par le gestionnaire mais qui parvient à se maintenir dans le plan d'eau et parallèlement la présence de chabot et truite de lac, dont la reproduction est avérée dans le ruisseau de Courbon, affluent connecté au lac.

Enfin, on observe la forte abondance de brochet, lui aussi soutenu par le gestionnaire. Sa reproduction reste possible mais aléatoire dans le marais de la Véronnière : la réussite de cette phase est fonction à la fois de l'hydrologie en fin d'hiver et de la gestion du niveau du lac à la même période.

Il faut souligner que le site de Paladru est probablement le dernier site régional où la reproduction du brochet peut se réaliser dans les conditions proches du référendum spécifique.

Distribution spatiale des captures :

La distribution verticale des espèces sur le lac de Paladru est conforme à l'oxygénation constatée en automne sur le lac, en effet, à partir de 26 m, on passe sous la barre de 4mg/l et 2mg/l dès 30 m. Notons qu'il n'y a pas de désoxygénation absolue du lac.

La précision de la distribution verticale, mesurée avec les filets verticaux est altérée par le regroupement ci-dessous qui tend à montrer que la strate 20-35 m est fréquentée par le corégone, le gardon et la perche : en réalité on observe plus de captures dès 25-26 m.

La strate superficielle, 0-3 m, reste «relativement» peu fréquentée ce qui peut traduire une difficulté de positionnement spatial de la faune piscicole, en lien avec la gestion du niveau du plan d'eau.

Strates	ABL	BRB	BRE	BRO	CCO	CHA	CHE	COR	GAR	OBL	OCL	PER	ROT	TRL	Total
0-2,9	8	25		4	1		3	2	23			52	6	1	125
3-5,9	2	1		2					21			1			27
6-11,9	6	59	2	3				7	103			39			219
12-19,9		9				2		20	48	4	1	45			129
20-34,9		1						13	2		3	11			30
35-49,9															

ABL : ablette / BRB : brème bordelière / BRE : brème commune / BRO : brochet / CCO : carpe commune / CHA : chabot / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / OBL : Omble chevalier / OCL : orconectes limosus (écrevisse) / PER : perche / ROT : rotengle / TRL : truite de lac

Tab. 2 : *distribution spatiale des captures observées en 2005 sur le lac de Paladru (effectifs bruts) – transformation de la précision métrique associée au protocole filets verticaux et regroupement des captures selon les strates du protocole EN 14757.*

Hormis, les questions d'oxygénation, la diagnose physico-chimique a pu confirmer la forte influence de l'activité agricole dans le bassin versant et son impact sur les teneurs en nitrates et phosphore total mesurées en 2005-06.

Structure des populations majoritaires :

La population de corégone affiche un état acceptable et en tout cas en nette amélioration avec trois à quatre classes d'âge recensées, incluant des poissons de taille capturable et un recrutement en juvéniles de l'année. La reproduction du corégone est régulièrement observée sur le lac de Paladru.

La densité d'alevins de l'année de perche est correcte et l'échantillon obtenu est quasiment complet jusqu'à une taille de 42 cm. Cependant, l'image antérieure de cette population n'est probablement pas représentative (où alors d'une situation anormale) et ne permet pas de juger d'une évolution.

Le recrutement du gardon apparaît lui aussi correct avec une bonne densité d'alevins de l'année mais le déficit constaté en sujets de trois ans peut laisser penser que la réussite de la reproduction de cette espèce est aléatoire, à relier probablement aussi à la gestion du niveau du lac.

Éléments de synthèse :

Au vu de ces résultats, le peuplement piscicole du lac de Paladru apparaît en phase d'amélioration par rapport à la situation mesurée dans les années 1990. Les rendements de pêche scientifique obtenus en 2005 confirment cette amélioration.

Il convient cependant de souligner le maintien d'une forte influence de l'activité agricole sur la physico-chimie des eaux du lac, qui limite probablement les possibilités de recouvrement du bon état écologique de la masse d'eau, notamment du fait de la subsistance d'une strate désoxygénée anormale.

Bibliographie :

ONEMA et FDAAPPMA Isère, **2008**. Le lac de Paladru - étude physico-chimique, hydrobiologique et piscicole -. Rap. Onema, Dél. Rég. Rhône-Alpes, 42 p.

SRAE Rhône-Alpes, **1988**. Diagnose rapide des milieux lacustres – Le lac de Paladru – Rap. étude, 20 p.