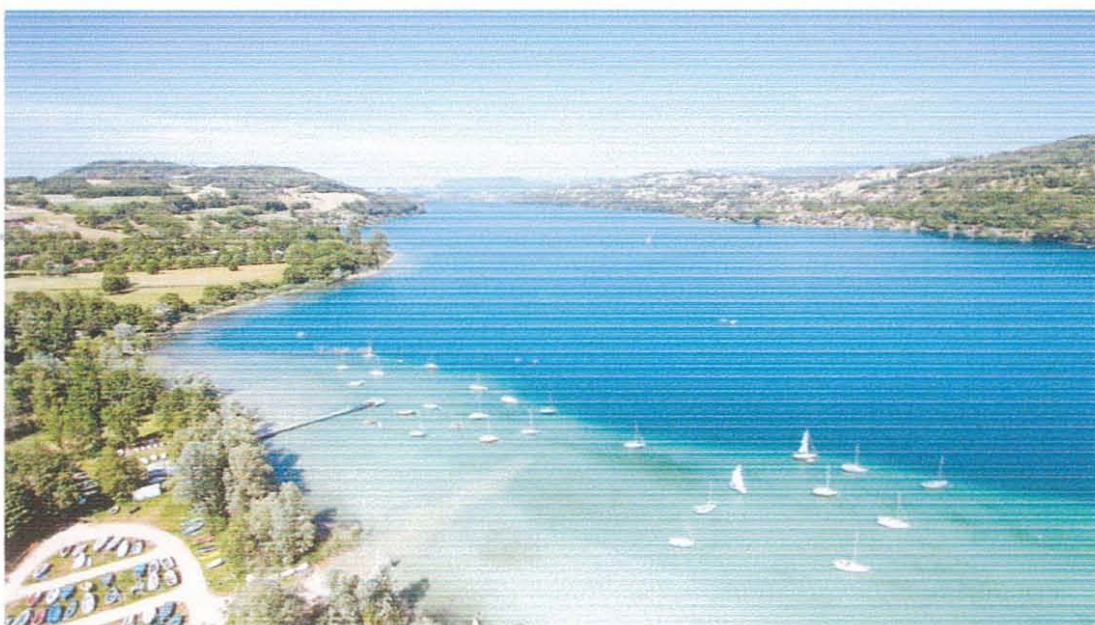


Le Lac de Paladru

Etude physico-chimique, hydrobiologique et piscicole



Avril 2008

Conseil Supérieur de la Pêche

Office National de l'Eau et des Milieux Aquatique

Délégation régionale de Lyon

Délégation régionale Rhône-Alpes

Charif Karine Stagiaire

Lorieau Francis

Parussatti Sandro Saisie et traitement des carnets de capture

Raymond Jean-Claude Rapporteur

Brigade départementale de l'Isère

Service départemental de l'Isère

Bidaut Yves

Decout Fabrice

Delorme Jérôme

Lettraz Georges

Matheron Jean-Luc

Matheron Lionel

Saglier Jean-Charles

Tachot Laurent

Brigade mobile des lacs alpins

Unité spécialisée milieux lacustres

Baldeck Mathieu Analyse scalimétrique

Fédération de Pêche et Protection du Milieu Aquatique de l'Isère

Giambra Guillaume Stagiaire

Bourlet Géraldine

Zagar Laurent

Avec le soutien logistique et la participation active des membres de l'AAPPMA de Paladru

S.C.I. du lac de Paladru

Lovato Claude

Sommaire

Introduction	1
I Présentation du lac de Paladru	2
I 1 Généralités	3
I 2 Précisions sur la gestion piscicole du lac de paladru	4
II Protocoles d'étude	5
II 1 Préambule	6
II 2 Protocole d'étude 2006	6
II 2 1 Physico-chimie des eaux	8
II 2 2 Analyse des sédiments	8
II 2 3 Peuplement phytoplanctonique	9
II 2 4 Faune benthique lacustre	9
II 2 5 Ichtyofaune lacustre	10
III Résultats	12
III 1 Physico-chimie des eaux	13
III 2 Calcul des indices fonctionnels pour la physic-chimie des eaux	15
III 3 Qualité des sédiments du lac	16
III 3 1 Physico-chimie	16
III 3 2 Calcul des indices fonctionnels pour la physico-chimie des sédiments	17
III 3 3 Faune macrobenthique du lac de Paladru	17
III 4 Qualité du peuplement phytoplanctonique	19
IV Situation du peuplement piscicole en 2005-06	20
IV 1 Cartographie du milieu aquatique	20
IV 2 Espèces capturées	20
IV 3 Analyse des résultats de pêche	20
IV 4 Distribution spatiale des captures	22
IV 5 Etat des populations	25
IV 5 1 Salmonidés	25
IV 5 2 Corégone	26
IV 5 3 Perche	27
IV 5 4 Brochet	28
IV 5 5 Cyprinidés	28
IV 5 6 Chabot	30
IV 6 Eléments de statistiques halieutiques au lac de Laffrey	31
V Synthèse et recommandations	34
V 1 Qualité physico-chimique et biologique	34
V 2 Recommandations	37
V 2 1 Précision de l'évaluation des pressions	37
V 2 2 Maintien et restauration de la qualité physique du plan d'eau	37
V 2 3 Mise en place d'un suivi allégé de la qualité des eaux du lac	35
V 3 Gestion des populations	38
Conclusion générale	40
Bibliographie	41
Annexes	42

INTRODUCTION

L'ensemble des problématiques affectant la qualité du lac de Paladru, se traduisant par des dysfonctionnements plus ou moins sérieux dans les années 1960 à 70 ont amené une prise de conscience du caractère patrimonial de ce plan d'eau, de l'intérêt général qu'il y aurait à en restaurer la qualité globale.

Un dispositif de soutirage des eaux désoxygénées a été mis en œuvre dès 1976 et un bilan de cette installation a été réalisé sur les cinq premières années de son fonctionnement. Si l'évolution défavorable de l'écosystème a été ralentie voire enrayée de cette façon, les questions des apports excédentaires de nutriments et de leur résorption n'ont pas été abordées dans la première étape de cette prise de conscience.

Ainsi, au début des années 1990, une procédure de Contrat de Bassin Versant a-t-elle été initiée pour la Fure, incluant le lac de Paladru avec le but prioritaire d'améliorer l'assainissement des communes du bassin mais aussi, d'accroître les connaissances de tous l'état fonctionnel du lac et des cours d'eau concernés. Cette démarche a permis la mise en place d'un suivi allégé de plusieurs paramètres de qualité physico-chimique et biologique.

Cependant depuis 1988 aucune démarche globale d'étude de l'écosystème n'avait été mise en œuvre. Les pêcheurs du lac de Paladru ont donc pris l'initiative de lancer une diagnose physico-chimique du plan d'eau, assortie d'un état de la macrofaune benthique et d'un bilan de santé du peuplement piscicole.

Le présent rapport regroupe les contributions de l'ensemble des participants à cette démarche, le cabinet Gay, l'Université de Franche-Comté et la délégation régionale Rhône-Alpes de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (Conseil Supérieur de la Pêche) ainsi qu'un essai de synthèse.

I
PRESENTATION DU LAC DE PALADRU

I Généralités et usages

I-1 Généralités

- cf. fig. 1 et tab. 1 : localisation et caractéristiques générales du lac de Paladru -

Le lac de Paladru est situé sur le territoire des communes de Biliou, Charavines, Le Pin, Montferrat et Paladru. Il s'agit du plus grand lac naturel du département de l'Isère par sa superficie (390,3 ha) alors qu'il se classe au troisième rang pour le critère de profondeur (35m).

Ce plan d'eau du domaine privé appartient à un ensemble de propriétaires regroupés en une Société Civile Immobilière, la S.C.I. de Paladru dont les objets principaux sont l'exploitation et la jouissance du plan d'eau mais aussi l'administration du lac et la gestion et la protection de ses diverses composantes, qualité de l'eau, flore et faune...

Les usages existant sur le lac de Paladru et son bassin versant sont assez nombreux :

- *Prélèvements d'eau :*

Usage à vocation industrielle et hydroélectrique, les usagers étant situés sur la Fure, exutoire naturel du lac. Un vannage permet de régler le débit à la sortie du lac et d'alimenter ces usagers répartis le long de la Fure. Cet usage entraîne une fluctuation du niveau du lac – cf. fig. 2 – de l'ordre de 0,75 m (en moyenne), l'amplitude maximale de marnage étant supérieure à 2 m. Une étude est en cours, en vue de la prise d'arrêté préfectoral pour réglementer cet usage du lac.

- *Sports nautiques :*

Ils sont divers, notons l'existence de trois bases nautiques à Charavines permettant la pratique de canoë et différents sports de voile, d'un site de mise à l'eau et accostage d'aviron à proximité de Paladru assorti d'une zone d'initiation et d'un chenal délimité, de six plages surveillées dont quatre font l'objet d'un contrôle de qualité des eaux de baignade, d'une zone balisée pour la pratique réglementée de la plongée (du 15/09 au 31/05 sous l'égide de la FFSSM). Enfin, la pratique de motonautisme et ski nautique est autorisée dans la zone centrale du lac, hors bande de rive, dans des périodes et horaires fixées par la S.C.I. de Paladru.

- *Pratique halieutique :*

Elle est de deux ordres sur le lac de Paladru, tout d'abord la partie nord du lac est gérée par l'AAPPMA « les pêcheurs du lac de Paladru » qui regroupe 300 adhérents annuels qui pratiquent uniquement la pêche à la ligne, en bateau ou depuis le bord. Cette AAPPMA adhère à la réciprocité départementale depuis 2007. Au contraire, le tiers sud du lac est géré par l'association des ayant droits de Colletière dont certains membres peuvent user d'engins, type nasses ou filets maillants.

Le lac de Paladru est classé en seconde catégorie piscicole et les principales espèces recherchées sont le corégone (lavaret), la perche, le brochet mais également l'omble chevalier et la truite lacustre ou encore la carpe.

L'ensemble des pêcheurs du lac de Paladru est assujéti à la tenue d'un carnet de prise, dont l'exploitation des trois dernières années (2003 à 2005) fera l'objet d'un traitement dans le présent rapport.

Dans le bassin versant du lac, il faut préciser que l'agriculture (culture et élevage) est encore très présente (entre un et deux tiers des surfaces communales). Si la dominante est la production de fourrage pour alimentation du bétail, il convient d'observer que des cultures intensives (maïsiculture) existent non loin du lac. A contrario, l'élevage intensif est en recul assez net.

Concernant la pression d'urbanisme en pourtour direct du plan d'eau, on observe une tendance à l'accroissement des populations sédentaires des communes citées plus haut. En matière d'assainissement, un réseau de collecte des eaux usées domestiques ceinture le lac : il a été mis en place progressivement depuis 1988. Compte tenu de la topographie locale, ce réseau est équipé de 14 postes de relèvement. Les eaux usées sont dirigées vers la station d'épuration, située en aval de Charavines avec un rejet après traitement dans la Fure. Malgré les efforts consentis par les collectivités, la présence d'eaux parasites en période de fortes pluies, parvient à générer des déversements qui rejoignent alors directement le lac.

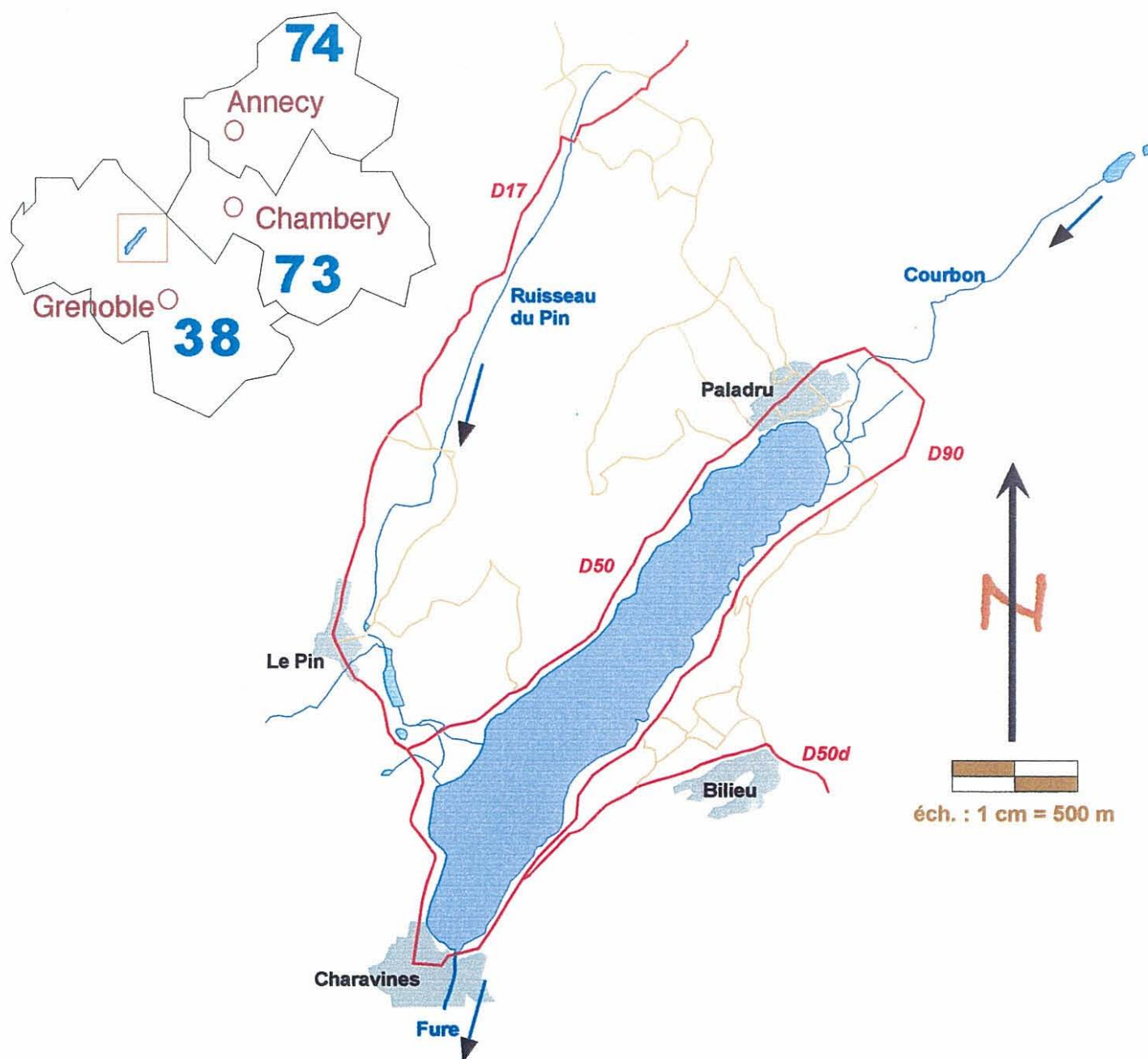
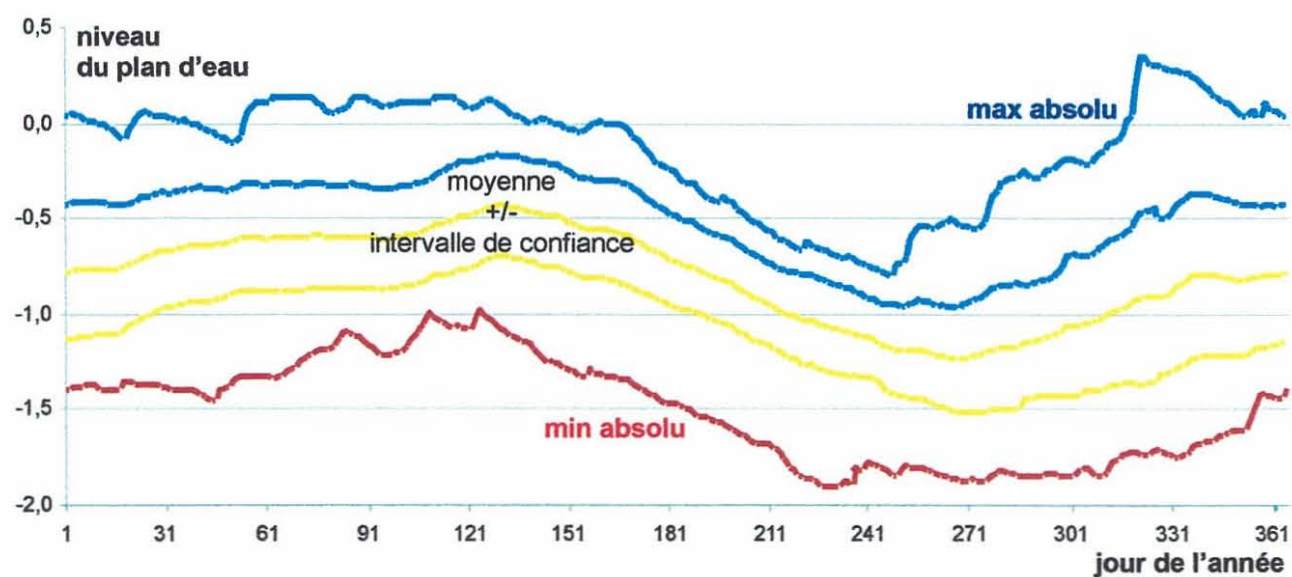


Figure 1 : localisation du lac de Paladru (Isère)

Plan d'eau	Superficie	ha	390,3
	Volume	Mm3	97
	Profondeur maximale	m	35,9
	Profondeur moyenne	m	25
	Périmètre	km	12,2
	Longueur maximale	km	5,27
	Largeur maximale	km	0,98
	Temps de séjour	mois	48
	Altitude	NGF	492
Bassin versant	Amplitude du marnage	m	2,5
	Surface	Ha	4800
	Origine dominante géologique		fluvio-glaciaire calcaire

Tableau 1 : Caractéristiques morphologiques du lac de Paladru

Figure 2 : variation annuelle du niveau du lac de Paladru, relevé quotidien à l'échelle de Charavines sur la période du 14/10/96 au 03/09/06



I-2 Précisions sur la gestion piscicole du lac de Paladru

- cf. tab. 2 -

Depuis quatre ans, l'AAPPMA pratique des déversements réguliers pour huit espèces, omble chevalier, corégone, truite lacustre, brochet, gardon, ablette, tanche et carpe commune avec des efforts distincts selon les espèces. Cette gestion se concentre essentiellement sur trois de ces espèces, l'omble, le corégone et le brochet. Il existe une taille légale de capture pour le brochet (0,50 m), l'omble chevalier et la truite (0,30 m), le corégone (0.35 m).

Le quota journalier étant fixé à dix salmonidés, toutes espèces confondues dont le corégone. Il n'existe pas à Paladru, comme c'est le cas par ailleurs (p.e. à Annecy) de quota annuel par pêcheur pour le corégone.

Les dates des ouvertures spécifiques sont les suivantes :

Truite	: du 2 ^{ème} samedi de mars au 2 ^{ème} dimanche d'octobre,
Omble-Chevalier	: idem truite,
Lavaret	: 2 ^{ème} samedi de mars au 11 novembre inclus,
Brochet	: du 1 ^{er} mai au 31 décembre.

Tableau 2 : récapitulatif des alevinages opérés à Paladru de 2003 à 2006

Espèce	Année	Qté	Unité	Stade	Taille	Mois	Provenance
OBL	1999	300 kg		estivaux	12 à 22 cm	mars	INRA Thonon
	2000	350 kg		estivaux	13 à 22 cm	mars	INRA Thonon
	2001	300 kg		estivaux	14 à 22 cm	mars	INRA Thonon
	2002	400 kg		estivaux	15 à 22 cm	mars	INRA Thonon
	2003	400 kg		estivaux	12 à 22 cm	mai	INRA Thonon
		10 000 ind.		alevins		nd	FDAAPPMA 38
	2004	200 kg		estivaux	12 à 22 cm	mars	INRA Thonon
		200 kg		adultes	30 à 32 cm	mars	INRA Thonon
		30 000 ind.		alevins	6 à 10 cm	juin	Annecy
		10 000 ind.		alevins	8 à 12 cm	octobre	FDAAPPMA 38
	2005	7 500 ind.		alevins	8 à 12 cm	novembre	Annecy
		200 kg		estivaux	12 à 22 cm	mars	Annecy
		200 kg		estivaux	12 à 22 cm	mars	INRA Thonon
		200 kg		adultes	30 à 32 cm	mars	INRA Thonon
	2006	10 000 ind.		alevins	8 à 12 cm	octobre	FDAAPPMA 38
		200 kg		adultes	30 à 32 cm	mars	INRA Thonon
		15 000 ind.		alevins	8 à 12 cm	octobre	FDAAPPMA 38
COR	1999	300 000 ind.		larves		février	Aiguebelette
	2000	300 000 ind.		larves		février	Aiguebelette
	2001	350 000 ind.		larves		février	Aiguebelette
	2002	300 000 ind.		larves		février	Aiguebelette
	2003	450 000 ind.		larves		mars	Aiguebelette
	2004	450 000 ind.		larves		février	Aiguebelette
	2005	450 000 ind.		larves		février	Aiguebelette
	2006	200 000 ind.		larves		février	Aiguebelette
		200 000 ind.		alevins	4 à 5 cm	avril	Aiguebelette
TRF	1999	10 000 ind.		alevins	7 à 10 cm	avril	INRA Thonon
	2000	10 000 ind.		alevins	7 à 10 cm	avril	INRA Thonon
	2001	10 000 ind.		alevins	7 à 10 cm	avril	INRA Thonon
	2002	10 000 ind.		alevins	7 à 10 cm	avril	INRA Thonon
	2003	100 kg		juvéniles	15 à 20 cm	avril	INRA Thonon
	2004	100 kg		juvéniles	15 à 20 cm	avril	INRA Thonon
	2005	100 kg		juvéniles	15 à 20 cm	avril	INRA Thonon
		400 kg		adultes	25 à 50 cm	mars	Vizille
BRO	2006	100 kg		juvéniles	15 à 20 cm	avril	INRA Thonon
	1999	35 000 ind.		alevins		avril	autochtone
	2000	35 000 ind.		alevins		avril	autochtone
	2001	35 000 ind.		alevins		avril	autochtone
	2002	35 000 ind.		alevins		avril	autochtone
	2003	100 000 ind.		alevins		avril	autochtone
	2004	150 000 ind.		alevins		avril	autochtone
GAR	2005	100 000 ind.		alevins		avril	autochtone
	2006	100 000 ind.		alevins		avril	autochtone
	2003	120 fagots					Laffrey
	2004	120 fagots					Laffrey
ABL	2005	80 fagots					Laffrey
	2006	-					Laffrey
ABL	2003	5 000 ind.		estivaux		mai	nd
		30 kg			toutes tailles		nd
	2004	5 000 ind.		estivaux		mai	nd
	2005	5 000 ind.		estivaux		mai	nd
TAN	2006	-					nd
	2001	400 kg		juvéniles	de 150 g		
	2003	700 ind.		alevins	3 à 4 cm	nd	autochtone
	2004	3 500 ind.		alevins	3 à 4 cm	nd	autochtone
	2005	3 500 ind.		alevins	3 à 4 cm	nd	autochtone
CCO	2006	3 500 ind.		alevins	3 à 4 cm	nd	autochtone
	2001	180 kg		juvéniles	de 150 g		Pisciculture
	2003	-					autochtone
	2004	-					autochtone
	2005	nd		alevins	5 à 8 cm		autochtone
CCO	2006	nd		alevins	5 à 8 cm		autochtone

II PROTOCOLES D'ETUDE

II-1 Préambule

Dès l'apparition des premiers signes dysfonctionnels, au début des années 1950, le lac de Paladru a fait l'objet de plusieurs démarches d'études et/ou mesures plus ou moins complètes en cela qu'elles s'adressaient chacune à l'un ou l'autre des compartiments constitutifs de l'écosystème lacustre et non à l'ensemble de ces compartiments. Exception doit être faite de l'étude menée en 1989-90 par le S.R.A.E. Rhône-Alpes qui concernait la quasi-totalité des compartiments de l'écosystème : en cela ce document nous servira de guide pour tenter d'approcher l'évolution récente des paramètres communs à cette démarche et à la présente étude.

Tab. 3 : récapitulatif des investigations techniques menées sur le lac de Paladru depuis 1970 (thématiques étudiées)

Année	Opérateur	cartographie	Physico-chimie	Phyto- plancton	Zoo- plancton	Faune benthique	piscicole
1971-85	SRAE Rhône-Alpes		X		X		
1989-90	SRAE Rhône-Alpes	X	X	X		X	X
1991-93	CSP Lyon		X				
1994	AAPPMA Paladru		X				
1998-2000	INRA Thonon			X			
2005-06	présente étude	X	X	X		X	X

L'abondance de données disponibles permet en général d'établir une approche évolutive de l'état de santé de l'écosystème tout en prenant en compte l'évolution des protocoles et matériels d'échantillonnage, des techniques analytiques et précisions associées. Mais la construction de cette approche évolutive, pour être fiable nécessiterait l'accès à l'ensemble des documents et aux données brutes : c'est particulièrement le cas des profils d'oxygénation, des teneurs en azote et phosphore.

Or pour le lac de Paladru, certaines données anciennes n'ont pu être retrouvées où alors déjà compilées par des auteurs plus récents (Lascombe, 1986), ce qui réduit la fiabilité de cette démarche.

II.2. Protocole d'étude 2006

Afin de clarifier les éléments analysés dans les chapitres suivants, il convient de rappeler les principes du protocole dit de « Diagnose rapide » et les modalités d'interprétation mises en œuvre dans la présente étude, d'autant plus que le protocole de diagnose a sensiblement évolué depuis 2003.

Initialement, la méthode dite de « Diagnose rapide », mise au point en 1990 par le CEMAGREF de Lyon, permettait de définir le niveau trophique du lac, c'est-à-dire sa **capacité de production**, en étudiant les caractéristiques des différents compartiments du système lacustre. Les investigations à entreprendre concernaient trois des compartiments du plan d'eau, à savoir :

- l'eau,
- les sédiments,
- le peuplement phytoplanctonique.

Le protocole de 1990 prévoyait la réalisation d'une série de quatre campagnes d'observations et/ou de mesures :

- la campagne de fin d'hiver, en fin de mélange parfait des eaux (homothermie c'est-à-dire quand la température est homogène depuis la surface jusqu'au fond, si le lac se mélange totalement)
- la campagne de printemps, lorsque la thermocline se met en place et que l'activité biologique (production primaire) est maximale (hors phase d'eau claire),
- la campagne d'été, lorsque la thermocline est bien installée et que l'activité biologique est encore soutenue,
- la campagne d'automne lorsque les conditions de stratification sont les plus sévères, avant que la température baisse et que la stratification disparaisse.

Les observations et les mesures devaient être réalisées selon les principes synthétisés dans le tableau 4 ci-après :

Tableau 4 : répartition saisonnière des thématiques étudiées en matière de qualité de l'eau

Période d'intervention	Compartiment			
	Eau		Sédiments	
	Physico-chimie	Phytoplancton	Physico-chimie	Faune benthique
Hiver	x			
Printemps	x	x		x
Été		x		
Automne	x		x	

La capacité de production d'un plan d'eau (ou niveau trophique) pour les compartiments eau et sédiments était exprimée au moyen d'indices calculés en fonction de la « saison ».

Depuis juillet 2003, une réactualisation du protocole de diagnose rapide a été mise en œuvre afin notamment d'accroître la pertinence du diagnostic. Les modifications apportées au protocole 1990 ne concernent pas les techniques opératoires mais l'effort d'échantillonnage et l'interprétation des résultats analytiques. Cette évolution se caractérise par une simplification de la phase de prélèvement, avec notamment :

- Une réduction du nombre de prélèvements verticaux destinés à l'analyse physico-chimique de l'eau,
- La suppression de quelques paramètres dont la pertinence n'a pas été prouvée,
- L'ajout d'investigations pour la physico-chimie des eaux lors de la campagne dite « d'été » et pour le phytoplancton lors de la campagne dite « automnale »,
- Le remplacement de la *chlorophylle a* par la somme *chlorophylle a + phéophytine a*, afin de supprimer certaines ambiguïtés du protocole précédent,

En termes d'exploitation des résultats, les modifications du protocole sont :

- Pour ce qui concerne la physico-chimie des eaux et des sédiments : la diagnose rapide réactualisée ne considère plus l'état du plan d'eau selon une notion de simple niveau trophique mais sur la base de **9 indices physico-chimiques « spécifiques »** et de **6 indices fonctionnels** qui traduisent les concordances ou les discordances de la qualité physico-chimique des compartiments étudiés ;
- Pour le peuplement phytoplanctonique, un **nouvel indice planctonique** ne tenant compte que de l'abondance relative des groupes algaux repérés sur une échelle de qualité modifiée, a été développé afin d'en accroître sa pertinence ;
- Une analyse comparée entre les indices physico-chimiques et biologiques pour les compartiments « eau et sédiment » a été proposée afin de disposer d'un **diagnostic global pour l'hydrosystème plan d'eau**.

Les valeurs indicielles ont été réparties en quatre niveaux trophiques :

[0 – 30[	: Niveau oligotrophe,
[30 – 50[	: Niveau mésotrophe,
[50 – 75[	: Niveau eutrophe,
[75 – 100[	: Niveau ultra-eutrophe,

A l'exception de la faune invertébrée qui a été étudiée selon un protocole différent – cf. § II.2.4 - dans le cadre de la présente étude globale, c'est cette méthodologie réactualisée qui a été mise en œuvre et respectée lors de l'étude diagnostique du lac de Paladru.

Une partie des données sera aussi examinée selon le nouveau Système d'Evaluation de la Qualité des Plans d'eau (SEQ-Plan d'eau) développé en 2003 pour le compte des agences de l'eau. Ce nouvel outil permet d'appréhender un plan d'eau non plus sur le seul plan trophique mais aussi selon une notion de qualité très proche de celle couramment utilisée pour les cours d'eau. Ainsi, lorsque le protocole d'étude du plan d'eau de Paladru sera compatible avec les règles de calcul du SEQ-Plan d'eau, on déterminera pour certains paramètres la classe de qualité correspondante.

II.2.1. Physico-chimie des eaux

Quatre campagnes de prélèvements d'eau et de mesures ont été effectuées, le 22 février 2006 pour la campagne hivernale, le 21 juin 2006 pour la campagne printanière, le 29 août 2006 pour la campagne estivale et le 05 octobre 2006 pour la campagne automnale.

Lors de chacune de ces campagnes, ont été réalisés au point de plus grande profondeur, situé quasiment au centre du lac - cf. fig. 3 : carte bathymétrique du lac de Paladru - :

- un profil vertical de l'oxygène et de la température, associé à une mesure de la transparence du plan d'eau (au disque de Secchi) ;

- 2 prélèvements d'eau à fin d'analyses, composés d'un prélèvement à proximité du fond du plan d'eau, ainsi que d'un prélèvement dit « intégré » constitué d'un échantillon moyen de cinq points, répartis entre la surface et la limite de la zone euphotique (éclairée).

Les paramètres analysés sont le pH, la conductivité, l'azote ammoniacal, les nitrites, les nitrates, l'azote Kjeldahl, le phosphore total, les orthophosphates, la silice, le fer, les bicarbonates, le calcium, le magnésium, les MES auxquels s'ajoutent pour le prélèvement intégré, la chlorophylle a, la phéophytine a et le Carbone Organique Total (COT).

La réactualisation du protocole de diagnose rapide permet de calculer les indices suivants :

- **L'indice Pigments chlorophylliens** calculé à partir de la moyenne de la somme de la chlorophylle a et de la phéophytine a des 3 résultats obtenus sur l'échantillon intégré en dehors du brassage hivernal ;

- **L'indice Transparence** qui correspond à la moyenne des 3 profondeurs de Secchi (en m) mesurées pendant la même période que précédemment ;

- **L'indice fonctionnel dit indice « Production »** qui correspond à la moyenne de l'indice Pigments chlorophylliens et de l'indice Transparence ;

- **L'indice Phosphore total hiver**, calculé à partir de la valeur du phosphore total mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

- **L'indice Azote total hiver**, calculé à partir de la valeur de l'azote total calculée pour la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

- **L'indice fonctionnel dit indice « Nutrition »** qui correspond à la moyenne des indices azote total hivernal et phosphore total hivernal ;

- **L'indice Consommation journalière en oxygène dissous**, calculé au moyen de la valeur de la consommation journalière en oxygène dissous (cf. méthodologie en annexe 1). Cet indice constitue aussi l'**indice fonctionnel « dégradation »**.

Afin de disposer de seuils de quantification compatibles avec les méthodes de calcul de ces indices, les analyses d'eau ont été confiées :

- au Laboratoire Santé Environnement et Hygiène de Lyon (LSEH CARSO), qui dispose des agréments du Ministère de l'Environnement, pour la chlorophylle a et les phéopigments,
- à l'INRA de Thonon (Laboratoire d'analyses physico-chimiques UMR CARTEL) pour tous les autres paramètres mesurés en laboratoire.

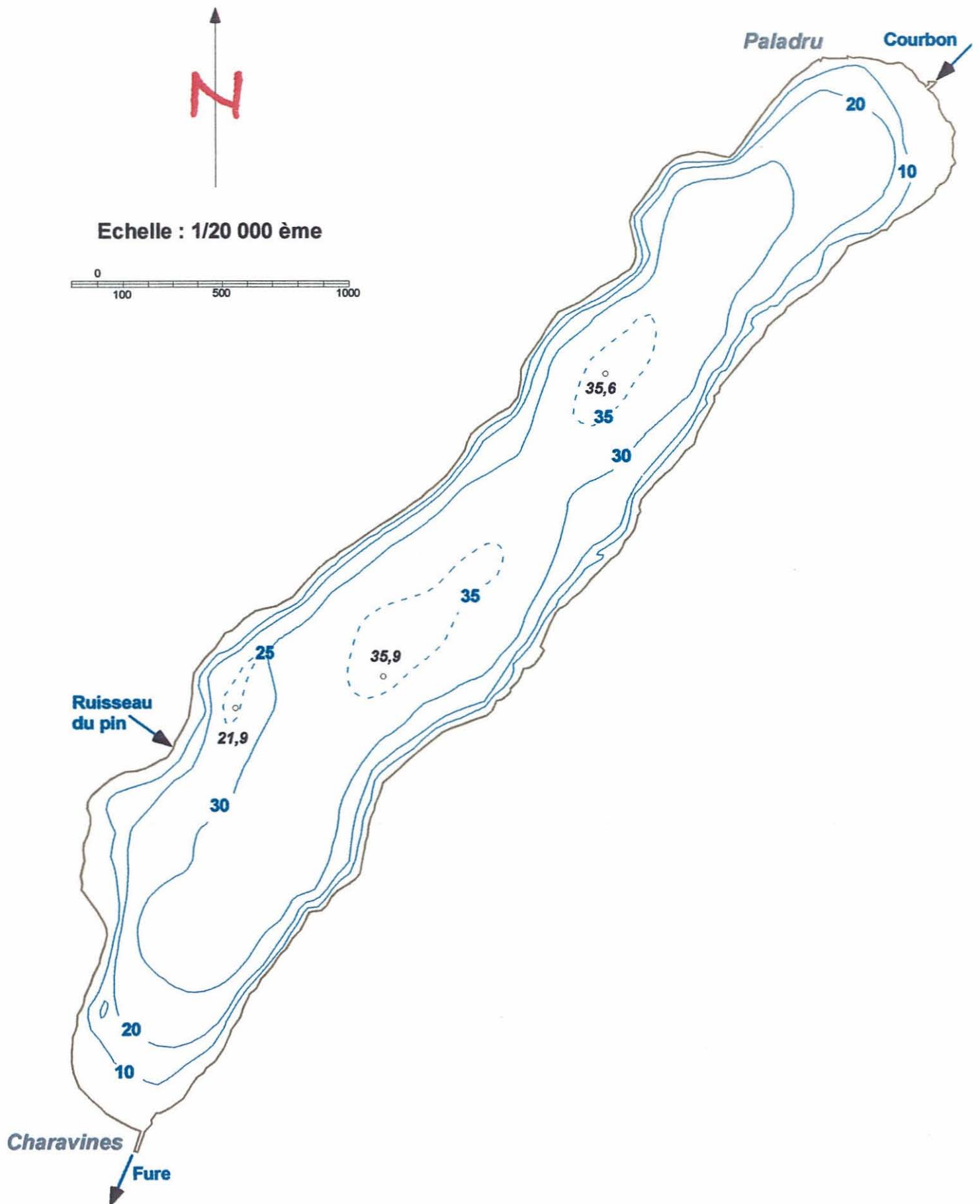
II.2.2. Analyse des sédiments

La connaissance de la composition des dépôts permet de mieux appréhender le niveau trophique du plan d'eau (nutriments stockés en particulier) et le rôle de ces sédiments dans le fonctionnement du milieu (phénomènes de relargage et/ou de consommation d'oxygène).

La qualité des sédiments est connue sur la base de plusieurs prélèvements réalisés le 28 septembre 2004 au niveau du point de plus grande profondeur.

La technique de prélèvement a consisté en un échantillonnage des sédiments au moyen d'une benne de type Ponar dont la limite de pénétration est d'environ 15 cm. L'échantillon est composé de plusieurs prises de sédiments de telle sorte que l'on puisse disposer d'une quantité de vase suffisante (de l'ordre de 2 kg) pour les différentes analyses envisagées. Le contenu des prises a été récupéré et homogénéisé sur site puis conditionné selon les prescriptions du laboratoire spécialisé effectuant les analyses ;

Figure 3 : bathymétrie du lac de Paladru (d'après Delebecque, 1890)



- Laboratoire Santé Environnement et Hygiène de Lyon (LSEH CARSO), qui dispose des agréments du Ministère de l'Environnement, pour la chlorophylle a et les phéopigments,
- INRA de Thonon (Laboratoire d'analyses physico-chimiques UMR CARRTEL) pour tous les autres paramètres mesurés en laboratoire.

Les paramètres analysés concernent des caractéristiques physico-chimiques classiques du sédiment :

- Sur la phase solide brute :

Matière sèche en % du brut, Azote total en % MS, Perte au feu, Carbone organique en % MS, rapport C/N,

- Sur la phase minérale décarbonatée :

Granulométrie,

- Sur l'eau interstitielle (centrifugation de 20 ' à 4 200 g) :

pH, Conductivité, Azote ammoniacal en mg/l NH_4^+ , Phosphore total (Ptot) en mg/l P, Orthophosphates (PO_4) en mg/l PO_4 ,

Le nouveau protocole de diagnose rapide permet de calculer les indices suivants :

- **L'indice du phosphore total du sédiment** (phase solide) qui correspond aussi à l'**indice fonctionnel « Stockage des minéraux du sédiment »**,
- **L'indice phosphore total de l'eau interstitielle**,
- **L'indice Ammonium de l'eau interstitielle**,
- **L'indice fonctionnel « Relargage »** correspondant à la moyenne des indices phosphore total et ammonium de l'eau interstitielle.

A noter que le laboratoire d'analyses physico-chimique de l'INRA ne pouvant techniquement pas doser le phosphore total dans la fraction solide des sédiments, il n'est donc pas possible de calculer l'indice qui en découle et qui correspond aussi à l'indice fonctionnel « Stockage des minéraux du sédiment ».

Cela signifie donc aussi que l'indice global représentant la qualité physico-chimique des sédiments ne peut être calculé que sur la base de l'indice fonctionnel « Relargage », ce qui limite les possibilités d'interprétation.

II.2.3. Etude du peuplement phytoplanctonique

L'étude du peuplement phytoplanctonique est un élément important pour la compréhension des phénomènes biologiques mis en jeu dans la masse d'eau. En effet, la densité et la composition du plancton est une expression synthétique du niveau trophique du plan d'eau et la connaissance des caractéristiques du peuplement planctonique permet la détermination de l'**Indice Planctonique** qui contribue à qualifier l'état du plan d'eau. L'Indice Planctonique repose donc sur :

- Un prélèvement phytoplanctonique de surface ;
- Un prélèvement phytoplanctonique intégré sur toute la profondeur.

Le nouvel Indice Planctonique se calcule sur la base des résultats obtenus lors des trois campagnes réalisées en période de production biologique (printemps, été et automne). Les abondances relatives des groupes phytoplanctoniques repères sont déterminées au microscope en comptant une centaine d'individus ou de colonies (cœnobes, trichomes, ...) selon que les espèces sont coloniales ou non coloniales. Les investigations de terrain ont été entreprises simultanément avec les campagnes d'analyses physico-chimiques du printemps, de l'été et de l'automne.

II.2.4 Protocole d'étude de la faune benthique lacustre (ISTE, 2004)

L'Indice Biologique lacustre (I.B.L.) est une méthode pratique d'évaluation de la capacité biogène d'un système. Il repose sur l'étude de la diversité et de la distribution bathymétrique des communautés de macroinvertébrés vivant dans les sédiments, et plus particulièrement sur la réponse de ces derniers aux caractéristiques chimiques et physiques de l'interface eau-sédiments. Déjà employée sur de nombreux lacs (lacs du Jura, Annecy, Crop, Grand Dornon, Blanc et Merlat), cette méthode présente un protocole d'échantillonnage reproductible et aboutit au calcul d'un indice compris entre 0 et 20, qui rend compte de la capacité biogène du système.

Les sédiments sont prélevés à l'aide d'une benne Eckman modifiée qui permet de récolter les cinq premiers centimètres de sédiment. Les campagnes d'échantillonnage du macrobenthos endopélique doivent avoir lieu avant

les premières émergences printanières (avril-mai) : sur le lac de Paladru, les prélèvements ont été réalisés le 27/04/04.

L'échantillonnage se fait à deux profondeurs, en zone littorale à -2 mètres ($z_l = 2$ m) et en zone profonde sur l'isobathe correspondant à 2/3 de la profondeur maximale ($z_f = 2/3 \times Z_{max}$), soit $z_f = 0.66 \times 35.6 = 24$ m pour le lac de Paladru.

Le nombre de prélèvements à effectuer est proportionnel à la longueur de chaque isobathe (L, en km) :

- en zone littorale, $n_l = 4 \times \log_e (10 \times L_l + 1)$
- en zone profonde, $n_f = 2.5 \times \log_e (10 \times L_f + 1)$

Pour le lac de Paladru, 20 échantillons ont été récoltés en zone littorale et 12 en zone profonde. Un échantillon est constitué par le volume de 2 bennes Eckman ce qui correspond aussi à une surface d'environ $1/20^{\text{ème}}$ de m². Ces échantillons ont été répartis sur 12 transects et 8 points littoraux supplémentaires.

Au niveau du tri et de la détermination, les échantillons sont lavés sur un tamis de 250 µm de vide maille, puis la macrofaune est triée sous loupe binoculaire et déterminée au niveau générique à l'exception des Diptères autres que Chironomidae (famille), des Nématodes (classe), des Hydracariens (classe) et des Oligochètes pour lesquels on retient trois groupes : Tubificidae avec soies capillaires, Tubificidae sans soies capillaires et Oligochètes autres que Tubificidae.

II.2.5 L'ichtyofaune lacustre

L'ensemble des investigations entreprises en matière d'étude de l'ichtyofaune du lac de Paladru est présenté dans le tableau 11 (dates, nature des engins, efforts de pêche, opérateurs)

A contrario, lors de la diagnose écologique réalisée en 1990, le compartiment pisciaire avait été étudié au moyen de filets maillant dit classiques (pics et araignées monomailles) et de filets verticaux, ce qui ne permet une comparaison totale des résultats acquis lors de la présente étude.

II.2.5 a - Technique

La spécificité technique et les avantages pratiques des filets verticaux mis au point et utilisés par plusieurs auteurs anglo-saxons (Hartmann 1962, Horak & Tanner, 1964, Lackey 1968, Bartoo & al., 1973, *in* Degiorgi, 1994), ont été testés et adaptés sur des lacs français par Grandmottet & Vaudaux, 1989 *in* Degiorgi, 1994, puis Guyard & al. (1989). L'allure de ce dispositif et des araignées multimailles équivalentes qui lui ont été adjointes pour les zones littorales est représentée dans l'annexe 1.

Stratégie d'échantillonnage

Afin d'obtenir une image stable et comparable des populations en présence, ce dispositif a été utilisé selon un protocole standard préalablement mis au point puis testé sur plusieurs lacs (Degiorgi & Grandmottet, 1993), et dont les modalités spatio-temporelles sont brièvement rappelées ci-dessous.

1) L'effort de pêche unitaire est constitué d'une batterie de 7 filets verticaux de taille de mailles variant de 10 à 60 mm par pas de 10 mm en passant par une maille de 15. Cet ensemble de 7 filets est disposé sur un poste déterminé pendant 24 heures.

2) Auparavant, l'espace lacustre doit avoir été divisé et cartographié en compartiments d'attraction différentielle en suivant un schéma descriptif directif basé sur la topographie aquatique (morphologie de la cuvette, substrat et support, hauteur d'eau, - cf. annexe 2 -, en effet, ces éléments définissent des pôles autour desquels l'ichtyofaune se répartit suivant des arrangements dynamiques (Degiorgi & Grandmottet, 1993).

3) Tous les compartiments sont alors échantillonnés simultanément au cours d'un effort "global" appelé aussi séquence, durant lequel l'effort unitaire est appliqué sur un poste pour chaque pôle. Cet effort global devient l'unité standard pour comparer les résultats.

4) Cet effort global est répété trois fois pour chaque campagne.

L'originalité de cette démarche est de profiter de la maniabilité et de la petite taille des filets verticaux pour rechercher, durant un cycle de 24 heures, les poissons sur l'ensemble des habitats présents. Comme les filets échantillonnent à chaque fois toute la tranche d'eau, il ne reste qu'à prospecter systématiquement le plan lacustre en le découpant en zones d'intérêts équivalents pour les poissons. La répétition de cette mesure réalisée sur 24 heures permet de s'affranchir des variations aléatoires (en particulier périodes de mobilité ou d'immobilité particulière, vrillage d'un filet...).

5) Trois campagnes saisonnières sont préconisées afin de tenir compte de la différence de mobilité des différentes espèces mais aussi pour percevoir les variations de la répartition spatiale des poissons en rapport avec le métabolisme lacustre et pour effectuer une approche de la dynamique des populations des principales espèces.

6) Utilisation des résultats

L'analyse statistique des séries de prises par effort global, réalisées au cours des 12 premières campagnes de pêche montre qu'une précision de moins de 20% peut alors être espérée pour les abondances numériques et pondérales des espèces dont l'effectif dépasse 5% de l'échantillon total (Degiorgi & Grandmottet, 1993).

Par conséquent, les captures pondérales et numériques obtenues peuvent être utilisées comme des cotes d'abondance, comparables d'un lac à l'autre ainsi qu'au cours du temps pour un même lac si un suivi standard est instauré.

II.2.5 b -Application au lac de Paladru

La prospection des pôles d'attraction en application du protocole développé par Degiorgi (1994), sur les deux campagnes d'échantillonnage (novembre 05 et mai-juin 06) a permis la mise en évidence d'un total de 10 pôles en zone littorale, chacun ayant fait, en fonction des possibilités pratiques de pose des filets (question de niveau), l'objet d'un échantillonnage individuel complémentaire aux investigations menées sur les zones centrales et sublittorales.

Notons que le pôle LEFF, efférence ou émissaire du lac (ici, la Fure) n'a pu être prospecté pour des questions de droit de pêche.

Plus précisément, le niveau bas du lac en automne 2005 (-1,25 m) et au printemps 2006 (-0,39m) n'a autorisé l'échantillonnage que de 8 pôles littoraux.

Au total, ce sont **39** (3 séquences ou efforts globaux de 13 pôles) **batteries** de filets verticaux ou araignées multimaillles qui ont été mises en œuvre lors de campagnes d'automne et d'été, soit 5292 et 5278 m² de filets.

Il faut préciser que la campagne de printemps s'est déroulée avec des conditions météorologiques exceptionnelles, à savoir, une température très froide, un vent soutenu et des épisodes de pluie et de neige.

III RESULTATS

III.1 Physico-chimie des eaux et sédiments (GAY Environnement, 2006)

III.1.1. Conditions de prélèvement

Le 22 février 2006, les mesures et prélèvements ont été réalisés entre 9 h 15 et 12 h 00, par temps sec comme les jours précédents. Au printemps, le 21 juin, ceux-ci ont été réalisés entre 8 h 40 et 11 h 30, par beau temps ensoleillé comme les jours précédents. En été, le 29 août, les mesures et prélèvements ont été réalisés entre 9 h 00 et 11 h 30, par beau temps chaud. Cette campagne fait suite à un épisode orageux et fortement venteux. Enfin, le 5 octobre, ils ont été réalisés entre 9 h 30 et 12 h 30, par beau temps comme les jours précédents.

III.1.2. Caractéristiques générales des eaux – cf. tabs. 5 et 6 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

Les eaux sont faiblement alcalines (pH de 7,2 à 8,3). Les eaux sont toujours plus alcalines dans la zone euphotique (où est réalisé le prélèvement intégré) que dans le fond du plan d'eau. La conductivité des eaux est assez forte à forte. L'absence de mesure en surface ne permet pas de déterminer s'il existe un gradient vers le fond.

Lors de la campagne de printemps, les teneurs en silice, à proximité du fond du lac, sont inférieures au seuil de 0,5 mg/l considéré comme la concentration en dessous de laquelle les diatomées se développent mal. De même, les prélèvements intégrés réalisés en été et en automne, indiquent que les teneurs en silice dans la tranche supérieure de la lame d'eau sont limitantes pour le développement des diatomées. Cette situation est confirmée par l'étude du peuplement phytoplanctonique (cf. § 3.3) : aucune espèce de diatomée, assortie d'un pourcentage de présence supérieur à 10 %, n'a été observée.

III.1.2.1 Transparence – cf. tabs. 5 et 6 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

La mesure de la transparence a été réalisée au moyen d'un disque de Secchi lors de chacune des quatre campagnes d'échantillonnage. Le tableau ci-dessous présente les valeurs mesurées, ainsi que la limite théorique calculée à partir de ces valeurs, entre la zone euphotique (bien éclairée) et la zone aphotique (1).

Tab. 5 : transparences (en m) observées sur le lac de Paladru en 2006

Dates	22 fév.	21 juin	29 aou.	05 oct.
Transparence au disque de Secchi	4,5	8,3	6,8	7,0
Limite entre les zones euphotique et aphotique (m)	12,15	22,41	18,36	18,9

Si l'on excepte la campagne hivernale, l'analyse de la transparence met en évidence des valeurs relativement satisfaisantes, de sorte que la zone euphotique s'étend au-delà de la limite de la couche épilimnique et sur près de 2/3 de la lame d'eau. Cette situation pourra être corrélée avec les analyses du phytoplancton envisagées plus loin.

D'après les grilles de qualité du SEQ-Plan d'eau, la qualité pour la transparence peut être qualifiée de « très bonne » que l'on considère la transparence moyenne annuelle, la transparence maximale annuelle ou la transparence minimale estivale.

III.1.2.2 Température – cf. tab. 6 et fig. 4 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

Les profils verticaux de la température réalisés en 2006 montrent globalement une évolution saisonnière assez classique pour un plan d'eau du type du lac de Paladru, avec :

- un mélange naturel des eaux en fin d'hiver (homothermie),
- une stratification thermique estivale (qui commence à se mettre en place dès le printemps) avec une thermocline située entre 10 et 15 m de profondeur,
- un début de mélange naturel des eaux au début de l'automne par un début de rupture de la stratification thermique du fait du refroidissement des eaux en surface.

Il convient de noter que la température peut constituer un paramètre limitant le développement de certaines espèces de poissons (notamment les salmonidés). Dans la mesure où les températures maximales observées en période estivale sont supérieures à 20 °C (en surface), ce paramètre peut constituer une limite au développement de l'ichtyofaune, notamment lorsque les conditions d'oxygénation sont défavorables en profondeur.

(1) : La séparation entre la zone euphotique (bien éclairée) et la zone aphotique (sans lumière) correspond à la profondeur où la lumière résiduelle est égale à 1 % de la lumière incidente. Elle correspond conventionnellement à environ 2,7 fois la profondeur au disque de Secchi. Cette limite peut permettre de caractériser les variations saisonnières dues à des variations de productivité biologique et par conséquent de matières biologiques en suspension.

III.1.2.3 Oxygène dissous – cf. tab. 6 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

Les profils verticaux de l'oxygène dissous (cf. fig. 4) montrent :

- une distribution relativement homogène de l'oxygène dissous en **hiver**, qui est à saturation dans toute la profondeur du lac,

- une distribution hétérograde au **printemps**, avec une légère sursaturation (113 %) vers 13 m de profondeur. Vers le fond du lac on observe un déficit (de l'ordre de 4,2 mg/l et de 35 %). La répartition de l'oxygène est de type hétérograde positif (c'est-à-dire avec un maximum dans la tranche supérieure de la lame d'eau) du fait de l'activité biologique (développement algal maximal à une profondeur de 10 à 15 m),

- le maintien d'une stratification de l'oxygène dissous (du type oxycline) en **été**, avec un profil hétérograde positif.

- La sursaturation (140 - 150 %) est très nette et se situe à une profondeur de l'ordre de -12 m. Dans le fond du plan d'eau, les teneurs en oxygène dissous restent faibles mais non nulles, tant en concentration (de l'ordre de 1,8 à 2,5 mg/l) qu'en saturation (15 à 21 %),

- un début de mélange des eaux en surface en **automne**, avec toutefois une stratification toujours identifiable qui s'abaisse vers - 14 m et une sous-saturation toujours marquée vers le fond du plan d'eau.

Vis-à-vis de la faune piscicole et plus particulièrement de l'omble chevalier, les teneurs en oxygène dissous observées près du fond en été et en automne, bien que non nulles, pourraient être incompatibles avec sa présence.

III.1.2.4. Fertilisants (N & P) – cf. tableau 6 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

L'azote et le phosphore contrôlent l'état trophique d'un plan d'eau. Les teneurs en éléments fertilisants mesurées lors de la diagnose du plan d'eau de Paladru sont présentées dans le tableau ci-après (où les teneurs en phosphore sont exprimées en mgP/l et celles d'azote en mgN/l).

		22/02/2006		21/06/2006		29/08/2006		5/10/2006	
Paramètres		Fond	Prél. Intég.	Fond	Prél. Intég.	Fond	Prél. Intég.	Fond	Prél. Intég.
Azote total	mg N/l	1,49	1,53	-	-	2,35	2,75	1,55	1,41
Ammoniacque	mg N/l	0,025	0,026	0,039	0,040	0,156	0,067	0,021	0,025
Nitrites	mg N/l	0,005	0,005	0,010	0,014	0,006	0,013	0,002	0,011
Nitrates	mg N/l	1,34	1,29	1,67	1,69	1,16	1,42	1,47	1,33
Orthophosphates	mg P/l	0,001	0,002	<0,0002	0,001	0,005	0,003	<0,0002	<0,0002
Phosphore total	mg P/l	0,018	0,016	0,011	0,010	0,020	0,009	0,011	0,004
Rapport N/P ¹	-	1 370	661	> 8 595	1 744	264	500	> 7 465	> 6 830

Pour les **composés azotés**, il apparaît que :

- hormis en hiver où l'on observe une homogénéisation de la lame d'eau, les concentrations en nitrites sont toujours plus élevées dans la tranche supérieure représentée par le prélèvement intégré que vers le fond du plan d'eau. Ces teneurs en nitrites, en tant que descripteur toxique, correspondent à une qualité qualifiée de « très bonne » vers le fond et « bonne » dans la tranche supérieure de la lame d'eau, d'après le SEQ-Plan d'eau ;

- les concentrations en nitrates sont assez variables en fonction de la saison. En hiver, et dans une moindre mesure au printemps, on observe une homogénéisation de la lame d'eau. En été, les teneurs en nitrates sont plus élevées dans la zone euphotique (prélèvement intégré) qu'en profondeur. En revanche, en automne les concentrations sont plus élevées vers le fond du plan d'eau, c'est-à-dire dans la zone de dépôt des matières organiques mortes ;

- pour l'ammoniacque, si l'on excepte les campagnes hivernale et printanière qui présentent une relative homogénéité des concentrations, on note une inversion des concentrations par rapport aux nitrates : les teneurs sont les plus élevées pour le prélèvement dit « intégré » en automne, alors qu'en été c'est vers le fond du plan d'eau que l'on observe les plus fortes concentrations. Comme pour les nitrates, les teneurs en ammoniacque mesurées en profondeur sont dues à l'accumulation des matières organiques, voire à un relargage éventuel par les sédiments ;

¹ Le rapport N/P en mg N minéral / mg P dans PO₄ permet d'évaluer le risque de développement de cyanophycées dans le milieu.

Fig. 4 température, oxygène dissous et saturation du lac de Paladru en 2006

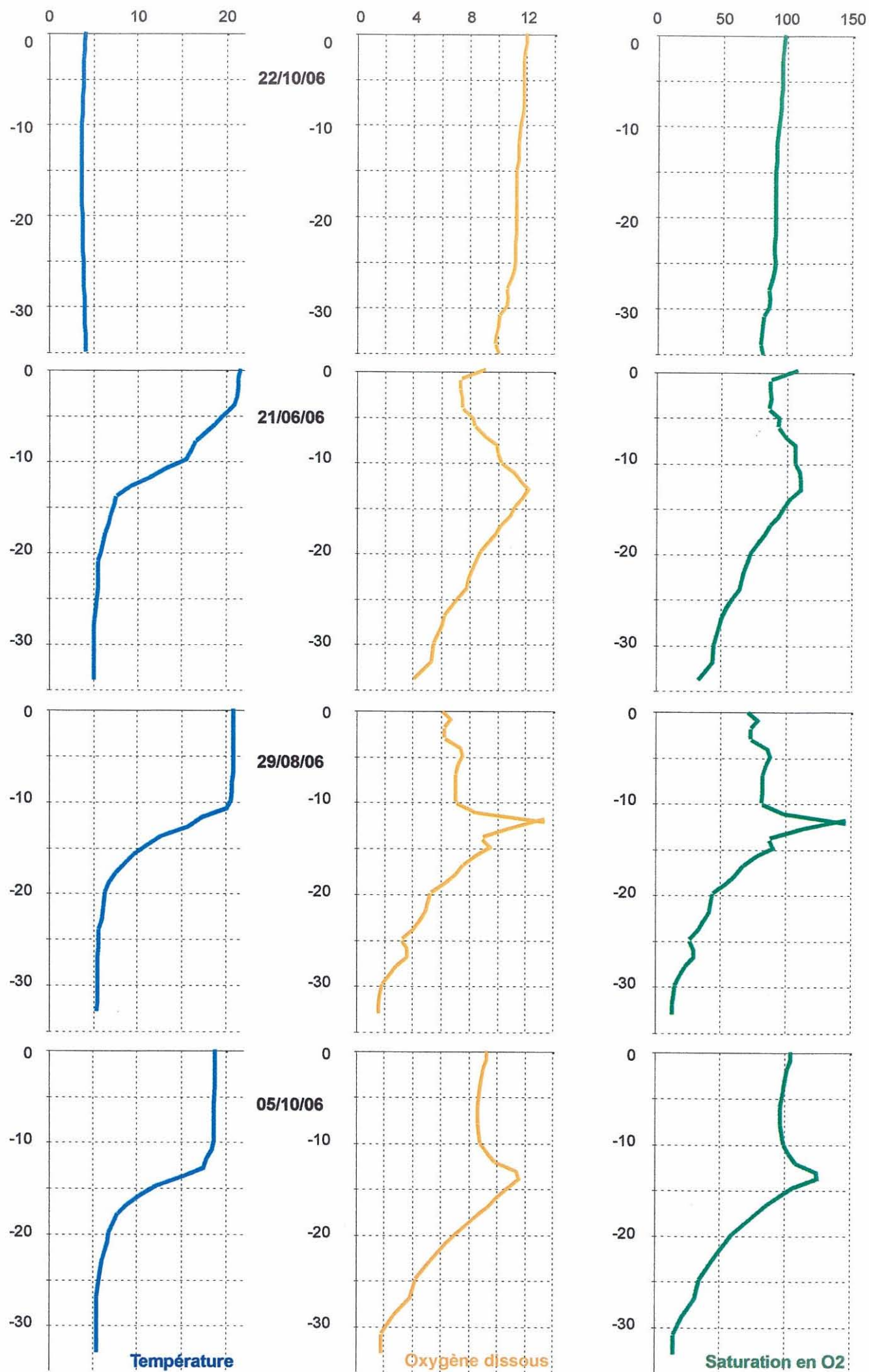


Tableau 6 : résultats de l'ensemble des analyses de qualité de l'eau menées en 2006 (GAY, 2007)

Paramètres	Profondeurs	22/02/06		21/06/06		29/08/06		5/10/06	
		-34,5 m	Prélt. Intégré	-34 m	Prélt. Intégré	-33 m	Prélt. Intégré	-33 m	Prélt. Intégré
Transparence	m		4.5		8.3		6.8		7.0
Température	°C	4,5	-	5,4	-	5,7	-	5,7	-
O2 dissous	mg/l	10,2	-	4,2	-	1,8	-	2,0	-
Saturation en O2	%	83	-	34	-	15	-	17	-
pH in situ à 20°C	U.pH	7,9	8,0	8,3	8,2	7,2	7,9	7,7	7,9
Cond. in situ à 25°C	µS/cm	268	275	295	298	264	230	300	232
Cond. labo à 20 °C	µS/cm								
M.E.S	mg /l	3,2	3,1	2,9	2,9	3,7	3,3	2,5	1,8
Ammoniaque	mg NH ₄ /l	0,032	0,033	0,050	0,051	0,201	0,086	0,027	0,032
	mg N /l	0,025	0,026	0,039	0,040	0,156	0,067	0,021	0,025
Nitrites	mg NO ₂ /l	0,016	0,016	0,033	0,046	0,020	0,043	0,007	0,036
	mg N /l	0,005	0,005	0,010	0,014	0,006	0,013	0,002	0,011
Nitrates	mg NO ₃ /l	5,93	5,71	7,40	7,48	5,14	6,29	6,51	5,89
	mg N /l	1,34	1,29	1,67	1,69	1,16	1,42	1,47	1,33
Azote total	mg N /l	1,49	1,53	ND	ND	2,35	2,75	1,55	1,41
Orthophosphates	mg PO ₄ /l	0,003	0,006	<0.0006	0,003	0,015	0,009	<0.0006	<0.0006
	mg P /l	0,001	0,002	<0.0002	0,001	0,005	0,003	<0.0002	<0.0002
Phosphore total	mg P /l	0,018	0,016	0,011	0,010	0,020	0,009	0,011	0,004
Fer dissous	µg Fe /l	0,07	0,05	0,14	0,33	0,13	0,27	0,06	0,08
TAC	méq/l	2,74	2,64	2,66	2,61	2,59	1,85	1,77	1,45
Chlorophylle a	µg/l	-	4,37	-	0,95	-	1,24	-	1,00
Phéopigments	µg/l	-	1,28	-	0,28	-	0,31	-	0,34
Carbone organique total	mg/l C	-	2,95	-	-	-	-	-	-
Carbone organique dissous	mg/l C	-	ND	-	ND	-	3,93	2,55	2,45
Silice soluble	mg SiO ₂ /l	1,82	1,71	0,34	0,12	4,70	0,06	1,62	0,04

ND : Non dosés par le laboratoire.

Prélt. Intégré : prélèvement intégré.

- les teneurs en azote minéral (ammoniaque + nitrites + nitrates) sont le plus souvent élevées, aussi bien dans le fond du plan d'eau que dans la zone euphotique. Selon les grilles de qualité du SEQ-Plan d'eau, la somme des concentrations en ammoniaque et en nitrates correspond à une qualité qui peut être qualifiée de « moyenne » en hiver du fait de teneurs en nitrates élevées ;

- les faibles teneurs en NH_4 et les températures relativement basses limitent la formation d'ammoniaque dissous (forme toxique pour la faune piscicole) qui reste dans des concentrations de 0,0003 mg/l à 0,0013 mg/l, c'est-à-dire inférieures aux seuils létaux pour les poissons.

Pour les **composés du phosphore** :

- les orthophosphates présentent des concentrations faibles (voire inférieures aux seuils de quantification du laboratoire) correspondant à une qualité qualifiée de « très bonne » selon le SEQ-Plan d'eau ;

- le phosphore total présente aussi des concentrations relativement faibles (qualité « bonne » selon le SEQ-Plan d'eau) mais toujours supérieures vers le fond du plan d'eau que dans la zone euphotique appréhendée par le prélèvement intégré.

III.1.2.5. Fer – cf. tableau 6 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

Les teneurs en fer sont toujours très faibles et très inférieures à 0,0004 mg/l pour l'ensemble des campagnes de la diagnose (cf. résultats en annexe 2). D'après les grilles de qualité du SEQ-Plan d'eau, la qualité physico-chimique des eaux peut être qualifiée de « très bonne » pour l'ensemble de la colonne d'eau et de l'année.

III.1.2.6 Silice – cf. tableau 6 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

Du printemps jusqu'à l'automne, les teneurs en silice sont assez faibles dans la zone euphotique (appréhendée par le prélèvement intégré), de sorte qu'il peut s'agir d'un facteur limitant pour le développement des diatomées.

III.1.2.7. Carbone organique total (COT ou COD) – cf. tableau 6 : résultats des analyses de la qualité de l'eau -

Les teneurs en COT ou en COD (cf. résultats en annexe 2) mesurées sur les prélèvements intégrés, sont relativement faibles (2,45 à 3,93 mg/l). La moyenne annuelle calculée sur la base de trois campagnes d'investigation est de 3,11 mg/l ce qui, d'après les grilles de qualité du SEQ-Plan d'eau, correspond à une qualité « bonne ».

III.2. Calcul des indices fonctionnels pour la physico-chimie des eaux

III.2.1. Indice fonctionnel « Dégradation »

L'indice fonctionnel « dégradation » correspond à l'indice « consommation journalière en oxygène dissous ». Il est calculé à partir des valeurs relevées sur les profils de l'oxygène dissous de la campagne hivernale et de la campagne automnale - cf. fig. 4 -, sous réserve que ces campagnes soient réalisées durant un même cycle annuel et que le plan d'eau présente une stratification thermique (ce qui est le cas pour le lac de Paladru). Le tableau ci-après, présente les résultats des calculs réalisés pour le paramètre oxygène dissous.

Paramètre calculé	U.	valeur
Consommation totale en oxygène dissous	mg/l	4,6
Déficit total en oxygène dissous	mg/l	5,6
Déficit d'origine en oxygène dissous	mg/l	1
Consommation journalière d'oxygène dissous	mg/m3/jour	20,57

L'indice fonctionnel dégradation est de 42,1 ce qui correspond à un **niveau trophique mésotrophe**.

III.2.2. Indice fonctionnel « Production »

L'indice fonctionnel « Production » correspond à la moyenne entre les indices pigments chlorophylliens et transparence.

- **L'Indice Pigments chlorophylliens** est calculé sur la base des teneurs en *chlorophylle a* et *phéophytine a* mesurées lors des campagnes printanière, estivale et automnale. Il est de 27,4 ce qui correspond à un **niveau trophique oligotrophe**.

Le rapport N/P en mg N minéral / mg P dans PO_4 permet d'évaluer le risque de développement de cyanophycées dans le milieu.

- **L'Indice Transparence**, calculé sur la base de la transparence des campagnes printanière, estivale et automnale, est de 24,4, ce qui correspond à un **niveau trophique oligotrophe**.

- **L'Indice fonctionnel « Production »** approché est de 25,9, ce qui correspond à un **niveau trophique oligotrophe**.

III.2.3. Indice fonctionnel «Nutrition»

L'indice fonctionnel « Nutrition » correspond à la moyenne entre les indices phosphore total hivernal et azote total hivernal.

- **L'Indice phosphore total hivernal** est calculé sur la base de la teneur en phosphore total mesuré sur le prélèvement intégré lors de la campagne hivernale. L'indice est 43,9 ce qui correspond à un **niveau trophique mésotrophe**.

- **L'Indice azote total hivernal** est calculé sur la base de la teneur en azote total calculé sur le prélèvement intégré lors de la campagne hivernale. Il est de 54,8, ce qui correspond à un **niveau trophique eutrophe**.

- **L'Indice fonctionnel « Nutrition »** est 49,4, ce qui correspond à un **niveau trophique mésotrophe**.

III.2.4. Conclusion sur la qualité physico-chimique des eaux du lac en 2006

En première analyse, les campagnes de mesures réalisées en 2006 permettent de mettre en évidence :

- une transparence le plus souvent assez élevée,
- la présence d'une stratification thermique estivale qui se met en place dès le printemps et qui peut durer relativement longtemps,
- des températures qui dépassent 20 °C en surface en période estivale et en début d'automne,
- la présence d'une distribution hétérograde de l'oxygène dissous depuis le printemps jusqu'au début de l'automne,
- une sursaturation en oxygène dans l'épilimnion qui s'installe dès le printemps et dure jusqu'au début de l'automne, du fait de l'activité photosynthétique intense,
- des teneurs en oxygène faibles en été et en début d'automne sur les 5 derniers mètres.

A l'exception des nitrates, on note des teneurs en composés azotés et phosphorés relativement modestes. En revanche, pour les nitrates, on constate que les teneurs restent assez élevées tout au long de l'année. Les teneurs en composés azotés (notamment l'ammoniaque) semblent assez liées à l'activité phytoplanctonique avec des concentrations plus élevées lorsque la matière organique morte tend à se déposer ou lors d'un éventuel relargage par les sédiments et des concentrations plus faibles lors de la croissance du phytoplancton (consommation de nutriments).

Sur la majeure partie du volume d'eau, le rapport azote minéral sur orthophosphates indique que le phosphore est le facteur limitant, de sorte que la situation n'est pas globalement alarmante vis-à-vis d'une éventuelle prolifération des cyanophycées.

Pour le fer, les teneurs sont particulièrement faibles, de sorte qu'il ne semble pas exister de phénomène de relargage par les sédiments.

Toutefois, les teneurs hivernales en azote indiquent que le plan d'eau de Paladru dispose encore de teneurs en nutriments pouvant entraîner des dysfonctionnements. Cela signifie donc que le lac n'a pas encore retrouvé un niveau trophique homogène et satisfaisant pour l'ensemble de ses descripteurs.

Le niveau trophique du lac de Paladru semble correspondre à la mésotrophie pour le compartiment relatif à la seule physico-chimie des eaux.

III.3. Qualité physico-chimique et biologique du sédiment lacustre (GAY, ISTE, 2006)

III.3.1. Physico-chimie – cf. tab. 7 -.

Les analyses physico-chimiques des sédiments du lac ont été réalisées en automne 2006 au niveau du point de prélèvement pour la physico-chimie (plus grande profondeur).

D'après la classification de Cailleux, l'échantillon de sédiments présente une texture très fine puisque près de 92,76 % des sédiments sont composés par des limons et/ou des argiles (< 50 µm). D'après le triangle des sols, les sédiments du plan d'eau de Paladru correspondent au type « limons semi-fins ».

Pour ce qui concerne la phase solide des sédiments :

Tableau 7 : qualité physico-chimique du sédiment du lac de Paladru au point de plus grande profondeur (35 m)

Campagne 05/10/06 19/10/88 05/11/85

GRANULOMETRIE

Paramètres	Résultat
Argiles < 0.002mm %	20,1
Limons fins [0.002 mm - 0.02 mm] %	61,8
Limons grossier [0.02 mm - 0.05 mm] %	10,9
Sables fins [0.05 mm - 0.2 mm] %	4,6
Sables grossiers [0.02 mm - 0.2 mm] %	2,6

Résultat
99 (1) 1

Résultat
98 2

CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

Matière sèche % 64,8 62 77

PHASE SOLIDE

Paramètres	Brut	Matière Sèche	Brut	Matière Sèche	Brut	Matière Sèche
Carbone organique %	7,80	12,10	2,04	3,29	2,8	3,64
Azote Total (N) %	0,08	0,13	0,2	0,32	0,31	0,40
C/N -	-	93,08		10,20		9,03
Perte au feu %	2,80	4,28	4,1	6,61	5,5	7,14
Perte 1000 °C %	24,4	37,7				

EAU INTERSTITIELLE

Paramètres	Résultat
pH à 20,5°C U. pH	7,3
Conductivité µS/cm	433
Azote ammoniacal mg NH4/l	4,82
mg N/l	3,8
Orthophosphates mg PO4/l	0,031
mg P/l	0,010
Phosphore total mg P/l	0,11

Résultat
7,1 445 17,7 13,7 3,1 1,01 1,12

Résultat
7,3 480 13,5 3,63 1,22

- les teneurs en matière carbonée (teneurs en C organique) peuvent être qualifiées de « faibles » et de « très bonne » par rapport aux grilles de qualité du SEQ-Plan d'eau ;
- les teneurs en azote sont faibles et correspondent à une qualité « très bonne » d'après la grille de qualité du SEQ-Plan d'eau ;
- La valeur du rapport C/N témoigne de l'origine et de l'âge de la matière organique accumulée dans les sédiments. Avec une valeur de 93,1 ce rapport traduit, selon le CEMAGREF, « la matière organique humique ou ancienne forte composante réfractaire ». Compte tenu du cycle interne de l'azote, cela signifie que l'azote minéral sera assimilé par les micro-organismes minéralisateurs (immobilisation) et n'apparaîtra pas dans le milieu.

Pour l'eau interstitielle :

- le phosphore total et les orthophosphates présentent des teneurs faibles. Ces teneurs correspondent à une qualité « très bonne » d'après les grilles du SEQ-Plan d'eau ;
- les teneurs en azote ammoniacal sont aussi faibles et correspondent à une qualité « bonne » selon le SEQ-Plan d'eau.

III.3.2. Calcul des indices fonctionnels pour la physico-chimie des sédiments

III.3.2.1. Indice fonctionnel « Stockage de la matière organique du sédiment »

L'Indice « Stockage de la matière organique du sédiment » est calculé sur la base de la valeur de la perte au feu (en % de la matière sèche) des sédiments. Il est de 33,5, ce qui correspond à un **niveau trophique mésotrophe**.

III.3.2.2 Indice fonctionnel « Relargage »

L'indice « Relargage » correspond à la moyenne entre l'indice phosphore total et l'indice ammonium de l'eau interstitielle.

- L'Indice Phosphore total de l'eau interstitielle est de 31,4 ce qui correspond à un niveau trophique mésotrophe.
- L'Indice Ammonium de l'eau interstitielle est de 46 ce qui correspond à un niveau trophique mésotrophe.
- L'Indice fonctionnel « Relargage » de 38,7 correspond à un niveau trophique mésotrophe.

Conclusion sur la physico-chimie du sédiment du lac de Paladru

Les résultats des analyses physico-chimiques des sédiments indiquent que leur qualité est globalement satisfaisante dans la mesure où l'on ne détecte pas de teneurs excessives en nutriments. Les capacités de minéralisation de la matière organique par les sédiments semblent satisfaisantes, de sorte que les processus de relargage dans l'eau de ces éléments restent limités.

III.3.3 Faune macrobenthique du lac de Paladru (ISTE, 2006)

III.3.3.1 Calcul de l'I.B.L.

A partir de la liste faunistique - cf. tab. 8 -, les cinq descripteurs nécessaires au calcul des deux sous-indices sont déterminés :

- la richesse taxonomique en zone littorale	:	v1 = 49
- la densité du peuplement en zone littorale (ind./m2)	:	d1 = 3560
- la richesse taxonomique en zone profonde	:	vf = 12
- le facteur de correction du déficit taxonomique	:	k = 2,617
- la sensibilité du taxon repère en zone littorale (Paratendipes)	:	q1 = 1

Les deux sous-indices intégrés dans le calcul de l'I.B.L. et définis à partir des cinq descripteurs ci-dessus sont :

- l'indice biologique littoral	:	B1 = 57,24
- l'indice de déficit taxonomique	:	df = 0,8
- le déficit taxonomique relatif, qui rend compte de la régression taxonomique avec l'augmentation de la profondeur mais qui ne tient pas compte de la qualité des taxons repères en zone littorale, peut également être établi	:	f = (k x vf) / v1 = 0,64

L' I.B.L. qui résulte de la combinaison de ces deux sous-indices est de **16,9/20**.

Tableau 9 : liste faunistique du lac de Paladru (2006, application du protocole IBL, densités dl et df en ind./m2)

	Famille	sous famille	Genre	Densité		Occurrence à ZI (occ.%)
				littorale dl	profonde df	
Odonates	Gomphidae		<i>Gomphus</i>	4		15,0
Trichoptères	Leptoceridae		<i>Athripsodes</i>	2		5,0
			<i>Mystacides</i>	10		30,0
	Polycentropodidae		<i>Cyrnus</i>	36		35,0
			<i>Neureclipsis</i>	2		5,0
	Psychomyidae		<i>Lype</i>	6		10,0
			<i>Metalype</i>	14		10,0
	Glossosomatidae		<i>Glossosoma</i>	6		10,0
Ephéméroptères	Caenidae		<i>Caenis</i>	55		65,0
	Ephemeridae		<i>Ephemer</i>	24		30,0
Coleoptères	Dytiscidae		<i>indéterminé</i>	2		5,0
Mégaloptères	Sialidae		<i>Sialis</i>	2		5,0
Diptères	Ceratopogonidae			51		75,0
	Chaoboridae		<i>Chaoborus</i>	6	172	15,0
	Chironomidae	Orthoclaadiinae	<i>Chaetocladius</i>	1		5,0
			<i>Cricotopus</i>	5		10,0
			<i>Epoicocladius</i>	24		15,0
			<i>Mesocricotopus</i>	3		10,0
			<i>Nanocladius</i>	2		5,0
		Tanypodinae	<i>Ablabesmyia</i>	9		25,0
			<i>Procladius</i>	93	89	80,0
		<i>tanytarsini</i>	<i>Cladotanytarsus</i>	781	2	80,0
			<i>Paratanytarsus</i>	29		45,0
			<i>Tanytarsus</i>	1199	8	95,0
		<i>chironomini</i>	<i>Chironomus</i>		179	
			<i>Cladopelma</i>	20	2	40,0
			<i>Cryptochironomus</i>	34		65,0
			<i>Demicryptochironomus</i>	6		15,0
			<i>Dicrotendipes</i>	22		25,0
			<i>Einfeldia</i>	2		5,0
			<i>Endochironomus</i>	9		25,0
			<i>Microtendipes</i>	29	1	25,0
			<i>Nilothauma</i>	9		15,0
			<i>Paracladopelma</i>	5	1	15,0
			<i>Paratendipes</i>	64	1	60,0
			<i>Phaenospectra</i>	17		30,0
			<i>Polypedilum</i>	62		70,0
Mollusques	Pisidiidae		<i>Pisidium</i>	64		70,0
	Hydrobiidae		<i>Bythiospaerum</i>	107		50,0
	Dresseinidae		<i>Dresseina</i>	20		30,0
	Valvatidae		<i>Valvata</i>	4		5,0
Crustacés	Asellidae		<i>Asellus</i>	2		5,0
	Gammaridae		<i>Gammarus</i>	2		5,0
Oligochètes	Autres que Tubicidae			244	13	85,0
	Tubicidae	sans soie capillaire		276	12	95,0
		avec soies capillaires		171	1473	90,0
Achètes	Glossiphoniidae	Helobdella		2		5,0
Nématodes				4		5,0
Hydridae				2		5,0
Hydracariens				17		30,0
TOTAL				3560	1953	
Variété				49	12	

L'indice biologique lacustre du lac de Paladru obtenu en 2006 témoigne d'une capacité biogénique globale du lac que l'on peut considérer comme élevée sans toutefois être maximale

III.3.3.2 Interprétation

Potentiel trophique, B1

B1 (sous-indice biogénique littoral) est un sous-indice quantitatif de l'IBL exprimant un potentiel trophique, c'est-à-dire la capacité de celui-ci à produire des consommateurs benthiques dans ces conditions mésologiques optimales (zone littorale). Il a été montré que ce sous-indice était essentiellement corrélé à la minéralisation des eaux (Verneaux *et al.*, 1995).

Les valeurs de B1 observées jusqu'alors dans 11 lacs français s'étendent de 20 à 80. Ces deux valeurs limitent respectivement, dans le graphique typologique associé à l'IBL, le pôle des lacs oligobiotiques et le pôle des lacs polybiotiques (fig. 5).

Avec une valeur proche 60, le lac de Paladru peut être qualifié de lac **polybiotique**, c'est-à-dire à **fort potentiel trophique**.

Ce fort potentiel trophique résulte d'une richesse taxonomique (49 taxons) et d'une densité du peuplement littoral (3560 ind./m²) élevées, comparées aux valeurs obtenues sur d'autres lacs français (cf. tab. 9 et annexe 6).

Tab. 8 : Richesse taxonomique et densité des peuplements macrobenthiques échantillonnés dans 11 lacs français par la méthode IBL.

Lacs	Rem	Ann	Abb	Bon	Cha	Cla	Ila	Nar	Spo		Laf	Pal
									1993	2002		
v1	40	44	24	17	33	24	31	28	38	72	50	49
d1	3286	7705	1040	340	2640	530	410	880	2900	9178	7788	3560
B1	51,2	59,4	34	24	45,2	30,7	33,5	35,9	49,1	77,42	63,4	57,2

Le potentiel trophique élevé du lac de Paladru est à mettre en relation avec la nature calcaire du substrat géologique de son bassin versant qui confère à ses eaux une forte minéralisation.

Capacité fonctionnelle

L'indice de déficit faunistique *df* est un indice qualitatif qui rend compte à la fois de la capacité du lac à conserver sa faune avec la profondeur en relation avec les variations des caractéristiques mésologiques en profondeur [(K x *v1*) *v1* = *f*, perte taxonomique relative] et de l'existence ou non de perturbations en zone littorale (*q1*, qualité du taxon repère). Dans les lacs non fortement perturbés dès la zone littorale (*q1* proche de 1), ce sous-indice *df* est corrélé positivement à l'oxygénation de l'interface eau-sédiment en zone profonde et négativement à la teneur des sédiments en matière organique (Verneaux *et al.*, 1995). Il traduit la qualité du complexe eau-sédiment exprimant elle-même l'aptitude du système à transformer la matière disponible et à la transférer aux organismes consommateurs en limitant le flux de matière organique sédimentée. Ainsi, l'évolution bathymétrique de la richesse taxonomique exprime-t-elle une résultante du fonctionnement trophique du lac.

Dans le lac de Paladru l'indice de qualité du taxon repère du peuplement littoral est maximal (genre *Paratendipes*, *q1* = 1) et témoigne de l'existence de conditions mésologiques peu contraignantes pour les macroinvertébrés benthiques. En revanche, la valeur très médiocre de *f* (perte taxonomique relative *f* = 0,64/1) traduit une dégradation des conditions mésologiques entre -2 et -25 m de profondeur avec une accumulation de matière organique et des phénomènes de désoxygénation en zone profonde.

Le sous-indice de déficit faunistique résultant (*df* = 0,8/1), bien que n'étant pas maximal, permet de positionner le lac de Paladru dans le graphique typologique (fig. 5) vers le pôle des lacs eubiotiques c'est à dire qu'il présente un transfert non optimal mais satisfaisant de la matière assimilable jusqu'aux consommateurs macrobenthiques.

Ainsi, le sous-indice de déficit faunistique *df* permet de conclure à un léger dysfonctionnement trophique du lac de Paladru.

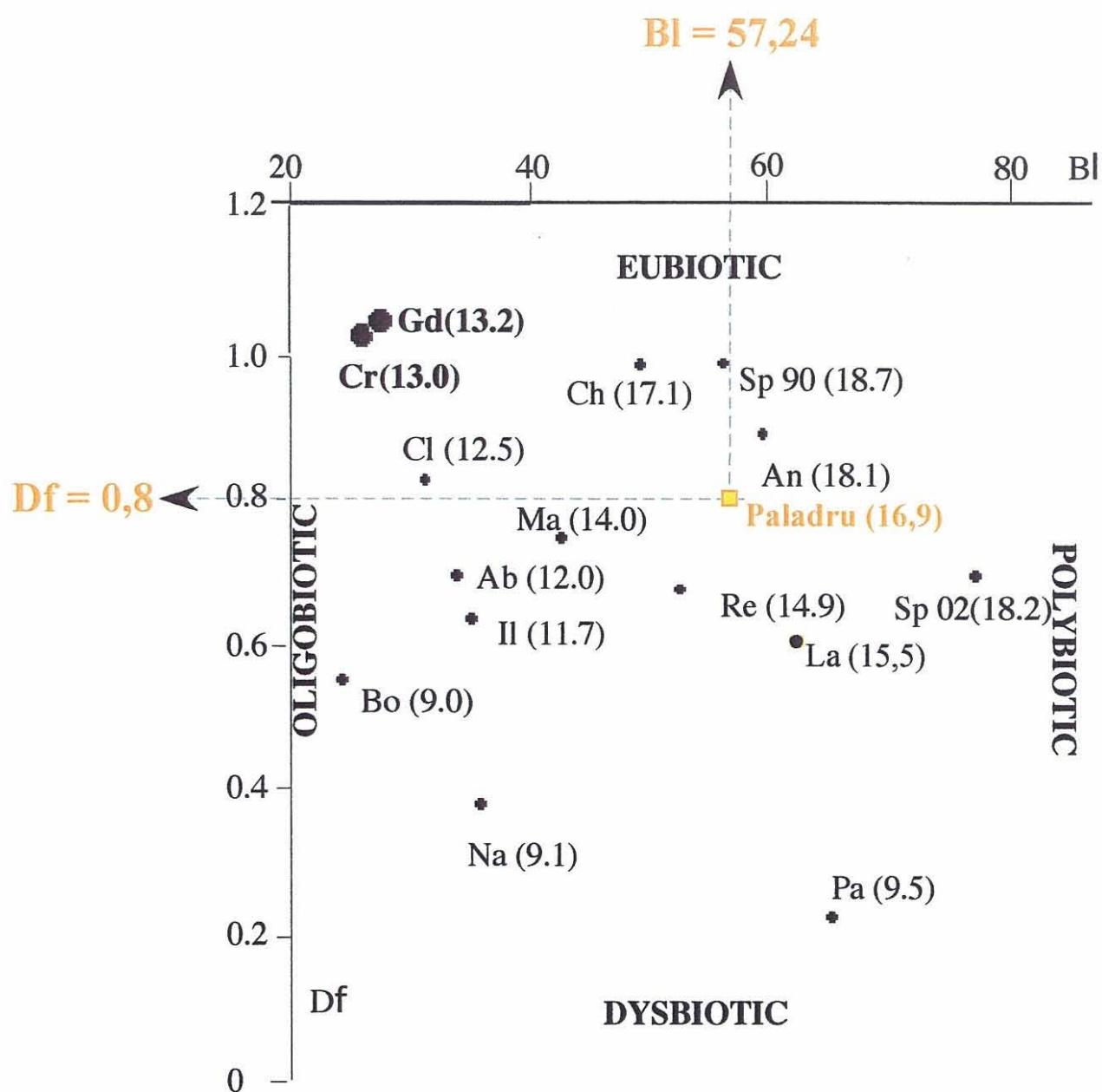


Fig. 5 : comparaison des paramètres constitutifs de l'IBL mis en œuvre sur plusieurs lacs naturels (ISTE, 2004)

Ab	Abbaye	Il	Ilay
An	Annecy	Ma	Gd Maclius
Bo	Bonlieu	Na	Narlay
Ch	Chalain	Re	Remoray
Cl	Clairvaux	Sp	Saint-Point
Cr	Crop	Pa	Pavin
Gd	Grand Domeynon	La	Laffrey

Capacité biogénique du lac de Paladru : IBL

Le lac de Paladru avec un IBL de près de **17/20** est un lac à forte capacité biogénique, classé dans le graphique typologique associé à l'IBL, parmi les lacs **poly-eubiotiques**.

Il est caractérisé par un fort potentiel trophique, en relation avec une forte minéralisation de ses eaux et l'absence de perturbation majeure de la zone littorale mais également par un léger excès de matière organique non transférée aux consommateurs.

Ce dysfonctionnement trophique conduit à une désoxygénation des eaux, mise en évidence par la perte taxonomique relative $\bar{f}$ entre la zone littorale et la profondeur de -25 m et le sous-indice de déficit taxonomique df qui n'atteint pas la valeur maximale souhaitable.

Considérant la forme particulière de la cuvette lacustre, une grande proportion du volume du lac de Paladru est située en dessous de -25 m de profondeur. Ainsi, la désoxygénation relativement modeste, mise en évidence par la perte taxonomique relative ($\bar{f}$) et le sous-indice df , est très probablement le signe d'une désoxygénation plus accentuée qui concerne un volume important du lac (tranche d'eau de -25m à la profondeur maximale).

Conclusion

En l'absence de données antérieures concernant l'IBL du lac de Paladru, il est difficile de conclure quant à l'évolution du potentiel et du fonctionnement trophique du lac.

Actuellement, le lac de Paladru est caractérisé par une zone littorale très propice au développement d'un peuplement macrobenthique à la fois riche et dense et présentant des taxons sensibles à d'éventuelles perturbations.

Ce résultat pourrait être le signe d'une amélioration des conditions mésologiques en zone littorale si l'on se réfère au résultat de l'indice IMOL établi en 1988 dans le cadre d'une diagnose rapide (CEMAGREF, 1988). A cette date, une seule espèce de mollusque était recensée en zone peu profonde (*Pisidium subtruncatum*). Par application de l'IBL en 2006, 4 genres de mollusques, bivalves et gastéropodes ont été recensés en zone littorale - cf. tab. 10 -.

En revanche, le lac de Paladru semble produire (et/ou recevoir) de la matière organique en quantité supérieure à sa capacité d'assimilation. Ce dysfonctionnement trophique souligne la fragilité du lac et l'importance d'identifier et de limiter tout type d'apports exogènes (matières organiques et nutriments).

Les résultats de cette étude peuvent servir d'état de référence dans le cadre d'un suivi de l'évolution des peuplements macrobenthiques selon la méthode de l'Indice Biologique Lacustre.

III.4. Qualité du peuplement phytoplanctonique (GAY & CEMAGREF Lyon, 2006)

Sur l'ensemble des campagnes d'échantillonnage (cf. tab. 10), on observe 4 groupes d'algues¹ qui dominent le peuplement phytoplanctonique : les chrysophycées, les diatomées, les chlorophycées et les cyanophycées.

A l'exception des diatomées et des chrysophycées qui présentent une valeur indicielle (ou note de groupe) faible (respectivement 3 et 5), les deux autres groupes (chlorophycées et les cyanophycées) présentent une valeur indicielle plus élevée (respectivement de 12 à 16). Ces valeurs correspondent à un degré de trophie moyen à élevé, c'est-à-dire à un milieu moyennement à fortement productif.

La présence de cyanobactéries (ou cyanophycées indicatrices d'une eutrophisation prononcée du plan d'eau) s'observe aussi bien en été qu'en début d'automne. Toutefois, le genre dominant (*Aphanothece* sp.) n'est pas décrit dans la littérature scientifique comme étant toxique, à l'inverse des espèces observées par le passé telles que *Microcystis* sp. ou *Oscillatoria* sp.. Il semble même que cet organisme soit fréquemment observé au cours d'un stade intermédiaire dans des plans d'eau ayant fait l'objet de mesures de restauration.

À partir de ces trois campagnes de prélèvement, il est possible de calculer l'**Indice Phytoplanctonique** - cf. tab. 10 -. Ce calcul aboutit à une valeur de 37 qui correspond à un plan d'eau **mésotrophe**, c'est-à-dire moyennement productif.

**Tableau 10 : composition des dominantes du peuplement phytoplanctonique observé dans le lac de Paladru en 2006
(Gay & Cemagref, 2007)**

Campagne	Taxons dominants	Classe d'abondance	Position systématique	Note du groupe	Participation à l'indice phytoplanctonique	Indice planctonique (Ip)
21-juin-06	<i>Cyclotella sp.</i>	1	Diatomées	3	3	18
	<i>Dinobryon divergens</i>	3	Chrysophycées	5	15	
28-août-06	<i>Dinobryon divergens</i>	2	Chrysophycées	5	10	50
	<i>Planctonema lauterbornii</i>	2	Chlorophycées	12	24	
	<i>Aphanothece sp.</i>	1	Cyanophycées	16	16	
5-oct-06	<i>Dinobryon divergens</i>	3	Chrysophycées	5	15	43
	<i>Planctonema lauterbornii</i>	1	Chlorophycées	12	12	
	<i>Aphanothece sp.</i>	1	Cyanophycées	16	16	

Indice phytoplanctonique : 37

IV Situation du peuplement piscicole en 2005-06

IV.1 Cartographie du milieu aquatique – cf. fig. 6 et tab. 11 -

Le découpage de l'espace aquatique en application du protocole prévu a permis de mettre en évidence tout d'abord que la zone littorale du lac de Paladru est de faible superficie (moins de 8% de la surface totale du lac, contre par exemple, 14,8% à Laffrey), ce qui renforce l'idée d'une prise en compte sérieuse et adaptée de ce compartiment dans l'aménagement et la gestion du lac. Sur la zone littorale, il existe dix pôles d'attraction, la majorité étant des fonds nus de nature minérale qui occupent environ 50% de cette zone.

Cependant certains de ces pôles d'attraction n'étaient pas présents (végétation non développée) ou pas prospectables (niveau du plan d'eau trop bas) lors des campagnes de pêche. Enfin, compte tenu de la non maîtrise des droits de pêche par l'AAPPMA de Paladru sur le 1/3 sud ouest, aucun filet n'a été posé sur les pôles de ce secteur, en particulier l'émissaire du lac (Fure, pôle Leff), habitat unique et par conséquent, non prospecté à l'occasion des deux campagnes de pêche.

Remarque : En ce qui concerne plus particulièrement les roselières du lac de Paladru, celles-ci apparaissent aujourd'hui menacées, par l'ensemble des aménagements, publics ou particuliers, qui touche la zone de berge du lac : une cartographie précise a montré que ce type de végétation n'occupait plus que 2,53 km linéaires de berges, (sur un périmètre total voisin de 12 km) le tout étant morcelé en 85 placettes où îlots (Charif, 2007).

IV.2 Espèces capturées –cf. tableau 12 -

Treize espèces de poissons ont été capturées à l'occasion des deux campagnes de pêche aux filets verticaux, six familles étant représentées, les cyprinidés avec le chevesne, les brêmes, commune et bordelière, le gardon, le rotengle et l'ablette, la perche (percidés), le brochet (ésocidés), les salmonidés avec l'omble chevalier et la truite fario de forme lacustre, les corégonidés (corégone) et enfin les cottidés avec le chabot.

Dans les années 1930, Léger ne signalait que 8 à 9 espèces à Paladru, deux étant sous entendues, le rotengle, l'auteur mentionnant la présence de gardons, (ndr : blancs et rousses, comme il était courant d'appeler le rotengle à cette période) et notant par ailleurs la présence de truite fario dans les deux affluents principaux, le Courbon et le ruisseau du Pin : On peut donc logiquement supposer la présence du rotengle et de la truite dans le lac à l'époque de l'établissement de la carte de Léger.

En 1951, la présence de 14 espèces est mentionnée par Millon. Cet auteur établit la liste suivante, omble chevalier, brochet, carpe, tanche, perche chevesne, gardon, rotengle, truite, brème (?). Il fait remarquer enfin deux espèces, selon lui en voie de disparition, le goujon et l'anguille tout comme l'écrevisse autochtone, *Austropotamobius pallipes*.

Si l'on se réfère ensuite à la dernière opération de pêche scientifique (septembre 89 et mai 90), la diversité spécifique apparaît plus élevée aujourd'hui. En effet, l'ablette, la brème commune, le rotengle, l'omble chevalier et le chabot n'avaient pu être capturés lors de ces deux campagnes de pêche. Si la présence de l'ablette et de l'omble chevalier est à relier directement aux actuels efforts de gestion de l'AAPPMA, celle de la brème bordelière est plus probablement indirecte via des déversements d'autres espèces (ablette, tanche, voir fagots de gardons).

Pour le chabot, la capture de deux individus est peut-être le signe tangible de l'amélioration globale de la qualité du milieu aquatique car cette espèce ne fait généralement l'objet d'aucune gestion. Notons que le chabot n'est pas présent dans la partie basale du ruisseau de Courbon, affluent principal du lac, qui a fait l'objet d'un échantillonnage à l'amont direct à deux reprises (CSP, 2000 et présente étude). Aucune donnée n'est en revanche disponible sur le cours amont de ce ruisseau.

Enfin, il faut mentionner la capture de quelques écrevisses américaines (*Orconectes limosus*) alors que ce crustacé n'était jusqu'à présent recensé officiellement dans le plan d'eau.

Au niveau des captures numériques brutes le peuplement du lac de Paladru est dominé par le groupement corégone-perche-gardon alors que sur le plan pondéral, le corégone et la perche dominent même si les biomasses sont plus équilibrées entre l'ensemble des espèces présentes.

IV.3 Analyse des résultats de pêche aux filets :

IV.3.1 Rendements de pêche – cf. tab. 13 et figs. 7 et 8 -

Les résultats des quatre campagnes d'échantillonnage (1989-90 et 2005-06) permettent de constater une situation globalement assez stable avec cependant des distinctions saisonnières. En effet :

Figure 6 : cartographie des pôles d'attraction du lac de Paladru

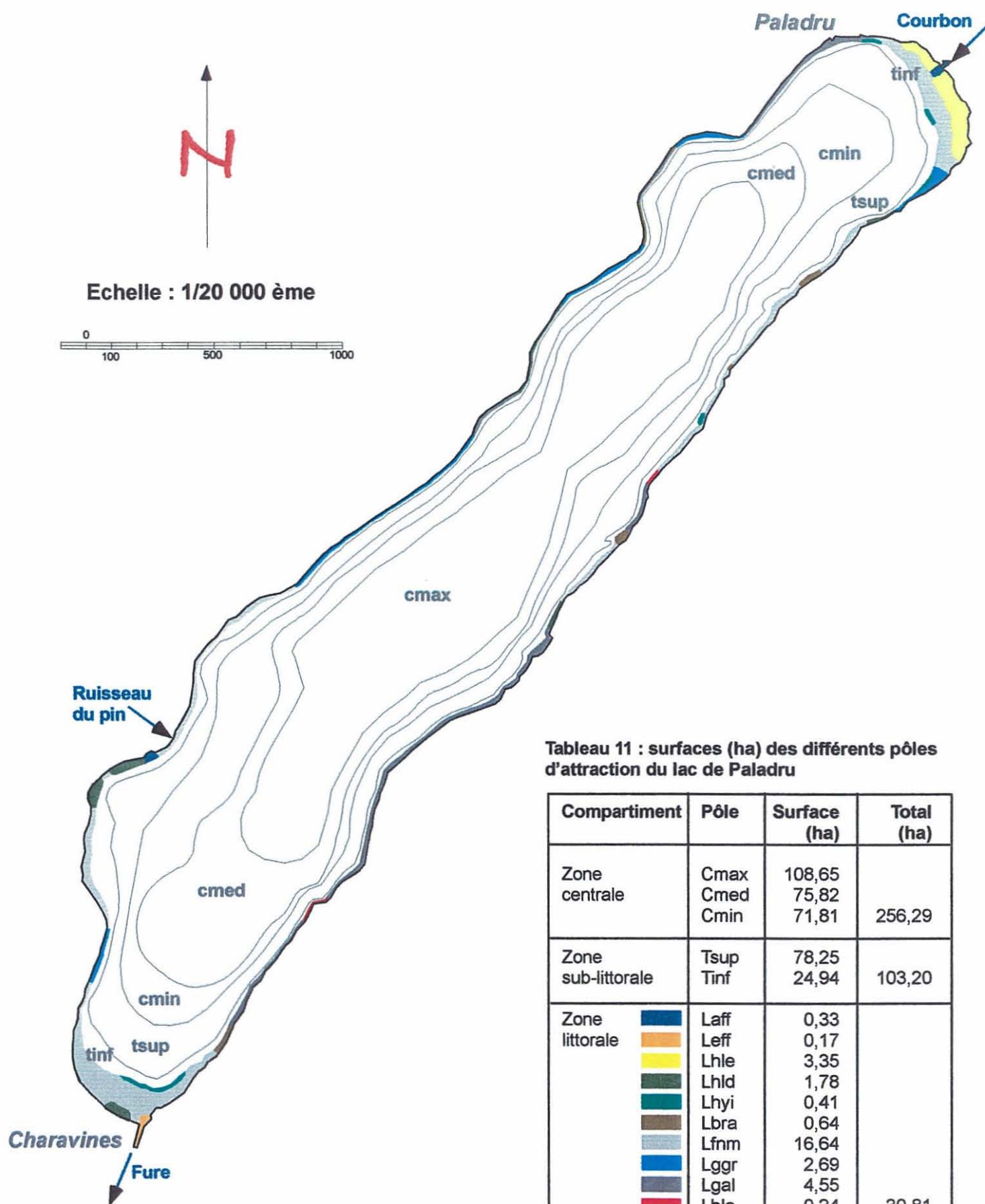


Tableau 11 bis : détail des efforts de pêche mis en œuvre lors de chaque campagne de pêche aux filets verticaux en 2005-06

ZONE	POLE	Détail	Campagne d'automne			Total /pôle	Campagne de printemps			Total /pôle
			8-nov-05	9-nov-05	10-nov-05		30/05/06	31/05/06	1/06/06	
centrale	CMAX	partie la plus profonde du lac (Z = 35-36 m)	504	490	490	1484	490	490	490	1470
	CMED	4/5 de CMAX	406	392	392	1190	406	406	406	1218
	CMIN	3/5 de CMAX	308	308	294	910	308	308	322	938
sublittorale	TINF	parties peu profondes des talus (7 à 9 m)	112	112	112	336	112	112	112	336
	TSUP	parties profondes des talus (15 à 18 m)	224	252	252	728	224	210	210	644
littorale	LAFF	afférence	14	28	14	56	28	28	28	84
	LBLO	blocs avec anfractuosités	non prospectables				28	28	28	84
	LBRA	branchages immergés	28	28	28	84	28	28	28	84
	LFNM	fonds nus minéraux	28	28	28	84	28	28	28	84
	LGAL	galets	28	28	28	84	28	28	28	84
	LGGR	galets et graviers mélangés	28	28	28	84	non prospectables			
	LHLD	hélophytes denses	28	28	28	84	28	28	28	84
	LHLE	hélophytes épars	28	28	28	84	28	28	28	84
	LHYI	hydrophytes à feuilles immergées	28	28	28	84	28	28	28	84
Nombre de batteries mises en œuvre			13	13	13		13	13	13	
Nombre de séquences (EGC)						3				3
Total par séquence (m2 filets verticaux)			1764	1778	1750		1820		1806	
Total pour la campagne (m2 filets verticaux)			d'automne			5292	de printemps			5278

Tableau 12 : Evolution de la diversité et rangs d'abondances spécifiques des poissons du lac de Paladru

Famille	Genre	espèce	Nom commun	Code	1930 Léger enquête	1989 septembre (1) f. classiques et f. verticaux	1990 mai (1) f. verticaux	2005 novembre (2) f. verticaux	2006 juin (2)	STATUT
Cyprinidae	Alburnus	alburnus	ablette	ABL				5		ré-apparition stabilité expansion stabilité stabilité stabilité expansion ?
	Abramis	brama	brème	BRE		4	5	10	6	
	Blicca	bjoerkna	brème bordelière	BRB				3		
	Cyprinus	carpio	carpe	CCO	X		5	11		
	Leuciscus	cephalus	chevesne	CHE	X		6	9	3	
	Rutilus	rutilus	gardon	GAR	X	1	3	1	4	
	Scardinius	erythrophthalmus	rotengle	ROT	?			7		
	Tinca	tinca	tanche	TAN	X	5				
Coregonidae	Coregonus	lavaretus	coregone	COR		2	2	4	2	stabilité
Cottidae	Cottus	Gobio	chabot	CHA				10		ré-apparition ?
Esocidae	Esox	lucius	brochet	BRO	X	5	7	6	7	stabilité
Percidae	Perca	fluviatilis	perche	PER	X	3	1	2	1	stabilité
Salmonidae	Salvelinus	alpinus	omble chevalier	OBL	X			8	5	expansion ?
	Salmo	trutta	truite lacustre	TRL	?		6	11		stabilité
Cambaridae	Orconectes	limosus	écr. américaine	OCL				X	X	?
Nombre total d'espèces sur la campagne considérée						6	8	13	7	
Nombre total d'espèces sur la période considérée						8 à 9	9		13	
Opérateur						Surfaces de filets (m2)				
(1) : S.R.A.E. Rhône-Alpes & CSP Lyon						4866	5126			
(2) : C.S.P. et Fédération de pêche de l'Isère								5292	5278	

Tableau 13 : évolution des résultats bruts et rendements des opérations de pêche aux filets

Année	sep-89		mai-90		nov-05		mai-06	
CODE								
Captures brutes	ind	gr	ind	gr	ind	gr	ind	gr
ABL					16	168		
BRB					95	550		
BRE	5	6705	4	8370	2	6200	1	3200
BRO	1	180	1	980	9	12853	1	258
CCO			4	3200	1	8500		
CHA					2	17		
CHE			2	425	3	5843	8	10323
COR	12	11545	22	24995	50	30760	20	17159
GAR	36	4120	17	1305	199	7719	7	3205
OBL					4	585	3	457
PER	6	665	51	12380	148	27342	46	21569
ROT					6	1610		
TAN	1	105						
TRL			2	3160	1	3000		
Total	61	23320	103	54815	536	105147	86	56171
Pourcentages	% num	% pond	% num	% pond	% num	% pond	% num	% pond
ABL					3,04	0,17		
BRB					18,06	0,56		
BRE	8,20	28,75	3,88	15,27	0,38	6,30	1,16	5,70
BRO	1,64	0,77	0,97	1,79	1,71	13,07	1,16	0,46
CCO			3,88	5,84	0,19	8,64		
CHA					0,38	0,02		
CHE			1,94	0,78	0,57	5,94	9,30	18,38
COR	19,67	49,51	21,36	45,60	9,51	31,28	23,26	30,55
GAR	59,02	17,67	16,50	2,38	37,83	7,85	8,14	5,71
OBL					0,76	0,59	3,49	0,81
PER	9,84	2,85	49,51	22,59	28,14	27,80	53,49	38,40
ROT					1,14	1,64		
TAN	1,64	0,45						
TRL			1,94	5,76	0,19	3,05		
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Rendements surfaciques	ind./1000 m2	gr/1000 m2	ind./1000 m2	gr/1000 m2	ind./1000 m2	gr/1000 m2	ind./1000 m2	gr/1000 m2
ABL					3,0	31,7		
BRB					18,0	103,9		
BRE	1,0	1377,9	0,8	1632,9	0,4	1171,6	0,2	606,3
BRO	0,2	37,0	0,2	191,2	1,7	2428,8	0,2	48,9
CCO			0,8	624,3	0,2	1606,2		
CHA					0,4	3,2		
CHE			0,4	82,9	0,6	1104,1	1,5	1955,9
COR	2,5	2372,6	4,3	4876,1	9,4	5812,5	3,8	3251,0
GAR	7,4	846,7	3,3	254,6	37,6	1458,6	1,3	607,2
OBL					0,8	110,5	0,6	86,6
PER	1,2	136,7	9,9	2415,1	28,0	5166,7	8,7	4086,6
ROT					1,1	304,2		
TAN	0,2	21,6						
TRL			0,4	616,5	0,2	566,9		
Total	12,5	4792,4	20,1	10693,5	101,3	19869,0	16,3	10642,5

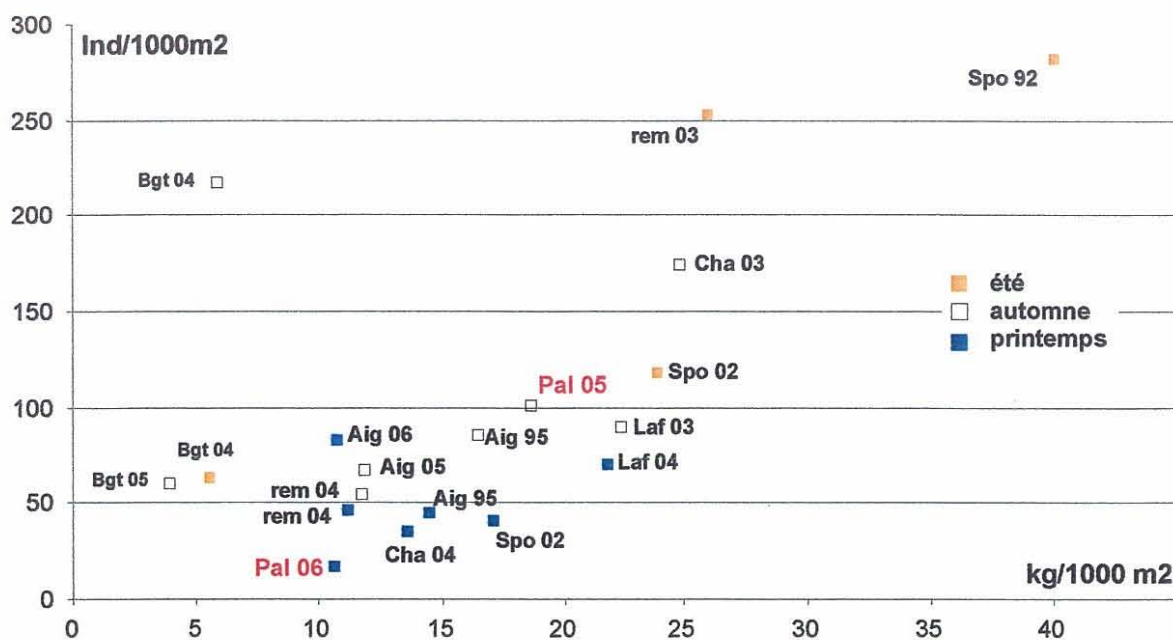


Fig. 7 : comparaison des rendements de pêche obtenus sur différents lacs en application du protocole filets verticaux

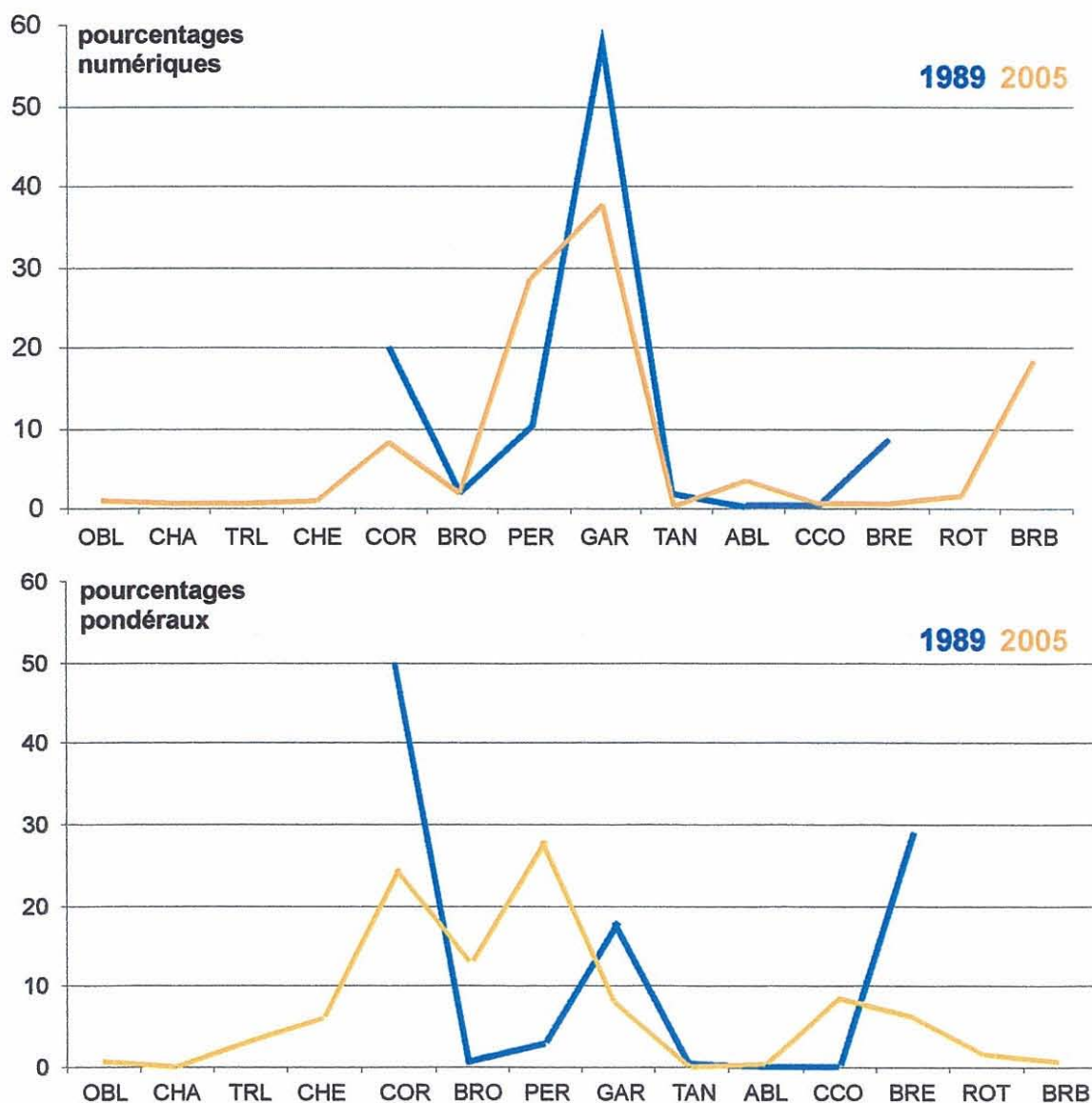


Fig. 8 : évolution de la composition relative du peuplement piscicole du lac de Paladru

- En **automne**, les rendements sont les suivants : **12,5 ind.** et **4,79 kg/1000 m²** en 1989 contre **99 ind.** et **18,58 kg /1000 m²** de filet tendu en 2005 (pour trois séquences complètes d'échantillonnage). Les différences de protocole et notamment le moindre équilibre du jeu de maille mis en œuvre en 1989, (en effet les «petites mailles, 10 et 15 mm») étaient moins représentées dans l'effort de pêche, ne peuvent totalement expliquer les différences des rendements numérique et pondéral de capture.

- Au **printemps 2006**, les rendements sont les suivants : **16,3 ind.** et **10,64 kg/1000 m²** (pour trois séquences d'échantillonnage) contre **20,1** et **10,69 kg /1000 m²** de filet tendu en 1990. Ces rendements constatés aux printemps 1990 et 2006 sont très voisins, mais témoignent de situations différentes. En 1990, le rendement mesuré marquait une bonne conservation numérique et pondérale des effectifs vis-à-vis de l'automne 1989. Les rendements mesurés en 2006 reflètent avant tout les conditions d'échantillonnage très particulières : en effet la météorologie a été très froide, avec des averses de pluie et neige et un épisode de vent conséquent. Les résultats acquis lors de cette seconde campagne de pêche ne sont probablement pas totalement représentatifs du peuplement en place. En outre, les images des populations majoritaires (perche, corégone et gardon) sont certainement incomplètes et ne permettront pas de juger de la conservation des différentes cohortes avec une totale fiabilité.

En comparaison des valeurs observées en application du même protocole d'échantillonnage sur d'autres lacs alpins et jurassiens de gabarit comparable (surface et/ou profondeur – cf. fig. 7) les rendements obtenus à Paladru s'avèrent moyens ou bas suivant les saisons considérées. Si l'on considère le rendement automnal numérique comme le reflet du potentiel de recrutement annuel de l'écosystème (valeur fortement influencée par l'abondance des alevins de l'année), on observe une situation légèrement en de-ça de ce potentiel, notamment pour la perche et le corégone, pouvant témoigner de troubles affectant la reproduction et le développement des jeunes stades de ces espèces.

Le gardon et le brochet affichent des situations qui s'avèrent plus conformes à ce potentiel. Par ailleurs, l'échantillonnage assez tardif (début novembre) pourrait expliquer l'absence d'alevins de rotengles, les eaux s'étant déjà rafraîchies.

En terme d'évolution de la composition relative du peuplement- cf. fig. 8 -, il semble que celle-ci soit en train de glisser vers un type plus «apical» et conforme à son type, ce qui se traduit par la réapparition de l'omble et du chabot, le relatif maintien du brochet, de la truite, du corégone et une amélioration des situations de la perche et du gardon. Parallèlement, des espèces plus basales comme la brème bordelière, le rotengle ou encore l'ablette voient leurs abondances relatives s'accroître. Il est néanmoins nécessaire de tenir compte des efforts de déversements de l'AAPPMA pour expliquer ces abondances et tempérer ce constat.

IV.3.2 Précisions associées – cf. tab. 14 -

La mise en œuvre de trois tendues successives à l'occasion de chaque campagne permet d'une part de s'affranchir de phénomènes aléatoires comme des accidents météorologiques (orages, fortes pluies, coup de vent...) qui peuvent influencer la mobilité du poisson, de sécuriser la probabilité de captures pour certaines espèces en faible densité ou à mobilité variable comme par exemple, le brochet et d'autre part, le calcul d'une valeur de précision qui qualifie la variabilité des résultats obtenus.

Cette précision est donnée par la formule ci-après :

$$\text{Préc.} = \sigma / (m \times \sqrt{n}) \times 1.96$$

Avec	Préc.	=	précision
	σ	=	écart-type des n mesures (n = 3 en automne et fin de printemps)
	m	=	moyenne des n mesures

Les précisions numériques, toutes espèces confondues, associées aux deux campagnes s'avèrent respectivement bonne au printemps (**0.34**) et moyenne en automne (**0.55**) ce qui est assez difficile à expliquer, pour cette dernière valeur car la météorologie a été stable durant cette semaine, cependant 7 des 13 espèces à cette saison (et 4 sur 8 au printemps) ont été capturées en moins de 5 individus, affectant nettement la stabilité des résultats et la précision calculée.

Les précisions pondérales globales sont quant à elles, très bonne en automne (**0.22**) et au printemps (**0.24**) ces dernières étant à l'image des valeurs spécifiques obtenues pour le corégone alors que l'ensemble des autres espèces affichent des précisions médiocres.

IV.3.3 Rapport prédateurs / proies

Cette donnée constitue un indicateur complémentaire de l'état de santé du peuplement piscicole et dans un milieu en bon état, ce rapport se situe dans une gamme de 15 à 20 %. On considère comme prédateurs les espèces ou écophases dont le régime alimentaire est strictement ou à très forte dominance ichtyophage, c'est-à-

Tableau 14 : précisions associées aux captures lors des campagnes de pêche aux filets verticaux sur le lac de Paladru

Campagne d'automne

Campagne de fin de printemps

	Espèce	T1	T2	T3	Moyenne	Ecart-type	Précision	T1	T2	T3	Moyenne	Ecart-type	Précision
Données numériques	ABL	4	5	7	5,33	1,53	0,32						
	BRB	13	21	61	31,67	25,72	0,92						
	BRE	0	0	2	0,67	1,15	1,96	0	1	0	0,33	0,58	1,96
	BRO	3	1	5	3,00	2,00	0,75	0	0	1	0,33	0,58	1,96
	CCO	1	0	0	0,33	0,58	1,96						
	CHA	0	2	0	0,67	1,15	1,96						
	CHE	2	1	0	1,00	1,00	1,13	3	1	4	2,67	1,53	0,65
	COR	12	16	14	14,00	2,00	0,16	7	5	8	6,67	1,53	0,26
	GAR	12	59	126	65,67	57,29	0,99	1	1	5	2,33	2,31	1,12
	OBL	0	2	2	1,33	1,15	0,98	1	0	2	1,00	1,00	1,13
	OCL	3	1	0	1,33	1,53	1,30	1	0	0	0,33	0,58	1,96
	PER	44	56	48	49,33	6,11	0,14	22	11	13	15,33	5,86	0,43
	ROT	2	3	1	2,00	1,00	0,57						
	TRL	0	0	1	0,33	0,58	1,96						
TOTAL		96	167	267	176,67	85,91	0,55	35	19	33	29,00	8,72	0,34
Données pondérales	ABL	32	51	85	56,00	26,85	0,54						
	BRB	61	107	382	183,33	173,58	1,07						
	BRE	0	0	6200	2066,67	3579,57	1,96	0	3200	0	1066,67	1847,52	1,96
	BRO	11500	384	969	4284,33	6255,79	1,65	0	0	258	86,00	148,96	1,96
	CCO	8500	0	0	2833,33	4907,48	1,96						
	CHA	0	17	0	5,67	9,81	1,96						
	CHE	2943	2900	0	1947,67	1686,87	0,98	3455	2480	4388	3441,00	954,08	0,31
	COR	8544	8576	6890	8003,33	964,31	0,14	7502	3861	5796	5719,67	1821,70	0,36
	GAR	705	3284	3678	2555,67	1614,79	0,72	450	40	2715	1068,33	1440,71	1,53
	OBL	0	255	330	195,00	172,99	1,00	315	0	142	152,33	157,75	1,17
	OCL	25	10	0	11,67	12,58	1,22	5	0	0	1,67	2,89	1,96
	PER	6375	13823	7144	9114,00	4096,20	0,51	11567	6488	3514	7189,67	4072,09	0,64
	ROT	1345	252	13	536,67	710,16	1,50						
	TRL	0	0	3000	1000,00	1732,05	1,96						
TOTAL		40030	29659	28691	32793,33	6285,80	0,22	23294	16069	16813	18725,33	3974,03	0,24

dire pour le cas présent, au lac de Paladru, les brochets et perches de plus de 25 cm. Observons que les chevesnes de grande taille, comme ceux qui ont pu être capturés, peuvent être intégrés à cet ensemble.

Les résultats observés permettent d'afficher des situations saisonnières assez voisines que l'on intègre (39,9 % en fin de printemps et 42,8 % en automne) ou non (21,7 % en fin de printemps et 36,8 % en automne) les cohortes de gros chevesnes capturés en ces deux occasions. Observons que ces gros chevesnes se nourrissent plutôt aux dépens de l'écrevisse américaine que d'alevins d'autres espèces : ces valeurs donnent l'image d'un déséquilibre trophique assez marqué.

IV.4 Distribution spatiale des captures

IV.4.1 Distribution spatiale horizontale ou en plan – cf. tabs. 15 et 16, fig. 9 et annexe 3 -

L'examen de la répartition horizontale des captures, dans un premier temps entre les grands compartiments du plan d'eau, zones centrale, sublittorale et littorale fait ressortir :

- En novembre, la majorité des individus ont été capturés sur la zone sublittorale, espace de transition entre la pleine eau et le littoral où l'on observe par ailleurs la plus grande diversité : ce sont essentiellement des jeunes gardons et des perches. La zone littorale est peu fréquentée ce qui est assez classique à cette époque. La zone pélagique, bien que peu densément fréquentée, abrite plus de la moitié de la biomasse totale capturée, du fait de la présence des corégones sur cette unique zone.

- En mai-juin, compte tenu des conditions météorologiques, la majorité des captures sont situées dans la zone pélagique et à peu près de façon équitable entre les zones sublittorale et littorale.

Tableau 15 : distribution spatiale des effectifs et biomasses relatifs observés durant les deux campagnes.

Zone	Effectifs		Biomasses	
	2005 automne	2006 printemps	2005 Automne	2006 printemps
pélagique	27,59	43,67	53,96	50,03
sublittorale	54,26	26,44	24,32	23,00
littorale	18,15	29,89	21,72	26,97
TOTAL	100	100	100	100

La remise à niveau des captures par séquence, constatées à l'occasion des deux campagnes nous permet de confirmer les observations ci-dessus, à savoir la forte prédominance de fréquentation de la zone sublittorale et, a contrario, le peu de captures sur la zone littorale. Les densités de captures sur cette zone sont parmi les plus faibles mesurées en application du protocole filets verticaux (CISALB & UFC, 2006). Sur ce compartiment, les poissons recherchent, en automne les abris, notamment à proximité des branchages et hydrophytes immergés. En revanche, les pôles qui exerçaient une forte attractivité vis-à-vis de la faune piscicole, comme l'afférence, les hélophytes denses où hydrophytes immergés sont nettement moins fréquentés, ce qui est à rapprocher, pour ces derniers de leur développement encore inachevé. A l'inverse, les blocs, non prospectés à l'automne, se révèlent être un bon abris vis-à-vis des mauvaises conditions météorologiques.

IV.4.2 Distribution verticale des captures – cf. figs. 10 et 11 -

En automne :

Les captures ont été essentiellement réalisées dans la strate supérieure du plan d'eau dans l'épi- et le métalimnion ; mais selon les profondeurs des distinctions apparaissent :

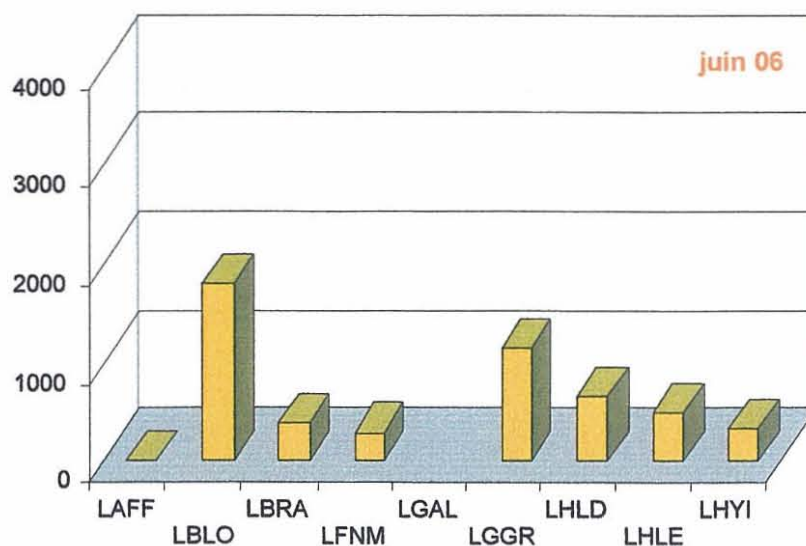
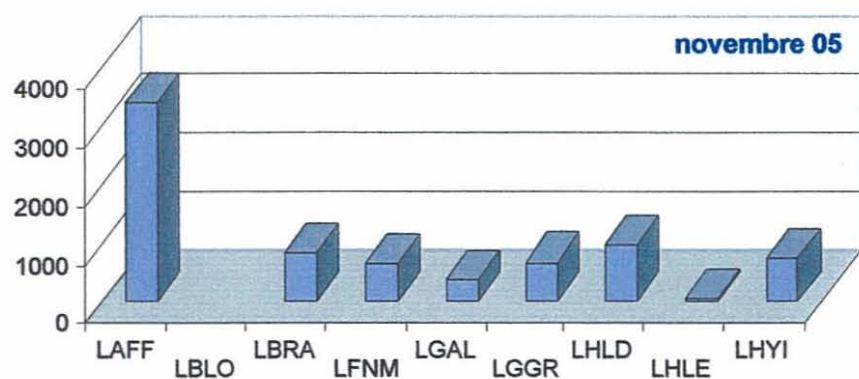
Sur le pôle Cmax, le maximum de fréquentation se situe dans le métalimnion, où l'on trouve des corégone et des gardons, les quelques perches étant plutôt dans l'épilimnion. Sur les pôles Cmed et Cmin, la composition spécifique est plus variée, les corégones sont plus rares, y compris dans les profondeurs, les perches se rapprochent de l'hypolimnion, où apparaissent les quelques ombles capturés. Le brochet fréquente l'ensemble de la strate superficielle alors que le rotengle demeure en surface.

A mesure que l'on se rapproche des zones de forte pente (Tsup et Tinf), l'effet d'attractivité des tombants se confirme vis-à-vis des perches et des gardons mais aussi des brèmes bordelières.

Tab. 16 : répartition en plan des captures numériques et pondérales durant les campagnes d'automne 2005 et début d'été 2006

		nov-05			mai/juin-06		
Zone	Pôle	Variété	Nb./séq.	Gr./séq.	Variété	Nb./séq.	Gr./séq.
Zone centrale	CMAX	4	21,3	8357,67	3	5,3	2645,3
	CMED	6	10,3	3922,67	4	3,7	3027,3
	CMIN	9	18,0	6636,67	4	3,7	3695,7
Zone sub-littorale	TSUP	9	82,3	6186,33	4	5,7	2515,3
	TINF	7	15,3	2340,67	3	2,0	1791,7
Zone littorale	LAFF	3	1,0	3400,33	0	0	0
	LBLO				2	1,3	1799,7
	LBRA	3	6,0	806,67	1	1,0	372,3
	LFNM	4	5,3	654,00	2	0,7	286,0
	LGAL	4	4,0	352,67			
	LGGR	4	4,3	663,67	2	1,0	1135,0
	LHLD	3	1,0	982,00	2	1,3	644,0
	LHLE	2	1,0	23,67	1	2,3	490,7
	LHYI	5	10,0	733,67	2	1,0	322,3
Moy. littorale			4,1	952,1		1,1	721,4

Fig. 9 : comparaison des biomasses globales (gr./séquence) échantillonnées sur chaque pôle d'attraction de la zone littorale durant les campagnes d'automne 2005 et début d'été 2006



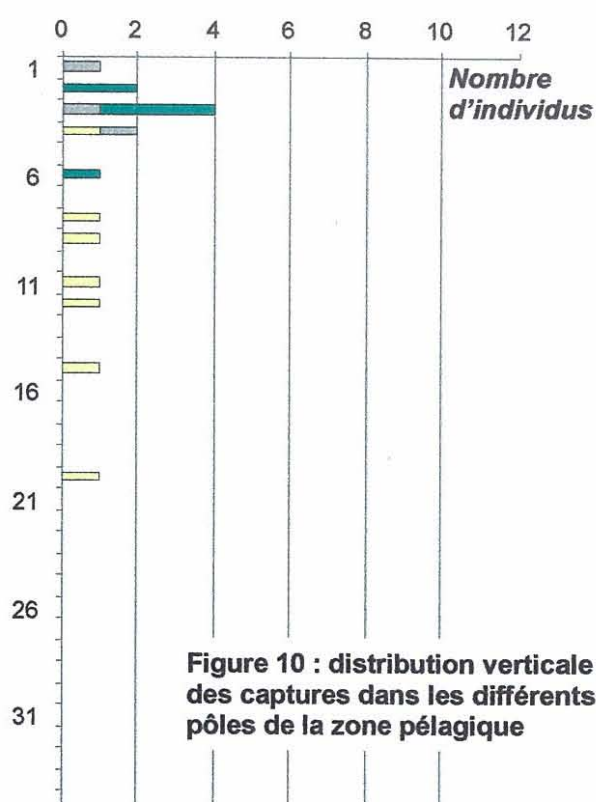
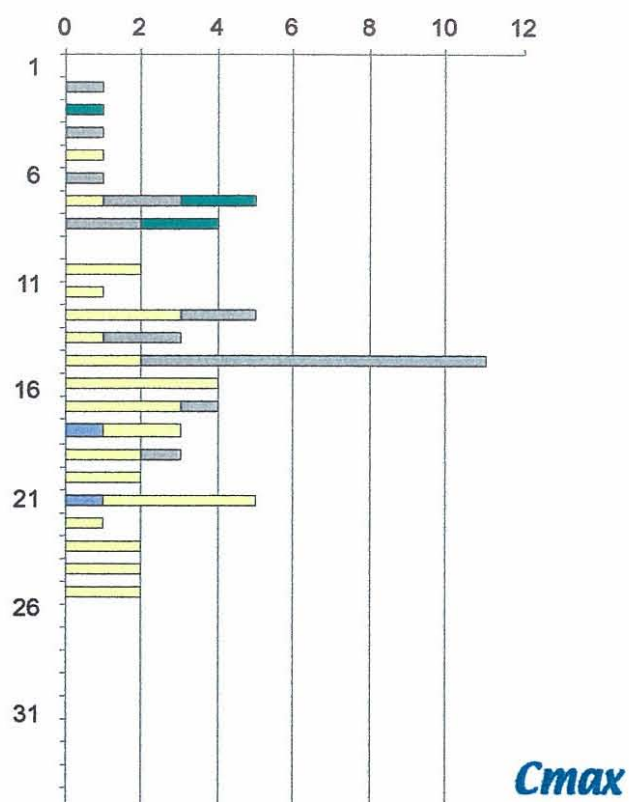
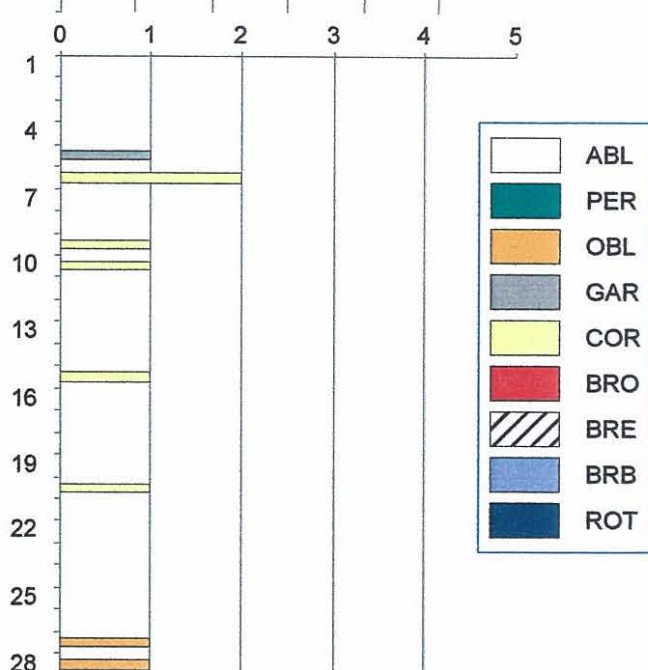
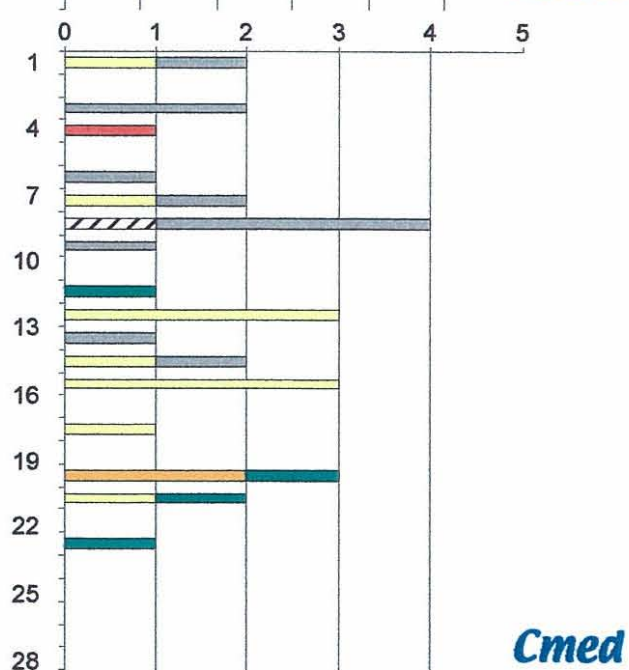


Figure 10 : distribution verticale des captures dans les différents pôles de la zone pélagique

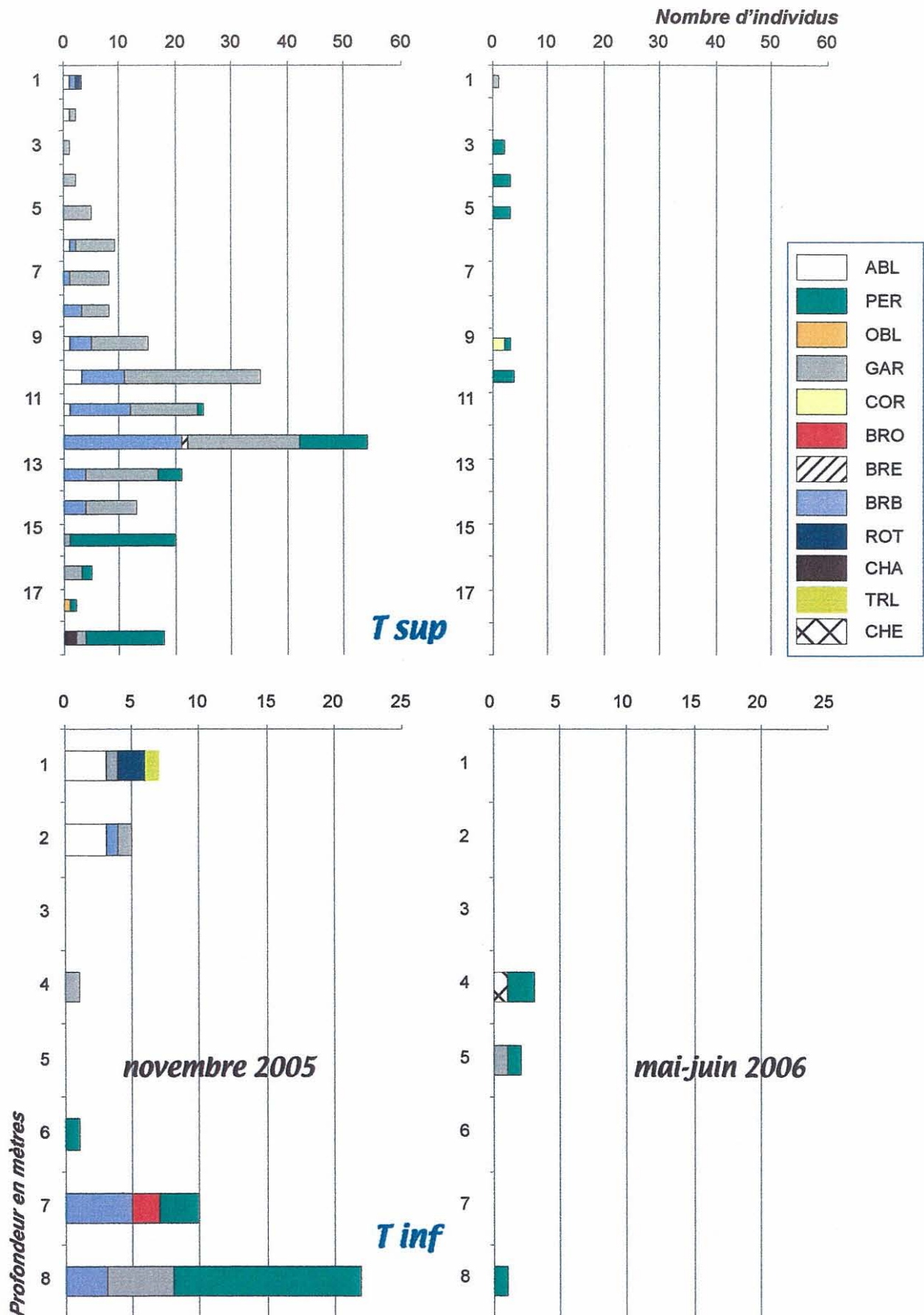


Profondeur en mètres

novembre 2005

mai-juin 2006

Fig. 11 : distribution des captures dans les zones sub-littorales



En ce qui concerne les valeurs critiques pour les espèces sensibles que sont le corégone (4 mg/l) et l'omble chevalier (6 mg/l), elles se situent respectivement à 27 et 22 m.

Pour le corégone, qui ne fréquente que la pleine eau et préférentiellement le pôle le plus profond (Cmax), la grande majorité des individus se positionne entre 10 et 25 m, c'est-à-dire en conformité avec des teneurs supérieures à 4 mg/l, mais aussi dans une gamme de température comprise entre 12 et 6°C.

Les teneurs en oxygène dissous, mesurées en été et automne au point de plus grande profondeur, obligeraient l'omble à se positionner au-dessus de 22 m : la zone comprise entre 22 et 35 (une épaisseur de 13 m) ne correspond pas à la gamme de confort pour cette espèce. L'omble préfère l'hypolimnion des pôles de profondeurs intermédiaires (Cmed et Cmin) voir de la zone sublittorale (Tsup). Le déficit d'oxygénation observé à Paladru contraint l'omble à se maintenir dans une strate supérieure, normalement dévolue au corégone, il peut donc subvenir une compétition trophique entre ces deux espèces : cette compétition tourne en général à l'avantage du corégone, légèrement plus tolérant que l'omble.

Les gardons fréquentent tous les pôles de pleine eau, se maintenant dans la partie superficielle (épi- et métalimnion) de la zone pélagique profonde et pouvant descendre jusqu'à la strate benthique dans la zone pélagique intermédiaire.

Curieusement, au niveau de la zone sublittorale (Tsup et Tinf), les trois premiers mètres sous la surface sont relativement peu fréquentés au contraire des zones proches, à la fois du fond et des parois : à ce niveau les perches et gardons dominent largement.

En fin de printemps :

Le refroidissement net et les forts vents ayant affecté le bassin de Paladru durant la semaine d'échantillonnage ont généré des courants de surface et des conditions défavorables au maintien du poisson : par le fait, ils ont entraîné un remplacement des poissons éloigné de la zone superficielle (2 à 3m) sur tous les pôles d'attraction.

Les faibles températures de surface ont en outre freiné ou réduit la mobilité des espèces thermophiles, comme le rotengle, le gardon, normalement en cours de reprise d'activité à cette époque. Compte tenu des conditions d'oxygénation correctes jusqu'au fond à cette période, les quelques poissons capturés l'ont été sur toute la colonne d'eau, dans les pôles intermédiaires (Cmed et Cmin) : corégones, perches et gardons. Au niveau des pôles sublittoraux, les captures ont été minimales (nulles certains jours).