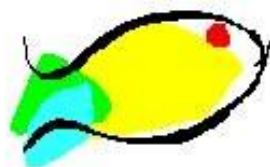


LE LAC D'AIGUEBELETTE

Evolution du peuplement piscicole (campagne 2005-2006)



Conseil Supérieur de la Pêche



INTRODUCTION

L'ensemble des problématiques affectant la qualité du lac d'Aiguebelette, se traduisant par des dysfonctionnements plus ou moins sérieux dans les années 1970 à 80 ont amené une prise de conscience du caractère patrimonial de ce plan d'eau, de l'intérêt général qu'il y aurait à en conserver et restaurer la qualité globale.

Ainsi, au début des années 1990, une procédure de Contrat de Bassin Versant a-t-elle été initiée pour le lac d'Aiguebelette avec le but prioritaire d'améliorer l'assainissement des communes du bassin hydrographique mais aussi, d'accroître les connaissances de tous les compartiments de l'écosystème lacustre ou encore de prendre en compte certains paramètres naturels du fonctionnement comme le battement de niveau, influencé par l'aménagement hydroélectrique de La Bridoire.

Dans ce contexte de caractérisation de l'état fonctionnel du milieu aquatique, le peuplement piscicole avait fait l'objet, sur l'initiative des pêcheurs de l'A.A.P.M.A d'Aiguebelette, d'une étude approfondie basée sur quatre campagnes de pêche aux filets verticaux selon un protocole standardisé d'échantillonnage, réalisées en 1995-96.

Aujourd'hui, un grand nombre d'actions ayant pour objectif l'amélioration de la qualité des eaux du lac ont été mises en œuvre dans le cadre du Contrat de Bassin Versant et dans l'intervalle de temps écoulé depuis 1995, la concession de la chute hydroélectrique de la Bridoire a été renégociée, ce qui été l'occasion d'une discussion de la gestion annuelle du niveau du plan d'eau par de nombreux partenaires.

Ce premier contrat de bassin versant arrivant à terme, une étude d'évaluation est actuellement menée afin de mesurer les efforts accomplis ainsi que les bénéfices acquis. Cette étude concerne l'ensemble des compartiments, physiques, physico-chimiques, biologiques et piscicoles du lac mais aussi de ses tributaires.

Le présent document, mené à l'initiative de la Communauté de Communes du Lac d'Aiguebelette, gestionnaire du Contrat de Bassin rapporte les résultats du volet piscicole de cette étude bilan. Il reprendra la quasi totalité des points abordés initialement de façon à systématiser la comparaison des données initiales et finales.

1 Présentation du lac d'Aiguebelette

1-1 Généralités et contexte :

– cf. tableau 1 et figure 1 : localisation du lac d'Aiguebelette -

Le lac d'Aiguebelette, plan d'eau naturel d'origine tectono-glaciaire est situé sur le territoire des communes d'Aiguebelette-le-Lac, Ayn, Lépin-le-Lac, Nances et Saint-Alban-de-Montbel dans le contexte géographique de l'avant pays savoyard. Cette position géographique lui confère une situation intermédiaire entre les lacs jurassiens et strictement alpins.

Il s'agit d'un plan d'eau profond ($Z_{max} = 71$ m) dont la morphologie est complexe avec notamment l'existence de cinq bassins sous lacustres (71,1, 46,5, 43,5, 29,6 et 20,4 m), une découpe rivulaire assez peu marquée mais des contextes périlacustres différents selon que l'on se situe à est (falaises du massif jurassien de l'Epine) ou à l'ouest (collines du lac constituant le rebord oriental de l'anticlinal jurassien du Mont-Tournier) et la présence de deux îles de dimensions modestes mais qui ajoutent un intérêt écologique et paysager indéniable au site.

Le lac d'Aiguebelette est considéré comme monomictique à dimictique du 1^{er} ordre ;

Les ceintures végétales sont assez peu marquées à l'heure actuelles et essentiellement constituées de roselières et nupharaies. A noter l'existence de fonds nus où plats de surface importante qui occupent la majorité de la zone littorale ($Z < 2$ m) du lac.

Les apports hydrologiques au lac transitent par une dizaine de ruisseaux (bassin versant total de 41,5 km²) dont les trois principaux sont la Leysse de Novalaise et dont l'ensemble des apports a été estimé à 1,4 m³/s (SILENE, 1994). A ce débit il conviendrait d'ajouter ceux provenant des petits bassins résiduels (17,3 km²) et des résurgences sous lacustres issues du massif de l'Epine.

L'occupation des sols dans le bassin versant topographique du lac d'Aiguebelette s'avère essentiellement forestière (46,8 %), prairiale (32,9 %), les surfaces de culture ne couvrant que 3,4 % tandis que les « surfaces urbanisées » n'occupent que de 8,6 %. La densité de population est faible, voisine de 75 hab./km².

Tableau 1 : caractéristiques géographiques et morphologiques du lac d'Aiguebelette

Plan d'eau	Superficie	ha	545,1
	Volume	Mm3	166,5
	Profondeur maximale	M	71,1
	Profondeur moyenne	M	30,6
	Longueur maximale	km	3,75
	Largeur maximale	km	1,98
	Temps de séjour	mois	36
	Altitude (moy. 1999-2006)	NGF	373,74
	Amplitude du marnage	M	0,95
Bassin versant	Surface dominante géologique	Km2	58,4 Calcaire
Tributaires principaux	Leysse de Novalaise	m3/s	0,85
	Gua	m3/s	0,25
	Tuilierie	m3/s	0,1

Le lac est en proie à trois usages principaux qui sont la production d'énergie hydroélectrique, la fourniture d'eau potable et des activités de tourisme et sports divers.

La production d'énergie hydroélectrique se fait au détriment des fluctuations naturelles du niveau du plan d'eau depuis 1911. Le niveau du lac oscille entre les côtes 373,27 et 374,40 pour une côte moyenne calculée (sur la période 1999-2006) de **373,73**.

L'amplitude moyenne actuelle des variations est donc de **0,95 m** (1,1 m en amplitude maximale). Du fait de l'évolution des référentiels de repérage altitudinal, ces fluctuations sont difficilement reliables aux variations naturelles où encore à celles qui prévalaient avant le renouvellement de la concession de la chute hydroélectrique de la Bridoire.

Les prélèvements pour l'adduction d'eau potable, constituent un autre usage important de l'eau du lac. Le volume annuel total prélevé dans le lac d'Aiguebelette est d'environ 680 000 m³.

Enfin, l'usage du lac pour différentes activités de loisirs, nautisme, pêche, baignade (7 zones aménagées), camping (13 campings situés à proximité plus ou moins directe du lac), aviron (le lac est une des bases nationales d'aviron) a entraîné l'apparition de nombreuses structures, de façon plus ou moins coordonnée mais dont la fréquence a contribué à une certaine artificialisation de la zone littorale du lac et plus précisément de l'interface eau-sol.

Cette artificialisation, associée à une fluctuation non naturelle du niveau du lac, fait qu'une attention particulière sera portée à l'état fonctionnel de ce compartiment du plan d'eau, en particulier pour les cyprinidés, la perche et le brochet

1-2 Caractéristiques physiques de l'eau de surface du lac d'Aiguebelette

- cf. figures 2a à 2d : évolution annuelle de la transparence, la température et de l'oxygénation de l'eau de surface du lac -

Les données émanant du suivi allégé du lac (CTLB, 2005-06) montrent une amplitude thermique marquée avec un minimum en janvier (4,56 +/- 0,63 °C) et un maximum en juillet (24,88 +/- 0,56 °C), cette dernière période correspondant à un minimum d'oxygénation (8,87 +/- 0,15 mg/l O₂). Les teneurs moyennes mesurées en O₂ dissous de surface vont de 8.87 +/- 0.47 en juillet à 10.69 +/- 0.14 mg/l en avril..

Contrairement à une idée reçue, les valeurs d'oxygénation moyennes calculées pour les mois de janvier et février sont relativement faibles, entraînant une sous-saturation de l'ordre de 25%.

1-3 Evolution de la qualité physico-chimique du lac d'Aiguebelette

Le lac d'Aiguebelette fait l'objet d'un suivi régulier depuis 1988 par la CTLB. Auparavant, nous disposons de données datant de l'entre-deux guerres (HUBAULT, 1947) et du milieu des années 1970 (SRAE Rhône-Alpes, 1977). Malgré cette abondance d'informations techniques, il est délicat de faire ressortir des tendances évolutives nettes, basées sur des mesures réellement comparables, en particulier pour ce qui concerne les nutriments comme le phosphore ou l'azote. Or ceux-ci contribuent notablement à l'état trophique du plan d'eau, à l'apparition de dysfonctionnements biologiques et par conséquent, piscicoles : on peut citer en particulier, les phénomènes de surproduction algale dans l'épi- et le métalimnion, la désoxygénation plus ou moins chronique de l'épilimnion profond...

1-3-1 Evolution récente de l'état du lac (CTLB et DRUART, 2006, période 1988-2005)

Sur cet intervalle de temps, les mesures ont été régulières que ce soit en fréquence, paramètres ou dans une moindre mesure, en techniques analytiques, il semble donc intéressant de relater les tendances qui ont pu être observées. Il en ressort :

- que les concentrations en azote sont assez stables autour d'une valeur médiane de **0,43 mg/l**, ce qui est faible en valeur absolue.

- qu'il existe une grande difficulté à tirer des enseignements sur l'évolution du phosphore total, notamment sur la période de fin d'hiver, mais que cette difficulté résulte essentiellement des techniques analytiques, en particulier du seuil de détection retenu (**0,02 mg/l**), la très grande majorité des données concernant le lac se situant en deçà de ce seuil.

- que les teneurs en chlorures tendent à diminuer assez significativement depuis le début des années 1980.

- que les teneurs en chlorophylles (aujourd'hui voisines de **2 µg/l**) indiquent une légère amélioration et que corrélativement, la transparence moyenne annuelle tend à s'élever

- que les indices fonctionnels, ayant trait à la sursaturation épilimnique et à la sous-saturation de l'hypolimnion profond (60 m) ne montrent pas de détérioration depuis 1988.

Les observations sur le phytoplancton (DRUART, 2006) montrent une diminution nette de la biomasse phytoplanctonique moyenne en 2005 (902 contre 3073 µg/l en 2004) et corrélativement une augmentation conséquente de la richesse spécifique. Cependant, un développement de cyanobactéries intervient toujours en fin d'automne-début d'hiver mais le taxon, *Aphanocapsa delicatissima*, auparavant dominant, semble avoir disparu en cette année 2005. Observons que ces conclusions apparaissent concordantes avec les conclusions de la CTLB, augmentation de transparence, diminution des concentrations moyennes en chlorophylle a...

En conclusion, sur cette période, il est considéré que le lac affiche une légère amélioration de son niveau trophique (transparence et chlorophylle a) et une stabilisation pour les fertilisants (azote et phosphore) et l'oxygène.

1-3-2 Evolution à long terme (CTLB, 2006, 1994, SRAE, 1977 & HUBAULT, 1947)

Bien que l'évolution récente du lac soit délicate à mettre en évidence, il nous a semblé intéressant de remettre en perspective, certains des paramètres ci-dessus analysés aujourd'hui avec les valeurs des périodes antérieures. Nous avons donc retenu comme périodes d'évaluation, les périodes « anciennes », 1936-37 et 1974-76, puis le début des années 90, 1991-93 et enfin les années 2003-06, pour lesquelles des valeurs de température, d'oxygénation de l'épi- et de l'hypolimnion, de sursaturation, de transparence, d'azote nitrique et de phosphore totale, de chlorophylle a sont comparées. – cf. tableau 2 : évolution de quelques paramètres caractéristiques de la qualité des eaux du lac d'Aiguebelette -

Sur la **température**, le réchauffement des eaux de surface est assez net puisque l'on est sorti en 2003-06 de la gamme des valeurs courantes observées en 1936-37, sans pour autant que les valeurs de fond soient modifiées. Notons que ces dernières sont à relier à l'existence d'un mélange hivernal, qui dépend de la température de surface, qui doit tendre vers 4°C pour provoquer le brassage, or cette situation est intervenue à deux reprises sur la période 2003-06.

La **transparence**, semble revenir à des valeurs voisines de celles qui étaient observées dans les années 76-76, - cf figure 3 – sans pour autant atteindre les valeurs de 1936-37. Il semble bien cependant que les valeurs de fin d'été soient plus élevées que dans les années 1990 et par ailleurs, qu'une variabilité beaucoup plus faible soit associée aux moyennes mensuelles calculées sur les deux dernières périodes.

La **sursaturation de l'épilimnion**, semble elle-aussi afficher des valeurs courantes moins élevées que dans les années 90, les valeurs courantes mesurées se situant entre 110 et 150 % contre 150 à 180 % au début des années 1990. Les valeurs antérieures n'étant toujours pas ré-atteintes.

Les **concentrations en O2 dissous de l'hypolimnion profond** doivent être jugées avec circonspection, en particulier, est-il prudent d'éviter de réaliser des comparaisons sur les valeurs mesurées à proximité directe du fond pour s'affranchir de la demande directe liée à la qualité du sédiment. Nous ne retiendrons donc que les valeurs mesurées à -40, -50 et -60 m –cf. figure 4 ; évolution des concentrations en oxygène de l'hypolimnion -.

- A **-60 m**, l'amélioration est assez nette par rapport aux années 91-93 puisque l'on est revenu à des valeurs courantes voisines de **3 mg/l** contre **0,5** à cette précédente époque et **0,7 mg/l** en 1974-76. Mais à cette profondeur, des pointes de désoxygénation quasi totale existent encore.
- A **-50 m**, il semble que la situation s'améliore là-encore, puisque de **3,6** (1974-76) puis **2 mg/l** (1991-93) en valeur courante, on soit revenu à **4,5 mg/l** à l'heure actuelle, ce qui est toujours inférieur aux données de 1936-37, **7,3 mg/l** (valeur ponctuelle de fin d'été). Notons que cette valeur actuelle autorise le retour du corégone jusqu'à cette profondeur ce qui n'était pas le cas, sauf à l'état initial. Cette amélioration des valeurs courantes ne doit cependant masquer les pointes, qui elles demeurent inférieures d'une part à ce seuil de 4 mg/l et d'autre part au minimum observé durant l'étude de 1974-76.
- A **-40 m**, Le constat est similaire à celui réalisé dans la tranche inférieure. On est revenu à une gamme de valeurs courantes de l'ordre de **5 mg/s** avec des pointes de **2,6 mg/l**, alors que ces valeurs courantes n'étaient que de **3,5** (1991-93) et **4 mg/l** (1974-76). Les minima de 1936-37 et 1974-76 (respectivement 6,4 et 3,8 mg/l) ne sont dépassés à l'heure actuelle.

Les valeurs d'**azote nitrique** ne semblent pas avoir subi d'évolution nette sur les quatre périodes où des données sont disponibles, de l'ordre de **0,4 mg/l**. Observons que ces valeurs sont faibles dans l'absolu, notamment si on les compare à celles qui ont pu être mesurées à Paladru, où des concentrations comprises entre 5 et 10 mg/l (avec des pointes dépassant 15 mg/l) sont couramment relevées.

Les valeurs de **phosphore total**, semblent se stabiliser à l'heure actuelle en de-ça des seuils analytiques de détection (**0,02 mg/l**) alors qu'elles ont connu un pic au début des années 1990. Néanmoins, l'évolution des protocoles analytiques ne permet pas d'apprécier réellement les teneurs actuelles à leur juste niveau.

Enfin les teneurs en **chlorophylle-a**, pour lesquelles nous ne disposons pas de données antérieures à 1998 affichent une réduction très nette des valeurs courantes et des pointes mesurées ce qui est cohérent avec les constats effectués en matière de transparence et de sursaturation de l'épilimnion.

1-3-3 Micropollution du lac d'Aiguebelette (AE RM &C, 2006)

La contamination de l'eau et du sédiment profond du lac (au point A, Z = 71 m) a été évalué en 2005, dans le cadre d'une recherche générale de 200 substances dangereuses sur un grand nombre de plans d'eau et cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée. – cf. tableau 3 : résultats inventaire substances dangereuses –

Tableau 3 : liste des substances dangereuses identifiées dans l'eau et le sédiment du lac d'Aiguebelette en 2005 (AE RM &C, 2006)

Type	Libellé	Eau microg/l	Sédiment mg/kg MS
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	3,4-Benzofluoranthène	< LQ	96
	3,4-Benzopyrène	< LQ	34
	Benzo(g,h,i)perylène	< LQ	44
	Benzo(k)fluoranthène	< LQ	40
	Fluoranthène	< LQ	112
	Indeno(1,2,3-cd)pyrène	< LQ	80
	Naphtalène	0,04	< LQ
Eléments minéraux	Arsenic et composés minéraux	< LQ	15,7
	Baryum	13 et 11	145
	Béryllium	< LQ	1
	Bore	< LQ	27,7
	Cadmium et composés	< LQ	1
	Chrome	< LQ	40,3
	Cobalt	< LQ	9,5
	Cuivre	3	13,7
	Cyanures	5	< LQ
	Etain	< LQ	2,7
	Nickel	< LQ	20
	Phosphore total	0,013 et 0,008	< LQ
	Plomb	< LQ	35,9
	Tellure	< LQ	8,3
	Titane	< LQ	1093
	Vanadium	< LQ	43,9
	Zinc	< LQ	82,2
Organostaniques	Tétraabutylétain	0,023	32

Les éléments identifiés sont essentiellement des composés minéraux métalliques et des hydrocarbures aromatiques polycycliques qui apparaissent sur la strate superficielle du sédiment profond. Les valeurs mesurées en plomb, chrome et cadmium mais aussi pour certains HAP dépassent les seuils de dangerosité (apparition d'effets) pour la faune aquatique.

Cependant, il faut noter que, pour le plomb, les valeurs antérieures au point de plus grande profondeur sont, soit cohérentes avec cette mesure de 2005 (LEDYS, 1979, 34 ppm Pb au point A) soit très inférieures aux observations du CEMAGREF (in BLAKE, non daté, Pb = 76 ppm au point A).

Enfin, il faut préciser que, dans une démarche connexe à l'étude du peuplement piscicole, des recherches de métaux ont été réalisées dans les sédiments superficiels des deltas des principaux affluents du lac. La méthodologie en sera détaillée dans le paragraphe méthodologie d'étude des sédiments des affluents du lac.

En conclusion la qualité actuelle du lac d'Aiguebelette semble en sensible amélioration pour certains paramètres déterminant de la vie piscicole comme l'oxygène dissout mais parallèlement l'évolution des apports en nutriments azotés et surtout phosphorés demeure objectivement très délicate.

En outre il apparaît que des micropolluants de type métallique ou HAP présentent des concentrations inquiétantes dans le sédiment profond du lac : ces éléments affichent des teneurs qui sont de nature à modifier les processus biologiques dans ce compartiment essentiel de l'écosystème lacustre.

2 Méthodologies d'étude de l'ichtyofaune et des autres compartiments

2-1 –L'ichtyofaune lacustre

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 bis

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 1 -, 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 partout où ils peuvent être. 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, 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.

2-2 -Application au lac d'Aiguebelette en 2005 – cf. tableau 4 : description de l'effort d'échantillonnage -

La prospection des pôles d'attraction en application du protocole développé par Degiorgi (1994), sur les deux campagnes d'échantillonnage (octobre 05 et juin 06) a permis la mise en évidence d'un total de 10 à 11 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.

Au total, ce sont respectivement **43** (3 séquences ou efforts globaux de 14 pôles + 1 pôle artificiel non répliqué) et **39** (3 séquences ou efforts globaux de 13 pôles) **batteries** de filets verticaux ou araignées multimailles qui ont été mises en œuvre lors de campagnes d'automne et d'été, soit 7770 et 7728 m² de filets. Ces surfaces de filets sont d'une part, cohérentes entre elles et d'autre part du même ordre de grandeur que celles qui avaient été mises en œuvre en 1995.

Tableau 4 : récapitulatif des efforts de pêche mis en œuvre (m2 filets verticaux et multimailles) en 2005-06 et 1995

Dates	Niveau du lac (altitude en mètres)	T° de l'eau En surface	Transparence (Secchi en mètres)	Nombre de pôles prospectés	Nature et nombre de filets	Surface de filets tendus (m2)
26/06/95	374,17	22,5	3,5	13	39 batteries de 7 filets verticaux	8372
30/06/95	374,09	24,5	3,6			
16/10/95	374,72	16,0	5,1	13	39 batteries de 7 filets verticaux + 3 tramails	7734 120
20/10/95	374,65	17,0	5,0			
24/10/05	373,59	16,3	8,2	14+1	43 batteries de 7 filets verticaux	7770
27/10/05	373,65					
19/06/06	373,70	23,2	4,9	13	39 batteries de 7 filets verticaux	7728
22/06/06	373,70					

2-2 L'ichtyofaune des affluents principaux

En complément à l'effort de pêche mis en œuvre sur le lac, trois inventaires piscicoles par pêche électrique ont été réalisés sur les affluents principaux du lac, la Leysse de Novalaise, le Gua et la Tuilerie. La méthodologie employée est celle de la prospection exhaustive avec retrait des individus capturés et réalisation de deux passages successifs de façon à pouvoir estimer l'efficacité de la prospection et d'autre part les stocks en place sur les stations étudiées.

Rappelons pour mémoire que ces trois stations avaient l'objet d'inventaires piscicoles selon un protocole d'échantillonnage identique dans les années 1994 et 96 (CSP, 1996).

Les sites et dates d'échantillonnage sont rappelés ci-dessous :

Cours d'eau	Station	Date	Surface station (m2)
Leysse de Novalaise	Amont du pont du CD 921	25/04/06	308
	idem	24/06/94	339
Gua	Amont du pont du CD 921	25/04/06	413
	idem	17/10/94	86
Tuilerie	Amont du pont du CD 921 d	25/04/06	68
	Idem	24/06/94	102

2-3 Analyses complémentaires sur les sédiments au droit des confluences principales

2-3-1 Micropollution

La contamination des sédiments lacustres s'avère être le reflet de l'ensemble des perturbations affectant le bassin versant, en particulier pour les micropolluants organiques et minéraux. Les sédiments des zones littorales au droit des confluences de la Leysse de Novalaise, du Gua et de la Tuilerie ont donc fait l'objet d'une recherche de micropolluants dans deux objectifs principaux : tout d'abord évaluer la contamination actuelle et les apports émanant de chacun des sous-bassins hydrographiques concernés et enfin d'approcher l'évolution de la contamination superficielle de ce sédiment puisque des mesures antérieures sont disponibles (Blake, non daté et 2003).

Pour ce faire, les sédiments des zones d'influence des trois principaux affluents du lac ont été prélevés au moyen d'un « préleveur de surface » mis au point par l'Université de Franche-Comté (Degiorgi, 2005) de façon à éviter une homogénéisation des 10 à 15 cm comme l'induisent les préleveurs classique de type benne Eckman.

2-3-2 Faune endopélique

De façon à mettre en perspective l'état de la contamination actuelle du sédiment et la faune superficielle, des prélèvements (trois par site) visant à établir un inventaire qualitatif et semi-quantitatif ont été réalisés au moyen d'une benne Eckmann. Le tri et la détermination de la macrofaune benthique a été effectuée au laboratoire, sous loupe binoculaire, après tamisage à 315 µm.

3 Situation du peuplement piscicole en 2005-06

3-1 Espèces capturées –cf. tableau 5 -

Au total, quinze 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, le goujon, le gardon, le rotengle, la vandoise, les brêmes, commune et bordelière, la carpe et la tanche, la perche (percidés), le brochet (ésocidés), les salmonidés avec l'omble chevalier, le corégone, les lotidae avec la lote et enfin la perche-soleil (centrarchidae)

Si l'on se réfère par ailleurs à la dernière opération de pêche scientifique, l'ablette le truite fario n'ont pu être recapturées et semblent donc en nette régression dans ce plan d'eau : observons toutefois que les effectifs capturés en 1995 étaient déjà très bas pour ces deux espèces.

Notons en revanche que la lote qui n'avait été capturée, en 1995-96, qu'au stade juvénile dans les zones littorales peu profondes du lac alors que des engins ciblés pour cette espèce avaient été déployés dans les zones profondes du lac (tramails), a été reprise au printemps 2006, en profondeur.

Enfin, il faut mentionner la capture de quelques écrevisses américaines (*Orconectes limosus*) : celle-ci n'était apparemment pas présente en 1995-96. Ce n'est pas le cas du sandre, capturé dans le cadre de la mise en œuvre du protocole d'échantillonnage EN 14757 (INRA, 2006), cette espèce avait cependant déjà été recensée en un exemplaire unique en 1995-96 (CSP, 996) : il s'agit donc plus d'une confirmation de sa présence.

Au niveau des captures numériques brutes le peuplement du lac d'Aiguebelette est dominé par le groupement corégone-perche-gardon alors que sur le plan pondéral, le chevesne et le rotengle représentent une part importante de la biomasse et en très souvent supérieure à celle du gardon.

3-2 Analyse des résultats de pêche aux filets :

3-2-1 Rendements de pêche – cf. tableau 6 et figures 5 et 6 -

Les résultats des trois dernières campagnes d'échantillonnage permettent de constater une situation globalement assez stable avec cependant des différences saisonnières. En effet :

- En **automne**, les rendements sont les suivants : **85,3** ind. et **16,4** kg/1000 m² (trois séquences d'échantillonnage) en 1995 contre **67,4** et **11,9** kg /1000 m² de filet tendu en 2005. A protocole équivalent, la baisse observée est très comparable sur les plans numérique et pondéral.

Si les effectifs de corégone, espèce dominante se maintiennent, le rendement pondéral de capture affiche une baisse très nette, supérieure à 50 % : l'échantillon est donc constitué de sujets plus petits et probablement plus jeunes. Même remarque pour la perche, avec une moindre abondance de sujets de l'année alors que la situation est inversée pour le gardon, l'échantillon actuel étant constitué de sujets plus grands et probablement plus âgés avec une proportion moins forte d'alevins de l'année.

En ce qui concerne le chevesne, le brochet et l'omble chevalier, les effectifs et biomasses automnales sont en nette augmentation par rapport à 1995.

- En **fin de printemps**, les rendements sont les suivants : **82** ind. et **10,8** kg/1000 m² en 2006 (trois séquences d'échantillonnage) contre **44,3** et **14,4** kg/1000m² filet auparavant. On notera la bonne conservation des effectifs globaux alors que le rendement pondéral recule : ceci est dû principalement au niveau du recrutement du corégone, dont les juvéniles ont été repris en abondance en 2006 (individus issus de la reproduction 2005).

A cette saison, le rendement des corégonides demeure cependant en forte baisse pondérale (-44%). Le rendement pondéral des perches est assez stable à un niveau plancher mais les densités numériques chutent. Pour le gardon, la situation est inversée, la densité numérique apparaît conservée alors que le rendement pondéral chute. Le brochet affiche quant à lui un niveau très bas, comparable à celui mis en évidence en juin 95 alors que le chevesne et l'omble chevalier se maintiennent à un niveau très supérieur à celui mesuré initialement. On notera à cette saison la très forte abondance, numérique et pondérale, du rotengle avec une population dominée par les juvéniles de 1 et 2 étés.

Pour résumer, plusieurs tendances peuvent être affichées :

Tout d'abord l'augmentation assez nette de l'omble chevalier associée à la modification probable de la structure de la population de corégone, un retour de la lote,

Parallèlement, des difficultés de survie des alevins de perche, à l'issue du premier hiver, associées à des niveaux d'abondances bas pour cette espèce.

Enfin, une amélioration de la situation du brochet alors que, dans le même temps, la truite de lac semble en grande difficulté.

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) les rendements obtenus à Aiguebelette s'avèrent faibles et stables pour les deux saisons considérées –cf. figure 5-. Si l'on considère le rendement automnal numérique comme le reflet du potentiel de recrutement annuel de l'écosystème, notamment pour les cyprinidés et percidés, on observe une situation légèrement en retrait de la situation initiale, pouvant témoigner de troubles persistant au niveau de la reproduction et du développement des jeunes stades.

3-2-2 Précisions associées – cf. tableau 6 -

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, coup de vent...) qui peuvent influencer sur la mobilité du poisson, de sécuriser la probabilité de captures pour certaines espèces en faible densité ou à mobilité variable comme le brochet, le sandre 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 en fin de printemps)
 m = moyenne des **n** mesures

D'une façon générale, les campagnes de pêche se sont déroulées durant des épisodes météorologiques très stables et sans coup de vent, en octobre, une semaine très chaude et ensoleillée, en juin une semaine d'ensoleillement variable mais cependant sans précipitation.

Les précisions numériques, toutes espèces confondues, associées aux deux campagnes s'avèrent bonnes en automne (**0.28**) et en été (**0.33**). Les précisions pondérales globales sont, quant à elles, très bonnes en automne (**0.21**) et excellentes en fin de printemps (**0.11**).

3-2-3 Rapport prédateurs ichtyophages/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 ichtyophages les espèces ou écophases dont le régime alimentaire est à très forte dominance ichtyophage, c'est à dire pour le lac d'Aiguebelette, les brochets, perches de plus de 20 cm, ombles de plus de 35 cm. Observons que les chevesnes de grande taille (taille > 40cm), peuvent être intégrés à cet ensemble.

Les résultats observés permettent d'afficher des situations saisonnières assez différentes si l'on intègre (**14,8** % en fin de printemps et **17,9** % en automne) ou non (**8,5** % en fin de printemps et **11,9** % en automne) les cohortes de chevesnes adultes 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 (contenus stomacaux effectués sur ce site et d'autres plans d'eau à la même saison), ce constat vient donc tempérer l'image d'un meilleur équilibre trophique mis en lumière par l'intégration des adultes de cette espèce.

Il s'agit là d'une amélioration assez nette si l'on se réfère au diagnostic établi en 1995 puisque, chevesnes inclus, ce rapport ne dépassait pas **7** %. Les valeurs automnales sont censées représenter une période froide, où les proies sont peu mobiles et par conséquent, les prédateurs contraints à se déplacer pour se nourrir ; les conditions observées en octobre 2005 n'étaient pas réellement conformes à cette hypothèse de travail : ceci conforte l'hypothèse d'une amélioration nette de ce critère d'évaluation.

Le peuplement piscicole du lac d'Aiguebelette affiche des rendements bas et en tout cas inférieurs à ceux observés il y a dix ans. La situation de certaines espèces semble être en voie d'amélioration, comme l'omble, la lote ou le brochet ce qui n'est pas le cas de la truite lacustre dont la situation semble se détériorer.

En l'état actuel du milieu aquatique, la population de perche est à un niveau d'abondance « plancher » et des problèmes de conservation des densités numériques mesurées en automne, valeurs qui traduisent le potentiel de recrutement en alevins de l'année.

Ce peuplement se rapproche en outre d'une situation d'équilibre sur le plan du rapport proies/prédateurs : ces derniers apparaissent en meilleure densité qu'à l'état initial mesuré en 1995.

3-3 Autres approches de la structure du peuplement

3-3-1 Carnets de pêche – cf. tableau 7 et figure 7 -

Les membres de l'AAPPMA d'Aiguebelette renseignent des carnets de pêche depuis 1986 pour ce qui relève des captures en bateau, que ce soit à la traîne ou la sonde. Le dépouillement de ces statistiques apporte des informations précieuses sur la pêcherie, les exportations des principales espèces cibles, dans tous les cas, complémentaires à celles acquises dans le cadre d'inventaires scientifiques.

Dans le cas d'Aiguebelette, les données les plus complètes concernent le corégone, l'omble chevalier, la truite de lac et le brochet. Cependant, dans un souci de simplification, les carnets de prise ne comportent pas d'informations relative à la durée des parties de pêche : le calcul de CPUE (captures par unités d'effort) n'est donc pas possible ce qui entache les suivis d'une probable incertitude, très difficile à quantifier.

Nous avons choisi de comparer deux séquences de données consécutives précédant les campagnes de pêches scientifiques de 1995-06 et 2005-06, à savoir une première séquence de 1989 à 1991 puis une seconde de 2000 à 2004.

Tout d'abord, il faut souligner que les nombres de carnets exploités sur les deux séquences sont du même ordre de grandeur, même s'ils demeurent insuffisant par rapport au nombre réel de licences distribuées.

Le corégone demeure l'espèce la plus exportée du lac d'Aiguebelette, avec un nombre de sujets par carnets toujours supérieur dans la séquence des années 2000, cependant l'effort d'alevinage semble supérieur au début des années 2000, ce qui laisse planer un doute quant à la signification de cette différence de corégonos exportés, d'autant plus que nous ne pouvons calculer de rendements précis de pêche amateur.

Les exportations d'omble chevalier sont faibles que ce soit en valeur absolue ou ramenée au carnet de pêche, de l'ordre de 3.5 à 5.4 ind./carnets dans les années 2000 contre 2.8 à 6.7 au début des années 90. Là-encore, les efforts d'alevinage apparaissent légèrement supérieurs à l'heure actuelle.

Pour la truite fario, les exportations mesurées confirment les résultats des pêches aux filets, en effet, le nombre de poissons exportés par pêcheur reste en de-ça de 0.2 ind./an/carnet. De plus la tendance récente est à une baisse continue sur la séquence des années 2000. Dans ce cas, les densités d'alevins déversés sont inférieures à l'heure actuelle.

Enfin, pour le brochet, la tendance actuelle est identique à celle observée chez la truite lacustre, avec un niveau d'exportation très faible, une tendance continue à la baisse sur les années 2000. Les efforts actuels de déversement sont moins élevés que dans les années 90.

3-3-2 Hydroacoustique (INRA, 2006)

La comparaison des campagnes d'étude hydroacoustique, menées en automne 1995 et 2005, a permis de mettre en évidence des densités de poissons plus fortes dans les trois strates prédéfinies par les auteurs, 0-11 m, 11-28 m et 28-fond. Ces trois couches sont respectivement occupées par des perches et gardons de l'année, sans pour autant que leur abondance soit forte, des corégonos et possiblement des jeunes ombles pour les couches inférieures.

Observons cependant que les approches hydroacoustiques ne prennent pas en compte les zones peu profondes ($z < 5$ m), les conclusions sur la strate superficielle du plan d'eau ne concernent donc que les zones centrales et sublittorales (sensu CSP).

Cependant, l'affirmation d'une occupation de tout le volume de la couche pélagique, en période automnale, doit être relativisée car les captures en de-ça de 45 m sont rarissimes au niveau de la zone de plus grande profondeur (bassin 2, sensu INRA). Par ailleurs, au niveau du bassin 1, (bassin sud ouest du lac de profondeur maximale 30 m) aucune capture n'a été réalisée en de-ça de 21 m, ce qui pourrait traduire l'apparition de phénomènes de désoxygénation en fin d'été ou automne dans ce bassin : cette hypothèse mériterait d'être vérifiée par la réalisation d'une verticale dans les bassins 1 et 3, à une ou deux reprises en fin d'été et automne.

Les conclusions apportées par l'INRA seront détaillées plus loin et par ailleurs remis en perspective avec les résultats des pêches scientifiques et plus particulièrement à la distribution spatiale des captures.

3-3-3 Essai typologique – cf. figure 6 -

A l'heure actuelle, le protocole « filets verticaux » a été mis en œuvre sur une soixantaine de plans d'eau (lacs, retenues, gravières...). L'obtention d'un grand nombre de données selon une approche standardisée et fiable a permis de traduire les rendements numériques et pondéraux bruts en classes d'abondance (sur une échelle de 1 à 5, abondance optimale) et par ailleurs d'élaborer, un essai typologique. Le peuplement observé sur un plan

d'eau peut alors être comparé à ce référentiel expérimental de façon à évaluer l'écart à ce référentiel, rechercher des causes explicatives à cet écart.

Cette démarche permet, pour le cas d'Aiguebelette, non seulement de mesurer l'écart actuel au référentiel mais encore d'approcher l'évolution de cet écart entre 1995 et 2005 - cf. figure 6 -. Il ressort soit une augmentation d'abondance pour l'omble chevalier ou le goujon, soit une relative stabilité pour les autres espèces "apicales" et un recul assez net pour les espèces électives les plus basales comme la tanche, le gardon, la perche. D'une façon générale, ces espèces électives demeurent en déficit d'abondance net vis-à-vis du référentiel et la situation mesurée en 2005-06 correspond de fait à une augmentation de cet écart au référentiel expérimental pour ce type de lac (CSP,1996).

3-4 Distribution spatiale des captures

3-4-1 Distribution spatiale horizontale ou en plan – cf. tableaux 8, 9 et figure 8 -

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 ce qui concerne les valeurs pondérales, une répartition plus harmonieuse des captures en automne et fin de printemps au profit notamment des zones littorales, en effet celles-ci apparaissaient particulièrement peu attractives lors de l'état initial.

En revanche, pour les valeurs numériques, la situation semble plus stable sur les données globales en automne et fin de printemps.

Si l'on réfère par ailleurs aux détails de distribution spatiale –cf. tableau 9-, on observe notamment pour ce qui concerne la répartition spatiale entre les différents pôles d'attraction littoraux :

- en **automne**, malgré une abondance moyenne diminuée de moitié, une augmentation significative de la biomasse moyenne par séquence, les habitats sont fréquentés par moins de poissons et ils sont plus gros, ce qui peut révéler, à cette saison, un déficit général de petits individus toutes espèces confondues. On notera en particulier la faible attractivité des zones d'afférence et d'efférence, alors que cette dernière figurait parmi les habitats les plus attractifs en 1995. Par ailleurs, les pôles « touffus » (végétation de type hélrophytes et hydrophytes) apparaissent mieux fréquentés aujourd'hui.

- en **fin de printemps**, l'amélioration est, là-encore, nette pour les habitats végétaux, en abondance et biomasse. Les tributaires du lac semblent plus attractifs à cette saison, ce qui peut être relié au fait que la campagne de pêche a fait suite à un épisode pluvieux alors que l'émissaire est dans une situation totalement inversée : peut-être faudrait-il relier ce constat à une période de faible fonctionnement de l'usine EDF de la Broidère, donc une baisse momentanée des courants au niveau du Tier, ce point serait à vérifier ?

Tableau 8 : Distribution spatiale des effectifs et biomasses relatifs observés durant les deux campagnes.

Valeurs	Zone	Juin		Octobre	
		1995	2006	1995	2005
pondérales (% biomasse)	littorale	15	35	8	25
	sublittorale	10	10	8	11
	centrale	74	55	84	64
numériques (% effectif)	littorale	24	30	32	30
	sublittorale	24	13	29	31
	centrale	52	57	39	39

3-4-2 Distribution verticale des captures – cf. figures 9 à 11 -

En automne :

La majorité des corégones se situe entre 10 et 27 m, sur la zone de plus grande profondeur (CMAX, bassin 2, sensu INRA) mais ils occupent cette strate aussi sur les autres bassins du lac (CMED et CMIN). Elle correspond à une fenêtre de 12 à 5°C et 12 à 5 mg/l O₂ dissous au niveau du point A, site de surveillance usuel de ces deux paramètres. Les valeurs de température et d'oxygénation dans les deux autres bassins du lac ne sont relevées que très occasionnellement. Notons que quelques sujets fréquentent l'épilimnion dans ces trois pôles mais aussi sur les talus profonds (TSUP) alors qu'un seul sujet a été capturé au fond du lac (-70) : ce corégone était vivant lors de la remontée du filet, il n'est pas impossible qu'il ait été capturé lors de la remontée lente du filet au démaillage.

Les ombles chevalier fréquentent, quant à eux, préférentiellement le pôle CMED, (bassin 3, prof. maximale de 46 m, sensu INRA), entre 34 et 41 m de profondeur, soit 4°C et 5,5 à 4,5 mg/l O₂ dissous. A ce niveau, compte tenu de la topographie des fonds, ces poissons ont été capturés dans le voisinage de la strate benthique où ils apparaissent assez « ». Notons que quelques ombles ont été capturés dans le pôle CMAX, dans la même gamme de profondeur, mais aucun dans le bassin 1 : en l'absence de valeurs sur l'oxygénation à ce niveau, il n'est pas possible de conclure sur l'absence de l'omble. Est-il absent de cette partie du lac, simplement parce que cette zone est trop peu profonde (alors que la transposition des valeurs de température et oxygène dissous du point A dans le bassin 1, induit, à priori, la présence d'une zone de compatibilité avec ses exigences) où parce que les conditions de température et oxygénation sont sensiblement différentes ?

L'épilimnion central est aussi fréquenté par quelques gardons et rotengles jusqu'à 6-7 m. Ces espèces fréquentent aussi la couche superficielle talus profonds et peu profonds, alors que la perche navigue, elle, au niveau des tombants et de la strate benthique (plus ou moins large) de ces deux pôles (5 à 11 m), les alevins de l'année s'aventurent peu dans la zone pélagique. Remarquons enfin, la capture d'un grand brochet, dans le métalimnion dans la zone pélagique, sous les bans de gardons et parmi les corégones.

En fin de printemps :

En préalable, il faut mentionner qu'à la date de réalisation de cette seconde campagne, le lac était largement réchauffé (23°C) en surface, bien stratifié et qu'il existait déjà une zone de sursaturation entre 2 et 8 m avec une pointe de 122 % de saturation à 4m.

En ce qui concerne le corégone, deux constats distincts peuvent être dressés :

- un grand nombre de sujets de l'année (8 à 11 cm) à été capturé entre 2 et 6-7m, sur tous les pôles d'attraction pélagiques et sublittoraux, y compris peu profonds, ce qui tendrait à démontrer une grande abondance de cette cohorte en 2006. Notons en outre, renseignements pris auprès des gestionnaires du lac, que ceux-ci ne pouvaient provenir des déversements réalisés au début du moins de juin, les sujets déversés mesurant entre 4 et 6 cm, les poissons capturés sont donc issus de la reproduction naturelle. Les conditions de température et oxygénation correspondent à une gamme de 10 à 20°C et environ 10 mg/l O₂ dissous.

- hormis cette cohorte, les autres classes d'âge de corégones ont été reprises essentiellement sur les pôles centraux (CMAX, MED et MIN) entre 7 et 25m, quelques sujets ayant été maillés au niveau des fonds du bassin 3, parmi les ombles chevaliers et au pied des talus profonds, ce qui correspondre à un comportement de recherche alimentaire aux dépens du benthos (larves d'insectes, vers et mollusques du fond). Les conditions de température et oxygénation de l'hypolimnion où se trouvaient les corégones, à cette époque, sont conformes aux exigences habituelles de l'espèce (O₂ > 4 mg/l).

Les ombles chevaliers sont toujours majoritairement présents dans le bassin nord-est du lac entre 30 et 42 m, mais il semble que la zone de plus grande profondeur soit mieux fréquentée, entre 35 et 60m, du fait probablement d'une meilleure oxygénation en début d'été.

En cette saison, les gardons et rotengles apparaissent cantonnés à la stricte surface de la zone pélagique (0 à 2m) et « s'enfoncer » à peine plus profondément au niveau des talus (0 à 4m). Les perches ne semblent fréquenter que la fraction la moins profonde de zone centrale à cette saison, le pôle CMIN (partie sud-ouest du lac où elle se situe dans le métalimnion alors qu'au niveau des talus, elles se maintiennent en surface, dans le prolongement de certains pôles littoraux. A noter enfin la présence de quelques vandoises en surface.

3-4-3 Comparaison des distributions verticales observées en 1995 et 2005 (CSP, 1996)

En automne, on remarque un regroupement associé à un assez net enfoncement de la population d'omble chevalier aux alentours de 35-45 m alors que cette strate était probablement inaccessible à l'espèce en 1995. A cette époque, l'omble était contraint à fréquenter la même strate que le corégone, d'où une probable concurrence alimentaire entre les deux. L'amélioration de l'oxygénation de l'hypolimnion moyen mettrait donc fin à cette obligation de compétition alimentaire, augmentant les conditions de croissance, voire de survie de l'espèce.

En fin de printemps, l'omble semblait réparti sur une strate à la fois plus « épaisse » (20 m) et plus haute (de 22 à 38m), notamment dans le bassin nord est du lac. Il semble aujourd'hui beaucoup plus groupé au fond de cette partie du plan d'eau. Parallèlement, il fréquentait le bassin sud-ouest du lac en 1995, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui. En cette saison aussi, les conditions d'oxygénation de l'hypolimnion, nettement plus favorables à l'omble chevalier, permettent une séparation de cette population et celle du corégone, ce qui est probablement plus favorable au développement et maintien de l'omble ou encore à un prolongement temporel de conditions favorables pour cette espèce, par ailleurs très exigeante : l'espace utilisable est plus important sur une période plus longue.

D'une façon générale, l'épilimnion de la zone pélagique semblait plus attractif pour le gardon et la perche, alors que les juvéniles de corégones s'y trouvaient déjà, en abondance beaucoup plus faible.

Bilan sur l'état du peuplement pisciaire du lac d'Aiguebelette en 2003-04

La mise en œuvre du protocole d'échantillonnage standardisé au moyen de filets verticaux et araignées multimailles fait ressortir pour le lac d'Aiguebelette une situation globalement contrastée, en valeur absolue pour la campagne de 2005-06, en effet :

- il apparaît des rendements de capture faibles, notamment pondéraux, que ce soit sur le plan volumique ou sur le plan surfacique, ceux-ci sont par ailleurs plus bas qu'en 1995-96,

- simultanément, le rapport entre les prédateurs ichtyophages et les proies témoigne d'un rapprochement de l'équilibre vis-à-vis de la situation antérieure. Observons en outre que notre calcul ne prend pas en compte la présence du sandre, capturé dans une démarche parallèle. Cependant à propos de cet indicateur, il convient de préciser que son évolution peut dépendre à la fois d'une amélioration réelle de la situation des carnassiers apicaux, perche et brochet, mais aussi, d'une difficulté des espèces proies, gardon, rotengle et autres.

Dans le cas du lac d'Aiguebelette, la situation des carnassiers est elle-même contrastée avec des très faibles rendements de capture, constatés pour la perche alors que dans le même temps, l'état de la population du brochet semble quelque peu s'améliorer. Quant aux poissons fourrages, les rendements de gardon sont, eux aussi, très bas quoi qu'en partie compensés par l'expansion relative du rotengle. Il semble donc qu'il faille être prudent quant à l'évolution de ce rapport prédateurs/proie et sa valeur indicatrice.

Par ailleurs l'examen de la structure quantitative du peuplement fait apparaître une amélioration de l'abondance des populations d'omble chevalier, de goujon. Dans le même temps, les populations des espèces électives du peuplement, lote, vandoise, corégone, brochet, perche et gardon semblent stagner bien que, pour le brochet, une légère amélioration des rendements de pêche soit constatée.

Les autres éléments disponibles permettant de statuer sur l'état du peuplement apportent, eux aussi des éléments discordants, en effet :

- d'une part, l'approche hydroacoustique tend à démontrer, par rapport au diagnostic établi en 1995, une augmentation générale d'abondance de la faune pisciaire et ce, dans chacune des strates définies à l'occasion de cette démarche. Un maximum de densité est par ailleurs constaté dans la zone pélagique du bassin nord est du lac.

- d'autre part, les résultats des statistiques halieutiques établies à partir des carnets de prise renseignés par les pêcheurs du lac, montrent une plus forte exploitation du corégone (plus de poissons exportés), ce qui témoignerait d'une plus grande densité actuelle pour cette espèce mais les densités de corégonnes déversés ont augmenté... et il n'est pas possible de calculer des CPUE fiables pour cet indicateur. Par ailleurs, les exportations d'omble chevalier ne semblent pas significativement différentes de celles observées à la fin des années 80. Inversement les captures de brochet et truite de lac semblent en baisse constante sur les années 2000 à 2003.

S'il est possible de rapprocher certaines de ces observations de mesures et constats effectués par ailleurs comme, par exemple, le meilleur état de la population d'omble avec un accroissement spatio-temporel de son espace vital et de fait une probable diminution de la compétition avec le corégone, à laquelle il était contraint auparavant, il est nécessaire d'aller plus loin dans notamment l'examen des structures des populations majoritaires pour affiner et/ou valider ce diagnostic.

4 Etat des principales populations

L'état des populations sera apprécié au travers tout d'abord de l'examen de la distribution en classes de taille et d'âges pour le cas où cela a pu être réalisé (histogrammes) puis des coefficients de conditions des poissons capturés. Le coefficient de condition K traduit l'état général, l'embonpoint du poisson, il est donné par la formule :

$$K = 100 \frac{m}{L^3}$$

Avec : m = masse en g.
 L = taille en cm.

A partir des résultats des campagnes de pêche et après classement des sujets par classes d'âge ou de tailles, selon les espèces, les valeurs moyennes des coefficients de conditions, assorties d'un intervalle de confiance au risque de 5% des principales espèces de poissons du lac d'Aiguebelette sont récapitulées dans le tableau 10 pour le corégone et le tableau 11 pour les autres espèces.

4-1 Le corégone et les salmonidés

4-1-1 Le corégone – cf. tableau 10, figures 13 et 14 a, b, c et 15 -

Statut et abondance générale de la population

Le corégone a été introduit au début du XXIème siècle à Aiguebelette, plan d'eau correspondant à un optimum écologique de l'espèce, où il se reproduit. Actuellement, bien que toujours très correcte, la densité du corégone apparaît toujours en de-ça du potentiel d'un tel lac, notamment en regard d'autres lacs jugés référentiels pour cette espèce comme Chalain (39) ou encore Saint-Point (25). On observe de plus un léger recul des abondances numériques et pondérales brutes, notamment en automne, mais cette densité plus faible ne semble pas statistiquement différente de celle mesurée en 1995-96 (valeurs identiques de classe d'abondance).

Etat du recrutement et histogramme taille fréquence

Compte tenu des fluctuations du niveau du lac ainsi que des habitudes de fraye du corégone, qui dépose ses œufs, en général courant décembre sur les galets et petits blocs de la zone littorale du plan d'eau et plus particulièrement sur la rive nord-est, à proximité de l'embouchure du Gua, la réussite de cette phase délicate du cycle biologique est quelque peu aléatoire. Par ailleurs, l'incubation dure de 100°C-J à 1°C à 300°C-J à 10°C et des facteurs tels que des teneurs élevées en MES ou encore une désoxygénation de l'interface eau-sédiment sont susceptibles de baisser le taux de réussite (GILLET, 2001).

En automne 2005, les effectifs de sujets de l'année sont corrects mais il semble que cette cohorte montre deux modalités, avec peut être les sujets nés au lac et ceux qui ont été déversés, même si leur nombre a été plus faible que par exemple en 2004 et 2006 – cf. annexe 4 -.

Cette hypothèse est corroborée par le constat réalisé en juin 2006, en effet, les sujets nés en décembre 2005 sont très abondants et il n'y a guère de doute quant à leur origine car le déversement annuel d'alevins de corégone, de 4 à 6 cm, a eu lieu au début du même mois ; il ne peut donc s'agir de ces poissons. Le recrutement naturel peut donc s'avérer très efficace ce qui confirme par ailleurs la très relative nécessité d'assister le cycle biologique de cette espèce.

Par ailleurs, bien que toutes les classes d'âge soient toujours représentées dans l'échantillon, on observe la relative diminution d'abondance de sujets très âgés de plus de 4 ans au profit de sujets plus jeunes (1 et 2 ans) - cf. figure 14 c -.

Coefficients de condition

L'examen des figures 14, a et b, fait ressortir une situation sensiblement différente entre les conditions des individus, tout d'abord des valeurs actuelles moyennes par classes d'âge, toujours inférieures ou égales aux moyennes de 1995 et ensuite une baisse significative de conditions pour les sujets âgés de 4 ans. Cette remarque vient en complément de l'observation d'une baisse notable d'effectifs des individus de cet âge.

Répartition spatiale

Le corégone est typiquement un poisson pélagique dont les adultes affectionnent les eaux fraîches et oxygénées.

En automne, ils se situent en de-ça de la thermocline, c'est-à-dire de 10-11m à 27m, dans la zone limnétique profonde (CMAX) alors qu'ils sont répartis régulièrement dans les zones moins profondes (CMED et CMIN). Néanmoins, quelle que soit le pôle d'attraction pélagique, des corégones ont été pêchés dans l'épi- et le

métalimnion, c'est-à-dire dans une zone de température atteignant 16°C. Quelques sujets fréquentent par ailleurs la zone sublittorale profonde.

En fin de printemps, les alevins de l'année fréquentent essentiellement l'épi- et le métalimnion de tous les pôles pélagiques et sublittoraux, ce qui traduit vraisemblablement une abondance exceptionnelle de cette cohorte et implicitement une très bonne réussite de la reproduction en fin d'année 2005. Les autres sujets se situent, comme en automne, dans la partie supérieure de l'hypolimnion (10 à 25 m dans le pôle CMAX), mais la limite inférieure de cette répartition remonte à 22 m (CMED, hormis quelques individus) et 23 m (CMIN).

4-1-2 L'omble chevalier - cf. tableau 11 et figure 16 -

Statut et abondance générale de la population

L'omble chevalier est lui aussi une espèce introduite au lac d'Aiguebelette, il s'agit d'un salmonidé d'eau froide et très oxygénée. Il affectionne les zones profondes, y compris pour sa reproduction. Le cycle biologique de cette espèce est donc moins sensible aux fluctuations du niveau du plan d'eau.

Les densités numériques et pondérales mesurées en 2005-06 sont nettement supérieures (facteur 6 en automne et 3 en été) à celles initialement mesurées. Cette amélioration est probablement à relier à l'augmentation de l'épaisseur de la strate oxygénée de l'hypolimnion profond, ce qui permet à cette espèce de se «libérer» de la compétition notamment alimentaire avec le corégone, à laquelle il était contraint et de regagner de l'espace vital. Par ailleurs, nous n'avons pas retrouvé de sujets difformes comme cela avait été le cas en 1995-96.

Etat du recrutement et histogramme taille fréquence

Contrairement au constat établi en 1995-96, les campagnes de pêche de 2005-06 ont permis de récolter des échantillons d'ombles constitués d'au moins trois classes d'âge, dont des sujets de l'année (?) : il est cependant incertain que ces sujets de l'année soient issus de reproduction naturelle, celle-ci n'ayant pas encore été constatée à Aiguebelette. Cependant si cette reproduction devait avoir lieu ici, elle se déroulerait probablement sur les fonds de la rive est du lac, qui présente à priori la meilleure association topographie-granulométrie : il serait intéressant de rechercher et identifier les sites de regroupement ou reproduction de l'omble.

Par ailleurs des individus dépassant la taille légale de capture ont pu être capturés en automne et fin de printemps, ce qui témoigne de meilleures capacités de survie des alevins et juvéniles, quelle que soit leur origine.

Coefficients de condition

Les coefficients automnaux de condition des ombles chevaliers indiquent que l'état des poissons, notamment des juvéniles et sub-adultes n'est pas encore optimal, indiquant qu'une marge de progrès existe certainement au niveau de la qualité physico-chimique et biologique de l'hypolimnion. Cette remarque n'est pas contradictoire avec l'observation précédente (capacité de survie), elle signifie cependant que le potentiel de production salmonicole du lac n'est probablement pas encore atteint.

Répartition spatiale

Aux deux saisons, les ombles ont été capturés dans les pôles CMAX et CMED, c'est-à-dire dans les fosses situées à l'est du lac, à une profondeur comprise entre 28 et 49 m en automne et 31 à 70 m en fin de printemps. Observons toutefois que la majorité des ombles ont été pêchés dans le bassin nord-est entre 30 et 42 m. L'autre information encourageante pour cette population est la disjonction spatiale constatée, aux deux saisons, avec la population de corégone, phénomène qui traduit la diminution potentielle de compétition entre ces deux espèces à affinité limnétique moyenne et profonde.

4-1-3 La truite fario

Bien qu'aucune capture n'ait pu être réalisée dans les campagnes de pêche scientifique (CSP et INRA), la truite fario de forme lacustre apparaît toujours dans les carnets de captures renseignés par les pêcheurs aux lignes, avec un douzaine de sujets prélevés annuellement en moyenne. La gestion piscicole de cette espèce est par ailleurs très irrégulière.

Rappelons que le cycle biologique de la truite lacustre dépend à la fois de la qualité de la strate hypolimnique supérieure, où elle chasse parmi les bancs de cyprinidés et percidés (d'où l'importance de ces poissons fourrage pour cette espèce) mais aussi des affluents, où elle se reproduit et se développe entre 9 et 15 mois (dévalaison au premier automne ou deuxième printemps, selon les conditions hydrologiques).

Or les affluents du lac sont soit toujours inaccessibles soit en état physique inapproprié à la reproduction de la truite pour les affluents principaux du lacs. La restauration de cette espèce passe par des efforts conjugués et simultanés dans des axes multiples. Des pistes seront développées plus loin.

4-2 Le brochet - cf. figures 17 et 18 -

Statut et abondance générale de la population

La population de brochet demeure en situation de déficit au lac d'Aiguebelette, notamment en regard du potentiel de ce lac. Cependant, les rendements de pêche scientifique constatés en 2005-06 soit équivalents, en fin de printemps, soit très supérieurs en automne, ce qui traduit une amélioration sensible, notamment dans les jeunes stades de la population. Cependant, les informations issues de l'exploitation des statistiques halieutiques tendent à infléchir ce constat plutôt optimiste, en effet, les captures de brochet diminuent régulièrement depuis le début des années 2000 et ce alors que d'une part, la côte du lac durant la période de reproduction fait l'objet d'un soin attentif et d'autre part, les densités d'alevins introduits au lac sont moyennes par rapport à celles déversées dans les années 90.

Etat du recrutement, reproduction et histogramme taille fréquence

Les brochets capturés appartiennent aux cohortes des poissons de l'année et de deux ans. Du fait des introductions réalisées, il n'est pas possible de statuer sur l'origine réelle de ces brochets. L'examen de l'évolution de la côte réelle du lac, pendant les périodes de reproduction 2005 et 2006 –cf. figure 18-, fait ressortir deux situations assez distinctes.

En **2005**, la côte du lac est demeurée relativement stable autour de la côte objectif (373,90), sauf une légère et progressive augmentation à la côte 374,00 (quelques journées à dater du 20 mars), du 20 mars au 10 mai.

En **2006**, en revanche, on observe une élévation nette et subite de la côte du lac jusqu'à 374,19, à partir du 15 avril suivi d'un retour, moins brutal à une côte inférieure à l'objectif, 373,83. Cette fluctuation, à la hausse, a pu entraîner une dépose des œufs sur des zones très récemment inondées et la baisse qui s'en est suivie, leur mise à sec, d'où une probable très faible réussite pour cette année 2006. Ceci est probablement confirmé par l'absence d'alevins de l'année dans l'échantillon récolté à la fin du mois de juin suivant, la date de reproduction et la durée du développement normal des alevins aurait été compatible avec de telles captures (CSP, 1996).

Il faut rappeler que cette côte actuelle « haute », 373,90, est probablement insuffisante pour permettre un ennoiment suffisant (en surface) des zones littorales et marais connexes, elle est en outre très inférieure à la côte suggérée suite à la diagnose piscicole initiale (374,90 à 375,00, CSP, 1996). Le recensement de ces bas marais a été effectué par l'AAPPMA d'Aiguebelette (LALLEE, 2006) et des propositions de réaménagement de certains d'entre eux sont édictées. Si le principe des solutions proposées est probablement efficace, celles-ci devront être complétées par une topographie fine, coordonnée à la côte du lac, et leur gestion adaptée en temps réel (suivi du niveau, de la température, de la fréquentation, ponte et développement des œufs...).

Pour autant, le solutionnement des problèmes de reproduction, *sensu stricto*, ne résoudra pas :

- d'une part, la capacité d'accueil sur la zone littorale, pour les alevins (au stade ichtyophage, Lt > 90-100 m) et juvéniles,
- d'autre part, la question du stock de poissons fourrages, dit autrement, l'abondance des perches et gardons, qui constitue le problème de nourrissage des adultes.

Répartition spatiale

Le brochet adulte fréquente d'une façon générale la strate superficielle : il ne s'aventure guère, à Aiguebelette, sous la thermocline quand il s'éloigne de la zone littorale pour chasser les jeunes corégones, juvéniles et alevins de perches et gardons.

Les juvéniles restent cantonnés sur les pôles végétaux touffus (LHLD et LHYF) de la zone littorale où ils se maintiennent à l'affût.

4-3 La perche - cf. figure 19 et tableau 11 -

Statut et abondance générale de la population

La perche demeure en sous-abondance notoire au lac d'Aiguebelette (côte d'abondance 1 sur un potentiel de 4). De plus, la population affiche un recul de rendement numérique et pondéral, aux deux saisons d'échantillonnage, statistiquement significatif : la situation de cette espèce est moins bonne aujourd'hui qu'en 1995. La perche figure cependant toujours parmi les poissons recherchés par les pêcheurs aux lignes du lac cependant les statistiques sont très aléatoires en qualité et quantité, il n'existe donc pas d'indice d'évolution de ce point de vue pour cette espèce.

Etat du recrutement, reproduction et histogramme taille fréquence

Plusieurs points peuvent être évoqués quant au déroulement du cycle biologique de la perche commune à Aiguebelette :

- Tout d'abord, en ce qui concerne la reproduction, elle est effective et fonctionnelle comme l'ont démontré Olivier & Come (2001, mesures effectuées en 1996), la taille modale des alevins étant de 25 à 35 mm à la fin du mois de juin pour atteindre 35 à 45 mm à la fin du mois de juillet. Cette cohorte devient capturable au filet (maille 10 mm) dans le courant du mois d'octobre. Signalons par ailleurs que l'AAPPMA d'Aiguebelette a aménagé de nombreux sites de reproduction « artificiels » pour la perche (et abris pour les perchettes), ce sont des zones protégées de petite surface (15 m² environ), où sont immergés des branchages destinés à recevoir les rubans d'œufs de perche.

Toujours à ce propos, compte tenu de la reproduction, les synthèses bibliographiques réalisées sur la perche indiquent que l'espèce se reproduit, après le brochet, à une température située entre 8 et 13°C (c'est-à-dire, suivant les années, en avril-mai à Aiguebelette), dans des profondeurs de 0,5 à 3 m et l'incubation dure de 10 à 20 j. suivant la température de l'eau. Considérant l'évolution de la courbe thermique et du niveau du lac à cette époque (changement de côte objectif fin mai), il ne faut pas exclure un impact sur la reproduction du fait des fluctuations de niveau.

- On peut d'ailleurs constater que la cohorte des alevins, dénombrée en automne demeure abondante, **88** alevins/1000m² maille 10 mm, même si elle accuse une baisse notable vis-à-vis de celle dénombrée en octobre 95, **137** alevins/1000m² maille 10 mm : sans référence sur cette question, il est délicat de se prononcer sur la caractère naturel de cette fluctuation, elle est cependant importante.

- Si l'on considère maintenant les poissons âgés de 2 étés (en automne) où 1 hiver (en juin), on peut constater que cette cohorte affiche une abondance particulièrement déficitaire : elle est totalement absente en octobre (à l'issue du deuxième été) alors qu'au mois de juin, la cohorte des poissons nés en 2005 présente un effectif qui ne représente déjà plus que 21 % de la cohorte initiale. Sans donner aux chiffres une valeur absolue, il est probable que ce solde de recrutement très bas témoigne d'un problème fonctionnel important dans le cycle biologique.

- Enfin, les adultes sont présents et en abondance assez constante : ce point doit être souligné car du fait d'une grande fertilité, le petit nombre de juvéniles parvenant à l'âge adulte semble suffire à renouveler le stock en place, mais le cycle reste « enrayé à un niveau très bas ».

Ce constat général de dysfonctionnement a déjà été réalisé à Aiguebelette en 1996, mais aussi à Annecy en 2002 et au Bourget en 2004-05. Plusieurs pistes explicatives peuvent être avancées comme :

- la conjonction d'une baisse de ressource trophique (zooplancton durant le premier été) entraînant un affaiblissement des alevins et favorisant une attaque par le parasite *Triaenophorus* sp., d'où une surmortalité en fin d'été-début d'automne (GUILLARD & al., 2006),

- à la fin de l'été, la transition entre le régime alimentaire à dominante zoo-planctonophage vers une phase entomophage est rendu difficile, voire limitante du fait d'une abondance saisonnière trop faible de ces deux types de proies, ce qui n'est pas incompatible avec l'action simultanée d'agents pathogènes (BYSTRÖM, in DEGIORGI et al, 2006).

Coefficients de condition

La comparaison des coefficients de condition n'est possible que pour les alevins de l'année et les adultes (très faible effectif en 1995). Les alevins affichent actuellement une condition moins bonne qu'en automne 1995 alors que la situation s'inverse pour les adultes. Ce constat pour les alevins est compatible avec un moins bon état général de la cohorte d'alevins de l'année.

Répartition spatiale

En automne, les alevins de perches sont cantonnés sur quasiment tous les habitats de la zone littorale alors que les adultes « naviguent » sur les talus, le long des tombants à la recherche de proies potentielles. Ce point de constat est nettement discordant du constat effectué selon la démarche hydroacoustique, en effet il est déclaré que les « petits poissons » de la couche superficielle du plan d'eau sont des gardons et des perches, or les perches n'ont quasiment pas été capturés dans la zone pélagique, quel que soit le protocole utilisé, cette assertion semble donc hâtive. De plus, la démarche hydroacoustique ne prend pas en compte la zone littorale.

En fin de printemps, mis à part quelques individus qui s'éloignent dans le métalimnion de la zone centrale peu profonde (CMIN), les quelques perches ont été capturés sur la zone littorale et la strate supérieure du talus peu profond.

4-4 La lote

La lote, poisson benthique qui affectionne les grandes profondeurs, n'avait été capturée qu'au stade alevin en 1995-96 par le biais d'une stratégie adaptée et ciblée sur l'ensemble des alevins lacustres (OLIVIER et al., 2001) alors qu'un complément d'échantillonnage très ciblé avait été déployé en automne 1995 (mise en place de filets emmêlants ou tramails). En revanche, sans complément d'échantillonnage, un exemplaire unique, au stade juvénile, a été capturé au printemps 2006, à 35 m de profondeur, dans le bassin nord-est du lac, c'est-à-dire à proximité de berge pentue constituée de blocs et galets, substrats qu'elle apprécie particulièrement.

Même si l'image de cette population demeure fragmentaire, le retour de cette espèce corrobore l'hypothèse d'une amélioration de l'hypolimnion médian. Il serait intéressant de mettre en place un diagnostic complémentaire ciblé sur la frange eu-littorale du plan d'eau, à l'instar de la démarche menée au lac du Bourget (GIAMBRA, in DEGIORGI, 2006).

4-5 Les cyprinidés

4-5-1 Le gardon - cf. figure 20 et tableau 11 -

Statut et abondance générale de la population

Le gardon était, en 1995-96, le cyprinidé dominant dans le peuplement pisciaire lacustre ; ce n'est plus tout à fait le cas, notamment à la fin du printemps où le rotengle affiche des rendements de capture, numérique et pondéral, supérieurs. Par ailleurs, la classe d'abondance actuelle du gardon s'éloigne de sa valeur potentielle (1 contre une abondance potentielle de 3 et 2 en 1995). Le gardon n'est pas recherché en tant que tel par les pêcheurs aux lignes mais plutôt pour utilisation en tant que vif pour la pêche aux carnassiers. Il est de fait le principal poisson fourrage du plan d'eau pour les carnassiers (brochet, perche et sandre).

Etat du recrutement et histogramme taille fréquence

On peut réitérer une partie des commentaires effectués pour la perche, en effet, la densité automnale des alevins de l'année est divisée par 3, **147** alevins/1000m² maille 10 mm en 2005 contre seulement **43** aujourd'hui. Au vu de la distribution des tailles, observée en juin 2006, il est cependant probable qu'une partie de la cohorte des alevins de l'année n'atteignait pas la taille minimale pour entrer dans la gamme de sélectivité de la plus petite maille.

Par la suite, si un goulet d'étranglement existe en fin de premier été, il semble nettement moins sévère que pour la perche car des juvéniles d'un an (ou deux étés en automne) apparaissent dans les deux échantillons.

En revanche, la cohorte des adultes est particulièrement déficitaire quelle que soit la saison.

Coefficients de condition

Comme pour le corégone, il est possible de comparer les coefficients pour les alevins, juvéniles et adultes. Cette comparaison n'amène à distinguer que les valeurs moyennes des alevins de l'année. Cette cohorte est donc moins abondante et les alevins sont en moins bonne condition. Pour les stades suivants, les moyennes ne sont pas significativement différentes même si elles sont systématiquement inférieures sur la série de mesures récentes.

Répartition spatiale

En automne, les gardons sont à peu près équitablement répartis entre les trois compartiments du lac où ils se situent dans l'épilimnion, pour les zones pélagiques et sublittorales, alors qu'ils se maintiennent au niveau des hydrophytes immergés de la zone littorale. Notons aussi une affinité certaine pour le canal du Tier à cette saison.

En fin de printemps, c'est sur la zone littorale que se regroupent (fonds nus et hélophytes denses) les juvéniles et la fréquentation de la zone pélagique est encore très restreinte et limitée à la stricte surface du lac. La zone sublittorale étant dans une situation intermédiaire.

4-5-2 Le rotengle - cf. figure 21 et tableau 11 -

Statut et abondance générale de la population

Le rotengle est une espèce assez résistante à de nombreuses perturbations qui se développe préférentiellement dans les milieux où abonde la végétation aquatique et, notamment les hydrophytes immergés, ou offrant un couvert important. Il ne fait pas l'objet d'une gestion particulière au lac d'Aiguebelette bien qu'il soit, tout comme le gardon, prélevé pour servir à la pêche au vif. Il peut se maintenir dans les lacs froids et tempérés mais prospère davantage dans les milieux chauds, on le dit thermophile.

A Aiguebelette, comme cela a pu être constaté dans certains lacs du Jura, le rotengle semble en expansion, cela pourrait être expliqué soit par une meilleure résistance à certaines perturbations soit à la succession de plusieurs été chauds qui auraient pu lui profiter (reproduction plus précoce, recrutement plus abondant...). Quoi qu'il en soit et bien que la classe d'abondance demeure conforme au potentiel du plan d'eau, le rotengle voit son abondance, notamment numérique, assez significativement augmenter entre 1995 et 2005.

Etat du recrutement et histogramme taille fréquence

Du fait d'une reproduction assez tardive, la campagne d'octobre ne permet probablement pas la captation de toutes les classes de tailles d'alevins de l'année, mais les juvéniles de deux et trois étés sont bien présents.

Au printemps, les alevins nés en 2005 apparaissent dans l'échantillon et les juvéniles capturés en automne affichent un très bon taux de passage de l'hiver (qui a pourtant été très froid).

Sur les deux campagnes, les adultes ne sont pas très abondants.

Coefficients de condition

En général légèrement inférieurs aux valeurs observées en 1995, les coefficients de condition actuels ne semblent pas statistiquement différents.

Répartition spatiale

La répartition constatée des rotengles confirme nettement leur affinité pour la zone littorale et plus précisément poules habitats denses ou offrant un couvert végétal (LHYF). Lorsqu'ils s'éloignent de ce compartiment, il restent cantonnés à la surface du plan d'eau.

4-5-3 La tanche - cf. figure 22 –

La tanche est un cyprinidé à affinité benthique marquée qui affectionne les zones littorales, notamment les « plats » où elle est fréquemment observée. Elle se nourrit en fouissant parmi les sédiments meubles d'où elle retire des invertébrés.

Les rendements automnaux, numériques et pondéral, sont très stables alors qu'ils accusent une certaine baisse en fin de printemps : cette chute de densité printanière pourrait être le résultat de plusieurs facteurs, problème lié à la survie des pontes, d'instabilité de l'habitat des alevins qui sont inféodés aux hélophytes dans une tranche d'eau très faible (< 0,20 m) ou encore d'une baisse de ressource alimentaire sur la zone littorale (chute de densité des invertébrés).

Les captures de tanche n'ont été réalisées que sur la zone littorale au niveau des hélophytes (épars et denses, LHLD et LHLE) mais aussi d'une afférence (LAFF).

Seuls des adultes ont été capturés, l'absence d'alevins dans l'échantillon étant essentiellement due à leur positionnement spatial, dans une tranche non prospectée par des filets. Notons toutefois que des tanchettes avaient été capturées dans le cadre de la prospection au moyen du cadre à projection (CAPPE, OLIVIER et al., 2001) témoignant de la réalité de la reproduction de cette espèce.

4-5-4 Le chevesne - cf. figure 23 et tableau 11 –

Le chevesne affectionne normalement plutôt les cours d'eau de niveaux typologiques médians (B4-5) ou partie inférieure de la zone à truite jusqu'à la zone à brème (B9). Cependant il se développe bien dans les plans d'eau naturels ou artificiels. Il se reproduit, au printemps, sur les éléments minéraux (galets, petits blocs) indifféremment sur la zone littorale ou dans les cours d'eau, affluents de ces lacs. Il s'agit d'une espèce ubiquiste et polluo-résistante.

Le chevesne semble en expansion numérique et pondérale au lac d'Aiguebelette, mais cette élévation des rendements de capture ne se traduit pas statistiquement par un changement de classe d'abondance. Cette apparente expansion peut être reliée, tout d'abord aux très bonnes capacités d'adaptation du chevesne mais aussi éventuellement à l'apparition (ou à l'expansion) de l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) qui constitue une proie de prédilection pour les chevesnes adultes.

En automne, si des juvéniles ont pu être capturés, tout comme en 1995, deux classes d'âge supplémentaires sont présentes dans l'échantillon actuel. On remarque en outre le maintien printanier, dans des abondances quasi identiques de toutes ces classes d'âge.

Les chevesnes sont présents essentiellement sur la zone littorales (hélophytes et fonds nus minéraux) mais ils ne dédaignent pas s'aventurer sur l'épilimnion des zones sublittorales et centrales, quelle que soit la saison.

4-6 Etat des peuplements piscicoles des trois principaux affluents

4-6-1 La Leysse de Novalaise à Nances

Le type ichtologique théorique est B4+ (potentiel de 7 espèces), le peuplement actuel est composé de 9 espèces contre seulement 7 en 1994. Les espèces électives du type, loche franche, truite, viron sont où absentes où fortement déficitaires ce qui était déjà le cas en 1994, sauf pour la truite. On notera l'absence durable du viron.

Le goujon et le chevesne, qui profitent usuellement des excédents de matière organique, sont en surabondance notoire traduisant probablement une perturbation de ce type, tout comme dans une moindre mesure la vandoise. La biomasse contrôlée est exceptionnelle, supérieure à 1 tonne/hectare de poisson, essentiellement du fait de la concentration remarquable de vandoises.

A noter le retour de la lote en abondance significative, à l'inverse le cas de loche franche est plus préoccupant, en effet cette espèce profite normalement des excès de matière organique et de leurs effets dans les cours d'eau, or elle demeure déficiente ce qui peut témoigner de deux perturbations possibles, une contamination insidieuse (micro-pollution) et/ou un problème d'habitats ; le colmatage minéral de son habitat préférentiel que sont les petites anfractuosités des blocs et galets, cette seconde piste déjà observée sur la basse Leysse est à privilégier mais elle n'est pas exclusive de la première.

Par ailleurs les truites et en particulier les truitelles, qui font l'objet d'une gestion particulière, sont aussi déficitaires, or elles occupent un habitat similaire à la loche, courant parmi les blocs et galets...

Le rotengle, la brème bordelière et le gardon, sont issus du lac et leur maintien dans le milieu est incertain du fait de conditions d'habitats globalement défavorables.

Ce constat d'une très forte fréquentation du cours inférieur de la Leysse, par quelques espèces peu exigeantes d'une façon générale est probablement la conséquence d'une montée des eaux récente de cette rivière. Il n'en masque pas moins les déficits persistants des espèces électives de ce type de ruisseau. La situation semble, globalement, légèrement meilleure qu'en 1994.

4-6-2 Le Gua à Nances

Le type écologique de cette station d'inventaire est voisin de celui de la basse Leysse, B4+ (potentiel de 7 espèces). Il faut noter que cet inventaire s'inscrit après une longue période de travaux, qui ont entraîné des rejets de matières en suspension (et autres ?) : le Gua pouvait donc, dans ce contexte être temporairement délaissé par la faune piscicole, qui a pu trouver un refuge momentané au lac, par ailleurs, en ce qui concerne le viron et la loche, l'habitat de la station ne leur est que partiellement favorable.

Cette hypothèse se voit confortée par l'inversion observée des biomasses en place sur la Leysse et le Gua, entre 1994 et 2006. En effet, le Gua présentait une biomasse en place, toutes espèces confondues, supérieure à 1 tonne/ha en 1994, elle a chuté à moins de 100 kg/ha.

De la même façon, les espèces électives font défaut, truite fario, viron, loche franche et chevesne. La truite fario accuse un recul assez similaire à celui observé sur la Leysse de Novalaise. A l'inverse, la lote semble aussi en expansion. Ce constat associé à son retour sur la Leysse, sa capture sur le lac confirment probablement une amélioration générale de l'état de cette population.

Par contre, l'absence de la loche sur le Gua, ne peut être relié à un problème d'habitat où les problèmes de colmatage durable (précipitation calco-carbonatée) n'ont pas été constatés. Cela amène à repenser la question de l'existence de flux toxiques plus ou moins chroniques sur ce cours d'eau.

Notons qu'en 2006, une amélioration de la structure physique du franchissement autoroutier, qui entravait totalement la connexion entre le lac, le Gua et le marais de Nances, cette modification est de nature à participer à la restauration de certaines populations du lac et du ruisseau.

4-6-3 La Tuilerie à Lépin-le-Lac

Le type écologique est différent de celui de la Leysse et du Gua, beaucoup plus apical, la Tuilerie s'inscrit dans la zone à truite supérieure, (type écologique B2). Son peuplement piscicole potentiel n'est donc composé que de deux espèces, la truite et le viron.

Il faut rappeler que la Tuilerie a subi un assèchement très sérieux (en longueur concernée et temps d'assec) en 2003 et plus limité en 2005 et que par ailleurs, aucun « ré-empeuplement » n'y a été réalisé par la suite.

Compte tenu de ces deux observations, la situation du peuplement piscicole, en 2006 est tout à fait honorable même si la biomasse en place accuse un recul assez marqué, passage de 200 à 156 kg/ha. Toutes les classes d'âge, y compris, des alevins de l'année et des juvéniles nés en 2005. En revanche, la cohorte des poissons nés en 2003 semble, *a priori*, déficitaire, ce qui est assez logique.

Bilan sur l'analyse de l'état des principales populations piscicoles du lac et de ses affluents

L'examen détaillé des structures des populations, abondance des cohortes, distribution spatiale, condition des poissons... et la comparaison de ces éléments avec ceux disponibles, à saison identique, en 1995-96, fait ressortir plusieurs axes de réflexion :

Certaines espèces, inféodées à la strate hypolimnique, moyenne ou profonde, affichent une amélioration assez sensible soit de leur abondance globale soit de certaines des cohortes : il s'agit de l'omble chevalier et de la lote. Cependant, notons que le cycle biologique de ces espèces est peu influencé par la fluctuation des niveaux du plan d'eau.

Deux espèces apparaissent en situation évolutive intermédiaire mais assez distincte :

Le corégone, dont l'abondance générale dépend à la fois de la qualité de l'hypolimnion et aussi des fluctuations du lac en période de reproduction, voit ses biomasses en place diminuer alors que le recrutement naturel, notamment pour les alevins de l'année peut être très efficace. On assiste en outre à un rajeunissement de la population en place.

Le brochet, dont la phase de reproduction est directement liée, à Aiguebelette, à la gestion du niveau lacustre, voit les densités de ses juvéniles augmenter par rapport à 1996. Ceci étant, l'aménagement de certaines zones de bas-marais, permettrait encore d'optimiser la reproduction du brochet. Toutefois, une fois la première année dépassée, il semble toujours que l'abondance des adultes soit toujours bridée par un problème de ressource alimentaire .

Le point commun de ces deux espèces est cependant que leur reproduction se déroule soit pendant une période de stabilité de la côte objectif du lac (décembre pour le corégone) soit avec une attention assez marquée au printemps (mars à mai pour le brochet).

Ceci n'est pas le cas d'autres espèces, dont la phase de reproduction se déroule le plus souvent pendant des phases temporelles qui incluent des variations de niveau et dont la présence se confine plus à l'épi- ou au métalimnion, voire aux zones littorales pour certains éco-stades, semblent en moins bonne posture générale (abondance, condition,...) qu'à l'état initial, on peut citer, le gardon, la perche. Pour cette dernière, le problème de survie au de-là du premier hiver déjà constaté en 1996 et sur d'autres lacs depuis perdure à l'heure actuelle à Aiguebelette, sans que la cause puisse en être clairement établie sur ce lac (parasitose, déficit de ressource alimentaire à certains moments de l'année...).

L'accomplissement de la phase de reproduction de la truite lacustre, qui demeure présente au lac de façon quasi confidentielle, semble toujours aussi problématique. La solution de ce problème fonctionnel pour la truite (dans les affluents) ne résoudra pas la question de la ressource alimentaire, disponible au lac, pour les adultes. Il y a effet recouvrement entre les cibles alimentaires du brochet, de la truite lacustre et dans une moindre mesure des perches adultes.

A l'inverse, le rotengle, espèce thermophile, inféodée à la strate superficielle du lac surtout sur la zone littorale affiche une certaine amélioration qui est peut-être à relier aux conditions thermiques favorables de ces trois dernières années (2003 à 2005).

D'une façon générale, il apparaît que l'amélioration de la phase de reproduction demeure d'actualité pour la perche, le gardon, la truite lacustre et dans une moindre mesure, le brochet où le corégone, ces derniers faisant déjà l'objet d'une attention particulière. Par ailleurs, l'état des ressources trophiques doit être précisé au lac d'Aiguebelette, car ce paramètre demeure problématique pour de nombreuses espèces au lac.

5 Synthèse et recommandations

Compte tenu de l'état de santé constaté du peuplement pisciaire du lac d'Aiguebelette que l'on a jugé contrasté, c'est-à-dire en situation d'amélioration pour certaines espèces et en état de dégradation plus ou moins marqué pour d'autres, il s'avère pertinent de rappeler l'état des compartiments du lac, de le remettre en perspective avec les constats piscicoles effectués sur la période 2005-06. Outre les démarches développées dans le présent rapport, rappelons que des mesures complémentaires ont été entreprises en 2006, sur l'état de la contamination des sédiments des zones de confluence des tributaires principaux du lac, de l'état de la faune de ces sédiments ainsi que celle des cours d'eau.

Des recommandations en matière d'investigations complémentaires et de suivi de la qualité du milieu seront néanmoins formulées par la suite.

5-1 Qualité physico-chimique et biologique

Les différentes phases du métabolisme lacustre influent directement sur la distribution spatiale du poisson. L'appréciation de son évolution, perçue au travers de certains paramètres qu'ils soient physico-chimiques ou biologiques, constitue donc un préalable à la compréhension de certains processus qui pourraient avoir comme conséquence des lacunes de production biologique et donc piscicole.

Sur la physico-chimie de la pleine eau

Nous l'avons déjà exposé au paragraphe 1, il semble que les paramètres directement responsables (oxygène et température) de la qualité et de la quantité d'habitat disponible, notamment dans l'hypolimnion, soient sur une pente d'amélioration sans pour autant que l'on retrouve une qualité optimale de la couche d'eau profonde du lac.

Rappelons que l'oxygénation des eaux influe directement sur la présence/absence et l'abondance de la macrofaune benthique, et plus indirectement sur la minéralisation de la matière organique dans le sédiment, quelle que soit la profondeur, donc sur les éléments stockés dans ce compartiment.

Par ailleurs, nous l'avons vu, le constat est plus mitigé pour ce qui concerne l'état des nutriments (azote et phosphore) au lac, en effet, si les formes azotées conservent des concentrations stables, assez basses et peu inquiétantes, le phosphore affiche des tendances plus contradictoires. S'il semble avéré que les concentrations générales, et particulièrement en sortie d'hiver, sont en baisse depuis le début des années 1970, l'ampleur de cette baisse est très délicate à cerner précisément, principalement du fait de difficultés méthodologiques. Or ces deux éléments commandent la production primaire (phytoplancton au lac), il est donc indispensable de pouvoir disposer de mesures fiables sur cet élément pour expliquer et comprendre les différentes phases fonctionnelles du plan d'eau.

En ce qui concerne la contamination de l'eau du lac par des micropolluants, les éléments acquis en 2005 par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée tendraient à prouver que peu de molécules (naphtalène et tétrabutylétain) se situent au dessus des seuils de détection. Cependant cette mesure, à partir d'un prélèvement unique au point de plus grande profondeur, mériterait d'être répétée, à différentes saisons et en différentes stations du plan d'eau.

Sur la contamination du sédiment lacustre – cf tableau 12 -

Cet aspect a été plusieurs fois étudié, notamment depuis la construction de l'autoroute A43. En 2005-06, un point a été réalisé par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée dans le cadre de l'inventaire des substances dangereuses, mais celui-ci ne prévoyait qu'un site de prélèvement au point de plus grande profondeur, il a donc été décidé de compléter cette démarche par des prélèvements et analyses dans les sédiments superficiels des zones de confluence des trois tributaires principaux du lac, la Leyse, le Gua et la Tuilerie.

Ce complément est d'autant plus intéressant qu'il existe des données antérieures notamment quant à la contamination de ces sédiments par le plomb et parfois le zinc.

En 2005-06, il apparaît que les plus fortes concentrations en plomb, chrome, zinc, nickel, cadmium et arsenic sont toujours supérieures au point de plus grande profondeur, qui doit constituer le site de plus grande accumulation du lac. Ces plus faibles valeurs mesurées dans les « deltas » des affluents reflète aussi le potentiel de remaniement de ces zones à l'occasion des crues et de fait, une probable grande variabilité à ce niveau sur l'ensemble des paramètres physico-chimiques du sédiment.

Dans le même temps, la Leyse est l'affluent dont le delta présente les plus fortes concentrations pour ces mêmes éléments-traces ceci devant probablement être lié d'une part à l'importance et la multiplicité des sources d'apport (réseau routier, autoroutier, agriculture...) mais aussi à la taille de son bassin versant.

A l'exception des sédiments du Gua, les concentrations actuelles en plomb sont toutes inférieures à celles mesurées en 1975 (CEMAGREF, in BLAKE, non daté) puis 1978 (LEDYS, 1979). Pour le Gua, les valeurs initiales, c'est-à-dire, avant aménagement, étaient déjà anormalement élevées.

Sur la flore phytoplanctonique de la pleine eau

Cet ensemble fait l'objet d'un suivi régulier par l'INRA Thonon-les-Bains pour le compte de la Communauté de Communes du lac d'Aiguebelette depuis 2001. Cette démarche complète très utilement les suivis de qualité entrepris de longue date par cette structure (CTLB, 2006).

Les résultats acquis mettent en évidence une tendance à la diminution des biomasses primaires printanières depuis 2002. La confrontation de cette tendance avec des concentrations faibles en phosphore dans l'eau en sortie d'hiver, mais aussi avec les autres facteurs environnementaux qui contrôlent le développement du phytoplancton (température, ensoleillement...) serait très utile à la compréhension du fonctionnement lacustre à cette saison.

Notons toutefois que si le développement du phytoplancton semble ralentir en sortie d'hiver, la tendance estivale, faisant suite à une phase « d'eaux claires » est beaucoup plus à la fluctuation et qu'en fin d'automne, la baisse importante de biomasse phytoplanctonique s'accompagne d'une recrudescence du groupe des cyanobactéries.

Ce développement de cyanobactéries n'a encore, ni l'importance ni les effets indésirables qui ont pu être constatés sur d'autres lacs comme le Bourget, néanmoins, il semble important de suivre le développement de ce groupe (diversité, abondance...) afin de cerner l'apparition de taxons à risque, potentiellement diffuseurs de toxines. De plus, l'expansion de ce type de taxons n'est pas incompatible avec une diminution générale du phosphore disponible et/ou une situation d'eaux plus fraîches.

Sur l'état hydrobiologique du sédiment lacustre – cf. tableau 13 -

L'état de la faune benthique n'a été que très superficiellement approché dans le cas du lac d'Aiguebelette (BULLE, 2006) mais quelques tendances et hypothèses peuvent être émises à ce propos, notamment en comparaison de prélèvements réalisés sur les zones littorales d'autres lacs en application du protocole IBL.

A priori, les effectifs, tous taxons confondus, dans les sédiments des deltas des affluents sont faibles, en particulier pour la Leysse (50 % d'effectif en moins) et si on les compare (moyenne des 9 prélèvements réalisés à Aiguebelette = **1921** individus), à ceux observés sur d'autres lacs comparables, comme Paladru (Isère, 3560 ind/m²), Chalain (Jura, 2657 ind/m²), Annecy (Haute-Savoie, 7646 ind/m²) ou Laffrey (Isère, 7788 ind./m²). La comparaison a cependant ses limites en effet, dans le cas d'une application de l'IBL, les valeurs de densité sont obtenues sur un grand nombre de prélèvements uniformément répartis sur la zone littorale et non sur des sites sensés concentrer un certain type de perturbation, comme c'est le cas ici.

La variété observée est elle-même très en de-ça de ce qui a pu être observé dans ces mêmes lacs, puisque sur ces neuf prélèvements, la variété cumulée est de 27 taxons, alors qu'elle est (après regroupement au stade de la sous-famille pour les chironomidae) de 30 à Laffrey, à Chalain, à Paladru ou à Annecy.

Il n'est pas moins vrai que ce compartiment de la macrofaune benthique demeure à Aiguebelette, une variable inconnue importante car ce compartiment participe activement et directement au régime alimentaire de la perche, du brochet, du corégone, de l'omble chevalier, à un ou plusieurs stades de leur vie.

L'application d'un diagnostic de type IBL paraît donc toujours d'actualité à Aiguebelette ; cependant des précautions méthodologiques seront à prendre en compte, en effet, ce diagnostic requiert la réalisation de prélèvements sur l'isobathe 2 m, pour le potentiel littoral et à 2/3 de la profondeur maximale, soit ici 47 m, ce qui exclurait le bassin intermédiaire (nord-est du lac) et ne prendrait pas en compte la zone la fréquemment désoxygénée, à l'heure actuelle.

Il conviendrait donc de relever la profondeur de l'isobathe située dans l'hypolimnion intermédiaire et d'ajouter une isobathe complémentaire aux alentours de 55 à 60 m, de façon à préciser l'état fonctionnel du lac.

Compléments sur l'état du peuplement piscicole du lac – cf. tableau 14 -

Teneurs en micropolluants mesurées sur la chair des corégones

Tout d'abord, pour compléter les différentes analyses et démarches menées sur le lac en 2005-06, une recherche de toxiques a été menée sur l'espèce, la plus abondante au lac et par ailleurs la plus prélevée par les pêcheurs, le corégone (*Coregonus lavaretus*). De plus, cette recherche, qui a été effectuée sur les autres grands lacs alpins permet une remise en perspective des résultats acquis.

Compte tenu des seuils analytiques pour les éléments métalliques traces et par ailleurs, la nature des résultats concernant les PCB (polychlorobiphényles), la comparaison entre les différents plans d'eau revêt un intérêt limité mais plusieurs points peuvent être mis en avant :

Les seuils de contamination sont pour chacun des éléments dépassant les seuils de détection, très en de-ça des limites admises pour la consommation, à l'exception toutefois du cuivre, élément pour lequel les corégones présentent une teneur de 0,26 mg/kg PF (0,5 mg/kg poids frais pour le mercure, 0,2 pour le plomb, 0,1 pour le cadmium, le cuivre, l'arsenic et 2 pour les PCB totaux).

Pour quelques éléments comme le zinc et le chrome, les teneurs relevées à Aiguebelette sont supérieures à celles issues des trois autres lacs. Quant au plomb et au mercure, la comparaison n'est pas possible car les seuils de détection sont assez élevés et les résultats inférieurs, à Aiguebelette et au Bourget.

Problèmes de déroulement du cycle biologique

Par ailleurs, pour certaines espèces, l'accomplissement du cycle biologique demeure très problématique, on peut citer :

- **La truite lacustre** espèce autochtone quant à elle et qui ne parvient apparemment pas à boucler son cycle de reproduction. Il n'est, en outre, pas possible de définir l'origine des poissons pêchés au lac car des déversements, certes irréguliers (dernier déversement précédant les pêches scientifiques en 2004 et 2001 auparavant).

En temps normal, elle remonte les affluents des lacs où elle se reproduit en automne tardif sur des sites analogues à ceux de la truite de rivière. Les affluents principaux ne sont pas tous propices à la reproduction de la truite de lac. En période automnale, les affluents sont accessibles et le problème n'est pas directement lié à une question de circulation mais plus à la disponibilité et fonctionnalité des zones de reproduction, puis au développement des alevins. Pour mémoire, la surface potentielle, disponible pour la reproduction de la truite était, (CSP, 1999) de **327** m2 sur la Leysse (surface totale jusqu'au premier infranchissable de 1,41 ha et linéaire de 2,56 km) et de **159** m2 sur le Gua (surface totale jusqu'à l'A43 de 0,16 ha et linéaire de 0,32 km), surfaces dont doit être déduite la surfaces utilisées par la truite de rivière.

Pour cette espèce, toutes les phases du cycle biologique sont affectées, reproduction développement et capacité d'accueil des alevins, croissance en milieu lacustre.

- D'autres espèces comme la **perche** et dans une moindre mesure, le **gardon** subissent durement l'impact des fluctuations du niveau du lac et la réussite de leur reproduction reste aléatoire – cf. figure 2 bis ; évolution de la courbe générale du lac -. Conformément à la côte objectif, le niveau du lac accuse une baisse importante entre la fin mai et le début du mois de juin, durant la reproduction de la perche et probablement celle du gardon selon les années.

Par ailleurs pour la perche (mais peut-être aussi le gardon), lorsque cette phase du cycle biologique peut se dérouler correctement, il semble que d'autres facteurs affectent durement la survie des alevins en fin d'automne ou en hiver, il est par ailleurs possible que l'abondance de la ressource trophique, zooplancton et/ou faune benthique, qui constitue la base du régime alimentaire et/ou des problèmes de parasitose liés à un affaiblissement puissent être évoqués.

5-2 Recommandations

5-2-1 Précision de l'évaluation des pressions

Vérification de l'absence de rejets directs (habitations secondaires construites en berge directe du plan d'eau) et indirects au lac. Recensement des sources de rejets accidentels existant dans le bassin versant ou à proximité du lac (stations de relevage).

Révision des programmes d'épandages agricole dans le bassin versant et modification des pratiques à proximité des ruisseaux.

Poursuite des diagnostics sur les réseaux de collectes d'eaux usées et remise en état de ces réseaux.

A titre conservatoire, recensement de l'ensemble des produits phytosanitaires mis en œuvre dans le bassin versant (contrôle de la végétation le long des voiries et agriculture), arrêt des pratiques de traitement sur les routes situées aux abords directs du lac.

5-2-2 Maintien et restauration de la qualité physique du plan d'eau

Les préconisations effectuées dans le précédent rapport CSP restent d'actualité notamment en matière de restauration des franges littorales (modification de la nature des infrastructures artificielles, arrêt des installations voire suppression des infrastructures non utilisées, stricte limitation de la circulation à moteur,...)

Par ailleurs, la gestion de la côte du plan d'eau, ciblée sur la reproduction du brochet, apporte quelques résultats en matière de recrutement, ces efforts pourraient être utilement complétés par des aménagements de deux à trois zones de bas-marais (avec immersion en phase printanière, émergence en phase d'été, dispositif de contrôle et maintien du niveau d'inondation).

Cette gestion du niveau associée à des aménagements correctement réalisés devraient améliorer le cycle du brochet cependant, elle ne résoudra pas la question de la ressource alimentaire des brochetons et juvéniles lorsqu'ils parviennent au stade ichtyophage donc de l'abondance des proies, perches et gardons au stade alevin et juvénile.

Le cycle biologique de ces deux espèces, qui devraient être très abondantes au lac est dysfonctionnel. Une étude, *in situ*, d'approche de la gestion du niveau du lac pour répondre aux besoins de leur cycle reproductif serait un préalable permettant de définir les exigences minimales à prendre en compte (niveau du lac, minimale et maximale, à préciser selon les conditions de température en milieu de printemps) pour un recrutement suffisant de ces deux populations

Par ailleurs, sur le plan de la restauration physique, on peut se poser la question de la pertinence de la sélection est restauration d'un affluent du lac dans l'objectif de servir de site de reproduction à la truite de lac et, au minimum d'évaluer les effets des différentes actions réalisées ou envisagées, comme par exemple sur le Gua (franchissement de l'A43, ré-engraissement de la zone de confluence...)

Il est en outre impératif de comprendre les mécanismes qui limitent la production cyprino-percicole sur le plan trophique.

5-2-3 Mise en place d'un complément au suivi allégé de la qualité des eaux du lac

Compte tenu des efforts déjà entrepris en matière de suivi de la qualité physico-chimique classique des eaux du lac, aucun complément sur cette thématique n'est proposé si ce n'est d'avoir, comme objectif à court terme de définir un protocole de prélèvement et analyse permettant de déterminer des concentrations fiables en phosphore total et orthophosphates, en accord avec les concentrations actuelles présumées (comprises entre 2 et 10 mg/l).

On peut cependant s'interroger sur la mise en œuvre d'un suivi en continu de la température des eaux du lac, en effet ce type de suivi est peu coûteux et permet d'expliquer bon nombre de phénomènes en particulier, biologiques (p.e. développement algaux anormaux)

Un protocole complémentaire, ici encore adapté aux molécules recherchées, pourrait permettre, à raison d'une campagne tous les 3 ans, de cerner l'évolution de la micropollution du lac, en distinguant 3 à 6 stations de la zone littorale ainsi qu'une station dans chaque fosse lacustre (3 stations).

Pour ce qui est de la connaissance des facteurs limitant la production des alevins de brochet, perche et gardon, il semble indispensable de s'orienter vers une double approche coordonnée, intégrant :

- un suivi annuel qualitatif et quantitatif du zooplancton lacustre, l'optimum étant d'effectuer ce suivi durant un minimum de trois années pour déboucher sur un protocole de suivi allégé de ce groupe indispensable à la croissance des alevins dans leur première année.
- la mise en place d'un IBL, indice biologique lacustre, permettrait de qualifier l'état des biocoenoses benthiques du lac mais compte tenu de la topographie du lac d'Aiguebelette, le protocole habituel devra être adapté en retenant :
 - Outre le nombre habituel de prélèvements en zone littorale (fonction de la longueur de l'isobathe 2m), un prélèvement au droit des confluences des trois affluents principaux, pour approcher l'impact éventuel de flux polluant.
 - Une interprétation large de la profondeur de l'isobathe profonde (45 à 47 m au lieu de la valeur stricte, supérieure à 47 m) de façon à prendre en compte dans le diagnostic, le fonctionnement de la zone profonde,
 - Enfin, la réalisation de prélèvement sur une isobathe supplémentaire située entre 55 et 65 m, pour qualifier et quantifier l'impact de la désoxygénation sur la faune benthique profonde.

5-3 Gestion des populations

Le présent diagnostic met en évidence avant tout des dysfonctionnements de l'écosystème dans les déficits d'abondance et/ou de recrutement de certaines espèces. Dans ce contexte et sans recouvrement de la qualité globale du milieu, les mesures de soutien des différentes populations n'auront que des effets très limités : La poursuite des efforts de reconquête de la qualité de l'eau, recherche de facteurs limitant dans ce domaine, restauration du milieu physique sont hautement prioritaire à toute action de gestion des populations.

Ce postulat de base pour l'orientation de la gestion piscicole est d'autant plus aisé à soutenir que des carnets de pêche sont maintenant en place et remplis avec un taux de retour encore insuffisant par les pêcheurs du lac : ils constituent un précieux outil de gestion et de contrôle des actions de restauration et/ou de soutien des différentes populations, voire d'adaptation de la réglementation halieutique. Rappelons que la précision de la durée des parties de pêche, dans le but de fournir des CPUE (captures par unité d'effort) est indispensable, sur un échantillon d'une trentaine de pêcheurs volontaires.

Répétons que l'état des prises des principales espèces recherchées au lac de d'Aiguebelette reflètent pour chacune d'entre elles l'état de compartiments différents de l'écosystème lacustre, en particulier :

La truite de lac :

Relations avec les afférences, fonctionnement des afférences (thermie, habitat) oxygénation de la couche située directement sous le méta limnion,

L'omble chevalier :

Oxygénation de la strate hypolimnique profonde du lac, fonctionnement de la strate benthique (faune et oxygénation),

Le corégone :

Oxygénation des strates hypolimniques intermédiaire et profonde du lac, niveau du lac en hiver, fonctionnement de la strate benthique (faune et oxygénation),

Le brochet :

Fonctionnement des zones littorales du lac, niveau du lac en sortie d'hiver.

5-3-1 Le corégone :

En apparence et vu les constats récents de reproduction massive de l'espèce, il est possible de penser que les efforts de soutien de cette population sont inutiles à l'heure actuelle et que la taille légale de capture actuelle (0.35 m) est adaptée à la situation. Néanmoins tout arrêt de la gestion du corégone doit être accompagné d'une attention toute particulière envers les statistiques halieutiques, en effet, les résultats des pêches scientifiques montrent qu'apparemment, l'exploitation halieutique s'effectue aujourd'hui aux dépens de classes d'âge plus jeunes qu'en 1995. Deux campagnes de prélèvements d'échantillons, ciblées sur un début et une à la fin de saison de pêche (septembre à fin octobre) préciseraient cette modification de la structure de taille de la population.

5-3-2 L'omble chevalier :

Compte tenu de l'habitat et des exigences de cette espèce, le soutien de la population peut se poursuivre, les quantités déversées maintenues mais il serait pertinent de ne pas effectuer de déversements à une époque où les carnassiers sont en recherche active de nourriture (sortie de période de fraie « au sens large » pour le brochet ou la perche) et auxquelles les jeunes cyprinidés sont peu actifs.

Il conviendrait en outre d'une part, d'assortir les déversements d'opérations de marquage exhaustifs pour contrôler l'existence ou l'absence de reproduction naturelle et la contribution de la gestion à la pêcherie ; ce type d'opération doit s'assortir d'une information assez large et d'un retour sur les carnets de prise. Corrélativement, il serait bon de procéder, le cas échéant, à des recherches de sites de reproduction naturelle de cette espèce (plongée descriptive faisant suite, par exemple, à des pêches prospectives de géniteurs).

5-3-3 La truite lacustre

Compte tenu du faible nombre de prises et du stock de géniteurs en place, il nous semble opportun de porter la taille légale de capture de la truite de 30 à 40 cm. Par contre, la probabilité de prendre deux truites de lac par jour étant assez faible (à vérifier sur les statistiques), la limitation du nombre de prises ne semble plus très pertinente.

5-3-4 Le brochet :

Les préconisations émises en 1996 restent d'actualité, à savoir, l'augmentation de la taille légale de capture à 60 cm et la limitation du nombre de prise à 1 ou 2 brochet/jour/pêcheur.

Au sujets des déversements de brochetons, là-encore, les préconisations édictées initialement restent de mise :

- 1- ne pas pratiquer de déversement, les années où la reproduction naturelle a fonctionné correctement,
- 2- ne déverser que des alevins au stade ichtyophage (taille dépassant 8 à 9 cm),
- 3- effectuer des contrôles sanitaires pour éviter la propagation de pathologie, dont le brochet ne serait un vecteur, type triaenophorose.

5-3-5 La perche

Effectuer un contrôle sanitaire sur les alevins en fin d'été et début d'automne pour évaluer les problèmes de parasitologie par le vers parasite, triaenophorus, particulièrement pathogène pour la perche. Ce suivi pourra tirer quelques informations de la démarche à entreprendre sur le zooplancton, en particulier les crustacés copépodes, qui sont aussi des hôtes intermédiaires de ce cestode.

5-3-6 Le gardon

Cesser les introductions de gardons ou autres cyprinidés, y compris sous la forme de fagots d'œufs, de façon à éviter l'introduction d'espèces indésirables, brèmes, commune ou bordelière, rotengle...

5-4 Suivi scientifique et halieutique

Dans le cadre de la mise en place de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, un suivi régulier de la qualité des écosystèmes lacustres, comme pour l'ensemble des masses d'eau identifiées, sera mis en œuvre à raison d'un bilan complet une fois toutes les 6 années environ : ce bilan comprendra un volet physico-chimique (protocole diagnose rapide voisin de celui mis en œuvre dans la présente étude, hydrobiologique (IBL) et piscicole (protocole d'échantillonnage type EN 14757). Les résultats qui seront récoltés constitueront les éléments d'un véritable tableau de bord de la surveillance de l'état du lac d'Aiguebelette, qui devront être articulés avec les suivis existant.

En ce qui concerne le protocole d'échantillonnage de la faune pisciaire, le protocole EN 14757 complétera là-aussi les suivis halieutiques mais ne fournissant pas d'informations suffisamment précises sur la distribution spatiale du poisson, il devra être mis en œuvre simultanément à une campagne automnale de pêche en application du protocole filets verticaux à raison d'une double campagne tous les 12 ans.

Le recueil de statistiques halieutiques doit se poursuivre et être précisé, nous l'avons dit, à partir d'un échantillon d'une trentaine de pêcheurs volontaires, pour permettre le calcul de CPUE. Par ailleurs, ces pêcheurs volontaires peuvent devenir les supports d'opération ciblées de recueil d'information ou matériel biologique, écailles, estomacs, marques, symptômes de parasitose... très utiles pour affiner la gestion piscicole où la connaissance du fonctionnement de certaines populations.

Ces statistiques halieutiques doivent aussi être complétées et précisées, pour ce qui concerne les pêcheurs amateurs aux engins (filets, nasses, lignes de fond). De la même façon que les amateurs aux lignes, ils doivent renseigner leurs carnets en précisant l'effort de pêche déployé (date, nombre et surface des filets tendus, maille, nombre de nasses où lignes de fond, hameçons par ligne, espèces capturées, effectifs, longueurs, poids).

CONCLUSION GENERALE

L'étude piscicole du lac d'Aiguebelette, réalisée à partir de la mise en œuvre d'un protocole d'étude standardisés d'étude et échantillonnage de l'ichtyofaune, identique à celui déployé en 1996, a permis de mettre en évidence l'évolution différents tendances relatives à l'état du peuplement.

Les rendements de pêche scientifiques accusent une baisse assez sensible vis-à-vis de ceux établis en 1995-96 et cette baisse affecte les trois espèces dominant le peuplement d'Aiguebelette, le corégone, la perche et le gardon.

Simultanément, d'autres espèces, plus sensibles, comme la lote ou l'omble chevalier affichent des rendements de capture en hausse, phénomène qui accompagne le retour de conditions plus favorables surtout d'oxygénation dans l'hypolimnion médian et profond.

Enfin, pour d'autres espèces comme le brochet, le diagnostic est plus mitigé, en effet, si les précautions prises quant à la tenue des niveaux durant la phase de reproduction paraît assez efficace et se traduit par une densité de juvéniles plus élevée, les adultes restent déficitaires en regard du potentiel d'un tel plan d'eau. Notons que le maintien du niveau durant la phase de reproduction du corégone semble aussi assez bénéfique à la densité de juvéniles pour cette espèce.

Cependant, en ce qui concerne la perche et le gardon, leur reproduction se déroule consécutivement à celle du brochet, sans qu'une attention particulière soit portée aux fluctuations des niveaux du lac, il s'en suit des densités d'alevins particulièrement faibles. Par ailleurs, il apparaît que ces alevins ne parviennent pas à survivre correctement au passage de leur premier hiver et plusieurs hypothèses peuvent être émises à ce propos : tout d'abord un déficit de ressource alimentaire, au niveau du zooplancton et de la faune benthique, ces deux composantes trophiques étant un passage obligé pour toutes les espèces, à un ou plusieurs stade(s) de leur vie et ensuite, un problème de parasitose qui pourrait agir en synergie négative pendant ces périodes de disette.

La recherches des causes de ces dysfonctionnements et la compréhension des mécanismes qui affectent les cycles biologique est nécessaire à un retour vers une meilleure abondance de l'ensemble des populations piscicoles lacustres.

Elle doit accompagner la poursuite des efforts de reconquête de la qualité des eaux du lac et de ses affluents, de la qualité physique du milieu aquatique, notamment sur les zones littorales du lac, ce type d'action étant prioritaire aux programmes de soutien des populations même si, pour certaines espèces, ceux-ci peuvent être poursuivis moyennant quelques précautions.

Bibliographie :

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse, **2006**. Inventaire exceptionnel de la contamination des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses. Rap. Synthèse + annexes, 23 p.

BLAKE G., **2003**. Etude des sédiments du lac d'Aiguebelette. Rap. Univ. Savoie, Chambéry, 37 p.

BLAKE G., **1985**. Contamination métallique du lac d'Aiguebelette (Savoie). Rap. Univ. Savoie, Chambéry, 12 p.

BLAKE G., **non daté**. Synthèse des travaux sur la pollution métallique du lac d'Aiguebelette. Rap. Univ. Savoie, Chambéry, 22 p.

BULLE B., **2006**. Contribution à la connaissance des apports toxiques au lac d'Aiguebelette : évolution des peuplements entre 1995 et 2006. Mém. Master Pro 2 QTEBV, Univ. Franche-Comté, Besançon, 61 p.

CSP-DR LYON, **1996**. Etude de l'ichtyofaune du lac d'Aiguebelette. Rap. Cons. Sup. Pêche, dél. rég. Lyon, 60 p.

CSP-DR LYON, **2001**. Description de la qualité physique de la Leysse de Novalaise et du Gua – suivi de la reproduction de la truite lacustre -. Rap. Cons. Sup. Pêche, dél. rég. Lyon, 14 p.

CTLB, **2006**. Le lac d'Aiguebelette – Suivi allégé – Rapport Cellule, Technique du Lac du Bourget, 38 p.

CTLB, **1994**. Le lac d'Aiguebelette – Suivi allégé 1991-1992-1993 – Rapport Cellule, Technique du Lac du Bourget, 14 p.

DELEBECQUE A., **1898**. Les lacs français. Chamerod & Renouard Ed., 436 p.

DEGIORGI F. & GRANDMOTTET J.-P., **1992**. Impacts de la désoxygénation chronique de l'hypolimnion d'un lac de moyenne montagne sur son ichtyofaune. *Ichthyophysiological Acta* 15 : 79-97.

DEGIORGI F. & GRANDMOTTET J.-P., **1993**. Relations entre la topographie aquatique et l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre : définition des modalités spatiales d'une stratégie de prélèvement reproductible. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 329 : 231-243.

DEGIORGI F., **1994**. Étude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre. Prospection multi-saisonnière de 6 plans d'eau de l'Est de la France à l'aide de filets verticaux. Thèse Univ. Besançon, Fr.-Comté : 207 p. + annexes.

DEGIORGI F., GRANDMOTTET J.-P. RAYMOND J.-C & RIVIER B., **2001**. Echantillonnage de l'ichtyofaune lacustre : engins passifs et protocole de prospection., in GERDEAUX D. "*Gestion piscicole des grands plans d'eau*", INRA éd. Paris, 457 p. : 151-182.

DEGIORGI F., **2005**. Diagnose écologique du lac de Remoray et de ses affluents (Doubs) – Etat initial dans le cadre du suivi de la dépollution du bassin versant -. Rap. Communauté de Communes du Mont d'Or, 75 p.

DEGIORGI & al., **2006**. Synthèse des études piscicoles effectuées sur le lac du Bourget entre 2003 et 2005. Rap. CISALB, 83 p.

DRUART J.-C. & ROBERT M., **2006**. Le phytoplancton du lac d'Aiguebelette (Savoie) : année 2005. Rap. INRA Thonon, S.H.L., 265-2006, 25 p.

GILLET C., **2001**. Le déroulement de la fraie des principaux poissons lacustres., in GERDEAUX D. "*Gestion piscicole des grands plans d'eau*", INRA éd. Paris, 457 p. : 241-281.

GUILLARD J., PERGA M.-E., COLON M. & ANGELI N., **2006**. Hydroacoustic assessment of young-of-the-year perch, *Perca fluviatilis*, population dynamics in an oligotrophic lake (Lake Annecy, France). *Fisheries Management and Ecology*, 13, 319-327

GUILLARD J., VERGES C. & COLON M., **2006**. Etude hydroacoustique de l'ichtyofaune du lac d'Aiguebelette – campagne 2005 -. Rap. INRA Thonon, I.L., 263-2006, 25 p.

HUBAULT E., **1947**. Etude thermique et biologique des eaux des lacs de l'est de la France (Vosges, Jura Alpes de Savoie). *Ann. Ec. Nat. Eaux et Forêts*, 10 : 115-260.

LALLEE M., **2006**. Inventaires des zones de frai potentielles du brochet, *Esox lucius*, sur le lac d'Aiguebelette et propositions de gestion. Mém. Master Pro 1 GIBV, Univ. Rennes I, 46 p.

LEDYS R., **1979**. La pollution par la plomb – le lac d'Aiguebelette (Savoie) – lagunages à macrophytes -. Mém. DEA Ecologie des Eaux Continentales, Univ. Savoie, Chambéry, 38 p.

NICOLAS O., **1993**. Etude des carnets de déclaration de capture à la traîne et la sonde, saisons 1989-90-91. Rap. AAPMA Aiguebelette, 00 p.

OLIVIER G., DEGIORGIO F., COME G. & RAYMOND J.-C., **2001**. Echantillonnage des alevins en milieu lacustre : deux techniques utilisées selon un protocole standard, in GERDEAUX D. "*Gestion piscicole des grands plans d'eau*", INRA éd. Paris, 457 p. : 193–214.

RONCHART E., **1985**. Bilan des chlorures de sodium des eaux du lac d'Aiguebelette. Mém. DEA Ecologie des Eaux, Univ. Cl. Bernard, Lyon I, 25 p.

SILA & INRA, **2000**. Recherche de métaux et micropolluants organiques dans les corégones du lac d'Annecy in « Suivi de la qualité des eaux du lac d'Annecy- année 1999 - », p. 66-69.

S.R.A.E. Rhône-Alpes, **1977**. Etat de la qualité du lac d'Aiguebelette (Savoie). Rapp. 23 p. + annexes

ANNEXES