



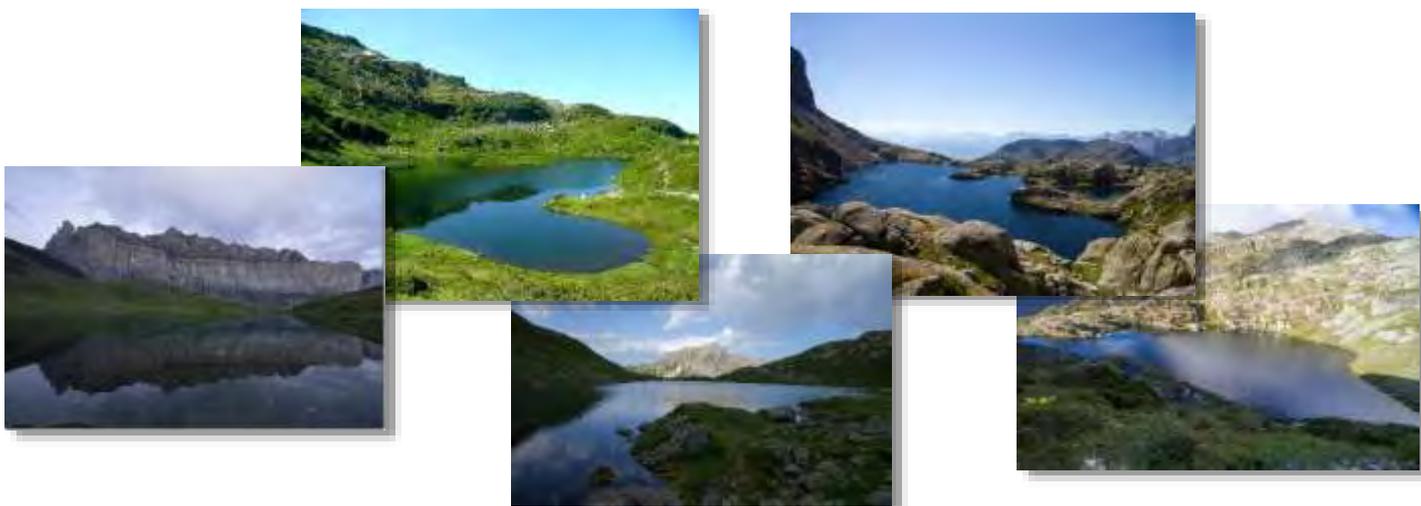
Fédération Départementale pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN BELLEVUE
Tel 0450468755
Fax 0450469051
info@pechehautesavoie.com



AAPPMA du Faucigny
868 route du stade
74130 AYSE
Tel 0450075580
Fax 0450075579
aappma.faucigny@wanadoo.fr

ECHANTILLONNAGE PISCICOLE DES 5 LACS D'ALTITUDE DU FAUCIGNY

BILAN DES EFFETS DU CHANGEMENT DU PLAN DE GESTION



M. BEAUFILS & P. HUCHET

Juillet 2015

Rapport FDP74.15/01



REMERCIEMENTS

Merci aux bénévoles qui nous ont donné la main sur les manipulations de terrain, aux gardes d'ASTERS de la réserve naturelle et au personnel technique de la Fédération de Pêche de Haute-Savoie.

TABLE DES MATIERES

Introduction	6
I. Matériel et méthodes	2
I-1 Synthèse des données	2
I-2 Etude des peuplements piscicoles	2
II. Le lac d'Anterne	4
II-1 Caractéristiques générales du lac d'Anterne	4
II-2 Fonctionnalité du lac d'Anterne.....	6
II-4 Bilan et préconisations sur la gestion piscicole du lac d'Anterne	11
III. Le lac de Pormenaz	12
III-1 Caractéristiques générales du lac de Pormenaz	12
III-2 Fonctionnalité du lac de Pormenaz.....	13
III-3 Echantillonnage piscicole du lac de Pormenaz	15
III-4 Bilan et préconisations sur la gestion piscicole du lac de Pormenaz	19
IV. Lac Brévent	20
IV-1 Caractéristiques générales du lac Brévent	20
IV-2 Fonctionnalité du lac Brévent.....	21
IV-3 Echantillonnage piscicole du lac Brévent.....	23
IV-4 Bilan sur la gestion piscicole du lac Brévent	26
V. Lac Cornu	27
V-1 Caractéristiques générales du lac Cornu	27
V-2 Fonctionnalité du lac Cornu.....	28
V-3 Echantillonnage piscicole du lac Cornu	30
V-4 Bilan sur la gestion piscicole du lac Cornu	33
VI. Grand Lac Jovet	34
VI-1 Caractéristiques générales du grand lac Jovet	34
VI-2 Fonctionnalité du grand lac Jovet.....	35
VI-3 Echantillonnage piscicole du grand lac Jovet.....	37
VI-4 Bilan sur la gestion piscicole du grand lac Jovet	40
VII. Synthèse générale/Conclusion	41
Bibliographie	42

LISTE DES FIGURES

Table 1 : Plans d'alevinages des lacs d'altitude du Faucigny (2009-2013)

Table 2 : Efforts d'échantillonnages sur les 5 lacs (protocole CEN 14747)

Table 3 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du lac d'Anterne

Table 4 : Résultats des inventaires piscicoles 2007 du lac d'Anterne

Table 5 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du lac de Pormenaz

Table 6 : Résultats des inventaires piscicoles 2007 du lac de Pormenaz

Table 7 : Résultats des inventaires piscicoles 2014 du lac Brévent

Table 8 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du lac Cornu

Table 9 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du lac Jovet

Figure 1 : Echancier du programme de suivi de la gestion piscicole des lacs de montagnes

Figure 2 : Illustrations des échantillonnages piscicoles au filet selon le protocole CEN 14757

Figure 3 : Illustrations de la biométrie (pesée et prélèvement d'écaillés)

Figure 4 : Bassin versant topographique du lac d'Anterne (IGN TOP25 3530 ET)

Figure 5 : Photographique aérienne du lac d'Anterne (Géoportail)

Figure 6 : Bathymétrie du lac d'Anterne

Figure 7 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac d'Anterne (Hibon, 2010)

Figure 8 : Récapitulatif historique des alevinages du lac d'Anterne (de 1990 à 2014)

Figure 9 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac d'Anterne (données Asters, 2013)

Figure 10 : Distributions verticales des captures en 2007 et en 2013 pour chaque espèce

Figure 11 : Structures des classes de tailles pour chaque espèce

Figure 12 : Bassin versant topographique du lac de Pormenaz (IGN TOP25 3530 ET)

Figure 13 : Photographique aérienne du lac de Pormenaz (Géoportail)

Figure 14 : Bathymétrie du lac de Pormenaz

Figure 15 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac de Pormenaz (Hibon, 2010)

Figure 16 : Récapitulatif historique des alevinages du lac de Pormenaz (de 1990 à 2014)

Figure 17 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac de Pormenaz (données 2013)

Figure 18 : Distributions verticales des captures en 2007 et en 2013 pour chaque espèce

Figure 19 : Structures des classes de tailles des truites en 2007 et en 2013

Figure 20 : Bassin versant topographique du lac Brévent (IGN TOP25 3530 ET)

Figure 21 : Photographique aérienne du lac Brévent (Géoportail)

Figure 22 : Bathymétrie du lac Brévent

Figure 23 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Brévent (Hibon, 2010)

Figure 24 : Récapitulatif historique des alevinages du lac Brévent (de 1990 à 2014)

Figure 25 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Brévent (données 2014)

Figure 26 : Distributions verticales des captures en 2014 pour chaque espèce

Figure 27 : Structures des classes de tailles pour chaque espèce

Figure 28 : Bassin versant topographique du lac Cornu (IGN TOP25 3530 ET)

Figure 29 : Photographique aérienne du lac Cornu (Géoportail)
Figure 30 : Bathymétrie du lac Cornu
Figure 31 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Cornu (Hibon, 2010)
Figure 32 : Récapitulatif historique des alevinages du lac Cornu (de 1990 à 2014)
Figure 33 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Cornu (données Asters, 2013)
Figure 34 : Distributions verticales des captures en 2013 pour chaque espèce
Figure 35 : Structures des classes de tailles pour chaque espèce
Figure 36 : Bassin versant topographique du grand lac Jovet (IGN TOP25 3530 ET)
Figure 37 : Photographique aérienne du grand lac Jovet (Géoportail)
Figure 38 : Bathymétrie du grand lac Jovet
Figure 39 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Jovet (Hibon, 2010)
Figure 40 : Récapitulatif historique des alevinages du lac Jovet (de 1990 à 2014)
Figure 41 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Jovet (données 2013)
Figure 42 : Distributions verticales des captures en 2013 pour chaque espèce
Figure 43 : Structures des classes de tailles pour chaque espèce
Figure 44 : Echancier du programme de suivi de la gestion piscicole des lacs de montagne

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Plan de pose des filets d'échantillonnage sur les 5 lacs du Faucigny

Annexe II : Résultats de l'analyse scalimétrique des poissons sur chacun des 5 lacs échantillonnés.

Annexe III : Coefficient de condition des salmonidés sur chacun des 5 lacs (formule prenant en compte la taille et le poids de l'individu)

Annexe IV : Résultats des pêches électriques du Bon Nant (tributaire du grand lac Jovet).

INTRODUCTION

En 2009, suite aux pêches d'inventaire aux filets maillants (protocole CEN 14757) réalisées en 2007, dans le cadre de la DCE, sur les lacs d'Anterne et de Pormenaz, un plan de gestion piscicole des 5 lacs d'altitude situés en réserve naturelle a été proposé par la Fédération de Pêche de Haute-Savoie (Anterne, Pormenaz, Cornu, Brévent et Jovet). Ce plan, prévu pour une durée de 5 ans, a ensuite été validé et mis en place par l'AAPPMA du Faucigny, gestionnaire des dits lacs.

Le plan de gestion a consisté à la mise en œuvre d'un alevinage monospécifique, à hauteur de 500 individus par hectare et par an, pendant 5 ans, de l'espèce apparaissant comme étant la plus adaptée à chaque lac compte tenu des connaissances disponibles sur chacun des biotopes concernés (Huchet, 2009).

Tableau 1 : Plans d'alevinage des lacs d'altitude du Faucigny (2009-2013)

	Espèce pressentie	Quantité d'alevins
Anterne	saumon de fontaine	5750
Pormenaz	truite fario	2300
Brévent	truite fario	1200
Cornu	crisivomer	2650
Grand Jovet	crisivomer	3750

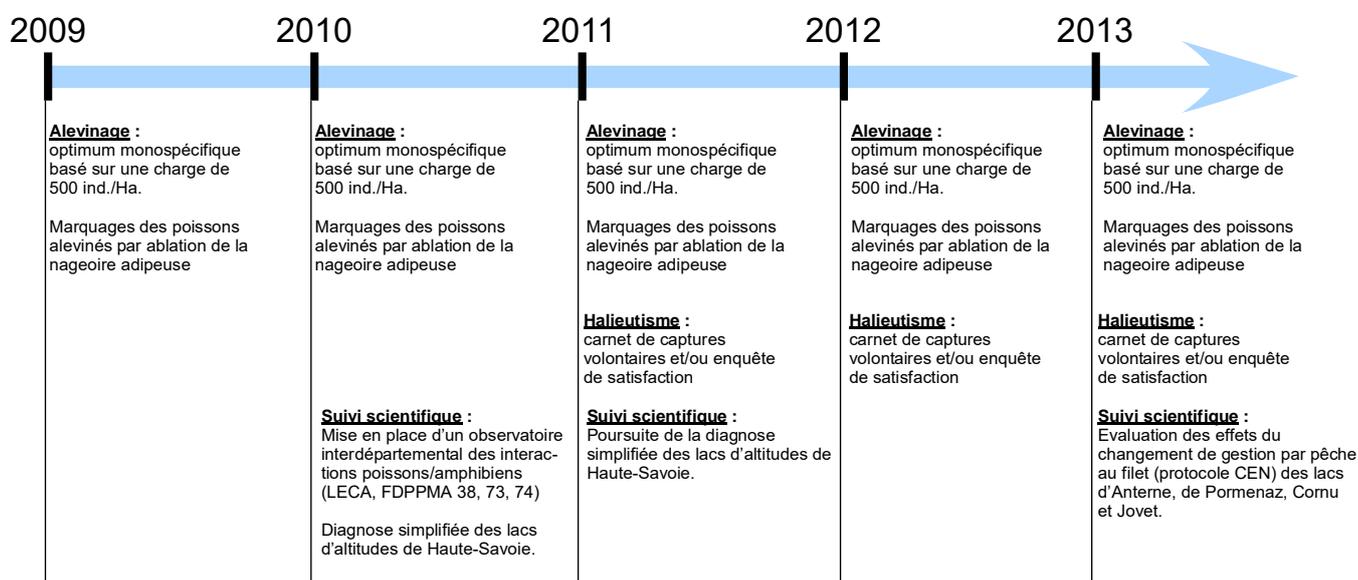


Figure 1 : Echancier du programme de suivi de la gestion piscicole des lacs de montagne

En complément de ce plan de gestion, une diagnose écologique simplifiée a été réalisée en 2010 par la Fédération (Figure 1) afin d'affiner la connaissance, jusqu'ici succincte, du fonctionnement de chacun de ces lacs, et d'adapter si nécessaire le plan de gestion piscicole aux situations décrites. A la suite de cette diagnose (Hibon, 2010), deux lacs ont vu leur plan de gestion modifié :

- Le lac Brévent : des dysfonctionnements notables affectant la qualité globale du lac ayant été mis en évidence, la pertinence de la poursuite des alevinages dans ce contexte semblait douteuse
- Le grand lac Jovet : outre la présence d'une population fonctionnelle d'ombles chevaliers dans le lac, les pêches électriques d'inventaire réalisées sur l'exutoire de ce dernier ont permis de mettre en évidence la présence d'une population fonctionnelle de truites arc-en-ciel

La DREAL, suite aux avis du CSRPN, ayant demandé fin 2010 l'arrêt de l'alevinage par le gestionnaire sur deux des cinq lacs situés en réserve naturelle, ces deux unités de gestion ont donc été proposées compte tenu des résultats obtenus en 2010, et n'ont donc plus été alevinées à partir de 2011. Enfin, en 2013, un bilan piscicole des plans de gestion 2009-2013 des cinq lacs précités a été programmé, tel que prévu dans l'échéancier mis en place en 2009 (figure 1). Il a consisté en la réalisation d'inventaires piscicoles aux filets maillants (protocole CEN 14757).

Ce présent rapport a donc pour objectif d'établir le bilan au terme de ces 5 années de gestion (suite aux résultats des échantillonnages 2013) et d'en évaluer l'efficacité quant à l'installation d'un peuplement piscicole pérenne allié à la satisfaction de l'objectif halieutique.

I. MATERIEL ET METHODES

I-1 SYNTHÈSE DES DONNÉES

Une synthèse des données acquises lors de la diagnose de 2010 par Hibon sur la fonctionnalité de chacun des 5 lacs sera réalisée (physico-chimie, capacité habitationnelle et macrobenthos).

I-2 ETUDE DES PEUPELEMENTS PISCICOLES

ECHANTILLONNAGE AU FILET

Les pêches ont été réalisées durant l'année 2013 pour les lacs d'Anterne, Pormenaz, Cornu et Jovet, et en 2014 pour le lac Brévent, selon le protocole d'échantillonnage CEN 14757. Des pêches électriques ont été réalisées dans les tributaires de ces lacs. L'alevinage de l'année d'échantillonnage a été fait après ces campagnes. Des mesures physico-chimiques sur la colonne d'eau ont été réalisées à l'aide d'une sonde multiparamétrique.



Figure 2 : Illustrations des échantillonnages piscicoles au filet selon le protocole CEN 14757

Les efforts de pêche correspondant au standard d'échantillonnage utilisés sont décrits dans le tableau 2. Les lacs d'Anterne, Brévent et Cornu ont fait l'objet de deux tendues, ceux de Pormenaz et Jovet d'une seule, en concordance avec la bathymétrie des plans d'eau.

Tableau 2 : Efforts d'échantillonnage sur les 5 lacs (protocole CEN 14747)

Lac	Superficie (Ha)	Profondeur maximale (m)	Nombre de filets		Superficie totale (m ² filets)
			Benthiques	Pélagiques	
			S.U. = 45 m ²	S.U. = 165 m ²	
Anterne	11.6	13.2	16	2	1050
Pormenaz	4.6	9.5	8	0	360
Brévent	2.95	20.4	16	3	1215
Cornu	5.3	19.9	16	3	1215
Jovet	7.5	8.5	8	0	360

Les poissons capturés ont tous été mesurés et pesés, et ont subi un prélèvement d'écaillés dans la zone standardisée pour les salmonidés (d'après Ombredane et Richard, 1990). Ces écaillés vont permettre d'évaluer l'âge de chaque individu.



Figure 3 : Illustrations de la biométrie (pesée et prélèvement d'écaillés)

✚ TRAITEMENT DES RESULTATS

Les effectifs capturés ont été traités en pourcentages et rendements numériques et pondéraux. L'âge des individus a été estimé par scalimétrie sur l'ensemble des effectifs de salmonidés.

Les résultats d'Anterne et Pormenaz sont comparés avec ceux de 2007 pour ensuite pouvoir discuter de l'évolution et de l'efficacité du plan de gestion mis en œuvre. Pour les 3 autres lacs du Faucigny, les résultats 2013 seront discutés en fonction du plan qui avait été mis en œuvre sur la base de résultats de pêche de loisir.

✚ CARNETS DE CAPTURES

Des carnets de captures ont été distribués par l'AAPPMA du Faucigny aux pêcheurs volontaires. Ces derniers doivent être remplis et retournés à l'AAPPMA ou à la FDPPMA74, de manière à renseigner pour chaque poisson pêché : la date, le lac, l'espèce et la taille. De plus, il est demandé de prélever un échantillon d'écaillés afin d'estimer l'âge de chacun des poissons par scalimétrie.

II. LE LAC D'ANTERNE

II-1 CARACTERISTIQUES GENERALES DU LAC D'ANTERNE

Le lac d'Anterne est situé à une altitude de 2060 m, au pied de la chaîne des Fiz et des Frêtes de Villy, au sein la réserve naturelle de Sixt-Passy (commune de Sixt Fer-à-Cheval). Son bassin versant, d'origine glaciaire, s'étend sur une superficie de 278 ha (figure 4), et culmine à 2733 m au niveau de la pointe d'Anterne, avec une pente moyenne de 43% (Hibon, 2010).



Figure 4 : Bassin versant topographique du lac d'Anterne (IGN TOP25 3530 ET)

L'occupation du sol sur le bassin est majoritairement composée de pelouses alpines, surfaces minérales et névés se partageant la surface restante (figure 5). L'alimentation du lac se fait par le biais de ruisseaux relativement diffus, l'efférence étant quant à elle une perte située sur la partie ouest du lac. De plus, le lac se trouvant sur une formation karstique, la quantification des apports en eau est difficile (Winiarski, 2000).

Le lac s'étend sur 11,6 ha, à une altitude de 2060 m, et présente une profondeur maximale de 13,2 m (figure 6). La cuvette lacustre, amorcée par une dissolution karstique sous glaciaire, présente une tendance au comblement, l'affouillement dans les terrains marneux tendres étant intense (Jochenbeim, 2002). Du point de vue géologique, le lac se trouve à cheval sur deux formations, la majeure partie étant dans l'Oxfordien, le Dogger et le Lias, la pointe Nord-Ouest (pertes) étant dans le Malm soluble. De manière synthétique, le bassin est entièrement calcaire et schistocalcaire (Winiarski, 2000).

Le fond de la cuvette lacustre est recouvert de limons fins gris foncé. La couche sédimentaire présente une nette lamination, ainsi que deux niveaux sableux associés à des brindilles et des racines. La vitesse de sédimentation est de 1,6 mm/an, et les sédiments se révèlent sensibles aux séismes et aux avalanches (Jochenbeim, 2002).

Enfin, on notera la présence d'une activité pastorale, composée d'ovins, sur le bassin versant.



Figure 5 : Photographie aérienne du lac d'Anterne (Géoportail)



Figure 6 : Bathymétrie du lac d'Anterne

✚ CARACTERISTIQUES PHYSICO-CIMIQUES DE LA COLONNE D'EAU

Le lac apparaît comme étant clairement oligotrophe au vu des différents résultats (figure 7). C'est un lac froid ($T_{mm30} = 12,3^{\circ}\text{C}$ avec un maximum de $14,9^{\circ}\text{C}$ d'après Hibon, 2010), très minéralisé en raison du substratum calcaire avec une conductivité moyenne de $155\mu\text{S}/\text{cm}$ (Lazzarotto, 2007). La mesure de la transparence par le disque de Secchi est égale à 4 m de profondeur (valeur faible en raison du substrat minéral du lac qui en augmente la turbidité). On notera toutefois une concentration en ammonium légèrement élevée ($0,08\text{ mg/l}$) pour un lac oligotrophe, et une légère désoxygénation des couches profondes (attention toutefois au biais que peut induire la période de mesure juste après un dégel, par la désoxygénation ayant eu lieu durant le gel), pouvant être contraignant pour la faune piscicole. La valeur élevée en nitrates à mi-profondeur ($1,3\text{ mg/l}$) n'est pas exceptionnelle et peut être due à des phénomènes biologiques (Hibon, 2010).

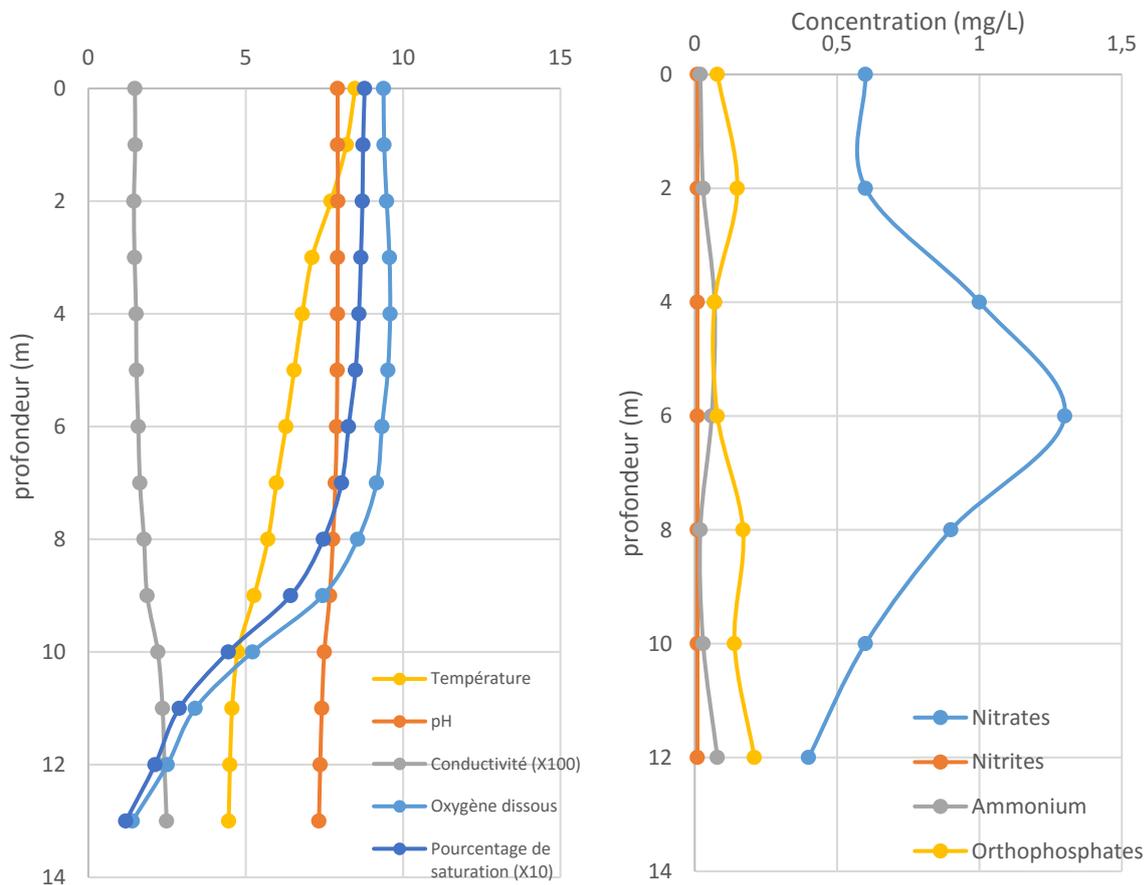


Figure 7 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac d'Anterne (Hibon, 2010)

✚ CAPACITE HABITATIONNELLE

La surface de la zone littorale du lac d'Anterne est assez faible (environ 13 %), tout comme la diversité habitacionnelle (Hibon, 2010).

La variété taxonomique du lac d'Anterne est de 14, pour une abondance totale de 3410 individus (soient 5683 individus par m²), ce qui semble élevé pour un lac de montagne (Hibon, 2010), mais qui peut s'expliquer par la forte minéralisation du lac.

II-3 ECHANTILLONNAGE PISCICOLE DU LAC D'ANTERNE

HISTORIQUE DE L'ALEVINAGE ET PRECONISATIONS

Avant la mise en place du plan de gestion, un peuplement plurispécifique avait été mis en place par l'alevinage. De 1990 à 2007, des truites fario, truites arc-en-ciel, ombles chevaliers et ombles alysses (hybrides féconds d'ombles chevaliers et de saumons de fontaines) ont été alevinés par l'AAPPMA gestionnaire (figure 8), sans jamais atteindre l'optimum monospécifique du lac. Suite à cela, la campagne 2007 s'est révélée peu satisfaisante en terme de densité de truites fario (bien qu'elle l'était en biomasse), et en biomasse d'ombles chevaliers, présents en densités suffisantes mais atteints de nanismes ne pouvant satisfaire l'activité halieutique.

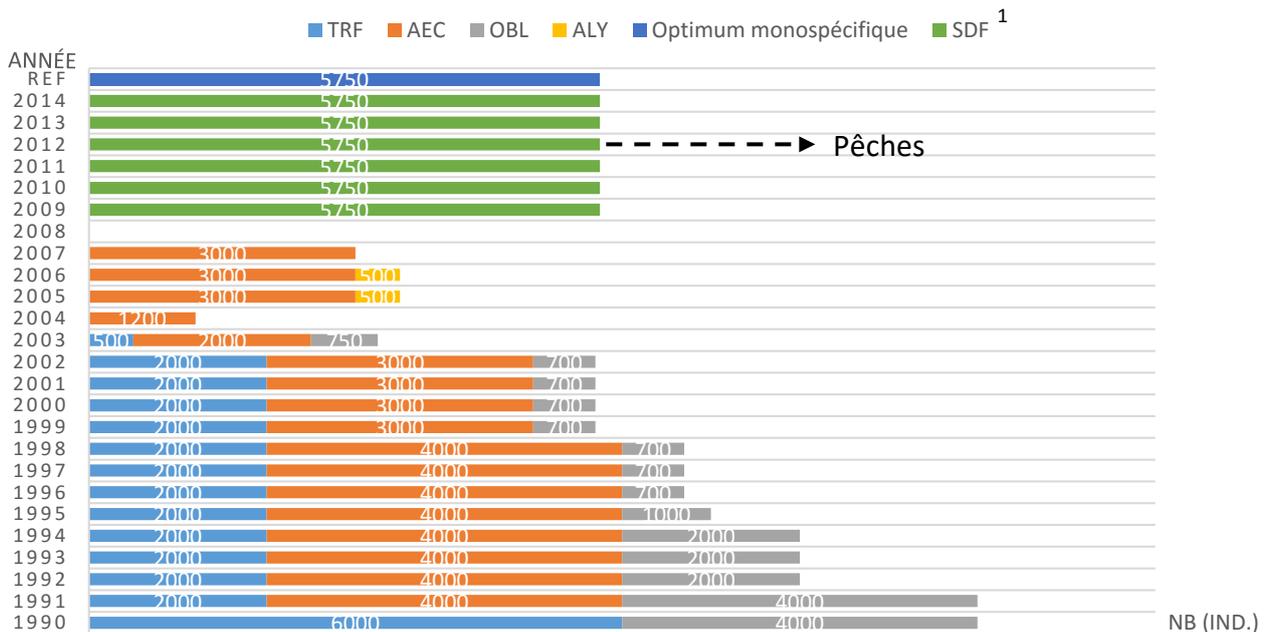


Figure 8 : Récapitulatif historique des alevinages du lac d'Anterne (de 1990 à 2014)

La désoxygénation de la zone profonde liée à la faible surface littorale n'ont pas permis l'installation durable d'un peuplement plurispécifique (ségrégation spatiale et compétition interspécifique). C'est pourquoi, la mise en place d'un peuplement monospécifique (Rivier, 1996) constitué uniquement de saumon de fontaine a été préconisée dans le plan de gestion de

¹ TRF = Truite fario ; AEC = Truite arc-en-ciel ; OBL = Omble chevalier ; ALY = Omble Alysse ; SDF = Saumon de fontaine ; VAI = Vairon ; CRI = Cristivomer

2009 (Huchet, 2009). Le saumon de fontaine a été choisi pour sa bonne capacité d'adaptation et sa survie dans des lacs pouvant atteindre 0°C (Johnson, 1980 ; Reimer 1986 ; Baroudy et Elliott 1994).

RESULTATS DE L'ECHANTILLONNAGE 2013

Les mesures physico-chimiques de la colonne d'eau ont été réalisées à la fin de l'été 2013 par Asters (figure 9, période de stratification du lac), c'est pourquoi les températures en surface apparaissent plus élevées que celles des résultats de Hibon, 2010. On observe une stratification thermique entre 5 et 6 m de profondeur. En termes de conductivité et d'oxygénation, les résultats suivent les mêmes tendances que ceux de 2010 avec une désoxygénation à partir de 6 m de profondeur et une anoxie marquée à -12 m. Ceci nous permet de dire qu'il y a un réel dysfonctionnement et lève le doute émis quant au biais lié à la période de dégel lors des mesures de 2010 (voir page 12). La profondeur du Secchi est de 4,50 m, soit la même que dans les résultats de 2010.

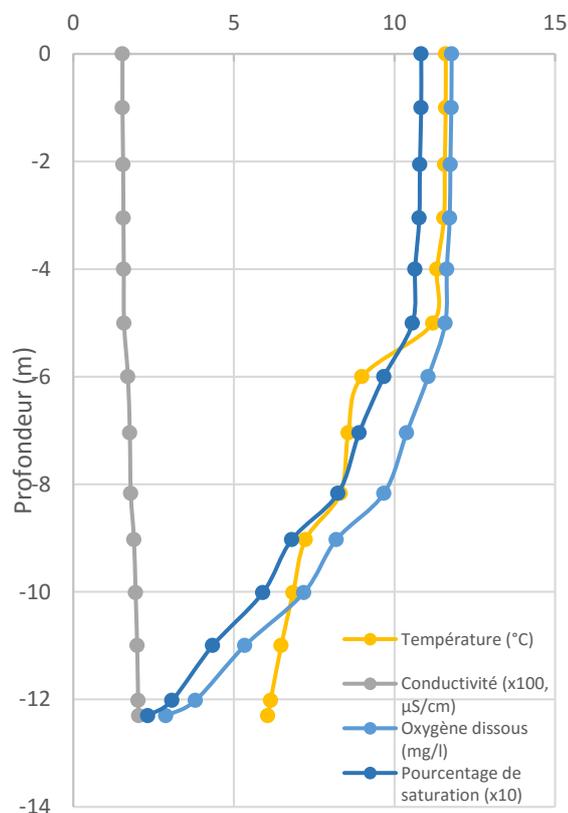


Figure 9 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac d'Anterne (données Asters, 2013)

Le plan de pose des filets figure en annexe I, figure A.

Sur un plan qualitatif, l'inventaire réalisé en 2013 a permis de capturer trois espèces à minima : le vairon, l'omble chevalier et/ou alysse et le saumon de fontaine (tableau 3). Tous les individus du genre *Salvelinus* ont été marqués IND (indéterminés) en raison des difficultés d'identification dues à l'hybridation, sauf pour les saumons de fontaine marqués (cohorte de 2012) ; le marquage permettant de confirmer leur appartenance à cette espèce. La truite fario, dont la présence en 2007 était liée aux alevinages antérieurs, a quant à elle totalement disparu

de l'inventaire suite à l'abandon des repeuplements la concernant (tableau 4), levant le doute émis en 2009 sur une éventuelle fonctionnalité de la population échantillonnée en 2007. En revanche, en ce qui concerne l'omble alysse, un doute subsiste sur son absence, du fait de la difficulté de le discriminer visuellement des ombles chevaliers et/ou de certains saumons de fontaines (absence de marquage des alevins déversés en 2009, 2010 et 2011).

Sur le plan quantitatif, on note une augmentation notable des densités et biomasses par rapport à 2007 (respectivement +112% et +60%). L'augmentation de densité est essentiellement expliquée par les vairons, les effectifs des salmonidés se révélant stables. L'augmentation de la biomasse est portée par l'ensemble du peuplement (+787% pour les vairons, +40% pour les salmonidés), la biomasse globale demeurant principalement expliquée par les salmonidés, tout comme en 2007. Toutefois, on observe en 2013 une désertion totale de la zone profonde, certainement liée à la désoxygénation de cette zone mise en évidence par les mesures physico-chimiques (figure 10).

Tableau 3 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du lac d'Anterne

Lac	Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
		numériques ind.	pondéraux gr.	numériques %	pondéraux %	numériques ind./1000m2	pondéraux gr./1000m2
Anterne	IND	23	4545,1	10,1		69,2	21,90
	SDF	14	1076,6	6,2		16,4	13,33
	VAI	190	949,3	83,7		14,4	180,95
Total		227	6571	100,0		100,0	216,19

Tableau 4 : Résultats des inventaires piscicoles 2007 du lac d'Anterne

Lac	Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
		numériques ind.	pondéraux gr.	numériques %	pondéraux %	numériques ind./1000m2	pondéraux gr./1000m2
Anterne	TRF	8	1690	7,5		40,3	7,69
	ALY	4	289	3,8		6,9	3,85
	IND	7	705	6,6		16,8	6,73
	OBL	14	1272	13,2		30,3	13,46
	VAI	73	127	68,9		3,0	70,19
Total		106	4083	100,0		97,4	101,92

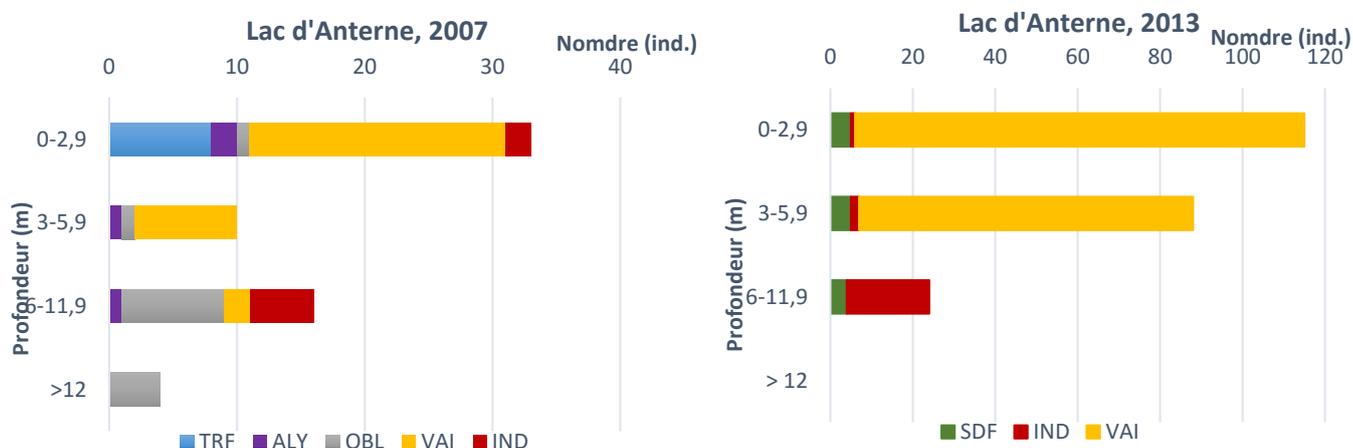


Figure 10 : Distributions verticales des captures en 2007 et en 2013 pour chaque espèce

Concernant les salmonidés, 14 saumons de fontaine marqués (appartenant à la cohorte 2012 soit 1+, la seule ayant subi des opérations de marquages) ont été capturés. Il n'y a pas de 1+ non marqué (voir les résultats bruts de scalimétrie en annexe II).

Vingt-trois autres salmonidés non marqués ont été capturés et notés IND. En effet, le lac d'Anterne a été aleviné avec des ombles alysses en 2005 et 2006. Or la distinction entre ombles chevaliers, ombles alysses et saumons de fontaine non marqués est quasiment impossible du fait d'une forte similarité des robes en lien avec la turbidité des eaux du lac (couleurs des poissons très peu marquées). Par conséquent, en l'absence de marquage et du fait que la reproduction naturelle des ombles existe sur le lac, il est impossible de rattacher de manière certaine ces individus à l'un des trois taxons évoqués.

Deux de ces individus indéterminés appartiennent à la cohorte 2011 (soit 2+) ; huit à la cohorte 2010 (3+) ; cinq à la cohorte 2009 (4+) et quatre à la cohorte 2008 (5+) (les écailles des autres individus n'étant pas lisibles, ils n'ont pu être assignés à une cohorte). Ainsi, la présence de ces 5+ nous indique une probable reproduction naturelle des ombles (chevaliers et/ou alysses) puisque ces espèces ne sont pas censées avoir été alevinées depuis l'année 2008. L'absence totale de cohorte 1+ non marquée peut être expliquée soit par une « mauvaise année » (pas de reproduction en 2012) ou bien un biais dû à l'échantillonnage (le peu de poissons en âge de se reproduire ne peut donner qu'une faible population issue du recrutement naturel).

Toujours est-il qu'à densité équivalente, la biomasse en salmonidés obtenue en 2013 est de 40% supérieure à celle de 2007, conséquence d'une taille moyenne et d'un embonpoint bien meilleurs des individus capturés (figure 11), en lien probable avec le passage à l'alevinage monospécifique (diminution de la pression liée à la compétition interspécifique) et à la plasticité de l'espèce choisie.

Concernant la pêche électrique du tributaire du lac d'Anterne, seulement des saumons de fontaine marqués (1+) ont été capturés.

Enfin, les résultats des carnets volontaires de captures ne nous paraissent pas exploitables du fait d'erreurs d'identification (présence de saumons de fontaines de plus de 5+) en lien avec la similarité des robes évoquée plus haut.

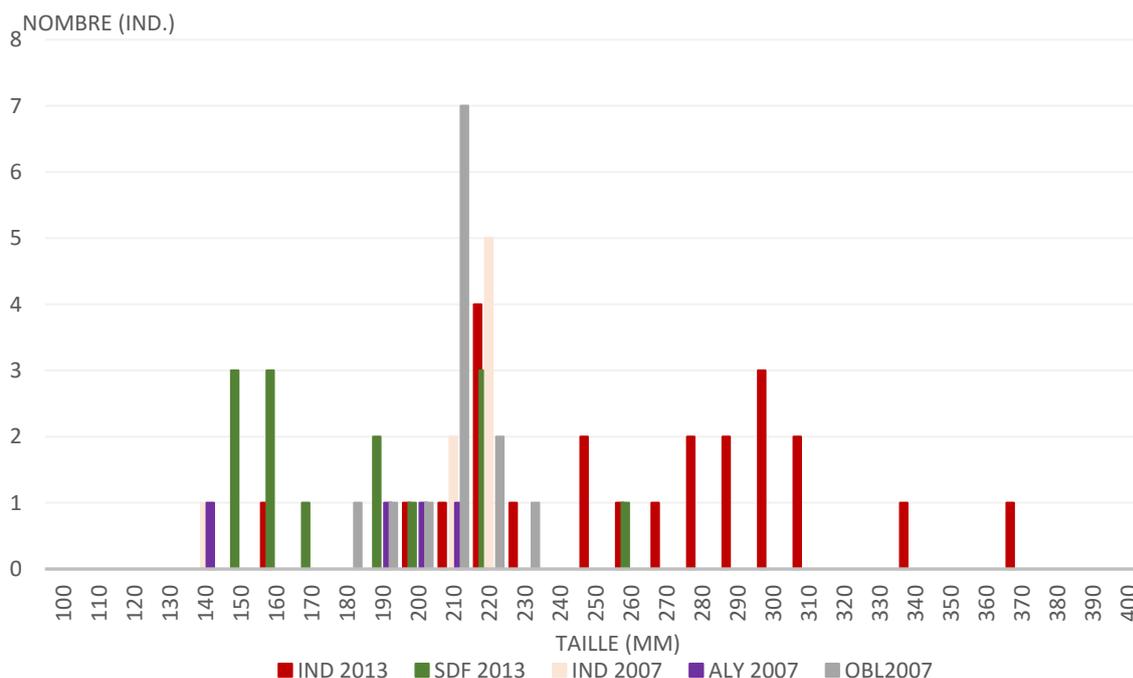


Figure 11 : Structures des classes de tailles pour chaque espèce

II-4 BILAN ET PRECONISATIONS SUR LA GESTION PISCICOLE DU LAC D'ANTERNE

La population de vairons, en l'absence d'alevinage en cette espèce, apparaît fonctionnelle et semble implantée dans le lac, comme c'était déjà le cas en 2007. L'augmentation notable des densités et biomasses observée en 2013 peut indiquer une meilleure santé de la population, mais peut également être simplement liée à un biais d'échantillonnage (sous-estimation en 2007 et/ou surestimation en 2013).

Malgré les difficultés quant à l'identification des salmonidés (ombles chevaliers, alysses ou saumons de fontaine) présents sur ce lac, il semblerait que les saumons de fontaine identifiés comme tels se soient plutôt bien adaptés à ce milieu (avec un coefficient de condition élevé, voir annexe III), et que l'alevinage de cette espèce dans le cadre du plan de gestion de 2009 puisse satisfaire l'activité halieutique en raison des hausses de densités et biomasses. Concernant les individus non identifiés, il est très probable qu'une part soit issue de la reproduction naturelle des ombles chevaliers et/ou alysses.

Il semble donc que la gestion mise en place en 2009 ait permis d'améliorer notablement la qualité globale de la pêche sur le lac d'Anterne, sans qu'elle soit toutefois optimale (désertion totale de la zone profonde du fait de la désoxygénation notamment). Il paraît pertinent de continuer l'alevinage en saumons de fontaine. Il conviendra en revanche de suivre attentivement l'évolution de la dégradation de la qualité du milieu, de tenter d'en identifier les causes et, le cas échéant, d'y remédier.

III. LE LAC DE PORMENAZ

III-1 CARACTERISTIQUES GENERALES DU LAC DE PORMENAZ

Le lac de Pormenaz est situé à une altitude de 1945 m, au pied de la Pointe Noire de Pormenaz, au sein la réserve naturelle de Passy (commune de Passy). Son bassin versant, d'origine glaciaire, s'étend sur une superficie de 56 ha (figure 12), et culmine à 2323 m au niveau de la Pointe Noire de Pormenaz.



Figure 12 : Bassin versant topographique du lac de Pormenaz (IGN TOP25 3530 ET)

Le bassin est majoritairement occupé par les pelouses alpines, le reste de sa surface consistant en des pierriers et barres rocheuses. On note également la présence de tourbières sur le bassin. Par ailleurs l'usage pastoral sur le bassin y entraîne la présence de troupeaux ovins non gardés.

Le lac s'étend sur 4,6 ha, et présente une profondeur maximale de 9,5m (figure 14). La cuvette lacustre a pour origine l'action des glaciers sur une zone de faille majeure et d'un synclinal de la couverture sédimentaire (Winiarski, 2000). On note la présence d'une île au centre du lac, au nord-est de laquelle se trouve la zone la plus profonde. D'un point de vue géologique, le lac se trouve sur le socle antéalpin, constitué de conglomérats, grès et schistes houillers. Il est traversé par une faille NNE/SSO. Sur le bassin versant, on trouve des éléments cristallins (micaschistes, gneiss, migmatites à filon acide) et sur sa base des conglomérats, des grès et des schistes houillers, ainsi que des dolomies, des cargneules et des gypses du trias (Jochenbeim, 2002 ; Winiarski, 2000).

En profondeur, les sédiments sont silto-argileux, riches en débris végétaux et larves de chironomes. Il n'y pas de lamination apparente du fait d'une teneur importante en matière

organique masquant la présence d'horizons plus clairs. La vitesse de sédimentation est de 0,893 mm/an (Jochenbeim, 2002).



Figure 13 : Photographie aérienne du lac de Pormenaz (Géoportail)

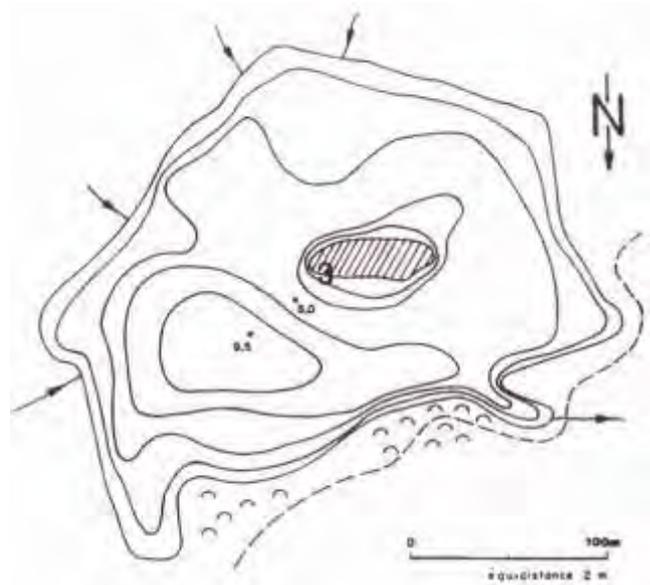


Figure 14 : Bathymétrie du lac de Pormenaz

III-2 FONCTIONNALITE DU LAC DE PORMENAZ

✚ CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA COLONNE D'EAU

Le lac de Pormenaz est naturellement oligotrophe, légèrement basique (pH aux alentours de 7) et peu minéralisé (conductivité à environ 24 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en moyenne depuis 1998) (figure 15). Toutefois, les températures sont très élevées pour un système lacustre d'altitude (Tmm30 de 17,2°C, amplitude de 14,2°C et température maximale à 21,4°C d'après Hibon, 2010), et s'expliquent en partie par les caractéristiques naturelles du lac et de ces afférences (Hibon, 2010). La profondeur du Secchi est égale à 4,9 m, expliquée par l'activité du phytoplancton.

Au niveau de la qualité physicochimique, l'eau ne présente pas de problème majeur, avec toutefois, comme pour le lac d'Anterne, des concentrations en ammonium légèrement élevées (0,09 mg/l). On note également une légère désoxygénation des eaux à partir de 6 m et s'amplifiant jusqu'au fond du lac (9,30 m).

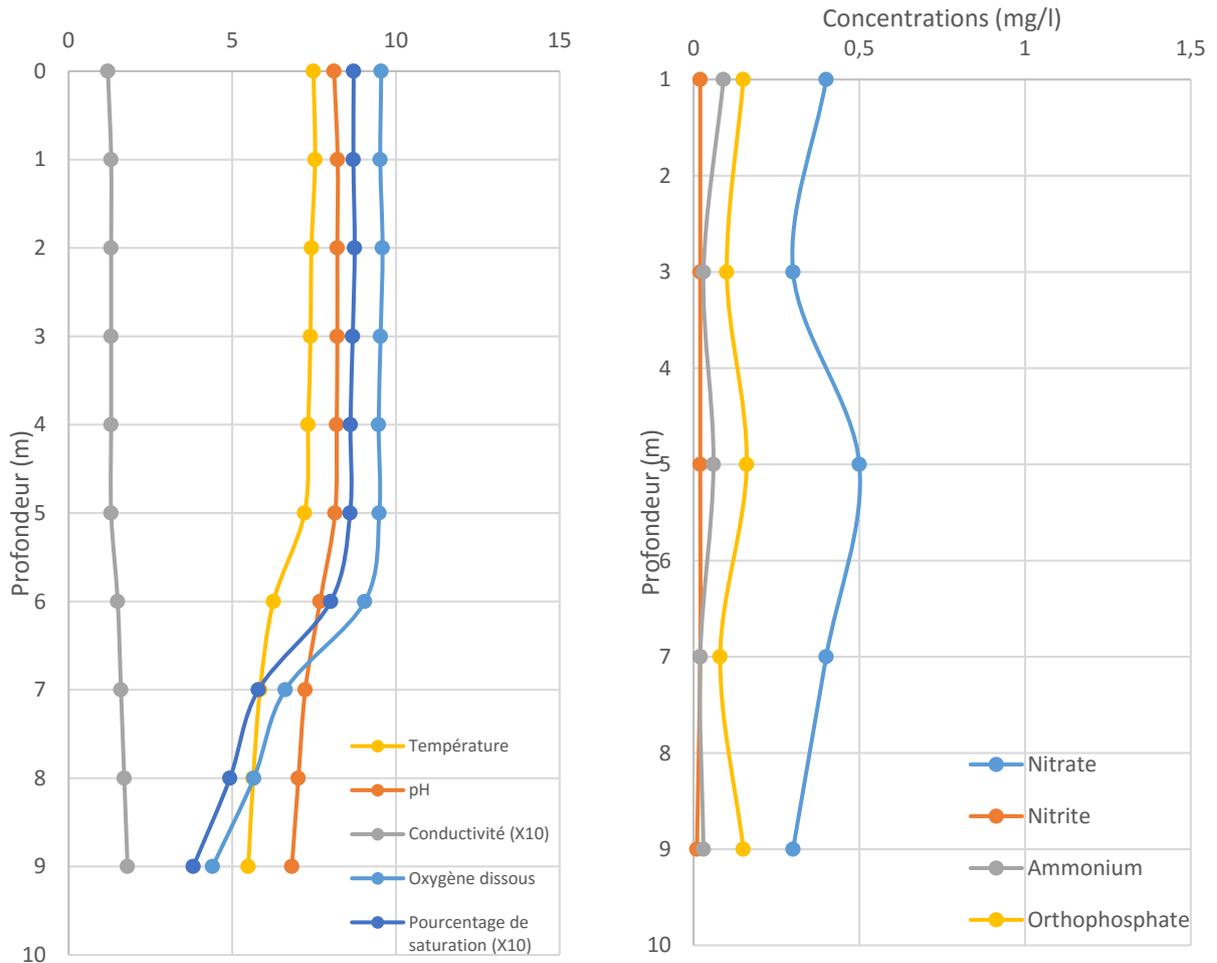


Figure 15 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac de Pormenaz (Hibon, 2010)

✚ CAPACITE HABITATIONNELLE

La surface de la zone littorale du lac de Pormenaz est assez faible (environ 13 %), mais la diversité habitationnelle est bonne : 1,57 ; avec un substrat relativement biogène pour les poissons (Hibon, 2010).

✚ MACROBENTHOS

La variété taxonomique en zone littorale est de 13, pour une abondance totale de 2891 individus (soient 6424 individus par m²), ce qui apparaît donc élevé. On peut expliquer une telle densité par la quantité importante de fines organiques pouvant favoriser la prolifération des taxons saprobiontes (Hibon, 2010).

 HISTORIQUE DE L'ALEVINAGE ET PRECONISATIONS

Avant le début du plan de gestion de 2009, un peuplement plurispécifique avait été mis en place par l'alevinage. De 1990 à 2007, des truites fario, truites arc-en-ciel, ombles chevaliers et ombles alysses ont été alevinés par l'AAPPMA gestionnaire (figure 16). Suite à la campagne 2007, les résultats ont donné un peuplement différent du lac d'Anterne : une densité en truites fario satisfaisante mais une biomasse moyenne ; une densité et biomasse faibles en ombles chevaliers, une densité moyenne en ombles alysses et une quasi-absence de truites arc-en-ciel.

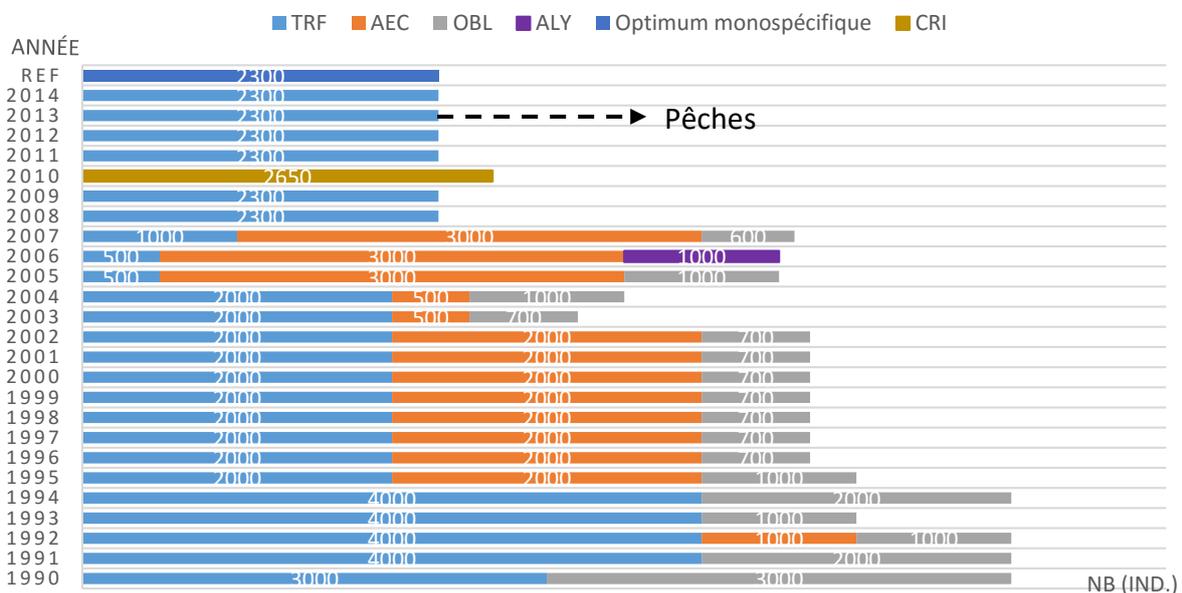


Figure 16 : Récapitulatif historique des alevinages du lac de Pormenaz (de 1990 à 2014)

Le plan de gestion a préconisé un alevinage annuel monospécifique en truites fario, espèce semblant être à priori la plus adaptée aux conditions offertes par le lac de Pormenaz. On notera qu'en 2010, suite à une inversion par l'AAPPMA avec le lot prévu initialement pour le lac Cornu, des cristivomiers ont été alevinés en lieu et place des truites fario prévues.

Les résultats des mesures physico-chimiques (températures, pH, conductivité et oxygénation) de la campagne 2013 se montrent différents de ceux de la campagne 2010 (figure 17), avec une stratification thermique en cours et une désoxygénation bien plus marquée en 2013 qu'en 2010. La profondeur du Secchi est de 6,8 m. Attention toutefois aux périodes de mesures, puisque celles de 2010 (fin juin) ont été un peu plus précoces qu'en 2013 (fin juillet). Toujours est-il que la zone profonde du lac présente ici un dysfonctionnement marqué.

Les températures (proche de 16°C en surface) apparaissent en outre élevées pour un lac d'altitude, tout comme cela avait été relevé en 2010.

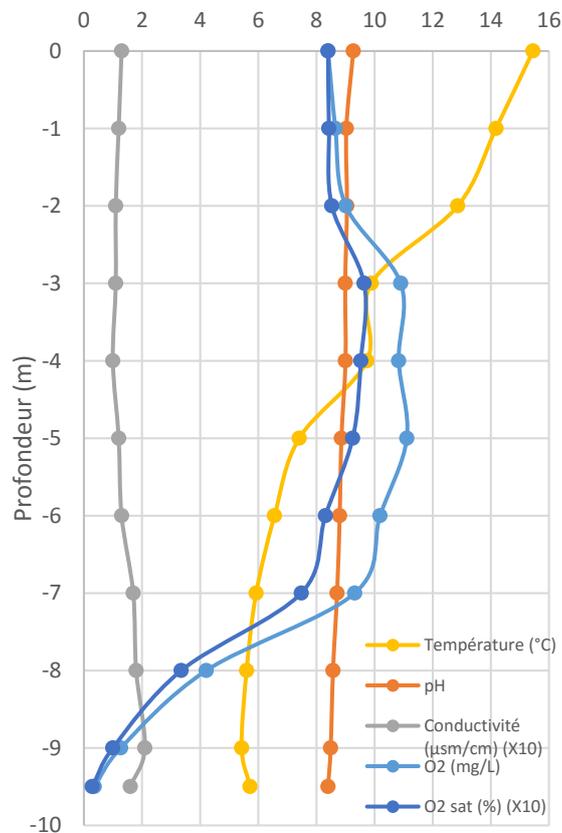


Figure 17 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac de Pormenaz (données 2013)

Sur un plan qualitatif, l'inventaire réalisé en 2013 (voir le plan de pose en annexe I, figure B) a permis de capturer deux espèces : le vairon et la truite fario (tableau 5). Les trois autres espèces capturées en 2007 (omble chevalier, omble alysse et truite arc-en-ciel), dont la présence était alors liée aux alevinages antérieurs, ont quant à elles totalement disparu de l'inventaire suite à l'abandon des déversements les concernant (tableau 6). Les ombles (aussi bien chevaliers qu'allyses) n'ont visiblement pas réussi à se maintenir naturellement. En outre, en 2010, à la suite d'une erreur d'alevinage, ce sont des cristivomers (destinés initialement au lac Cornu) qui ont été déversés à Pormenaz à la place des truites : on ne retrouve pas le cristivomer dans l'échantillon 2013, probablement du fait de l'inadaptation de l'espèce au type de milieu proposé par le lac de Pormenaz.

Sur le plan quantitatif, on note que la biomasse globale est très largement portée par la truite fario (à 96%), tandis que le vairon représente 81% des effectifs échantillonnés. On retrouvait le même schéma en 2007, la biomasse étant essentiellement portée par les salmonidés présents, tandis que le vairon représentait la grande majorité des effectifs. On relèvera enfin que la biomasse globale a augmenté (+14%) tandis que la densité a diminué (-24%) suite à la mise en place de l'alevinage monospécifique. Cette augmentation de la biomasse est liée à une apparente meilleure croissance individuelle de la truite (figure 19), probablement liée au caractère monospécifique des alevinages (absence de compétition). La baisse de densité peut s'expliquer quant à elle par deux années blanches en termes d'alevinage en truite fario : en 2012, un problème d'oxygénation des sacs au cours de l'alevinage a compromis la survie des alevins, et en 2010 des cristivomers ont été déversés à la place des truites fario. On note enfin l'absence de poisson de moins de 24 cm au sein des effectifs capturés (figure 19).

Quant à la répartition spatiale (figure 18), on voit qu'en 2007, le nombre d'individus décroît en fonction de la profondeur. Par contre, en 2013, la zone littorale n'est représentée que par un petit nombre de truites et de vairons. C'est dans la strate 3-5,9m qu'il y a les plus importants effectifs. Il semblerait que les températures en surface soient trop élevées pour la faune piscicole. La différence entre 2007 et 2013 peut être liée aux périodes d'échantillonnage (respectivement septembre et juillet), sans pouvoir en apporter la certitude. De même, en 2013, la zone profonde est également désertée (quelques individus de truites seulement). Il est possible que la désoxygénation de la zone profonde du lac se soit amplifiée depuis 2007. Malheureusement, le manque de données physico-chimique en 2007 ne permet pas de statuer ce fait.

Tableau 5 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du lac de Pormenaz

Lac	Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
		Unité	numériques ind.	pondéraux gr.	numériques %	pondéraux %	numériques ind./1000m2
Pormenaz	TRF	15	3446	18,8	95,9	41,67	9572,22
	VAI	65	149,2	81,3	4,1	180,56	414,44
	Total	80	3595,2	100,0	100,0	222,22	9986,67

Tableau 6 : Résultats des inventaires piscicoles 2007 du lac de Pormenaz

Lac	Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
		Unité	numériques ind.	pondéraux gr.	numériques %	pondéraux %	numériques ind./1000m2
Pormenaz	TRF	19	2031	18,1	64,4	52,78	5641,67
	ALY	15	755	14,3	23,9	41,67	2097,22
	OBL	1	72	1,0	2,3	2,78	200,00
	TAC	1	115	1,0	3,6	2,78	319,44
	VAI	69	183	65,7	5,8	191,67	508,33
	Total	105	3156	100,0	100,0	291,67	8766,67

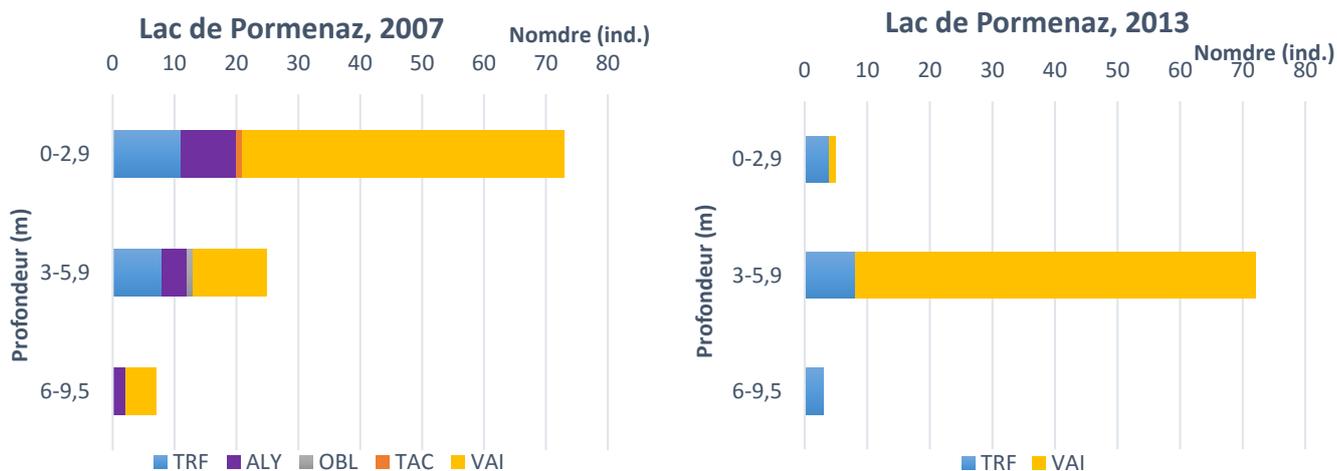


Figure 18 : Distributions verticales des captures en 2007 et en 2013 pour chaque espèce

La population de vairon, en l'absence d'alevinage en cette espèce, apparaît fonctionnelle et semble implantée dans le lac, comme c'était déjà le cas en 2007. Par ailleurs, la population semble stable dans le temps (tableaux 5 et 6) et c'est la seule espèce naturellement présente dans le tributaire du lac.

La population de truite fario ne semble quant à elle pas fonctionnelle (absence de juvéniles à la fois dans l'inventaire au filet et dans la pêche électrique de l'exutoire). L'absence d'individus de la cohorte 1+ peut trouver son explication dans le problème d'oxygène de 2012, et l'absence de la cohorte 3+ s'explique par le fait qu'aucune truite n'ait été alevinée en 2010 (crustivomers à la place). Cependant, le fait qu'aucun alevin déversé entre 2009 et 2012 n'ait été marqué ne permet pas de statuer définitivement sur l'absence de recrutement naturel (voir annexe II).

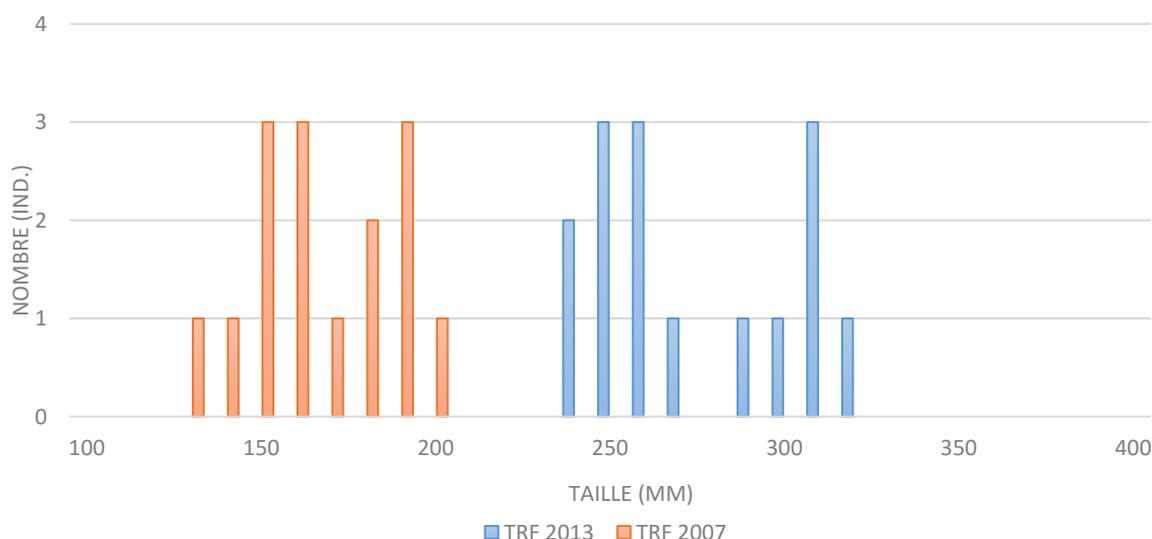


Figure 19 : Structures des classes de tailles des truites fario en 2007 et en 2013

En dépit des deux années blanches en termes d'alevinage sur les quatre concernées par le bilan 2013 (les pêches ayant été réalisées avant les alevinages 2013), les rendements de captures se révèlent satisfaisants pour un tel milieu et confirment sur le plan halieutique la pertinence du choix d'une gestion monospécifique basée sur la truite fario pour ce lac. Cependant, la pratique halieutique sur le lac apparaît essentiellement conditionnée par celle des alevinages, car il ne semble pas y avoir de reproduction naturelle (absence des cohortes 0+, 1+ et 3+ en l'absence totale d'alevinage). A ajouter à cela les problèmes de désoxygénation de la zone profonde et les températures très élevées de ce lac. On notera également que, en dépit d'une surface littorale peu développée, l'habitat apparaît suffisamment biogène pour la truite avec la présence de blocs (Hibon, 2010).

En somme, les alevinages doivent être poursuivis de manière à conserver l'attrait halieutique de ce lac, puisque la truite semble pouvoir augmenter sa biomasse en l'absence de compétition interspécifique avec l'omble. Comme pour le lac d'Anterne, il conviendra de suivre attentivement l'évolution de la dégradation de la qualité du milieu et d'y remédier.

IV. LAC BREVENT

IV-1 CARACTERISTIQUES GENERALES DU LAC BREVENT

Le lac Brévent est situé sur le massif cristallin des Aiguilles Rouges (Winiarski, 2000 ; Chacornac 1985), lui-même séparé du massif du Mont-Blanc par la Haute-Vallée de l'Arve d'un côté et du massif du Giffre par la vallée de Diosaz de l'autre (figure 20). La superficie moyenne du massif est de 380 km² pour une altitude maximale de 2965 m (au niveau de l'Aiguille du Belvédère). Les couches triasiques de la base de la couverture sédimentaire des Aiguilles Rouges sont recouvertes par une couche de plusieurs mètres de sol calcaire datant du Jurassique supérieur voir même du Crétacé supérieur. D'une altitude maximale de 2525 m, le bassin versant du Brévent s'étend sur 21 ha avec une pente moyenne de 55% (Hibon, 2010). La géologie globale est caractérisée par des roches métamorphiques. Le sol dominant est minéral, mais aussi composé de pelouses alpines.

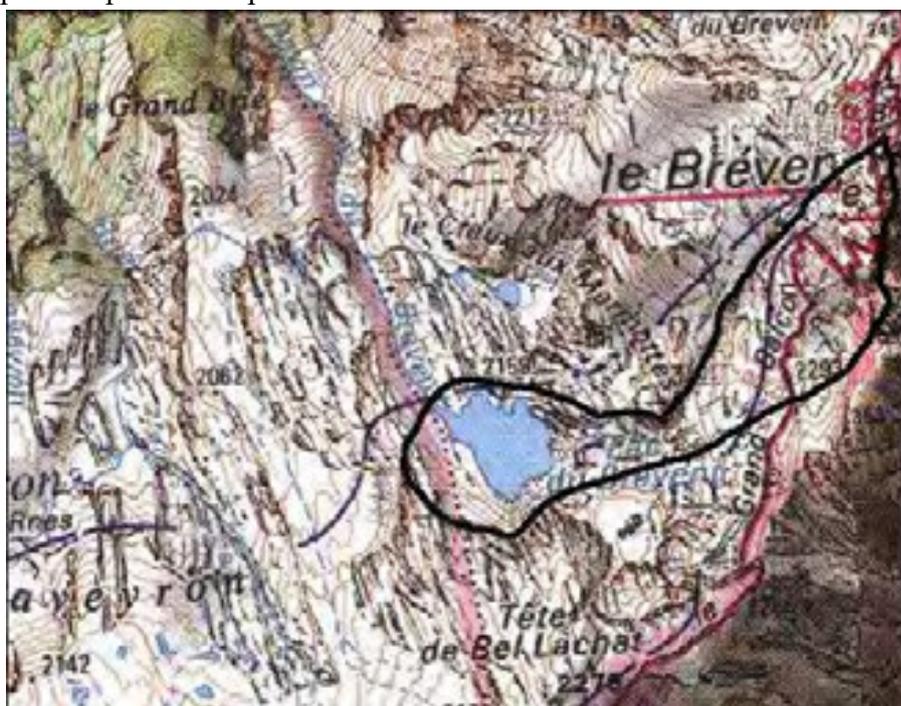


Figure 20 : Bassin versant topographique du lac Brévent (IGN TOP25 3530 ET)

Le lac Brévent est lui, situé à une altitude de 2127 m pour une superficie de 2,95 ha et une profondeur maximale de 20.4 m (figure 22). Le creux important traduit le caractère abrupt de la pente littorale (Chacornac 1985). Ce lac est alimenté principalement par 4 petits torrents temporaires mais également par ruissellement diffus. Le tributaire principal n'alimente le lac que de juin à fin juillet (Chacornac 1985). L'efférence du lac est le Ravin du Brévent. Quant à la sédimentation, on note une dominance de matière amorphe à raison d'une vitesse de 1,07 mm/an (Huchet, 2009).



Figure 21 : Photographie aérienne du lac Brévent (géoportail)

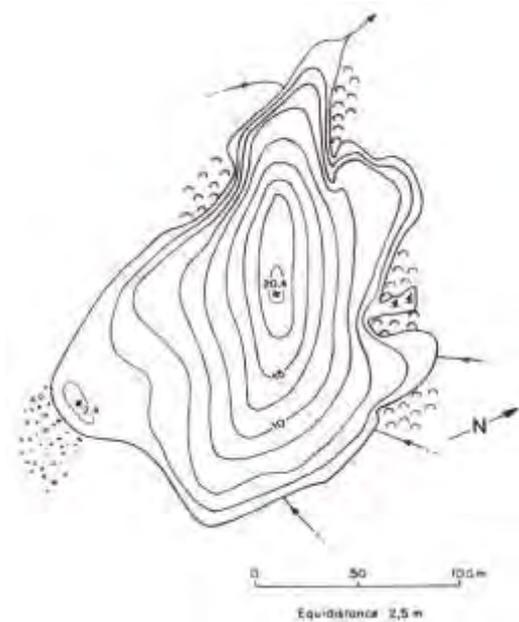


Figure 22 : Bathymétrie du lac Brévent

IV-2 FONCTIONNALITE DU LAC BREVENT

✚ CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA COLONNE D'EAU

Le lac Brévent est peu minéralisé (conductivité inférieure à $20\mu\text{S}/\text{cm}$), légèrement basique (pH d'environ 7 à 8) et oligotrophe (figure 23). Comme pour le lac de Pormenaz, les températures de surfaces paraissent élevées ($T_{\text{mm}30} = 15,6^{\circ}\text{C}$, avec une amplitude de $9,2^{\circ}\text{C}$ et une température maximale de $19,8^{\circ}\text{C}$ d'après les résultats d'Hibon, 2010). Le milieu présente des dysfonctionnements assez importants avec une forte désoxygénation dès 6 mètres de profondeur et une anoxie totale à partir de 16 m (également mis en évidence par Belle, 2012), ainsi qu'une hausse du pH. La physico-chimie met en évidence des concentrations en ammonium relativement importantes mais cependant faibles en orthophosphates (attention aux différences observées entre les périodes d'analyses : Winiarski (2007) a mis en évidence un risque d'évolution du lac de l'oligotrophie à la mésotrophie de manière accélérée). Les dates de prélèvement de la diagnose de 2010 ont été effectuées post dégel, et les mesures anciennes ont été réalisées en fin de saison estivale. La profondeur du Secchi correspond à une valeur de 8,1m.

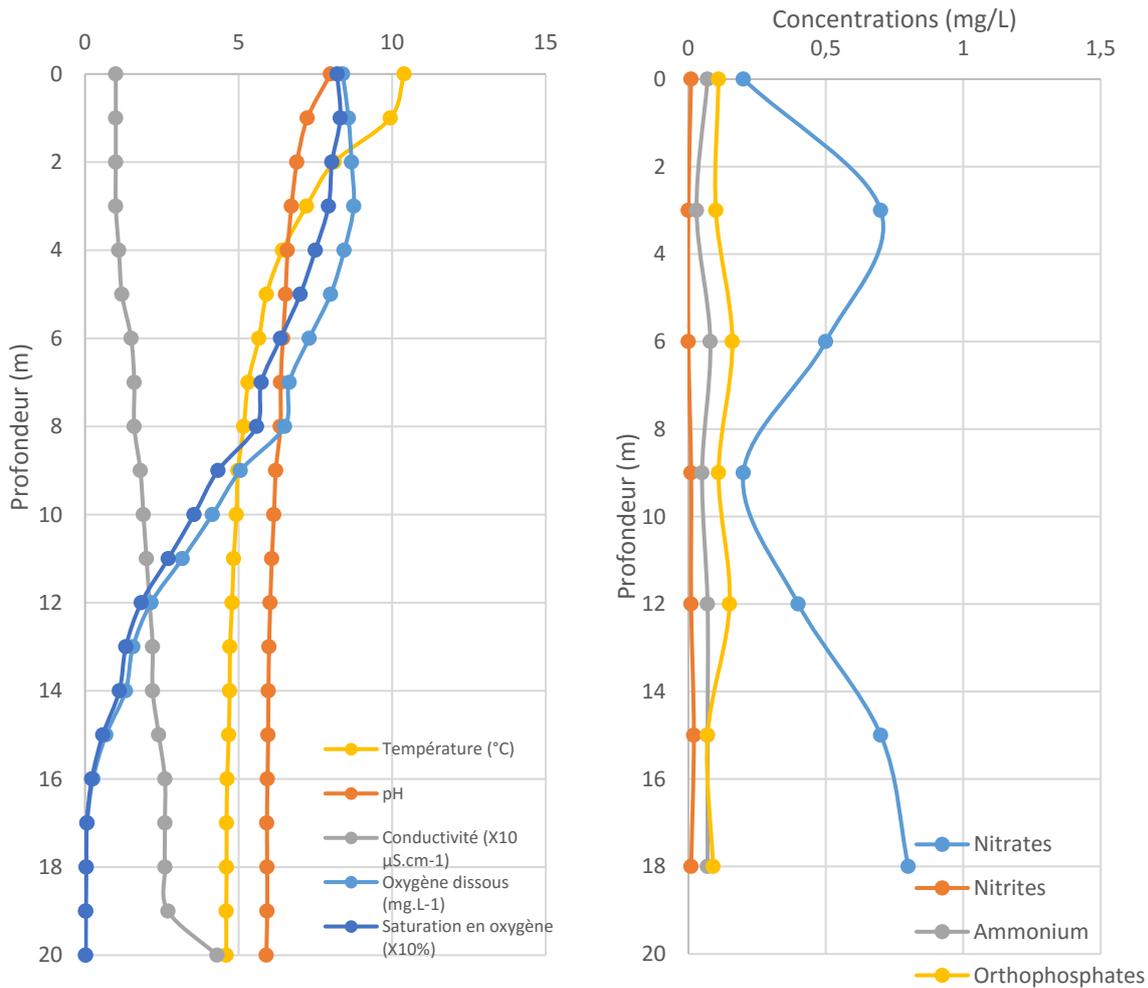


Figure 23 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Brévent (Hibon, 2010)

✚ CAPACITE HABITATIONNELLE

La surface de la zone littorale du lac Brévent est plutôt bien développée (environ 17 %), et la diversité habitacionnelle (Shannon) est bonne : 1,47. La zone littorale est caractérisée par une diversité de substrats importante avec une dominance de blocs avec anfractuosités représentant quasiment la moitié de la surface littorale, rendant cette zone attractive pour la faune piscicole (Hibon, 2010).

✚ MACROBENTHOS

La variété taxonomique en zone littorale est de 12, pour une abondance totale de 1412 individus (soient 3138 individus par m²). On observe que ce lac est le seul à être caractérisé par l'absence totale des genres de Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères très probablement du fait des colmatages algaux. Il est également le seul dans lequel on retrouve la famille des *Tabanidae* qui présente une affinité marquée pour la matière organique (qui ne représente

toutefois que 0,1% de la densité totale). D'après les résultats de Belle en 2012, l'IBL (Indice Biologique Lacustre) est seulement de 8/20. Le lac est caractérisé de « oligobiotique dysfonctionnel », c'est-à-dire que ce lac présente des dysfonctionnements marqués.

IV-3 ECHANTILLONNAGE PISCICOLE DU LAC BREVENT

HISTORIQUE DE L'ALEVINAGE ET PRECONISATIONS

Avant la mise en place du plan de gestion, un peuplement plurispécifique avait été mis en place par l'alevinage. De 1990 à 2007, des truites fario, truites arc-en-ciel et ombles chevalier ont été alevinés par l'AAPPMA gestionnaire (figure 24).

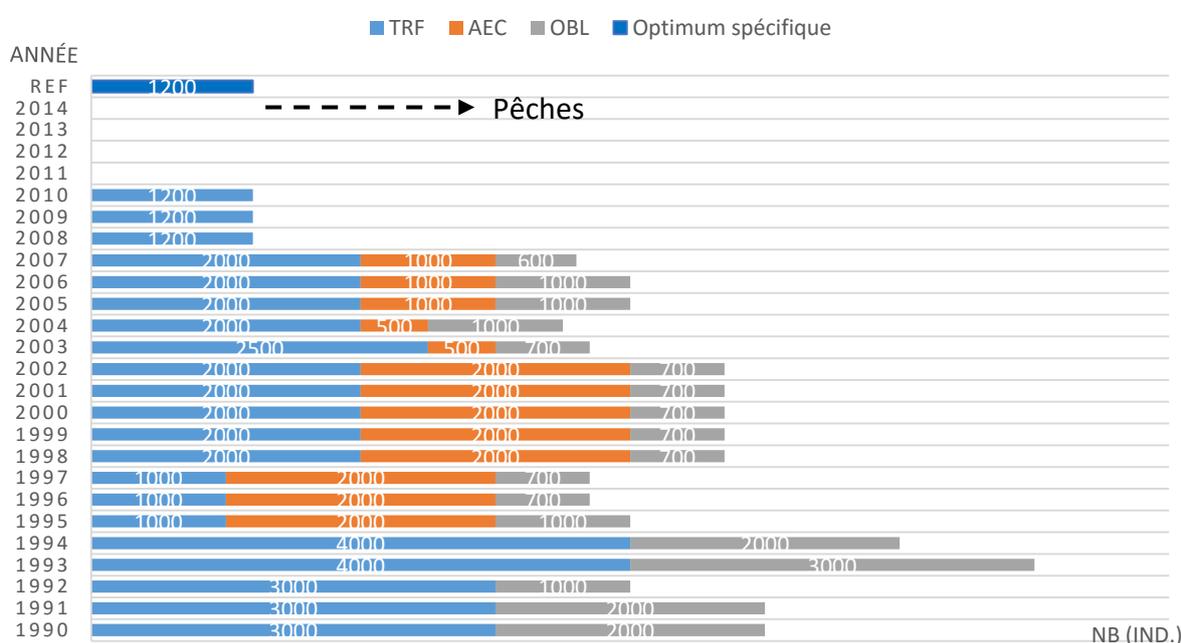


Figure 24 : Récapitulatif historique des alevinages du Brévent (de 1990 à 2014)

Sur ce lac, le même constat (en 2009) a été fait que sur Pormenaz de la part des pêcheurs, à savoir une pêche satisfaisante de truites fario, aussi bien en termes de nombre qu'en termes de taille de capture. Il a donc semblé intéressant de préconiser un alevinage de truites fario afin de mettre en place un peuplement uniquement composé par les truites et les vairons. Néanmoins, en 2010, après la diagnose écologique simplifiée réalisée par la FDPPMA de Haute-Savoie, des dysfonctionnements notables affectant la qualité globale du lac ont été mis en évidence (désoxygénation de la zone profonde, concentrations élevées en nutriments, températures de surface élevées). La pertinence de la poursuite des alevinages dans ce contexte semblait douteuse. C'est pourquoi ils ont été stoppés à partir de 2011, suite à une demande de la DREAL Rhône Alpes.

Sur le plan physico-chimique, les mesures de l'année 2014 suivent la même tendance que celles réalisées en 2010 (figure 25), notamment en termes de désoxygénation de la zone profonde, à partir de 12 m et anoxie vers les 16 m. On note également une acidification et une forte hausse de la conductivité dans la zone profonde (20 m).

Les températures de surface, plus élevées, sont dues à la période d'échantillonnage plus tardive (fin août 2014), mais sont en accord avec le Tmm30 qui est à 15,6°C (Hibon, 2010). La stratification thermique a lieu entre 7 et 10 m de profondeur. Le disque de Secchi nous donne une valeur de 4,20 m soit presque moitié moins qu'en 2010.

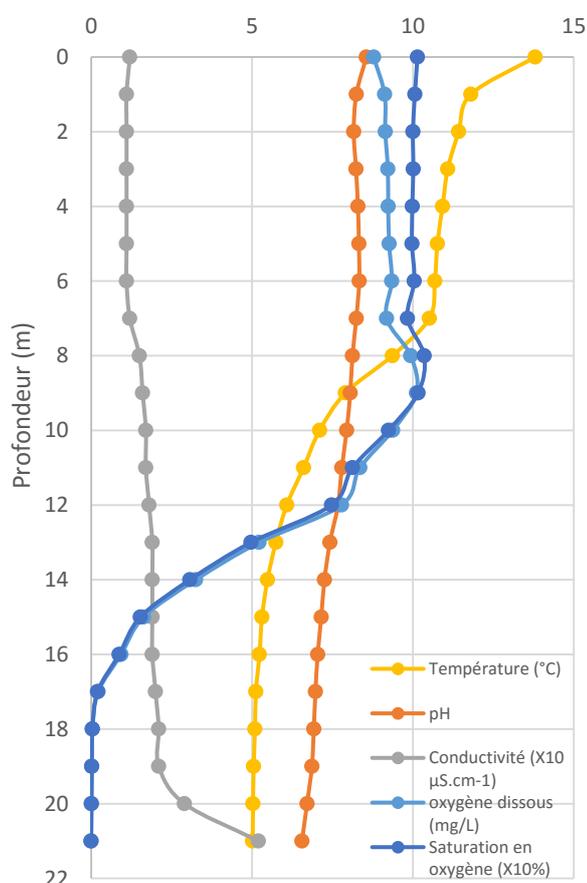


Figure 25 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Brévent (données 2014)

Sur le plan qualitatif, l'inventaire réalisé en 2014 (voir plan de pose en annexe I., figure C) a permis de capturer quatre espèces, majoritairement salmonicoles, en dépit d'un arrêt de repeuplement depuis 2010 (tableau 7). Parmi ces quatre espèces, on retrouve le vairon, la truite fario, l'omble chevalier et deux cristivomers.

Sur le plan quantitatif, le vairon représente la majorité du peuplement en termes de densité (54% de la densité totale), mais pas en biomasse. Il semblerait que, comme déjà en 2007, le vairon puisse être capable de se maintenir naturellement. Malgré l'arrêt de l'alevinage en truite fario en 2011, on la retrouve encore dans le milieu (elle porte 60 % de la biomasse totale). Les

ombles chevaliers, dont l'alevinage s'est arrêté en 2007, apparaissent quant à eux en faibles densités (4 individus) pour une biomasse de 35 % du total. Enfin, on retrouve également deux cristivomers, qui ont sans doute été déversés en 2013 alors que l'alevinage en cette espèce n'était pas prévue (cohorte 1+, voir annexe II).

Tableau 7 : Résultats des inventaires piscicoles 2014 du lac Brévent

Lac	Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
		numériques ind.	pondéraux gr.	numériques %	pondéraux %	numériques ind./1000m2	pondéraux gr./1000m2
Brévent	TRF	10	2207,8	4,4	33,6	8,23	1817,12
	OBL	4	1305,6	1,8	19,9	3,29	1074,57
	CRI	2	98,8			1,65	81,32
	VAI	19	66,1	8,4	1,0	15,64	54,40
	Total	35	3678,3	14,5	54,5	28,81	3027,41

En termes de distribution verticale, il semblerait que les poissons aient totalement déserté la zone profonde, probablement en raison de la désoxygénation du lac (figure 26).

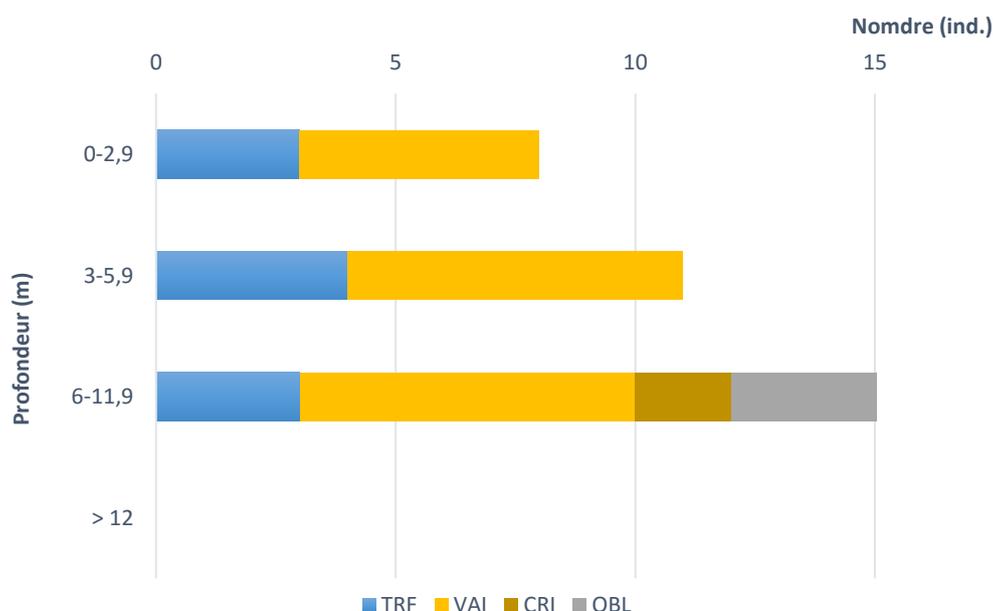


Figure 26 : Distribution verticale des captures en 2014 pour chaque espèce

Les truites fario échantillonnées (ainsi que celles pêchées et figurant dans le carnet de capture) appartiennent aux cohortes de 2009 et 2010 (4+ et 5+) en concordance avec les périodes d'alevinage en cette espèce. L'absence des cohortes 2011, 2012 et 2013 nous confirme que la population ne peut subsister de manière naturelle (figure 27). Quant aux ombles chevaliers, seule la cohorte des 5+ est présente (issue de la reproduction naturelle ou d'un déversement sauvage), il n'y a donc pas eu de reproduction naturelle de la part de cette espèce à compter de 2011 (résultats de la scalimétrie en annexe II).

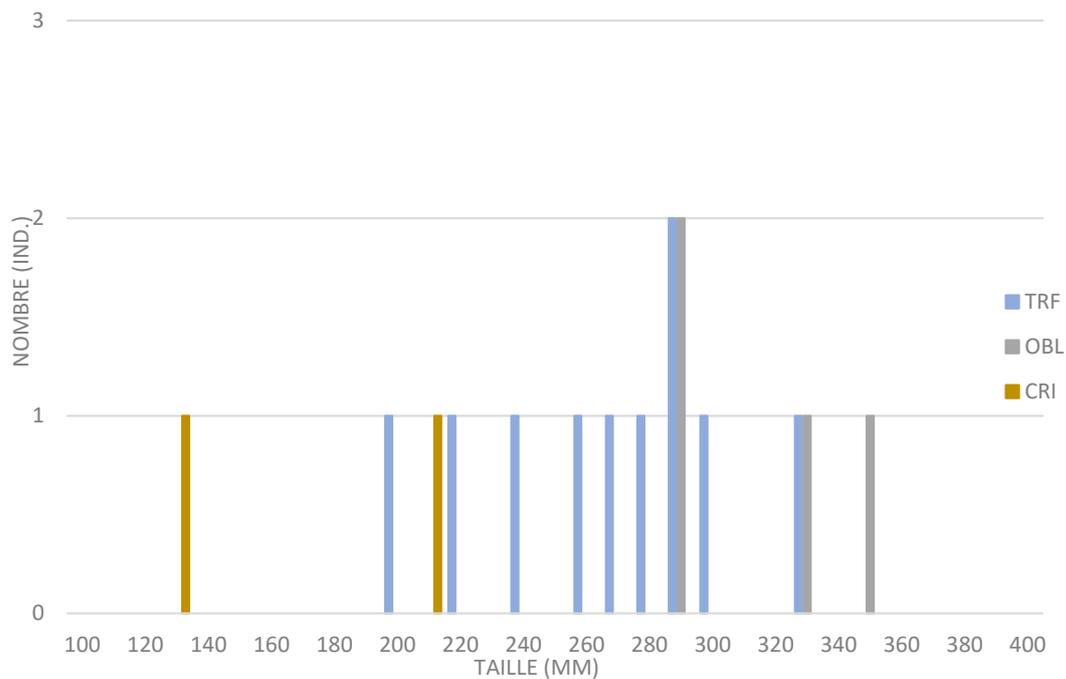


Figure 27 : Structures des classes de tailles pour chaque espèce

Enfin, il semblerait que l'exutoire du lac soit apiscicole.

IV-4 BILAN SUR LA GESTION PISCICOLE DU LAC DE BREVENT

D'une manière générale, la qualité physico-chimique du lac étant dégradée et, de fait, le fonctionnement du milieu fortement altéré, le repeuplement a été abandonné. Les salmonidés ne semblant pas capables de se reproduire de manière naturelle, l'activité halieutique ne pourra être satisfaite de manière durable. Passé outre l'aspect halieutique, la pression du pastoralisme semblant avoir un impact notable (Hibon, 2010 et Belle, 2012), et, le lac apparaissant clairement dysfonctionnel, il serait judicieux de diagnostiquer clairement les facteurs de forçage et de préconiser une gestion équilibrée du bassin versant visant à ralentir, voir à stopper la dégradation du lac du Brévent.

V. LAC CORNU

V-1 CARACTERISTIQUES GENERALES DU LAC CORNU

Le lac Cornu est situé sur le massif cristallin des Aiguilles Rouges (Winiarski, 2000), lui-même séparé du massif du Mont-Blanc par la Haute-Vallée de l'Arve d'un côté et du massif du Giffre par la vallée de Dosiáz de l'autre (figure 28). La superficie moyenne du massif est de 380 km² pour une altitude maximale de 2965 m (au niveau de l'Aiguille du Belvédère). Les couches triasiques de la base de la couverture sédimentaire des Aiguilles Rouges sont recouvertes par une couche de plusieurs mètres de sol calcaire datant du Jurassique supérieur voir même du Crétacé supérieur.



Figure 28 : Bassin versant topographique du lac Cornu (IGN TOP25 3530 ET)

Le bassin versant du Cornu est situé à 2628 m d'altitude, avec une superficie de 66 ha et une pente moyenne de 43% (Hibon, 2010). Comme pour le Brévent, le sol est majoritairement minéral.

Avec une superficie de 5,3 ha pour une profondeur maximale de 22 m (figure 30) la cuvette lacustre du lac Cornu présente les mêmes caractéristiques morphologiques que le lac Brévent. Il est principalement alimenté par l'eau de fonte des neiges et des névés plus ou moins persistants selon les conditions météorologiques (Balvay 1978). L'exutoire est le torrent du lac Cornu. La sédimentation, à dominance de matière amorphe, a une vitesse de 0,672 mm/an (Huchet, 2009).



Figure 29 : Photographie aérienne du lac Cornu (géoportail)



Figure 30 : Bathymétrie du lac Cornu

V-2 FONCTIONNALITE DU LAC CORNU

✚ CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA COLONNE D'EAU

En 2010, le lac apparaissait comme étant clairement oligotrophe au vu des différents résultats (figure 31), il est même qualifié d'ultra-oligotrophe. C'est un lac froid, très peu minéralisé, avec un pH légèrement acide (environ 6). Le milieu semble fonctionnel, l'oxygénation est bonne, même en profondeur, et les éléments nutritifs sont présents à de faibles concentrations. La profondeur du disque de Secchi est de 7,9m.

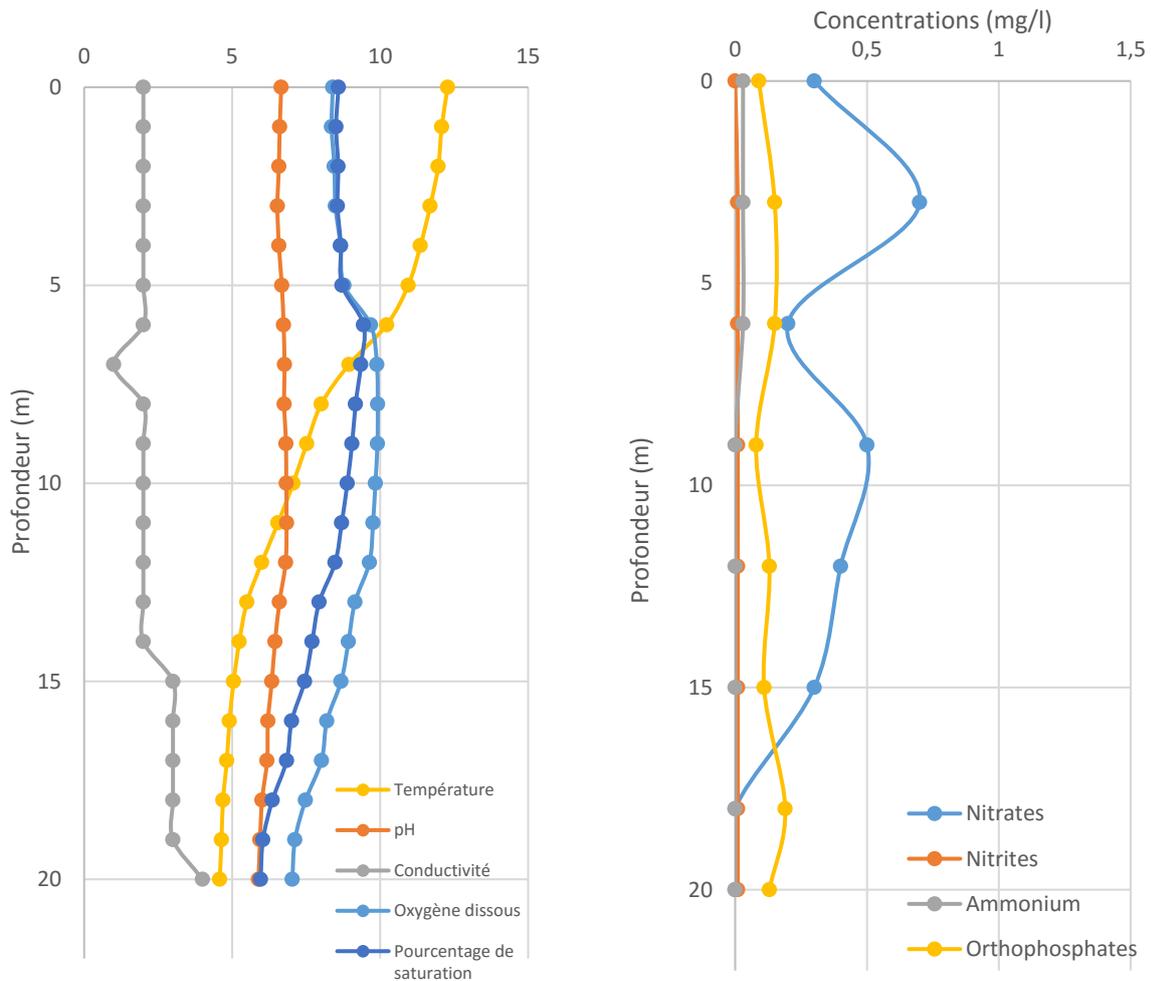


Figure 31 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Cornu (Hibon, 2010)

✚ CAPACITE HABITATIONNELLE

La surface de la zone littorale du lac Cornu est très peu développée : 8% seulement de la surface totale ; et la diversité habitationnelle (Shannon) est également faible : 1,03 (Hibon, 2010). Le lac semble donc plutôt adapté aux espèces piscicoles pélagiques.

✚ MACROBENTHOS

La variété taxonomique en zone littorale est de 10, pour une abondance totale faible, de 689 individus (Hibon, 2010), ce qui semble en concordance avec le caractère ultra-oligotrophe du lac ainsi que la faible diversité habitationnelle.

 HISTORIQUE DE L'ALEVINAGE ET PRECONISATIONS

Avant la mise en place du plan de gestion, un peuplement plurispécifique avait été mis en place par l'alevinage. De 1990 à 2007, des truites fario, truites arc-en-ciel, ombles chevalier et ombles alysses ont été alevinés par l'AAPPMA gestionnaire (figure 32).

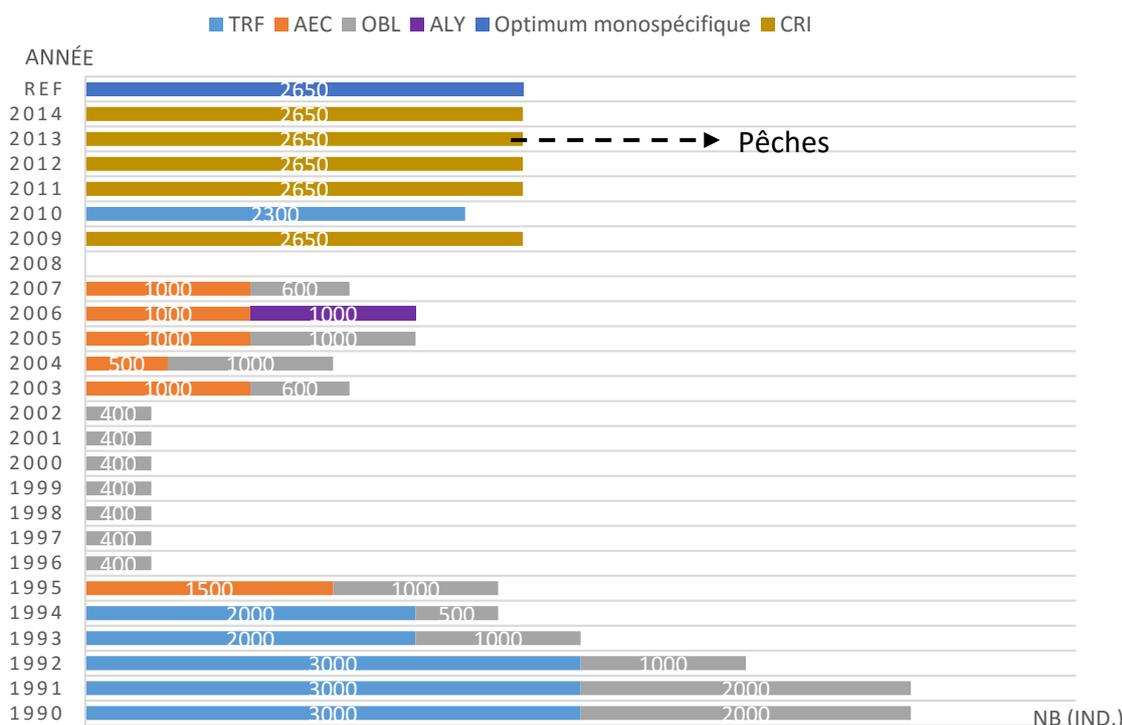


Figure 32 : Récapitulatif historique des alevinages du lac Cornu (de 1990 à 2014)

Il semble, au vu des résultats des pêcheurs qui le fréquentaient, qu'aucune des espèces introduites ne soit parvenue à satisfaire aux objectifs halieutiques de la gestion du lac (nanisme des ombles, insuccès des truites). Ce constat était probablement dû aux caractéristiques générales de ce dernier (oligotrophie, ratio surface/profondeur, temps de prise en glace). L'espèce qui semblait le mieux convenir à ce plan d'eau, et qui n'avait jamais été utilisée jusqu'à présent par les gestionnaires, est le cristivomer (*Salvelinus namaycush*). En effet, ce poisson est décrit dans la littérature comme étant particulièrement bien adaptée aux lacs les plus oligotrophes et de profondeur importante, du fait notamment de son régime alimentaire (Wales, 1946 ; Nilsson & Svårdson, 1968 in Rivier, 1996 ; Cavalli, 1997). De plus, en termes d'halieutisme et de développement touristique, cette espèce bénéficie d'une excellente image auprès des pêcheurs. La gestion piscicole du lac a donc été orientée vers un alevinage monospécifique en cristivomer.

Sur le plan physico-chimique, le lac Cornu apparait comme étant relativement stable par rapport à 2010. Il présente une stratification thermique assez peu marquée, entre 6 et 8 m de profondeur, un Secchi égal à 6 m, une bonne oxygénation, un pH acide et une très faible conductivité. Par rapport aux résultats de Hibon, 2010, on remarque un pH plus faible et des teneurs en oxygène dissous plus élevées. Les données 2013 ayant été récoltées par Asters, il se peut que ce résultat tienne en partie à une différence de calibration des sondes de mesures.

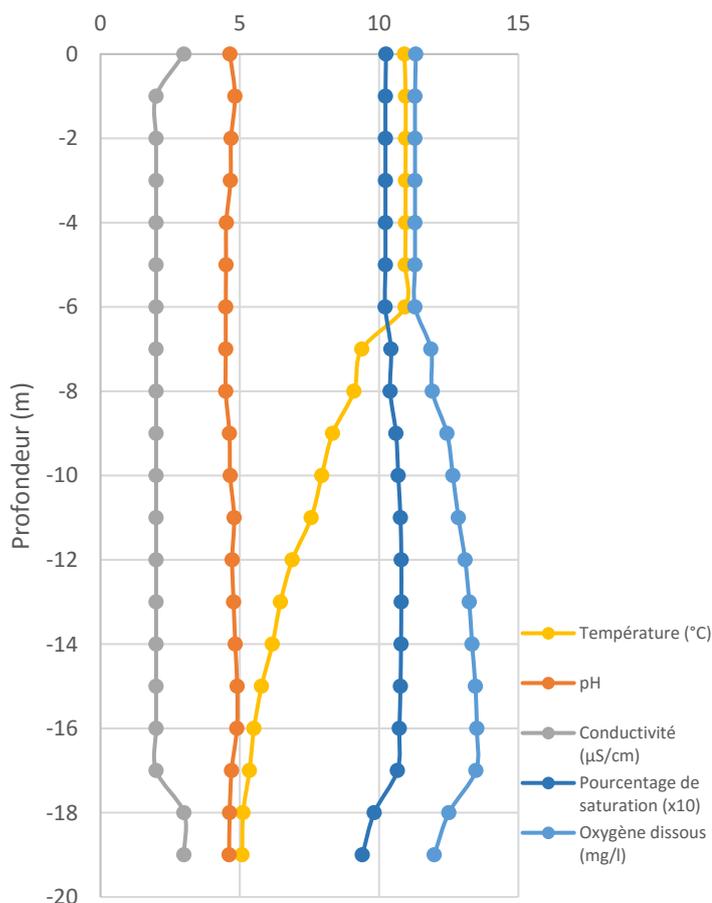


Figure 33 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Cornu (données Asters, 2013)

Sur le plan qualitatif, l'inventaire piscicole réalisé en 2013 sur le lac Cornu (voir plan de pose en annexe I., figure D) a révélé un peuplement piscicole très majoritairement salmonicole, caractérisé par une densité moyenne et une biomasse relativement faible, en lien avec le caractère très oligotrophe du lac. Ce peuplement est composé de quatre espèces (tableau 8) : le vairon, le cristivomer, le saumon de fontaine et les ombles. La présence surprenante de trois individus de saumons de fontaines en dépit du fait que l'espèce n'ait jamais été alevinée dans le lac semble devoir être expliquée par un déversement sauvage. A noter que la présence de cette espèce a également été constatée dans le petit lac Cornu et son exutoire, en contrebas du lac Cornu. On relèvera enfin l'absence de truite fario dans les effectifs capturés, en dépit

d'un alevinage consécutif à une interversion avec Pormenaz en 2010. Par ailleurs, aucun poisson n'a été capturé dans l'exutoire du lac, confirmant son caractère apiscicole.

Sur le plan quantitatif, le cristivomer rassemble près de la moitié des effectifs capturés (47%) et de la biomasse globale (46%). Quant aux vairons, un seul individu a été capturé, témoin de la présence ténue de l'espèce dans le lac (reproduction naturelle, mais très petite population). Enfin, les ombles rassemblent l'autre moitié des effectifs capturés et de la biomasse globale (tableau 8).

Tableau 8 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du lac Cornu

Lac	Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques		
		Unité	numériques ind.	pondéraux gr.	numériques %	pondéraux %	numériques ind./1000m2	pondéraux gr./1000m2
Cornu	CRI		32	2157,6	47,8	46,1	26,34	1775,80
	IND		31	2333,5	46,3	49,9	25,51	1920,58
	SDF		3	172,1	4,5	3,7	2,47	141,65
	VAI		1	13,8	1,5	0,3	0,82	11,36
	Total		67	4677	100,0	100,0	55,14	3849,38

On n'observe pas de ségrégation spatiale entre les ombles et les cristivomers (figure 34).

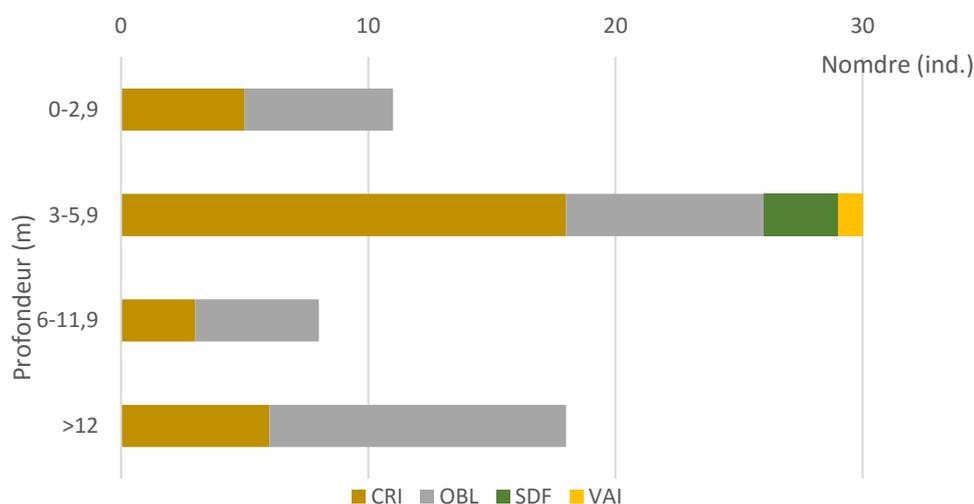


Figure 34 : Distributions verticales des captures en 2013 pour chaque espèce

L'ensemble des individus de cristivomers échantillonnés, probablement issus des alevinages 2009, 2011 et 2012 (absence de marquage), présente une faible croissance (coefficient de condition relativement faible, voir annexe III) probablement imposée par la pauvreté du milieu. Les saumons de fontaines capturés, bien que de petites tailles, présentent un embonpoint satisfaisant, semblant moins pénalisés par les conditions proposées par le lac que les autres espèces contactées. Ces saumons de fontaines, dont l'alevinage n'a jamais été

préconisé sur ce lac, semblent appartenir à la cohorte de 2011 (2+), un déversement clandestin a dû avoir lieu cette année-là. Les ombles présentent, comme les cristivomers, tous les signes d'une croissance modérée (figure 35). Bien que forcément issus du recrutement naturel (toutes les cohortes sont présentes des 1+ aux 5+), les ombles sont, comme sur le lac d'Anterne, impossible à déterminer de manière certaine (chevaliers ou alysses), le lac Cornu ayant fait l'objet d'un alevinage en ombles alysses en 2006 (voir les résultats de scalimétrie en annexe II).

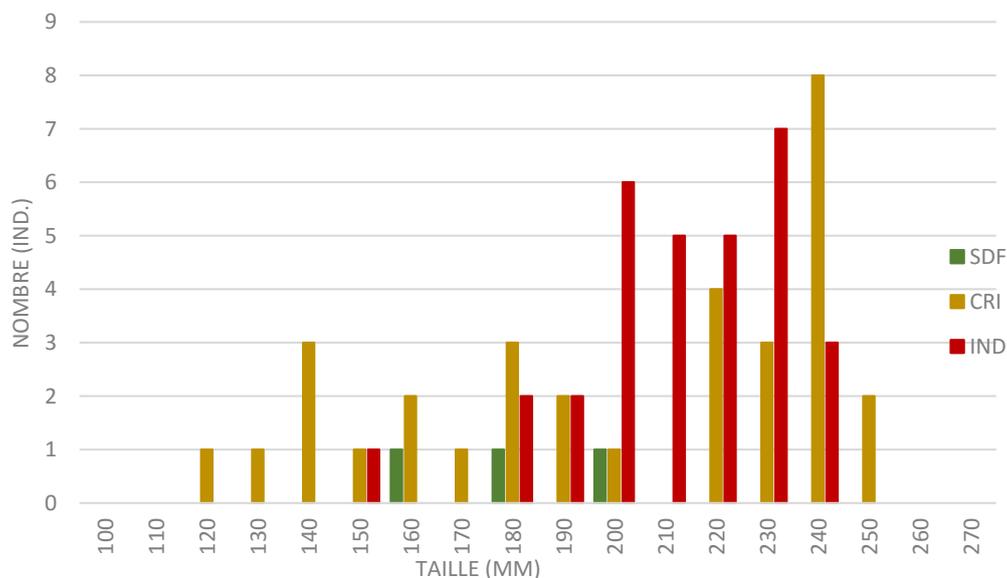


Figure 35 : Structures des classes de tailles pour chaque espèce

V-4 BILAN SUR LA GESTION PISCICOLE DU LAC CORNU

De manière générale, s'il apparaît que les croissances des salmonidés sont relativement lentes et les abondances modérées sur le lac Cornu du fait de son oligotrophie, le peuplement du lac semble apte à satisfaire à une pêche récréative caractéristique de ce type de milieu. On relèvera que plus de la moitié des effectifs capturables sont essentiellement issus des alevinages, la qualité globale de la pêche semblant conditionnée par les apports annuels en poissons.

De plus, la reproduction naturelle de l'omble a été constatée (malgré l'absence de 0+ dans les filets, peut-être dû à un biais d'échantillonnage). Ce poisson, tout comme le cristivomer, présente des croissances modérées et des coefficients d'embonpoint faibles. De ce constat, il est proposé de poursuivre le plan d'alevinage en cristivomers, espèce ayant prouvé sa très bonne adaptation aux lacs les plus oligotrophes (Wales 1946 ; Nillson et Svärdsen 1968), et sa longévité permet de pallier à la lenteur de sa croissance sur le lac.

VI. LE GRAND LAC JOVET

VI-1 CARACTERISTIQUES GENERALES DU GRAND LAC JOVET

Le grand lac Jovet est situé sur le massif du Mont Blanc. Avec une superficie de 400 km², ce massif s'étend sur 3 pays dont la France, en grande partie sur le département de Haute-Savoie mais aussi en Savoie, sur la vallée d'Aoste Italienne et sur le canton du Valais Suisse (figure 36). Il culmine au niveau du sommet du Mont Blanc à 4810 m. Il est également cristallin, essentiellement granitique avec quelques affleurements de Gneiss.

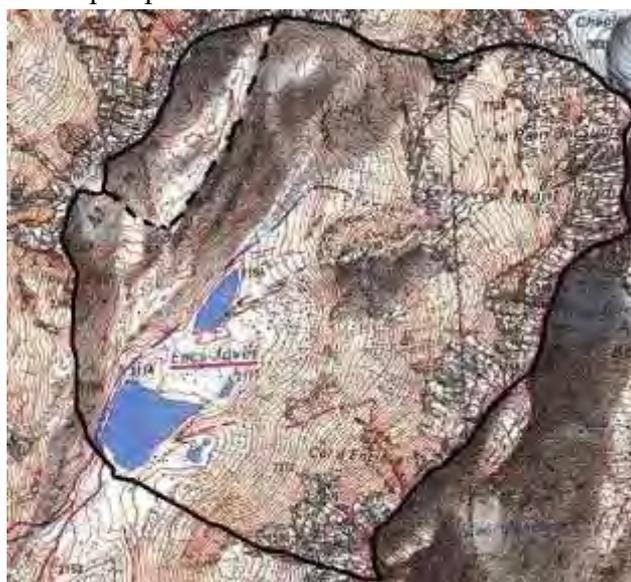


Figure 36 : Bassin versant topographique du grand lac Jovet (IGN TOP25 3530 ET)

Le bassin versant de Jovet s'étend sur 333 ha pour une altitude maximale correspondant à celle du Mont Tendu de 3196 m. Ce bassin repose sur une roche métamorphique, avec une occupation des sols essentiellement minérale. La pente moyenne est de 64 %, c'est donc un bassin versant très encaissé.

Le lac s'étend sur 7,5 ha pour une profondeur de 8,5 m (figure 38). Les principaux apports d'eau observés sur le grand lac Jovet proviennent majoritairement d'une arrivée sous lacustre, cependant, il existe également quelques rares petits affluents de surface (Balvay et Blavoux 1981). L'eau est évacuée par un torrent, le Bon Nant, mesurant dès l'exutoire plus de 3m de large.



Figure 37 : Photographie aérienne du grand lac Jovet (Géoportail)

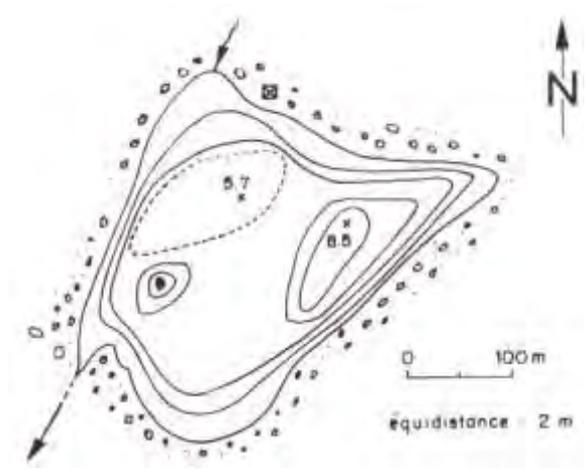


Figure 38 : Bathymétrie du grand lac Jovet

VI-2 FONCTIONNALITE DU GRAND LAC JOVET

✚ CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA COLONNE D'EAU

Le grand lac Jovet est un lac relativement minéralisé (en moyenne $43\mu\text{S}/\text{cm}$ depuis 1998), ultra-oligotrophe et bien oxygéné. Les températures sont basses ($T_{\text{mm}30} = 9^{\circ}\text{C}$, avec $12,4^{\circ}\text{C}$ au maximum d'après Hibon, 2010) et relativement tamponnées du fait d'une alimentation souterraine. Quant aux éléments nutritifs, les valeurs sont très faibles, c'est un lac de bonne qualité physico-chimique. La profondeur du disque de Secchi correspond à la colonne d'eau dans son intégralité, soit une clarté des eaux totale.

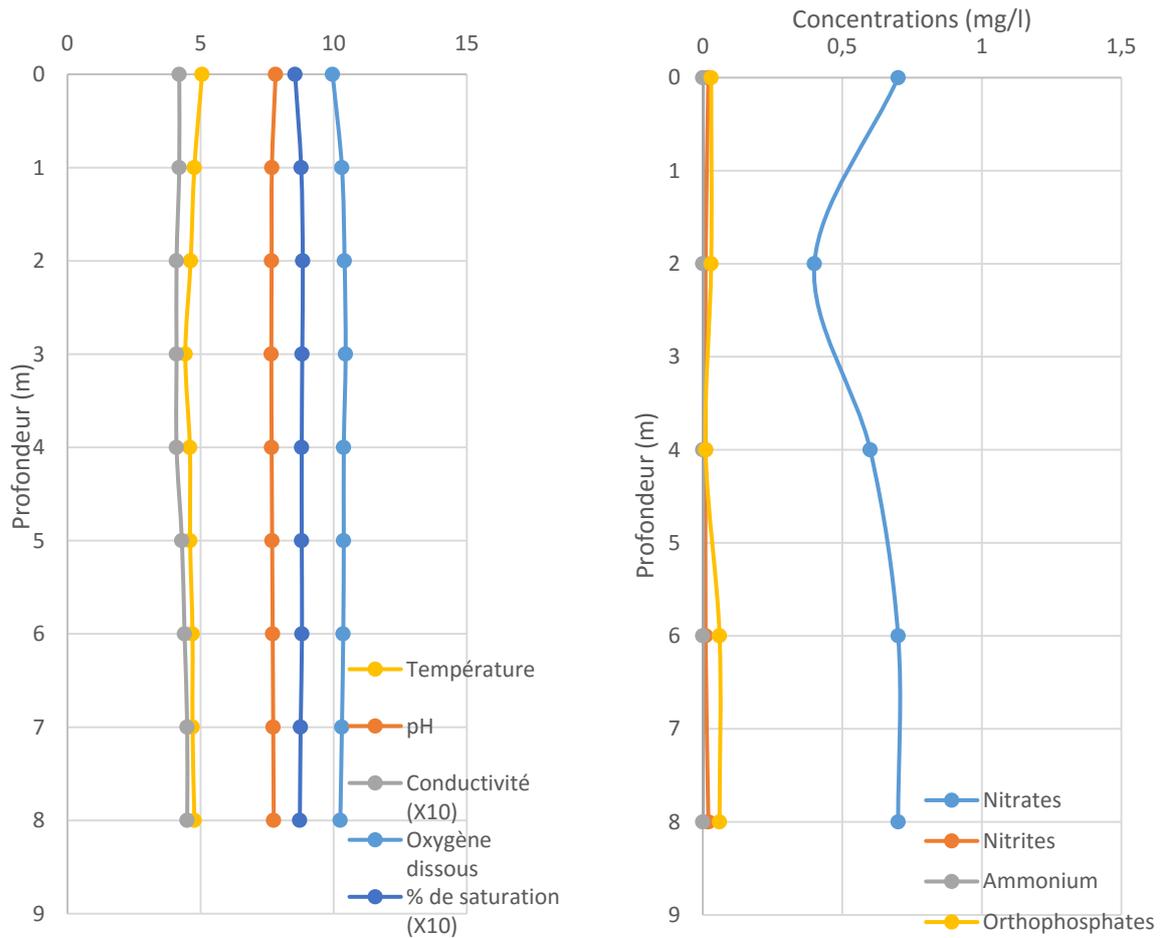


Figure 39 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Jovet (Hibon, 2010)

✚ CAPACITE HABITATIONNELLE

La surface de la zone littorale du grand lac Jovet est très bien développée : 22% de la surface totale ; mais la diversité habitationnelle (Shannon) est moyenne : 1,24 (Hibon, 2010).

✚ MACROBENTHOS

La variété taxonomique en zone littorale est de 13, pour une abondance totale très faible, de 258 individus. De la même manière que pour le lac Cornu, ces résultats sont conformes à l'ultra-oligotrophie du lac.

 HISTORIQUE DE L'ALEVINAGE ET PRECONISATIONS

Avant la mise en place du plan de gestion, un peuplement plurispécifique avait été mis en place par l'alevinage réalisé par l'AAPPMA gestionnaire. De 1990 à 2012, des truites fario et truites arc-en-ciel ont été alevinées (figure 40).

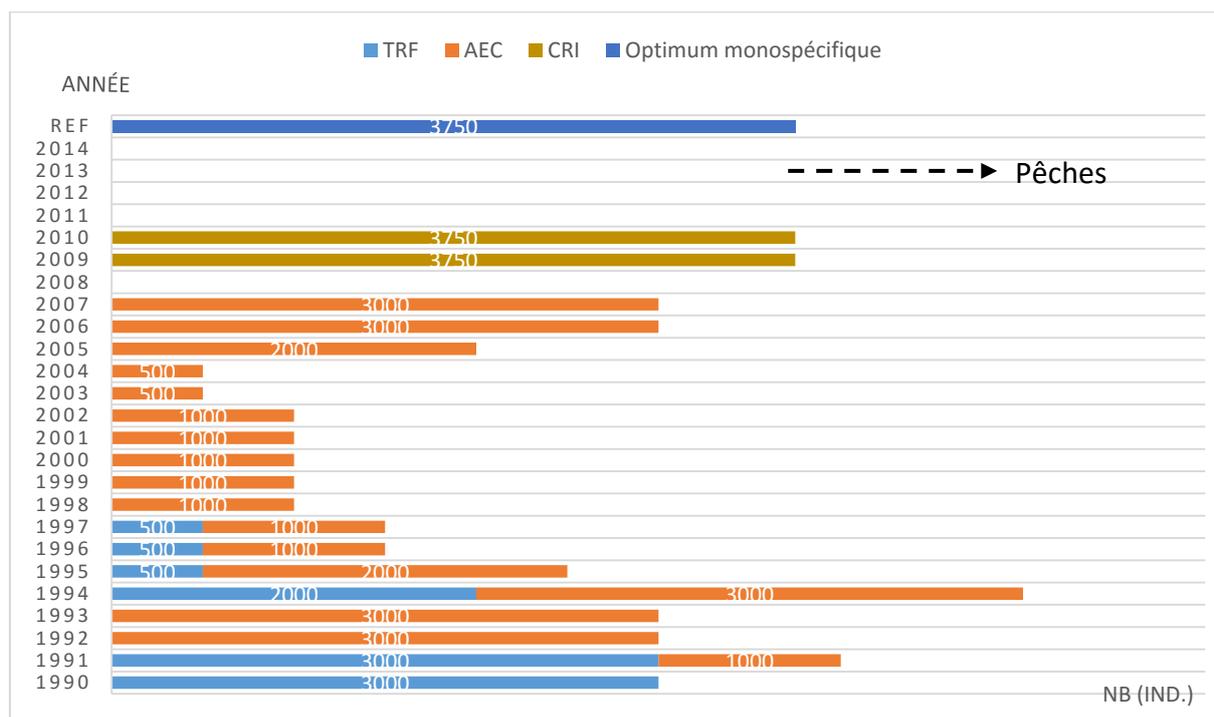


Figure 40 : Récapitulatif historique des alevinages sur le lac Jovet (de 1990 à 2014)

Sur ce lac, le principal problème de gestion halieutique était lié à la présence d'une population fonctionnelle d'ombles chevaliers ayant tendance au nanisme. L'attrait du lac vis-à-vis des pêcheurs se trouvait fortement grevé par l'omniprésence au sein des captures de petits ombles peu intéressants en termes d'halieutisme. Afin de rendre son attrait à ce lac, il a semblé judicieux d'utiliser une espèce capable de s'implanter au dépend des ombles et de satisfaire les pêcheurs : le cristivomer paraissait à même de répondre à ce double objectif, du fait de son caractère ichtyophage et de sa bonne image auprès des pêcheurs. Mais, la diagnose écologique de 2010 a mis en évidence la présence d'une population fonctionnelle de truite arc-en-ciel dans l'exutoire. De fait, il a été décidé, tout comme pour le lac Brévent, de proposer l'arrêt total d'alevinage à partir de 2011 de ce lac afin de satisfaire à la demande de la DREAL.

Sur le plan physico-chimique, les mesures de 2013 montrent les mêmes tendances que celles de 2010, c'est-à-dire un lac ultra-oligotrophe, sans problème de désoxygénation, une transparence jusqu'au fond, et des températures et conductivités relativement faibles (figure 41). On ne remarque pas de stratification thermique du fait des apports sous-lacustres.

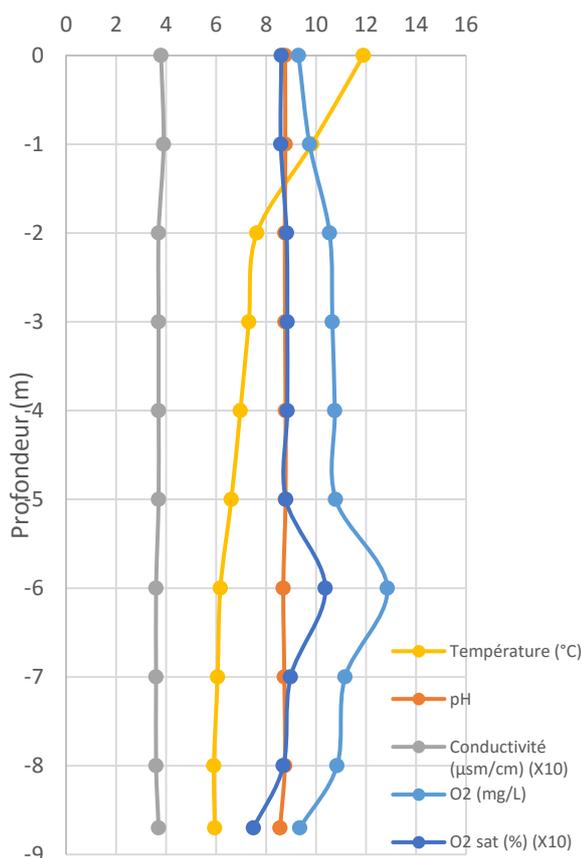


Figure 41 : Caractéristiques physico-chimiques de la colonne d'eau du lac Jovet (données 2013)

Sur le plan qualitatif, l'inventaire piscicole réalisé en 2013 sur le lac Jovet (voir plan de pose en annexe I., figure E) a permis de capturer un nombre conséquent de poissons, parmi lesquels les salmonidés sont ultra dominants, pour une biomasse globale relativement élevée (tableau 9). Les captures se répartissent en 5 espèces : la truite fario (un seul individu), le cristivomer, l'omble chevalier, la truite arc-en-ciel (un seul représentant également) et le vairon (un individu).

Sur le plan quantitatif, le seul individu de truite fario (9+, voir résultats de la scalimétrie en annexe II) capturé porte à lui seul la moitié de la biomasse globale échantillonnée. Il ne peut s'agir d'un poisson issu des derniers alevinages réalisés avec cette espèce car il date de 1997. Il s'agit donc d'un individu issu du faible recrutement naturel (non fonctionnel) déjà soupçonné dans l'exutoire du lac (Hibon 2010). Le cristivomer représente quant à lui plus du tiers des captures réalisées et représente 20% de la biomasse globale. L'omble chevalier se reproduisant naturellement dans le lac, représente plus de 60% des effectifs, pour seulement 20% de la

biomasse globale, résultat confirmant la tendance au nanisme de l'espèce sur ce lac. Quant à la truite arc-en-ciel, un seul représentant a été capturé. La reproduction naturelle de cette espèce dans l'exutoire du lac avait déjà été constatée en 2010 lors d'un inventaire piscicole (Hibon, 2010), et s'est vu confirmée en 2013 par un inventaire équivalent. Une population relativement importante pour un tel milieu (95 kg/ha, 153 individus/10a), et apparemment fonctionnelle, a en effet été contactée sur le Bon Nant à la sortie du lac (voir annexe IV). Il semble en outre que l'occurrence des truites arc-en-ciel dans les effectifs capturés au filet soit en fait largement sous-estimée, du fait d'un biais d'échantillonnage inhérent aux filets maillants. En effet, les filets ne peuvent être posés que dans les zones de plus de 1,5m de profondeur, or les truites arc-en-ciel semblent coloniser préférentiellement la zone littorale du lac, où l'habitat est constitué de blocs baignés par moins de 2m d'eau. Il est donc impossible d'échantillonner efficacement cette zone à l'aide des filets et, de fait, d'obtenir une image réaliste de la population de truite arc-en-ciel colonisant réellement le lac. Enfin, un seul vairon a été capturé. Cependant, comme pour la truite arc-en-ciel, il semble que la taille de la population du lac soit sous-estimée du fait du même biais méthodologique.

Concernant les structures de tailles des poissons, un seul omble chevalier parmi les 55 capturés dépasse les 20 cm (figure 43). D'après l'analyse scalimétrique (annexe II), la population en ombles est jeune avec des individus 1+, 2+ et 3+.

Les cristivomers capturés, bien que non marqués, sont normalement issus des alevinages réalisés en 2009 et 2010 (soient des 3+ ou 4+). Toutefois, la présence d'individus appartenant à la cohorte des 2+ a été révélée par la scalimétrie ce qui, étant donné l'impossibilité d'une reproduction naturelle (premiers alevinages en 2009, soient des individus non matures en 2013), semblerait indiquer qu'il y ait eu un déversement clandestin en 2011. De plus, 2 cristivomers de 6+ ont été capturés (dont l'un par un pêcheur en possession du carnet de capture). Ce résultat remet en question l'absence totale de cristivomer antérieurement à 2009 et pose la question de déversements clandestins sur ce lac.

Tableau 9 : Résultats des inventaires piscicoles 2013 du grand lac Jovet

Lac	Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques		
		Unité	numériques ind.	pondéraux gr.	numériques %	pondéraux %	numériques ind./1000m2	pondéraux gr./1000m2
Grand Jovet	TRF		1	4231	1,1	57,9	2,78	11752,78
	CRI		33	1564,4	36,3	21,4	91,67	4345,56
	OBL		55	1392,4	60,4	19,0	152,78	3867,78
	TAC		1	118	1,1	1,6	2,78	327,78
	VAI		1	7,8	1,1	0,1	2,78	21,67
	Total		91	7313,6	100,0	100,0	252,78	20315,56

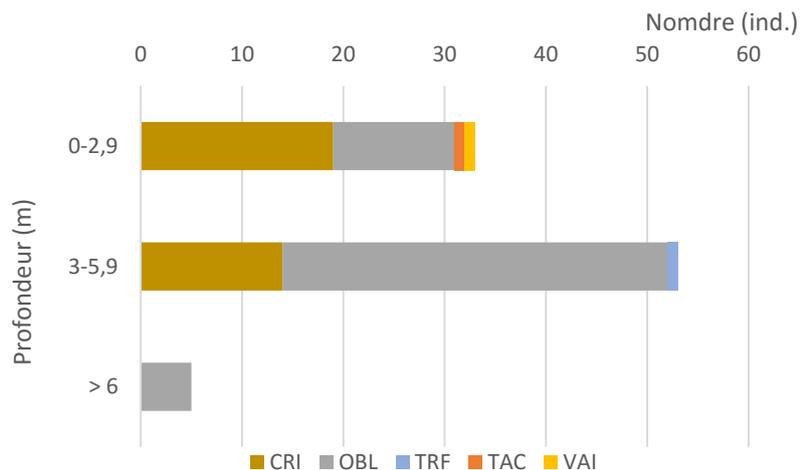


Figure 42 : Distribution verticale des captures en 2013 pour chaque espèce

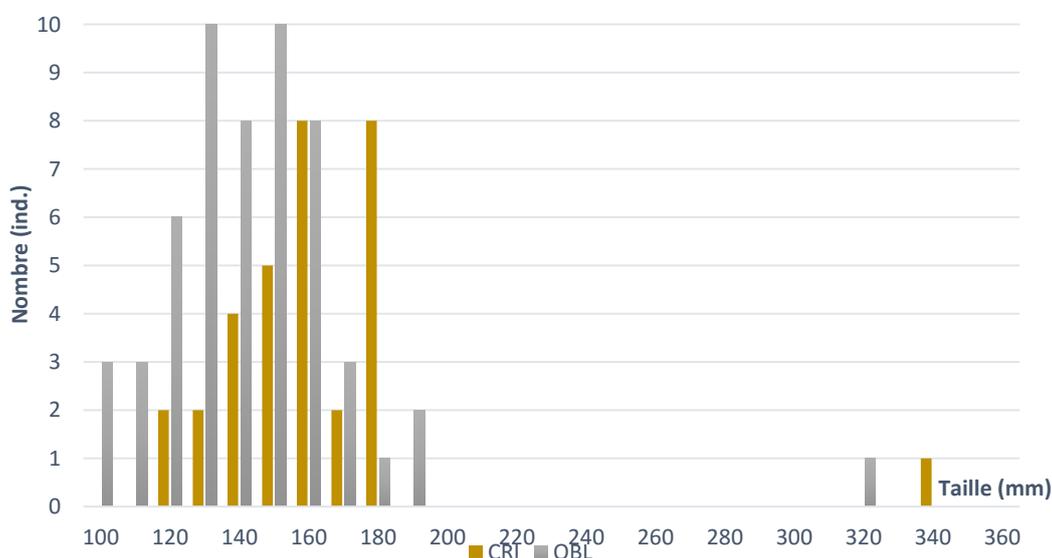


Figure 43 : Structures des classes de tailles pour l'omble chevalier et le cristivomer

VI-4 BILAN SUR LA GESTION PISCICOLE DU GRAND LAC DE JOVET

D'une manière générale, il apparaît qu'en dépit de l'arrêt des alevinages et du caractère très oligotrophe du lac, les populations piscicoles du grand lac Jovet soient autosuffisantes et permettent de satisfaire à une pratique halieutique, en particulier en ce qui concerne les ombles chevaliers et les truites arc-en-ciel (la présence de la truite fario demeurant anecdotique). Du fait de la reproduction naturelle avérée de plusieurs espèces dans le lac, l'abandon des alevinages semble avoir été une décision pertinente, d'autant que les alevinages n'ont visiblement rien apporté de plus en termes de qualité halieutique (même phénomène de nanisme que pour les poissons naturels, dû à la compétition interspécifique).

VII. SYNTHÈSE GÉNÉRALE/CONCLUSION

Au terme de ce bilan, il semblerait que le plan de gestion 2009-2013 ait, d'une manière générale, permis d'améliorer la qualité halieutique des lacs concernés.

L'intérêt de la gestion monospécifique avec le choix de l'espèce la mieux adaptée, semble avoir porté ses fruits sur les trois lacs alevinés durant les 5 ans du plan de gestion, en particulier pour les lacs d'Anterne et de Pormenaz. Les 3 lacs sont actuellement capables de satisfaire la pêche de loisir avec l'alevinage d'une seule espèce (meilleures adaptation et croissance). Les plans de gestion de ces 3 lacs peuvent donc être poursuivis de la même manière, à savoir :

- alevinage en saumon de fontaine dans le lac d'Anterne
- alevinage en truite fario dans le lac de Pormenaz
- alevinage en cristivomer dans le lac Cornu

Parmi les deux lacs ayant fait l'objet d'un arrêt de l'alevinage, seul le grand lac Jovet paraît également apte à satisfaire une activité de pêche. Le lac Brévent, quant à lui, a été diagnostiqué dysfonctionnel (Hibon, 2010 ; Belle, 2012) et ne semble donc pas apte à accueillir de population piscicole intéressante du point de vue halieutique sans soutien. L'arrêt des alevinages a donc été pertinent pour ces deux lacs, puisque le premier possède une population autosuffisante, et le second n'est pas à même de fournir des conditions viables pour les salmonidés (très forte désoxygénation). Il n'y a donc pas d'autres perspectives à envisager pour ces deux lacs.

En somme, il apparaît que pour satisfaire à la demande halieutique, les plans de gestion piscicole peuvent être reconduits pour une durée de 5 ans pour les lacs d'Anterne, de Pormenaz et Cornu, selon l'échéancier ci-dessous :

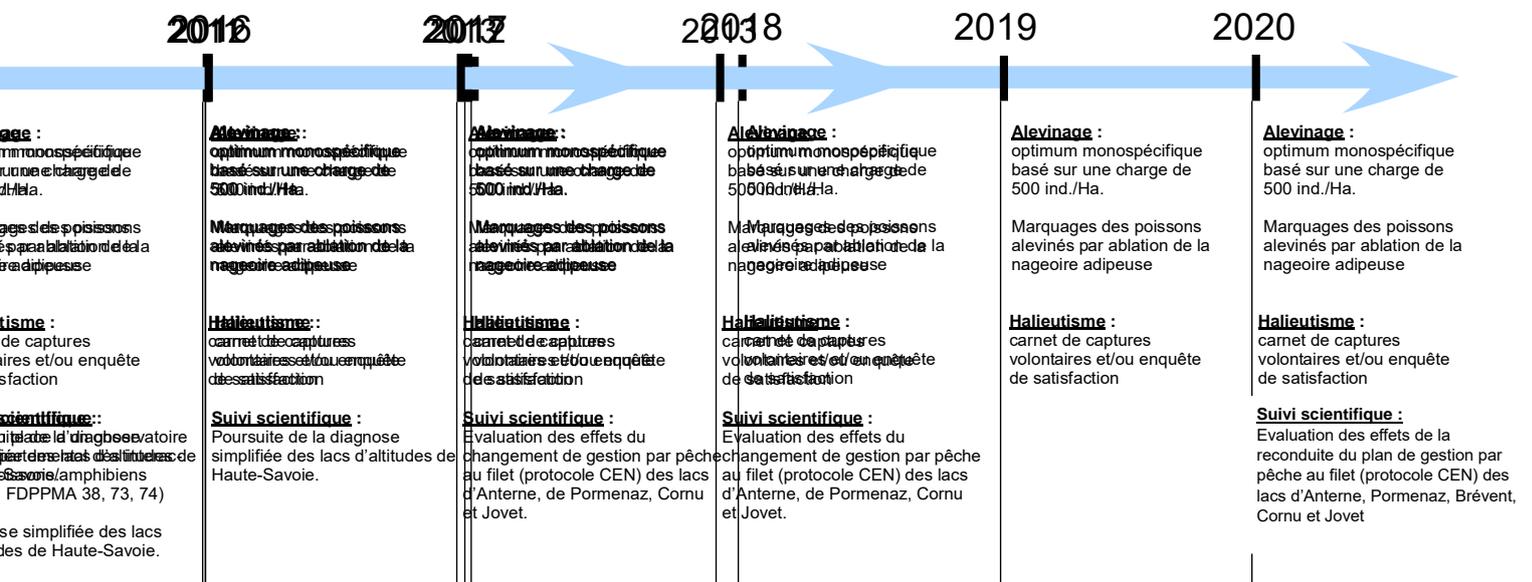


Figure 44 : Échéancier du programme de suivi de la gestion piscicole des lacs de montagne

L'arrêt des repeuplements peut également être maintenu sur les lacs Grand Jovet et Brévent, un bilan piscicole global des 5 lacs à l'échéance des plans de gestion devra être réalisé afin d'en évaluer les résultats et l'efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

Balvay G., Blavoux B., 1981. Le grand lac Jovet (Haute-Savoie), milieu oligotrophe de haute montagne. *Revue de Géographie Alpine, Année 1981, Vol. 69, N°3*, 421-442.

Balvay G., 1978. Un lac oligotrophe de haute montagne : le Lac Cornu (Haute-Savoie). *Revue de Géographie Alpine, Année 1978, Vol. 66, N°1*, 31-41.

Baroudy E., Elliott J.M., 1994. The critical thermal limits for juvenile Arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology, Volume 45, Issue 6*, pages 1041–1053.

Belle S., 2012. Diagnose écologique et paléolimnologique de 3 lacs d'altitude des Aiguilles Rouges (74) : le lac du Brévent, le lac Noir et le lac de Cheserys. Rapport d'étude. 53p + annexes.

Cavalli L., 1997, Biologie des populations de salmonidés des lacs de haute altitude du Parc National des Ecrins, alimentation – croissance – reproduction. *Thèse doct. Univ. Provence Aix Marseille*, 209p.

Chacornac J.M., 1986. Lacs d'altitude : métabolisme oligotrophe et approche typologique des écosystèmes. *Thèse*. 276p.

Hibon L., 2010. Diagnose simplifiée de 5 lacs d'altitude hauts savoyards. *Rapport d'étude*. 54p + annexes.

Huchet P., 2009. Echantillonnage piscicole des lacs d'Anterne et de Pormenaz – élaboration d'un plan de gestion rationnel des lacs d'altitude. *Rapport FDP74.09/03*. 51p + annexes.

Jochenbeim L., 2002. Atlas des lacs des réserves naturelles de Haute-Savoie. *ASTERS*.

Keith P., Persat H., Feunteun E., Allardi J., 2011. Les poissons d'eau douce de France. *Biotope Editions, publications scientifiques du Muséum*. 552p.

Nillson N.A., Svardson G., 1968. Some results of the introduction of lake trout (*Salvelinus namaycush* Walbaum) into Swedish lakes. *Rep. Inst. Freshwater Resources*.

Lazzaroto J., 2007. L'évolution physico-chimique de cinq lacs d'altitude des réserves naturelles de Haute-Savoie depuis 1998. *ASTERS*, 24p + annexes.

Ombredane D. et Richard A., 1990. Détermination de la zone optimale de prélèvement d'écaillés chez les smolts de truite de mer (*Salmo trutta* L.). *Bull. Fr. Pêche Pisc.*, 319, 224-238.

Reimer G., 1986. The relationship between the digestive enzymes in arctic char, *Salvelinus alpinus* (Salmonidae, Osteichthyes) and its ability to survive in extreme environments. *Hydrobiologia*, volume 133 pages 65-72.

Rivier B., 1996. Lacs de haute altitude : méthodes d'échantillonnage ichtyologique, gestion piscicole. *Collection Etudes du CEMAGREF, série gestion des milieux aquatiques, Cemagref éditions*, 122p.

Wales J.H., 1946. Castle Lake trout investigation. *Calif. Fish Game, Volume 32*, pages 109-143.

Winiarski T., 2000. Les lacs montagnards : indicateurs de la qualité du milieu. Application aux lacs d'altitude des réserves naturelles de Haute-Savoie. *Revue de Géographie Alpine, Année 2000, Vol. 88, N°3*, 9-22.

ANNEXES

ANNEXE I

Plans de pose des filets d'échantillonnage sur les 5 lacs du Faucigny

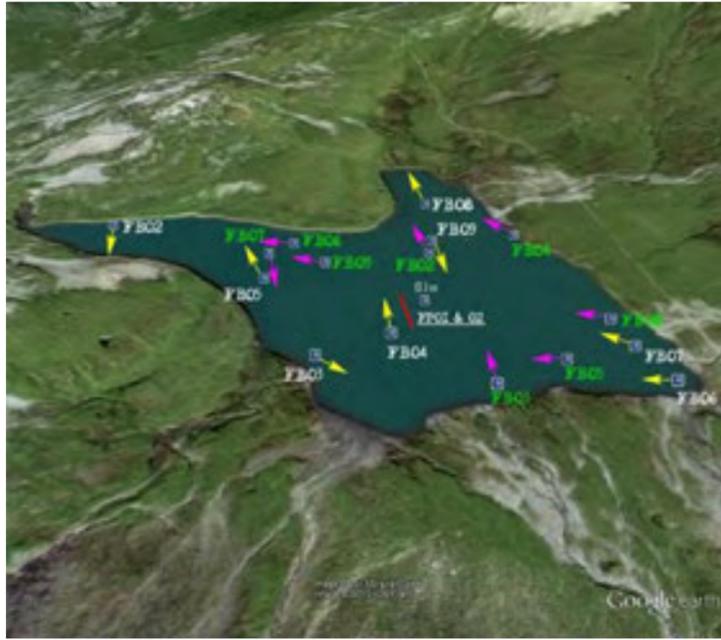


Figure A : Plan de pose du lac d'Anterne



Figure B : Plan de pose du lac de Pormenaz

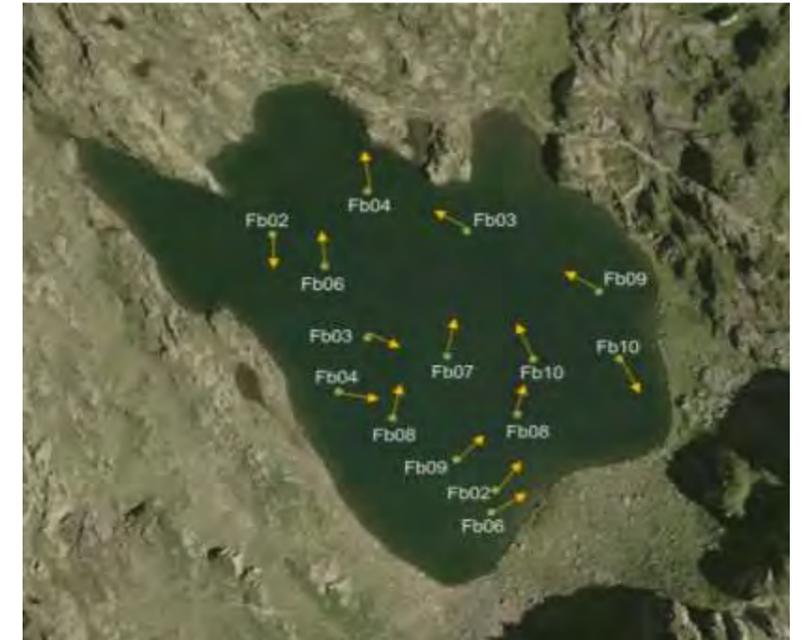


Figure C : Plan de pose du lac Brévent

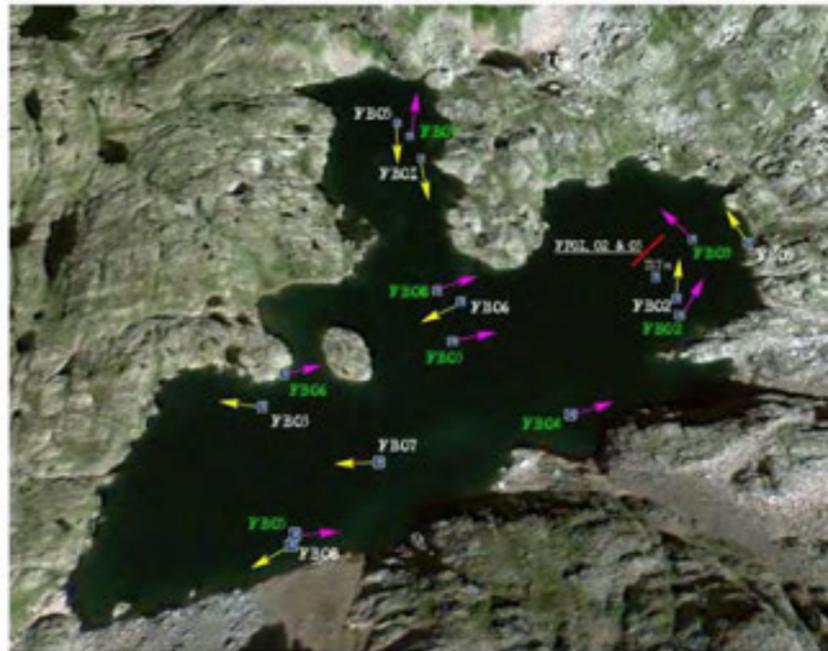


Figure D : Plan de pose du lac Cornu



Figure E : Plan de pose du lac Jovet

ANNEXE II

Résultats de l'analyse scalimétrique des poissons sur chacun des 5 lacs échantillonnés.

Table : Age des individus échantillonnés en fonction du lac et de l'espèce, par lecture d'écailles.
Seules les écailles « lisibles » ont été traitées.

Lac	Espèce	Ages					
		1+	2+	3+	4+	5+	6+
Anterne	IND		2	8	4	4	
	SDF	3	9	2			
Pormenaz	TRF		2	1	3	1	
Brévent	CRI	1					
	OBL					3	
	TRF			1	2	5	
Cornu	CRI	6	4	8	5		
	OBL	1	1	16	7	2	
Jovet	CRI	1	16	7	1		1
	OBL	8	25	3			
	TAC			1			

ANNEXE III

Coefficient de condition des salmonidés sur chacun des 5 lacs (formule prenant en compte la taille et le poids de l'individu)

Lac	Espèce	Coeff de condition
Anterne	IND	0,83
	IND	0,93
	IND	0,94
	IND	0,90
	IND	0,80
	IND	0,87
	IND	0,84
	IND	0,92
	IND	0,86
	IND	0,97
	IND	0,93
	IND	1,03
	IND	0,94
	IND	0,94
	IND	1,03
	IND	0,81
	IND	1,00
	IND	0,88
	IND	0,98
	IND	1,04
	IND	0,82
	IND	0,80
	IND	1,20
	SDF	1,01
	SDF	0,99
	SDF	0,96
	SDF	1,00
	SDF	1,22
	SDF	1,01
	SDF	1,04
	SDF	0,93
	SDF	0,83
	SDF	0,76
SDF	0,93	
SDF	1,08	
SDF	1,08	
SDF	1,12	
Pormenaz	TRF	0,98
	TRF	1,27
	TRF	0,98
	TRF	1,05
	TRF	1,00
	TRF	1,08
	TRF	0,92
	TRF	0,89
	TRF	0,98
	TRF	1,00
	TRF	1,25
	TRF	1,05
	TRF	0,93
TRF	1,02	
TRF	1,05	
Brevent	CRI	0,78
	CRI	0,86
	OBL	0,89
	OBL	1,07
	OBL	1,04
	OBL	0,91
	TRF	1,03
	TRF	1,04
	TRF	1,08
	TRF	0,94
	TRF	0,94
	TRF	1,01
	TRF	1,16
	TRF	1,05
	TRF	1,15
TRF	1,06	

Lac	Espèce	Coeff de condition
Cornu	CRI	0,62
	CRI	0,70
	CRI	0,66
	CRI	0,67
	CRI	0,70
	CRI	0,68
	CRI	0,74
	CRI	0,64
	CRI	0,69
	CRI	0,66
	CRI	0,65
	CRI	0,68
	CRI	0,74
	CRI	0,66
	CRI	0,67
	CRI	0,73
	CRI	0,73
	CRI	0,78
	CRI	0,66
	CRI	0,75
	CRI	0,67
	CRI	0,86
	CRI	0,68
	CRI	0,78
	CRI	0,82
	CRI	0,84
	CRI	0,64
	CRI	0,71
	CRI	0,67
	CRI	0,70
	CRI	0,82
	CRI	0,74
	OBL	0,74
	OBL	0,76
	OBL	0,64
	OBL	0,76
	OBL	0,82
	OBL	0,60
	OBL	0,62
	OBL	0,69
	OBL	0,74
	OBL	0,66
	OBL	0,86
OBL	0,74	
OBL	0,73	
OBL	0,68	
OBL	0,70	
OBL	0,72	
OBL	0,70	
OBL	0,66	
OBL	0,75	
OBL	0,75	
OBL	0,71	
OBL	0,75	
OBL	0,65	
OBL	0,72	
OBL	0,71	
OBL	0,71	
OBL	0,69	
OBL	0,84	
OBL	0,79	
OBL	0,75	
OBL	0,75	
SDF	0,86	
SDF	0,94	
SDF	0,91	

Lac	Espèce	Coeff de condition
Jovet	CRI	0,55
	CRI	0,50
	CRI	0,55
	CRI	0,60
	CRI	0,57
	CRI	0,62
	CRI	0,57
	CRI	0,63
	CRI	0,63
	CRI	0,64
	CRI	0,69
	CRI	0,80
	CRI	0,62
	CRI	0,77
	CRI	0,81
	CRI	0,64
	CRI	0,96
	CRI	1,06
	CRI	0,58
	CRI	0,66
	CRI	0,59
	CRI	0,84
	CRI	0,55
	CRI	0,64
	CRI	0,89
	CRI	0,85
	CRI	0,80
	CRI	0,51
	CRI	0,77
	CRI	0,73
	CRI	0,83
	CRI	0,82
	CRI	0,66
	OBL	0,58
	OBL	0,87
	OBL	0,73
	OBL	0,74
	OBL	0,76
	OBL	0,80
	OBL	0,68
	OBL	0,77
	OBL	0,75
	OBL	0,72
	OBL	0,72
	OBL	0,76
	OBL	0,85
	OBL	0,74
	OBL	0,75
	OBL	0,75
	OBL	0,79
	OBL	0,83
	OBL	0,75
	OBL	0,74
OBL	0,77	
OBL	0,80	
OBL	0,61	
OBL	0,60	
OBL	0,83	
OBL	0,75	
OBL	0,74	
OBL	0,68	
OBL	0,70	
OBL	0,81	
OBL	0,72	
OBL	0,76	
OBL	0,72	
OBL	0,78	
OBL	0,64	
OBL	0,65	
OBL	0,61	
OBL	0,57	
OBL	0,62	
OBL	0,82	
OBL	0,87	
OBL	0,71	
OBL	0,73	
OBL	0,84	
OBL	0,84	
OBL	0,69	
OBL	0,81	
OBL	0,81	
OBL	0,87	
OBL	0,80	
OBL	0,58	
OBL	0,83	
OBL	0,74	
OBL	0,66	
TAC	0,85	
TRF	1,13	

ANNEXE IV

Résultats des pêches électriques du Bon Nant (tributaire du grand lac Jovet)

Calcul ...	Effectif			méthode validée	Efficacité de pêche	Effectif estimé	Intervalle de confiance	Densité estimée		Biomasse estimée	
	Espèce	P 1	P 2					P 3	par 10 ares	en %	en kg/ha
TRUITE ARC-EN-	21	2	0	Oui	100%	23	± 0	153	88,5	95,6	86 %
OMBLE	3	0	0	Oui		3	± 0	20	11,5	15,8	14 %

