

Laboratoire d'Hydrobiologie - UPRES Biodiversité
Université de Provence - Marseille



Conseil Supérieur de la Pêche
Brigade Départementale des Hautes Alpes

Etude hydrobiologique d'un lac de haute altitude des Hautes Alpes

Le lac de Foréant (2620 m)

Laurent CAVALLI, Philippe MOULLEC &
Rémi CHAPPAZ

Février 2000

Etude hydrobiologique d'un lac de haute altitude des Hautes Alpes

Le lac de Foréant

SOMMAIRE

Introduction	4
A. Présentation du milieu étudié	5
B. Description des paramètres abiotiques	5
1. Température	5
2. Oxygène	8
3. Analyse physico-chimique	8
C. Description des paramètres biotiques	10
1. Peuplement zooplanctonique.....	10
2. Peuplement benthique	12
3. Peuplement ichtyologique	14
3.1 Résultats des captures	14
3.2 Alimentation des poissons.....	15
3.3 Croissance	16
3.4 Reproduction.....	17
Conclusion	18
Perspectives de gestion	20

Nous remercions toutes les personnes qui de près où de loin ont participé au bon déroulement de cette mission. Leur aide et leur bonne humeur ont rendu le travail agréable malgré des conditions pas toujours très favorables.

INTRODUCTION

L'étude du lac de Foréant a été réalisée à la demande de la Fédération Départementale de Pêche des Hautes Alpes. Cette étude a pour objectif de connaître le devenir des poissons introduits au cours des dernières années et de mieux appréhender le fonctionnement de l'écosystème-lac. Ce travail s'intègre dans une problématique de gestion halieutique raisonnée conduite par la Fédération Départementale des Hautes Alpes et le Laboratoire d'Hydrobiologie.

Situé à plus de 2600 m d'altitude, le lac de Foréant n'est dégelé que durant 4 mois de l'année, de juin à octobre. Dans le cadre de ce contrat, deux campagnes ont été effectuées en juillet et septembre au cours des périodes les plus intéressantes pour la compréhension du fonctionnement du lac. Les prélèvements et les mesures ont été effectués par le laboratoire d'Hydrobiologie de l'Université de Provence et la Brigade du Conseil Supérieur de la Pêche des Hautes Alpes. L'association "Lou Viadje" de Molines en Queyras a assuré le transport de l'ensemble des matériels.

Outre l'étude complète du peuplement ichtyologique nous nous sommes intéressés aux différents paramètres permettant d'expliquer le fonctionnement du peuplement ichtyologique et de l'écosystème-lac, à savoir :

- les paramètres physico-chimiques, température, oxygène dissous, composition physico-chimique,
- le peuplement benthique, principale source de nourriture pour les poissons,
- le peuplement zooplanctonique, meilleur marqueur de la capacité trophique du lac.

L'ensemble de ces facteurs doivent permettre de mieux comprendre le fonctionnement de ce lac de haute altitude. Les résultats obtenus permettront de choisir le mode de gestion le mieux adapté à ce type de milieu.

A. PRESENTATION DU MILIEU ETUDIE

Le lac de Foréant se situe dans les Hautes Alpes, à l'intérieur du Parc Naturel Régional du Queyras. Situé à 2620 m d'altitude, il subit une période de gel qui s'étend de novembre à juin. La profondeur maximale de ce lac est importante (22 mètres) comparée aux autres lacs de haute altitude du massif alpin français. Ce lac occupe une superficie de 5,5 hectares au creux d'un bassin versant de 360 hectares culminant à 3208 mètres.

Tab. 1. Caractéristiques morphométriques du lac de Foréant

Altitude	2620 m
Superficie du lac	5,5 ha
Profondeur maximale	22 m
Durée de dégel	4 mois
Altitude maximale du bassin versant	3208 m
Superficie du bassin versant	362 ha
Longueur maximale	370 m
Largeur maximale	165 m

Une campagne d'échosondage en juillet 1999 a permis de déterminer le profil précis du lac (Fig. 1.). Trois transects nord-sud et 8 transects est-ouest, effectués avec un échosondeur *Lowrence* à bande sur un zodiaque pourvu d'un moteur thermique (2,5 cv), ont permis de dresser une carte bathymétrique du lac.

Les contours et la surface du lac ont été déterminés avec précision à l'aide d'un théodolite distancemètre de marque TOPCOM.

B. DESCRIPTION DES PARAMETRES ABIOTIQUES

1. Température

Deux types de mesures de températures ont été effectuées :

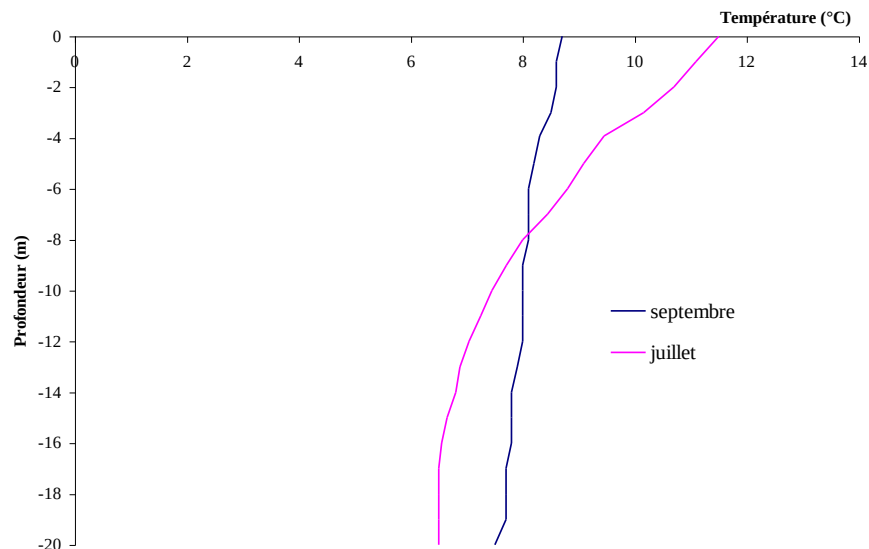
- des mesures tous les mètres, de la surface jusqu'au point le plus profond, lors des deux campagnes, en juillet et septembre 1999 (fig. 2),
- un enregistrement toutes les 74 minutes de la température, entre le 9 juillet et le 24 septembre à une profondeur de moins deux mètres sous la surface (Fig. 3).

L'ensemble des mesures montrent que le lac Foréant comme beaucoup de lacs de haute altitude est un lac dimictique c'est à dire qu'il y a au cours de l'année, deux périodes de mélange et deux périodes de stratification thermique.

Les mesures effectuées en juillet correspondent à la période de stratification thermique estivale. Les eaux de surface en contact avec l'air se réchauffent plus vite que les couches profondes. En septembre, les mesures correspondent aussi à la phase de stratification thermique estivale mais elles montrent que la phase de mélange est proche. En effet, l'écart entre les températures de surface et de fond diminue. A l'automne, la température de l'air va diminuer, la phase de mélange sera atteinte lorsque les températures de surface et de fond seront identiques à 3.8-4°C.

Cette phase de mélange sera suivie d'une longue période de stratification thermique hivernale lors de l'apparition d'une couche de glace à la surface du lac. Au printemps suivant, lors du dégel, une deuxième phase de mélange aura lieu.

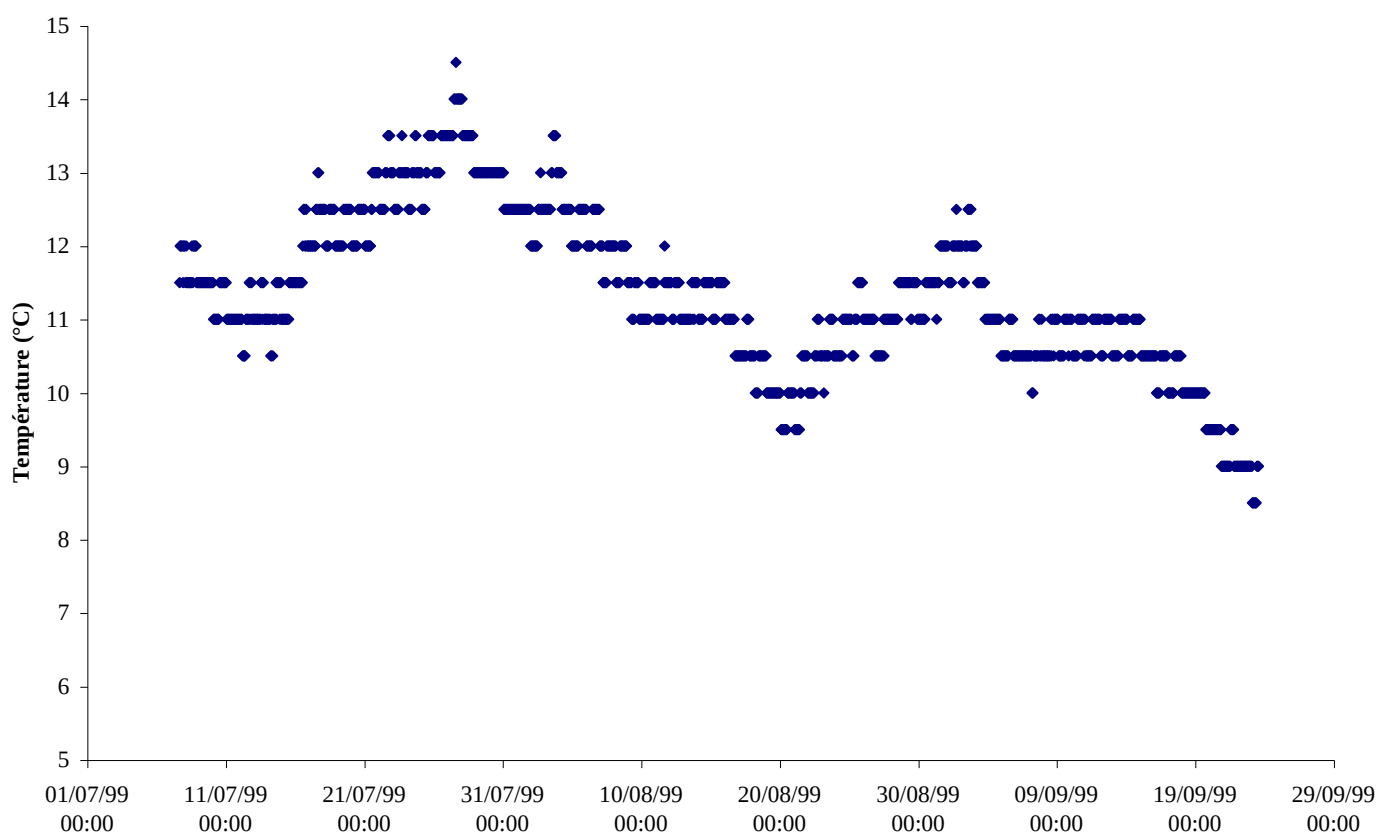
Fig. 2. Foréant : évolution de la température de l'eau sur l'ensemble de la colonne d'eau en juillet et septembre 99



Les enregistrements de températures effectuées entre le 7 juillet et le 24 septembre montrent qu'à moins deux mètres sous la surface, les températures sont faibles tout au long de la phase estivale. Les valeurs maximales mesurées sont de 14,5 °C à la fin du mois de juillet, les valeurs minimales de 8,5 °C lors de la deuxième campagne de prélèvements en septembre. Durant ces trois mois, la température moyenne de l'eau est de 11,3 °C.

Les variations importantes de température de l'air soit au cours de l'été soit entre le jour et la nuit ne se répercutent pas sur les valeurs de température de l'eau. L'amplitude thermique à moins deux mètres sous la surface est très faible. La couche d'eau tamponne les variations thermiques, c'est l'une des raisons qui justifient de l'installation d'une sonde à -2m.

Fig. 3. Foréant : évolution de la température mesurées à - 2 m entre le 7 juillet et le 24 septembre 1999.

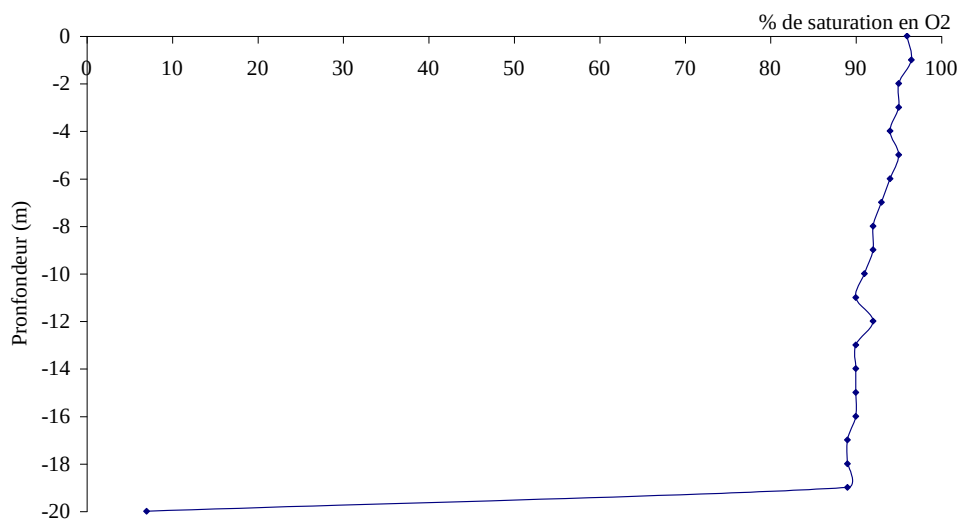


2. Oxygène

Des mesures de concentration en oxygène ont été effectuées le 24 septembre 1999, dans la zone la plus profonde, entre la surface et le fond. C'est à dire en fin de période de stratification estivale. L'oxymètre utilisée est de marque WTW "Oxi 197", la membrane est changée avant la mesure et l'appareil est étalonné grâce au protocole fournis par le fabricant. La compensation altimétrique est automatique.

Les résultats montrent que seule une couche de 1 mètre en contact avec le fond présente un déficit en oxygène. Ce déficit qui s'est créé au cours de la phase de stratification thermique estivale va disparaître durant la phase de mélange. Le déficit observé en septembre s'explique par une consommation d'oxygène lors de processus de dégradation de la matière organique sur le fond.

Fig. 4. Foréant : mesure du pourcentage de saturation en oxygène au cours de la campagne de septembre 1999.



3. Analyse physico-chimique

Lors des campagnes de prélèvements de juillet 1999, deux prélèvements ont été réalisés dans la zone la plus profonde, un en surface, l'autre au fond à l'aide d'une bouteille à

renversement d'une capacité de 2 litres. En Septembre, un prélèvement a été effectué en surface, en zone centrale. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tab. 2. Composition chimique de l'eau en juillet et septembre dans le lac Foréant.

	Concentration en mg / l				Concentration en mg / l		
	juillet 99		septembre 99		juillet 99		septembre 99
	surface	fond	surface		surface	fond	surface
Anions				Cations			
HCO ₃ ⁻	95,5	118,6	125,2	Ca ²⁺	27,3	30,5	32,9
SO ₄ ²⁻	4,9	5,1	6,9	Mg ²⁺	3,4	3,9	4,4
PO ₄ ²⁻	-	-	-	Na ⁺	0,15	0,1	0,16
NO ₃ ⁻	1,1	0,87	0,87	K ⁺	< 0,05	< 0,05	< 0,05
NO ₂ ⁻	-	-	-	Total	30,9	34,5	37,5
Cl ⁻	0,3	0,2	0,2				
Total	101,8	124,8	133,2	Minéralisation totale (mg / l)	132,7	159,3	170,5

Les résultats montrent une minéralisation légèrement plus importante au fond, en juillet, liée à la remise en suspension des éléments au niveau des sédiments. Ce même phénomène liée aux précipitations de fin d'été explique la minéralisation plus importante en septembre ; les différences sont toutefois minimes.

Les deux principaux ions sont les ions Ca²⁺ et les hydrogénocarbonates. Ces ions vont se retrouver dans l'eau sous forme d'hydrogencarbonates de calcium et de magnésium. Les valeurs de minéralisation et de concentration en Ca²⁺ sont relativement élevées pour un lac de haute altitude, comparables aux données mesurées sur le lac Labarre (Hautes Alpes) où un affleurement de nature calcaire dans le bassin versant entraîne une minéralisation plus élevée des eaux.

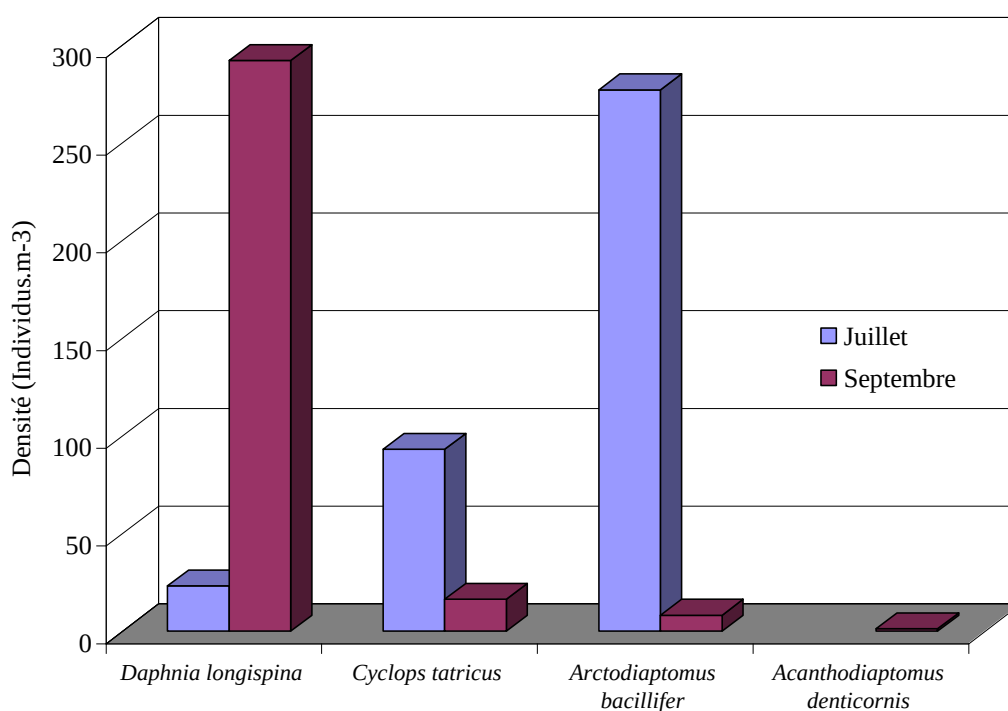
C. DESCRIPTION DES PARAMETRES BIOTIQUES

1. Peuplement zooplanctonique

Le peuplement zooplanctonique a été échantillonné en juillet et en septembre par des prélèvements fond/surface en trois points du lac (en amont, au centre et en aval du lac) à l'aide d'un filet conique de 30 cm d'ouverture et de 50 μm de vide de maille.

Au laboratoire, chaque prélèvement est traité individuellement. Après décantation, le contenu du pilulier est déterminé et dénombré. Les résultats sont présentés dans le tableau et le graphique suivant (Tab. III et fig. 5.)

Fig. 5. Composition du peuplement zooplanctonique du lac de Foréant (densité en nombre d'individus / m^3).



Le peuplement zooplanctonique du lac de Foréant est constitué d'une espèce de Crustacés Cladocères *Daphnia longispina* et de deux espèces de Crustacés Copépodes *Arctodiaptomus*

bacillifer et *cyclops tatricus* en juillet. En septembre, le peuplement est constitué des mêmes espèces plus l'espèce de Crustacés Copépodes *Acanthodiaptomus denticornis*.

En juillet, le peuplement est dominé en terme de densité par *Arctodiaptomus bacillifer* (277 individus.m⁻³) et en septembre par *Daphnia longispina* (292 individus.m⁻³).

Lorsque l'on compare les résultats des prélèvements dans les différents points du lac (Tab. 3.), on observe des variations faibles d'un point à un autre mais aucune variation significative ni en terme de composition spécifique ni en terme de densité.

Tab. 3. Variation de la composition spécifique du peuplement zooplanctonique en fonction du lieu de prélèvement.

Espèce	juillet		
	Zone amont	Zone centrale	Zone aval
<i>Daphnia longispina</i>	25,5	11,3	32,6
<i>Cyclops tatricus</i>	79	109	91
<i>Arctodiaptomus bacillifer</i>	171	320	340
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>			

Espèce	septembre		
	Zone amont	Zone centrale	Zone aval
<i>Daphnia longispina</i>	530	169	177
<i>Cyclops tatricus</i>	26	6	17
<i>Arctodiaptomus bacillifer</i>	11,3	6,7	6,4
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	1,4	0,7	1,4

Le peuplement zooplanctonique du lac Foréant est caractérisé par des densités relativement élevées pour un lac de haute altitude mais surtout par une très grande diversité, 3 espèces en juillet, 4 espèces en septembre avec notamment une forte densité de Crustacés Cladocères, espèce sensible à la prédation en raison de ses faibles capacités d'échappement. Cette structure du peuplement zooplanctonique met en évidence une faible pression de sélection par les poissons.

2. Peuplement benthique

L'étude du peuplement benthique a été appréhendée à partir de prélèvements effectués avec une benne d'Eckmann de 256 cm² de surface. Lors des deux campagnes, trois prélèvements ont été effectués en zones centrale, amont et aval du lac.

En juillet comme en septembre, le peuplement est majoritairement composé de larves de Diptères *Chironomidae* et d'Oligochètes. On note dans certains échantillons, la présence de Mollusques, de Trichoptères ou de nymphes de Diptères *Chironomidae*. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant (Tab. 4.).

Tab. 4. Composition du peuplement benthique du lac de Foréant en différents points.

		N (ind.m ²)	
Zone amont		Juillet	Septembre
Oligochètes	F. Lumbriculidae	-	-
	F. Tubificidae	1022	222
Diptères Chironomidae	larves, s/f Chironominae	400	444
	nymphes, s/f Chironominae	44	-
Trichoptères		89	89
Mollusques	G. Pisidium	-	-
		N (ind.m ²)	
Zone centrale		Juillet	Septembre
Oligochètes	F. Lumbriculidae	-	-
	F. Tubificidae	489	311
Diptères Chironomidae	larves, s/f Chironominae	89	533
	nymphes, s/f Chironominae	-	-
Trichoptères		-	-
Mollusques	G. Pisidium	89	44
		N (ind.m ²)	
Zone aval		Juillet	Septembre
Oligochètes	F. Lumbriculidae	44	-
	F. Tubificidae	133	311
Diptères Chironomidae	larves, s/f Chironominae	-	3511
	nymphes, s/f Chironominae	-	-
Trichoptères		-	-
Mollusques	G. Pisidium	-	-

Les densités d'Oligochètes sont plus élevées en juillet avec des valeurs maximales de 1022 ind.m² en zone amont. Les larves de Diptères Chironomidae sont plus abondantes en septembre ; la valeur maximale est de 3510 ind.m² en zone aval. Généralement, les valeurs maximales de densité de larves de Chironomidae sont observées en juillet avant le pic d'émergence. Les prélèvements de juillet ont dû être faits après la phase d'émergence des nymphes de Chironomidae. Les prélèvements de septembre doivent correspondre à un deuxième pic d'abondance.

Outre la présence de larves de Diptères *Chironomidae* et d'Oligochètes, on rencontre, dans la zone amont du lac, des Trichoptères à fourreau, sans doute emportés par le tributaire principal. On rencontre des Mollusques dans la zone centrale du lac.

L'ensemble de ces invertébrés et en particulier les larves de Diptères *Chironomidae* dont la taille est d'environ 1,5 cm constituent autant de proies potentielles pour les poissons.

3. Peuplement ichthyologique

3.1 Résultats des captures

Un inventaire du peuplement ichthyologique du lac Foréant a été effectué à l'aide de filets maillants verticaux de différents types, au cours de deux nuits de pêche en juillet et d'une nuit en septembre.

En juillet, le peuplement ichthyologique a été échantillonné au moyen de 8 filets, dans la nuit du 7 au 8 juillet 1999,

- 2 filets de surface de 12 mm de vide de maille, de 25 m de long et de 2 m de haut.
- 1 filet de fond de 27 mm de vide de maille, de 35 m de long et de 2.5 m de haut.
- 1 filet de fond de 12 mm de vide de maille, de 25 m de long et de 2 m de haut.
- 2 filets de fond de 40 mm de vide de maille, de 40 m de long et de 3 m de haut.
- 2 filets de fond de 50 mm de vide de maille, de 40 m de long et de 3 m de haut.

et au moyen de 7 filets, dans la nuit du 8 au 9 juillet 1999,

- 2 filets de fond de 12 mm de vide de maille, de 25 m de long et de 2 m de haut.
- 2 filets de fond de 27 mm de vide de maille, de 35 m de long et de 2.5 m de haut.
- 3 filets de fond de 40 mm de vide de maille, de 40 m de long et de 3 m de haut.

En septembre, 5 filets ont été utilisés :

- 1 filet de surface de 12 mm de vide de maille, de 25 m de long et de 2 m de haut.
- 1 filet de fond de 12 mm de vide de maille, de 25 m de long et de 2 m de haut.
- 1 filet de fond de 27 mm de vide de maille, de 35 m de long et de 2.5 m de haut.
- 1 filet de surface de 27 mm de vide de maille, de 35 m de long et de 2.5 m de haut.
- 1 filet de fond de 40 mm de vide de maille, de 40 m de long et de 3 m de haut.

En juillet, les 1220 m² de filets posés pendant 14 heures n'ont permis la capture d'aucun poisson. En septembre, deux Ombles du Canada ont été retiré des 400 m² de filets posés pendant 14 heures. Les deux poissons ont été capturé dans le filet à maille 40, dans les gros blocs, en zone de bordure à l'est du lac.

Tab. 5. Bilan des captures des deux campagnes de pêches au filets effectuée dans le lac Foréant

Espèce	Longueur à la fourche / longueur totale (cm)	Poids (g)
<i>Salvelinus namaycush</i>	42 / 46	866
<i>Salvelinus namaycush</i>	46 / 49	1182

Outre ces deux poissons, nous avons pu observer en zone de bordure des vairons, *Phoxinus phoxinus*.

3.2 Alimentation des poissons

La capture de seulement deux individus ne permet pas d'avoir une vision complète du fonctionnement du lac. Les conclusions que l'on peut tirer ne peuvent s'appliquer qu'au deux poissons capturés. La composition du contenu stomacal des deux Cristivomers est donnée dans le tableau suivant (Tab. 6.)

Tab. 6. Composition du bol alimentaire des poissons capturés en septembre.

		poisson n°1		poisson n°2	
Longueur à la fourche (cm)		42		46	
Poids (g)		866		1182	
Poids du contenu stomacal (g)		14		4,2	
Coefficient de réplétion		1,62		0,35	
Composition du bol alimentaire		N	F	N	F
Diptères Chironomidae	larves	1	0,19	230	97,5
	nymphes	1	0,19	-	-
Trichoptères	F. Limnephilidae	72	13,53	-	-
Crustacés	<i>Daphnia longispina</i> *	450	84,59	-	-
Hétéroptères	F. Corixidae	8	1,50	6	2,5
Nombre total de proies		532		236	

N = nombre de proies de chaque item présent dans l'estomac

F = fréquence des proies

* ne sont présents dans les estomacs que les œufs de durée de *Daphnia longispina*

Bien que les Cristivomers aient généralement un comportement ichtyophage dès que leur taille est supérieure à 20 cm, les individus capturés ne se nourrissent, ici, qu'aux dépens de proies de petite taille. Le vairon, seul *Cyprinidae* présent, n'est pas capturé car il occupe la zone littorale où la profondeur est très faible. Dans cette zone les vairons restent inaccessibles pour les poissons de grande taille.

Les seules proies disponibles pour les Cristivomers sont les proies d'origine aquatiques, tels les *Chironomidae*, les Crustacés ou les Trichoptères.

En raison d'une très faible densité du peuplement ichtyologique, les ressources lacustres ne sont pas limitées, mais la faible valeur alimentaire de chacune de proies implique un grand nombre de captures pour la simple survie du poisson au détriment d'une croissance qui reste faible.

3.3 Croissance

Le très faible nombre d'individus ne nous permettra pas de parler de croissance. Les informations vont concerner seulement l'âge des individus capturés en fonction de leur taille. Le poisson n°1 (42 / 866) et le poisson n°2 (49 / 1182) sont âgés de 5 +. C'est à dire qu'ils ont eu 5 ans à la fin de l'hiver et que la croissance a repris au cours de la phase estivale depuis cette date anniversaire.

Le très faible nombre d'individus ne nous permet pas de préciser de façon certaine l'âge des poissons car on ne peut pas comparer les anneaux de croissance avec ceux de poissons plus petits mais l'erreur commise dans la détermination de l'âge ne peut être supérieure à une année.

Les tailles atteintes par ces deux individus sont très importantes pour ce type de milieu. Bien que la température soit relativement faible compte tenu de l'altitude très élevée, la croissance forte est liée à la présence de ressources trophiques en quantité suffisante. Les ressources trophiques ne sont pas très abondantes mais compte tenu de la faible densité de poisson, la part impartie à chacun est plus grande. *Il vaut mieux un gâteau pour deux coupé en trois qu'un gâteau pour six coupé en seize.*

3.4 Reproduction

La reproduction d'une espèce dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- la maturation sexuelle des mâles et des femelles
- la présence d'un site favorable au frai (les exigences sont variables d'une espèce à l'autre)
- la rencontre de mâles et de femelles matures sur les lieux de ponte au bon moment.

Ces trois conditions doivent être réunies pour que la fécondation des œufs puisse se faire. Le taux de réussite de cette fécondation va dépendre ensuite de nombreux autres facteurs.

Les deux ombles du Canada capturés sont des femelles. Le poisson n° 1 (42 / 866) est immature, les ovules ne sont pas développés, le rapport gonado-somatique est bas (0,36). Le poisson n°2 (46 / 1182) est mature. Le diamètre des ovules est supérieur à 4 mm, le rapport gonado-somatique est fort (10,2). De telles caractéristiques correspondent à un individu pouvant participer à la reproduction.

CONCLUSION

L'étude du lac Foréant est la dixième étude complète réalisée par le laboratoire d'Hydrobiologie de l'Université de Provence sur un lac de haute altitude. Les neuf lacs déjà étudiés, bien que fonctionnant selon un cadre similaire, présentaient des caractéristiques et des spécificités propres. Le lac Foréant présente les mêmes particularités : son fonctionnement ressemble à celui des autres lacs déjà étudiés mais il présente également des particularités.

Au niveau des paramètres abiotiques, le lac Foréant est un lac dimictique, caractéristique des lacs de haute altitude. Il est sous l'influence directe des caractéristiques morphométriques ; sa localisation à 2600 m d'altitude fait que les températures mesurées sont faibles même durant la période estivale. La composition physico-chimique de l'eau et donc la conductivité résulte de la dissolution des roches constituant le bassin versant. Aucune perturbation anthropique directe ne vient agir sur ce milieu.

Au niveau des paramètres biologiques, le facteur prépondérant dans la structuration des peuplements est l'arrêt des introductions de poissons et donc la très faible densité du peuplement ichthyologique. C'est ce facteur qui donne sa particularité au lac. La quasi-absence de prédateurs placés en bout de chaîne alimentaire a permis au peuplement zooplanctonique de se reconstituer (dans l'hypothèse où les introductions passées auraient entraîné une diminution de la densité du peuplement). Le peuplement zooplanctonique du lac Foréant présente une densité et surtout une diversité élevée, comparable à des lacs de haute altitude vierges, c'est à dire où aucune introduction de poissons n'a été effectuée.

Le peuplement benthique est également relativement dense pour un lac de haute altitude.

En ce qui concerne le peuplement ichthyologique ou plutôt les poissons capturés, leur mode d'alimentation, principalement à partir de proies benthiques, est similaire à celui des poissons des autres lacs. Leur croissance est élevée compte tenu de l'altitude du lac. En terme de reproduction, il est difficile d'émettre un quelconque avis à partir de deux poissons, dont seulement un poisson mature. Toutefois, les dernières introductions de *Cristivomers* sont antérieures à 1989 et l'âge des individus capturés est d'environ 5-6 ans, ce qui laisse à penser qu'une reproduction naturelle ait pu avoir lieu. Actuellement cette reproduction ne doit avoir

qu'un taux de réussite très faible, car les géniteurs sont peu nombreux et certains individus ne développent pas leurs gonades en raison de carences alimentaires.

Il est vraisemblable que la population introduite de Cristivomers a survécu pendant plusieurs années en se nourrissant aux dépens de truites fario introduites et/ou par cannibalisme. L'arrêt des alevinages en truites a favorisé le cannibalisme, l'espèce a ainsi disparue par disparition d'une source de nourriture permettant la croissance et disparition de ses membres.

PERSPECTIVES DE GESTION

Nous ne pouvons émettre qu'un avis sur les conséquences probables de tel ou tel type de gestion, la décision du mode de gestion choisi pour ce lac ne pourra être prise que par les gardes du Conseil Supérieur de la Pêche des Hautes Alpes et les Fédérations de Pêche.

1° hypothèse : le lac n'est plus aleviné.

La faible densité du peuplement ichtyologique et le faible taux de réussite de la reproduction des Cristivomers en lacs de haute altitude (si cette reproduction est possible, ce qui reste à prouver), vont conduire à la disparition relativement totale des Salmonidés. Ce lac ne présentera plus aucun intérêt pour la pêche mais pourra servir de témoin pour le suivi des populations zooplanctoniques.

2° hypothèse : **le lac est aleviné en ombles chevaliers.**

Dans cette hypothèse, les bons résultats de la reproduction de cette espèce en lacs de haute altitude va dispenser les Fédérations de Pêche d'alevinages réguliers. En effet, l'introduction d'ombles va rapidement conduire à une diminution de la densité et de la diversité du peuplement zooplanctonique. L'omble va présenter une croissance rapide tant que les ressources seront suffisantes puis présentera une croissance ralentie dès que l'impact de cette espèce se marquera sur les ressources trophiques du milieu.

Le lac est d'assez grande taille, il est fort probable que la population sera constituée de nombreux petits individus (taille générale < 14cm) et de quelques individus plus grands, capturables et grands géniteurs, qui se nourriront des plus petits. La mise en charge initiale serait alors de 100 individus 12-14cm par hectare, introduits au dégel.

L'espèce est plastique, elle parviendra à se reproduire. Pas de re-introductions donc.

3° hypothèse : **le lac est aleviné en truites ou truites arc-en-ciel**

Deux possibilités se présentent:

- les truites sont introduites au dégel, taille 12-14, mise en charge 100 individus par hectare. La croissance linéaire et pondérale sera forte pendant deux ans, quelques individus devenus cannibales vont grandir plus vite et feront la joie des pêcheurs. La pêche et le cannibalisme vont décimer l'essentiel de la population en quatre ans.

Il faut donc prévoir un alevinage tous les deux à trois ans.

- les truites sont introduites à la taille minimale de captures, dès le dégel. Elles sont donc capturables dès la première saison. Une fraction difficile à estimer (car la variable pêche est mal connue) survivra jusqu'à la saison suivante.

En deux ans et pour les mêmes raisons il faudra aleviner.

L'introduction simultanée de plusieurs espèces ne semble pas être une bonne approche. En effet, les conditions de milieu difficiles qu'offrent les lacs de haute altitude et la faible diversité des proies capturées font que bien que chaque espèce présente de petites différences écologiques, le comportement alimentaire et les proies capturées sont les mêmes. Les ressources trophiques sont insuffisantes pour pouvoir faire cohabiter deux populations différentes. A la concurrence inter-spécifique s'ajoute la concurrence intra-spécifique.